



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Estudio de mejora en los sistemas de
comunicación de mando y control en unidades de
infantería ligero protegida en zona urbanizada

Autor

D. Ignacio Boloix Díaz

Director/es

Director académico: Dr. D. Alberto García Martín

Director militar: Cap. D. Juan Ramón Rodríguez Juste

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

Agradecimientos

En estas primeras líneas me gustaría agradecer y reconocer el esfuerzo de todas aquellas personas que de un modo u otro han contribuido a la realización de este trabajo, especialmente al Cap. D. Juan Ramón Rodríguez Juste y al Dr. D. Alberto García Martín

Por otro lado, no me gustaría dejar pasar la ocasión de agradecer el trato y la hospitalidad recibida por el Tercio Duque de Alba II de la Legión, IV Bandera Cristo de Lepanto.

A la Tercera Compañía "La Laureada", gracias por abrirme las puertas de La Legión, ha sido un honor y un sueño cumplido haber podido formar a vuestro lado.

Finalmente, agradecer a mi familia, amigos y compañeros de la LXXVI promoción el continuo apoyo que he recibido en estos años de formación, sin vosotros nada de esto habría sido posible.

RESUMEN

La evolución de los conflictos armados a lo largo de toda la historia exige a los medios tecnológicos una permanente adaptación y renovación. En la actualidad, los ambientes urbanos cobran una gran importancia en el estudio de escenarios de conflictos posibles debido a factores muy influyentes como la sobrepoblación, el cambio climático o las masivas migraciones a ciudades. La adaptación de nuestras Fuerzas Armadas tanto a este escenario como al combate que se desarrolla en el mismo, es indispensable para lograr poseer en el futuro un Ejército moderno y polivalente. A través del plan "FUERZA 2035", el Jefe del Estado Mayor del Ejército de Tierra pretende, mediante una planificación, constituir para 2035 fuerzas operativas flexibles y cohesionadas, capaces de operar en cualquier estructura multinacional y poseedoras de medios tecnológicos avanzados que se constituyan como una herramienta indispensable para el despliegue en escenarios potencialmente probables, como entornos urbanos.

Siendo las unidades de infantería ligero protegidas las idóneas para desplegar en este escenario debido a cualidades como su potencia de fuego, su flexibilidad y su movilidad combinando elementos a pie con vehículos ligero protegidos; deben estas tener en disposición sistemas tecnológicos de comunicación que permitan a los jefes de las distintas unidades ejercer la función de mando y control de una manera eficaz y óptima, siendo conscientes de la peculiaridad y compartimentación del terreno urbano.

El mando y control se concibe como el ejercicio de la autoridad y dirección, por un mando específico designado para ello, sobre las fuerzas que les han sido asignadas para el cumplimiento de la misión. Esta función fundamental se realiza a través de conjuntos de elementos interrelacionados que desarrollan las acciones necesarias para proporcionar al mando, en tiempo útil, el conocimiento de la situación, constituyendo el soporte necesario para la toma de decisiones, la transmisión de órdenes y el control de su ejecución. Por ello, el objetivo de este trabajo es proponer un sistema de comunicación que permita a los Jefes de Compañía y Sección de Unidades de infantería ligero protegidas ejercer un adecuado mando y control de sus elementos, tanto vehiculares como combatientes a pie, en zonas urbanizadas.

Para alcanzar este objetivo, se ha seguido una metodología de trabajo articulada en cuatro fases definidas. En primer lugar, se han extraído las necesidades de mando y control de unidades de infantería ligero protegidas en zonas urbanizadas y se han determinación las debilidades que

presentan los sistemas de comunicación que se emplean en la actualidad. A continuación, se han estudiado las soluciones tecnológicas que permiten resolver potencialmente dichas necesidades. Por último, tras el análisis y comparación de las ventajas y limitaciones de los sistemas propuestos, se ha procedido a identificar los pasos que serían necesarios llevar a cabo para lograr la implementación de la solución seleccionada en las unidades de infantería ligero protegida.

ABSTRACT

Currently, urban settings tend to be of great significance in the study of possible conflict scenarios due to the highly influential factors that can be found, such as overpopulation, climate change or massive migrations. The correct adaptation of our Armed Forces both in this scenario and combat case in these areas, is crucial in order to have a newfangled and versatile Army Force in the future. Through the "FORCE 2035" plan, the Chief of Army intends, by means of a correct planification, to establish flexible and cohesive operational forces by 2035, being in possession of advanced technological components as an indispensable tool for deployment in these probable scenarios, such as urban settings, can operate in any multinational structure.

Since the light-protected infantry units are the more suitable ones to deploy in this scenario owing to its qualities including their fire-power, adaptability and movability, the combination of its elements provided of foot combatants and light-protected infantry vehicles, they require an adequate technological communication system that allows the unit heads, an exceptional and efficient command and control not only of the units themselves, but of the peculiarities and urban terrain compartmentalization.

At this juncture, the main objective of the present project is the proposal of a communication system that allows Company and Section Chiefs of light-protected infantry units to accomplish an adequate command and control of their elements, both vehicular and foot combatants in urbanized areas. To this effect, it is indispensable to achieve some partial requirements: (i) be aware of the command and control needs of light-protected infantry units in urbanized areas and be able to determine the weaknesses of the communication systems in used today; (ii) explore the different technological solutions that are being implemented in other Units nowadays and examine the several possibilities that are useful for light-protected infantry units in urbanized areas; (iii) scrutinize the advantages and limitations of the technological resolutions found for command and control in urbanized areas; and (iv) identify the deeds to undertake for the implementation of the selected solution in light-protected infantry units.

To this effect, a methodology comprised of four steps, each of which is closely linked to the partial objectives, has been followed: (i) knowledge of command and control needs in light-

protected infantry units in urbanized areas, as well as, the establishment of the weaknesses present on communication systems currently in use; (ii) survey of different technological solutions that can potentially solve the communication issues that can be found; (iii) examination of the assets and restrictions of its used in urbanized areas; (iv) identification of the required steps for the correct implementation of the selected solution in light-protected infantry units. With a view to obtain the needed information, in addition to the mandatory bibliography, we have had at our disposal the opinion of experts in the field which has been collected in the form of interviews and polls. The information referred to has been of the highest importance for the design and application of the Radar Chart that assist the precise identification of the communication system finally suggested.

The Project outputs convey the reality about the broadcasting mediums that are currently available which do not ensure the accurate command and control of the light-protected units in urbanized areas for the platoon and company chiefs, the ATAK system in use at the present time by the Special Operations Command (MOE) remains the one that best suits the needs.

To conclude, the implementation of the ATAK protocol is selected for command and control issues in light-protected units of the Ground Forces responsible of urban combat, remaining necessary for its commissioning a set of measurements that lies outside the scope of this project evaluation.

I.	LISTA DE FIGURAS	8
II.	LISTA DE TABLAS	9
III.	LISTA DE ABREVIATURAS	10
1.	INTRODUCCIÓN	11
1.1.	OBJETIVOS	12
1.2.	ALCANCE	13
2.	MATERIALES Y MÉTODOS	14
3.	DESARROLLO DEL TRABAJO Y RESULTADOS	17
3.1.	NECESIDADES DE MANDO Y CONTROL DE UNIDADES DE INFANTERÍA LIGERO PROTEGIDAS EN ZONAS URBANIZADAS Y DETERMINACIÓN DE LAS DEBILIDADES QUE PRESENTAN LOS SISTEMAS DE COMUNICACIÓN QUE SE EMPLEAN EN LA ACTUALIDAD	17
3.2.	SOLUCIONES ACTUALMENTE IMPLEMENTADAS EN OTRAS UNIDADES QUE PUDIERAN SER ÚTILES PARA EL MANDO Y CONTROL DE UNIDADES DE INFANTERÍA LIGERO PROTEGIDAS EN ZONAS URBANIZADAS.	27
3.2.1	<i>Radio DMR</i>	27
3.2.2	<i>ATAK</i>	29
3.3.	ANÁLISIS DE LAS VENTAJAS Y LIMITACIONES DE LAS SOLUCIONES ENCONTRADAS PARA SU USO EN EL MANDO Y CONTROL EN ZONAS URBANIZADAS.	30
3.4.	IDENTIFICACIÓN DE LOS PASOS NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN SELECCIONADA EN LAS UNIDADES LIGERO PROTEGIDAS	34
4.	CONCLUSIONES	35
5.	BIBLIOGRAFÍA	37
6.	ANEXOS	39

I. LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: RADIO PR4G V3 PORTÁTIL CON ESPALDERA. FUENTE: (15)	18
FIGURA 2: RADIOTELÉFONO SPEARNET. FUENTE: (17)	20
FIGURA 3: PNR500 CON SU AURICULAR. FUENTE (18).....	20
FIGURA 4: GRÁFICO DE LAS UNIDADES CONSIDERADAS CON MAYOR FACILIDAD DE PÉRDIDA DE MANDO Y CONTROL EN COMBATE URBANIZADO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	23
FIGURA 5: EJEMPLO DE RADIO DMR. FUENTE: (24)	29
FIGURA 6: EJEMPLO DE UTILIZACIÓN DE ATAK. FUENTE: (25)	30

II. LISTA DE TABLAS

TABLA 1: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA PR4G V3. FUENTE: (16)	19
TABLA 2: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE SPEARNET. FUENTE: (16)	20
TABLA 3: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA PNR500. FUENTE: (16)	20
TABLA 4: UNIDADES CONSIDERADAS CON MAYOR FACILIDAD DE PÉRDIDA DE MANDO Y CONTROL EN COMBATE URBANIZADO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	23
TABLA 5: RESULTADOS DE JEFES DE PELOTÓN SOBRE LA PREGUNTA DE VALORACIÓN DE FACTORES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	24
TABLA 6: RESULTADOS DE JEFES DE SECCIÓN Y JEFES DE COMPAÑÍA SOBRE LA PREGUNTA DE VALORACIÓN DE FACTORES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	24
TABLA 7: RESULTADOS DE JEFES DE PELOTÓN A LA PREGUNTA DE VALORACIÓN DE CAPACIDADES QUE DAN SOLUCIÓN A LAS NECESIDADES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	26
TABLA 8: RESULTADOS DE JEFES DE SECCIÓN Y JEFES DE COMPAÑÍA A LA PREGUNTA DE VALORACIÓN DE CAPACIDADES QUE DAN SOLUCIÓN A LAS NECESIDADES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	26

III. LISTA DE ABREVIATURAS

CAP	Capitán
CENAD	Centro Nacional de Adiestramiento
CUD	Centro Universitario de la Defensa
CUMA	Cuadros de Mando
ET	Ejército de Tierra
FAS	Fuerzas Armadas
GNSS	Global Navigation Satellite System
JCIA	Jefe de Compañía
JEMAD	Jefe de Estado Mayor de la Defensa
JEME	Jefe de Estado Mayor del Ejército
JPN	Jefe de Pelotón
JSC	Jefe de Sección
MADOC	Mando de Adiestramiento y Doctrina
NATO	Organización del Tratado Atlántico Norte
NS/NC	No Sabe/No Contesta
PEXT	Prácticas Externas
TFG	Trabajo Fin de Grado
TRX	Transmisiones
TTE	Teniente
TTP	Táctica, Técnica y Procedimiento
UHF	Ultra High Frequency
VHF	Very High Frequency

1. INTRODUCCIÓN

La “evolución de la guerra” es un término que hace referencia a los cambios en las características de los conflictos armados a lo largo de toda la historia de la humanidad. Los conflictos bélicos actuales difieren bastante de los dos hitos principales acaecidos en el siglo XX: la Primera y la Segunda Guerra Mundial, los cuales se basaban en el empleo de grandes unidades de entidad Brigada o División para actuar todos los niveles en el mismo instante, predominando, en el escenario de las dos últimas décadas, lo que se ha denominado como “combate asimétrico”.

