



Trabajo Fin de Grado

**Cálculo y transmisión de datos de tiro para un
Grupo de Artillería en misión de Apoyo Directo.**

Autor

CAC. Art. Alejandro Pozo Clavería

Directores

Dr. D. Jorge González Chapela
Cap. D. Gonzalo de la Plaza Hervías

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar
2016

AGRADECIMIENTOS

No quería dejar pasar esta oportunidad para agradecer la atención prestada a todas las personas que han hecho posible que este Trabajo de Fin de Grado llegue a su fin.

En primer lugar, quería agradecer la entrega y dedicación de todos los profesores del Centro Universitario de la Defensa que han pasado por mi vida académica, a los cuales les debo gran parte de mis conocimientos y formación, haciendo mención especial al Dr. D. Jorge González Chapela, el cual ha dirigido mi proyecto con gran paciencia y dedicación. Y de entre todos los profesores, aparte de mi director académico, agradecer de primera mano a Álvaro Lozano Rojo por la ayuda prestada en este trabajo. Además, agradecer de la misma forma al Cap. D. Gonzalo de la Plaza Hervías quien me ha asesorado durante mi estancia en la unidad resolviendo todas las dudas que he tenido.

En especial quería nombrar al Grupo de Artillería II de la Legión, lugar donde realicé el proyecto y en donde me sentí en todo momento como un integrante más de esa gran familia de profesionales. Además, me gustaría resaltar al Cap. D. Javier Jiménez Pérez, al Tte. D. Cristóbal Villarreal Trigo y a la Tte. Dña. Victoria Martínez González, a los cuales me dirigí buscando asesoramiento, y dieron respuesta a mi demanda con creces.

En tercer lugar, dar las gracias al General Luis Manuel Martínez Mejide, sin el cual no hubiese sido posible llegar a los contactos necesarios para desarrollar el análisis de mi trabajo.

RESUMEN

El trabajo escrito en esta memoria ha estado marcado por la reestructuración que está sufriendo el Ejército de Tierra. El futuro del Ejercito son las Brigadas Orgánicas Polivalentes donde los Grupos de Artillería de Campaña estarán equipados con medios heterogéneos. Esta novedad va a generar en los métodos de transmisión y cálculo de tiro, dentro del Mando y Control de Artillería de Campaña, grandes cambios y retos que tendrá que afrontar.

En esta investigación, realizada en el Grupo de Artillería De Campaña II de la Legión, se analizan los medios y procedimientos disponibles que tiene un Grupo de artillería para llevar a cabo la transmisión y el cálculo de datos de tiro en teatro de operaciones, se explican los nuevos cambios en orgánica que van a sufrir los Grupos de Artillería para poder comprender el trabajo en su totalidad y por último se comprueba cómo no siempre los medios de cálculo y transmisión de datos de tiro que tienen los Obuses 155/52 SIAC son la mejor opción por ser la herramienta más precisa. Todo depende de la misión que tenga el Grupo de Artillería, y las prioridades en el combate.

ABSTRACT

This paper has been marked by the current restructuring being undergone by the Spanish Army. The Army's future is represented by the Multi-Purpose Brigades, where the Campaign Artillery Groups will be equipped with heterogeneous means. This novelty will produce great changes and challenges in the transmission and shooting calculation methods, that will have to be faced by the Command and Control of Field Artillery.

In this research, which was carried out in the Spanish Legion's Campaign Artillery Group II, it is analysed the means and procedures available to an Artillery Group to perform in-theatre transmission and calculation of firing data, it is explained the new organization changes that will be undergone by the Artillery Groups in order to enable understanding of the whole paper and, lastly, it is proved that the means of calculation and transmission of firing data featured by the 155/52 SIAC Howitzers are not always the best option even if they are the most accurate tool. It all depends on the mission of the Artillery Group and in-combat priorities.

Índice

1. Introducción.....	6
1.1. Situación actual	6
1.2. Alcances y objetivos del proyecto.....	6
1.3. Ámbito de aplicación.....	7
1.4. Metodología	7
1.5. Concepto de Apoyo Directo.....	8
2. Situación de partida del Grupo de Artillería II de la Legión	8
2.1. Estudio y composición del Grupo de Artillería	8
2.2. Sistema Talos.....	10
2.3. Sistema de Navegación, Control de Fuego y Puntería Automática del Obús 155/52 SIAC	12
3. Evolución del GACA con la implantación del nuevo sistema.....	15
3.1. Descripción de la nueva orgánica que viene reflejada oficialmente	15
3.2. Modificaciones propuestas para la implantación de la nueva orgánica.....	16
4. Elección del procedimiento óptimo para la transmisión y el cálculo de los datos de tiro	17
4.1. Procedimiento A. Sistema Talos como medio calculador de datos de tiro	20
4.2. Procedimiento B. SW-CDU de la pieza SIAC como medio calculador de datos de tiro	22
4.3. Resultados obtenidos del análisis estadístico con las muestras de ambos procedimientos.....	23
4.4. Conclusión final de las pruebas realizadas	31
4.4.1. Descripción del proyecto de integración (SIAC-Talos).....	32
4.5. Valoración final	33
5. Conclusiones personales.....	34
BIBLIOGRAFÍA	35
ANEXOS	
ANEXO A. Sistema NABK SIAC	36
ANEXO B. Acta de entrega.....	45
ANEXO C. Orgánica oficial de las Baterías de Obuses 155/52 SIAC	46
ANEXO D. Orgánica modificada de las Baterías de Obuses 155/52 SIAC	47
ANEXO E. Licitación del proyecto de integración SIAC-TALOS	48

Índice de ilustraciones, tablas y diagramas.

Diagrama 1: Batería de Obuses 105/37 Light Gun	9
Tabla 2: Análisis DAFO sobre el Sistema de mando y control TALOS Técnico	11
Ilustración 3: Menú disponible en la pantalla principal del navegador.	13
Tabla 4: Análisis DAFO sobre del Sistema de Navegación, Control de Fuego y Puntería Automática del Obús 155/52 SIAC	14
Ilustración 5: Tabla de puntuación según precisión	19
Tabla 6: Resultados de la prueba del procedimiento A	21
Tabla 7: Resultados de la prueba del procedimiento B	23
Tabla 8: Resultados de la prueba de normalidad	24
Tabla 9: Resultados estadísticos de grupo del factor tiempo	25
Tabla 10: Resultados de la prueba t del factor tiempo	26
Tabla 11: Resultados del estadístico de grupo del factor puntuación	26
Tabla 12: Resultados de la prueba t del factor puntuación	27
Ilustración 13: Descripción de la puntuación en cada uno de los procedimientos	28
Tabla 14: Resultados del estadístico de grupo del rendimiento	28
Tabla 15: Resultados de la prueba t del rendimiento	29
Ilustración 16: Grafica de las rectas de regresión de cada procedimiento	30

1. Introducción.

La memoria escrita en este documento presenta los resultados del Trabajo de Fin de Grado (TFG) del Grado en Ingeniería de Organización Industrial impartido por el Centro Universitario de la Defensa en la Academia General Militar (Zaragoza). Su título es *“Cálculo y transmisión de datos de tiro para un Grupo de Artillería en misión de Apoyo Directo”*.

1.1. Situación actual.

Actualmente la contención en cuanto a despliegue de las unidades de Artillería de Campaña (ACA) en territorio internacional ha hecho que la mejora y actualización en medios, materiales y procedimientos se haya frenado frente a otras de empleo más frecuente como la Infantería Ligera o unidades de Operaciones especiales. Los recortes presupuestarios, los nuevos teatros de operaciones y los medios y procedimientos cambiantes, unido a un mayor control de la justicia y los medios de comunicación en teatro de operaciones presentan a la Artillería actual una serie de limitaciones a las que le es imperativo adaptarse y satisfacer.

Hoy en día, las operaciones son eminentemente terrestres. Se trata de operaciones en escenarios complejos, donde la presencia urbana y de población civil se ha convertido en una constante.

Por otro lado, la reestructuración llevada a cabo en la orgánica del Ejército de Tierra ha hecho que la convivencia de distintos sistemas de armas de Artillería sea un hecho. Estos cambios crean nuevos retos y problemas que el Arma de Artillería tendrá que enfrentar.

Así mismo, nuestro fin último debe de ser la actualización de nuestros medios y procedimientos para poder seguir dándole a nuestra Arma de Artillería los fuegos potentes, precisos y profundos.

1.2. Alcances y objetivos del proyecto.

El objetivo del trabajo es el estudio y análisis de los medios de transmisión y cálculo de datos de tiro que tiene un Grupo de Artillería, así como la precisión, la duración y el rendimiento del procedimiento. Todo ello para adoptar el procedimiento óptimo llevado a cabo por las nuevas piezas 155/52 SIAC, que ha creado una duda con respecto a que procedimiento llevar a cabo. Así mismo, previamente se estudia la orgánica antigua que ha estado funcionando en un Grupo de Artillería para poder contrastarla con la nueva y poder llevar a cabo el análisis de nuestro principal objetivo. El fin es obtener el procedimiento de cálculo y transmisión de datos de tiro correcto para la misión que tiene nuestro Grupo de Artillería y explicar por qué es el correcto.

Para alcanzar los objetivos establecidos es necesario hacer una reestructuración de la nueva orgánica por culpa del problema de falta de personal que sufren las unidades con carácter general. Además se

estudiará el aparato de cálculo de tiro Talos, en su parte técnica, para poder contrastarlo con el sistema de cálculo de tiro que tiene el Obús 155/52 SIAC.

Finalmente, analizaremos los dos resultados obtenidos y se sacarán una serie de conclusiones que harán decantarse por la utilización de uno u otro sistema en función de la misión del Grupo de Artillería.

La memoria se estructura de la siguiente manera:

- Análisis y composición del Grupo de Artillería.
- Modificaciones propuestas para la implantación de la nueva orgánica.
- Estudio del sistema Talos en su parte técnica.
- Estudio del calculador de tiro del Obús 155/52 SIAC.
- Procedimientos posibles en un Grupo de Artillería de Campaña contrastación.
- Propuesta del procedimiento óptimo para el Grupo de Artillería de Campaña en Apoyo directo.

1.3. Ámbito de aplicación.

Con el análisis creado en este trabajo, por una parte se mejora la orgánica oficial para poder desarrollar la instrucción sin que repercuta la falta de personal. Por otra parte, quedará reflejado el procedimiento óptimo para la misión de nuestro Grupo de Artillería que en nuestro caso es Apoyo Directo. Se analizarán ambos procedimientos posibles para llevar a cabo la transmisión y los cálculos de tiro correctos en el Grupo de Artillería de esta manera el trabajo será en beneficio no solo de nuestro Grupo de Artillería en misión de Apoyo directo sino de todo Grupo de Artillería que tenga la misma misión. En nuestro caso, sería lógico caer en el error de utilizar, bajo cualquier circunstancia, el sistema de cálculo de tiro más preciso pero en este trabajo se demuestra cómo no es así.

1.4. Metodología.

Para llevar a cabo el proyecto se ha hecho uso de diferentes herramientas aprendidas en el Grado de Ingeniería de Organización Industrial. Primero se ha hecho uso de un estado del arte para poder ver los cambios que ha modificado la nueva estructura del Grupo de Artillería. En el análisis de los dos sistemas calculadores de tiro y transmisión de datos de tiro se ha hecho uso de un Análisis DAFO.

Dentro del estudio estadístico que se ha realizado para averiguar que procedimiento es el óptimo, se han utilizado diferentes herramientas estadísticas. La prueba de normalidad, la vamos a hacer a través de la prueba de Shapiro-Wilk ya que nuestro muestreo es menor de 20 observaciones. Además, herramientas generales de estadísticos de grupo: medias, desviación típica, error típico de la media. Para concluir con la

elección se llevará a cabo la prueba t de comparación de medias de dos muestras independientes, una correlación de Pearson y por ultimo analizaremos las rectas de regresión en un gráfico.

1.5 Concepto de Apoyo Directo.

La ACA desarrolla cuatro tipos de misiones: Apoyo Directo, Acción de Refuerzo, Acción de Conjunto y Acción de Conjunto-Refuerzo. Por su implementación en el Grupo de Artillería II de la Legión, este trabajo se centrará en las misiones de Apoyo Directo (A/D), que tienen como finalidad proporcionar apoyos de fuego a las tropas en el combate próximo[1].

En este tipo de misión encontramos una Unidad de maniobra (de Infantería o Caballería) como escalón más adelantado en el despliegue, mientras que el escalón de fuegos de Artillería, por el gran alcance de sus medios y su capacidad más reducida para el combate en contacto directo, se encuentra en una posición más retrasada.

2. Situación de partida del Grupo de Artillería II de la Legión.

El Grupo de Artillería II de la Legión ha sufrido un gran cambio al empezar a utilizar sistemas de armas heterogéneos. Esto significa que a partir de ahora se va a trabajar con Obuses 105/37 Light Gun y Obuses 155/56 SIAC en el mismo Grupo de Artillería. Esto ha supuesto una modificación en la orgánica de las baterías de Obuses que hasta ahora estaba diseñada para la instrucción del obús 105/37 Light Gun únicamente. Para explicar las modificaciones realizadas, es necesario entender cómo se han organizado estas Baterías de obuses hasta ahora.

2.1. Estudio y composición del Grupo de Artillería.

Hasta ahora el Grupo de Artillería se ha compuesto por seis Baterías. Tres Baterías de Obuses, una Batería de plana Mayor, una Batería de servicios, y una Batería de sistema de armas antiaéreas mistral. Las tres baterías de obuses se componían del sistema de armas 105/37 Light Gun.¹

¹ Composición del Grupo de Artillería que se define en la Pág.1-6 del manual [1]

Hasta el momento, la Batería de obuses se ha compuesto de dos secciones. En el Diagrama 1, tenemos un esquema general de la composición de una Batería de Obuses. Por un lado estaba la sección de plana mayor y servicio y por otro lado la sección del escalón de fuego. La plana mayor y servicio englobaba todos los medios y personal que tenían como objetivo dar servicio a los obuses: pelotón topográfico, pelotón de transmisiones y equipo de servicios. Por otro lado trabajaba el escalón de fuego donde estaban organizados los seis obuses de artillería con los sirvientes de la pieza.

