

# MEMORIAL DE ARTILLERÍA

Número 169/2 - Diciembre de 2013



Real Colegio de Artillería  
Segovia • 1764-2014



**¿Cómo batir un objetivo de área cumpliendo las  
Leyes Humanitarias Internacionales?**

**Los misiles balísticos**

# MEMORIAL DE ARTILLERÍA

*“FUNDADO EN 1844,  
TRATA DE SER UN  
PUNTO DE ENCUENTRO  
DE ARTILLEROS.”*

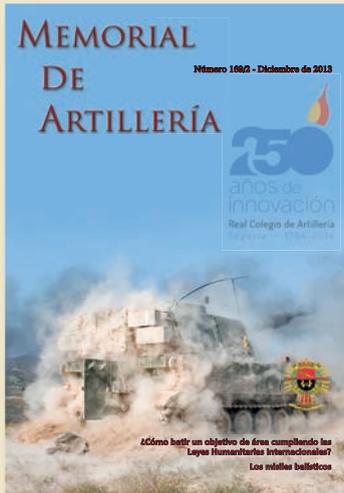
*“REVISTA SEMESTRAL  
DONDE SE EXPONEN  
NOTICIAS, VICISITUDES  
Y PERSPECTIVAS DEL  
ARMA.”*

*“Todos para  
cada uno  
y cada uno  
para  
los demás”*

PARA CUALQUIER CONSULTA:  
ACADEMIA DE ARTILLERÍA  
(SECRETARÍA DEL ARMA).  
C/ SAN FRANCISCO, 25.  
40001 SEGOVIA

TFNOS:  
921413806/51/16.  
RPV:  
8813806/51/16

[memorial-artilleria@et.mde.es](mailto:memorial-artilleria@et.mde.es)



EDITA:



ISSN.: 0213-6155

NIPO: 083-13-169-4 (edición en línea)

NIPO: 083-13-168-9 (impresión bajo demanda)

**DIRECTOR:** Excmo. Sr. General Inspector de Artillería y Director de la Academia de Artillería.

**CONSEJO DIRECTIVO:** Excmo. Sr. General Jefe del MACA.; Jefe del EM del CG. del MAAA.; Excmo. Sr. General Jefe del MAAA.

**CONSEJO DE REDACCIÓN:** Coronel Secretario del Arma; Coronel Jefe de Estudios; Coronel Jefe de la JAD.; Coronel Jefe del CAS; Jefe del EM. del CG. del MACA.; Jefe del EM del CG. del MAAA.; Jefe de la PLMD. de la ACART.; Jefe Dpto. Instrucción y Adiestramiento; Jefe Dpto. Sistemas de Armas; Jefe Dpto. de Táctica, Topografía y Técnica de Tiro; 2.º Jefe de la SAART; Suboficial Mayor de la ACART.; Suboficial Mayor de la SAART.

**REDACCIÓN:** Secretaría del Arma. Academia de Artillería. San Francisco, 25 Apartado de Correos n.º 6. 40080 Segovia. Teléf.: 921 41 38 06 Fax: 921 41 38 01 Memorial-artilleria@et.mde.es

**EDICIÓN GRÁFICA Y MAQUETACIÓN:** Academia de Artillería

Los números editados se pueden consultar en formato electrónico en:  
<http://publicaciones.defensa.gob.es/inicio/revistas>

**APP Revistas Defensa:** disponible en tienda Google Play <http://play.google.com/store> para dispositivos Android, y en App Store para iPhones y iPads, <http://store.apple.com/es>

Este Memorial se puede solicitar en papel en la modalidad de impresión bajo demanda. Impreso de solicitud disponible al final del Memorial.

El Memorial de Artillería es una publicación profesional. Tiene por finalidad difundir ideas y datos que, por su significación y actualidad, tengan un interés especial y resulten de utilidad para los componentes del Arma. Con la exposición de noticias, vicisitudes y perspectivas, se logra difundir lo actual, el futuro y el pasado de la Artillería. Así se impulsan las acciones que tienen por objeto exaltar sus valores y tradiciones, relacionar a sus Unidades y a sus miembros tanto en activo como retirados. Los trabajos publicados representan, únicamente, la opinión de sus autores.