El “combate asimétrico” se define como un conflicto violento en el que se constata una abismal diferencia cuantitativa y cualitativa entre los recursos militares, políticos y mediáticos de los contendores comprometidos, y que por lo tanto obliga a los bandos a utilizar TTP’s atípicas, que rebasan el manido marco de la tradición militar recurrente. Entre estos medios se cuenta la guerra de guerrillas, la resistencia, toda clase de terrorismo, la contrainsurgencia, el terrorismo de Estado, la guerra sucia o la desobediencia civil (1). El desarrollo tecnológico acaecido en los últimos años, la sobrepoblación, la aparición de núcleos de población en zonas antes desérticas y la consolidación de grupos armados no regulares con TTP’s atípicas son algunos de los factores que han favorecido este tipo de combates y conflictos (2).

Con el objetivo de hacer frente a esta realidad y poder implementar a tiempo procedimientos y actualizaciones orgánicas que faciliten la adaptación de nuestra fuerza a éste y a nuevos escenarios futuros, el JEME ha ideado un plan de preparación denominado “FUERZA 35”. Así, “Fuerza 35” se erige como la solución del ET para dar respuesta al proceso de preparación y planeamiento liderado por el JEMAD, cuya idea fuerza principal se recoge en las siguientes palabras del JEME:

“El Ejército de 2035, componente esencial de la Fuerza Conjunta, estará capacitado para constituir organizaciones operativas flexibles y cohesionadas, dotadas de medios tecnológicamente avanzados y formadas por personal altamente motivado y preparado. Será capaz de operar en todo tipo de entornos y de integrarse en estructuras multinacionales para asegurar la protección de la población y el control del territorio y los recursos. Será una herramienta resolutive para la consecución de espacios de libertad y seguridad en defensa de los intereses de España donde y cuando se precise (3).

Estas organizaciones operativas flexibles y cohesionadas han de estar preparadas para desplegar en cualquiera de los escenarios posibles, concibiendo el entorno urbano como uno de los

potenciales escenarios en los que se desarrollarán las operaciones futuras. Las grandes urbes, las zonas densamente pobladas y las distribuciones de grandes edificios de diferente tipología serán algunas de las múltiples consecuencias de un efecto transformador que se dará a lo largo del siglo XXI y que ya ha sido constatado en esta última década: la urbanización de la población humana. Así, la explosión demográfica y el cambio climático serán los causantes de una gran urbanización mundial. La migración desde zonas con gran escasez de agua, alimentos, recursos naturales u oportunidades laborales provocan que sean Asia y África los continentes con mayor incremento de población urbana. Con esto, se estima que en 2035 el 60% de la población mundial residirá en ciudades y de este porcentaje, el 70% lo hará en barrios marginales sin el adecuado acceso a los recursos y servicios mínimos (4). Esto lleva a que el JEME, consciente de la importancia que posee el entorno urbano en los conflictos actuales y futuros, considere un “nuevo panorama global” analizando cuatro ámbitos de actuación: un espacio de batalla no lineal, enfrentamientos de alta intensidad contra un enemigo tecnológicamente avanzado, áreas urbanizadas y apoyo a autoridades civiles (5). Así, el plan FUERZA 35 considera fundamental que el ET logre adquirir unas características que le permita operar de forma apta en el entorno urbano.

Las unidades de infantería ligero protegidas, caracterizadas por la combinación del elemento de combate a pie y la protección, movilidad y potencia de fuego que aportan los vehículos, se constituyen como unidades idóneas dentro del ET para encarar el combate urbano. (6)

Para que las unidades implicadas en el combate urbano puedan desarrollar satisfactoriamente su misión, es necesario disponer de medios tecnológicos adaptados a este escenario y que permitan a los jefes de unidades tipo sección y compañía llevar a cabo el mando y control de su unidad en condiciones de eficacia, lo que se traduce en garantizar una correcta toma de decisiones para cumplir el objetivo asignado garantizando un movimiento rápido y seguro de todos los miembros de la unidad.

1.1. Objetivos

El objetivo de este trabajo es proponer un sistema de comunicación que permita a los Jefes de Compañía y Sección de Unidades de infantería ligero protegidas ejercer un adecuado mando y control de sus elementos, tanto vehiculares como combatientes a pie, en zonas urbanizadas.

Para el cumplimiento de este objetivo general es necesaria la consecución de una serie de objetivos parciales que se exponen a continuación:

- 1) Conocer las necesidades de mando y control de unidades de infantería ligero protegidas en zonas urbanizadas y determinar las debilidades que presentan los sistemas de comunicación que se emplean en la actualidad.
- 2) Conocer distintas soluciones tecnológicas que hay actualmente implementadas en otras Unidades que pudieran ser útiles para el mando y control de unidades de infantería ligero protegidas en zonas urbanizadas.
- 3) Analizar las ventajas y limitaciones de las soluciones tecnológicas encontradas para su uso en el mando y control en zonas urbanizadas.
- 4) Identificar los pasos necesarios para la implementación de la solución seleccionada en las unidades de infantería ligero protegidas.

1.2. Alcance

El estudio de las necesidades en las comunicaciones de mando y control de Unidades de infantería ligero protegidas se ha llevado a cabo en el Tercio Duque de Alba II de la Legión, IV Bandera Cristo de Lepanto (localizada en Ceuta), unidad donde se realizaron las PEXT. Es de reseñar que esta Unidad, junto al resto de las ubicadas en la plaza de Ceuta, participa de la planificación anual que la Comandancia General de Ceuta realiza de jornadas y ciclos de instrucción y adiestramiento enfocados a la mejora de las capacidades en el combate urbano. Así, esta constante preparación de la Unidad de destino en capacidades tácticas y operativas en este escenario nos permite inferir que las necesidades y soluciones extraídas pueden ser extrapolables a cualquier Unidad de infantería ligero protegida del ET.

En la preceptiva fase de valoración de alternativas que debe tener todo proyecto, se sopesó la posibilidad de contemplar tanto las soluciones tecnológicas que actualmente ofrece el mercado como las que ya hay en funcionamiento en distintas unidades del ET. Finalmente, se decidió contemplar solamente estas segundas, las que están siendo ya utilizadas de forma aislada por unidades de nuestro propio Ejército, dado que esto supone que son tecnologías que se adaptan a las especificaciones requeridas en el ámbito militar (seguridad de las comunicaciones, alcance,

operatividad en condiciones extremas, portabilidad, etc.) y se garantizaba, además, la futura interoperatividad entre unidades.

Dentro de las distintas unidades del ET, se ha restringido la búsqueda de posibles soluciones tecnológicas a aquellas que, por su naturaleza, se encuentran más avanzadas en el mando y control, siendo estas el Mando de Operaciones Especiales y el CENAD San Gregorio. La primera, preparada para ejecutar todo tipo de misiones en escenarios y conflictos inverosímiles (7) y la segunda, capaz de controlar el despliegue y la ubicación de todas las actividades llevadas a cabo en el campo de maniobras más grande de Europa, con una superficie aproximada de 33.839 hectáreas y un perímetro de 108 km, incluyéndose además en ella dos zonas específicas de combate urbano: Casas Altas y El Abejar (8) (9).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología planteada para la consecución del objetivo principal se articula en cuatro fases, que están íntimamente ligadas con los objetivos parciales planteados:

- **Fase 1. Conocimiento de las necesidades de mando y control de unidades de infantería ligero protegidas en zonas urbanizadas y determinación de las debilidades que presentan los sistemas de comunicación que se emplean en la actualidad.** Este conocimiento y determinación se basará en la utilización de tres fuentes de información: (i) los manuales de doctrina y adiestramiento relativos a esta temática; (ii) la experiencia previa de los efectivos destinados en la Unidad de destino (Tercio Duque de Alba II de la Legión) a través de un cuestionario y una entrevista; y (iii) la observación directa durante la realización de las prácticas externas en la Unidad de destino.
- **Fase 2. Conocimiento de soluciones tecnológicas que permitan resolver potencialmente los problemas de comunicación identificados.** Esta fase se basará en búsquedas realizadas a nivel interno de nuestras FAS mediante contactos en unidades avanzadas en la instrucción y adiestramiento en el entorno urbano y en tecnologías de mando y control.
- **Fase 3. Análisis de las ventajas y limitaciones de las soluciones encontradas para su uso en el mando y control en zonas urbanizadas.** Este análisis se fundamentará en los datos obtenidos en el anterior punto, empleando la herramienta RadarChart

- **Fase 4. Identificación de los pasos necesarios para la implementación de la solución seleccionada en las unidades de infantería ligero protegidas.** En base a las características del sistema de comunicación finalmente seleccionado y a la información recabada en la primera fase, se identificarán los pasos necesarios a dar para que este sistema sea implementado en las unidades de infantería ligero protegidas en entornos de combate urbano.