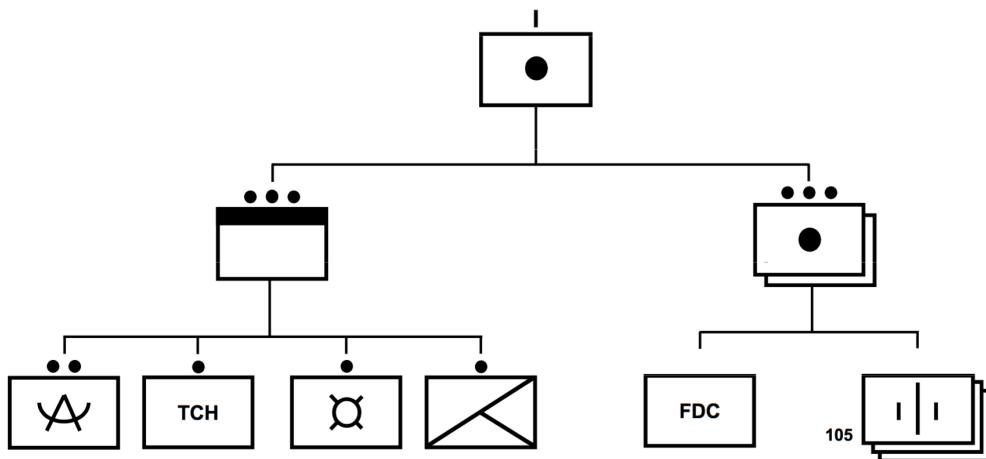


Diagrama 1: Batería de Obuses 105 Light Gun.²

El obús 105/37 Light Gun del GACA de la Legión no incluye subsistemas que le confieran una autonomía topográfica para navegar por el terreno y estar enlazado topográficamente. Tampoco puede introducir datos de forma inmediata para la modificación de los cálculos balísticos. Este obús, a diferencia del SIAC, no dispone de ningún elemento electrónico para ponerlo en posición de fuego. Sí que, al igual que el SIAC, el obús 105/37 Light Gun dispone de un goniómetro³ para la entrada en vigilancia, pero solo de acción manual. Es por ello que necesita necesariamente un equipo topográfico y un equipo de FDC⁴ para poder operar y hacer frente a las peticiones de fuego. Por ello estas piezas necesitan un dispositivo calculador y transmisor de datos de tiro que es el sistema Talos.

Por la naturaleza del Grupo de Artillería, el Obús 105/37 Light Gun ha sido un material adecuado: Su rápida puesta en vigilancia y la simplicidad de sus sistemas han dado a la Brigada el apoyo de fuego que necesitaba.⁵

² Sus símbolos se pueden deducir leyendo en orden el párrafo en que se hace referencia al Diagrama 1.

³ Instrumento que sirve para medir ángulos, usado en topografía, cristalografía, radiodifusión y otras ciencias y técnicas.

⁴ FDC significa centro director de fuegos.

⁵ El material adecuado se demuestra cuando unidades como RACA 93 en este año 2016 es provisionado con piezas 105/37 Light Gun, quedando reflejada la aptitud del Obús[1].

2.2. Sistema Talos.

Talos le da nombre a un sistema informático de mando y control capaz de gestionar los apoyos de fuego. El sistema no deja de ser un software instalado en un sistema informático que tiene como misión principal el cálculo de datos de tiro, pero para realizar esa función de la manera más completa posible necesita una gran cantidad de elementos y células que estarán integradas al mismo.

De esta manera, el sistema Talos está creado para que desde el momento en que se realiza una petición de fuego hasta que los elementos productores del mismo ejecutan la acción de fuego toda la información vaya por vía de transmisión de datos y por soporte informático. Con este sistema se evitan los errores humanos que puedan cometer los operadores a través del sistema de transmisión de datos por fonía. Además, se evitan las saturaciones de información en la malla y la perdida de algún dato en la misma. Otro factor a destacar es que evita la saturación de los operadores al liberarlos de la recepción de datos, escritura y cálculo “a mano” de los datos de tiro. Así pues, podemos estar seguros de que el sistema Talos no solo reduce los tiempos de trabajo y facilita la misión del operador sino que optimiza y mejora la tarea que se lleva a cabo.

El sistema Talos es la unión de dos subsistemas, el Talos técnico y el Talos táctico (que se describen brevemente a continuación). Cada uno de los dos subsistemas se centra en un aspecto del combate de artillería. Este sistema fue programado por la empresa GMV, y el sistema se implantó en el año 2008. En el Grupo de Artillería II de la Legión llegó ese mismo año, siendo una unidad pionera en la utilización del sistema. En resumen, la implantación del sistema Talos se llevó a cabo con el fin de mejorar la gestión del apoyo de fuegos en el campo de batalla, aunque también tiene otros usos en medios navales todos ellos de gestión de fuegos.

Subsistema Talos Técnico.

El subsistema TALOS Técnico es la herramienta utilizada para realizar todas las tareas relacionadas con la ejecución del disparo. La designación del objetivo y elección del mismo, la introducción de los datos balísticos y topográficos de las armas, el cálculo de los datos de tiro y la transformación de los resultados en la correspondiente orden de tiro, así como la corrección del tiro por parte del observador avanzado.

En nuestro análisis de carencia y debilidades del sistema vamos a tener en cuenta que se llevará a cabo desde el punto de vista de una misión en apoyo directo. Hay que tener en cuenta que el mayor problema que sufren las unidades que emplean este sistema es la falta de medios adecuados para poder explotarlo con el éxito deseado; es decir, falta de medios de transmisiones CIS (transmisiones e informática) o simplemente vehículos capaces de formar un segundo FDC. Los medios CIS necesarios no son sofisticados sistemas, sino las mismas radios PR4G que se usan en la actualidad con sus cajas asíncronas y equipos informáticos comunes (Ordenadores portátiles, PDA, Tablet). Por otra parte, cabe destacar que estos equipos deberán de ser debidamente protegidos con carcasa herméticas que hagan que los conviertan en sistemas rugerizados. Así podrán soportar golpes y aguantar climatologías adversas.

Análisis DAFO de calculador de tiro TALOS.

DAFO TALOS TECNICO	
DEBILIDADES	AMENAZAS
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none">- Problemas en el equipo informático- Necesidad de energía eléctrica	<ul style="list-style-type: none">- Guerra electrónica- Instrucción especializada del personal
<ul style="list-style-type: none">- Gestión de fuegos- Transmisión de datos instantánea- Claridad en la petición de fuegos- Mensajería instantánea- Sistema de cálculo intuitivo.- Configuración especial (tipo de tubo)	<ul style="list-style-type: none">- Integración con boletín meteorológico- Introducción de datos de Velocidad del proyectil en boca

Tabla 2: Análisis DAFO sobre el Sistema de mando y control TALOS Técnico.

Como conclusión al análisis DAFO, podemos destacar la gestión de fuegos como la gran fortaleza del Talos Técnico. Es un sistema capaz de recoger todas las acciones de fuego, guardarla en bases de datos, y poder trabajar con muchos datos numéricos a la vez y de manera intuitiva.

El sistema talos utiliza un medio de transmisión poco cifrado para la importancia que tiene la gestión de fuegos en operaciones.

El principal problema de este sistema no es más que la integración con los sensores de la pieza. En realidad todas las características especiales que puede hacer de un ejercicio de fuego y de otro diferente pueden ser introducidas en el sistema, el problema es que no está integrado con la pieza. Eso crea una dependencia del factor humano muy grande a la hora de la introducción de datos en el sistema que a largo plazo veremos que repercute en las pruebas llevadas a cabo.

Como aportación a este análisis, el análisis DAFO ha sido producto de las aportaciones que se han recogido de los suboficiales encargados del sistema talos.

2.3. Sistema de Navegación, Control de Fuego y Puntería Automática del Obús 155/52 SIAC.

En este apartado vamos a describir el sistema que tiene el Obús 155/52 SIAC el cual le aporta una capacidad autónoma, sin necesidad de utilizar ningún sistema de gestión de fuegos para llevar a cabo la petición de fuego.

El sistema consta de cuatro grupos de elementos que son los encargados de dotar a la pieza de todas las capacidades.

Por una parte tenemos el sistema de posicionamiento. Este sistema está compuesto por un navegador inercial apoyado de un sistema de posicionamiento global (GPS) y un sensor de movimiento del vehículo que recoge información del movimiento de las ruedas. Este sistema proporciona las coordenadas geográficas en las que se encuentra la pieza, el desplazamiento realizado y por último, los ángulos de orientación de los ejes de referencia de tubo-cañón.

En segundo lugar está el sistema de puntería. Está compuesto por el propio navegador y el radar de velocidad inicial en boca. Junto con los datos de boletín meteorológico, los datos del proyectil y los datos de tiro (NABK-OTAN) incorporados en el software proporciona el soporte para que el sistema realice las operaciones .

En tercer lugar está el sistema de presentación e introducción de datos. Está compuesto por la CDU⁶ y la unidad de control y visualización del camión. Tanto la unidad de control de la pieza como la del camión permiten la introducción de datos y la interacción con el operador.

⁶ CDU: *Control Display Unit*. Es el ordenador de una pieza SIAC

Por último, el sistema de alimentación y comunicación. Compuesto por las baterías, las conexiones y los arneses proporciona la potencia eléctrica necesaria para su funcionamiento.

Como podemos comprobar el SIAC puede realizar cálculos balísticos de manera autónoma. En su ordenador principal no solo se controlan todos los sensores de la pieza, sino que está instalado el SW SB-CDU⁷ que alberga el núcleo del calculador de la OTAN⁸ denominado NABK. Aunque el Obús pueda llevar a cabo una orden de tiro de manera autónoma, también puede recibir directamente una orden de tiro y gestionarla. Es más, hoy en día se utiliza este sistema de esa manera (centralizada), recibiendo directamente la orden de tiro y gestionándola, en algunas unidades.

Menús del usuario.

El menú del usuario es el software desde donde el jefe de pieza controla todos los sensores de la pieza. Por ejemplo, en la Ilustración 3 podemos comprobar el menú de orientación de la pieza desde donde se comprueba la orientación del tubo. Para que el tubo este orientado en la dirección configurada se deberá de mover el tubo hasta que la punta del triángulo que está dentro de la esfera (que en la ilustración marca al Sur) este apuntando al triángulo pequeño que esta al exterior de la circunferencia al lado del Este (que es la orientación deseada).

Además de la pantalla de Navegación, existen otras tres pantallas formando un total de cuatro pantallas principales dentro del SW SB-CDU:

- Navegación.
- Inserción y modificación de datos.
- Subsistemas.
- Puntería.

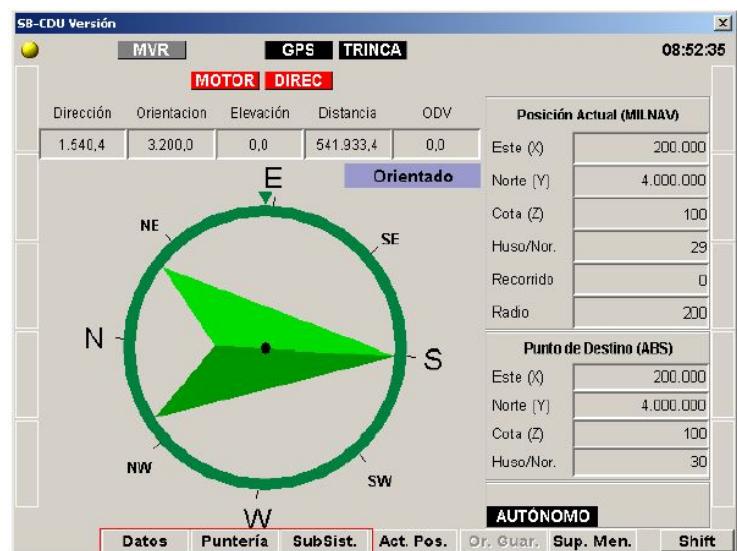


Ilustración 3: Menú disponible en la pantalla principal del navegador.

⁷ SB-CDU: Es el software instalado en una CDU

⁸ OTAN: Organización del Tratado del Atlántico Norte.

Análisis DAFO del Sistema de Navegación, Control de Fuego y Puntería Automática del Obús 155/52 SIAC.

DAFO SIAC.	
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> - Errores en el sistema GPS - Lentitud en el encendido del sistema - No integración con boletín meteorológico - No integración con sistema Talos 	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema con un sistema hidráulico antiguo, puede dar problemas a largo plazo. - Sistema informático que lo compone suficiente pero con incapacidad de operar con futuras integraciones. - No tiene capacidad de ser lanzado en paracaídas.
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> - Sistema de puntería preciso gracias al calculador NABK. - Menor requerimiento de personal - Obús con capacidad de movilidad autónoma, gracias a la unidad motriz que la compone. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema capaz de atender una petición de fuego de manera autónoma. - Puede entrar en posición de vigilancia con su propio navegador, sin la necesidad de tener un pelotón topográfico.

Tabla 4: Análisis DAFO sobre del Sistema de Navegación, Control de Fuego y Puntería Automática del Obús 155/52 SIAC.

En conclusión, se trata de un sistema más preciso y más delicado. Es mucho más técnico que el Obús 105/37 Light Gun, y esto requerirá un mantenimiento específico por parte de los servidores de la pieza. Por otra parte, esa mejora en aspectos técnicos hace que a diferencia del Obús 105/37 Light Gun, la pieza 155/52 SIAC no pueda ser lanzada en paracaídas. Esto limita la maniobra de una unidad de infantería ligera.

Dentro de las fortalezas del sistema, ofrece un diseño de acciones de fuego con la menor carga de proyección gracias al software NABK⁹ de la OTAN. De esta manera utiliza la menor carga de proyección posible en la ejecución del fuego para preservar la vida útil del tubo. En cambio, en el sistema Talos deberíamos de introducir a mano el dato de disparos que tiene cada pieza para que el sistema haga el cálculo de la vida media del tubo.

Además, siguiendo con la explicación de las fortalezas del sistema, la capacidad de movilidad autónoma gracias al motor de gasoil que lleva integrada la piezas, hace que disminuya el tiempo de reacción en un movimiento de defensa contrabatería pudiendo mover nuestra boca de fuego sin necesidad

⁹ El software NABK significa *NATO Armaments Ballistic Kernel*. Calculador balístico de la OTAN, de uso extendido tanto en la Artillería de Costa como en la Artillería de Campaña de Ejército de Tierra. Este simulador balístico estará explicado en el Anexo A.

de enganchar el camión. Además, ese mismo motor dará solución al aporte eléctrico que necesita la pieza para el correcto funcionamiento de todos sus sistemas.