## Secretaría del Arma de Artillería

**10** Discurso Institucional, 2 de diciembre de 2013

## Novedades, tendencias e indicios de Artillería

**17** Tendencias de Artillería

## Instrucción y Empleo

**23** ¿Cómo batir un objetivo de área cumpliendo las Leyes Humanitarias Internacionales?

**35** Los misiles balísticos

**47** La monitorización en el Ejercicio Nube Gris

**58** Radar contrabatería Arthur. Cinco años de trabajo en las Ulao del Gail

**68** Hablando de líderes y jefes, reflexiones conexas e inconexas y a veces repetitivas

## Historia

**79** Qvadernum Historiae. Apuntes sobre la historia de la Artillería (I). La Artillería primitiva. La neurobalística y el nacimiento de la pirobalística

**89** Ingeniería Industrial del Cuerpo de Artillería en la fábrica de Artillería de Sevilla

## Laureados

**112** Capitán de Artillería Don José Brull y Seoane

**2** Editorial

**3** Personaje Ilustre

**4** Noticias del Arma

**6** Noticias de la Academia

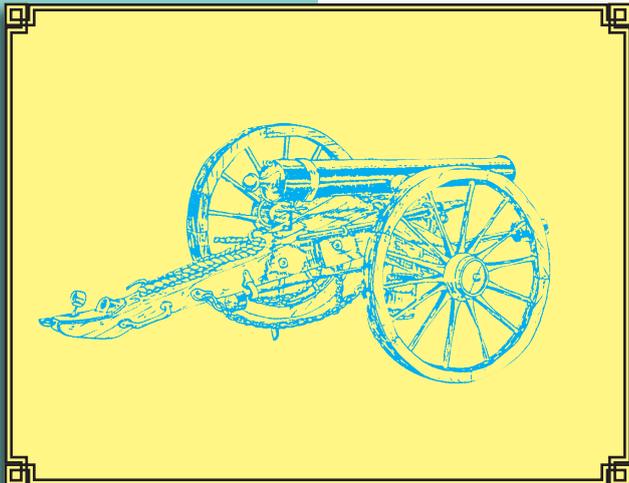
**102** ¿Sabías que...?

**104** Nuestras Promociones

**105** Decía el Memorial hace 100 años

**119** Información bibliográfica

**122** Abstract



## EDITORIAL

“Innovación desde el respeto a la tradición” es uno de los valores que la Academia de Artillería viene inculcando a sus alumnos desde hace casi 250 años, y el núcleo del lema elegido para la conmemoración de tal efeméride, que tendrá lugar el 16 de mayo de 2014.

Fieles a esa idea, los artilleros nos enfrentamos a ese año desde una doble perspectiva: por una lado, la necesidad de explicar a la sociedad la importancia de la labor realizada por los que nos precedieron; por otro, la de aprovechar la pausa operacional que la crisis económica ha impuesto para repensar qué es el Arma y cómo servir mejor a los españoles en el futuro.

En nuestra mirada al pasado, los actos del 250 aniversario anunciados en este número, pretenden dar una visión integral de la labor de los hijos del Colegio, de la que forma parte muy destacada el esfuerzo industrializador llevado a cabo y que tan bien se refleja en el artículo dedicado a la Fábrica de Sevilla.

De cara al futuro, y salvo que las conclusiones del libro blanco que se anuncia en el discurso institucional nos lleven por otros derroteros, se atisba la necesidad de una auténtica revolución en el segmento de mando y control, tanto de Campaña como de Antiaérea.

En Campaña porque la figura del Observador de Fuego Conjunto, sobre la que se está realizando un seminario al tiempo de cerrarse este número, debe ser el primer pilar de una profunda revisión de los conceptos de targetting, de las responsabilidades de los Elementos de Apoyos de Fuego (FSE) y del conjunto de la doctrina, organización y procedimientos; con una única finalidad: ser más eficaces y eficientes para apoyar a las Unidades de Combate.