A continuación, se citan y describen las herramientas utilizadas a lo largo de la metodología que se acaba de describir:

- **Consulta de bibliografía e informes especializados.** Estas fuentes de información se han utilizado en su mayoría para contextualizar el combate en zona urbanizada, enmarcándolo dentro del concepto “Fuerza 2035” y estudiar las características que identifican este tipo de combate. Además, a través de manuales e informes técnicos, se ha accedido a información relativa a los medios de transmisiones en dotación en las unidades del ET, de interés para esta memoria.
- **Obtención de información complementaria.** Para completar la información obtenida en la consulta de bibliografía e informes especializados, se ha contado tanto con la ayuda del personal destinado en la IV Bandera Cristo de Lepanto de la Legión como con otros oficiales ajenos a esta unidad. En este segundo grupo se encuentran, entre otros, el Teniente Coronel D. Felix Borque Pérez, Jefe del Centro de Gestión y Control del CENAD San Gregorio y distintos CUMA,s del Mando de Operaciones Especiales.
- **Entrevistas y encuestas.** Una entrevista puede definirse como “la comunicación interpersonal establecida entre el investigador y el sujeto de estudio a fin de obtener respuestas verbales a los interrogantes planteados sobre el problema propuesto. A través de ella el investigador puede explicar el propósito del estudio y especificar claramente la información que necesite; si hay interpretación errónea de las preguntas permite aclararla, asegurando una mejor respuesta (10). Por su parte, la encuesta es definida como “un método científico que puede ser utilizado para identificar variables y relaciones, sugerir hipótesis y dirigir otras fases de la investigación” (10).

Ambas herramientas se han empleado para acceder a los conocimientos adquiridos y experiencias previas de personal especializado en la materia y así poder concretar de forma sintética las necesidades actuales en el mando y control de unidades ligero protegidas

en zona urbanizada. En primer lugar, se ha empleado la herramienta de la entrevista realizándose esta de manera presencial y personal al Teniente D. Salvador Padilla Rascón, jefe de la sección desplegada en Bagdad en la NATO MISSION IRAK I y habiendo recibido por ello una formación íntegra y de calidad en el combate urbanizado mediante apoyos de todo tipo de unidades y personal especializados, motivo por el cual es su opinión de gran interés y relevancia para la memoria (Anexo A). En segundo lugar, se ha empleado la herramienta de la encuesta, reuniendo todo el personal encuestado los siguientes requisitos:

- Ser CUMA de la IV Bandera Cristo de Lepanto de la Legión, teniendo bajo su mando una entidad tipo pelotón, sección o compañía.
- Poseer formación específica en combate en población, bien sea a través de cursos certificados ajenos al ET o mediante ciclos o jornadas llevados a cabo en la unidad de destino.

El modelo de encuesta (Anexo C) está compuesto por 3 bloques:

- **Bloque 1:** recoge información de carácter identificativo. Tiene el objetivo de enmarcar al usuario encuestado según su puesto táctico y su formación, pudiendo así poder tratar la información que proporcione de manera eficaz. Está compuesto por dos preguntas de opciones cerradas y dos preguntas dicotómicas¹ con otras dos preguntas adicionales de respuesta abierta en caso de haber respondido el encuestado de manera afirmativa la pregunta dicotómica anterior.
- **Bloque 2:** recoge información de interés para el análisis de las necesidades de mando y control de unidades ligero protegidas en zonas urbanizadas. Está

¹ Preguntas dicotómicas: establecen únicamente dos alternativas de respuesta: “SÍ” o “NO”, y en ocasiones “NS/NC”. Se utilizan para temas muy definidos que admiten estas dos alternativas como respuesta (11).

compuesto por 2 preguntas de respuesta cerrada: la primera de ellas dicotómica y la segunda de tipo politómica².

- **Bloque 3:** tiene el objetivo de conocer cuál de las opciones preestablecidas considera el encuestado más influyente como factor en la pérdida de mando y control de Unidades ligero protegidas en zona urbanizada y a través de qué característica o medida a implementar se podría disminuir la probabilidad de aparición esa pérdida. Está compuesto por dos preguntas escalares numéricas, pudiéndose asignar valores entre 1 y 5. (11)
- **Radar Chart.** Se trata de una herramienta reconocida y aceptada por el sector empresarial para gestionar las adquisiciones de mercado. Permite una fácil visualización de los parámetros convenidos para evaluar la mejor opción de entre todas las disponibles. Consiste en un gráfico en el cual cada variable está provista de un eje que comienza desde el centro. Todos los ejes están dispuestos radialmente, con distancias iguales entre sí, manteniendo la misma escala entre todos los ejes. Cada valor de variable se traza a lo largo de su eje individual y todas las variables en un conjunto de datos y se conectan entre sí para formar un polígono (12). Se ha empleado para comparar los sistemas analizados como posibles soluciones a las necesidades extraídas.

3. DESARROLLO DEL TRABAJO Y RESULTADOS

3.1. Necesidades de mando y control de unidades de infantería ligero protegidas en zonas urbanizadas y determinación de las debilidades que presentan los sistemas de comunicación que se emplean en la actualidad

El mando y control se concibe como el ejercicio de la autoridad y dirección, por un mando específico designado para ello, sobre las fuerzas que les han sido asignadas para el cumplimiento de la misión. Esta función fundamental se realiza a través de conjuntos de elementos interrelacionados que desarrollan las acciones necesarias para proporcionar al mando, en tiempo útil, el conocimiento

²Preguntas politómicas: también conocidas como categorizadas, presentan varias alternativas para que el encuestado elija la más conveniente (11).

de la situación, constituyendo el soporte necesario para la toma de decisiones, la transmisión de órdenes y el control de su ejecución. Estos elementos permitirán al mando conocer la localización, composición, estado, movimientos y posibles intenciones de las unidades enemigas, datos ambientales, elementos neutrales en el teatro y, por supuesto, todo lo referente a unidades propias que sea de su incumbencia. Este proceso debe realizarse de forma rápida y continuada, con el objeto de que la información no se degrade o quede obsoleta y, por tanto, pierda su utilidad (13).

No debe confundirse la función de mando y control con los sistemas o medios de transmisiones que la apoyan, siendo los sistemas herramientas utilizadas por el mando para el correcto desempeño de la función, adaptándose estas al proceso de mando y control y no a la inversa. (14)

En zona urbanizada, como se mostrará a continuación tras el análisis de las necesidades, los problemas de mando y control vienen dados en su mayoría por las comunicaciones a nivel pelotón-sección, ya que es en este ámbito donde más importante es la comunicación con todos los elementos de combate y, a la par, más disgregados están. Actualmente, los medios de transmisiones disponibles en las unidades de infantería ligero protegida hasta nivel compañía e inferior son los siguientes: PR4G V3, PNR500 y SPEARNET.



Figura 1: Radio PR4G V3 portátil con espaldera. Fuente: (15)

El radioteléfono PR4G en su tercera versión (Figura 1), es a día de hoy uno de los principales medios de enlace para el mando y control disponible en todos los escalones de mando de cualquier tipo de unidad. Las capacidades que ofrece este medio radio gracias a su última versión, la V3, ha proporcionado una gran mejora a la hora de ejercer el mando y control. No obstante, distintas características de la misma provocan que su uso en unidades de pequeña entidad llegue a ser contraproducente para el jefe de la unidad. Una de las principales limitaciones a la hora de ser

empleada por los elementos a pie de una unidad ligero protegida es su gran tamaño (40cm x 30cm x 10cm) y su peso de 10,5 kg, motivos por los cuales se emplea únicamente hasta nivel sección y superior. Este radioteléfono puede realizar transmisión tanto de voz como de datos, sin embargo, la transmisión de datos posee un bajo ancho de banda (57,6 kb/s) por lo que se limita bastante la operatividad de esta función. Destacar además que se dispone tanto de un atalaje para ser llevada a la espalda del combatiente como un acople vehicular. Este último permite en los vehículos ligero protegidos transmitir radiofónicamente a través de interfonía. En cuanto a la capacidad de enlace (Tabla 1), disminuye notablemente al pasar de modo vehicular a portátil, pudiendo quedar la transmisión de información a merced de las condiciones meteorológicas y de los obstáculos físicos del terreno (en el ambiente urbano en su mayoría edificaciones) (15).

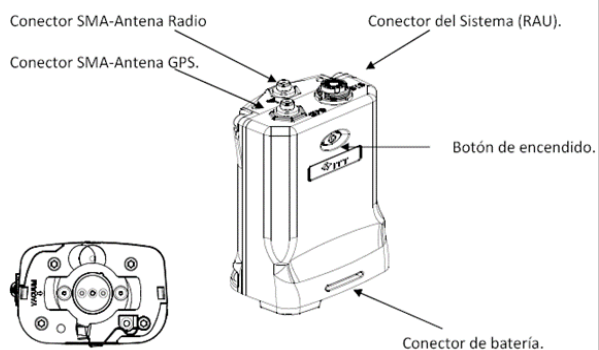
PR4G-V3	
Banda de frecuencias	VHF, desde 30 hasta 87,975 MHz
Tipo de antena	Varilla, Fleje, mástil y vehicular
Propagación	Onda reflejada
Potencia de salida	Portátil: 0,5 W, 5 W y 10 W Vehicular: 0,28 W, 5 W y 50 W
Alcance	Portátil: Con antena de varilla o de fleje, 6-8 Km Con antena sobre mástil, 12-25 Km Vehicular: Con antena vehicular, 20-25 Km Con antena sobre mástil, 45-50 Km
Encriptación	Sí, mediante módulos COMSEC y TRANSEC
Transmisión de datos	Sí, 57,6 Kb/s

Tabla 1: Características técnicas de la PR4G V3. Fuente: (16)

El radioteléfono SPEARNET (Figura 2), en dotación para enlazar pelotones y sección, pese a tener un alcance teórico de 1 kilómetro en soporte portátil y poderse emplear con base vehicular aumentando su alcance hasta a 8 kilómetros (Tabla 2), basa su funcionamiento en la propagación por onda directa, lo que puede ser contraproducente en ambiente urbano. La capacidad de enlace por proximidad *ad-hoc* mitiga la dificultad de enlazar con obstáculos físicos entre los dispositivos. Esta capacidad permite al dispositivo buscar de manera automática dispositivos cercanos pertenecientes a la malla y así poder conseguir, mediante proximidad, emplear como repetidores otros dispositivos llegando al receptor deseado. No obstante, por propia orgánica, cada sección posee únicamente 4 terminales (3 de ellos para jefes de pelotón y 1 para el jefe de sección), lo que complica al disgregarse la unidad en ambiente urbano el sistema de enlace por proximidad. (17)

En cuanto al radioteléfono ligero PNR500 (Figura 3), se trata de un dispositivo cuya función es el enlace entre escuadras y pelotones. Tiene unas dimensiones ventajosas para ser portada por el propio combatiente y periféricos que permiten ser empleada sin rehusar del combate una vez

configurada. Trabaja en la banda del espectro electromagnético UHF. En cuanto a la distancia máxima de enlace, su propio manual de operación lo define en 800 metros en espacios abiertos y 300 metros en espacios cerrados (Tabla 3) (18).