3. Evolución del GACA con la implantación del nuevo sistema de armas.

Una vez comprendido como se ha organizado el Grupo de Artillería hasta ahora y habiendo analizado los dos sistemas de transmisión y cálculo de datos de tiro, ya podemos empezar a estudiar la evolución que se ha producido en el Grupo de Artillería para saber qué es lo que existe actualmente en el Grupo de Artillería II de la Legión.

Como bien sabemos, de las tres baterías de Obuses que hasta ahora se componían del mismo sistema de armas, ahora, dos baterías de ellas entregaron su 105/37 Light Gun a otras unidades y han recibido el pasado 18 de Abril de 2016 el sistema de armas 155/52 SIAC.¹⁰

La adopción de este sistema de armas en una Batería de Artillería trae consigo su respectiva orgánica oficial con la configuración de personal y puestos tácticos de la batería para llevar a cabo la instrucción de la misma. Aquí es donde comienzan los problemas, cuando por doctrina viene reflejada la organización de la Batería como si la Batería tuviera el cien por cien del personal operativo. Actualmente, las Baterías de armas están sobre el 50-60% del personal que deberían de tener para poder ocupar cada puesto táctico que hay creado. Por ello, se ha llevado a cabo una solución, suprimiendo puestos tácticos y creando otros que hagan que la Batería de armas del obús 155/52 SIAC pueda llevar a cabo su instrucción sin ningún problema.

3.1. Descripción de la nueva orgánica que viene reflejada oficialmente.

La nueva orgánica que se ha entregado a la unidad y que ha venido de la mano con los nuevos sistemas de armas 155/52 SIAC se compone de un total de 81 miembros de la batería. En el puesto de mando con un vehículo ligero estaría el Capitán de la Batería. A su disposición tiene una plana mayor de mando compuesta por un Brigada, un Cabo Mayor y un Cabo.

A su vez, la batería está formada por dos secciones idénticas. Cada sección está formada por: una escuadra de reconocimiento, un pelotón de FDC, tres piezas con sus respectivos jefes de pieza y por último una escuadra de municionamiento.

La escuadra de reconocimiento está formada por un cabo, un cabo primero y un soldado. El pelotón FDC lo forman un sargento primero, un cabo y dos soldados. La escuadra de municionamiento la forma un cabo primero. Y por último, cada pieza la forma un sargento, dos cabos y seis soldados.¹¹

¹⁰ Véase Anexo B. Se comprueba el acta de entrega de las piezas.

¹¹ Véase Anexo C, donde se ha realizado un organigrama con la orgánica oficial.

3.2. Modificaciones propuestas para la implantación de la nueva orgánica.

En esta nueva orgánica, se ha realizado una disminución de puestos tácticos con el fin de desarrollar todas las tareas necesarias sin que la falta de personal impida la instrucción de la unidad. Suponiendo 39 miembros operativos en la unidad, la Batería se organizaría de la siguiente manera.

En el puesto de mando con un vehículo ligero estaría el Capitán de la Batería con su conductor. A su disposición tiene una plana mayor de mando compuesto por un Brigada, un Cabo primero y un soldado.

A su vez, la batería está formada por una sección. La sección está formada por: una escuadra de reconocimiento, un pelotón de FDC y cuatro piezas con sus respectivos jefes de pieza.

La escuadra de reconocimiento está formada por un cabo, un cabo primero y un soldado. El pelotón FDC lo forman un sargento primero, un cabo y dos soldados. Y por último, cada pieza la forma un sargento, dos cabos y cinco soldados.¹²

Las diferencias más significativas con la orgánica oficial son las siguientes: La eliminación de una sección, añadir una pieza más a la única sección que queda, y por último la eliminación de la escuadra de municiónamiento.

Esta orgánica propuesta en mi proyecto se ha llevado a cabo en las maniobras realizadas por la Brigada de la Legión en el Campo de maniobras de San Gregorio durante mis prácticas de mando. En estas maniobras se pudo comprobar que esta modificación ofrecía buenos resultados.

¹² Véase Anexo D donde se ha realizado un organigrama con la orgánica modificada.

4. Elección del procedimiento óptimo para la transmisión y el cálculo de los datos de tiro.

El objetivo principal de nuestro trabajo consiste en averiguar qué procedimiento de cálculo y transmisión de datos de tiro es más efectivo en un Grupo de Artillería en misión de apoyo directo para el Obús 155/52 SIAC. Para ello se ha diseñado una prueba capaz de analizar los dos procedimientos que existen y obtener resultados en tiempo, precisión y rendimiento de cada uno de los dos procedimientos. De esta forma obtendremos conclusiones y se podrá explicar cuál debe de ser el procedimiento óptimo a llevar a cabo basándonos en resultados reales.

En una acción de fuego, sea con el procedimiento que sea, intervienen muchos factores que hacen que nuestra prueba sea menos precisa y que los valores obtenidos no faciliten la obtención de una conclusión real. Así pues, nuestro análisis se ha enfocado exclusivamente en la parte del procedimiento en la que actúa el calculador y transmisor de datos de tiro para que de esta forma se pueda obtener conclusiones ciertas y precisas.

El ejercicio que se hará con cada uno de los dos procedimientos, va a consistir en una acción de fuego directamente en eficacia, realizando un disparo cada pieza. Las piezas como ya sabemos van a ser todas del mismo tipo: 155/52 SIAC, que son nuestra razón de estudio. La batería con la que se va a realizar la prueba es la Tercera Batería del Grupo de Artillería II de la Legión. La batería está formada por una sección de dos piezas que harán directamente fuego en eficacia porque ya hubo una acción de fuego de corrección. Esto quiere decir que ya tenemos introducido el índice de corrección en el sistema de cálculo de tiro con su boletín meteorológico y ya se han realizado los tiros experimentales pertinentes previo a nuestro análisis. Esto se ha llevado a cabo así porque no queremos que entren en juego otros factores que no forman parte del objetivo de nuestro análisis y lo único que harían sería darle subjetividad. Como curiosidad, el tiro que se va a realizar en los dos procedimientos es un disparo a 6.800m con carga cuarta de proyección. Aunque para nuestro estudio no es relevante saber las características de la acción de fuego siempre y cuando las acciones de fuego hechas por un procedimiento y por otro sean iguales.

Método llevado a cabo para la resolución de la precisión.

Los observadores avanzados en nuestro estudio son un pilar fundamental ya que nos van a informar de la precisión de la acción de fuego. Como sabemos, cada acción de fuego se compondrá de dos disparos, uno por cada pieza de la batería. En toda batería existe una pieza directriz, que no es más que la pieza con más antigüedad y la encargada de hacer las primeras acciones de fuego y sobre éstas corregir. En nuestro caso, esa corrección ya está hecha porque es un tiro corregido previamente, sin tener que diferenciar entre un disparo de la pieza directriz y un disparo de la segunda pieza. Como nuestro análisis consiste en que

método es el más óptimo para nuestra batería (el conjunto de las dos piezas), vamos a obtener la precisión de cada acción de fuego de nuestra batería como la media aritmética de la precisión de cada pieza. Esto lo hacemos así porque el tiempo que tarda la batería en dar la señal de “piezas listas” comprende el tiempo que tarda en estar listas las dos piezas que forman la batería.

Para comprender cómo se ha obtenido el dato de la precisión, hay que explicar primero que datos nos proporcionan los observadores avanzados. El observador avanzado nos va a dar dos datos, el primero será un par formado por un número y una letra. El numero corresponde a la distancia de desvío del objetivo en metros. La letra corresponde al sentido en que nos hemos desviado: D o I. D, derecha. I, izquierda. El segundo dato se compone también de un número y una letra, El número corresponde a la distancia de desvío en metros. La letra corresponde al sentido en que se desvía: L, largo y C, corto.

Así pues, un ejemplo de una obtención de la precisión directamente proporcionada por un observador avanzado sería: “ *paso calificaciones : veinte derecha, cuarenta largo* ”

Una vez recogidos los datos de precisión, hemos de calcular y puntuar estos datos en una sola cifra. Para ello se ha creado una tabla de puntuación en la Ilustración 5. Por otra parte, esta tabla de puntuación debe de recoger unas condiciones que nos las imponen la misma acción de fuego en eficacia.

La primera condición nos proporciona unos parámetros límites de precisión que en este caso tienen que ser menores de 50 metros, tanto del eje de abscisas como del eje de ordenadas. La segunda condición es que el cálculo de la puntuación tiene que ser tal que sume las dos puntuaciones de las dos piezas de la batería y resulte en una sola cifra para poder hacer un análisis con el segundo factor (tiempo).

Así pues, después de definir algunas condiciones que debía de tener nuestro cálculo de la precisión, se ha creado la siguiente tabla de puntuación, para facilitar la comprensión del cálculo.

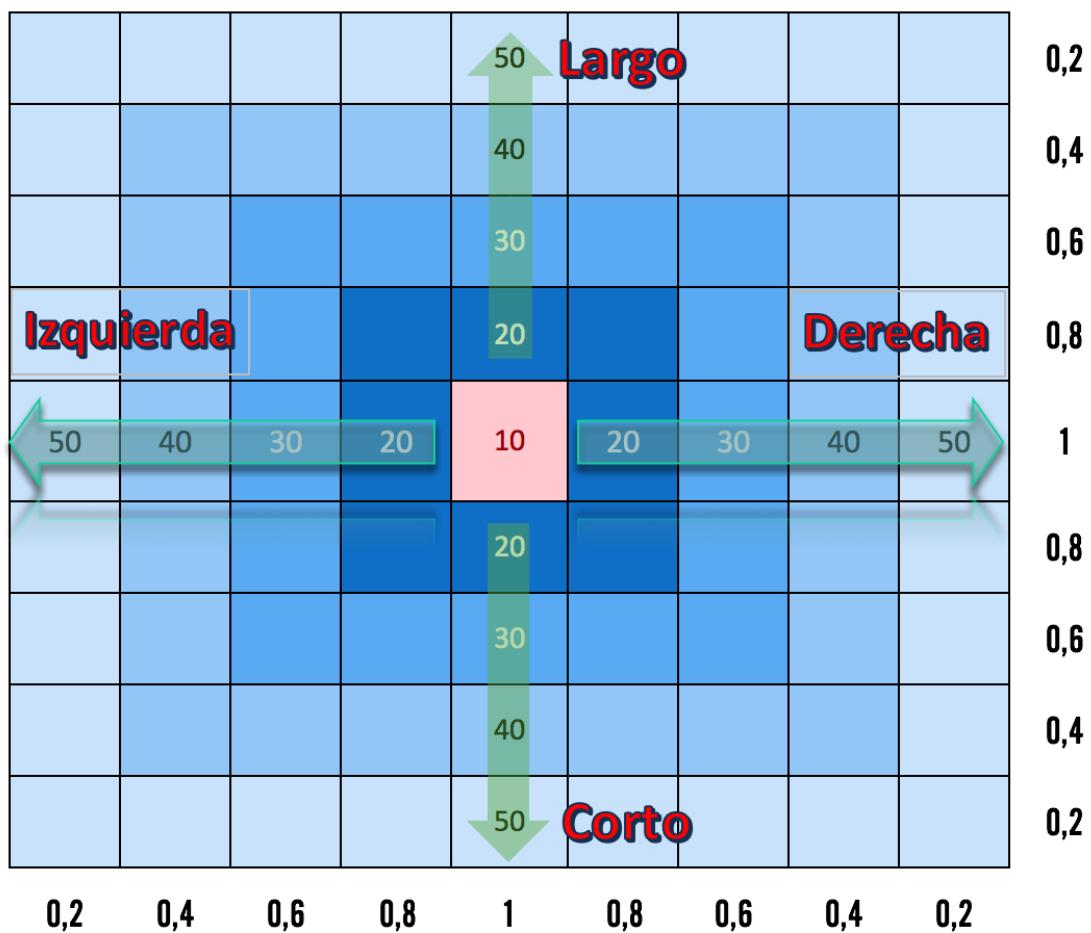


Ilustración 5: Tabla de puntuación según precisión.

Los parámetros escritos dentro de la tabla atienden a la distancia de dispersión en el tiro (metros), los parámetros escritos fuera de la tabla atienden a la puntuación obtenida.

Así pues, el proceso llevado a cabo para obtener la puntuación es el siguiente:

EJEMPLO : (20 D, 40 L) pieza 1 ; (30L, 10C) pieza 2.

1. Nos fijamos en el primer parámetro, miramos en el eje X 20 a la derecha, y siguiendo la columna hacia abajo vemos que ha obtenido (0,8). Seguidamente miramos el segundo parámetro, miramos el eje Y 40 hacia arriba, y siguiendo la fila vemos que ha obtenido (0,4).
2. Una vez sabemos las dos puntuaciones, para obtener la puntuación final multiplicaremos las dos.
3. Quedando en este caso $(0,8) \times (0,4) = 0,32$. Puntuación de la pieza 1.
4. Realizamos la misma operación con la pieza 2.
5. Una vez obtenidas las dos puntuaciones calcularemos la media aritmética.
6. De esta manera ya tendremos nuestra puntuación en un solo parámetro.

Ahora ya sabemos cómo hemos obtenido los resultados de puntuación de nuestra muestra. Además según el diseño creado para llevar a cabo el estudio, podemos comprobar que nuestras puntuaciones van a tener un rango establecido de entre 1 y 0,04 puntos.

Método llevado a cabo para la resolución del tiempo.

El tiempo es un factor fácil de medir. Haciendo uso de un cronómetro de mano es suficiente para llevar a cabo el cálculo temporal. El momento en el cual se pone en marcha el cronómetro y se para, quedan explicados en los dos procedimientos, ya que cada procedimiento tiene su idiosincrasia.

La especificación que debe de quedar clara para entender las tablas de muestras de cada uno de los sistemas que vamos a analizar es que el tiempo se mide en minutos. Por ejemplo para 4 minutos 53 segundos, los minutos están claros : 4. Pero con los 53 segundos se han dividido por 60 pasando los 53 segundos como: 0,88. Quedando como resultado del tiempo para ese ejemplo; tiempo : 4,88 minutos.

Esto se ha llevado a cabo para dejar los parámetros en función de una unidad de medida.

4.1. Procedimiento A. Sistema talos como medio calculador de datos de tiro.

Para llevar a cabo una acción de fuego mediante el sistema de transmisión y cálculo de datos de tiro del sistema Talos es necesario proveer a nuestros jefes de pieza con una PDA en la que esté instalado el software informático Talos. Hoy en día, pocas unidades tienen una PDA para cada jefe de pieza en su plantilla de material, pero por suerte se están implantando poco a poco en las unidades.