En Antiaérea, en el terreno táctico, porque el futuro obligará a que la distancia hoy existente entre el apoyo a las Unidades y la defensa, más ligada al territorio, haya de disminuir drásticamente; mientras que en el ámbito estratégico, la defensa contra misiles balísticos será cada vez más importante, tal y como se puede ver en el artículo sobre este asunto que publicamos.

Y todo esto habrá que hacerlo desde el respeto más exquisito a una legislación cada vez más restrictiva en el empleo de la fuerza, como atinadamente señala el TCOL Martínez Moya, y sin perder de vista que el combate, como siempre, no deja de ser un enfrentamiento de voluntades, y que en estos casos uno de los factores más importantes es la capacidad de liderazgo de nuestros cuadros de mando, como nos recuerda el TCOL Martínez-Ortiz.

Alfredo Sanz y Calabria  
General Director de la Academia de Artillería  
y Director del Memorial de Artillería

# Personaje Ilustre

## D. JUAN MANTILLA DE LOS RÍOS Y TERÁN

El Teniente General D. Juan Mantilla de los Ríos Terán García nació en Reinosa (Cantabria), el 7 de marzo de 1777. Hijo de D. Francisco Mantilla de los Ríos y de D<sup>a</sup> María Terán García, entró como cadete en el Colegio de Artillería de Segovia el 23 de abril de 1794, después de hacer todas las pruebas de nobleza que en aquella época se exigían. Ascendió a subteniente el 11 de enero de 1799, perteneciendo a la 30 promoción del Arma.

En el año 1800 participó en la defensa del Ferrol contra el desembarco que efectuaron los ingleses el día de San Luis, en la que mandó dos piezas de a cuatro. En esa defensa recibió una herida y obtuvo el escudo que S.M. concedió a todas las tropas que asistieron a esa defensa.

El 11 de julio de 1802 fue ascendido a teniente, y continuó sus servicios en la Coruña, empleado en el laboratorio de fuegos artificiales, del que fue nombrado director en 1803, hasta que promovido a capitán segundo el 9 de octubre de 1804, pasó en esta clase al detall de las fábricas de armas y municiones de Asturias.

Durante el periodo de la guerra de la independencia (1808-1814), independientemente de su empleo real, la Junta de Gobierno y Defensa le concedió el grado de coronel de ejército el 29 de julio de 1808, aunque realmente fue ascendido a capitán primero el 9 de abril de 1809, y a teniente coronel el 26 de febrero de 1812. Participó en las batallas de Zorzona y Espinosa de los Monteros, y en las acciones de Sodupe, Menangaray, Valmaseda y otras hasta la retirada de su unidad a Leon y Galicia a las órdenes del marqués de la Romana, pasando luego a Portugal y tomando parte en las acciones ocurridas en Galicia hasta la completa expulsión de los mariscales franceses Soult y Ney. En 1810 fue nombrado capitán de obreros y director interino de la Maestranza de la Coruña, establecimiento muy importante en aquella época.

En 1813 fue comisionado por Real Orden para examinar de ciencias matemáticas a varios cadetes del colegio de Santiago, que habían de tener ingreso en el cuerpo, e instruirles en física y artillería.

Evacuada la península por las tropas invasoras, fue Mantilla de los Ríos destinado de director a las fábricas de armas y municiones de Asturias.

En 1821 fue nombrado comandante de la artillería de Asturias, y luego de Ferrol. En 1822 fue nombrado director de la fábrica de armas de Plasencia. El 1 de octubre de 1823 ascendió a coronel, siendo nombrado director de la fábrica de armas de Toledo en 1824. En 1830 fue nombrado director de la Maestranza de Cartagena. Trasladado a Madrid fue nombrado comandante del Parque y vocal de la Junta Superior Facultativa del Cuerpo, y en 1836 ocupó el cargo de coronel primer jefe del escuadrón de artillería a caballo de la Guardia Real, siendo ascendido al empleo de brigadier de caballería con fecha 20 de marzo del mismo año 1836. Fue elegido jefe de escuela el 11 de mayo de 1837, y pasó con este empleo al departamento de la Coruña, donde continuó hasta fin de 1840.