	SpearNet
Banda de frecuencias	UHF, desde 1200 hasta 1400 MHz
Tipo de antena	Flexible
Propagación	Onda directa
Potencia de salida	Portátil: 0,6 W
Alcance	Portátil: Enlace de 1 Km en zonas despejadas y de 250 m en zonas urbanas o densa vegetación. Vehicular: hasta 6 Km con antena vehicular y 8 Km con uso de amplificador
Encriptación	Sí
Transmisión de datos	Sí, con transmisión simultánea de voz y datos

Figura 2: Radioteléfono SPEARNET. Fuente: (17)

Tabla 2: Características técnicas de SPEARNET. Fuente: (16)

Como señala el Cap. D. Carlos Nogueira Vázquez en el informe “La situación actual de los medios de comunicación a nivel pelotón y otros medios no reglamentarios” (19), actualmente, la mayoría de las unidades ligero protegidas están utilizando para enlazar a nivel CIA e inferior herramientas tipo *Walkie-Talkies* adquiridos de manera propia, puesto que los medios de transmisiones de los que disponen no suplen sus necesidades tácticas una vez desembarcado el personal a pie. En dicho informe se contrastan las distancias de enlace teóricas de los medios de transmisiones en dotación con la experiencia del uso de estos dispositivos, concluyendo que en la realidad estos medios son ineficientes y provocan muchas dificultades en el enlace, aumentando más aún en entorno urbano, siendo este el principal motivo por el que se emplean los *Walkie-Talkies* ya citados. No obstante, esta solución puede ser útil en la instrucción y el adiestramiento de la unidad, pero debe ser el Ejército quién proporcione un medio que garantice seguridad mediante cifrado y supla de manera eficaz las necesidades actuales, adaptándose al entorno urbano.



Figura 3: PNR500 con su auricular. Fuente (18)

	PNR-500
Banda de frecuencias	UHF, desde 380 hasta 429,9 MHz
Tipo de antena	Flexible
Propagación	Onda directa
Potencia de salida	Portátil: 0,25 W
Alcance	Hasta 800 m en espacios abiertos y hasta 300 m en ciudades y zonas con vegetación
Encriptación	Sí
Transmisión de datos	Sí, con transmisión simultánea de voz y datos

Tabla 3: Características técnicas de la PNR500. Fuente: (16)

Tras la entrevista realizada al Tte D. Salvador Padilla Rascón (Anexo A), se puede comprobar que la opinión de personal especializado en el ambiente urbano como es su caso no es favorable sobre los medios de enlace de los que se dispone. Se pueden extraer de este documento dos necesidades principalmente:

- Tanto la PNR500 como la SPEARNET, ambas en dotación para ser empleadas por los pelotones de infantería ligero protegida, trabajan en bandas de frecuencia que dificultan e incluso imposibilitan el enlace y comunicación en zona urbana. Esto se debe a que las ondas emitidas tanto en UHF como en VHF no son eficaces para el enlace con obstáculos como paredes o edificaciones. Recalcar que pese a ser información fiable dada por la experiencia del Tte Padilla Rascón, esto ha sido contrastado durante las PEXT realizadas en el Tercio Duque de Alba II de la Legión, empleando ambos medios y cerciorando en primera persona que efectivamente el entorno urbano acaba con la eficacia del enlace de estas dos herramientas. Así pues, se erige como necesidad principal, mejorar el enlace y la calidad de comunicación en estos ambientes.

- Las unidades de infantería, y más concretamente las ligero protegidas precisan de un sistema de geolocalización (Anexo B) que facilite la función de mando y control ejercida en este caso por el jefe de sección para así poder conocer la posición de sus elementos de combate. La descentralización de la unidad es una de las características principales del combate en zonas urbanizadas y en mayor medida siendo una unidad ligero protegida la que desempeña dicho combate, pues combina elementos vehiculares con personal desembarcado. Existen diversas tecnologías que permiten en la actualidad esta capacidad de geolocalización por lo que únicamente sería necesario analizar aquella que se adapte de manera óptima a las necesidades del Ejército y posteriormente estudiar su implementación. En este aspecto reseñar, que es tal la necesidad en este aspecto que son muchas las unidades que, de manera independiente, están accediendo a esta tecnología mediante la implementación de medios de forma autónoma.

En cuanto a la valoración de la encuesta realizada al personal de la IV Bandera Cristo de Lepanto (Anexo C), tiene el objetivo de determinar la influencia de los factores que producen la

pérdida de mando y control de las unidades tipo pelotón, sección y compañía de infantería ligero protegida en zona urbanizada y concretar la necesidad de mejora de características propias de medios de transmisiones para disminuir la probabilidad de dicha pérdida de mando y control. La encuesta ha sido realizada por 3 jefes de compañía, 8 jefes de sección y 13 jefes de pelotón. Pese a no ser una cantidad cuantitativa como para poder ser considerada evidencia estadística, la formación y la especialización adquirida por parte de todo el personal encuestado en combate en ambiente urbanizado hace que esta información adquiera un notable valor cualitativo y permita considerar y analizar los resultados obtenidos.

La encuesta está diseñada para comenzar indicando en qué compañía de la IV Bandera Cristo de Lepanto está encuadrado aquel que la rellena, qué puesto táctico ocupa profesionalmente, si posee alguna formación específica en combate en zona urbana y si ha participado en alguna operación internacional en la que haya adquirido experiencia en dicho escenario urbano. Del total de 24 encuestados, todos ellos han adquirido formación en combate urbano, bien sea en sus respectivas academias de formación o en la propia unidad, destacando que 7 de ellos además han realizado cursos o jornadas ajenas al Ejército para mejorar su formación en combate urbano. Por otro lado, 5 de ellos han participado en misiones internacionales enmarcadas en un escenario urbanizado, dándose estos casos en el Líbano, Afganistán, Irak y Bosnia entre 2002 y 2018 todas ellas.

Una vez finalizado el primer bloque del cuestionario, cuyo fin es la identificación del encuestado para así poder enmarcar la información y valorar la calidad de la misma, se procede a realizar las correspondientes preguntas enfocadas al objetivo principal de la encuesta. Dentro del grueso de la encuesta podemos distinguir dos subsecciones o bloques: en primer lugar, es de interés conocer si se considera más fácil de perder el mando y control de una unidad tipo sección/compañía en zona urbanizada que en ambiente convencional. Este dato es relevante ya que, si así fuese, se requeriría por consiguiente unas herramientas específicas o una adaptación de las ya existentes para minimizar la probabilidad de esa situación que puede desembocar en el incumplimiento de la misión. La respuesta por parte del personal encuestado es tajante, el cien por cien de ellos han afirmado que, bajo su experiencia, es más fácil la pérdida de mando y control en zona urbanizada frente al combate convencional. Para precisar más en las necesidades que se requieren, se pregunta posteriormente qué entidad dentro de una unidad de infantería ligero protegida considera el encuestado que es más fácil perder su mando y control. En esta pregunta se ofrecen como respuesta desde pelotón hasta compañía, puesto que tras el informe del Cap. Nogueira y la entrevista al Tte.

Padilla Rascón se infería que son en estas entidades dónde mayores necesidades surgen. A través de la Tabla 4 y la Figura 4 se puede extraer la siguiente información:

- En el cómputo global, es la sección la unidad que posee más facilidad de pérdida de mando y control por parte del jefe, con un 66,63% de los votos totales
- Diferenciando según jefes de unidad, en los tres grupos encuestados es la sección la unidad con más facilidad de pérdida de mando y control, con un 61,54% de los votos totales de los jefes de pelotón, un 75% de los votos totales de los jefes de sección y un 66,67% de los votos totales de los jefes de compañía.
- La entidad pelotón obtiene una votación del 22,73% del total de encuestados, siendo significativo mencionarlo puesto que la pérdida de mando y control en esta unidad afecta directamente a la inmediatamente superior, la sección.
- La entidad compañía recibe la votación del 4,54% sobre el total, siendo únicamente votado por un jefe de compañía.

	Jefes de Pelotón	Jefes de Sección	Jefes de Compañía	Total
Pelotón	3	2	0	5
Sección	8	6	2	14
Compañía	1	0	1	2
Desconozco	1	0	0	1

Tabla 4: Unidades consideradas con mayor facilidad de pérdida de mando y control en combate urbanizado. Fuente: Elaboración propia

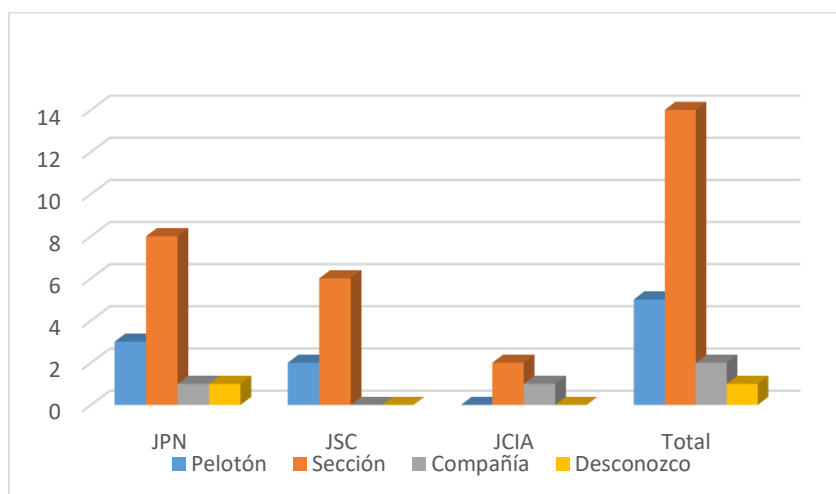


Figura 4: Gráfico de las unidades consideradas con mayor facilidad de pérdida de mando y control en combate urbanizado. Fuente: Elaboración propia.

