



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Grado

# ESTUDIO DE LA VIABILIDAD PARA LA INTEGRACIÓN DEL JTAC EN LOS SISTEMAS DE MANDO Y CONTROL FUNCIONALES DE APOYOS DE FUEGO

Autor

CAC Rubén Hoyos Perales

Directores

Director académico: Dr. D. Óscar de la Iglesia Pedraza

Director militar: Capitán D. Javier Díez Mínguez

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

**2022**



## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, me gustaría agradecer a todo el componente del GACA I/30 toda su ayuda y colaboración desde un primer momento con mi llegada al cuartel en el periodo de prácticas. A mi tutor militar el capitán D. Javier Díez Mínguez y el teniente D. Saúl Moreno Cabrera por su implicación desde el primer día de prácticas y ofreciéndome la experiencia necesaria para afrontar el trabajo. Así como al resto de cuadros de mando que me aportaron su granito de arena.

En particular, agradecer tanto al teniente D. José Heras Luna y al brigada D. Daniel Alzate Peña por toda la dedicación, consejo, disponibilidad e información facilitada durante este tiempo de desarrollo del trabajo que han sido fundamentales para llevarlo a cabo. También agradecer a mi tutor civil D. Óscar de la Iglesia Pedraza por su disponibilidad diaria desde el primer día proporcionándome respuestas a todo tipo de dudas acerca del trabajo y facilitándome la redacción del mismo.

En lo personal, agradecer a mi familia en especial a mi padre Pedro, mi madre Josefa, mis hermanos Pedro José, Guillermo e Ismael, así como a mis cuñadas y a mi novia Ángela por su confianza depositada en mi desde un primer momento pese a los diversos obstáculos que he ido encontrando en mi carrera. Sin olvidarme de mis amigos que pese a la distancia me han hecho sentir como en casa, no faltándome en ningún momento. Gracias por ser mi pilar fundamental para conseguir todos mis objetivos durante estos años.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	iv
ABSTRACT .....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ACRÓNIMOS.....	viii
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Motivación.....	2
1.3. Objetivos y alcance .....	2
1.3.1. Objetivos .....	2
1.3.2. Alcance .....	2
1.4. Metodología .....	3
1.5. Ámbito de aplicación .....	3
<b>2. APOYOS DE FUEGO AEREOS .....</b>	<b>4</b>
2.1. Coordinación de los apoyos de fuego terrestres.....	4
2.1.1. TALOS .....	5
2.2. Coordinación de los apoyos de fuego aéreos.....	7
2.2.1. Designación del objetivo.....	7
2.2.1. Seguimiento de tropas.....	8
2.2.2. Petición de apoyo aéreo cercano .....	8
2.3. Equipo usado por el JTAC.....	10
2.3.1. Medios de transmisiones.....	10
2.3.2. Plataforma de uso del JTAC.....	10
2.4. Tecnologías para las comunicaciones por vía digital.....	13
2.4.1. Mensajería VMF .....	13
2.4.2. Apoyo aéreo cercano asistido digitalmente .....	15
2.4.3. Sistemas de telecomunicaciones .....	16
<b>3. ESTUDIO DE VIABILIDAD OPERATIVA .....</b>	<b>17</b>
3.1. Materiales y programas necesarios para la integración .....	17
3.2. Mejoras en las funciones del JTAC con la integración.....	20
3.2.1. Solicitud de CAS preplaneado.....	20
3.2.2. Solicitud de CAS inmediato .....	21
3.2.3. Envío de DACAS.....	21
3.2.4. Seguimiento de tropas.....	22
3.2.5. Gestión de fuegos .....	23
<b>4. ANÁLISIS DE RIESGOS .....</b>	<b>25</b>

<b>5. ANÁLISIS DE COSTES .....</b>	<b>30</b>
<b>6. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS .....</b>	<b>32</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>34</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>36</b>

## RESUMEN

En las operaciones terrestres se realizan apoyos de fuego por parte de la Artillería de Campaña. Estos apoyos de fuego se coordinan a través del sistema de mando y control TALOS. Por otra parte, los apoyos de fuego han avanzado de modo que también se llevan a cabo mediante aeronaves, lo que se conoce como apoyos de fuego aéreos. Dichos apoyos son dirigidos por el JTAC (de *joint terminal attack controller*), el cual solicita el apoyo de fuego al jefe del grupo táctico (unidad de maniobra de entidad batallón) y envía un mensaje a la aeronave con los datos necesarios para realizarlo, lo que se conoce como CAS (de *close air support*).

En la actualidad, la aplicación TAK que utiliza el JTAC no está integrada con TALOS, por lo que el JTAC recibe los datos por voz y debe introducirlos a mano en su aplicación. Asimismo, también envía el CAS a la aeronave por voz, lo que puede dar lugar a problemas si se dan barreras lingüísticas, por ejemplo. Todo esto conlleva pérdidas de tiempo que hacen que no se disponga de la información en tiempo real, como consecuencia, la situación puede cambiar desde que se solicita el CAS hasta que se realiza. Debido a esto es necesario explorar vías para realizar la transmisión de datos entre el TAK y el TALOS, de modo que estos dos sistemas estuvieran integrados. Además, de conseguirse la comunicación por datos el JTAC podría enviar a la aeronave el CAS en formato digital, lo que se denomina DACAS (de *digitally aided close air support*).

El objetivo de este Trabajo Fin de Grado es estudiar la viabilidad operativa de dicha integración. Para ello, en primer lugar, se ha hecho un estudio comparativo de las capacidades de ambos programas. Además, mediante entrevistas a JTAC expertos en el tema se han analizado las condiciones que son necesarias para que el JTAC pueda realizar la transmisión de datos, tanto con TALOS como con la aeronave. Asimismo, se ha determinado el equipo necesario (existente en dotación o que habría que adquirir) para que la integración se lleve a cabo de manera exitosa.

Por otro lado, se ha realizado un análisis de riesgos en el cual se han evaluado los riesgos más influyentes en la integración y las medidas a adoptar para minimizarlos lo máximo posible. Estos riesgos surgen del análisis de la viabilidad operativa y del conocimiento del equipo y apoyos de fuego que realizan los JTAC.

Finalmente, se ha realizado un análisis de costes del equipo necesario para la integración. Para ello se ha contactado con las empresas suministradoras de este equipo para conocer cuál sería el coste por unidad necesaria.

Con los resultados obtenidos a partir de la aplicación de todas estas metodologías se puede afirmar que una integración entre el sistema de mando y control funcional de apoyos de fuego TALOS y el JTAC, mediante la transmisión de datos, es posible.

## **ABSTRACT**

ACA (field artillery) make support fires in the land operations and TALOS carry out the fire support coordination. In addition, aerial fire supports are currently carried. JTAC (joint terminal attack controller) control those supports so he sends piece of information to the aircraft that receives the name of CAS (close air support) and he requests the fire support to the boss of the tactical group (battalion entity maneuvering unit).

At present, the application of JTAC (ATAK) is not built into TALOS, so JTAC receive the piece of information by the voice and he has to introduce this manually. Moreover, he sends the CAS by the voice too, so it can produce problems like language barriers for example. All this entails wasting time that can cause the situation to change from when the CAS is requested until it is carried out. Due to this, it is necessary to explore the possibility to transmit piece of information between TAK and TALOS. On the other hand, the data communication will permit to make DACAS (digitally aided close air support).

For this reason, in this Final Degree Project the operational viability of the integration has been studied. For this, a comparative study of the capacities of both programs has been done. In addition, through interviews with JTAC experts on the subject, the needs for data transmission by the JTAC both with TALOS and with the aircraft have been analyzed. As well as the necessary equipment existing or to be acquired for the integration to be carried out successfully.

On the other hand, the most influential risks in integration and the measures to be adopted to minimize them as much as possible have been evaluated. Those risks appear in the operational viability analysis and the knowledge of the equipment and fire supports carried out by the JTACs.

Finally, a cost analysis of the equipment necessary for integration has been carried out. To do this, contact has been maintained with the companies supplying this equipment to know what is the cost per unit.

Once this methodology was used, it has been possible to obtain enough information to affirm that an integration of the functional command and control system of fire supports in the JTAC is possible.

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Diferencia entre OAV y NFO [3] .....	8
<b>Tabla 2.</b> Mensajes de la serie K.....	14
<b>Tabla 3.</b> Características que cumplen TAK o TALOS. ....	17
<b>Tabla 4.</b> Misiones del JTAC con la integración.....	24
<b>Tabla 5.</b> Riesgos de la integración.....	26
<b>Tabla 6.</b> Número de cada tipo encontrados en el análisis de riesgos .....	27
<b>Tabla 7.</b> Clase de riesgo tras las medidas adoptadas.....	28
<b>Tabla 8.</b> Materiales necesarios integración TAK / TALOS. ....	30
<b>Tabla 9.</b> Presupuesto del equipo necesario para la integración del TALOS en el TAK .....	31



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Esquema de apoyos de fuego [Elaboración propia] .....	5
<b>Figura 2.</b> Interfaz del TALOS táctico con sus funcionalidades [5].....	7
<b>Figura 3.</b> Formato para la realización de un CAS inmediato [Elaboración propia] .....	9
<b>Figura 4.</b> Radio PR4GV3S [32] .....	10
<b>Figura 5.</b> Interfaz de la aplicación TAK [Elaboración propia] .....	11
<b>Figura 6.</b> Reproducción en TAK del video enviado por la aeronave [Elaboración propia] .....	11
<b>Figura 7.</b> Interfaz aplicación Safe Strike [17].....	13
<b>Figura 8.</b> Radio AN / PRC 152 A [23].....	16
<b>Figura 9.</b> Radio AN / PRC 117 G [24] .....	16
<b>Figura 10.</b> Vista de una operación DACAS [6].....	19
<b>Figura 11.</b> Esquema integración del TALOS en el JTAC [Elaboración propia].....	20
<b>Figura 12.</b> Matriz de riesgos con la clasificación de riesgos por colores [Elaboración propia] ..	25

## ACRÓNIMOS

ACRÓNIMO	SIGNIFICADO
ACA	Artillería de Campaña
ACO	Airspace Control Order
AOCC	Air Operations Coordination Center
ASR	Air Support Request
ATO	Airspace Tasking Order
ASCA	Artillery Systems Cooperation Activities
BLOS	Beyond Line of Sight
CAOC	Coordination Air Operations Center
CAS	Apoyo Aéreo Cercano
CASBDA	CAS Battle Damage Assessment
COMSEC	Communications Security
CP	Contact Point
DACAS	Apoyo Aéreo Cercano Asistido Digitalmente
FSO	Fire Support Officer
FDC	Fire Direction Center
FDO	Fire Direction Officer
GIS	Geographic Information System
JECL	Joint Effects Coordination Link
JFSE	Joint Fire Support Element
JOOP	Jefe Organización Operativa
JTAC	Joint Terminal Attack Controller
LOS	Line of Sight
NFO	National Fires Observer
OAV	Observador Avanzado
ROVER	Remote Operated Video Enhanced Receiver
SA	Situational Awareness
SATCOM	Satellite Communication
SLP	Standard Language Profile
TRANSEC	Transmissions Security
VDL	Video Down Link
VLAD	VMF Link Advanced Processor
VMF	Variable Message Format

# ESTUDIO DE LA VIABILIDAD PARA LA INTEGRACIÓN DEL JTAC EN LOS SISTEMAS DE MANDO Y CONTROL FUNCIONALES DE APOYOS DE FUEGO

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes

Los apoyos de fuego son la aplicación de fuegos coordinados con las maniobras de las fuerzas para destruir, neutralizar y suprimir al enemigo. Dentro de los apoyos de fuego se encuentran: la artillería de campaña (ACA), los morteros, el fuego de apoyo naval y el apoyo aéreo. En este TFG nos centraremos en los apoyos de fuego realizados por la artillería de campaña, que tiene como misión apoyar y proteger a las organizaciones operativas terrestres de forma oportuna, decisiva y ajustada a la situación, integrando todos los fuegos en la maniobra.

Cuando se realiza una maniobra terrestre, el jefe de la organización operativa (JOOP) es el que controla tanto a las fuerzas terrestres como a la ACA, que es lo que nos ocupa en este trabajo. Por su parte, los grupos de ACA cuentan con unos equipos de observadores avanzados, que se encargan de traducir las necesidades que tienen las unidades terrestres sobre un objetivo en peticiones de fuego que se envían al jefe de la misión. Con esta información, el jefe de la misión, teniendo en cuenta la situación del combate, autoriza las peticiones de fuego que considera oportunas y envía la información necesaria a las piezas<sup>1</sup> de artillería de campaña integradas en dicha maniobra para que realicen los apoyos de fuego. Todo este complejo proceso, que se ha explicado muy brevemente, se controla a través del programa TALOS. Este es un programa informático de Mando y Control que permite al jefe de la misión tanto visualizar la situación como coordinar los apoyos de fuego que debe realizar la ACA, tal como se acaba de explicar. Es importante resaltar que, para llevar a cabo un apoyo de fuego con éxito, es necesario que la comunicación con la pieza sea rápida, evitando así retrasos a la hora de hacer fuego. [1]

El TALOS es utilizado por otros países aliados, por lo que su uso, habilita al ejército español para integrarse en los sistemas de apoyo de fuegos de las naciones aliadas pertenecientes al grupo ASCA (EE. UU., Francia, Alemania, Dinamarca, Italia, Holanda, Noruega, Turquía, Gran Bretaña), lo cual es muy importante para la participación de nuestro ejército en misiones conjuntas. [2]

Centrándonos en los apoyos de fuego, inicialmente se realizaban únicamente desde la superficie, pero la táctica evolucionó de tal forma que se comenzaron a realizar mediante aeronaves, lo que se conoce como apoyos de fuego aéreos cercanos o CAS (de *close air support*). Surgió entonces la figura del controlador de ataque terminal conjunto, que comúnmente se denomina JTAC (de *joint terminal attack controller*), que es la persona encargada de dirigir estos apoyos de fuego aéreos. El JTAC es el intermediario entre el jefe de la organización operativa y las aeronaves que deben realizar los CAS, por tanto, tiene dos funciones principales: por un lado, proporciona al jefe de la organización operativa recomendaciones para el uso de las acciones CAS y su integración con la maniobra terrestre; y por otro, dirige la acción de las aeronaves, para ello envía al piloto de la aeronave encargada del CAS un mensaje con la información necesaria en un formato específico denominado formato 9-líneas. [3]

El JTAC dispone de una *tablet* o *Ipad* en la que lleva instalada una aplicación con la que se genera el CAS. Esta aplicación permite seleccionar un blanco de manera rápida, generar de manera manual el formato 9-líneas como podemos ver en el Anexo 1 o visualizar de manera gráfica el rumbo de ataque más adecuado para las aeronaves. Existen dos aplicaciones que puede utilizar el JTAC, Safe Strike y TAK, de las dos es la aplicación TAK la más utilizada.

---

<sup>1</sup> Sistema de armas que se emplea para realizar el apoyo de fuego y que tiene como objetivo tener unos efectos sobre este, ya sea supresión, neutralización o destrucción.

## 1.2. Motivación

De toda la explicación anterior se puede ver que todo el sistema de apoyos de fuego está controlado por TALOS, a excepción de los apoyos de fuego aéreos, que son controlados por el JTAC con una aplicación distinta. Pese a las excelentes cualidades de la aplicación TAK, esta presenta una importante carencia, puesto que no permite enviar el CAS en formato digital (DACAS, de *digitally aided close air support*). En la actualidad, el CAS se envía al piloto por fonía mediante una radio táctica convencional. Esto supone siempre una pérdida de tiempo, lo cual es problemático porque, como se ha mencionado anteriormente, es muy importante que no haya retrasos en la ejecución de los apoyos de fuego. Pero además de eso, se pueden producir errores en la transcripción del mensaje 9-líneas o incluso la comunicación con el piloto puede verse dificultada por una barrera lingüística.

Estos problemas se podrían subsanar mediante la integración de TAK con TALOS. De esta forma TALOS sería capaz de integrar medidas de coordinación y misiones del espacio aéreo, de informar sobre la posición de las unidades o de las acciones de fuego en curso, así como de solicitar apoyos de fuego tipo CAS de manera digital (DACAS). De esta forma la transmisión de datos sería el principal medio de comunicación entre el JTAC y el piloto de la aeronave que realiza el apoyo aéreo, suprimiendo la fonía o dejándola como alternativa en caso de error en la transmisión de datos. Además de eso se conseguiría que el piloto de la aeronave poseyera toda la información que necesita del JTAC en tiempo real, reduciendo el tiempo que necesita la aeronave para hacer fuego, reduciendo errores humanos y superando barreras lingüísticas.