El 15 de enero de 1841 fue promovido al empleo de mariscal de campo, siendo en esa fecha trasladado a la isla de Cuba, donde realizó numerosas mejoras en la Maestranza de dicha isla, construyó la escuela práctica, y antes de su regreso a España dejó organizada una brigada maniobrera de obuses de a 12 de montaña.

El 14 de enero de 1845 fue nombrado subinspector del 5º departamento en Segovia, donde se trasladó hasta su destino de nuevo a Madrid, en virtud de Real orden de 1854.

Dándose cuenta el capitán general D. Leopoldo O'Donnell, ministro de la guerra, de los eminentes servicios que en todos tiempos había prestado el distinguido cuerpo de artillería, y queriendo premiarlos debidamente, propuso a S. M. que siempre hubiese en el Estado Mayor General dos tenientes generales que hubiesen servido en el cuerpo de artillería hasta la clase de subinspectores mariscales de campo; y aprobada por S. M. la propuesta, fue Mantilla de los Ríos promovido con fecha 5 de agosto al empleo de teniente general, así por sus méritos y servicios, como por ser el subinspector más antiguo y decano de todos los oficiales de artillería del ejército español en servicio. Este ascenso le convierte en el primer artillero con este grado.

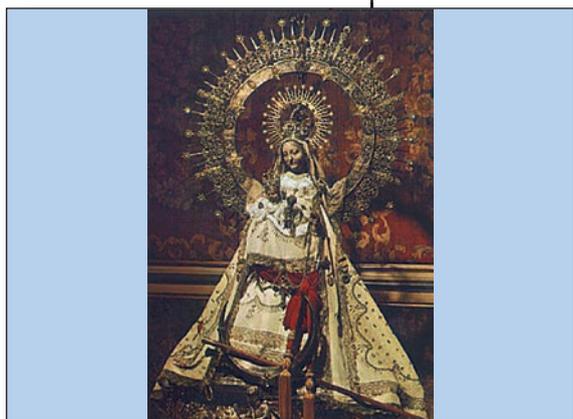
Falleció el 20 de abril de 1870 a la edad de 93 años.

A lo largo de su carrera, el teniente general Mantilla de los Ríos, entre otras distinciones militares, fue condecorado con la gran cruz de San Hermenegildo, la cruz del ejército de la izquierda, la de la batalla de Espinosa, la del ejército de Asturias, la de San Pedro y el escudo de la defensa del Ferrol. Su carrera militar pasa por nada menos que sesenta y tres años de servicios efectivos, y de setenta con los abonos de tiempo por guerras y navegación a ultramar.

(Fuente: Estado Mayor General del Ejército Español: historia del ilustre Cuerpo de Oficiales Generales hecha con las biografías de los que más se han distinguido, ilustrada con retratos de cuerpo entero. Redactada bajo la dirección de Pedro Chamorro y Baquerizo (1851).



# Noticias del Arma



De acuerdo con la tradición, este semestre han sido los componentes del RACA 20 quienes han contribuido a la liquidación del consumo de la vela que, en sufragio de todos los artilleros de España, se encuentra constantemente encendida junto a la imagen de la Virgen de la Fuencisla, venerada en el santuario segoviano de su mismo nombre.



Han desplegado en Afganistán seis Equipos de Observadores de Fuego Aéreo (OFA,s-HA) para actuación en beneficio de la acción de Helicópteros de Ataque Tigre, y en labores de Coordinación de Apoyos de Fuego (COAF) para el Jefe del contingente, en dos rotaciones, la 1ª desde marzo a agosto, y la 2ª desde agosto a octubre, en las que han participado un total de 24 componentes del Mando de Artillería de Campaña.



Durante el segundo semestre se ha realizado el Ejercicio de Instrucción de Fuegos Aéreos (EIOFAS II/13), con una 1ª fase en Almagro del 30 de septiembre al 4 de octubre, y una 2ª fase en el CENAD "San Gregorio" del 19 al 22 de octubre, dirigido por GEMACA, como Autoridad de Coordinación de Adiestramiento (ACAD) para los equipos OFA de todas las Unidades del Ejército de Tierra. La finalidad de los ejercicios EIOFAS es la de practicar los procedimientos de apoyo de helicópteros de ataque Close Combat Attack (CCA), en beneficio de las Unidades de maniobra.