El tercer y último bloque de la encuesta se divide en dos preguntas tipo matriz, teniéndole que dar el encuestado valor de 1 a 5 a diferentes opciones según considere oportuno. La primera pregunta tiene como objetivo determinar qué factores son más relevantes e influyen en mayor medida en la pérdida de mando y control de una unidad de infantería ligero protegida. La siguiente y última pregunta busca conocer qué características considera el encuestado que mejorarían o deberían ser implementadas en los sistemas de transmisiones de una sección/compañía de infantería ligero protegida para mejorar su mando y control en zonas urbanizadas.

	JEFES DE PELOTÓN													MEDIA JPN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Disgregacion excesiva	4	3	3	2	3	4	3	2	3	3	2	3	4	3,00
Fallo en TRX	3	3	4	3	5	3	2	4	4	3	3	1	3	3,15
Falta de capacidad en TRX	5	4	3	4	3	5	4	5	3	4	5	3	2	3,85
Error asociado al jefe	3	3	3	2	1	2	1	2	2	1	2	2	3	2,08
Falta de instrucción individual	2	1	2	3	2	1	1	3	2	2	4	3	1	2,08
Condiciones meteorológicas	1	1	2	2	1	1	2	2	3	1	2	1	2	1,62
Pérdida de enlace visual	2	3	1	3	4	4	1	3	2	2	1	4	2	2,46

Tabla 5: Resultados de jefes de pelotón sobre la pregunta de valoración de factores. Fuente: Elaboración propia

	JEFES DE SECCIÓN								MEDIA JSC	JEFES DE COMPAÑÍA			MEDIA JCIA	MEDIA TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3		
Disgregacion excesiva	5	2	2	3	1	3	3	2	2,63	3	2	3	2,67	2,83
Fallo en TRX	5	3	4	3	2	4	5	3	3,63	2	4	5	3,67	3,38
Falta de capacidad en TRX	4	3	5	4	1	5	3	4	3,63	2	5	3	3,33	3,71
Error asociado al jefe	2	2	1	1	3	2	1	1	1,63	2	2	4	2,67	2,00
Falta de instrucción individual	2	4	3	2	2	1	2	2	2,25	3	3	2	2,67	2,21
Condiciones meteorológicas	3	2	2	2	3	3	1	2	2,25	1	1	2	1,33	1,79
Pérdida de enlace visual	2	3	3	3	3	4	2	2	2,75	2	3	2	2,33	2,54

Tabla 6: Resultados de jefes de sección y jefes de compañía sobre la pregunta de valoración de factores. Fuente: Elaboración propia

En la primera de ellas se han ofrecido como opciones los siguientes factores: disgregación excesiva de las unidades, falta de capacidad en las transmisiones (medios no adaptados a este escenario), error asociado al jefe (órdenes contradictorias, etc.), fallo en las transmisiones, falta de instrucción individual, condiciones meteorológicas y pérdida de enlace visual. En la Tabla 5 y la Tabla 6 se ha dividido la información extraída agrupándola en tres grupos en función de la entidad de la unidad que manda el encuestado (Jefes de Pelotón en la Tabla 5, y Jefes de Sección y Compañía en la Tabla 6, incluyéndose en esta la media total de las respuestas). En ellas se puede apreciar la puntuación que ha asignado cada sujeto a cada factor, otorgándose a cada valor un color

identificativo para ser así más discernible visualmente. Del análisis de la información se pueden extraer los siguientes puntos:

- En los tres grupos (jefes de pelotón, jefes de sección y jefes de compañía) los factores adquieren mayor puntuación, y por consiguiente son considerados los más influyentes en la pérdida del mando y control son: “fallo en las transmisiones” y “falta de capacidad en las transmisiones”. Esto confirma las consideraciones hechas por el Tte Padilla Rascón en la entrevista referida anteriormente sobre que las unidades precisan de medios de transmisiones que minimicen los errores en ambiente urbano, adaptadas a este escenario y garantizando el enlace entre el jefe y sus subordinados, bien sean combatientes a pie o combatientes embarcados en vehículos ligero protegidos
- La disgregación excesiva ocupa el tercer puesto en cuanto a factores relevantes. Si bien es este factor una de las características principales del combate en zona urbanizada (3), habría que estudiar si ese exceso en la disgregación del personal viene dado por una instrucción ineficiente o bien por la propia idiosincrasia del combate urbano. No obstante, inequívocamente se debe estudiar la viabilidad de los medios de transmisiones asumiendo este concepto y no valorando únicamente la capacidad de enlace en espacios abiertos.
- La pérdida de enlace visual adquiere una importancia relevante, con una media aritmética total superior a 2,5 (2,54) sobre 5. Igualmente, este factor va intrínseco en el combate en población debido a la compartimentación del terreno. Para mediar este potencial problema se pueden tomar medidas técnico-tácticas, pero debe ser primordial la adaptación de los medios de comunicación para facilitar el enlace cuando existan obstáculos físicos entre emisor y receptor.
- El error asociado al jefe y la falta de instrucción individual son factores que han sido evaluados con una puntuación entre 2,00 y 2,50 puntos sobre 5. Esto les hace ser considerados factores a tener en cuenta, pero sin llegar a ser los factores principales en la consecución de la pérdida de mando y control. Únicamente se pueden minimizar estos errores a través de una mejor instrucción del personal y un adiestramiento de mayor calidad, saliéndose estas medidas del alcance que abarca esta memoria.

- Las condiciones meteorológicas son consideradas el factor con menor influencia de entre todos los disponibles, con una valoración de 1,7917 sobre 5 puntos. No por ello deja de tener relevancia e incluso puede llegar a ser determinante, por lo que debe ser tenido en cuenta a la hora de implementar cualquier tecnología con el fin de mejorar la calidad del mando y control.

	JEFES DE PELOTÓN													MEDIA JPN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Capacidad de envío de imágenes	3	5	3	1	5	3	2	3	3	1	4	3	4	3,08
Mejora del enlace JPN-JSC	1	3	4	3	5	3	2	4	4	3	3	1	3	3,00
Envío de coordenadas sobre plano	3	4	3	4	3	5	4	5	3	4	5	3	2	3,69
Capacidad de geolocalización	5	3	5	NS/NO	3	2	4	2	3	3	4	4	3	3,42
Integración con otros medios de TRX	1	2	3	1	1	1	2	3	2	1	3	2	1	1,77
Creación de centro de TRX nodal	1	2	1	1	1	1	NS/NO	3	1	1	NS/NO	1	2	1,36
Enlaca de emergencia con autoridad	3	2	3	1	3	1	4	3	3	1	2	4	2	2,46

Tabla 7: Resultados de jefes de pelotón a la pregunta de valoración de capacidades que dan solución a las necesidades. Fuente: Elaboración propia

	JEFES DE SECCIÓN								MEDIA JSC	JEFES DE COMPAÑÍA			MEDIA JCA	MEDIA TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3		
Capacidad de envío de imágenes	5	3	4	2	2	3	3	3	3,13	3	3	3	3,00	3,08
Mejora del enlace JPN-JSC	5	2	4	4	3	2	2	3	3,13	2	3	3	2,67	3,38
Envío de coordenadas sobre plano	4	4	4	3	3	2	5	2	3,38	4	3	3	3,33	3,39
Capacidad de geolocalización	5	4	3	3	5	3	3	4	3,75	5	4	4	4,33	3,65
Integración con otros medios de TRX	3	2	1	3	2	1	1	2	1,88	2	2	1	1,67	1,59
Creación de centro de TRX nodal	NS/NO	2	1	2	2	2	3	1	1,86	2	1	2	1,67	1,57
Enlaca de emergencia con autoridad	NS/NO	3	2	2	3	1	3	2	2,29	4	3	2	3,00	2,48

Tabla 8: Resultados de jefes de sección y jefes de compañía a la pregunta de valoración de capacidades que dan solución a las necesidades. Fuente: Elaboración propia

Una vez valorados los factores que producen la pérdida de mando y control de unidades ligero protegidas en combate en zonas urbanizadas, se procede a preguntar sobre la eficacia que supondría la implementación o la mejora de ciertas características en los medios de comunicación de transmisiones de las unidades. Se extraen los siguientes puntos tras el análisis de la información recogida en la Tabla 7 y la Tabla 8 (Jefes de Pelotón en la Tabla 7 y Jefes de Sección y Compañía en la tabla 8, incluyéndose en esta última la media aritmética total de todos los resultados).

- Tal y como se adelanta en la opinión recogida en la entrevista al Tte Padilla Rascón, la capacidad de geolocalización es la implementación más demandada por el conjunto de los encuestados, con un valor medio total de 3,65 sobre 5.
- La posibilidad de envío de imágenes y de coordenadas sobre plano digital son capacidades que se debería considerar firmemente su implementación, adquiriendo valores medios totales por encima de 3 sobre 5 (3,08 y 3,39 respectivamente)

- La necesidad de mejora de enlace entre jefe de pelotón y sección es una realidad palpable en los resultados de esta encuesta, adquiriendo esta opción un valor medio total de 3,38 sobre 5.
- La creación de un centro de transmisiones nodal y la integración con otros medios de transmisiones son las medidas menos solicitadas por el conjunto de los encuestados, quedando estas en un segundo plano y por lo que se deben focalizar los esfuerzos en la mejora de aquellas características que han recibido mayor puntuación.

Como conclusión, los medios de transmisiones que se disponen en la actualidad desde nivel pelotón hasta compañía no garantizan el correcto mando y control de las unidades ligero protegidas en zona urbanizada, dado que no garantizan las necesidades de enlace y comunicación entre los diferentes niveles implicados ni su geolocalización en un plano, siendo por tanto necesaria la implementación de una solución tecnológica que permita superar estas debilidades detectadas

3.2. Soluciones actualmente implementadas en otras Unidades que pudieran ser útiles para el mando y control de unidades de infantería ligero protegidas en zonas urbanizadas.

Entre todas las soluciones encontradas en otras Unidades del ET, adquieren un gran interés y son propuestas para estudiar su utilidad en la mejora del mando y control en el combate en zonas urbanizadas las utilizadas por el CENAD San Gregorio y las empleadas por el Mando de Operaciones Especiales (MOE). Se han seleccionado estas dos debido a la particularidad de ambas Unidades, siendo el CENAD San Gregorio una Unidad especializada en el control y gestión de múltiples y diferentes tipologías de unidades en una superficie exigente como lo es el Centro de Adiestramiento de San Gregorio (incluyendo las zonas específicas de entrenamiento en combate urbano), y el MOE un referente de toda la fuerza del ET estar capacitado en todo momento para desplegar en cualquier tipo de escenario. Estas soluciones se basan en el empleo de dos medios o sistemas tecnológicos de comunicaciones diferentes, siendo estos dos la “Radio DMR”, utilizado por el CENAD San Gregorio y “ATAK”, empleado por el MOE. La información referente a estos sistemas plasmada en la memoria y carente de referencia bibliográfica, ha sido proporcionada a través de contactos con personal de ambas Unidades.