El procedimiento que nosotros vamos a analizar comienza cuando el Observador Avanzado (OAV) manda una petición de fuego, vía datos, al FDC de Batería. En ese momento activamos el cronómetro. El FDC de batería recibe la petición de fuego con los datos del objetivo a abatir. Esto lo hace mediante su programa Talos; en ese momento crea la acción de fuego. El diseño de la acción de fuego la realiza mediante la interfaz de la misma aplicación del Talos, seleccionando las características de la acción de fuego convenientes. Cuando se realiza la acción de fuego, el programa Talos calcula los datos de tiro. Una vez tiene la acción de fuego creada, FDC envía la acción de fuego a las piezas mediante el sistema informático Talos. La acción de fuego llega a la PDA del jefe de pieza con la deriva y el ángulo de tiro que deben de introducir en el sistema CDU de la pieza, sin que la propia pieza calcule ningún dato de tiro. El jefe de pieza, una vez tiene la pieza lista y apuntada, da el conforme al FDC de batería. El FDC de batería informa a los OAV de que las piezas están listas. A partir de entonces ellos deciden cuando se llevará a cabo la acción de fuego.

En el momento en el que el FDC de la señal de pieza lista a los OAV, apagaremos el cronometro. Esa parte del procedimiento va a ser la estudiada en cuanto al tiempo y, una vez realizada la acción de fuego, se comprobará la precisión de las acciones de fuego.

Como podemos comprobar, utilizando este procedimiento no necesitamos ningún sensor de la propia pieza. La pieza, de esta manera, solo recibe los datos de deriva y ángulo de tiro mediante la PDA para que el jefe de pieza los introduzca en la CDU.

Resultados de la prueba.

Los resultados de la prueba se establecerán en la siguiente tabla:

PROCEDIMIENTO A (TALOS)		PRECISION PZ1		PRECISION PZ2		PUNTUACION PZ1	PUNTUACION PZ2	PUNTUACION MEDIA
Nº TIRO	TIEMPO (Minutos)	LONGITUD	TRANSVERSAL	LONGITUD	TRANSVERSAL			
1	4,45	20L	30D	30C	20I	0,48	0,48	0,480
2	4,57	30C	20D	20L	30D	0,48	0,48	0,480
3	5,23	40L	10I	30L	40D	0,4	0,24	0,320
4	4,32	50L	40I	20C	10D	0,08	0,8	0,440
5	4,43	10C	40D	40L	50D	0,4	0,08	0,240
6	5,12	20C	30I	50C	20I	0,48	0,16	0,320
7	4,31	30L	10D	30C	30I	0,6	0,36	0,480
8	4,5	10C	10I	10L	50D	1	0,2	0,600
9	4,59	20L	50D	20C	20I	0,16	0,64	0,400
10	4,53	40C	10I	20L	30D	0,4	0,48	0,440
11	4,29	40L	10D	30C	20D	0,4	0,48	0,440
12	5,21	50L	20D	40L	40I	0,16	0,16	0,160
13	5,12	40C	30I	50C	10D	0,24	0,2	0,220
14	5,02	30C	20I	10L	30I	0,48	0,6	0,540
15	4,35	10L	50D	30C	20D	0,2	0,48	0,340
16	4,54	20C	50I	50L	50I	0,16	0,04	0,100
17	5,12	30L	20I	20C	30D	0,48	0,48	0,480
18	5,14	20C	20D	40L	40D	0,64	0,16	0,400
19	5,19	40L	10I	20C	20I	0,4	0,64	0,520
20	5,07	20L	20D	40L	40D	0,64	0,16	0,400

Tabla 6: Resultados de la prueba del procedimiento A.

En la tabla se puede apreciar cómo se ha obtenido la precisión de las los piezas pertenecientes a la Batería, de manera independiente. Más tarde, para llevar a cabo la obtención de la puntuación (PUNTUACION MEDIA) se han realizado las operaciones explicadas anteriormente. Cabe destacar que en un ejercicio de fuego real, a una dispersión de 30 metros no se corrige el tiro ya que el error probable longitudinal es mayor de 25 metros para el proyectil con el que la pieza dispara. En este caso, para llevar a cabo el proceso de nuestro análisis se ha hecho un estudio de precisión más conciso. Esta puntualización también se tiene que tener en cuenta para la *tabla 7*, resultados de la prueba del procedimiento B.

4.2. Procedimiento B. SW-CDU de la pieza SIAC como medio calculador de datos de tiro.

Para llevar a cabo el procedimiento de una acción de tiro mediante el sistema calculador de datos de tiro de la CDU SIAC, es necesario que las coordenadas del objetivo a abatir se transmitan al jefe de la pieza para que pueda introducirlos en la CDU. Para que este análisis sea efectivo y esté en las mismas condiciones que el procedimiento anterior, damos por hecho que en la CDU de la pieza están introducidos los boletines meteorológicos, los lotes de la carga de proyección que se va a utilizar en el tiro y los índices de desgaste del tiro. Cabe destacar que esta introducción de datos no es tan intuitiva como en el sistema Talos, sino que es más costosa ya que se tienen que introducir los datos numéricos uno a uno con el teclado táctil de la CDU.

El procedimiento que nosotros vamos a analizar comienza cuando OAV envía una petición de fuego. En ese momento nosotros activamos el cronómetro. La petición de fuego será idéntica a la analizada en el procedimiento anterior, eficacia un disparo. El FDC de Batería recibe la orden de fuego vía fonía y vía Talos con las coordenadas del objetivo. Acto seguido, el FDC de Batería envía vía fonía a cada uno de los jefes de pieza las coordenadas del objetivo a abatir y la carga. Mientras el FDC está enviando los datos del objetivo a abatir, lo están introduciendo en su NABK. Una vez el jefe de pieza recibe las coordenadas del objetivo y la carga, los introduce en la CDU de la pieza junto con los datos GPS que le da la pieza, y calcula. A continuación, el jefe de pieza informa de los datos y el FDO de Batería comprobará a través de la radio que los datos para ese objetivo son los mismos que en su calculador NABK. Una vez visto que coinciden los cálculos dará el conforme, en ese momento la pieza empieza a cargar el proyectil y una vez cargado se apuntará. El FDC esperará pieza lista. Una vez que las piezas estén listas, el jefe de pieza lo comunicará al FDC de batería e informarán piezas listas a los OAV, que serán los que dictarán el momento de la orden de fuego. En el momento en el que se dé la señal a los OAV, se parará el cronómetro y se dejará de contar el tiempo.

Como hemos podido comprobar, en este procedimiento se ha utilizado en una parte de la transmisión de la información el Sistema Talos ya que no toda la comunicación ha sido vía fonía. Pero la diferencia importante está en que el cálculo de los datos de tiro (derivas y ángulos de tiro) son calculados por la CDU y no por medio del sistema Talos.

Resultado de la prueba.

PROCEDIMIENTO B		(SIAC)	PRECISION PZ1		PRECISION PZ2		PUNTUACION PZ1	PUNTUACION PZ2	PUNTUACION MEDIA
Nº TIRO		TIEMPO (Minutos)	LONGITUD	TRANSVERSAL	LONGITUD	TRANSVERSAL			
1		6,23	10L	40I	20L	10I	0,4	0,8	0,600
2		7,15	30C	30D	10C	20D	0,36	0,8	0,580
3		7,38	20C	10I	30L	20D	0,8	0,48	0,640
4		6,15	30L	10D	30C	10D	0,6	0,6	0,600
5		5,47	10L	30D	20L	40I	0,6	0,32	0,460
6		7,12	20C	20I	40C	20D	0,64	0,32	0,480
7		7,35	20L	20D	20L	30I	0,64	0,48	0,560
8		8,2	10C	30D	20C	40D	0,6	0,32	0,460
9		7,43	20L	40D	30C	30D	0,32	0,36	0,340
10		6,23	40C	20I	10C	20I	0,32	0,8	0,560
11		6,36	40C	10I	10C	10D	0,4	1	0,700
12		6,15	30L	10D	20L	30D	0,6	0,48	0,540
13		6,53	20C	20D	40C	20I	0,64	0,32	0,480
14		7,23	10C	10D	30L	20D	1	0,48	0,740
15		7,43	10L	30I	40L	10I	0,6	0,4	0,500
16		6,32	10C	40D	20L	40I	0,4	0,32	0,360
17		7,01	40L	20I	10C	20I	0,24	0,8	0,520
18		8,02	30C	10D	20C	50D	0,6	0,16	0,380
19		7,34	50C	10I	30L	20D	0,2	0,48	0,340
20		6,52	10C	20I	10L	30I	0,8	0,6	0,700

Tabla 7: Resultados de la prueba del procedimiento B.

4.3. Resultados obtenidos del análisis estadístico con las muestras de ambos procedimientos.

Una vez explicado cómo hemos llevado a cabo la prueba, la manera de obtener los resultados, la descripción de cada uno de los procedimientos tácticos y por último, expuesto los resultados obtenidos ya solo falta explicar las conclusiones que se han obtenido y como se han llegado a ellas. ¿Hemos conseguido los objetivos que desde el comienzo de este proyecto se buscaban? ¿Es uno de los procedimientos con su respectivo sistema de transmisión y cálculo de datos de tiro suficientemente rápido y preciso como para afirmar que un procedimiento es mejor que otro?

En nuestro análisis, lo que queremos obtener es una resultado que nos dicte si es o no es significativamente mejor un procedimiento que otro. Para ello tenemos que saber qué es lo que hace que un proceso sea mejor que otro. Bien, en este caso, hemos analizado los dos procedimientos en una acción de fuego en eficacia. Como ya hemos explicado, una acción en eficacia es una acción que ya ha sido corregida, y ya ha habido un trabajo anterior hecho. Por lo tanto una acción en eficacia es una acción que nos asegura que, si no hay ningún error humano, el proyectil va a entrar en un área de 100 metros de largo por 100 metros de ancho. En nuestro caso, somos un Grupo de Artillería en misión de apoyo directo a una Brigada de Infantería ligera, es decir, que un proyectil de 155 milímetros de calibre va a realizar el suficiente efecto como para que el enemigo quede sorprendido con algunas bajas y podamos facilitar la misión a la compañía de infantería apoyada. Así pues, llegamos a la conclusión de que el factor precisión, si está

dentro de los parámetros de acción en eficacia no va a ser un factor decisivo aunque para la obtención de nuestra conclusión lo valoraremos tanto como el tiempo. El tiempo es un factor muy importante en la misión de apoyo directo.

Después de explicar el escenario en el que estamos involucrados y los objetivos que esperan de nuestra actuación, ya podemos analizar las muestras obtenidas en el campo. Para llevar a cabo todos los cálculos estadísticos se ha utilizado un programa informático capaz de facilitar los cálculos estadísticos llamado SPSS en su versión 21.

Factor tiempo.

A diferencia de la precisión, el tiempo llega a ser un factor más necesario por la idiosincrasia de nuestra misión de apoyo directo a una brigada de infantería ligera. Esto es así porque cuando la supuesta compañía de infantería que está en el frente necesita apoyo de fuego, esa petición de fuego deberá de ser llevada a cabo lo más rápida posible para que la acción defensiva del enemigo sea combatida y se pueda sorprender sin dar pie al enemigo a actuar.

Para obtener conclusiones reales del factor tiempo tendremos que obtener una diferencia significativa. Para saber si estas dos medias muestrales, del factor tiempo, son significativas hemos utilizado la prueba t de comparación de medias de dos muestras independientes.

Antes de nada, debemos de comprobar que se cumple el supuesto de normalidad si queremos llevar a cabo la prueba t con rigurosidad. Esta prueba de la hipótesis de normalidad se desarrolla gracias al test de Shapiro – Wilk.¹³

Así pues realizamos el test de Shapiro-Wilk :

Pruebas de normalidad				
	Shapiro-Wilk			Sig.
	Estadístico	gl		
Tiempo	Procedimiento A	0,918	20	0,091
	Procedimiento B	0,952	20	0,394
Puntuación	Procedimiento A	0,944	20	0,282
	Procedimiento B	0,962	20	0,587
Rendimiento	Procedimiento A	0,945	20	0,301
	Procedimiento B	0,955	20	0,457

Tabla 8: Resultados de la prueba de normalidad.

En la tabla 8 de resultados de la prueba de normalidad debemos fijarnos en el tiempo. En nuestro caso el procedimiento Kolmogorov-Smirnov nos valdría para saber si nuestra muestra se aproxima a la

¹³ La prueba de Shapiro-Wilk se lleva a cabo para comprobar el supuesto de normalidad porque la muestra es menor de 30 observaciones.

normalidad si tuviéramos 30 o más observaciones. Como no es así, nos fijamos únicamente en el procedimiento Sapiro-Wilk y en concreto en la significatividad (Sig. o *p*-valor). Para que la hipótesis de normalidad no se rechace deberá de ser mayor de 0,05. En nuestro caso, tanto el procedimiento A ($0,091 > 0,05$) como el procedimiento B ($0,394 > 0,05$) cumplen el supuesto de normalidad. De esta manera sabemos que se puede llevar a cabo la prueba *t* con rigurosidad. La segunda columna de la prueba Shapiro-Wilk, el *gl* (grados de libertad) no nos aporta nada en nuestras conclusiones. Para que la hipótesis de normalidad no se rechace deberá de ser mayor de 0,05

A continuaciones debemos de cumplir otra condición, que a diferencia del supuesto de normalidad, no es una condición absoluta sino que simplemente nos aporta una característica de nuestras muestras, para saber si fijarnos en un valor o en otro valor de los resultados de nuestra prueba. Ésta es la condición de homocedasticidad o igualdad de las varianzas (que mide la dispersión de los datos). Debemos de comprobar cuánto de grande es la diferencia de las varianzas (el cuadrado de 0,42 frente al cuadrado de 0,70; *tabla 9*). Para saber si esa diferencia es suficientemente grande hago el test de Levene, que es el que me va a decir si es o no es suficientemente grande como para asumir varianzas iguales o no asumir varianzas iguales.

Estadísticos de grupo						
		N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Varianza
Tiempo	Procedimiento A	20,000	4,698	0,424	0,095	0,180
	Procedimiento B	20,000	6,881	0,701	0,157	0,491

Tabla 9: Resultados del estadístico de grupo del factor tiempo.

Si el valor de significatividad es mayor de 0,05 entonces asumimos varianzas iguales. En nuestro caso, la significatividad es 0,012 luego no asumimos varianzas iguales. Una vez comprobamos dicho aspecto ya sabemos en qué datos nos tenemos que fijar en los resultados de la prueba *t*.