# Noticias del Arma de Artillería del Ejército del Aire

Del 7 al 11 de octubre, se desarrolló en el CENAD “Chinchilla” de Albacete, el ejercicio de Guerra Electrónica “Nube Gris”. Organizado por el Mando Aéreo de Combate (MACOM) del Ejército del Aire, en él han participado diferentes Unidades del Mando de Artillería Antiaérea, desplegando capacidades Hawk, Nasams, Roland, Mistral y las Direcciones de Tiro Skyguard y Skydor, constituyendo una Unidad de Defensa Aérea (UDAA). En la presente edición se ha realizado un avance importante en los sistemas de monitorización, elemento clave para la obtención de lecciones aprendidas que permitan mejorar el adiestramiento y preparación de las Unidades.

El RAAA 74 realizó el pasado día 24 de octubre, en el Campo de Tiro y Maniobras de Médano del Loro (Huelva), un ejercicio de tiro de misiles Hawk y Patriot. Durante el ejercicio se dispararon dos misiles Patriot y cinco misiles Hawk, sobre blancos aéreos Banshee y Scrab, proporcionados por el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA). Los objetivos del ejercicio eran certificar la capacidad antimisil del Ejército de Tierra, completando así la preparación de las tripulaciones de los sistemas de armas Hawk y Patriot, comprobar la fiabilidad de la munición, evaluar el grado de adiestramiento de las Unidades y el nivel de instrucción del personal, así como la operatividad del material.

Del 26 al 28 de noviembre, se realizó el relevo de la Sección de Artilleros del RAMIX 32 destacados en el peñón de Alhucemas, que celebraron nuestra Patrona en esta Isla de soberanía. Como cada mes, desde el 18 de junio de 2008, tras haber tomado el relevo al Grupo de Regulares 52, los artilleros de Melilla son los responsables de cumplir con esta misión.



# Noticias de la Academia



El día 6 de septiembre en el Patio de Armas del Alcázar, se celebró bajo la presidencia del Excmo. Sr. General Director D. Alfredo Sanz y Calabria, el Acto de Inauguración del Curso Escolar 2013/2014, con la participación de la Unidad de Alumnos al Mando del Teniente Coronel de Artillería D. Alejandro Serrano Martínez, con Estandarte, Escuadra de Batidores y Banda.



El día 20 de septiembre se celebró un Acto para conmemorar los cincuenta años de salida de la Escuela de Aplicación y Tiro del IV Curso de Sargentos. Estuvo presidido por el Excmo. Sr. General Director de la Academia, D. Alfredo Sanz y Calabria.



Durante el segundo semestre de 2013 se han celebrado en la Academia de Artillería los tradicionales actos de salida como tenientes del Arma de algunos compañeros nuestros, que acompañados por sus familiares, renovaron el juramento a la Bandera:

- ◇ Bodas de oro: celebradas el 18 de octubre por los componentes de la 251 promoción de Artillería.
- ◇ Cuarenta años: acto celebrado el 28 de septiembre por parte de la 261 promoción de Artillería.
- ◇ Bodas de plata: celebradas el 5 de octubre por los componentes de la 276 promoción de Artillería.

# Noticias de la Academia

Nos es muy doloroso comunicar el fallecimiento, en acto de servicio durante la carrera de la Jefatura de Estudios realizada el 8 de noviembre, del Brigada profesor de nuestra Academia D. Pedro Alberto Luquero Martín. Precisamente, el pasado 22 de junio el Brigada recibió el "Premio Comandante Huelin", destinado a galardonar anualmente al profesor más destacado por sus valores morales, militares, técnicos y docentes manifestados durante el curso académico. Nuestro más sincero reconocimiento a este magnífico profesional, que estuvo destinado muchos años en la Academia, y falleció en la misma "Al pie del cañón".