Por tanto, es necesario realizar un estudio en profundidad de la forma en la que se podría integrar TAK con TALOS, que todavía no se ha llevado a cabo. Una posible alternativa para conseguir dicha integración es implementar un software que utilice el protocolo de mensajería VMF (de *variable message format*), que permita la comunicación entre ambas aplicaciones, esa es la vía que se va a explorar en este TFG.

## 1.3. Objetivos y alcance

### 1.3.1. Objetivos

El objetivo principal de este trabajo es estudiar la viabilidad de la integración entre el TALOS y la aplicación TAK que utiliza el JTAC. Para conseguir este objetivo principal se plantean los siguientes hitos u objetivos específicos:

- Hacer un estudio de la viabilidad operativa de la implementación del VMF para conseguir la integración.
- Llevar a cabo un análisis de riesgos del proyecto de integración.
- Realizar un análisis de los costes de los medios necesarios para la integración.

### 1.3.2. Alcance

En cuanto al primer objetivo parcial, el estudio de la viabilidad operativa se ha centrado en conocer las características de los programas TALOS y TAK con el fin de determinar qué materiales y equipos son necesarios para que puedan comunicarse por mensajes tipo VMF. No se han podido hacer pruebas experimentales de la integración porque los materiales necesarios no están disponibles en la unidad.

En referencia al análisis de riesgos se han evaluado los riesgos de la implantación de los medios para la integración. Y, por último, para el análisis de costes, se ha estudiado el coste de la adquisición de los equipos y programas necesarios, no del mantenimiento posterior. No se ha podido tener acceso al presupuesto anual de la unidad, por lo que ha sido imposible comparar el coste del proyecto con dicho presupuesto.

# ESTUDIO DE LA VIABILIDAD PARA LA INTEGRACIÓN DEL JTAC EN LOS SISTEMAS DE MANDO Y CONTROL FUNCIONALES DE APOYOS DE FUEGO

## 1.4. Metodología

En primer lugar, se ha realizado una revisión bibliográfica sobre la coordinación y el control de los apoyos de fuego y concretamente de los apoyos de fuego aéreos, dentro de los cuales se enmarca la misión del JTAC. Además, se ha llevado a cabo un estudio en profundidad de los programas TAK y el TALOS en cuanto a sus características y modo de funcionamiento.

Por otra parte, para adquirir un conocimiento más profundo sobre las funciones y necesidades del JTAC, se han realizado entrevistas con personal experto en la función de JTAC del GACA I/30 y del GACA I/11. A partir de estas entrevistas se ha conocido de primera mano cuáles son las características del TAK y sus carencias para realizar un CAS y mantenerse en contacto con el piloto de la aeronave. A través de estas entrevistas también se ha podido conocer qué funciones del TALOS son las más importantes para que el JTAC realizara su misión en las mejores condiciones posibles.

Posteriormente se ha realizado un análisis operativo de ambos programas, para ello se ha recibido asesoramiento técnico de personal experto del ejército y de personal de una empresa que suministra un programa de mensajería VMF.

Además, se ha llevado a cabo un análisis de riesgos para identificar los riesgos que podrían afectar al proyecto de dicha integración. Finalmente, con el fin de determinar la viabilidad económica de la integración, se ha realizado un análisis de los costes que supondrían la adquisición de los equipos y programas necesarios para realizar la integración.

## 1.5. Ámbito de aplicación

El ámbito de aplicación principal de este TFG es el GACA I/30 en el acuartelamiento de Fuentes Pila en Ceuta, donde se han desarrollado las prácticas externas. Sin embargo, los resultados de este trabajo se pueden extrapolar a todas aquellas unidades en las que exista personal JTAC, así como aquellas misiones internacionales en la que este participe.

## 2. APOYOS DE FUEGO AEREOS

### 2.1. Coordinación de los apoyos de fuego terrestres

Como se explicó en el apartado 1.1, el jefe de la organización operativa de una maniobra terrestre es el que coordina tanto las fuerzas terrestres como los apoyos de fuego, asesorado por el oficial de apoyos de fuego de artillería FSO (de *fire support officer*). Para la gestión de esos apoyos de fuego se utiliza el sistema de mando y control TALOS. A continuación, se va a exponer de forma más extensa el proceso que se sigue para realizar un apoyo de fuego sobre un objetivo planeado. [3, 4]

1. El observador avanzado (OAV) es la persona integrada dentro de un subgrupo táctico (unidad de maniobra de entidad compañía) que tiene la función de indicar la posición de los objetivos para apoyos superficie-superficie. Además, informa de las características del objetivo, de esta forma al jefe del subgrupo táctico decide sobre la idoneidad del uso de sus morteros ligeros o de realizar un apoyo de fuego por parte de la artillería. En este segundo supuesto, el OAV emite la petición de fuego mediante TALOS al JFSE (de *joint fire support element*) del grupo táctico (unidad de maniobra de entidad batallón). La petición de fuego es un mensaje que posee una serie de requerimientos para batir el objetivo, como se puede ver en el Anexo 2.
2. El JFSE de grupo táctico es un elemento formado por un teniente coronel de la unidad de maniobra y un oficial o suboficial de artillería JTAC. Ambos permanecen en contacto, siendo el JTAC el encargado del asesoramiento sobre los apoyos de fuego aéreos y de su ejecución. Aquí se produce la misma situación que en el nivel inferior, se decide si el objetivo se bate con morteros, en este caso pesados, o con artillería. Si la decisión sigue siendo de batir el objetivo con artillería esta petición se vuelve a elevar al nivel superior, que será el JFSE de brigada.
3. En el JFSE de brigada se encuentra el general oficial de los apoyos de fuego. Si este decide definitivamente batir el objetivo la petición de fuego se envía al centro director de fuegos o FDC (de *fire direction center*), que se encarga de generar la orden de fuego. La orden de fuego refleja la decisión del oficial director de los fuegos FDO (de *fire direction officer*) de cómo batir el objetivo de forma ordenada, ya sea indicar la batería<sup>2</sup> que se encarga de la corrección, método de cálculo del tiro, lote de munición y carga, número y situación del objetivo, etc. La orden de fuego es recibida por el FDC de la entidad inferior, en este caso batería (compañía).
4. El FDC de batería es el encargado de generar la orden de tiro, que contiene todos los datos necesarios para realizar el disparo, dirigirlo y detenerlo. Entre los elementos más importantes para realizar una orden de tiro encontramos, el ángulo de tiro, el tipo de proyectil, carga, piezas<sup>3</sup> que hacen fuego y siguen las órdenes, etc. Esta orden de tiro es recibida por el jefe de pieza, el cual se encarga de introducir los datos para definitivamente iniciar el tiro.

En la Figura 1 se muestra un esquema del procedimiento explicado. Se puede ver como la comunicación entre todos los actores se realiza mediante TALOS, a excepción de la del JTAC. Aunque el JTAC se encuentre físicamente junto al teniente coronel de la unidad de maniobra, en su aplicación no dispone de todos los datos que manejan los usuarios de TALOS.

---

<sup>2</sup> Unidad que es mandada por un capitán, con dos tenientes.

<sup>3</sup> Arma de guerra que dispara proyectiles.

## ESTUDIO DE LA VIABILIDAD PARA LA INTEGRACIÓN DEL JTAC EN LOS SISTEMAS DE MANDO Y CONTROL FUNCIONALES DE APOYOS DE FUEGO

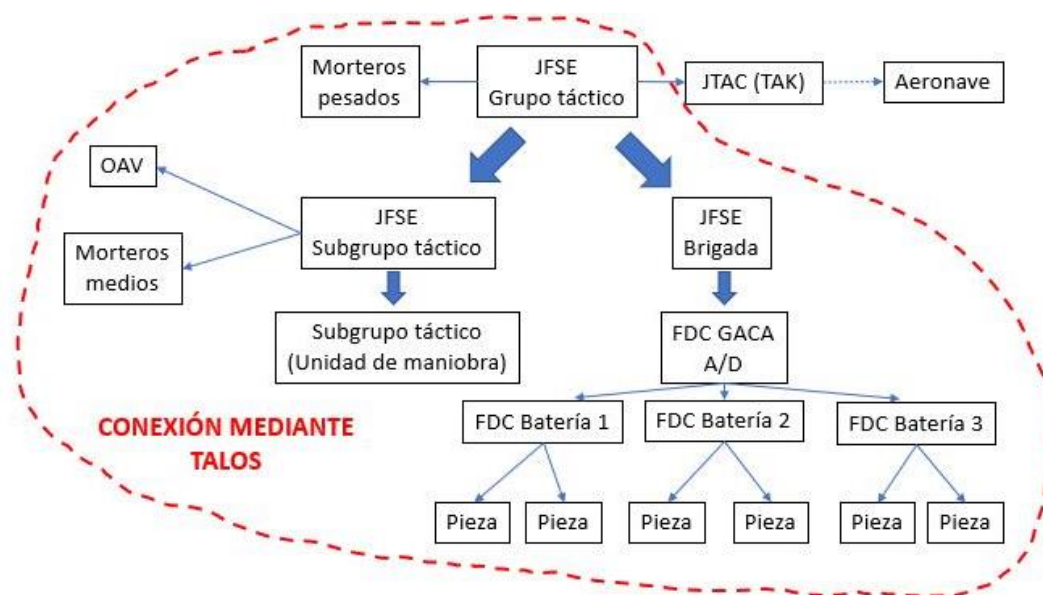


Figura 1. Esquema de apoyos de fuego [Elaboración propia]

### 2.1.1. TALOS

TALOS es el sistema de apoyos de fuego que emplea actualmente el ejército español para coordinar las peticiones de fuego. TALOS se encuentra dividido en dos subsistemas: TALOS técnico, que nos proporciona la capacidad de controlar la parte técnica, es decir, la obtención de los datos de tiro; y TALOS táctico, que posee la capacidad de planeamiento, coordinación y conducción de las operaciones en tiempo real. Por tanto, de estos dos subsistemas, en este TFG nos centramos en el TALOS táctico. Este programa permite conectar varios terminales en red para permitir la transferencia de datos entre los mismos, de tal manera que el flujo de información entre los usuarios de la red es automático y constante. De este modo, TALOS táctico ofrece la posibilidad de realizar peticiones de fuego de manera digital. Esta aplicación es ejecutada principalmente en ordenadores portátiles o en *tablets* ruggedizados. [1]

Estas son las capacidades más importantes de TALOS:

- Planeamiento de la maniobra y del apoyo de fuegos con herramientas de apoyo a la decisión para la selección de línea de acción.
- Conducción de la maniobra con el apoyo de fuegos integrado.
- Seguimiento de las fuerzas propias o *blue force tracking* y de las acciones tácticas de la maniobra.
- Obtención de blancos y dirección de los fuegos.
- Ejecución y observación de tiro, hasta nivel sistema de armas en el caso de los morteros y ACA, aportando el mapa de situación con el avance de la maniobra.

Sin embargo, TALOS presenta una serie de limitaciones:

- Medidas logísticas necesarias para mantener activo un sistema digital basado en ordenadores.
- Interfaz complejo y poco intuitivo que requiere de adiestramiento continuo para conseguir un uso eficaz.

#### Interfaz del TALOS táctico

La aplicación TALOS posee las siguientes funcionalidades: [5]

- Operaciones: permite definir la jerarquía o estructura de la operación mediante líneas de

acción, fases y momentos tácticos, que a su vez permiten la activación de los estados de los mismos. Además, tiene las utilidades para gestionar las ventanas del sistema de información geográfica GIS (de *geographic information system*) y el diario de operaciones.

- Entidades: contiene las utilidades que permiten la gestión de los diferentes objetos/acciones que definen una operación (unidades, objetivos, acciones, medidas de coordinación, etc.)
- Planeamiento: contiene las utilidades que permiten la gestión de los planes y otros aspectos organizativos del planeamiento de una operación, como son la organización de medios, planes de fuego, planes de cambio de posición, etc.
- Configuración: contiene las utilidades que permiten la gestión de los elementos de configuración de la operación, como son el sistema de coordenadas a utilizar, la numeración de objetivos de cada unidad, GPS, la integración de dispositivos remotos o de otros sistemas y la integración de las extensiones de TALOS, si existen.
- Peticiones de fuego: esta utilidad permite crear, visualizar y gestionar las peticiones de fuego.
- Control del espacio aéreo: esta utilidad permite la importación, visualización o eliminación de la orden de control del espacio aéreo ACO (de *airspace control order*) y la orden de tareas aéreas ATO (de *airspace tasking order*). ACO es una orden que proporciona los detalles de las solicitudes aprobadas para la coordinación del espacio aéreo, medidas de defensa aérea y medidas de coordinación de apoyos de fuego. Se publica como parte del ATO, y define y establece el espacio aéreo para operaciones militares coordinadas por la ACA. [6]
- Comunicaciones: contiene las utilidades que permiten gestionar y visualizar el tráfico de las comunicaciones entre dispositivos, así como el envío de mensajes de texto y ficheros.
- Informes: esta utilidad permite la generación en formato Word del anexo de apoyos de fuego a la orden de operaciones, a partir de la información gestionada por el sistema en la base de datos.
- T2T (*tactical to technical*): esta utilidad permite gestionar y visualizar el tráfico de las comunicaciones entre los subsistemas táctico y técnico, así como el envío de mensajes de texto.

En la Figura 2 se muestran, de izquierda a derecha, las funcionalidades de las que dispone el TALOS táctico.



# ESTUDIO DE LA VIABILIDAD PARA LA INTEGRACIÓN DEL JTAC EN LOS SISTEMAS DE MANDO Y CONTROL FUNCIONALES DE APOYOS DE FUEGO

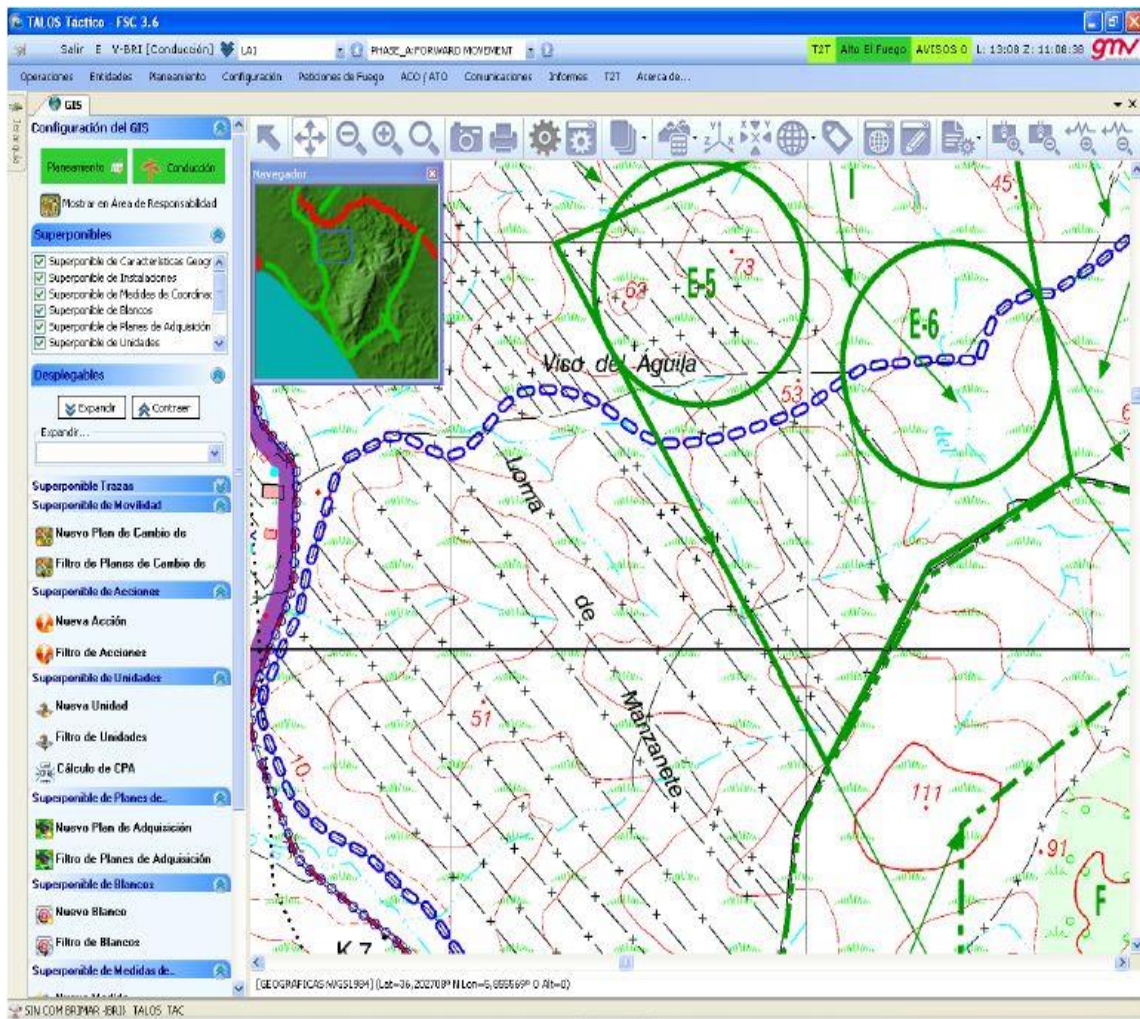


Figura 2. Interfaz del TALOS táctico con sus funcionalidades [5]

## 2.2. Coordinación de los apoyos de fuego aéreos

El JTAC es el encargado de coordinar los apoyos de fuego aéreos, por eso, el lugar que ocupa el JTAC en el campo de maniobra no es fijo, ya que debe disponer de una alta movilidad que le permita el uso del terreno de la forma más conveniente para realizar su función. Para realizar el apoyo de fuegos aéreo, el JTAC debe designar el objetivo sobre el que se realizará el apoyo aéreo, del que debe obtener toda la información necesaria, incluida la situación de tropas propias y enemigas, para posteriormente transmitir el CAS a la aeronave.