La característica de estabilidad, que nos lo da el dato de la desviación típica, nos demuestra la baja desviación típica del procedimiento A frente al procedimiento B y con ello un aspecto de mayor estabilidad en cuanto al uso del procedimiento A. Así pues, podemos obtener una primera conclusión, la instrucción con el Sistema Talos es mayor ya que tiene unos valores de tiempo más estables. Y como ya hemos visto en apartados anteriores, este nivel de instrucción se explica porque la unidad ha estado trabajando con Talos hasta este momento, aunque fuese con otra pieza.

Obtenido el dato de significatividad de la prueba t, vemos que es 0,000. De esta manera como 0,000 es menor que 0,05 podemos generalizar y afirmar que realmente el tiempo del procedimiento A es significativamente menor que el procedimiento B.

		PRUEBA DE MUESTRAS INDEPENDIENTES						
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias.				
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia
Tiempo	Se han asumido varianzas iguales	6,918	0,012	-11,918	38	0,000	-2,1835	0,18321
	No se han asumido varianzas iguales			-11,918	31,277	0,000	-2,1835	0,18321

Tabla 10: Resultados de la prueba t del factor tiempo.

Si no hubiéramos llevado a cabo esta prueba, podríamos haber afirmado desde el principio con una simple prueba de media aritmética que el procedimiento A era más rápido que el procedimiento B. Pero de esta manera no sabríamos si lo era en la población de disparos. Ahora ya podemos generalizar.

Factor puntuación (precisión).

Analizamos el factor puntuación de cada uno de los dos procedimientos de la misma manera que en el factor tiempo para obtener conclusiones. En la *tabla 11* se puede observar como la Media (media aritmética) de la puntuación obtenida en el procedimiento B es mejor 0,527 frente a la media del procedimiento A que es 0,390. Ahora, nos vamos a disponer a realizar un estudio estadístico idéntico al del factor tiempo. Aun así ya sabíamos de una mejor precisión del proceso B debido al número de herramientas que utiliza el software con el que la CDU del SIAC realiza todos los cálculos.¹⁴

Además a diferencia del tiempo, como podemos comprobar en la *tabla 9*, en el factor puntuación el procedimiento B es un procedimiento con una desviación típica más pequeña que el procedimiento A *tabla 11*. Esto nos está demostrando que el calculador de la pieza CDU tiene una menor dispersión y es más estable. Esta característica es normal, ya que se trata de un proceso en el que el factor humano actúa con menor protagonismo.

Estadísticos de grupo

		N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Puntuación	Procedimiento A	20,000	0,390	0,131	0,420
	Procedimiento B	20,000	0,527	0,119	0,530

Tabla 11: Resultados del estadístico de grupo del factor puntuación.

¹⁴ Se puede ver el apartado del trabajo 2.3. para comprenderlo.

Llevando a cabo el estudio estadístico comprobamos en la *tabla 8* que cumple el supuesto de normalidad. En la prueba de Shapiro-Wilk, nos indica que tanto el procedimiento A ($0,282 > 0,05$) como el procedimiento B ($0,587 > 0,05$) lo cumplen. Así pues, nos disponemos a realizar la prueba t. Comprobamos antes si asumimos o no asumimos varianzas iguales. En nuestro caso, como podemos ver en la prueba de Levene asumimos varianzas iguales ($0,729 > 0,05$) *tabla 12*. Y por último, centrándonos en la significatividad de la prueba t concluimos que nuestra prueba t es significativa ($0,001 < 0,05$). Por lo tanto podemos generalizar diciendo que la puntuación (precisión) del procedimiento B es mayor que la del procedimiento A, no solo en nuestras muestras sino en la población de disparos.

		PRUEBA DE MUESTRAS INDEPENDIENTES						
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias.				
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia
Puntuación	Se han asumido varianzas iguales	0,122	0,729	-3,472	38	0,001	-0,137	0,03946
	No se han asumido varianzas iguales			-3,472	37,651	0,001	-0,137	0,03946

Tabla 12: Resultados de la prueba t del factor puntuación.

Se puede comprobar la dispersión de cada uno de los dos procedimientos con un diagrama de caja.

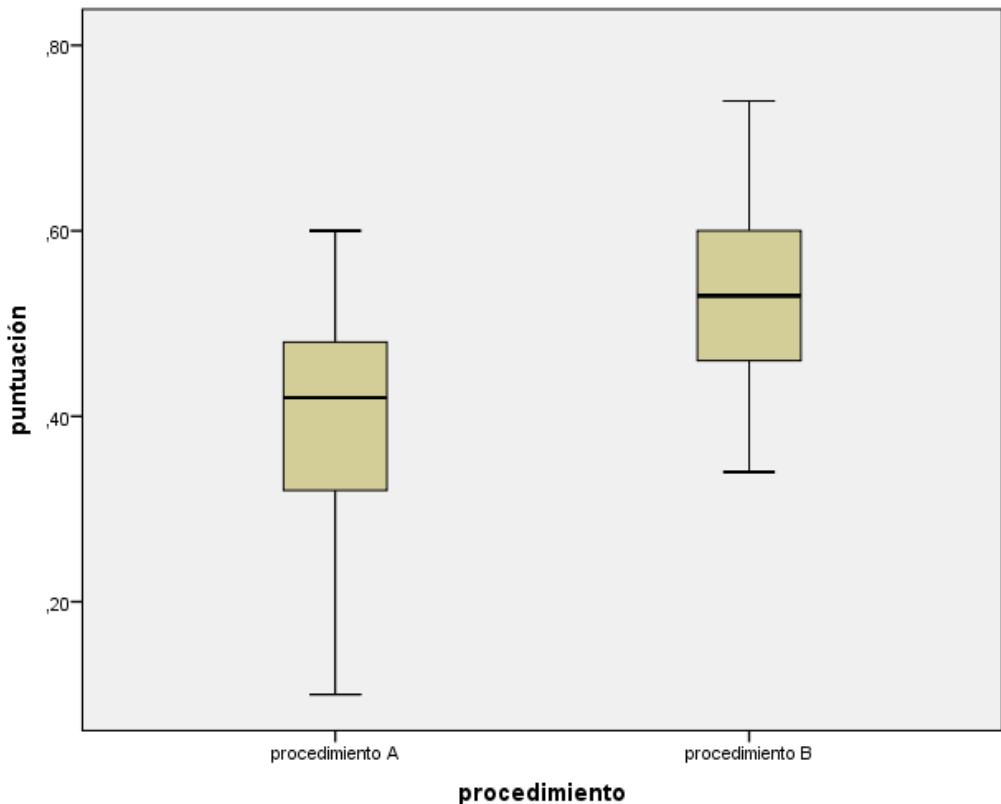


Ilustración 13: Descripción de la puntuación en cada uno de los procedimientos.

Estudio del rendimiento.

Hasta ahora hemos hecho un análisis a nivel agregado de cada uno de los dos factores que hemos estudiado en nuestro procedimiento de cálculo y transmisión de tiro. Una vez hecho nos damos cuenta de que según el estudio realizado con el factor tiempo el procedimiento A es más rápido no solo en nuestros tiros de prueba sino de modo general. Por otra parte, el factor precisión nos lleva a caer en la cuenta de que el procedimiento B es más preciso. Por lo tanto después de todo no podemos obtener una conclusión clara de cual es mejor. Así pues, ahora vamos a analizar los dos factores juntos con un ratio que hemos creado de la división de la puntuación entre el tiempo para ver si podemos sacar alguna conclusión que nos decante por uno de los dos procedimientos. De esta manera creamos un nuevo factor al que lo hemos llamado rendimiento y que expresaremos en puntuación por minuto.

$$\text{Ratio de rendimiento} = \frac{\text{Puntuación}}{\text{Tiempo}}$$

Obtenido el factor rendimiento para cada uno de los dos procedimientos, realizamos su cálculo estadístico para comprobar qué procedimiento es más eficaz.

Estadísticos de grupo					
		N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Rendimiento	Procedimiento A	20,000	0,083	0,029	0,007
	Procedimiento B	20,000	0,078	0,020	0,005

Tabla 14: Resultado del estadístico de grupo del rendimiento.

Una vez realizado el Análisis, comprobamos que la media muestral del procedimiento B es menor que la media del procedimiento A. Cuanto mayor sea la media, el procedimiento es más eficaz porque de cada unidad de tiempo hay más puntuación. Pero para obtener conclusiones tenemos que comprobar si esa diferencia es significativa.

Para ello, realizamos el mismo proceso que en la prueba t hecha anteriormente con el factor tiempo y el factor puntuación. Primero comprobamos que cumple la condición de normalidad para cada uno de los dos procedimientos ¹⁵: procedimiento A ($0,945 > 0,05$) y procedimiento B ($0,955 > 0,05$). Después, comprobamos si no asumen varianzas iguales viendo si en la prueba de Levene da menor que 0,05. Asumimos varianzas iguales (0,113 es mayor que 0,05). Una vez sabemos esa característica de nuestras muestras nos fijamos en la significatividad. La significatividad de nuestra prueba t vemos que es 0,525 que

¹⁵ Ver en la tabla 8.

al ser mayor que 0,05 significa que no hay significatividad, es decir, los dos procedimientos son prácticamente iguales en cuanto a rendimiento.

		PRUEBA DE MUESTRAS INDEPENDIENTES						
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias.				
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia
Rendimiento	Se han asumido varianzas iguales	2,627	0,113	0,641	38	0,525	0,00509	0,00795
	No se han asumido varianzas iguales			0,641	33,732	0,526	0,00509	0,00795

Tabla 15: Resultados de la prueba t del rendimiento.

Una vez obtenidos los resultados concluimos que aunque en las muestras obtenidas el procedimiento A es más eficaz, la diferencia que lo hace más eficaz es pequeña (0,083 frente a 0,078) y estudiando la significatividad vemos como no es significativa luego no podemos generalizar.

Aunque no podemos ser concluyentes, los dos procedimientos presentan un rendimiento similar en la muestra, por lo que si damos preponderancia a la rapidez, el procedimiento A sería elegido

Estudio del Speed Accuracy Trade off (SAT).

Como hemos podido comprobar analizando el tiempo y la precisión, a simple vista parece que el procedimiento B es más lento pero a la vez es más preciso y justo lo contrario con el procedimiento A. Por ello, se va a comprobar si se cumple el *Speed accuracy trade off*, que en este caso cambiaremos *speed* por *time* pero el concepto sigue siendo el mismo. Al fin y al cabo analizaremos si existe esa tendencia que así se puede intuir a simple vista. Además, en la sección 4.4.1 se va a proponer un proyecto de integración SIAC-Talos que debería hacer ganar tiempo a la pieza SIAC. ¿Podría este proyecto mermar la precisión del SIAC? El estudio del Speed Accuracy Trade off ayudará a dar mejor respuesta a esta pregunta. Para comprobarlo se ha calculado el coeficiente de correlación lineal o de Pearson.

El coeficiente de correlación lineal o de Pearson se va a realizar con cada uno de los procedimientos, por separado. Se va a relacionar el factor tiempo y el factor puntuación con cada procedimiento. Tras calcularlo nos va a dar un resultado que el dato numérico va a comprender entre 1 y -1. Siendo el 1 una relación perfecta en la que al aumentar un factor aumenta el otro (no necesariamente tiene que ser el doble). El 0 indicaría que los dos factores son independientes y que no existe ninguna relación entre ellos. Y por último, el -1 nos indicaría que cuando aumentara un factor disminuiría el otro (sin ser necesariamente el doble).

Análisis de la correlación de Pearson para el procedimiento A.

Comprobamos que la correlación de Pearson nos da $R = -0,17$ un valor que es muy próximo a 0. Pero, al comprobar la significatividad vemos que es $Sig. = 0,475$ que es mucho mayor que 0,05 luego no es significante y aunque está reflejando una relación negativa entre las dos variables nuestro resultado no podría generalizarse por culpa de la significatividad. A nivel poblacional no se rechaza que la correlación entre tiempo y puntuación sea 0.

Análisis de la correlación de Pearson para el procedimiento B.

Obtenemos los valores de correlaciones de Pearson y vemos como $R = -0,247$ que en esta ocasión si que vemos una clara dependencia negativa. Pero al comprobar la significatividad $Sig. = 0,293$ vemos como tampoco podemos generalizar la R de nuestra muestra a la R poblacional. Aun así, el valor de 0,293 se aproxima más a 0,05 por eso este análisis tiene más valor que en el procedimiento A..

Por último, y para dar una idea visual a nuestra conclusión vamos a realizar una recta de regresión con cada uno de los procedimientos, analizando el factor puntuación y tiempo. Como podemos comprobar en el procedimiento A, la precisión disminuye más rápidamente cuanto más tiempo tarda en realizar el procedimiento.

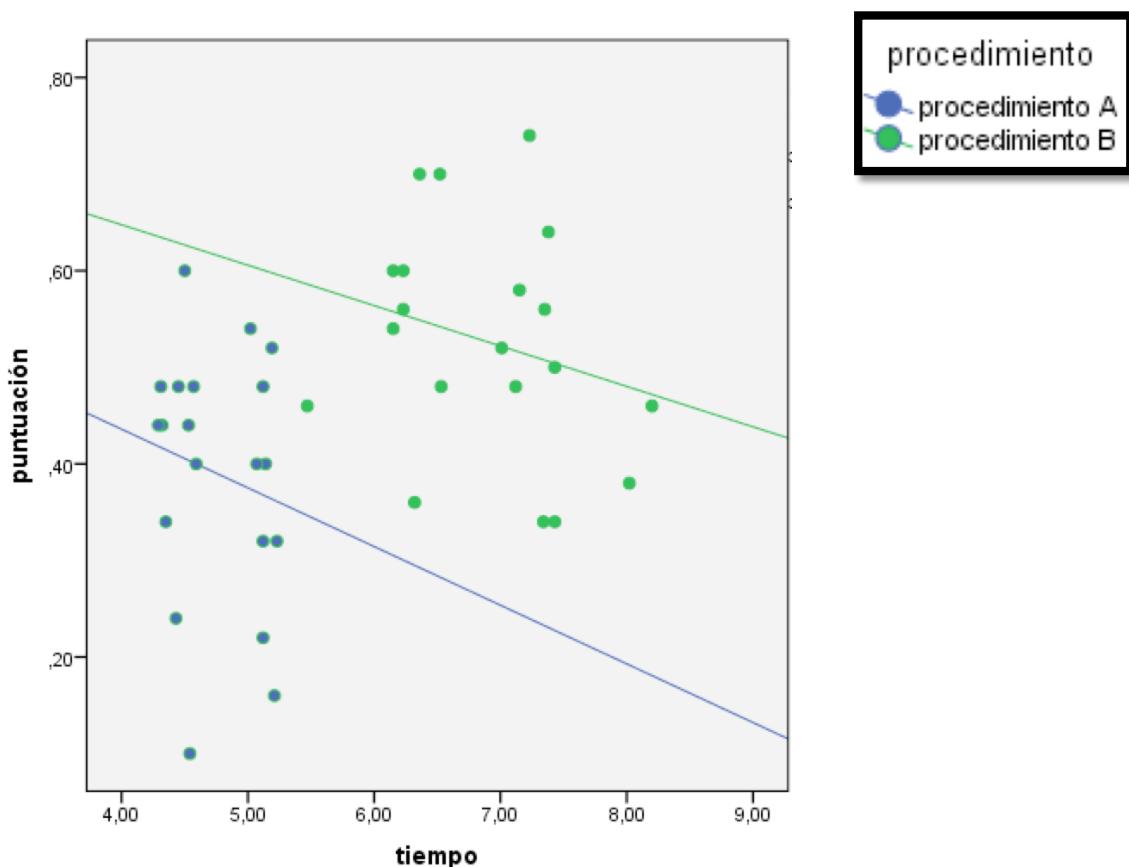


Ilustración 16: Grafica de las rectas de regresión de cada procedimiento.