La ACART, en estrecha colaboración con el MACA y MAAA, ha desarrollado en sus simuladores, un ejercicio de puestos de mando encaminado a validar procedimientos y estructuras aplicables a las células de apoyos de fuego, defensa antiaérea y control del espacio aéreo hasta nivel división. Tras los ejercicios REDEO y YELMO de evaluación de los cuarteles generales de división, quedaban por validar las estructuras de apoyos de fuego y defensa antiaérea de división y brigada. El ejercicio "Acueducto 2013", desarrollado en Segovia entre los días 10 y 13 de diciembre, ha servido para identificar capacidades y detectar carencias del TALOS, verificar las posibilidades del sistema de planeamiento antiaéreo (CIO/CPL) e identificar las necesidades de actualización del software del COAAS medio.

El día 20 de diciembre finalizó la fase teórica del primer curso para la obtención de Título de Técnico Superior (TTS) en los ciclos Formativos de Grado Superior de Administración de Sistemas Informáticos en Red y Mecatrónica Industrial, para los alumnos de la XL promoción de la Enseñanza Militar para la Incorporación a la Escala de Suboficiales (EMIES). Se incorporarán a las Unidades 35 Técnicos en Administración de Sistemas Informáticos en Red, y 50 en Mecatrónica Industrial, preparados para asimilar las nuevas tecnologías de los Sistemas de Armas y medios de Mando y Control.



Estimados lectores:

El próximo 16 de mayo de 2014, celebraremos el  aniversario de la inauguración del Real Colegio de Artillería. Fue el primer centro militar de la historia de España que se crea con la finalidad de ser único en la formación científica y militar, de los oficiales de Artillería que habían de integrar los Cuadros del Ejército Nacional. Desde su inauguración, no se regatean esfuerzos porque sea dotado de los más sobresalientes profesores y adelantados medios materiales, lo que unido a los valores de esfuerzo, sacrificio, laboriosidad, rigor intelectual, disciplina... que desde el primer momento adornan tanto a profesores como alumnos, le convertirá en poco tiempo en uno de los centros de enseñanza más prestigiosos de España y de Europa.

Desde el 16 de mayo de 1764, el Real Colegio ha sido una escuela de héroes, tratadistas, científicos, industriales, escritores, grandes políticos y organizadores; que han participado con su positiva influencia en la mejor evolución de la sociedad española, y han cooperado en su incorporación a las corrientes innovadoras del resto de naciones europeas.

La historia del Real Colegio y las aportaciones de sus alumnos a lo largo de estos  años, es algo que, con ocasión de la mencionada celebración, ha de ser dado a conocer y puesto en valor. A esta tarea nos aprestamos y para ello se ha programado el desarrollo a lo largo de 2014, de variadas actividades entre las que, como más sobresalientes, se destacan las siguientes:

#### ◇ CICLO DE CONFERENCIAS

1. Ingeniería militar de armamento: un bien de Estado nacido en el Real Colegio de Artillería.  
Fecha y hora: 6 de mayo de 2014 a las 19:00.  
Lugar: Real Academia de Ingeniería. Madrid.
2. La enseñanza en la Academia de Artillería: pasado, presente y futuro.  
Fecha y hora: 8 de mayo de 2014 a las 19:00.  
Lugar: Asociación de la Prensa de Madrid.
3. Fundación del Real Colegio de Artillería: actores y organización.  
Fecha y hora: 12 de mayo de 2014 a las 19:00.  
Lugar: Academia de Artillería. Segovia.
4. Episodios más relevantes del Real Colegio / Academia de Artillería.  
Fecha y hora: 13 de mayo de 2014 a las 19:00.  
Lugar: Iglesia de San Quirce. Segovia.
5. Segovia y la Artillería.  años de convivencia.  
Fecha y hora: 14 de mayo de 2014 a las 19:00.  
Lugar: Universidad de Valladolid, campus María Zambrano. Segovia.

#### ◇ CONCIERTO DE MÚSICA INSTITUCIONAL

A cargo de la Música del Regimiento Inmemorial del Rey nº 1, con participación del Coro de Voces Graves de Madrid. Incluye en programa la versión original del Himno de los artilleros en el centenario de su composición.  
Lugar: Aula Magna del IE-University de Segovia.  
Fecha y hora: 15 de mayo de 2014 a las 19:00.