### 2.2.1. Designación del objetivo

Para la realización del apoyo aéreo, el JTAC debe designar el objetivo para poder transmitir la información sobre este. En muchas ocasiones el JTAC no tiene visión sobre el objetivo, por lo que requiere del apoyo de observadores para conocer las coordenadas de este. Estos son los llamados observadores nacionales de fuegos (NFO, de *national fires observer*). El NFO es un individuo que proporciona de forma oportuna y precisa información de objetivos a un JTAC nacional para la realización del CAS. La principal diferencia entre ambos es que el NFO aparte de realizar apoyos superficie – superficie también le aporta información sobre objetivos al JTAC para la realización del CAS tipo 2 y 3, mientras que el OAV solo realiza apoyos superficie – superficie. En la Tabla 1 se muestra de manera esquematizada la diferencia entre ambos. [3]

**Tabla 1.** Diferencia entre OAV y NFO [3]

OAV	NFO
Apoyos superficie - superficie	Apoyos superficie - superficie
-	Información de objetivos al JTAC para CAS 2 y 3 nacional

### 2.2.1. Seguimiento de tropas

*Blue force tracking* es la denominación que recibe la proyección de las tropas propias en el campo de batalla, la cual no es posible con mapas convencionales. Esto mejora la conciencia de la situación y reduce la posibilidad de fuego amigo. Para el seguimiento de tropas propias, el JTAC debe conocer su posición además de hacia dónde están realizando las acciones de fuego. El JTAC recibe esa información a través del jefe del grupo táctico, quien le proporciona las coordenadas de las unidades de maniobra propias, y la introduce de forma manual en su aplicación. Por otra parte, *red force tracking* es la proyección de la situación de las tropas enemigas. En este caso, esa información es facilitada por un OAV o un NFO, igualmente el JTAC actualiza la información en su aplicación de forma manual. TALOS dispone de esta información en tiempo real, pero para el JTAC es un proceso que lleva su tiempo, ya que tiene que añadir todos los datos de forma manual, por lo que la información no está disponible en tiempo real. [7]

### 2.2.2. Petición de apoyo aéreo cercano

Los apoyos aéreos cercanos, como ya ha sido explicado, son solicitados por el JTAC y ejecutados por las aeronaves con las que están en contacto. Por ello resulta crucial, para la realización de estos apoyos, la visión que el JTAC tiene sobre el objetivo y la aeronave, dando lugar a tres tipos de CAS: [8]

- Tipo 1: el JTAC realiza el CAS teniendo visión directa del objetivo a atacar y de la aeronave que realiza el ataque.
- Tipo 2: el JTAC no tiene visión directa del objetivo a atacar o de la aeronave que realiza el ataque, pero se apoya en la información de los observadores avanzados.
- Tipo 3: el JTAC no tiene visión directa ni del objetivo a atacar ni de la aeronave que realiza el ataque.

Dependiendo del empleo del sistema de armas de las fuerzas aéreas surgen dos tipos de CAS, que se explicarán a continuación: [3]

#### CAS preplaneado

Una vez que el JFSE identifica la necesidad de realizar un CAS se debe confeccionar una solicitud de apoyo aéreo (ASR, de *air support request*), como se puede ver en el Anexo 3. Esa solicitud se debe presentar al centro de operaciones aéreas combinadas (CAOC, de *combined air operations center*) con una antelación de 72 horas, para que puedan ser integradas en el ATO. Puede ser de dos tipos: programado o a petición. Las aeronaves que ejecuten las misiones de apoyo aéreo serán asignadas para un momento concreto o un periodo de tiempo en el que, durante el desarrollo de la maniobra terrestre, se tiene previsto hacer uso de aeronaves para atacar un objetivo concreto.

- CAS programado: sitúa los medios CAS a una hora concreta sobre el área del objetivo. Son aconsejables cuando se dispone de una buena información del objetivo.

## ESTUDIO DE LA VIABILIDAD PARA LA INTEGRACIÓN DEL JTAC EN LOS SISTEMAS DE MANDO Y CONTROL FUNCIONALES DE APOYOS DE FUEGO

- CAS a petición: supone poner una aeronave en alerta en tierra o en el aire durante el período de tiempo en que se ha previsto la necesidad del apoyo.

En el anexo 3 se puede apreciar el formato a rellenar para la realización del CAS preplaneado.

### CAS inmediato

El CAS inmediato es el resultado de necesidades imprevistas que surgen a lo largo de la maniobra a ejecutar, o bien que no han sido incluidas en el ATO, por lo que las aeronaves a utilizar no están específicamente dedicadas a la ejecución del CAS. Por tanto, el JTAC tramita una petición urgente al Centro de Coordinación de Operaciones Aéreas (AOCC<sup>4</sup>, de *Air Operations Coordination Center*), [9] que es transmitida directamente o a través del oficial de enlace del ejército del aire. Al ser una petición urgente que se realiza al momento, el formato a rellenar será más breve que el preplaneado, consta de 9 líneas, como se puede apreciar en la Figura 3.

<b>PRI IMM/TIC BANNER</b>	
<b>PRI/TIC #</b>	
<b>JTAC C/S</b>	
<b>PRI</b>	
<b>SEC</b>	
<b>CP</b>	
<b>LOCATION</b>	
<b>NATURE OF EVENT</b>	
<b>AIR EFFECTS REQUESTED</b>	
<b>REMARKS</b>	

**Figura 3.** Formato para la realización de un CAS inmediato [Elaboración propia]

De arriba abajo el significado de cada línea de la figura 3 es:

- PRI/TIC: PRI es una petición prioritaria, porque se espera un ataque inminente. Si el ataque se ha producido es TIC (de *troops in contact*).
- JTAC C/S: es el distintivo de llamada<sup>5</sup> [10] (C/S, de *call sign*) del JTAC, para que contacte con él la aeronave.
- PRI: frecuencia primaria de radio que usa el JTAC para enlazar.
- SEC: frecuencia secundaria de radio que usa el JTAC para enlazar.
- CP: de *contact point*, dónde debe enlazar la aeronave.
- LOCATION: el lugar del PRI/TIC.
- NATURE OF EVENT: lo que está ocurriendo.
- AIR EFFECTS REQUESTED: los efectos requeridos, para saber las municiones que tiene que llevar la aeronave.
- REMARKS: todo lo que se considere oportuno para informar, ya sea amenaza antiaérea, capacidades láser, etc.

---

<sup>4</sup> Agencia de la fuerza aérea integrada en la OTAN, que se encarga de conducir de manera fluida la coordinación entre las operaciones aéreas y el componente terrestre.

<sup>5</sup> En radiodifusión y comunicaciones por radio, un distintivo de llamada es una designación única para una estación transmisora.

### 2.3. Equipo usado por el JTAC

Como se explicó previamente, el trabajo que realiza el JTAC en el campo de batalla necesita de unos medios para que la solicitud del CAS se realice de forma óptima. En concreto, necesita unos medios de transmisiones y un dispositivo inteligente en el que lleva instalado el *software* necesario para trabajar con toda la información necesaria.

#### 2.3.1. Medios de transmisiones

Dentro de los medios de transmisiones hay que distinguir entre dos modos de comunicación: comunicaciones en modo línea de visión o LOS (de *line of sight*), en la que se necesita que exista una línea de visión directa entre las estaciones de transmisión y recepción; o comunicaciones en modo más allá de la línea de visión o BLOS (de *beyond line of sight*), en las que no hace falta que exista esa línea de visión. Todas las radios pueden realizar comunicaciones en modo LOS, pero no todas pueden hacerlo en modo BLOS. [11]

La radio que utiliza el JTAC para comunicarse es la PR4GV3S, radio que permite la transmisión de voz y datos simultáneos e independientes usando un único canal. Esta característica es adecuada para intercambiar posiciones GPS, archivos o mensajes sin latencia ni colisión, todo ello junto con comunicaciones de voz simultáneas. Se trata de la radio usada también por TALOS para la comunicación entre las diferentes mallas ver figura 4. [12]



**Figura 4.** Radio PR4GV3S [32]

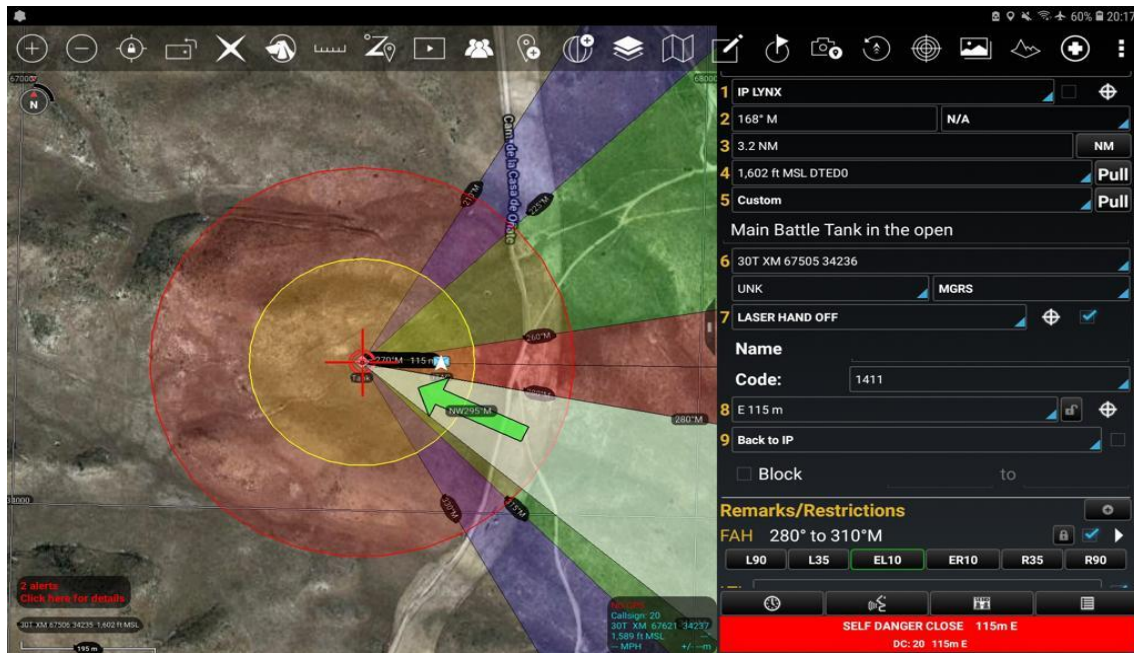
#### 2.3.2. Plataforma de uso del JTAC

##### Aplicación TAK

TAK es un *software* de origen estadounidense utilizado por un gran número de países OTAN como sistema de mando y control de pequeñas unidades de combate, operaciones especiales y unidades de adquisición de blancos y control de apoyos de fuego. Es la plataforma más extendida entre los JTAC internacionales y también españoles. La principal capacidad de TAK es la de transmitir y recibir órdenes e información. Asimismo, es una aplicación diseñada para la realización de CAS por parte de los JTAC, permitiéndoles seleccionar un blanco de manera rápida, generar de manera automática el formato 9-lineas para CAS, o visualizar de manera gráfica el rumbo de ataque más adecuado para las aeronaves. También es capaz de advertir de la presencia de tropas dentro del radio de acción de las municiones. En la Figura 5 se puede observar la interfaz de la aplicación TAK. [13-15]



## ESTUDIO DE LA VIABILIDAD PARA LA INTEGRACIÓN DEL JTAC EN LOS SISTEMAS DE MANDO Y CONTROL FUNCIONALES DE APOYOS DE FUEGO



**Figura 5.** Interfaz de la aplicación TAK [Elaboración propia]

Además, conectado a un sistema VDL (de *video down link*), TAK es capaz de reproducir el video enviado por el avión, facilitando así la adquisición de blancos. Como se puede comprobar en la Figura 6.



**Figura 6.** Reproducción en TAK del video enviado por la aeronave [Elaboración propia]

### Ventajas e inconvenientes

El TAK presenta las siguientes capacidades que facilitan la labor del JTAC:

- Empleo de cartografía e imagen satélite de forma *online* y *offline* con alta resolución.
- Empleo colaborativo de todos los gráficos empleados en la cartografía.
- Un gestor de superponibles compatible con varios formatos.

- Historial de navegación y posicionamiento.
- Chat, *streaming* y uso compartido de fotos, archivos y vídeo en tiempo real.
- Herramientas de navegación para rutas y conducción.
- Herramientas de elevación basándose en modelos digitales del terreno, tales como mapas de color, zonas vistas y ocultas, y perfiles de ruta.
- Herramientas de medición de dirección y distancia.
- Integración con controles de radio y capacidad de reproducir el vídeo de una aeronave compatible una vez conectado a un sistema ROVER<sup>6</sup> (de *remote operated video enhanced receiver*)
- Generación de paquetes de misión que permiten planear una operación y compartirla con todos los usuarios enviando un único archivo.

La principal desventaja de TAK es que no dispone de las siguientes capacidades:

- Aplicación *Stand - alone*<sup>7</sup>. [16]
- Medidas de coordinación y misiones del espacio aéreo (ACO/ATO).
- Visión de la posición y acción de fuego de unidades propias.
- Realizar solicitudes de apoyos de fuego de forma digital.