Como conclusión a los análisis de ambos procedimientos el resultado nos indica que al aumentar el tiempo estaríamos disminuyendo la puntuación del tiro. Esto ocurre porque la precisión no tiene unos márgenes de corrección tan grandes como para aumentar la puntuación al mismo nivel que aumenta la unidad de tiempo. Esto hace que nuestras conclusiones a simple vista, en nuestros análisis agregados de tiempo y precisión, en los que parecía que a un aumento del tiempo aumenta la precisión no sean ciertas. Por otra parte, este resultado da la respuesta a la pregunta que planteamos anteriormente de si nuestro proyecto de integración podría mermar la precisión del SIAC. Como conclusión a los análisis desagregados de ambos procedimientos el resultado nos indica que al disminuir el tiempo estaríamos aumentando la puntuación del tiro.

4.4. Conclusión final de las pruebas realizadas.

Una vez finalizadas las pruebas y obtenido los resultados del estudio llevado a cabo en el Grupo de Artillería, podemos afirmar que las Baterías de Obuses 155/52 SIAC deberán de seguir utilizando el Sistema Talos como medio de transmisión y calculador de datos de tiro, es decir, el procedimiento A es el más óptimo de los dos procedimientos. No solo por la rapidez ofrecida con respecto al procedimiento alternativo, sino por la igualdad de rendimiento y por la utilización de los mismos medios. Esta homogeneidad de medios, facilita el stock de repuestos del sistema, además de obviarse la nueva instrucción del personal en cuanto a la utilización de software de la CDU del SIAC.

Centrándonos en los análisis estadísticos desarrollados, a nivel agregado podemos observar que el procedimiento más lento es el más preciso. Para comprobarlo hemos hecho un análisis desagregado y ha resultado haber una relación negativa, por lo tanto rechazamos el supuesto de que aumentara la precisión cuanto más tiempo se utilizara en el procedimiento. Es más, según el análisis desagregado cuanto más tiempo utilizamos en el desarrollo del procedimiento menor es nuestra precisión. Esto nos hace pensar que el software del calculador balístico tarda el tiempo que tarda y que todo lo demás es dependiente de la instrucción del personal.

Se puede llegar a pensar que el resultado ofrecido en nuestra conclusión es incongruente, sobre todo, cuando en una acción de fuego de artillería donde la precisión es tan importante no le damos el valor que se le debería de dar. Posiblemente, si nuestra elección del procedimiento óptimo fuera para un Grupo de Artillería en cualquier otra misión diferente a la misión de apoyo directo se le habría dado otra importancia a los factores (tiempo y precisión) posiblemente nuestro resultado hubiera sido diferente. Con esta aclaración se quiere dar a entender que lo importante para la elección del procedimiento óptimo está en la misión de la unidad analizada.

Como aportación personal a los resultados obtenidos tras el análisis de ambos procedimientos la solución idónea sería integrar el sistema Talos con la CDU de la pieza SIAC. Con nuestro estudio realizado sabemos que la CDU pierde en rapidez. De esta manera ganará en tiempo. Este proyecto de integración se llevó a cabo con el fin de crear un primer demostrador capaz de integrar estos dos sistemas¹⁶. El programa fue llevado a cabo por la empresa “SANTA BARBARA SISTEMAS S.A.”. Fue aceptado en el verano del año 2014, y fue terminado y entregado a la Jefatura de Asuntos Económicos del Mando de Apoyo logístico a principios del año 2015.

Por desgracia por causas económicas no se ha seguido desarrollando.

4.4.1 Descripción del proyecto de integración (SIAC-Talos).

El proyecto de integración tiene como principal objetivo dar una solución de intercomunicación entre las aplicaciones instaladas en la PDA que tiene el jefe de pieza (software TALOS especializado para célula pieza) y el SB CDU (software instalado en los ordenadores de los sistemas SIAC y otros). Es una solución de intercomunicación de tipo cliente/servidor diseñada para comunicar, de manera robusta, un puesto de mando de artillería con las piezas a las que sirve o para comunicar dos aplicaciones entre sí.¹⁷

La descripción que va tener como objetivo solución de intercomunicación tiene tres bloques para analizar:

1. Descripción del mecanismo físico de intercomunicación.
2. Descripción de la información intercambiada.
3. Descripción del uso de los mensajes intercambiados.

Para llevar a cabo la realización del prototipo uno de los requisitos contemplados en su definición ha sido mantener las funcionalidades de ambas aplicaciones, de manera que, por ejemplo, la pieza SIAC pueda actuar en modo autónomo, sin la guía del Mando y Control, si así se quisiera. Para que de esta manera los sistemas ya implantados y que queremos integrar no pierdan funcionalidades sino que sea todo ganar funciones.

Las Oficinas de Programa C2ACA y SIAC (ambas extintas a día de hoy) han postulado que la solución de intercomunicación debe respetar al máximo las funcionalidades y las interfaces gráficas de ambas aplicaciones. Éstas mantendrán su aspecto en cuanto a funcionalidad, lo cual es una ventaja en lo que respecta a la instrucción de las Unidades.

¹⁶ Ver el Anexo E. En él se puede comprobar la licitación que demuestra la entrega del proyecto a la empresa Santa Bárbara

¹⁷ Toda la información aportada del proyecto de integración (SIAC-Talos) ha sido facilitada por el oficial responsable de proyecto.

De esta manera el programa tiene una serie de requisitos gracias a mantener sus funcionalidades:

- Ambas aplicaciones incorporaran un botón-indicador para requerir la atención del usuario en la aplicación en segundo plano y trasladar el foco si el usuario así lo solicita.
- De ejecutarse TALOS-PZ, esta aplicación gestionará el IHM a nivel usuario, limitándose el SB-CDU (de la propias pieza) a las funciones específicas de mantenimiento y diagnosis del sistema SIAC.
- El IHM de TALOS-PZ incorporará en las pantallas de navegación y de misión fuego los botones e indicadores necesarios para representar el estado de los sistemas de SIAC y posibilitar su control a nivel usuario.

Así, podemos concluir que el calculador balístico del SIAC debe funcionar como una extensión del sistema de Mando y Control, de modo que cuando se precise un cálculo balístico, se utilizará el software SB-CDU como un servidor remoto de TALOS que le proporcione velocidades en boca óptimas. Por lo tanto podemos decir que en esta integración se va a quedar el Sistema de Mando y control TALOS como sistema de mando y control y el software SB-CDU actuará como una herramienta más. Todo esto cuando se trabaje centralizado, y no de manera autónoma.

4.5 Valoración final.

Una vez obtenidos todos los resultados y estudiando las posibles alternativas, podemos concluir que la prueba llevada a cabo es productiva. La decantación del Procedimiento A, procedimiento que utiliza el sistema Talos como sistema de transmisión y cálculo de datos de tiro, es comprobado, el más eficaz para un Grupo de Artillería en misión Apoyo directo. Por otra parte se ha dejado definido una mejor alternativa en el supuesto de que el presupuesto del Ministerio de Defensa pueda afrontar dicho proyecto, hasta entonces, debemos de hacer caso al resultado obtenido en este trabajo y seguir instruyéndonos en el Sistema Talos como medio de transmisión y cálculo de datos de tiro.

5. Conclusiones personales.

Después de haber realizado la memoria de este trabajo, estudiando las modificaciones que ha sufrido un Grupo de Artillería tan importante como el Grupo de Artillería II de la Legión, se puede afirmar que actualmente esta unidad está sufriendo uno de los cambios más importantes de los últimos años.

La recepción del nuevo material como es el Sistema de armas 155/52 SIAC está creando una adaptación de procedimiento, no solo en la parte desarrollada en el trabajo, que también, sino en todo el marco logístico y de instrucción del personal. El Grupo de Artillería II de la Legión tiene en sus filas a tropa muy antigua, que prácticamente su totalidad no ha visto otro sistema de armas que no haya sido el Obús 105/37 Light Gun.

Dentro de todos los problemas que ha supuesto esta recepción del nuevo sistema de armas, mi estudio ha sido de gran ayuda para facilitar la decisión de adoptar una tarea procedural tan importante como es la transmisión y cálculo de datos de tiro, que no es sino uno de los fundamentos de la misión del arma. Además, el estudio y la solución orgánica que se plantea al problema de falta de personal que existe en todas nuestras unidades hace que aumente la utilidad del trabajo. Esta solución se ha probado en las prácticas mediante unas maniobras y funciona.

Por último, centrándonos en la idea principal de este trabajo, el estudio llevado a cabo con su respectivo análisis pone de manifiesto una vez más la importancia del tiempo, dentro de las características de nuestros fuegos de artillería. No es un método procedural más óptimo que otro solo por su precisión, primero debemos de saber cuál es nuestra misión para poder valorar un factor u otro en la elección del procedimiento. En nuestro proyecto hemos comprobado que el sistema Talos es más rápido pero no menos eficaz, y que su integración con SIAC podría de hecho mejorar el rendimiento del sistema. Al final, con el análisis y la conclusión de este trabajo se ha dejado clara la importancia de la misión de apoyo directo que realiza el Grupo de Artillería II de la Legión dentro de la Brigada de Infantería ligera de la Legión.

Bibliografía.

MANUALES:

- [1] GRUPO DE ARTILLERIA DE CAMPAÑA [OR4-307]
- [2] TALOS TÁCTICO. MANUAL DE USUARIO. VERSION 4.1. FECHA: 31/07/2014
- [3] TALOS TÉCNICO. MANUAL DE USUARIO PC. VERSION 4.1 FECHA 31/07/2014
- [5] MANUAL DE USUARIO MODULO DE COMUNICACIONES. SINCRONO PR4G.
- [6] OBUS 155/52 SIAC Manual de Operador y mantenimiento de primer escalón [MT-300]
- [7] REGLAMENTO DE EMPLEO. RADIOTELEFONO PR4G [RE6-501]
- [8] EMPLEO DE LA ARTILLERIA DE CAMPAÑA [OR3-302]
- [9] EL GRUPO DE ARTILLERIA DE CAMPAÑA EN EL HP 2025 [DIVA-IV-052]
- [10] ASPECTOS OPERATIVOS Y TECNICOS DE LA ARTILLERIA EN EL HORIZONTE EL AÑO 2020
- [11] EQUIPO DE OBSERVADOR DE ARTILLERIA DE CAMPAÑA [MI-304]
- [12] PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS DEL FDC TOMO I [PD4-318]
- [13] PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS DEL FDC TOMO II [PD4-318]
- [14] REGLAMENTO DE EMPLEO DE LA BATERIA DE ARTILLERIA DE CAMPAÑA [RE4-306]
- [23] STATISTICS FOR BUSINESS AND ECONOMICS (PAUL NEWBOLD Y OTROS) EDITORIAL PEARSON. SEPTIMA EDICION, AÑO 2010.

DOCUMENTOS.

- [4] DOCUMENTO DE DISEÑO DE INSTALACION. VERSION 1.4. FECHA: 05/03/2014
- [17] MONOGRAFIA. EL APOYO LOGISTICO A LAS BRIGADAS ORGÁNICAS POLIVALENTES. 1 MAYO 2015
- [18] MONOGRAFIA. EL PRESUPUESTO DE DEFENSA EN UN ENTORNO DE CRISIS. 30 ABRIL 2012
- [21] APUNTES DE LA ASIGNATURA DE ESTADISTICA. INFERENCIA. CUD. 2013-2014
- [22] BALISTICA EXTERIOR. ASIGNATURA DE BALISTICA. CUD. 2015-2016.

REVISTAS:

- [1] REVISTA HESPERIDES. Mando de Canarias. N°206 ABRIL-JUNIO 2016
- [15] MEMORIAL DE ARTILLERIA N°160. 2 de DICIEMBRE DE 2004
- [16] MEMORIAL DE ARTILLERIA N° 171/2. DICIEMBRE DE 2015
- [19] LA BOMBarda. REGIMIENTO DE ARTILLERIA DE COSTA N°4. MARZO DE 2013.
- [20] REVISTA HESPERIDES. Mando de Canarias. N°205. ENERO-MARZO 2016

ANEXO A. Sistema NABK SIAC

En el siguiente anexo, se describirá el manejo de la consola balística NABK SIAC.

Este software está indicado para la verificación del tiro artillero desde un puesto de mando de sección o puesto de mando de batería. Aunque está específicamente diseñado para ser usado dentro de una batería de piezas SIAC, puede usarse con otros materiales.

Introducción

La consola NABK SIAC permite efectuar cálculos balísticos con diferentes materiales de artillería. El núcleo de cálculo balístico es NABK, en su versión 1.5. La consola permite determinar soluciones de tiro para proyectiles rompedores, fumígenos e iluminantes.

La aplicación dispone de una interfaz gráfica que en todo momento guía al usuario con el fin de evitar errores de cálculo.

Instalación del software

Este software sólo funciona con sistemas operativos Windows (XP, Vista y 7).

La consola NABK SIAC se entrega dentro de un fichero comprimido denominado Consola_NABK_SIAC_Installer_v.3.5_00.zip. Al descomprimir este fichero se crea una carpeta que contiene, entre otras cosas:

La instalación se inicia haciendo doble clic en setup.exe y siguiendo las instrucciones que proporciona un asistente de instalación.