3.2.1 Radio DMR

La Radio DMR está basada en el estándar europeo DMR (*Digital Mobile Radio*) desarrollado por el *European Telecommunication Standards Institute* o ETSI como protocolo de radio digital de

banda estrecha con el fin de conseguir una mejora de la eficiencia espectral sobre la radio analógica tradicional PMR (Personal Mobile Radio) y facilitando las comunicaciones bidireccionales a través de radio digital. (20)

La Radio DMR es empleada en el CENAD San Gregorio para cumplir dos misiones principalmente:

- Permitir conversaciones radiofónicas de alta calidad y muy fiables en todo el Área del Campo de Maniobra y Tiro del CENAD.
- Tener identificado y geolocalizado en el plano en todo momento a cualquier corresponsal que porte una radio DMR, ya sea portátil o vehicular. Para ello se proporciona una o varias terminales a cada unidad que despliega en el CENAD.

Las características técnicas que definen las comunicaciones del estándar DMR son las siguientes:

- Modo de acceso: TDMA³
- Modulación: 4 FSK
- Tasa de transmisión: 9,6 Kbit/s
- Ancho de banda canal: 12.5 kHz
- Operable de 30 MHz a 1 GHz (Europa: 66-960 MHz)

Por otro lado, las Radios DMR pueden trabajar en 3 niveles diferentes, según sea la infraestructura de comunicaciones, el alcance de enlace que se pretenda y el objetivo de la comunicación.

- Nivel 1:
 - Todos los terminales radio están en un nivel único y no necesitan ningún repetidor para enlazar entre ellos.
 - Las radios portátiles no necesitan licencia de funcionamiento.
 - La conexión entre terminales radio únicamente permite el enlace radio.
- Nivel 2:
 - Los terminales radio enlazan a través de un repetidor.
 - El repetidor lleva unos terminales radio asociados.
 - Las radios portátiles/vehiculares necesitan licencia de funcionamiento y para saber la posición geográfica de cada terminal deberán llevar incorporado un

³ Time División Multiple Access: Técnica que a través de la ocupación de un canal de transmisión de gran capacidad a partir de distintas fuentes permite la transmisión, logrando un gran aprovechamiento del medio. (22)

- módulo GNSS, además de necesitarse un puesto de administración central compuesto por una terminal radio más un ordenador gestor de la red.
- Los repetidores sólo necesitan licencia a partir de 14 en la misma topología.
- Nivel 3:
 - Existe una red jerárquica de repetidores.
 - Cada repetidor lleva unos terminales asociados
 - Las radios portátiles necesitan licencia de funcionamiento
 - Las radios portátiles necesitan licencia de funcionamiento y para saber la posición geográfica de cada terminal deberán llevar incorporado un módulo GNSS, además de necesitarse un puesto de administración central compuesto por una terminal radio más un ordenador gestor de la red.
 - Los repetidores necesitan licencia.



Figura 5: Ejemplo de Radio DMR. Fuente: (24)

Cada corresponsal radio posee varios canales, permitiendo hacer llamadas generales (toda la malla recibe el mensaje), grupales (solo un conjunto determinado recibe el mensaje) o selectiva (solo un corresponsal es el que recibe).

En el CENAD San Gregorio actualmente hay implementada una red de Nivel 2 con enlace radio y control de posición, lo que permite tener en todo momento localizadas a todas las Unidades que se encuentran desplegadas en el campo de maniobras, ya sea para saber su posición, el itinerario realizado, autorizar o denegar la solicitud de inicio de ejercicios de fuego real, control de equipo contra incendios, control de equipos de vigilancia o cualquier otro tipo de información relevante.

3.2.2 ATAK

ATAK es una aplicación para sistemas Android desarrollado por el Laboratorio de Investigación de la Fuerza Aérea estadounidense y que permite entre otras muchas funciones, la geolocalización y el enlace entre terminales pudiéndose compartir en tiempo real información de muy distinta tipología.

Fue creado en 2010 para ser empleado por cuerpos de Operaciones Especiales de Estados Unidos. Tras haber sido utilizado en numerosas campañas militares y por medios policiales

estadounidense, en la actualidad se ofertan diferentes versiones en función del ámbito de aplicación.

En los equipos operativos del MOE que utilizan este sistema, todos los combatientes portan un dispositivo Android con ATAK implementado, siendo esto fundamental para el correcto uso de algunas de las funciones que a continuación se mencionarán.

Entre sus diversas funcionalidades destacan las siguientes:

- *“Blue Force Tracking”*: permite conocer en todo momento la posición en tiempo real de los demás miembros del equipo, así como el sector visual del que dispone cada uno de ellos.
- *“Red Force Tracking”*: permite marcar sobre el plano digital, dónde se encuentra el enemigo, teniendo acceso a esta información el resto del equipo en tiempo real.
- Envío de coordenadas digitales: permite marcar sobre el terreno cualquier tipo de referencia, pudiéndose enviar a cualquier miembro del equipo en tiempo real: Punto de reunión, posible presencia enemiga, punto de evacuación de heridos, etc.
- *Tracking*: permite determinar rutas sobre el terreno a la par que conocer el itinerario seguido.
- Envío de imágenes: permite tanto enviar imágenes como acceder a la cámara de los demás miembros del equipo en tiempo real.
- Geofencing: ATAK puede mandar alertas a los dispositivos que sobrepasen una línea de coordinación, accedan o salgan de un área definida.

Pese a tener multitud de capacidades, el sistema se caracteriza por su gran sencillez de empleo y su manejo intuitivo, pudiéndose emplear desde un dispositivo móvil en cualquier momento del combate, con la posibilidad de colocar este en el pecho de un chaleco táctico quedando paralelo al suelo y pudiendo ser empleado así con las manos libres.



Figura 6: Ejemplo de utilización de ATAK. Fuente: (25)

3.3. Análisis de las ventajas y limitaciones de las soluciones encontradas para su uso en el mando y control en zonas urbanizadas.

Tras la comparación de las soluciones actualmente implementadas por el MOE y el CENAD de San Gregorio con las necesidades en el mando y control de unidades ligero protegidas en zonas urbanizadas, se extraen las siguientes ventajas y limitaciones en el uso de la Radio DMR y la aplicación ATAK:

Ventajas Radio DMR:

- Permite realizar dos llamadas independientes a través del mismo canal gracias al TDMA de doble ranura, lo que evita la saturación de la malla en momentos clave del combate.
- Las señales de 12,5 Hz son muy resistentes a las interferencias en ambientes ruidosos, lo que facilita la transmisión de información. La tecnología digital de DMR proporciona un aislamiento superior del ruido y conserva la calidad de voz en un alcance mucho mayor que la tecnología analógica, especialmente en los límites más extremos del alcance de la transmisión.
- Geolocalización: desde un puesto de administración central se puede conocer la ubicación de aquellos combatientes que porten el módulo GNSS, pudiendo enlazar con ellos.
- Autonomía: la Radio DMR aumenta en hasta 5 horas la autonomía con respecto a dispositivos similares analógicos, teniendo además la posibilidad de implementar tecnologías de reposo y de regulación de potencia para aumentar más aun la duración de la batería.

Limitaciones Radio DMR:

- El precio de los repetidores (entorno a 2500€) y del estudio de la infraestructura necesaria para el enlace.
- Únicamente tiene acceso a la ubicación de los terminales con módulo GNSS el puesto de administración central, lo que dificulta el mando y control del jefe de la unidad que se encuentra desplegado junto a los combatientes.
- La vulnerabilidad de seguridad que supone a nivel táctico depender de repetidores físicos y estáticos en el terreno, siendo esto un recurso crítico para el enlace.
- La problemática que supone la señal GNSS dentro de edificaciones, pudiendo no haber señal o incluso producirse lecturas incorrectas por multi-trayecto de la onda.

Ventajas ATAK:

- Se trata de un sistema que ha sido empleado por militares profesionales estadounidenses y se ha actualizado en repetidas ocasiones desde su creación mejorando sus capacidades y adaptabilidad a la realidad del combate.
- Todos los usuarios pueden tener acceso a toda la información, siendo el gestor de ella el jefe de la unidad o quien él designe.
- Permite conocer el terreno en todo momento, pudiendo introducir mapas topográficos actualizados y conocer la situación de una manera efectiva y rápida.
- Permite al jefe conocer la ubicación exacta de todos sus elementos, así como los sectores que controlan y los puntos sobre el terreno más relevantes marcados por cualquiera de ellos, lo que facilita la coordinación de la unidad y el mando y control de la misma.

Limitaciones ATAK:

- Las comunicaciones entre dispositivos se realizan a través de internet, lo que supone un condicionante para el empleo del mismo, no pudiéndose usar las funcionalidades de empleo allá donde no haya cobertura móvil.
- La problemática que supone la señal GNSS dentro de edificaciones, pudiendo no haber señal o incluso producirse lecturas incorrectas por multi-trayecto de la onda.