### Aplicación Safe Strike

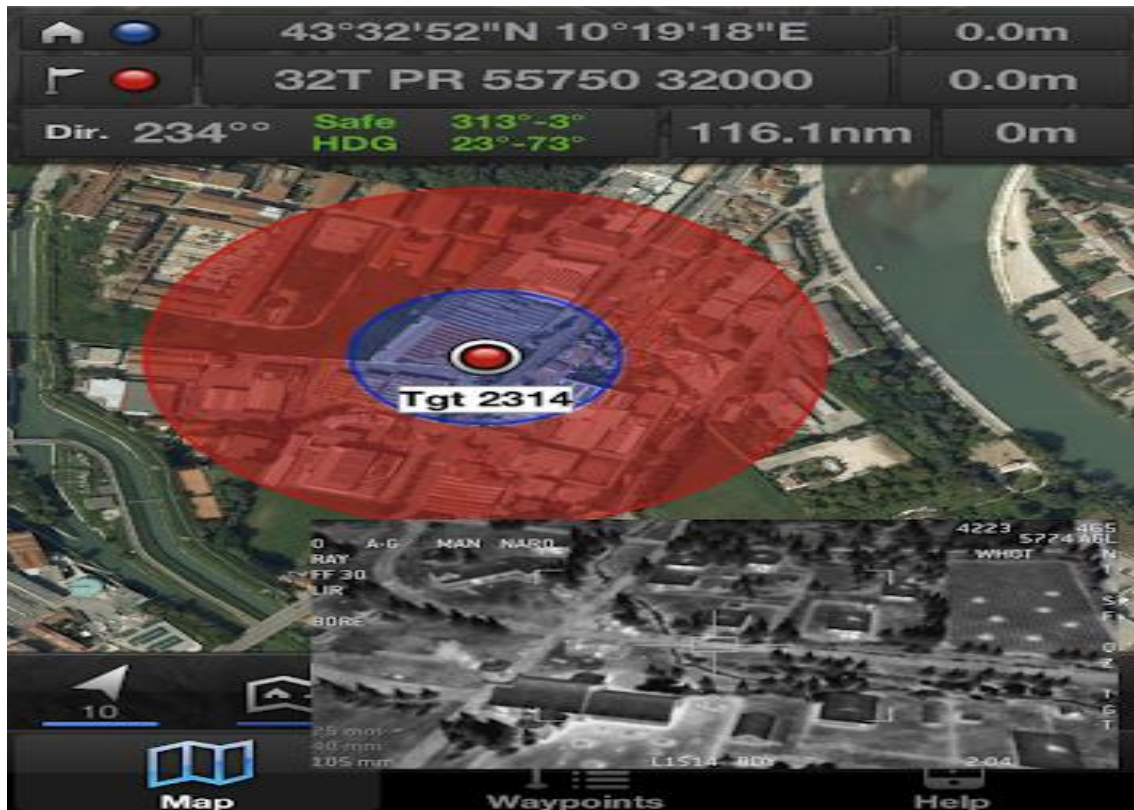
Safe Strike es un software que está actualmente en servicio en el Ejército de Tierra, que dispone de 3 licencias para los JTAC. Representa gráficamente toda la información que necesita el JTAC; realiza cálculos necesarios, como conos de ataque para guiado láser o distancias de riesgo; y permite gestionar *waypoints* y *tracks*, etc. Genera los formatos 9-líneas para el CAS e incluso de evacuación médica. Al igual que TAK, permite una gestión de mapas tanto con conexión como sin ella, así como una gran interoperabilidad para la integración de radios y sensores. Dicha integración ofrece un intercambio de objetivos, así como la transmisión inalámbrica de vídeo. Como principal carencia cabe destacar que se está utilizando como una herramienta *Stand-alone*, donde el JTAC tiene que volcar manualmente toda la información sobre unidades propias, enemigo, aunque está pensada para trabajar como un sistema de mando y control. En la Figura 7 se puede observar el interfaz de la aplicación junto a una imagen vídeo. [17]

---

<sup>6</sup> Transmisor y receptor de video y datos en tiempo real.

<sup>7</sup> El usuario debe introducir toda la información de manera manual, lo cual provoca retrasos en muchas ocasiones y aumento del estrés de combate.

## ESTUDIO DE LA VIABILIDAD PARA LA INTEGRACIÓN DEL JTAC EN LOS SISTEMAS DE MANDO Y CONTROL FUNCIONALES DE APOYOS DE FUEGO



**Figura 7.** Interfaz aplicación Safe Strike [17]

Los JTAC disponen de Safe Strike, pero está previsto adquirir en futuro cercano la aplicación TAK que se encuentra ya en uso en las fuerzas armadas americanas.

### 2.4. Tecnologías para las comunicaciones por vía digital

#### 2.4.1. Mensajería VMF

VMF es un estándar de envío de información de forma digital que está controlado por las reglas generales de la serie K (MIL-STD-6017). Esta serie es un catálogo de mensajes que facilita la comunicación al poseer unos formatos preestablecidos. En la Tabla 2 se muestran los mensajes de la serie K más frecuentes.

**Tabla 2.** Mensajes de la serie K.

IDENTIFICADOR DEL MENSAJE	NOMBRE DEL MENSAJE
K01.1	Free Text Message Summary
K02.1	Check Fire Message Summary
K02.4	Call for Fire Message Summary
K02.8	Schedule of Fires Message Summary
K02.10	Fire Plan Mission/Fire Plan Cancellation Message Summary
K02.14	Message to Observer Message Summary
K02.15	Fire Support Coordination Measures Message Summary
K02.16	End of Mission and Surveillance Message Summary
K02.18	Fire Unit Status Message Summary
K02.21	Request for Clearance to Fire Message Summary
K02.22	Subsequent Adjust Message Summary
K02.25	End of Mission Notification Message Summary
K02.28	Close Air Support Mission Battle Damage Assessment (CASBDA) Report Message Summary
K02.33	Close Air Support Aircrew Briefing Message Summary
K02.34	Aircraft On-Station Message Summary
K02.35	Aircraft Depart Initial Point Message Summary
K02.57	Aircraft Attack Position and Target Designation Message Summary
K02.58	CAS Aircraft Final Attack Control Message Summary
K02.59	Request for K02.57, Aircraft Attack Position and Target Designation Message Summary
K05.1	Position Report Message Summary
K05.14	Situation Report Message Summary

Los mensajes VMF proporcionan un medio común para intercambiar datos digitales a través de cualquier interfaz entre unidades de combate en varios niveles organizacionales con diferentes necesidades de volumen y detalle de información, y son aplicables a una amplia gama de sistemas de comunicaciones tácticas. El MIL-STD-6017 está diseñado para apoyar en operaciones conjuntas y los mensajes se agrupan en 11 áreas funcionales para dar respuesta a diferentes necesidades de usuario: [18]

- a) Control de Red (*Network Control*).
- b) Intercambio de Información General (*General Information Exchange*).
- c) Operaciones de Apoyo de Fuegos (*Fire Support Operations*).
- d) Operaciones Aéreas (*Air Operations*).
- e) Operaciones de Inteligencia (*Intelligence Operations*).
- f) Operaciones de Combate Terrestre (*Land Combat Operations*).
- g) Operaciones Navales (*Maritime Operations*).
- h) Apoyo al Combate (*Combat Service Support*).
- i) Operaciones Especiales (*Special Operations*).
- j) Control de Operaciones Conjuntas (*Joint Task Force (JTF) Operations Control*).
- k) Control y Defensa del Espacio Aéreo (*Air Defense/Air Space Control*).

Este trabajo se centra en las operaciones de apoyo de fuegos, más concretamente en los mensajes orientados al CAS. La principal ventaja que aporta el VMF es que permite el envío de mensajes CAS en formato digital, que se explicarán a continuación.



## ESTUDIO DE LA VIABILIDAD PARA LA INTEGRACIÓN DEL JTAC EN LOS SISTEMAS DE MANDO Y CONTROL FUNCIONALES DE APOYOS DE FUEGO

### 2.4.2. Apoyo aéreo cercano asistido digitalmente

Las plataformas DACAS son sistemas que permiten plasmar el campo de batalla sobre cartografía y/o fotografía aérea que proporcionarían al usuario suficiente orientación en el terreno y conciencia situacional (SA, de *situational awareness*), de manera que toda la información queda plasmada en la pantalla (objetivo, medidas de coordinación, tropas propias, trayectorias de los fuegos, etc.).

Uno de los principios de DACAS es la interoperabilidad, es decir, existen numerosos sistemas que son compatibles con DACAS. El protocolo VMF es uno de ellos. Este protocolo permite que los sistemas y plataformas sean interoperables entre multitud de sistemas nacionales e internacionales. Un claro ejemplo lo tenemos con la realización de pruebas VMF con éxito para la realización de DACAS.

En dichas pruebas la utilización de mensajes VMF demostró la capacidad de este de mandar información de un sistema de mando y control a otro. El sistema generador enviaba estos mensajes a través de radios tácticas y el sistema receptor los interpretaba e integraba. Por tanto, en lugar de tener que copiar e introducir manualmente la información, gracias al VMF esa información directamente entraba en el sistema, minimizando el riesgo humano y ganando tiempo de ejecución. [19, 20]

### Ventajas e inconvenientes

Las ventajas más importantes del uso de DACAS son las siguientes: [21]

- Proporciona una mayor precisión con un error humano reducido a través de información mostrada y generada por computadora, y dedica menos tiempo a desarrollar informes de CAS (automatización).
- Proporciona capacidad de mensajería digital con LOS y con BLOS. Cuando se combinan, brindan a la tripulación una mayor conciencia de la situación y dan como resultado menos tiempo para registrar e ingresar información de ejecución de la misión en los sistemas de la aeronave.
- Aumento de SA cuando se muestra información de fuerzas amigas y opuestas en los sistemas de usuario.
- Capacidad de supervivencia mejorada: reduce la efectividad de la interferencia de comunicaciones (amistosa y amenaza) y la vulnerabilidad de JTAC a las capacidades de búsqueda de dirección de amenazas.
- Superación de barreras lingüísticas. El procedimiento del CAS se realiza en inglés, y pese a que a un JTAC se le exija un nivel SLP<sup>8</sup> [20] (de *standardised language profile*) 3.3.3.2 la comunicación por fonía en muchas ocasiones falla.
- Reducción del tiempo de ejecución, ya que se suprime la voz por un único archivo con la información. Con DACAS la información se integra automáticamente sin tener que copiarla.
- El sistema es estándar e interoperable.

Sin embargo, presenta los siguientes inconvenientes:

- Requiere tiempo adicional para administrar las comunicaciones digitales y las interfaces necesarias para ingresar información, lo que aumenta la carga de trabajo para el JTAC.

---

<sup>8</sup> Prueba de inglés que tiene como propósito determinar la capacidad de comprensión y expresión, tanto oral como escrita. Está formado por cuatro competencias lingüísticas (*listening, speaking, reading* y *writing*) que vienen representadas en forma de dígito que definen el nivel.

- Requiere un alto nivel de estandarización entre sistemas para garantizar la interoperabilidad.
- Se debe llevar equipo adicional requerido para DACAS, además de la radio, lo cual no será posible en todas las operaciones.
- Requiere un entrenamiento permanente para un uso efectivo y personal experto en la materia.

#### 2.4.3. Sistemas de telecomunicaciones

Las siguientes radios Harris permiten la transmisión tanto de datos como de voz:

- Radio AN/PRC 152<sup>a</sup>: se trata de una radio portátil de red de banda ancha que proporciona voz, video y datos de alta velocidad simultáneos. Presenta un conjunto completo de capacidades de línea de visión de banda estrecha y UHF SATCOM<sup>9</sup> [22] para la interoperabilidad con sistemas de seguridad pública y de banda ancha (ver Figura 8). [23]



**Figura 8.** Radio AN / PRC 152 A [23]

- Radio AN/PRC 117G: radio con capacidades para la transmisión simultánea de voz y datos SATCOM (ver Figura 9), que puede realizar comunicaciones en modo BLOS. [24]



**Figura 9.** Radio AN / PRC 117 G [24]

---

<sup>9</sup> Comunicación espacial en movimiento basada en conexiones con satélites de frecuencia ultra alta.

### 3. ESTUDIO DE VIABILIDAD OPERATIVA

#### 3.1. Materiales y programas necesarios para la integración

En este apartado se va a explicar el estudio de viabilidad de la posible integración de TALOS en el TAK. Puesto que en la actualidad dicha integración todavía no se ha llevado a cabo lo que se ha hecho ha sido analizar las características de ambos programas y entrevistar a expertos en el tema para saber qué sería necesario para realizar la integración.

En cuanto a las características, analizando los manuales de ambos programas y con el asesoramiento de los usuarios, se han determinado las capacidades de ambos. A continuación, se muestran dichas características, primero las características comunes y luego las que cumplen por separado y son complementarias (ver Tabla 3).

Como características comunes que poseen ambos:

- Están basados en una aplicación que permite plasmar el campo de batalla sobre cartografía y/o fotografía aérea.
- Son fácilmente manejables por un combatiente sin apoyo de vehículo y en circunstancias de combate (formato *tablet* en lugar de PC y con una interfaz de menús amplios y manejables).
- Tienen capacidad de interoperar con otros sistemas y plataformas.

**Tabla 3.** Características que cumplen TAK o TALOS.

CARACTERÍSTICAS	TAK	TALOS
Gestión acciones CAS	X	
Coordinación de apoyos de fuego		X
Visualización de acciones de fuego en curso		X
<i>Blue / Red force tracking</i>		X
Radio de acción de las municiones	X	
Transmisión de vídeo (ROVER)	X	
Gestión del espacio aéreo (ACO / ATO)		X

Con respecto al seguimiento de tropas (*Blue / Red force tracking*) como se dijo previamente al ser TAK una aplicación *stand – alone*, no permite la actualización automática de esas tropas forzando al JTAC a introducirlo manualmente. Por tanto, TAK no posee esa función propia.

Como se puede ver en la Tabla 3, TAK y TALOS tienen varias características complementarias, por lo que de conseguir la integración se mejorarían mucho sus capacidades.

Vistas las propiedades de ambos programas se ha realizado una entrevista a personal JTAC. Por un lado, el brigada D. Daniel Alzate Peña que es JTAC desde febrero de 2015, el cual ha participado tanto en ejercicios nacionales como LUCEX, *Spearhead*, *Red Falcon*, escudo Mistral, *Sky Eyes*, etc. así como internacionales destacando *Trident Juncture* en España, CASALPS en Francia, *Valliant jump* y Anacandona en Polonia, y por último en la operación EFP (de *Enhance Forward Presence*).

Por otro lado, al teniente D. José Heras Luna destinado en el GACA I/30 en Ceuta, el cual lleva un año como JTAC y que también ha participado en ejercicios como *Red Falcon* con el batallón de helicópteros de ataque.

Debido a que actualmente en el ejército de tierra hay pocos JTAC, solo he podido realizar la entrevista a dos de ellos.

Las preguntas más importantes de la entrevista se muestran a continuación. Las entrevistas completas se encuentran en el Anexo 5.

- ¿Qué medios necesitaría el JTAC para disponer del TAK y la integración del sistema de mando y control TALOS?

En esta pregunta ambos expertos coincidieron en la importancia de un medio de transmisión/recepción que sea capaz de soportar los envíos de datos de un sistema a otro, además de a la aeronave. Uno de estos expertos ha participado en grupos de trabajo sobre el empleo de VMF con radio táctica, afirmando que este se ha consolidado como estándar en mensajería de intercambio de información entre sistemas de mando y control. Además, VMF no solo serviría para la realización de DACAS, gracias a su estandarización e interoperabilidad, entre diferentes sistemas sería la vía ideal para integrar TAK y TALOS. De forma nativa ninguna de los dos sistemas es compatible con VMF, pero al ser aplicaciones con una gran interoperabilidad pueden trabajar con otros sistemas y plataformas que sí que permiten trabajar con VMF, como VLAD<sup>10</sup> [25] o JECL<sup>11</sup> [26].

- ¿Ventajas e inconvenientes de la integración?

Ambos expertos coinciden en que la integración supondría más ventajas que inconvenientes. Por un lado, se reduciría el error humano, el JTAC dispondría en su propia *tablet* de toda la información que necesita sobre los fuegos terrestres, tanto para gestionar el espacio aéreo como para solicitar apoyos de fuego en beneficio de la acción CAS. Por otro lado, con respecto a los sistemas y terminales que llevaría el JTAC, solo tendría que llevar el suyo que estaría integrado y sería compatible con el resto de sistemas de mando y control.

Como inconveniente, uno de los entrevistados afirma que sería necesario contar con radios que permitan la transmisión de datos, como la AN/PRC 152A la AN/PRC 117G o la PR4GV3S, para entrar en las diferentes mallas y mantener el enlace con el sistema de mando y control.

- ¿Qué misiones del JTAC requerirían el uso del TALOS?

Uno de los expertos afirma que principalmente se resumirían en la solicitud, ejecución y corrección de los fuegos terrestres, así como la deconflicción<sup>12</sup> [27] de estos con los medios aéreos en las zonas de operaciones.