#### ◇ EXPOSICIÓN DE FOTOGRAFÍA

Los fondos narran la relación de la Academia y de los artilleros con la ciudad de Segovia.

Lugar: Museo Rodera Robles de Segovia.

Fechas: del 4 de abril a diciembre de 2014.

#### ◇ EXPOSICIÓN DE INGENIERÍA

Expresión descriptiva de la evolución de la ingeniería militar en España y la influencia que en ella han tenido los alumnos del Real Colegio de Artillería.

Lugar: Torreón de Lozoya de Segovia.

Fechas: del 16 de abril a 31 de agosto de 2014.

#### ◇ EXPOSICIÓN DE MATERIAL DE ARTILLERÍA

Evolución de los materiales y a los avances en la artillería logrados por los alumnos del Real Colegio de Artillería.

Lugar: Museo del Ejército de Toledo.

Fechas: del 16 de abril a 29 de junio de 2014.

#### ◇ EXPOSICIÓN DE PINTURA

Manifestaciones artísticas, relacionadas con la artillería y aportaciones realizadas a las artes por los que han sido alumnos del Real Colegio.

Lugar: Madrid.

Fechas: Último trimestre de 2014.

#### ◇ EXPOSICIÓN DE HEROES

Colaboración del Archivo General Militar de Segovia del Instituto de Historia y Cultura Militar. Artilleros del Real Colegio reconocidos por su excepcional valor.

Lugar: Alcázar de Segovia.

Fechas: 5 de mayo a 31 de agosto de 2014.

#### ◇ LIBROS RELATIVOS AL COLEGIO

Edición o reedición de los siguientes libros:

- El Legado Artístico del Convento de S Francisco. Diego Quiros Montero
- El Alcázar de Segovia. José Losañez
- Las Fábricas de Artillería
- La Labor Social de los Hijos del Colegio. Diego Quirós Montero
- Historia de la Artillería Española. Jorge Vigón
- Al Pie de los Cañones. Varios autores
- Libro de Promociones

Fechas: 2014-2015.

#### ◇ INTERNET

Para conocer en detalle la celebración, la Academia y todas las actividades programadas para 2014, se puede consultar la página Web: <http://www.realcolegiodeartilleria.es/>



# DISCURSO INSTITUCIONAL 2013

por el Excmo. Sr. general D. Alfredo Sanz y Calabria  
Inspector del Arma de Artillería

Excelentísimos e Ilustrísimos Señores,  
Señoras y Señores,  
Artilleros todos:

Tradicionalmente, el Inspector de Artillería ha sido responsable de vigilar cuantos aspectos influían en el Arma, e identificar aquellos sobre los que sería necesario actuar para mantener vivos su historia y tradiciones, poner en valor su presente, y orientar su futuro. Hoy, una vez más, este cargo me permite disfrutar del privilegio y el honor de hacerles llegar un resumen del camino recorrido en el año transcurrido, de la situación actual de nuestra Artillería, y de marcar las líneas maestras de lo que creo debe ser su futuro.

*...A salvo de que la defensa de los intereses de España implique el inicio de una nueva misión en cualquier parte del mundo, eventualidad para la que las Fuerzas Armadas y más específicamente el Ejército de Tierra y la Artillería se encuentran permanentemente preparados, todo parece indicar que vamos a entrar en una cierta pausa operacional.*



Dice el refrán que de bien nacidos es ser agradecidos y en esa línea debo comenzar por expresar el mío al General

de Ejército, Excmo. Sr. D. Jaime Domínguez Buj, quien nos honra presidiendo este acto. Mi agradecimiento, también, al General Jefe del Mando de Artillería Antiaérea, al Coronel Jefe del Regimiento nº 71 y al personal a sus órdenes; quienes, cada año, hacen posible su realización merced a su dedicación y esfuerzo. Vaya, por último, mi gratitud a todos ustedes ya que, por su presencia y disposición, dan valor y justifican todos los esfuerzos para llevarlo a cabo.

Este año que termina se ha caracterizado por algunas realidades e iniciativas, unas de carácter coyuntural y otras de carácter estructural, que están llamadas a marcar profundamente nuestro futuro.