Una vez instalado el software, debe aparecer en el escritorio un ícono con fondo blanco que representa una pieza SIAC, con el lema NABK. Para ejecutar la aplicación debe hacerse doble clic en dicho ícono.

Si al hacer doble clic la aplicación no arranca, ello se debe a que el ordenador usado no tiene instalada la plataforma .NET. Esto puede ocurrir en sistemas operativos anteriores a Windows Vista. Para instalar .NET debe accederse a la subcarpeta NET Framework 2.0, dentro de la carpeta descomprimida. Hay que hacer doble clic en el ejecutable dotnetfx.exe y seguir las instrucciones de instalación.

Identificador de pieza

Desde un puesto de mando de sección o batería se gobiernan varias piezas. Esta aplicación está orientada a la verificación de la solución de tiro de una sola pieza. Es posible, empero, abrir varios ejemplares de la aplicación a la vez y asignar cada uno a una pieza distinta. Por esta razón al abrir la aplicación aparece el cuadro de diálogo de asignación del identificador de pieza:

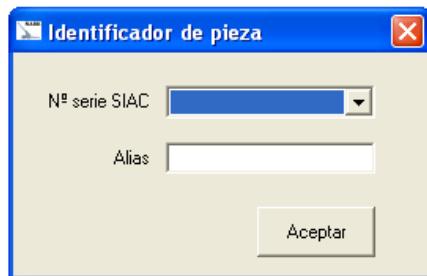


Figura 1 – Cuadro de diálogo Identificador de pieza.

En el desplegable Nº serie SIAC se puede elegir el identificador de la pieza a la que se va a asignar la aplicación. Esto tiene algunas implicaciones:

El cuadro de texto Alias permite al usuario identificar la pieza con un nombre más relevante para éste, como por ejemplo: 1ª Pieza o Pieza 1. Este alias (así como el número de serie SIAC, si existe) aparece como título en la pantalla principal de la aplicación.

Pantalla principal de la aplicación

Gran parte de la funcionalidad del software se obtiene en la pantalla principal, que se representa a continuación:

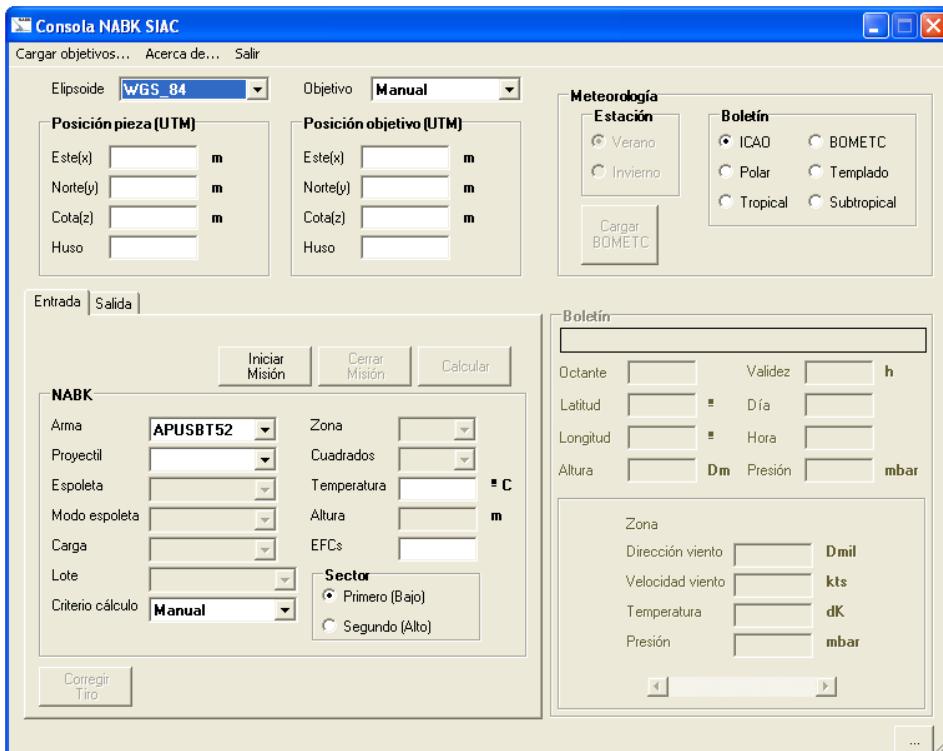


Figura 2 – Pantalla principal de la aplicación.

El funcionamiento de la interfaz gráfica se explica de acuerdo a los siguientes cuatro bloques:

Coordenadas UTM de pieza y objetivos

Boletín meteorológico

Cálculo balístico

Corrección de tiro

Cada uno de estos bloques da lugar a un epígrafe distinto.

Coordenadas UTM de pieza y objetivos

En el desplegable Elipsoide se puede elegir el elipsoide a que están referidas las coordenadas de pieza y objetivos. No es necesario especificar el dátum, pues no influye en el resultado de los cálculos en tanto que pieza y objetivos están referidos al mismo.

Los valores de Este (easting) UTM, Norte (northing) UTM, cota¹⁸ y huso¹⁹ UTM deben estar dentro de sendos rangos establecidos. En caso de que el usuario introduzca un valor fuera de rango, la aplicación lo avisará.

Un objetivo puede introducirse de manera manual siempre que el desplegable Objetivo muestre dicha opción. No obstante, la forma más cómoda de introducir objetivos es mediante una lista de objetivos. Una lista de objetivos es un fichero de texto sencillo que contiene todos los objetivos de interés en una acción de fuego. Para componer una lista de objetivos se debe crear un fichero de texto (con el bloc de notas o cualquier otro editor de texto). Se muestra a continuación un ejemplo de lista de objetivos:

Objetivo	Este[m]	Norte[m]	Cota[m]	Huso[-60..-1,1..60]
SY0001	500000	1010000	9	30
SY0002	500010	1015000	21	30
SY0003	500020	1020000	42	30
SY0004	500030	1020100	15	30
SY0005	500040	1020300	79	30

Figura 3 – Ejemplo de lista de objetivos.

¹⁸ La cota es la altitud del punto respecto del nivel medio del mar (MSL).

¹⁹ Aunque no es una notación estándar, el huso UTM puede ser negativo en esta aplicación. Esto indica únicamente que el punto está en el hemisferio sur.

El encabezamiento es opcional pero muy ilustrativo. Para mayor legibilidad es conveniente disponer cada objetivo individual en una fila distinta. Los ítems pertenecientes a cada objetivo deben separarse entre sí por medio de espacios o tabuladores (uno o varios).

Si usa encabezamiento, éste sólo puede constar de cinco elementos. Dentro de cada elemento no puede haber espacios en blanco ni tabuladores; otramente no se cargará ningún objetivo en la aplicación.

Para cargar en la aplicación una lista de objetivos ya elaborada debe elegirse la opción de menú Cargar objetivos... En el cuadro de diálogo que se abre a continuación hay que buscar el fichero en que está almacenada la lista de objetivos y cargarlo.

Boletín meteorológico

La aplicación permite elegir una serie de boletines meteorológicos estándares o un boletín de usuario cargado desde un fichero de texto. Los boletines estándares son:

Boletín estándar ICAO.

Boletines regionales: polar, templado, subtropical y tropical. Para cada región se pueden elegir dos estaciones: verano o invierno.

Los boletines introducidos por el usuario deben atender al formato METCM, definido en STANAG 4082.

Cualquiera de los formatos definidos en las ediciones 2 y 3 del citado STANAG será aceptado por la aplicación.

Para introducir un boletín de usuario debe elegirse la opción BOMETC dentro del cuadro Boletín y a continuación pulsar el botón Cargar BOMETC. En el cuadro de diálogo que se abre a continuación hay que buscar el fichero en que está almacenado el boletín meteorológico y cargarlo.

Si el boletín introducido no cumple con STANAG 4082, o bien es origen de un futuro error de cálculo por parte de NABK, se muestra el mensaje bloqueante siguiente:

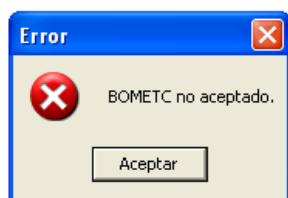


Figura 5 – Mensaje bloqueante que impide el uso del boletín introducido.

Es posible que, aunque el boletín sea aceptado, no sea aconsejable efectuar un cálculo balístico con el mismo, ya que traslucen condiciones atmosféricas extremas o muy cambiantes que pueden poner en riesgo la precisión de los resultados. En dicho caso se muestra el siguiente mensaje bloqueante:

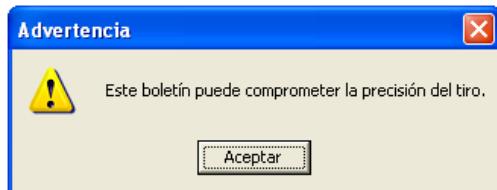


Figura 6 – Mensaje bloqueante que desaconseja el uso del boletín introducido.

Si el boletín cargado está caducado, esta información se muestra en la barra de mensajes.

Es posible ver el contenido del boletín cargado por el usuario. Tanto el encabezamiento como el cuerpo del mismo se muestran en el siguiente cuadro:

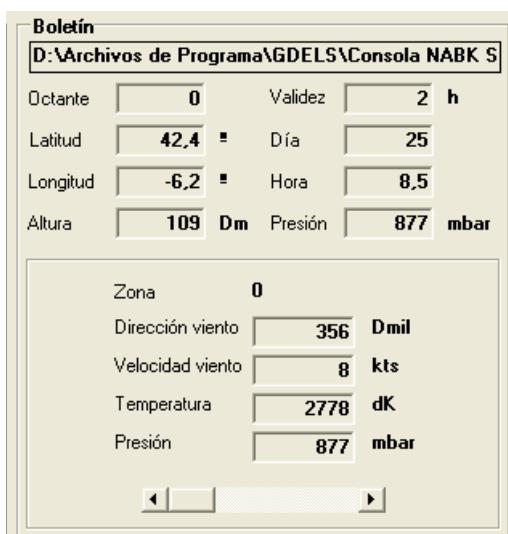


Figura 7 – Boletín cargado por el usuario.

Con la barra de desplazamiento que aparece en la parte inferior de la figura 7 podemos inspeccionar cada una de las líneas o zonas del boletín.

Cálculo balístico

El cálculo balístico está orientado al concepto de Misión de Fuego. Una misión de fuego está compuesta por todos aquellos cálculos en que las condiciones iniciales son inmutables. Durante una misión de fuego no es posible variar ninguno de los datos que aparecen en la figura a continuación:

NABK

Arma	APUSBT52	Zona	8
Proyectil	M107DCUS	Cuadrados	4
Espoleta	M557US	Temperatura	21 °C
Modo espoleta	PDET	Altura	m
Carga	M119A2	EFCs	0
Lote	02FAM02_M119A	Sector	
Criterio cálculo	Manual	<input checked="" type="radio"/> Primero (Bajo) <input type="radio"/> Segundo (Alto)	

Figura 8 – Condiciones iniciales bloqueadas durante una misión de fuego.

Igualmente no es posible cambiar la posición de la pieza ni el boletín meteorológico empleado. Sin embargo, durante una misión de fuego es posible cambiar el objetivo.

Para entrar en una misión de fuego debe pulsarse el botón Iniciar Misión. Para finalizar una misión de fuego debe pulsarse el botón Cerrar Misión. Una vez finalizada la misión se pueden cambiar los datos de entrada que se desee.

Para poder iniciar una misión de fuego es preceptivo haber introducido previamente todos los datos de entrada. En caso de que falte algún dato o éste esté fuera de rango, la interfaz gráfica ayuda a remediar dicha situación.

Es posible seleccionar la carga de proyección necesaria para batir un objetivo de cuatro maneras diferentes, a saber:

Manual: el usuario elige la carga, zona y lote que desee.

Ajuste en distancia: el sistema elige la carga más baja que bata el objetivo con un hueco por exceso del 15% (al disparar por el primer sector) o del 10% (al disparar por el segundo sector).

Vida de cañón: el sistema elige la carga más baja que bata el objetivo.

Supervivencia: el sistema elige la carga que ofrezca el menor ángulo de elevación (respetando el ángulo mínimo aconsejado para cada carga).

Si se escoge cualquiera de los tres últimos modos, el sistema propondrá el lote de carga NULO.

El criterio de selección de carga se selecciona en el desplegable Criterio cálculo. Sólo en el caso de que el criterio sea Manual es posible iniciar una misión de fuego sin haber introducido previamente un objetivo.

El cálculo de la solución de tiro se lleva a cabo mediante el botón Calcular. Si el cálculo se ha llevado a cabo con éxito, se muestran los resultados como se exemplifica a continuación:

Orientación	6393,0	mil	T. Vuelo	23,0	s
Elevación	198,3	mil	Flecha	657,9	m
Grad. Esp.	N/A	s	V. Boca	699,0	m/s
Alcance	10004,0	m	Ángulo	0,0	mil

Figura 9 – Ejemplo del resultado de un cálculo.

En caso de que el cálculo sea infructuoso, todos los cuadros de texto de la figura anterior aparecen vacíos y con el fondo amarillo, y se muestra un mensaje de error en la barra de mensajes.

Una vez finalizado el cálculo, es posible cambiar el objetivo y hacer nuevos cálculos.

Validez de resultados

Con la versión 3.5 de la consola NABK SIAC es posible calcular soluciones de tiro para los siguientes materiales usados en el obús 155/52 APU SBT (representado en la interfaz gráfica como APUSBT52):

Proyectil M107HE (M107DCUS en la interfaz gráfica): representado por la última versión de los ficheros de caracterización balística de este proyectil que, a fecha del presente documento, están en vigor dentro de los obuses del Mando de Artillería de Campaña. Éstos contienen información sobre el desgaste del tubo. No pueden considerarse definitivos, pues en la actualidad se están llevando a cabo los ensayos de caracterización balística de este proyectil para el obús 155/52 APU SBT.

Proyectil ER-02/BT (ER02BTSP en la interfaz gráfica): representado por la última versión de los ficheros de caracterización balística de este proyectil²⁰. Éstos contienen información sobre el desgaste del tubo.

Proyectil ER-02/BB (ER02BBSP en la interfaz gráfica): representado por la última versión de los ficheros de caracterización balística de este proyectil²¹. Éstos contienen información sobre el desgaste del tubo.