Uno de los expertos hace hincapié en la importancia del TALOS para conocer la situación de los fuegos indirectos terrestres, debido a que la ejecución del CAS preplaneado e inmediato requieren una detallada gestión del espacio aéreo. Además, conocer la posición de los medios productores de fuego indirectos (*blue force tracking*), así como la solicitud/ajuste de fuegos aéreos, y el envío de DACAS, al conseguir la integración entre ambos sistemas y por tanto la

---

<sup>10</sup> VLAD (de *VMF link advanced processor*) es una herramienta desarrollada por la empresa TecnoBit para el intercambio de información VMF. Además, VLAD tiene una interfaz que permite trabajar con cartografía de diferentes formatos en la cual se pueden visualizar tropas propias y enemigas.

<sup>11</sup> JECL (de *joint effects and coordination link*) es un *software* que permite generar y transmitir mensajes VMF. Puede operar en Windows, Linux y Android con el mismo código base.

<sup>12</sup> Coordinación de vuelos, maniobras, etc. entre grupos, especialmente en áreas donde se están produciendo operaciones superpuestas para reducir el riesgo de accidentes o incidentes.

## ESTUDIO DE LA VIABILIDAD PARA LA INTEGRACIÓN DEL JTAC EN LOS SISTEMAS DE MANDO Y CONTROL FUNCIONALES DE APOYOS DE FUEGO

posibilidad de que se generen mensajes VMF.

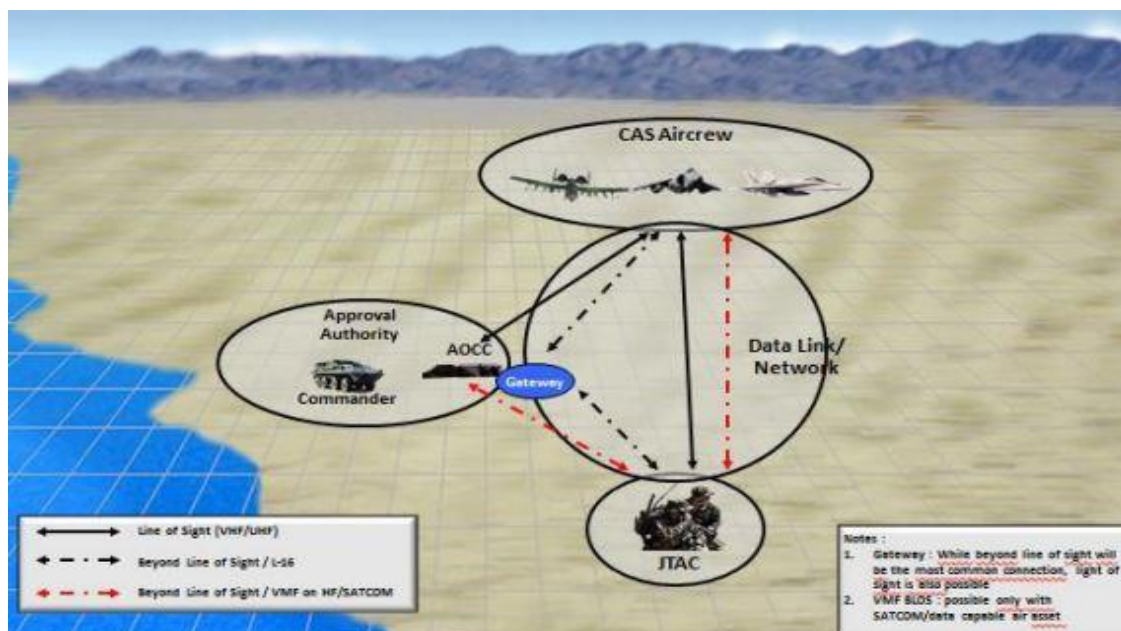
- ¿Por qué se han realizado pruebas con VMF y no con otros protocolos como LINK-16<sup>13</sup>?

Por un lado, un experto afirmaba que se tratan de protocolos distintos. VMF permitiría una pasarela para comunicaciones, mensajería, etc. mientras que LINK-16 permitiría visualización de trazas, elementos aéreos, etc.

El otro experto hacía hincapié en que el protocolo LINK-16 utiliza elementos *hardware* específicos de gran volumen y pesados, y su uso solo se limitaría a comunicaciones entre aeronaves o aeronaves e instalaciones fijas, como torres de control. Destaca VMF por encima de LINK-16 en cuanto a los pocos medios adicionales que requiere su uso, además de su naturaleza de mensajes, que lo hacen ideal para adaptarse a diferentes medios de transmisión y que facilitan la interoperabilidad entre sistemas. Siendo importante VMF no solo para realizar DACAS sino también para integrar varios sistemas de mando y control.

De toda la información recabada en las entrevistas se puede obtener, como primer resultado, que mediante la utilización del programa informático JECL, que permite la utilización del protocolo de mensajería VMF, se podría conseguir la transmisión de datos del JTAC con la aeronave, es decir, se podría transmitir DACAS, así como seguir manteniendo la capacidad de enviar CAS preplaneado o inmediato en caso de fallo. Este programa es compatible con las radios Harris AN/PRC 152A y Harris AN/PRC 117G, y con el sistema ROVER para transmisión de vídeo. Para ello tanto el piloto como el JTAC deberían tener una de estas radios y una *tablet* rugerizada con el JECL instalado.

En caso de conseguir la transmisión por DACAS, el JTAC sería capaz de enviar un CAS preplaneado o inmediato por mediación del AOCC de manera digital, como podemos visualizar en la figura 10.



**Figura 10.** Vista de una operación DACAS [6]

<sup>13</sup> Es la designación de un TDL (*Tactical Data Link*), un canal primario de comunicaciones, utilizado para el intercambio de datos tácticos militares en tiempo real, entre sistemas tácticos instalados en vehículos terrestres, marinos y aéreos.

Con respecto al TALOS, la empresa desarrolladora de este software poco a poco ha ido evolucionando de tal forma que el ejército español se está integrando con el resto de países en lo referente a sistemas de mando y control. En lo que respecta al JTAC, los expertos afirman que para la comunicación entre TAK y TALOS se necesita la radio PR4GV3S, ya que es la que utiliza TALOS. Esta radio no es compatible con JECL, por lo que en este caso es necesario utilizar el procesador VLAD.

Una vez visto lo necesario para la comunicación aeronave–JTAC y TALOS–JTAC, se ha elaborado un esquema general de cómo se realizaría la mensajería por VMF (ver Figura 11).



**Figura 11.** Esquema integración del TALOS en el JTAC [Elaboración propia]

### 3.2. Mejoras en las funciones del JTAC con la integración

#### 3.2.1. Solicitud de CAS preplaneado

Comenzando con la solicitud de los CAS, en cuanto al CAS preplaneado el proceso se realizaría a través de los elementos de apoyo de fuego JFSE de los diferentes niveles (brigada, grupo táctico, etc.). La solicitud de CAS preplaneado se realiza a través del medio que se asigne (TALOS, correo electrónico, etc.) en la operación, en formato texto, pdf u otros. Pero debido a que no hay unas características predeterminadas para el mensaje, no hay uno en concreto para el VMF, ni se puede sacar la información del sistema de mando y control en uso. Por tanto, la única forma de usar VMF es a partir del texto libre, tal como se muestra a continuación.

- Contexto de la misión: se solicita apoyo CAS preplaneado, para su inclusión en la orden de tareas aéreas.
- Enlace: entre el JTAC y el JFSE de la unidad superior vía TALOS.
- Descripción mensaje VMF: K01.1 *free text*.
  - Envía la solicitud de apoyo aéreo.

## ESTUDIO DE LA VIABILIDAD PARA LA INTEGRACIÓN DEL JTAC EN LOS SISTEMAS DE MANDO Y CONTROL FUNCIONALES DE APOYOS DE FUEGO

- Recibe la solicitud de apoyo aéreo.
- Prioriza y envía la solicitud de apoyo aéreo al JFSE superior.
- Estado final: la solicitud de apoyo aéreo llega al AOCC para su inclusión en la orden de tareas aéreas.

### 3.2.2. Solicitud de CAS inmediato

Por otro lado, para la realización de los CAS de tipo inmediato, el JTAC directamente enviaría la solicitud al AOCC, que gestiona los apoyos de fuego. Al igual que en el CAS preplaneado, no existe un formato VMF que sea específico, por lo que también se usaría el texto libre. El inconveniente sería que el JTAC tendría que crear y escribir el mensaje completo, aunque la transmisión sería más rápida y se evitaría errores derivados de la transmisión por voz. El procedimiento con mensajes VMF sería el siguiente.

- Contexto de la misión: se solicita apoyo CAS inmediato.
- Enlace: vía BLOS con el centro de coordinación de operaciones aéreas.
- Descripción mensaje VMF: K01.1 *free text*.
  - Envía la solicitud del apoyo aéreo.
  - Recibe la solicitud del apoyo aéreo.
  - Responde con los datos del apoyo aéreo que se va a realizar.
- Estado final: el JTAC obtiene la información relativa al apoyo aéreo que va a recibir.

Tanto para el CAS preplaneado como para el inmediato, el JTAC generaría el mensaje VMF con su programa TAK y lo transmitiría a través de la radio AN PRC 117G o 152A, ambas con capacidad satélite.

### 3.2.3. Envío de DACAS

Para el envío del DACAS, una vez el JTAC se encuentra en contacto con la aeronave, a través del TAK generaría sus mensajes VMF y los transmitiría a través de su radio AN PRC 117G o 152A.

- Contexto de la misión: la aeronave llega a la zona del CAS y se pone en contacto con el JTAC por transmisión de datos para realizar el ataque sobre un objetivo.
- Enlace: vía radio entre la aeronave y el JTAC.
- Descripción mensaje VMF:
  - K01.1 *free text*.
    - El JTAC solicita autenticación.
    - La aeronave responde la autenticación y confirma la recepción.
  - K02.34 *aircraft on station*
    - La aeronave envía *On Station Report*<sup>14</sup>.
    - El JTAC confirma la recepción y colaciona código de aborto<sup>15</sup>.

K01.1 *free text*

---

<sup>14</sup> Se trata de un fichero que se transmite por datos el cual incluye información que la aeronave envía al JTAC de sus capacidades. Entre esas capacidades se encuentra el dónde está la aeronave, cuantas aeronaves vienen, que municiones trae, su tiempo disponible en el apoyo, etc.

<sup>15</sup> Es la información del *On Station Report* que el JTAC debe repetir por radio, por procedimiento.

- El JTAC envía *sit update*, que es la información que le pasa el JTAC a la aeronave de la situación en tierra.
- La aeronave recibe *sit update*, confirma y colaciona.
- JTAC envía el *game plan*, que es el tipo de acción CAS y con qué munición.

K02.33

- El JTAC envía CAS *briefing*, que es la información concreta para el ataque e incluye información del objetivo, posición de tropas propias más cercanas, etc.

K02.57

- La aeronave transmite el objetivo y lee datos obligatorios.
- La aeronave envía WILCO / CANTCO, que indica si se puede cumplir la misión o no de esa manera.

K02.59

- El JTAC envía la posición de ataque de la aeronave y la designación del objetivo.

K02.57

- La aeronave vuelve a enviar este mensaje para la correlación del objetivo.

K02.35

- La aeronave transmite este mensaje cuando esté listo para el ataque.

K02.58

- El JTAC autoriza ataque por voz.

K02.28

- El JTAC envía CASBDA, que es la evaluación de los daños de combate que provoca el apoyo aéreo.
- La aeronave confirma recepción.

- Estado final: la aeronave proporciona el apoyo aéreo al JTAC.

#### 3.2.4. Seguimiento de tropas

Además de las tareas descritas, con la integración el JTAC podría disponer de información sobre el desarrollo de la maniobra terrestre, lo que anteriormente se definió como *Blue / Red force tracking*. La integración con TALOS permitiría ir actualizando esa información, conociendo en tiempo real la posición o tropas propias, así como también del enemigo.

- Contexto de la misión: la unidad terrestre está maniobrando y el JTAC debe actualizar posiciones propias para controlar la acción CAS.
- Descripción del mensaje VMF:
  - El JTAC solicita actualización de la situación por voz o *Free Text* (K01.1).
  - La unidad de maniobra envía mensaje (K05.1 *Position Report* o K5.14 *Situation Report*).
- Estado final: el JTAC importa la situación de tropas propias en su propio sistema.



## ESTUDIO DE LA VIABILIDAD PARA LA INTEGRACIÓN DEL JTAC EN LOS SISTEMAS DE MANDO Y CONTROL FUNCIONALES DE APOYOS DE FUEGO

### 3.2.5. Gestión de fuegos

Al estar conectado con el TALOS, el JTAC estaría integrado en los sistemas de gestión de fuegos indirectos, tanto para la gestión del espacio aéreo como para solicitar apoyos de fuego CAS. El JTAC importaría la situación de la artillería desde TALOS a su sistema TAK, y podría solicitar y corregir fuegos terrestres. La situación de la artillería supondría las medidas de coordinación aéreas ACO/ATO, la observación de las acciones de fuego propias y la coordinación de los apoyos de fuego.

- Contexto de la misión: se va a realizar una acción CAS. El JTAC debe gestionar el espacio aéreo para mantener a la ACA a salvo de fuegos indirectos y solicitar apoyos de fuegos en beneficio de la acción CAS.
- Descripción mensaje VMF:
  - El JTAC solicita actualización de la situación de la artillería por voz o *free text* (K01.1).
  - El FDC envía situación de artillería. (K02.18 *Fire Unit Status*) y medidas de coordinación de apoyos de fuegos (K02.15).
  - El FDC realiza el plan de fuegos para observación de objetivos (K02.10) y cuadro de fuegos (K02.8 *Schedule of Fire*).
  - El JTAC envía misión de apoyos de fuego (K02.4 *Call For Fire Mission*).
  - El FDC envía mensaje al observador (K02.14 *Message to Observer*).
  - El JTAC solicita fuego (K02.21 *Req for Clearance to Fire*).
  - El JTAC realiza corrección del fuego (K02.22 *Subsequent Adjust*), finaliza la misión (K02.16 *End of Mission*) o manda alto el fuego (K02.1 *Check Fire*).
  - El FDC envía recepción de fin de misión (K02.25 *End of Mission Notification*).
- Estado final: el JTAC importa la situación de la artillería en su TAK, y solicita y corrige fuegos terrestres.

Como resumen, en la Tabla 4 se muestran las plataformas involucradas para cada misión, la radio a emplear, así como unas observaciones.

**Tabla 4.** Misiones del JTAC con la integración.

<b>Misión</b>	<b>Sistema</b>	<b>Medio de transmisión</b>	<b>Plataforma ajena</b>	<b>Observaciones</b>
Solicitud CAS preplaneada	TALOS	AN/PRC 117G AN/PRC 152A	JFSE diferentes niveles	No requiere VMF o, en su caso, texto libre
Solicitud CAS inmediato	TAK	AN/PRC 117G AN/PRC 152A	AOCC	Normalmente fonía o VMF de texto libre
Ejecución DACAS	TAK	AN/PRC 117G AN/PRC 152A	Aeronave	-
Blue force tracking	TALOS	PR4GV3S	Unidades Terrestres (JTAC)	Comunicación VMF entre TALOS y TAK por otra pasarela
Red force tracking	TALOS	PR4GV3S	Unidades Terrestres (JTAC)	Comunicación VMF entre TALOS y TAK por otra pasarela
Solicitud / ajuste de fuegos terrestres	TALOS	PR4GV3S	FDC/JFSE	La implementación VMF permitiría la interoperabilidad con otros países

Durante este capítulo se ha podido ver que la integración permitiría al JTAC la realización de sus misiones habituales y, además, disponer de información nueva que le permita desarrollar su trabajo en mejores condiciones. Por tanto, podemos concluir que la integración de TAK y TALOS es viable técnicamente.

#### 4. ANÁLISIS DE RIESGOS

Una vez analizada la viabilidad operativa de la integración se ha realizado un análisis de riesgos de la misma. Para realizar este análisis se ha recibido el asesoramiento de personal experto. Este análisis consiste en la identificación de factores conocidos y desconocidos que podrían afectar en la integración del TALOS en el TAK. Para cada uno de ellos se ha determinado la probabilidad de suceder (asignando un valor entre 1 y 3) y el impacto que produciría (calificado como bajo, medio o alto).