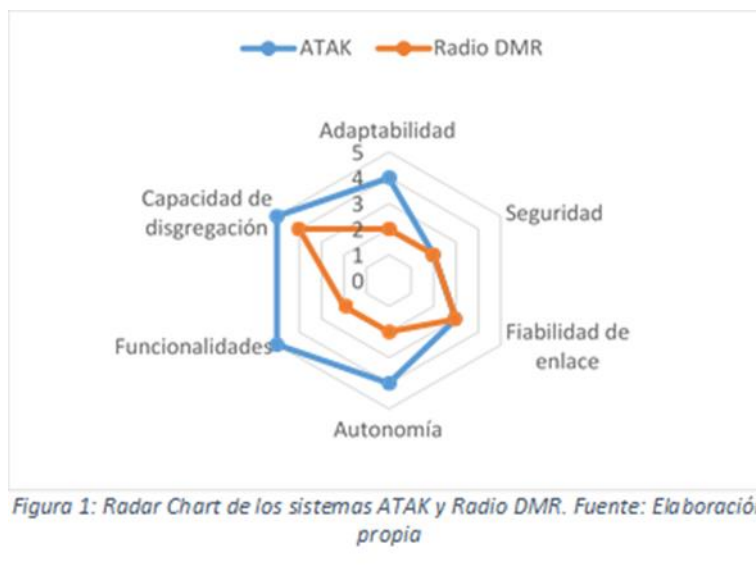
Para comparar ambos sistemas de comunicación se ha empleado la herramienta gráfica Radar Chart (Figura 7): los factores valorados (consideradas las necesidades extraídas en el apartado 3.1) y la puntuación dada son los siguientes:

- **Adaptabilidad:** se valora en qué medida se adapta el sistema al combate en zona urbanizada. La Radio DMR recibe una puntuación de 2 debido a la necesidad de emplear un repetidor de señal para acceder a la capacidad de geolocalización y la necesidad de existencia de un puesto de administración central. ATAK recibe una puntuación de 3 sobre 5 debido a la su carácter sencillo e intuitivo en cuanto al empleo y la accesibilidad a todas sus funciones por parte de todos los combatientes.
- **Seguridad:** se valora la probabilidad de no ser interceptada o interrumpida la señal por el enemigo en combate en zona urbanizada. La Radio DMR recibe una puntuación de 2 ya que en los niveles 2 y 3, los repetidores se convierten en un objetivo crítico y vulnerabilizan el sistema. ATAK recibe una puntuación de 2 debido a que no es un sistema cifrado pese a poder trabajar dentro de una red virtual privada

- **Fiabilidad de enlace:** se valora la probabilidad de no perder el enlace debido a factores habituales en zonas urbanizadas La Radio DMR recibe una puntuación de 3 puntos ya que la señal GNSS puede dar fallos en espacios cerrados, sin embargo, la señal radio sufre mayores interferencias debido a la existencia de obstáculos físicos como paredes o edificaciones. ATAK es puntuado con un 3 puesto que dispone de señal GNSS con la misma problemática que la Radio DMR y la señal de internet, pese a ser más fiable en zonas urbanas, puede dar problemas en zonas de conflictos menos desarrollados.
- **Autonomía:** se valora el tiempo máximo que puede funcionar el sistema sin ser recargado. La Radio DMR recibe una puntuación de 3, ya que pese a haber aumentado la autonomía del modo DMR con respecto a tecnologías similares anteriores, los manuales de fabricación les asignan a los dispositivos DMR una duración de hasta 13h a pleno rendimiento. ATAK recibe una puntuación de 4 ya que puede ser implementado en móviles o tabletas ruggedizadas⁴ de hasta 10000 miliamperios, estando estos diseñados para funcionar durante una semana con una misma carga a pleno rendimiento y hasta un mes con un uso intermitente.
- **Funcionalidades:** se valora el número de posibilidades que ofrecen los sistemas en las comunicaciones en zona urbanizada para mejorar el mando y control de las unidades ligero protegidas. La Radio DMR recibe una puntuación de 2 puesto que ofrece comunicación por fonía junto al posicionamiento de los terminales únicamente accesible para el puesto de administración y gestión. ATAK recibe una puntuación de 5 ya que reúne el envío de un conjunto muy amplio de diferentes tipos de información en tiempo real (imágenes, coordenadas, sectores, orientaciones, videos, chat, etc.) junto a la información correspondiente a cualquier dispositivo GNSS con todo tipo de cartografía.

⁴ Ruggedizado es la españolización del término anglosajón “*ruggedize*”, que hace referencia a los objetos hechos para que tengan una alta durabilidad (23).

- **Capacidad de disgregación:** se valora la posibilidad de implementar el sistema a bajo nivel, siendo portadores de los terminales los jefes de pelotón o escuadra. La Radio DMR recibe una puntuación de 3, ya que, pese a la posible integración en todos los combatientes, esto únicamente permitiría el enlace vía radio entre ellos (Nivel 1) y se complicaría la posibilidad de explotación de la capacidad GNSS, siendo único conocedor de las posiciones de los combatientes el puesto de administración y gestión. ATAK recibe una puntuación de 5, ya que su simple manejo y su posible integración en el equipo de combate lo hacen accesible a todos los combatientes, siendo su punto más débil la seguridad, compartido en el mismo grado con la Radio DMR.



Como conclusión, se puede observar en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** que es ATAK la opción que más se adapta a las necesidades actuales de mando y control en unidades ligero protegidas en combate en zona urbanizada de entre los dos sistemas de comunicación propuestos, dando una solución eficaz y táctica a las carencias que presentan los medios actualmente disponibles, siendo su punto más débil, la seguridad, compartido en el mismo grado por la Radio DMR.

3.4. Identificación de los pasos necesarios para la implementación de la solución seleccionada en las unidades ligero protegidas

El primer paso a dar para la implementación de ATAK en las unidades ligero protegidas consistiría en la adquisición y el empleo del medio por parte del Tercio Duque de Alba II de la Legión,

IV Bandera Cristo de Lepanto, unidad que serviría de referencia y guía para la posterior implementación a nivel nacional. Además, se debería contar con el apoyo del MOE para los primeros cursos formativos, jornadas de aprendizaje e incluso la creación de un manual de empleo, pues son actualmente la unidad que de forma independiente es conocedora de las capacidades prácticas y uso del sistema.

Para la implementación de ATAK a cualquier unidad, debería dotarse a aquellos que lo empleen de teléfonos móviles ruggedizados, con un precio aproximado en el mercado actual de 100€ por unidad, además de una funda o acople operativo que permita ser portado a la vez que empleado desde el chaleco táctico, lo cual supondría un coste adicional de 10€. Estos precios aproximados han sido proporcionados por parte del MOE, por lo que podrían verse reducidos en caso de realizarse un pedido cuantitativamente superior.

Por otra parte, el MOE instala para su empleo la versión pública de ATAK, siendo esta gratuita y teniendo limitada ciertas funciones. La implementación por parte del ET conllevaría la adquisición de la versión militar, cuya distribución se realiza a través de empresas gubernamentalmente aprobadas por Estados Unidos. La viabilidad de esta adquisición debería ser objeto de estudio en caso de llegar a este punto.

4. Conclusiones

La realización de este trabajo permite extraer las siguientes conclusiones en relación al objetivo principal y los objetivos parciales planteados a su inicio:

- Pese a ser la Unidad ligero protegida la idónea para el combate en zona urbanizada, se dan en la actualidad necesidades relevantes en las comunicaciones que dificultan la función de mando y control. Por ello se requieren nuevos sistemas tecnológicos que se adapten a este combate, siendo esta circunstancia relevante teniendo en cuenta que el escenario urbano es uno de los probables en el futuro 2035.
- El uso de la geolocalización en entidades tipo pelotón hasta compañía, las capacidades relativas al envío de datos tipo imágenes o coordenadas sobre plano digital, así como la adaptación del sistema tecnológico a la disgregación de las unidades que supone el combate en zona urbanizada, son las principales necesidades que se requieren actualmente en los sistemas de comunicación vigentes.

- Debido al continuo perfeccionamiento característico de las unidades del ET, existen sistemas de comunicaciones implementados de forma independiente por ciertas Unidades que pueden ser útiles para dar solución a las necesidades existentes en el mando y control de unidades ligero protegidas en zona urbanizada. Son interesantes para el análisis de ventajas y limitaciones la Radio DMR y la aplicación ATAK.
- La mejor adaptabilidad, su mayor autonomía, las numerosas funcionalidades en la comunicación y su mejor adaptación a la capacidad de disgregación de las unidades de la aplicación ATAK erigen a este sistema como más adecuado que la radio DMR para el correcto mando y control de las unidades ligero protegidas en zona urbanizada.
- Tanto la señal radio como el sistema GNSS (empleado por la mayoría de sistemas de geolocalización) presentan poca eficacia de enlace en entornos urbanos, conformándose esta como la principal limitación de los sistemas analizados. Hay muy poca variedad de sistemas que funcionen correctamente en edificaciones de manera segura, siendo conscientes de que la continua evolución de la tecnología acabará proporcionando una solución a este problema.
- Para la implementación de la aplicación ATAK en las Unidades ligero protegidas del ET se debería contar con el asesoramiento de empleo del Mando de Operaciones Especiales, siendo indispensable la adquisición de teléfonos móviles capacitados para la carga de la aplicación y de acoples que permitan la sujeción del mismo al equipo del combatiente, recomendándose como paso previo a la implementación final, la distribución del sistema al Tercio Duque de Alba II de la Legión, IV Bandera Cristo de Lepanto, Unidad que serviría de guía y referencia para la posterior implementación en el resto de Unidades ligero protegidas.

5. Bibliografía

1. **MADOC.** *El Nivel Operacional.* s.l. : Ejército de Tierra, 2004.
2. **Montesinos, Federico Aznar Fernández-.** *Repensando la Guerra Asimétrica.* s.l. : Instituto Español de Estudios Estratégicos, 2018.
3. **JEME.** ejercito.defensa.gob.es 15 de febrero de 2015.
https://ejercito.defensa.gob.es/personal/jeme/mensajes_discursos/vision_fuerza_2035.html.
4. **MADOC.** *Entorno Operativo Terrestre Futuro.* s.l. : Ejército de Tierra, 2018.
5. **Benítez, Antonio Ruiz.** *Análisis del entorno operativo terrestre futuro 2015. Global Strategy. 19 de Mayo de 2020.*
6. **MADOC.** *PD1-001. Empleo de las fuerzas Terrestres.* s.l. : Ejército de Tierra, 2018.
7. **Martínez, Casimiro Sanjuán.** *Las unidades de operaciones especiales de las FAS. Un largo camino recorrido. Instituto Español de Estudios Estratégicos.* 21 de Diciembre de 2011.
8. *Revista Ejército Nº800. 2007, Extraordinario Noviembre, págs. 8-23.*
9. **InfoDefensa.com.** 16 de octubre de 2020. campo-gregorio.html.
10. **Hernandez Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, Pilar.** *Metodología de la investigación.* México D.F. : MC GRAW-HILL, 1997.
11. **Roldan, Pedro López y Fachelli, Sandra.** *Metodología de la Investigación Social Cuantitativa.* s.l. : Universidad Autónoma de Barcelona, 2015.
12. **Ribecca, Severino.** *The Data Visualisation Catalogue.* 2019.
<https://datavizcatalogue.com/index.html>.
13. **MADOC.** *Funciones de combate. Mando. Vol. 1.* 2013.
14. **Ministerio de Defensa.** *Plan de Modernización de los Sistemas de Mando, Control y Comunicaciones del ET.* 2015.
15. **MADOC.** *MI-500 Radioteléfono PR4G V3.* 2016.
16. **Leal, Carlos Noé Touriño.** *Integración de sistemas de mando y control entre el elemento mecanizado/acorazado. Trabajo Fin De Grado, Centro Universitario de la Defensa.* 2017.