Es posible calcular soluciones de tiro para muchos otros materiales (obuses, proyectiles, etc.) pero debe tenerse en cuenta que los datos de partida que sustentan dichos cálculos provienen de ficheros de

²⁰ El fichero [ER02BT.fam](#) está firmado con fecha 05/05/2011. El fichero [ER02BT.psp](#) está firmado con fecha 22/04/2009.

²¹ El fichero [ER02BB.fam](#) está firmado con fecha 05/05/2011. El fichero [ER02BB.psp](#) está firmado con fecha 22/04/2009.

caracterización cuyo único objeto son pruebas de software dentro del desarrollo de NABK. Por tanto, la OP SIAC no puede considerar fiables las soluciones de tiro que deriven de dichos otros materiales.

Corrección de tiro

La consola NABK SIAC permite efectuar correcciones de tiro dentro de una misión de fuego. Para ello debe pulsarse el botón Corregir Tiro. Si se ha introducido previamente un objetivo, se abre un nuevo formulario donde es posible elegir entre ocho modelos distintos de corrección, por combinación de las opciones del desplegable Tipo corrección (4) y del estado de la casilla de verificación Pieza (2).



Figura 10 – Formulario Corrección de tiro.

Los modelos de corrección aplicables vienen detalladamente explicados en el documento “Implementación de las correcciones de tiro en SB-CDU”, de la Jefatura de Ingeniería del MALE, fechado en 2011/09/15.

Una vez aceptado un modelo de corrección de tiro e introducida una primera corrección o calificación, el botón Corregir Tiro se vuelve de color rojo. Esto indica al usuario que se halla inmerso en una secuencia de corrección de tiro. La única manera de salir de la misma es finalizando la misión en curso (botón Cerrar Misión).

La operativa de corrección de tiro sigue el proceso cíclico siguiente:

Se lleva a cabo un disparo (o andanada) real, tras un primer cálculo balístico.

Una vez el observador avanzado informa del punto de impacto (o del centro de impactos), debe pulsarse Corregir Tiro e introducir la información requerida por el modelo de corrección que se esté usando.

Se pulsa el botón Aceptar. Tras validar la información introducida, el formulario se cierra y la aplicación muestra directamente el resultado del cálculo (nueva solución de tiro).

Cada vez que se entra en el formulario de corrección de tiro se muestran los cuadros de texto no editables:
Este acum. y Norte acum.:

El Este (easting) UTM acumulado es la diferencia algebraica entre la coordenada Este del punto de apuntamiento actual y la coordenada Este del objetivo.

El Norte (northing) UTM acumulado es la diferencia algebraica entre la coordenada Norte del punto de apuntamiento actual y la coordenada Norte del objetivo.



Figura 11 – Ejemplo de introducción de una corrección de tiro.

ANEXO B. Acta de entrega

ACTA DE ENTREGA Y RECEPCION

Acta n°S-4/ MATERIAL A CARGO 014/16

En la Base "Álvarez de Sotomayor" el dia 18 de Abril del 2016, se reúnen los al margen firmantes, con el fin de proceder a la actualización y entrega por parte de 4^a Sección de Grupo, del material que se relaciona y los componentes que se especifican en el ANEXO II para cada elemento, con cargo a la 3^a Batería, en virtud de lo ordenado por el Teniente Coronel Jefe del GACA II DE LA LEGION.

ENTREGA:
POR 4^a SECCION
EL CAP. JEFE ACCTAL.



Antonio Muñoz Gómez

- 4 OBUS REM ACA 155/52 SIAC (NOC 192532057451)
Nº SERIE ET- 502166-R, ET- 502165-R,
ET- 502168-R, ET- 502158-R
- 4 CAMIONES IVECO 44-250 40WATOBUS 155/52
(NOC 2320332057858)
Nº SERIE ET-117109, ET- 117111, ET- 117107,
ET- 117106

RECIBE:
POR LA BATERIA
EL CAP. JEFE

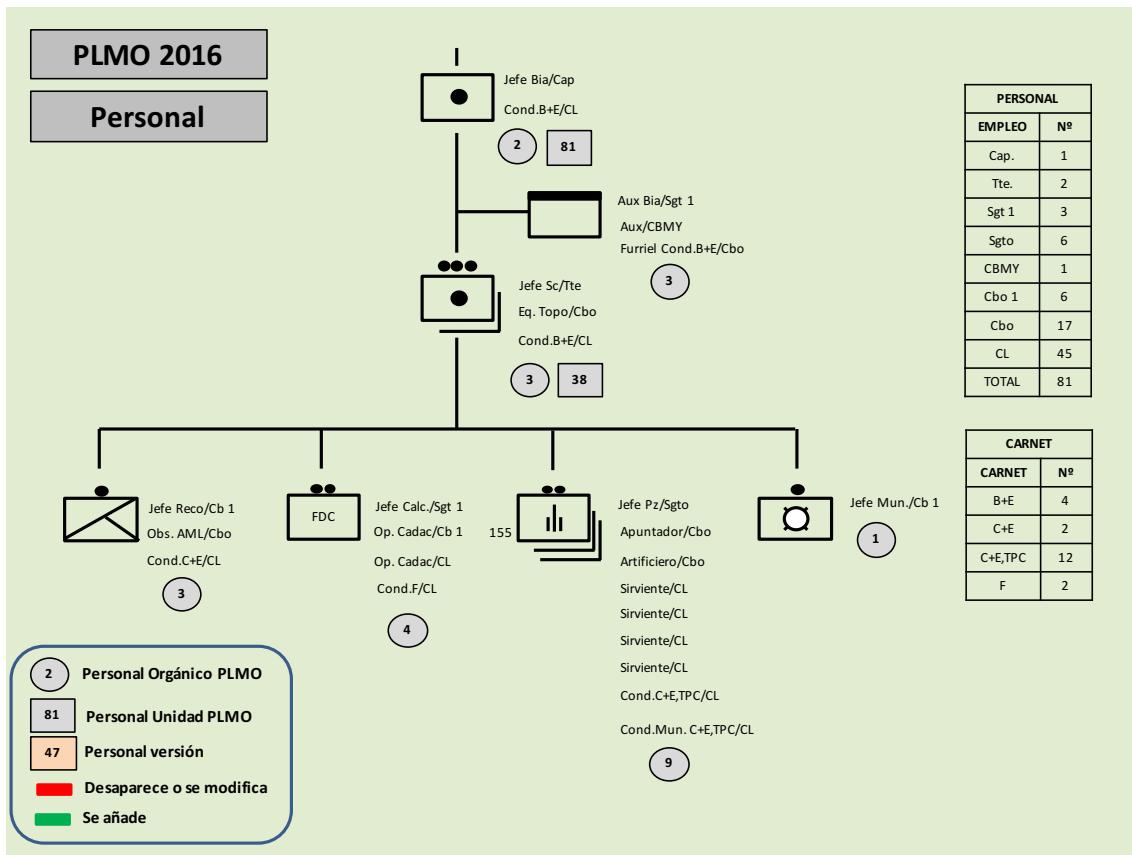
Gonzalo De La Plaza Fiervias

Una vez examinado y comprobado dicho material, se procede a la firma de conformidad de los 2 ejemplares de la presente Acta con los reparos que en el sobre se citan.

La presente Acta reúna todas las anteriores.

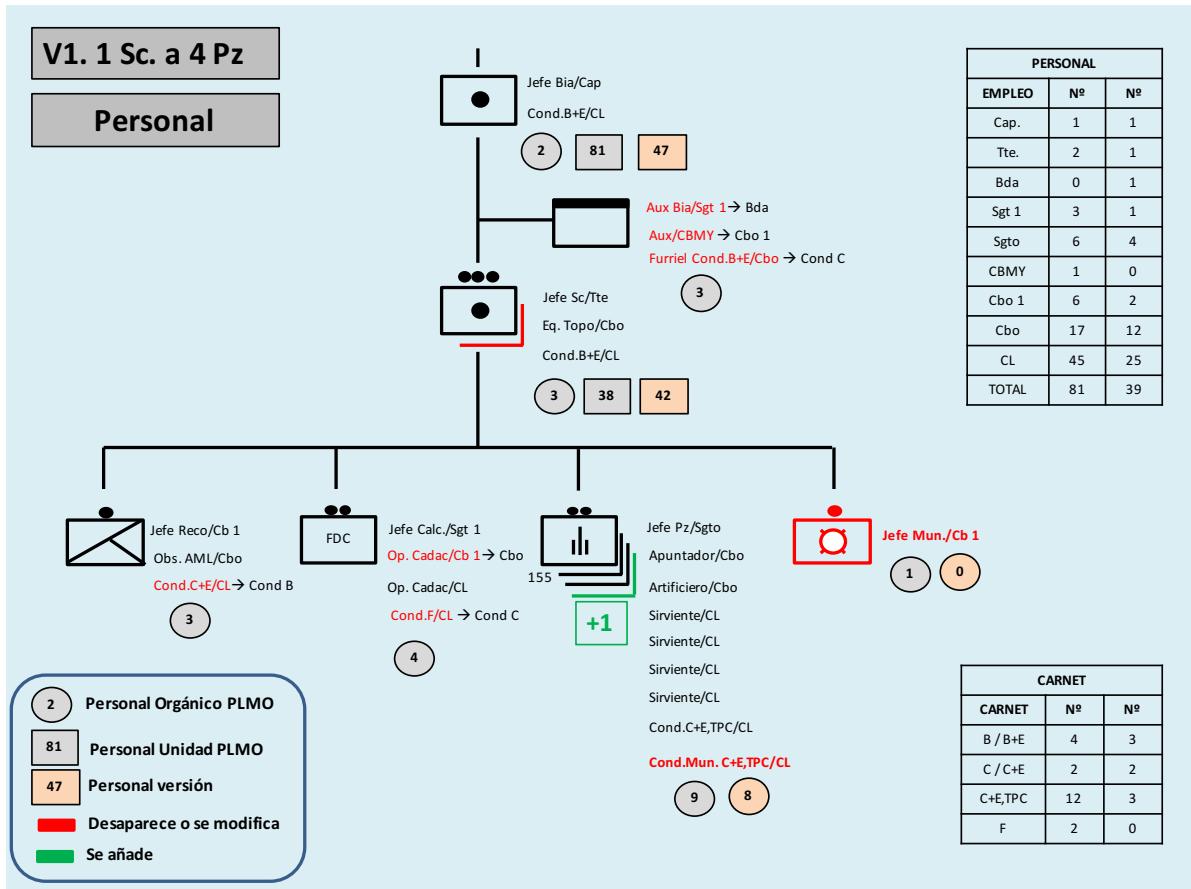
ANEXO C. Orgánica oficial de las Baterías de Obuses 155/52 SIAC

Aquí se puede observar la orgánica oficial para las Baterías de Obuses dentro del Grupo de Artillería heterogéneo. Este decreto supone el 100% por cien del personal operativo en sus unidades, cosa que es prácticamente imposible hoy en día en las unidades.



ANEXO D. Orgánica modificada de las Baterías de Obuses 155/52 SIAC

Aquí está la nueva modificación que he creído pertinente, teniendo en cuenta que el personal en las unidades esta sobre el 50-40%.



ANEXO E. Licitación del proyecto de integración SIAC-TALOS



Anuncio de licitación

Número de Expediente 2091114009400

Publicado en la Plataforma de Contratación del Estado el 29-05-2014 a las 10:42 horas.



Suministro de un demostrador para la integración SIAC-TALOS

→ Importe 450.000 EUR.

→ Importe (sin impuestos) 371.900,83 EUR.

→ Clasificación CPV

→ 72212900 - Servicios de desarrollo de software y sistemas informáticos diversos.

→ Tipo de Contrato Suministros

→ Subtipo Adquisición

Proceso de Licitación

→ Procedimiento Negociado sin publicidad

→ Tramitación Ordinaria

→ Presentación de la oferta Manual

→ Detalle de la Licitación:

https://contrataciondelestado.es/wps/poc?uri=deeplink:detalle_licitacion&idEvl=8FEh8Dbq5UAQK2TEfXGy%2BA%3D%3D

Entidad Adjudicadora

→ Jefatura de Asuntos Económicos del Mando de Apoyo Logístico

→ Tipo de Administración Administración General del Estado

→ Tipo de Entidad Adjudicadora Órgano de Contratación

→ Perfil del Contratante

<https://contrataciondelestado.es/wps/poc?uri=deeplink:perfilContratante&idBp=rJ2tfh28XyQ%3D>

Dirección Postal

→ C/ Prim 4-6

→ (28071) Madrid España

Contacto

→ Nombre Jefatura de Asuntos Económicos del Mando de Apoyo Logístico

→ Teléfono 917803221

→ Fax 917803134

→ Correo Electrónico jaemale-contratacion@et.mde.es

Proveedor de Pliegos

→ Jefatura de Asuntos Económicos del Mando de Apoyo Logístico

Plazo de Obtención de Pliegos

→ Hasta el 06/06/2014 a las 10:37

Dirección Postal

→ C/ Prim 4-6

→ (28071) Madrid España

Proveedor de Información adicional

→ Jefatura de Asuntos Económicos del Mando de Apoyo Logístico

Dirección Postal

→ C/ Prim 4-6

→ (28071) Madrid España

Recepción de Ofertas

→ Jefatura de Asuntos Económicos del Mando de Apoyo

Logístico

Dirección Postal

- ⇒ C/ Prim 4-6
- ⇒ (28071) Madrid España

Plazo de Presentación de Oferta

- ⇒ Hasta el 06/06/2014 a las 10:37

Objeto del Contrato: Suministro de un demostrador para la integración SIAC-TALOS

- ⇒ Presupuesto base de licitación
- ⇒ Importe 450.000 EUR.
- ⇒ Importe (sin impuestos) 371.900,83 EUR.

⇒ Clasificación CPV

- ⇒ 72212900 - Servicios de desarrollo de software y sistemas informáticos diversos.

⇒ Lugar de ejecución

- ⇒ Subentidad Nacional ESPAÑA
- ⇒ Código de Subentidad Territorial ES

Dirección Postal

- ⇒ España

Condiciones de Licitación

Garantía Requerida Definitiva

- ⇒ Porcentaje 5 %

Requisitos de participación

Solvencia Requerida

- ⇒ según PCAP

ID 0000001578176 | UUID 2014-598005 | SELLO DE TIEMPO Fecha jue, 29 may 2014 10:42:04:410 CEST N.Serie 91551542492570 Autoridad 4: C=ES,O=FNMT-RCM,OU=CERES,CN=DESCRIPCION SERVIDOR SELLADO DE TIEMPO AP TSU 1 - ENTIDAD FNMTRCM - CIF Q2826004J