En función de la combinación entre la probabilidad de suceder y del posible impacto que causaría, cada riesgo se clasifica en función del grado de criticidad, tal como se muestra en la Figura 12. El color rojo representa el riesgo más crítico, al ser el riesgo de mayor impacto si se llega a materializar. El color naranja representa un riesgo medio-alto, es importante llevar un análisis continuo de estos riesgos por si pueden llegar a ser críticos o si se pueden obviar. Por último, el color amarillo y verde son los riesgos considerados como medios y bajos, respectivamente, contra los que no se prevé ninguna acción. [28]

Probabilidad	3			
	2			
	1			
		Bajo	Medio	Alto
Impacto				

**Figura 12.** Matriz de riesgos con la clasificación de riesgos por colores [Elaboración propia]

Como principales riesgos a analizar se han recogido los siguientes:

- Incompatibilidad entre los *softwares* TAK y TALOS.
- Requisitos de interoperabilidad del VMF.
- Interferencias por situaciones del terreno.
- Problemas para conseguir la licencia del VMF.
- Ataques electrónicos, como *jamming*.
- Interceptación, detección y explotación de comunicaciones.
- Incompatibilidad del *software* JECL con TAK.

En la Tabla 5 se han recogido los riesgos que pueden afectar a la integración. El análisis de riesgos completo se encuentra en el Anexo 4.

**Tabla 5.** Riesgos de la integración.

Descripción	Causa del riesgo	Clase	Efectos del riesgo
Incompatibilidad software TAK/TALOS	Incompatibilidad de ambos softwares	3A	Fallos en la integración entre ambos softwares, trabajan en diferente malla
Requisitos de interoperabilidad del VMF	Incompatibilidad de versión, forma de onda y cifrado	3M	Imposibilidad de que las radios transmitan mensajes VMF
Incompatibilidad software JECL con TAK	No viabilidad entre los requisitos de interoperabilidad de ambos	2A	Imposibilidad de conseguir la transmisión de mensajes VMF
Interferencias por situaciones del terreno	Operaciones en lugares con relieve abrupto	2M	Fallo comunicación aeronave/JTAC
Problema para conseguir licencia del VMF	Se adquirirán un número pequeño de licencias debido al elevado coste	2M	Pocos terminales dispondrán de esas licencias
Ataques electrónicos, como <i>jamming</i>	Ataque por radiación electromagnética que desactiven los recursos del sistema	1M	Inutilización de software por fonía/datos
Interceptación, detección y explotación de comunicaciones	Ataque del enemigo vía satélite	1A	Imposibilidad de comunicación

Con respecto a los valores de probabilidad e impacto asociado a cada riesgo, se ha asignado el valor más alto de criticidad a la incompatibilidad software TAK/TALOS, ya que nunca se ha realizado una prueba con ambos. TAK se utiliza para apoyos aéreos y TALOS para apoyos terrestres y se necesita que ambos trabajen en una misma malla sin presentar problemas para integrarse.

El segundo riesgo más crítico son los requisitos de interoperabilidad del VMF, al cual se le ha asignado la probabilidad más alta y un impacto medio. El motivo de estos valores es que al ser VMF un protocolo nuevo aún se deben realizar un mayor número de pruebas para conocer cuáles son sus incompatibilidades con las radios que se encuentran actualmente en dotación en el Ejército de Tierra.

En tercer lugar, se encuentra la incompatibilidad del *software* JECL con TAK, con una probabilidad medio-alta, ya que, pese a que TAK tiene capacidad para interoperar con otros sistemas, no se han llevado a cabo pruebas con JECL para confirmar que se puedan comunicar ambos *softwares*.

En cuarto lugar, se encuentran las interferencias por situaciones del terreno y el problema para conseguir la licencia del VMF. A ambos se le ha asignado una probabilidad e impacto medio. Por un lado, el JTAC en ocasiones se verá obligado a comunicarse con aeronaves en terrenos que dificulten la comunicación, aunque no le he asignado una probabilidad alta ya que las radios a emplear con la aeronave poseen gran potencia. Por otro lado, debido a que el precio de *softwares* que sean capaces de generar mensajes VMF es alto, se llegarían a adquirir pocas licencias. Se

## ESTUDIO DE LA VIABILIDAD PARA LA INTEGRACIÓN DEL JTAC EN LOS SISTEMAS DE MANDO Y CONTROL FUNCIONALES DE APOYOS DE FUEGO

ha asignado un valor medio porque VMF poco a poco está estableciéndose como protocolo de mensajes estándar y puntero en los ejércitos, de forma que su adquisición no sería un problema. Un claro ejemplo lo tenemos con su uso por parte de Estados Unidos.

Por último, se encuentran los ataques electrónicos y la interceptación, detección y explotación de las comunicaciones. A ambos se les ha asignado la probabilidad más baja, ya que al realizarse comunicaciones por datos se posee una mayor inmunidad a partir de los diferentes elementos de seguridad en transmisiones.

En la Tabla 6 se muestra el número de riesgos de cada clase, así como el total de riesgos.

**Tabla 6.** Número de cada tipo encontrados en el análisis de riesgos

<b>Probabilidad</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
		<b>Bajo</b>	<b>Medio</b>	<b>Alto</b>
		<b>Impacto</b>		

<b>Clase de riesgo</b>	<b>Número</b>
<b>Crítico</b>	<b>1</b>
<b>Medio-alto</b>	<b>2</b>
<b>Medio</b>	<b>4</b>
<b>Bajo</b>	<b>0</b>
<b>Total</b>	<b>7</b>

Por otro lado, para cada riesgo se han propuesto medidas para reducir su grado de criticidad, de tal forma que su relevancia no impida el desarrollo de la integración. A continuación, se explican dichas medidas:

- Incompatibilidad *software* TAK / TALOS: debido a que TAK trabaja con radio Harris y TALOS con PR4GV3S las mallas son diferentes. Una alternativa sería trabajar con ambas radios en frecuencia fija digital, de tal forma que se podrían integrar ambas aplicaciones.
- Requisitos de interoperabilidad del VMF: pese a que las radios PR4GV3S, Harris AN/PRC 152A y Harris AN/PRC 117G pueden transmitir datos, su forma de onda empleada, así como su capacidad IP pueden ocasionar errores en la transmisión de mensajes VMF. Como medida a adoptar estaría el trabajar con una forma de onda diferente o recurrir al gestor de comunicaciones (GESCOM<sup>16</sup>) [29] para poder asociar la radio a una IP.
- Incompatibilidad del *software* JECL con TAK: sabemos que JECL permite realizar misiones DACAS, y, por tanto, generar y transmitir mensajes VMF. Si JECL no es compatible con TAK, la alternativa sería la búsqueda de otro *software* que si lo permitiera.
- Interferencias por situaciones del terreno: la alternativa para conseguir que no se produzcan interferencias es que el JTAC permanezca con la aeronave en pleno contacto LOS. Para ello se podrían buscar rutas con terreno menos abrupto o contar con el apoyo de OAV o NFO para mantener en todo momento la visualización con la aeronave.

<sup>16</sup> Es una solución táctica definida por Software y personalizada para Ejército de Tierra que incluye capacidades avanzadas para el encaminamiento de datos IP, telecontrol y gestión de la voz en las redes radio de combate.

- Problema para conseguir licencia del VMF: debido al elevado coste de las licencias de JECL y VLAD se adquirirían pocas, lo que provocaría que pocos terminales pudieran usarse y pocos JTAC tuvieran esa licencia. Como alternativa se podría contactar con otra empresa interesada en el producto, que proporcionase un *software* capaz de transmitir mensajes VMF a un precio más asequible.
- Ataques electrónicos como *jamming*: una alternativa sería contar con medidas de protección electrónica con cifrado de seguridad en las comunicaciones COMSEC (de *communications security*). COMSEC proporciona servicios cifrados de voz, mensajería instantánea y vídeo sobre teléfonos móviles y ordenador, empleando cualquier red celular, inalámbrica o satelital a nivel mundial. [30]
- Interceptación, detección y explotación de comunicaciones: una alternativa sería contar con medidas de protección electrónica basadas en saltos de frecuencia en la seguridad de las transmisiones TRANSEC (de *transmissions security*). Se trata de medidas (controles de seguridad) aplicadas a las transmisiones con el fin de evitar la interceptación, interrupción de la recepción, engaño de las comunicaciones y/o derivación de inteligencia mediante el análisis de características de transmisión, como parámetros de señal o mensajes externos. [31]

En la Tabla 7 se recoge la descripción del riesgo, la clase asignada inicialmente y la clase de riesgo que finalmente se obtendría tras introducir las medidas. Como se puede comprobar los riesgos más graves y por tanto influyentes en la integración son la incompatibilidad del *software* del TAK con el del TALOS y los requisitos de interoperabilidad del VMF. A través de las medidas adoptadas se consigue que ambos riesgos se reduzcan y sean menos críticos, consiguiendo que las clases de riesgos sean de criticidad media (de color amarillo en la tabla). Por otro lado, el resto de riesgos tras las medidas tienen una probabilidad e impacto bajos, siendo la clase de riesgo baja (de color verde en la tabla).

**Tabla 7.** Clase de riesgo tras las medidas adoptadas.

Descripción del riesgo	Clase de riesgo	
	Inicial	Tras medidas
Incompatibilidad software TAK / TALOS	3A	2M
Requisitos de interoperabilidad del VMF	3M	2M
Incompatibilidad software JECL con TAK	2A	2L
Interferencias por situaciones del terreno	2M	1L
Problema para conseguir licencia del VMF	2M	1L
Ataques electrónicos como <i>jamming</i>	1M	1L
Interceptación, detección y explotación de comunicaciones	1A	1L

## ESTUDIO DE LA VIABILIDAD PARA LA INTEGRACIÓN DEL JTAC EN LOS SISTEMAS DE MANDO Y CONTROL FUNCIONALES DE APOYOS DE FUEGO

Podemos concluir el análisis de riesgos afirmando que los riesgos para que se lleve a cabo la integración, teniendo en cuenta las medidas alternativas propuestas, son pocos y con una probabilidad e impacto que no requieren acciones de prevención contra ellos.

## 5. ANÁLISIS DE COSTES

En este apartado se va a realizar un estudio sobre el coste del equipo necesario para la integración de TAK y TALOS. En la Tabla 8 se presenta un resumen de todos los materiales que son necesarios para llevar a cabo la integración y que se han descrito anteriormente.

**Tabla 8.** Materiales necesarios integración TAK / TALOS.

Equipo	Cantidad	Aplicaciones
Radio Harris AN/PRC 152A (radio segura encriptada LOS)	2	Comunicación con avión. Una radio para la frecuencia primaria y otra para secundaria (VHF/UHF/SATÉLITE), ya que el JTAC tiene asignadas una frecuencia primaria UHF y una secundaria UHF o VHF. Hay que estar pendiente de ambas, dependiendo de la frecuencia que use la aeronave.
Radio Harris AN/PRC 117G + kit vehicular (antena, altavoz y alimentación)	1	Vehicular (VHF/UHF/SATÉLITE). Comunicación con AOCC, debido a que esta es más potente que la AN/PRC 152A.
Radio PR4GV3S	2	Radio empleada para la malla de TALOS. Es necesaria una para el JTAC y otra para el operador TALOS para que se comuniquen entre sí por mensajes VMF.
Concentradores de radio	2	Uno para Harris-Harris y otro para Harris-PR4GV3S. De tal forma que se permita la comunicación entre dos radios Harris y una radio Harris con una PR4GV3S.
Procesador VLAD	1	Permite a la radio PR4GV3S el intercambio de mensajes VMF. Necesario para la comunicación entre el JTAC y el operador TALOS.
Tablet ruggedizada (android) + TAK (android) + software JECL	1	Disponer de la aplicación TAK con el software JECL, de forma que se pueda transmitir mensajes VMF por medio de las radios Harris AN/PRC 152A, Harris AN/PRC 117G Y PR4GV3S.

Se ha contactado con las empresas suministradoras de estos materiales para pedirles un presupuesto de los mismos. En la Tabla 9 se muestra el coste de cada material y el coste total.



## ESTUDIO DE LA VIABILIDAD PARA LA INTEGRACIÓN DEL JTAC EN LOS SISTEMAS DE MANDO Y CONTROL FUNCIONALES DE APOYOS DE FUEGO

**Tabla 9.** Presupuesto del equipo necesario para la integración del TALOS en el TAK

Material	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Harris AN/PRC 152A	2	33.000 €	66.000 €
Harris AN/PRC 117G	1	88.000 €	88.000 €
Radio PR4GV3S	2	34.480 €	68.960€
Concentradores de radio	2	1.500 €	3.000 €
Procesador VLAD	1	13.500 €	13.500 €
Tablet ruggedizada (android) + TAK (android) + software JECL	1	1.500 € + 17.000 € + 15.660 €	1.500 € + 17.000 € + 15.660 €
TOTAL	9		273.620 €

Por tanto, tras realizar el análisis económico se puede afirmar que la adquisición del equipo tiene un coste asumible.

## 6. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

La ACA realiza apoyos de fuego en las operaciones terrestres, la coordinación de esos apoyos de fuego se lleva a cabo mediante el TALOS. Además, en la actualidad se llevan apoyos de fuego aéreos, los cuales son dirigidos por el JTAC. El JTAC es quien solicita el apoyo de fuego al JFSE y envía un mensaje a la aeronave con los datos necesarios. En la actualidad, la aplicación TAK que utiliza el JTAC no está integrada con TALOS, por lo que el JTAC recibe los datos por voz y debe introducirlos a mano en su sistema. Asimismo, también envía el CAS a la aeronave por voz, lo que puede dar lugar a problemas si se dan barreras lingüísticas, por ejemplo. Todo esto conlleva pérdidas de tiempo que pueden hacer que la situación cambie desde que se solicita el CAS hasta que se realiza. Debido a esto es necesario explorar la posibilidad de transmisión de datos entre el TAK y el TALOS, de esta manera estos dos sistemas estarían integrados. Por otra parte, con la capacidad de comunicación por datos permitiría que el JTAC envíe un DACAS a la aeronave.

Por ello, en este Trabajo de Fin de Grado se ha estudiado la viabilidad operativa de dicha integración. Para ello se ha hecho un estudio comparativo de las capacidades de ambos programas. Además, mediante entrevistas a JTAC expertos en el tema se ha analizado las necesidades de la transmisión de datos por parte del JTAC, tanto con TALOS como con la aeronave. Consecuentemente se ha elegido como protocolo para la transmisión de datos los mensajes VMF, descartando otros como LINK 16. Además, se ha completado el estudio de viabilidad con un análisis de riesgos y un análisis de costes.

Las conclusiones más importantes de este trabajo son las siguientes:

A partir de la información obtenida en las entrevistas a los expertos, se ha llegado a la conclusión de que TALOS y TAK son interoperables con otros *softwares* y es posible que se consiga el enlace entre ambos. Para ello se debe utilizar el protocolo VMF, pero como ni TALOS ni TAK pueden usar este protocolo de forma nativa es necesario utilizar otros programas específicos.

En concreto, para la transmisión de datos entre el JTAC y la aeronave se necesitaría una radio AN/PRC 152A o AN/PRC 117G y la instalación del programa JECL en TAK, lo que le permitiría la transmisión de mensajes VMF. Por otra parte, para la integración entre TALOS y TAK se necesitaría una radio PR4GV3S, que no es compatible con JECL, por lo que se debe usar el procesador VLAD.

Del análisis de riesgos se concluye que los riesgos más graves son la incompatibilidad del *software* de TAK y TALOS, y los requisitos de interoperabilidad del VMF. Se han propuesto medidas para reducir estos riesgos, pudiéndose afirmar que con esas medidas los riesgos para que se lleve a cabo la integración son pocos y con una probabilidad e impacto que no requieren más acciones de prevención.

Por último, del análisis de costes se ha determinado que económicamente se podría permitir la adquisición de esos equipos y medios.

Es necesario para el ejército español el innovar y avanzar en cuanto al equipo, ya que sería una forma de igualar las capacidades con otros ejércitos y realizar misiones con mayor seguridad y exactitud.

El estudio de dicha integración puede aportar bastantes cosas positivas en lo referente a la fuerza 2035, en la cual se contempla una evolución de capacidades de fuegos que sitúan la realización de DACAS entre 2024 y 2030, con un cambio de escenario del campo de batalla más tecnológico y avanzado. Por tanto, de cara a un futuro cercano sería necesario el realizar pruebas reales con los *softwares* y las radios propuestas en este trabajo de tal forma que si son exitosas proporcionarían una capacidad de realizar apoyos de fuegos mayor a nuestras fuerzas armadas.