-
- 17. MADOC.** *MI-502 Radioteléfono SPEARNET.* 2017.
- 18. MADOC.** *MI4-901 Radioteléfono Ligero PNR500.* 2010.
- 19. De Torres, Omar Enrique.** *Sistemas de geolocalización para el mando y control en el combate en el subsuelo en el horizonte 2035. Trabajo Fin de Grado, Centro Universitario de la Defensa.* 2019.
- 20. Asamblea y Congreso FEDI-EA.** *Iniciación al DMR.* 2017.
- 21. Amador, Manuel Galán.** *Metodología de la Investigación.* 2009.
- 22. Calvo Ramón, Miguel y Martínez Rodríguez-Osorio, Ramón.** *Redes de comunicación por satélite: Acceso Múltiple. Comunicaciones por Satélite.* 2009.
- 23. Gutierrez, Alfonso Fernández.** Blogthinkbig.com. 10 de abril de 2013.
<https://blogthinkbig.com/telefonos-rugerizados>
- 24. Retevis.com.** <https://www.retevis.com/Digital-Radios/>.
- 25. U. S. Department of Homeland Security.** 17 de Noviembre de 2017.
<https://www.dhs.gov/science-and-technology/news/2017/11/17/snapshot-atak-increases-situational-awareness-communication>.

6. ANEXOS

- **Anexo A:** Entrevista al Tte Salvador Padilla Rascón
- **Anexo B:** Qué es la geolocalización
- **Anexo C:** Encuesta realizada a Jefes de Pelotón, Sección y Compañía de la IV Bandera Cristo de Lepanto de la Legión

ANEXO A: Entrevista al Tte Salvador Padilla Rascón.

Entrevista al Tte de infantería D. Salvador Padilla Rascón, jefe de la sección desplegada en NATO MISSION IRAK I, perteneciente al Tercio Duque de Alba II de la Legión, IV Bandera Cristo de Lepanto, 2ª Compañía. Realizada el 5 de octubre de 2020.

- ¿Cuál es el cometido que va a llevar a cabo su unidad en Irak?

Llevaremos a cabo la escolta y protección de autoridades civiles y militares en ambiente urbanizado hostil, concretamente en la zona centro de Bagdad. Además de la defensa inmediata del Cuartel General de la OTAN en Bagdad.

- ¿Cuál ha sido la preparación en zona urbanizada que ha realizado su sección para poder desempeñar esta misión?

Considero que la preparación en zona urbanizada que hemos realizado ha sido muy completa, ya que pocas misiones llevadas a cabo actualmente por unidades españolas del ET son tan exigentes en este ambiente. Hemos recibido formación en conducción evasiva, escolta y protección de autoridades y acciones tácticas ofensivas y defensivas en zona urbanizada, entre otras. Para mayor calidad de esta formación, hemos sido instruidos por unidades especializadas en estas situaciones a través de colaboraciones con el BON de Policía Militar I de Valencia, un equipo de Operaciones Especiales del MOE y la escolta personal del COMGECEU.

- ¿Cuál es su opinión sobre los medios de transmisiones que dispone el ET para el combate en zonas urbanizadas?

Tras la preparación que hemos llevado a cabo soy consciente de que el material en dotación de un BON de infantería no permite el enlace entre pequeñas unidades en zona urbanizada. Esto se debe a que el rango de frecuencias en el que trabaja tanto la PNR500 como la PR4G (VHF) o la SPEARNET (UHF) no es eficaz entre edificaciones y obstáculos propios del entorno urbano. Algunos modelos portátiles de HARRIS, sin embargo, al trabajar en modo satelital (SATCOM y DAMA) podría ser una posible solución, pero actualmente no está distribuida en los BONs de infantería.

- ¿A qué cree que se debe entonces esta carencia de medios?

A que las necesidades y objetivos de instrucción difieren con las cualidades de los medios asignados.

- ¿Cree que hay alguna herramienta que sería beneficioso implementar más allá de mejorar el enlace entre usuarios como ha comentado anteriormente?

Sí, debido a la descentralización de mis unidades subordinadas ligero protegidas y ante la dificultad que supone el mando y control de las mismas en ambiente urbanizado, sería muy eficaz la implementación de un sistema de geolocalización en *streaming* para facilitar y coordinar la maniobra. Si bien el Ejército dota del sistema THALOS y BMS, ambos solo pueden ser usados a través de la PR4G, que como hemos comentado tiene limitaciones en su gama de frecuencias

- ¿Va a emplear su sección en Irak alguna tecnología para suplir esta necesidad?

Sí, usaré un sistema de GEO tracking civil y cifrado satelital. Además de un sistema de navegación que me permite obtener la posición de mis elementos de combate y enlazar con ellos a través de dispositivos móviles previamente configurados y enlazados mediante una VPN privada e interna.

- ¿Cree que sería posible utilizar sus lecciones aprendidas en la misión y su experiencia operativa adquirida para adquirir su sistema de geolocalización o uno similar e integrarlo en todas las unidades ligero protegidas de infantería del ET?

Sí, supondría una inversión para el ET en favor de la calidad y la eficacia de la instrucción y el adiestramiento de nuestras unidades.

ANEXO B: Qué es la geolocalización

La geolocalización es un “proceso que se encarga de determinar la posición de algo en particular en la tierra; en otras palabras, la geolocalización alude al posicionamiento referente a la localización de un objeto ya sea animado o inanimado, que se presenta por medio de un vector o punto, en un sistema de coordenadas y datum determinado. Este proceso se realiza generalmente en los Sistemas de Información Geográfica. Entonces podemos decir que la geolocalización se encarga específicamente en obtener la localización de una persona, empresa, evento, ciudad, pueblo etc. en un punto geográfico exacto que es determinado por medio de ciertas coordenadas, usualmente provenientes de satélites, pero que cabe destacar que también pueden provenir de otros dispositivos como los móviles”

Para la geolocalización o el posicionamiento de cualquier elemento, la mayoría de técnicas y métodos se basan en la utilización de sistemas GNSS (Global Navigation Satellite System, Sistema Global de Navegación por Satélite) que pueden definirse como “un conjunto o constelación de satélites caracterizados por transmitir señales en una frecuencia determinada que es recibida por un receptor y que se utiliza para la localización y posicionamiento de un elemento en la superficie terrestre. Esa localización y seguimiento se hace sobre una pantalla alimentada por un equipo informático o receptor que tiene instalado un Sistema de Información Geográfica u otros programas similares que permite utilizar un determinado sistema de referencia (también denominados sistemas de coordenadas).

Fuentes:

- D. Omar Enrique De Torres (2019). Trabajo Final de Grado “Sistemas de geolocalización para el mando y control en el combate en subsuelo en el horizonte 2035”. Centro Universitario de la Defensa de la Academia General Militar
- García. Martín, A. y Lamelas Gracia, T. (2019): Los Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS) como fuente de información en los Sistemas de Información Geográfica. Material docente de la asignatura Información Geográfica y Teledetección del Grado en Ingeniería de Organización Industrial. Centro Universitario de la Defensa de la Academia General Militar.

Anexo C: Encuesta realizada a Jefes de Pelotón, Sección y Compañía de la IV Bandera Cristo de Lepanto de la Legión

El CAC Ignacio Boloix Díaz se encuentra realizando su TFG "Estudio de mejora en las comunicaciones de los sistemas de mando y control de unidades de infantería ligero protegidas en zonas urbanizadas". Para el estudio de las necesidades de dicho trabajo, considera necesario realizar esta encuesta a los jefes de pelotón, sección y compañía del Tercio Duque de Alba II de la Legión, unidad donde se encuentra realizando sus prácticas externas de quinto curso.

La realización de la encuesta será voluntaria y la información proporcionada será tratada en todo momento de forma anónima.

Gracias por su colaboración.

***Obligatorio**

1. ¿En qué compañía está usted encuadrado? *

Marca solo un óvalo.

- Primera Compañía: "La Muerte"
- Segunda Compañía: "La Referencia"
- Tercera Compañía: "La Laureada"
- Cuarta Compañía: Servicios
- Quinta Compañía: MAPO
- Otro

2. Usted es: *

Marca solo un óvalo.

- Jefe de pelotón
- Jefe de sección
- Jefe de compañía

3. Ha realizado algún curso/formación específica de combate en zonas urbanizadas? *

Marca solo un óvalo.

Sí

No

4. Si ha contestado "Sí" en la pregunta anterior, diga si es posible cuál es

5. ¿Ha participado en alguna operación internacional en la que haya adquirido experiencia en zona urbanizada? * *Marca solo un óvalo.*

Sí

No

6. Si ha contestado "Sí" en la pregunta anterior, indique si es posible el país, el año y la duración de la misma

7. ¿Cree que el mando y control de una sección/compañía de infantería ligero protegida es más fácil de perder en zona urbanizada que en combate convencional?

*

Marca solo un óvalo.

Sí

No

Desconozco

8. ¿De qué unidad de infantería ligero protegida cree que es más fácil perder el mando y control en zona urbanizada? * *Marca solo un óvalo.*

- Pelotón
- Sección
- Compañía
- Desconozco

9. Dé un valor del 1 (muy poco influyente) al 5 (muy influyente) a los siguientes factores según el grado de relevancia que crea que tengan en la pérdida del mando y control de una sección/compañía de infantería ligero protegida en zona urbanizada. *

Marca solo un óvalo por fila.

						Desconozco
Disgregación excesiva de unidades	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fallo de transmisiones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Falta de capacidad de transmisiones (medios no adaptados a este escenario)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Error asociado al jefe orden contradictorias, etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Falta de instrucción individual	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Condiciones meteorológicas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pérdida de enlace vis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Dé un valor del 1 (muy poco eficaz) al 5 (muy eficaz) según qué características mejoraría o implementaría en los sistemas de transmisiones de una sección/compañía de infantería ligero protegida para MEJORAR su mando y control en zonas urbanizadas *

Marca solo un óvalo por fila.

Desconozco

Capacidad de envío de datos tipo imagen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Enlace Jefe de pelotón - Jefe de Secci	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Capacidad de envío de coordenadas sobre plano digital	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Capacidad de geolocalización en tiempo real	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Integración con otros medios transmisiones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Existencia de un centro transmisiones nodal	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Enlace emergencia con autoridad de la malla	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