Además, sería importante la adquisición de un sistema para la transmisión de vídeo como el ROVER, lo que supondría un gran avance tanto en los apoyos aire – aire como en los apoyos

## ESTUDIO DE LA VIABILIDAD PARA LA INTEGRACIÓN DEL JTAC EN LOS SISTEMAS DE MANDO Y CONTROL FUNCIONALES DE APOYOS DE FUEGO

aire – tierra llevados a cabo por el JTAC. Este facilitaría la adquisición de los objetivos mediante la señal de vídeo en *streaming*, así como imágenes captadas por el radar y que, por tanto, complementarían la realización del DACAS.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Coordinación y ejecución del apoyo de fuego integrado. Talos GMV. Recuperado de <https://www.gmv.com/es-es/productos/defensa-y-seguridad/talos-gmv>. [10-09-2021]
- [2] Defensa y Seguridad. (2021, mayo). El sistema de mando y control desarrollado por GMV para la DGAM habilita la integración de España en ASCA. Talos GMV. Recuperado de <https://www.gmv.com/es-es/comunicacion/noticias/el-sistema-de-mando-y-control-desarrollado-por-gmv-para-la-dgam-habilita-la>. [10-09-2021]
- [3] Mando de Adiestramiento y Doctrina. (2015). PD3-315. Apoyos de fuego.
- [4] Mando de Adiestramiento y Doctrina. (2018). PD4-304. Empleo de la ACA.
- [5] GMV. (2017). TALOS Táctico – Manual de usuario.
- [6] Joint Airspace Control. (2014, noviembre). Joint Publication 3-52.
- [7] Time and Navigation. (2012). Blue force tracker. Recuperado de <https://timeandnavigation.si.edu/multimedia-asset/the-blue-force-tracker-system>.
- [8] Apoyo aéreo cercano. (2013). Recuperado de [http://www.users.on.net/~jase\\_ash/http://www.users.on.net/~jase\\_ash/city-life-photos/styled-10/](http://www.users.on.net/~jase_ash/http://www.users.on.net/~jase_ash/city-life-photos/styled-10/).
- [9] Maj M. Mantegazza. (2003). The air operations. NRDC – IT, 1.
- [10] Educalingo. Call sign. Recuperado de <https://educalingo.com/es/dic-en/call-sign>.
- [11] Ansley. Línea de visión (LOS). Techinfo. Recuperado de <https://techinfo.wiki/linea-de-vision-los/>.
- [12] Thales. PR4GV3S. Recuperado de <https://www.thalesgroup.com/es/pr4g-fstnet>.
- [13] Instantánea: ATAK aumenta la conciencia de la situación, la comunicación y altera la comprensión de las acciones en todas las agencias. (2017, noviembre). Homeland Security. Recuperado de <https://www.dhs.gov/science-and-technology/news/2017/11/17/snapshot-atak-increases-situational-awareness-communication>.
- [14] Servicios ATAK. Conciencia situacional en la palma de tu mano. Recuperado de <http://www.ds2.com/Services/ATAK-Services>.
- [15] ATAK-CIV (Android Team Awareness Kit - Civil Use). (2020, septiembre). Google Play. Recuperado de <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.atakmap.app.civ&hl=es&gl=US>.
- [16] Cosentino, L. Software de los sistemas de control de acceso. Revista negocios de seguridad, capítulo VIII.
- [17] Rebel Alliance. Aplicación Safe Strike. Recuperado de <http://www.rebelalliance.it/>
- [18] Calvo Tiemblo, J. (2020). VMF (VARIABLE MESSAGE FORMAT). Memorial del arma de ingenieros, número 104.
- [19] NATO STANDARDIZATION OFFICE (NSO). (2019, abril). TACTICS, TECHNIQUES AND PROCEDURES FOR CLOSE AIR SUPPORT AND AIR INTERDICTION. ATP – 3.3.2.1. Edition D, Version 1.
- [20] March, S. (2019). El Ejército de Tierra y TecnoBit transmiten mensajes VMF con radios tácticas. Recuperado de <https://fly-news.es/defensa-industria/ejercito-tierra-tecnobit-transmiten-mensajes-vmf-radios-tacticas/>.
- [21] Infoidioma. Inglés SLP todo lo que necesitas saber. Recuperado de <https://infoidioma.com/ingles-slp-todo-lo-que-necesitas-saber/>.
- [22] UAV Navigation. (2021, marzo). Recuperado de <https://www.uavnavigation.com/es/empresa/blog/introduccion-satcom-move-satcom-en-movimiento>.
- [23] L3HARRIS. RADIO PORTÁTIL DE RED DE BANDA ANCHA AN / PRC-152A. Recuperado de <https://www.l3harris.com/all-capabilities/falcon-iii-an-prc-152a-wideband-networking->

## ESTUDIO DE LA VIABILIDAD PARA LA INTEGRACIÓN DEL JTAC EN LOS SISTEMAS DE MANDO Y CONTROL FUNCIONALES DE APOYOS DE FUEGO

[handheld-radio](#).

[24] L3HARRIS. AN/PRC-117G(V)1(C) MULTIBAND NETWORKING MANPACK RADIO. Recuperado de <https://www.l3harris.com/all-capabilities/an-prc-117gv1c-multiband-networking-manpack-radio>.

[25] Grupo Oesia. (2021). Tactical Data Links. Recuperado de <https://grupooesia.com/tactical-data-links/>.

[26] JECL. Joint Effects and Coordination Link. Ensuring Digital Interoperability Across the Battlefield. Recuperado de <https://www.staudertech.com/jecl/>.

[27] Merriam-Webster. Deconflcción. Recuperado de <https://www.merriam-webster.com/dictionary/deconflction>.

[28] CUD. Oficina de proyectos (curso 2020-2021). Tema 5: gestión de riesgos.

[29] RFE Española. GESCOMET. (2018). Recuperado de <https://www.rfe.es/gescomet/>.

[30] COMSec. Indra Company. Máxima seguridad en sus comunicaciones. Recuperado de <https://comsec.indracompany.com/es>.

[31] TRANSec. Seguridad de las transmisiones. Techinfo. Recuperado de <https://techinfo.wiki/seguridad-de-transmision-transec/>.

[32] Infodefensa. Thales actualizará los radios PR4G del Ejército. Recuperado de <https://www.infodefensa.com/texto-diario/mostrar/3074235/thales-actualizara-radios-pr4g-ejercito>.

# ANEXOS

## ANEXO 1

### 9 LINE CLOSE AIR SUPPORT BRIEF

FAC: " _____, this is _____, standing by for aircraft check-in"				
<b>Pilot Callsign / Mission #</b>				
<b>Number and type of aircraft</b>				
<b>Position and altitude</b>				
<b>Ordinance</b>				
<b>Time on station</b>				
<b>Abort Code</b>				
<b>Additional Remarks</b>				
<i>Provide friendly, enemy situation and game plan to pilot</i>				
FAC: "Stand by for 9 line, I am not a JTAC"				
<b>1</b>	<b>IP / BP</b>	Initial point (FW) or battle position (RW)		
<b>2</b>	<b>Heading</b>	Degrees Magnetic, IP / BP to Tgt	<b>Offset</b>	<b>Left</b> <b>Right</b>
<b>3</b>	<b>Distance</b>	IP / BP to Tgt in nautical miles for FW, Center of BP to Tgt in meters for RW		
<b>4</b>	<b>Target Elevation</b>	Feet MSL (meters x 3.3 = feet)		
<b>5</b>	<b>Target Description</b>	How many, what it is, degree of protection		
<b>6</b>	<b>Target Location</b>	Include 100,000 meter grid identification		
<b>7</b>	<b>Type Mark</b>	WP, Illum, Laser, IR pointer	<b>Laser Code</b>	1111, 1688
<b>8</b>	<b>Friendlylies</b>	From Target, cardinal direction and distance in meters		
<b>9</b>	<b>EGRESS</b>	"EGRESS":	Cardinal / subcardinal direction and location (CP / IP) as required	
FAC: "Say when ready to copy remarks"				
<b>Remarks</b>		Stay above / below, No Fly Areas		
<b>Final Attack Heading</b>		Degrees magnetic	<b>Laser Target Line</b>	Degrees magnetic
<b>Threats</b>		Description, cardinal direction from target, distance in meters, type of suppression		
<b>Active Gun Target Line</b>		TOT / TTT      or      "PUSH ASAP"		
FAC: "Say when ready for amplifying information". Give pilot talk-on to TGT, big to small				

## ANEXO 2

<b>PETICIÓN DE FUEGO</b>			
Grupo	Bia.	Fecha	Hora Observador Estado n.º
<b>1. Identificación del observador y orden de alerta.</b>			
aquí Acción de fuego		N.º/Denominación de objetivo	
Corregir / En eficacia / Supresión inmediata de			
U.s. en eficacia			
Cartesianas /	Polares / Respecto a CAMBIO		
<b>2. Situación del objetivo.</b>			
Polares	OLO	Distancia	Alto/Bajo CAMBIO
Cartesianas	Coordenadas	Cota	CAMBIO
Respecto Ref.	OLO	Dcha./Izda.	+/- Alto/Bajo CAMBIO
<b>3. Descripción del objetivo. Método de ataque, tiro y control.</b>			
Descripción del Obj.: Tipo Obj. Protección Forma y dimensiones			
	Actividad		
	Puntal / Radio		
	X Orientación		
	Orientación		
Método de ataque:			
Clase de corrección: Cor. Elemental/	TEX / Destrucción	Seguridad tropas	Tropas propias cerca
Trajectory: Primer sector /	Segundo sector		
Munición: Corrección: Rompedor /	Iluminante / Otro		
Eficacia: Rompedor /	PELG. / PEL. / PEH. /	Espeleta: PI/	MT. / VT. / en eficacia
	Otro		
Volumen de fuego:	disparos		
Distribución del fuego:	Paralelo / Haz convergente / abierto / barrido / especial		
Sistema de ejecución y control del tiro:			
Sistema de ejecución:	PEL.		
Sistema de control: Cuando estén listas /	a mi orden /	TOT.	minutos a partir de ahora
	Otro:	a las	
OLO.	(Sólo cartesianas)	CAMBIO	
<b>4. Mensaje al Observador. MAO.</b>			
N.º objetivo: / espere / fin de la acción			
Unidad en eficacia	Unidad que corrige	Modificaciones	
N.º de objetivo	Epl.	Ang. Obs.	Duración trayecto

[illegible]

## ANEXO 3

NATO AIR SUPPORT REQUEST (ASR)				See ATP 3.3.2 for preparation instructions	
SECTION I - MISSION REQUEST				DATE	
1. UNIT CALLED		THIS IS		REQUEST NUMBER	
				SENT	
				TIME BY	
2. PREPLANNED: <input type="checkbox"/> A PRECEDENCE		<input type="checkbox"/> B PRIORITY		RECEIVED	
IMMEDIATE: <input type="checkbox"/> C PRIORITY				TIME BY	
3. TARGET IS/NUMBER OF					
<input type="checkbox"/> A PERS IN OPEN		<input type="checkbox"/> B PERS DUG IN		<input type="checkbox"/> C WPNS/MG/RR/AT	
<input type="checkbox"/> E AAA ADA		<input type="checkbox"/> F RKTS MISSILE		<input type="checkbox"/> G ARMOR	
<input type="checkbox"/> I BLDGS		<input type="checkbox"/> J BRIDGES		<input type="checkbox"/> K PILLBOX, BUNKERS	
<input type="checkbox"/> M CENTER (CP, COM)		<input type="checkbox"/> N AREA		<input type="checkbox"/> O ROUTE	
<input type="checkbox"/> Q REMARKS				<input type="checkbox"/> D MORTARS, ARTY	
				<input type="checkbox"/> H VEHICLES	
				<input type="checkbox"/> L SUPPLIES, EQUIP	
				<input type="checkbox"/> P MOVING N E S W	
4. TARGET LOCATION IS					
<input type="checkbox"/> A (COORDINATES)		<input type="checkbox"/> B (COORDINATES)		<input type="checkbox"/> C (COORDINATES)	
<input type="checkbox"/> E TGT ELEV		<input type="checkbox"/> F SHEET NO.		<input type="checkbox"/> G SERIES	
				<input type="checkbox"/> H CHART NO.	
5. TARGET TIME/DATE					
<input type="checkbox"/> A ASAP		<input type="checkbox"/> B NLT		<input type="checkbox"/> C AT	
				<input type="checkbox"/> D TO	
6. DESIRED ORD/RESULTS					
<input type="checkbox"/> A		ORDNANCE			
<input type="checkbox"/> B DESTROY		<input type="checkbox"/> C NEUTRALIZE		<input type="checkbox"/> D HARASS/INTERDICT	
7. FINAL CONTROL					
<input type="checkbox"/> A FAC/RABFAC		<input type="checkbox"/> B CALL SIGN		<input type="checkbox"/> C FREQ	
<input type="checkbox"/> D CONT PT					
8. REMARKS					
1. IP					
2. HDNG MAG OFFSET: L/R					
3. DISTANCE					
4. TGT ELEVATION FEET MSL					
5. TGT DESCRIPTION					
6. TGT LOCATION					
7. MARK TYPE CODE					
8. FRIENDLIES					
9. EGRESS					
THE FOLLOWING MAY BE INCLUDED IN THE "REMARKS", IF REQUIRED:					
BCN-TGT		MAG		BCN GRID	
BCN-TGT		METERS		TGT GRID	
BCN ELEVATION		FEET MSL			
SECTION II - COORDINATION					
9. NSFS		10. ARTY		11. AIO/G-2/G-3	
12. REQUEST		13. BY		14. REASON FOR DISAPPROVAL	
<input type="checkbox"/> APPROVED					
<input type="checkbox"/> DISAPPROVED					
15. RESTRICTIVE FIRE/AIR PLAN		16. IS IN EFFECT			
<input type="checkbox"/> A IS NOT IN EFFECT		<input type="checkbox"/> B NUMBER		<input type="checkbox"/> A (FROM TIME)	
				<input type="checkbox"/> B (TO TIME)	
17. LOCATION		18. WIDTH (METERS)		19. ALTITUDE/VERTEX	
<input type="checkbox"/> A (FROM COORDINATES)		<input type="checkbox"/> B (TO COORDINATES)		<input type="checkbox"/> A (MAXIMUM/VERTEX)	
				<input type="checkbox"/> B (MINIMUM)	
SECTION III - MISSION DATA					
20. MISSION NUMBER		21. CALL SIGN		22. NO. AND TYPE AIRCRAFT	
23. ORDNANCE		24. EST/ACT TAKEOFF		25. EST TOT	
26. CONT PT (COORDS)		27. INITIAL CONTACT		28. FAC/FAC(A)/TAC(A) CALL SIGN/FREQ	
29. AIRSPACE COORDINATION AREA		30. TGT DESCRIPTION		*31. TGT COORD/ELEV	
32. BATTLE DAMAGE ASSESSMENT (BDA) REPORT (USMTF INFLTREP)					
LINE 1/CALL SIGN		LINE 4/LOCATION			
LINE 2/MSN NUMBER		LINE 5/TOT			
LINE 3/REQ NUMBER		LINE 6/RESULTS			
REMARKS				* TRANSMIT AS APPROPRIATE	

NATO AIR SUPPORT REQUEST, NOV 2017

PREVIOUS EDITION MAY BE USED.

Reset

Adobe Professional 7.0



# ESTUDIO DE LA VIABILIDAD PARA LA INTEGRACIÓN DEL JTAC EN LOS SISTEMAS DE MANDO Y CONTROL FUNCIONALES DE APOYOS DE FUEGO

## ANEXO 4

ID	Descripción riesgo	Categoría riesgo	Causa del riesgo	Impacto (H,M,L)	Probabilidad (1,2,3)	Clase riesgo	Efectos riesgo	Medida / Alternativas	Clase riesgo tras medida
1	Incompatibilidad software TAK/TALOS		Incompatibilidad de ambos softwares	H	3	3H	Fallos en la integración entre ambos softwares, trabajan en diferente malla	Trabajar con frecuencia fija digital	2M
2	Requisitos de interoperabilidad del VMF		Incompatibilidad de versión, forma de onda y cifrado	M	3	3M	Imposibilidad de que TAK/TALOS generen mensajes VMF	Estudio de nuevas versiones interoperables	2M
3	Interferencias por situaciones del terreno		Operaciones en lugares con relieve abrupto	M	2	2M	Fallo comunicación aeronave/JTAC	Ruta de la aeronave en permanente contacto con el JTAC (LOS)	1L
4	Problema para conseguir licencia del VMF		Se adquirirán un número pequeño de licencias debido al elevado coste	M	2	2M	Pocos terminales dispondrán de esas licencias	Otra empresa interesada en desarrollar el producto	1L
5	Ataques electrónicos como "jamming"		Ataque realizado por el enemigo por radiación electromagnética	M	1	1M	Inutilización de software por fonía/datos	Medidas de protección electrónica con cifrado (COMSEC)	1L
6	Interceptación, detección y explotación de comunicaciones		Ataque del enemigo vía satélite	H	1	1H	Imposibilidad de comunicación	Medidas de protección electrónica basadas en salto de frecuencia (TRANSEC)	1L
7	Incompatibilidad software JECL con TAK		No viabilidad entre los requisitos de interoperabilidad de ambos	H	2	2H	Imposibilidad de conseguir la transmisión de mensajes VMF	Búsqueda de otro software que sea compatible	2L

## ANEXO 5

### ENTREVISTAS

#### Entrevista 1

1º. ¿En qué situación se encuentra el JTAC actualmente?

La capacidad JTAC ha sido implantada en el ET desde hace relativamente poco tiempo. Por lo tanto, en muchos aspectos, todavía estamos en los comienzos y empezando a rodar. Esto se aprecia, principalmente, en las carencias de material específico que todavía tenemos, tanto en cantidad de equipo como en la falta de ciertas capacidades. Pero esta falta de madurez de la capacidad JTAC implica también otros aspectos, como la falta de suficientes JTAC I/E, o incluso la falta de JTAC cualificados en las unidades.

2º. ¿Opina que el JTAC posee los medios suficientes para realizar su labor? ¿Qué radio poseen actualmente en dotación?

Actualmente el ET tiene 3 conjuntos “completos” de material JTAC, que incluyen radios, designador láser, cámara térmica, punteros IR, telémetro moskito, etc. Cuando digo completos, me refiero a que incorporan todos los elementos que ya ha adquirido el ET. No obstante, siguen faltando elementos pendientes de adquisición, como son la capacidad DACAS (CAS digital), FMV (de *Full Motion Video*), elementos para levantar coordenadas con TLE Cat I y II, elementos de gestión de energía e información, etc. Por lo tanto, los conjuntos que tenemos actualmente son suficientes para una gran mayoría de las situaciones, ya que contienen el elemento esencial para que se pueda ejecutar CAS, las transmisiones entre el piloto y el JTAC. No obstante, la falta de esos elementos que todavía no se han adquirido redunda en controles más lentos y menos seguros, al tener que sustituir las ventajas que nos ofrecerían esos elementos por otros menos idóneos. Además, al disponer solo de tres juegos de material, no todos los JTAC tienen acceso al mismo. Por lo tanto, hay que estar solicitándolo y desplazándose a recogerlo ante cualquier oportunidad de adiestramiento. Además, los integrantes del equipo JTAC tienen pocas oportunidades para adiestrarse en su manejo.

Por otro lado, a día de hoy los JTAC contamos con la radio PR4GV3S. Dicha radio es útil para la comunicación con unidades terrestres, pero para enlazar con aeronaves necesitamos de radios como la AN / PRC 152A o AN / PRC 117G. Estas radios al no disponer de ellas debemos pedir las a la Compañía de transmisiones.

3º. ¿Qué aplicación usa el JTAC? ¿Qué carencias tiene?

El ET compró licencias de la app Safe Strike, de la empresa italiana Rebel Alliance. Es una aplicación diseñada para ser parte de un sistema de mando y control, facilitando de este modo el seguimiento de las unidades propias (*Blue force tracking*) y el intercambio de información. No obstante, en el caso español, las licencias adquiridas solo incluyen la parte del JTAC, por lo que se convierte en una aplicación Stand-alone, donde el JTAC debe introducir toda la información. La aplicación corre sobre sistema operativo iOS, de Apple. Permite representar gráficamente casi todos los factores que implican al CAS, como posiciones de los IP, trayectorias de fuegos indirectos, radios de efectos de las municiones, conos de designación láser, etc.

La principal carencia es que no permite directamente realizar DACAS y que al ser un sistema Stand-alone requiere la introducción por parte del usuario de toda la información, aumentando el riesgo de error humano.

Por otra parte, está bastante extendido entre los JTAC del ET el uso de la aplicación ATAK. Esta aplicación está pendiente de ser adquirida por parte del ET, sin embargo, hay versiones anteriores abiertas que pueden ser instaladas en terminales *android*.

## ESTUDIO DE LA VIABILIDAD PARA LA INTEGRACIÓN DEL JTAC EN LOS SISTEMAS DE MANDO Y CONTROL FUNCIONALES DE APOYOS DE FUEGO

En principio, aparte de su dudosa legalidad hasta que tengamos las licencias compradas, su principal problema es el mismo que el Safe trike, al ser un sistema Stand-alone es necesario introducir manualmente la información.

Por otra parte, dada la importancia de la integración aire/tierra que lleva a cabo el JTAC, normalmente tiene que estar integrado en los sistemas de mando y control de fuegos terrestres (TALOS) y en ocasiones en el de la unidad de maniobra (habitualmente BMS).

### 4º. ¿Qué aportaría la integración del TALOS? ¿Podría ser integrado?

En caso de que sí:

- ¿Qué medios necesitaría el JTAC para disponer del TAK y la integración del sistema de mando y control TALOS?

Si bien estamos entrando en un aspecto técnico, del que no soy un experto ni tengo grandes conocimientos, lo cierto es que he formado parte de un grupo de trabajo sobre VMF en el ET y he participado en pruebas de VMF sobre radio táctica. Hasta donde yo sé, VMF se ha consolidado como el estándar en mensajería de intercambio de información entre sistemas de mando y control. Es el estándar empleado en DACAS, gracias a que puede ser empleado con radios tácticas y no requiere ningún elemento adicional a los que ya lleva el JTAC. Pero VMF no solo serviría para DACAS. Gracias a su estandarización e interoperabilidad entre diferentes sistemas, sería la vía ideal para integrar ATAK y TALOS. La integración se puede realizar a través de la red radio de combate. Para ello es necesario que la información del sistema se transforme en el formato VMF. Actualmente, hasta donde yo conozco, ninguna de las dos aplicaciones es compatible con VMF de forma nativa, por lo que sería necesario emplear un modem VMF como VLAD o una aplicación como JECL que realice esa misma función.

- ¿Ventajas e inconvenientes de la integración?

Prácticamente todo son ventajas. El JTAC tendría en su propia *tablet* con la aplicación ATAK / Safe Strike toda la información que necesita sobre los fuegos terrestres, tanto para gestionar el espacio aéreo como para solicitar apoyos de fuegos en beneficio de la acción CAS (SEAD, marcas, etc.). Esas peticiones de fuego las generaría en su sistema, pero llegarían directamente a TALOS como una petición de fuego generada por otro terminal TALOS. De este modo, el JTAC no necesita llevar diferentes sistemas y terminales, sino que solo usaría el suyo, que estaría integrado y sería compatible con el resto de sistemas de mando y control. El único inconveniente sería la necesidad de contar con radios para entrar en las diferentes mallas para mantener el enlace de datos con cada sistema de mando y control, aunque esto debe hacerlo igual si está siendo usuario de los sistemas C2 de los que necesita sacar o introducir información.

- ¿Qué misiones del JTAC requerirían el uso del TALOS?

Principalmente, dentro del *Situational Awareness* que necesita el JTAC del campo de batalla, uno de los elementos principales es la situación de los fuegos indirectos terrestres, ya que la ejecución del CAS requiere una detallada gestión del espacio aéreo, para evitar fratricidios y garantizar la seguridad de las aeronaves. Por tanto, el JTAC necesita saber la posición de los medios productores de fuegos indirectos, sus trayectorias, tiempos de vuelo, flecha máxima, etc. Toda esta información la saca del TALOS. Además, como comentaba anteriormente, el JTAC puede hacer uso de los medios de fuego indirecto en beneficio de su acción CAS, solicitando una supresión de las defensas antiaéreas (SEAD), o fuegos para marcar la posición del objetivo, o directamente actuar como un observador avanzado de fuegos para solicitar y corregir el fuego artillero.

En caso de que no:

- ¿Tendría el ET español que ponerse a la altura de otros ejércitos con respecto a los apoyos

de fuego aéreos?

Independientemente de si es posible o no la integración de TALOS con ATAK, lo que es evidente es que el Ejército de Tierra está muy por detrás actualmente de otros ejércitos, no solo de otros países sino también de nuestro EA y Armada. Nos faltan varios elementos que deberían ser normales en la composición del equipo JTAC.

5º. ¿Ha tenido la posibilidad de realizar ejercicios con JTAC de otros países? ¿Qué capacidades poseen respecto al español?

He participado con JTAC de otros países tanto en ejercicios internacionales como en misiones. Nuestras mayores carencias son en cuanto a material, como he mencionado anteriormente. Nos faltan elementos FMV (de *full motion video*), sistemas para levantar coordenadas, DACAS, etc. No obstante, hemos mejorado mucho respecto a los comienzos, hace 6 años. El JTAC, en cualquier ejército y cualquier país, es un elemento muy especializado que emplea medios muy específicos y normalmente de alto carácter tecnológico. Así que ver a un JTAC en cualquier ejercicio normalmente sorprende por todo el equipamiento que porta y su apariencia de “soldado del futuro”. Sin embargo, esas carencias de material hacen que el JTAC del ET parezca “tercermundista” en comparación con el resto, no solo por la falta de material específico, sino también porque no se le dota de elementos que deberían ser comunes a los JTAC, como un porta - placas adecuado para todo el equipo que lleva, un casco adecuado al empleo de auriculares, etc.

6º. ¿Por qué se realizan pruebas con VMF y no con otros protocolos como LINK-16?

Por una parte, LINK-16 requiere unos elementos de hardware específicos, que, al menos los que yo conozco, son de elevado volumen y peso. Por este motivo, su uso se limita normalmente a comunicaciones entre aeronaves o entre las aeronaves e instalaciones fijas, como torres de control. Para un combatiente en primera línea de combate no es adecuado. En cambio, VMF apenas requiere medios adicionales. Además, la propia naturaleza de los mensajes VMF les hacen ideales para adaptarse a diferentes sistemas de transmisión y facilitan la interoperabilidad entre sistemas. Por tanto, VMF no solo sería un estándar para DACAS, sino también para interactuar e integrar varios sistemas de mando y control.

7º. Para concluir, ¿Desea añadir o aportar algo sobre el tema?

La consecución de la integración del sistema de mando y control funcional de apoyos de fuego en el JTAC, ofrecería una oportunidad no solo nacional sino internacional en la cual se podrían realizar colaboraciones con otros ejércitos.

## Entrevista 2

1º. ¿En qué situación se encuentra el JTAC actualmente?

La figura del JTAC en cualquier organización operativa es fundamental. En un frente de batalla cada vez menos definido, con actores no combatientes en juego y con combates a muy poca distancia del enemigo, la potencia de fuego más rápida y precisa se vuelve imprescindible para evitar el fratricidio y los daños colaterales.

En este sentido, el JTAC tiene una formación idónea para garantizar que los apoyos de fuego aéreos se llevan a cabo en estas condiciones de rapidez y precisión. Para ello, es de vital importancia el conjunto de medios materiales y humanos que faciliten esta tarea.

El Ejército de Tierra tiene cierta carencia en cuanto a medios materiales, sobre todo a nivel de medios de transmisiones, lo que le hace dependiente de otras organizaciones. Sin embargo, los JTACs del ET están plenamente cualificados y capacitados para llevar a cabo estas tareas con

## ESTUDIO DE LA VIABILIDAD PARA LA INTEGRACIÓN DEL JTAC EN LOS SISTEMAS DE MANDO Y CONTROL FUNCIONALES DE APOYOS DE FUEGO

garantías de éxito.

2º. ¿Opina que el JTAC posee los medios suficientes para realizar su labor?

Como he expresado anteriormente, hay cierta falta de material para los JTACs. No todos los equipos JTAC del ET están completos en cuanto a material. En mi caso, por ejemplo, es necesario recibir medios de transmisiones (AN/PRC 117G, AN/PRC 152A) fundamentales para la comunicación con las aeronaves empeñadas en acciones CAS. Además, los sistemas de recepción de VDL, como el ROVER o el TNR también suponen una carencia y una dependencia añadida de otras Unidades/organizaciones. La disponibilidad de un designador láser, también se ve necesaria en cuanto a necesidades de material.

Por último, la unificación bajo un solo sistema/aplicación de apoyo al desarrollo de las acciones CAS es fundamental. En la actualidad hay numerosas aplicaciones (TAK, Safe Strike) así como sistemas de mando y control (TALOS, BMS), no interoperables entre sí y cada una con sus capacidades y limitaciones.

3º. ¿Qué aplicación usa el JTAC? ¿Qué carencias tiene?

En mi caso, por un lado, utilizo el TALOS para la monitorización de las FSCM, ACO/ATO, acciones de fuego en curso, etc. Esto es debido a que la aplicación que uso para el desarrollo y conducción de las acciones CAS, TAK, no dispone de estas funcionalidades, imprescindibles en el desarrollo de una acción entre JTAC y piloto, por lo que necesito ir con los dos medios a la vez para suplir estas limitaciones.

4º. ¿Qué aportaría la integración del TALOS? ¿Podría ser integrado?

La integración del TALOS aportaría las funcionalidades mencionadas en el apartado anterior. Supondría una economía de medios para el JTAC, ya que tendría toda la información disponible en un solo terminal empleando una única aplicación.

En caso de que si:

- ¿Qué medios necesitaría el JTAC para disponer del TAK y la integración del sistema de mando y control TALOS?

Principalmente un medio de transmisión / recepción, robusto que soporte los envíos de datos de un sistema a otro, además de a la aeronave.

- ¿Ventajas e inconvenientes de la integración?

Más ventajas que inconvenientes, siendo estas la reducción del error humano, la economía de medios, la accesibilidad a toda la información de gestión del espacio aéreo/monitorización del campo de batalla, etc.

- ¿Qué misiones del JTAC requerirían el uso del TALOS?

Principalmente la solicitud, ejecución y corrección de apoyos de fuego terrestres, así como la deconflicción de estos con los medios aéreos en la zona de operaciones.

En caso de que no:

- ¿Es suficiente la capacidad del JTAC con respecto amenazas actuales?

Es suficiente, aunque con una mayor probabilidad de error debido al desconocimiento de parte de la información anteriormente citada, así como un aumento de la probabilidad del error humano a la hora de representar manualmente esta información en su aplicación.

- ¿Tendría el ET español que ponerse a la altura de otros ejércitos con respecto a los apoyos de fuego aéreos

Sin duda alguna, ya que países como Estados Unidos poco a poco están adquiriendo medios con una tecnología que facilita la labor del JTAC. El claro ejemplo es el DACAS, así como sistemas ROVER.

5º. ¿Ha tenido la posibilidad de realizar ejercicios con JTAC de otros países? ¿Qué capacidades poseen respecto al español?

No, aunque sí con JTACs de otros ejércitos dentro de las FAS. Principalmente material de transmisiones para su comunicación con aeronaves, así como designadores láser.

6º. ¿Por qué se realizan pruebas con VMF y no con otros protocolos como LINK-16?

Son protocolos distintos. Así como VMF permitiría una pasarela entre comunicaciones, mensajería, etc., Link-16 permite la visualización de las trazas, elementos aéreos, etc.

7º. Para concluir, ¿Desea añadir o aportar algo sobre el tema?

Considero que es necesaria una mayor concienciación en cuanto a las capacidades que aporta el empleo de los JTACs en el ET, lo que repercutiría en una mayor aportación económica destinada a la adquisición y dotación de material imprescindible para la realización de las tareas de apoyo aéreo.

Además, la simplificación en cuanto a los sistemas de mando y control a emplear ayudaría enormemente y facilitaría a todos los actores implicados para una correcta realización de sus funciones.