En primer lugar quiero destacar el repliegue de gran parte de nuestras fuerzas en Afganistán, así como una dis-





que, de no modificarse esta tendencia, sólo dispondremos de mandos para un máximo de 120 secciones en el empleo de teniente, y de alrededor de 120 baterías en el empleo de capitán, lo que debe tener profundas implicaciones en nuestra organización –cuyas cifras actuales superan esas cantidades–, así como en todos los ámbitos de la preparación.

En lo que respecta a su calidad quiero destacar que el próximo mes de julio llegarán a las Unidades los primeros suboficiales formados con el nuevo Plan de Estudios. En principio no son mejores ni peores que sus antecesores, pero sí diferentes: el Título de Técnico Superior en Mecatrónica Industrial o en Administración de Sistemas Informáticos en Red les proporciona una notable base teórica que debe ser explotada por el Arma para mejorar nuestras Tácticas, Técnicas y Procedimientos.

Ligado a la escasez de tenientes, y abundando en el tema de los suboficiales, que son la espina dorsal del Ejército, se hace urgente definir los puestos de la plantilla a ser cubiertos por subtenientes y brigadas –por razones obvias, distintos de los que se reserven para los oficiales– para, a continuación, estar en condiciones de desarrollar la preparación específica que debe diseñarse para el segundo tramo de carrera de los mismos.

Igualmente se hace necesario reconsiderar el rol de los cabos 1º, muchas veces em-

*...el próximo mes de julio llegarán a las Unidades los primeros suboficiales formados con el nuevo Plan de Estudios. En principio no son mejores ni peores que sus antecesores, pero sí diferentes: el Título de Técnico Superior en Mecatrónica Industrial o en Administración de Sistemas Informáticos en Red les proporciona una notable base teórica que debe ser explotada por el Arma...*



pleados en cubrir los huecos que dejan los suboficiales en la estructura, en vez de ocupar las vacantes que les son propias y para las que se les forma en los correspondientes cursos de ascenso.

Volviendo al concepto de frontera avanzada, al que antes me refería, es obvio que tiene profundas implicaciones en todos los ámbitos, de los que quiero destacar el del material, que debe ser estratégicamente proyectable y sostenible, para su empleo allá donde se determine. Con esta finalidad, deberíamos aprovechar la obsolescencia de algunos de los sistemas actuales para sustituirlos por otros de mayores prestaciones y mucho más ligeros.

Pero no creo que baste con relevar un cañón por otro o por un misil o un cohete. Aquí me gustaría recordar uno de nuestros lemas: aquel que dice que el arma del artillero no es el cañón, sino la munición. Así, debemos hacer un esfuerzo suplementario por dotarnos de municiones avanzadas, tanto en Campaña como en Antiaérea y, lo que es más importante, de la capacidad para usarlas adecuadamente en beneficio de los propósitos del mando.



*...debemos hacer un esfuerzo suplementario por dotarnos de municiones avanzadas, tanto en Campaña como en Antiaérea y, lo que es más importante, de la capacidad para usarlas adecuadamente en beneficio de los propósitos del mando.*

En esta línea quiero destacar el esfuerzo que estamos realizando para dotarnos de una capacidad antimisil eficaz e integrada, lo que requiere no sólo dotarnos del material,

sino de una nueva mentalidad, doctrina y procedimientos.

Pero para estar realmente en consonancia con los propósitos del mando, en un mundo en el que los niveles de conducción de las operaciones están sufriendo una notable contracción recordemos en este sentido la imagen del “cabo estratégico” la clave se encuentra en el mando y control. El mando y control del futuro, tanto de los apoyos de fuego como de la defensa aérea debe ser una de nuestras principales prioridades y, a buen seguro, el área que más debe evolucionar.

Como para muestra basta un botón, me referiré a dos detalles con profundas implicaciones: el observador de fuegos conjuntos y el combate en red.

Lo sucedido en Afganistán nos enseña que la panoplia de medios productores se amplía cada vez más, y que los artilleros debemos evolucionar para ser unos auténticos gestores de fuegos y efectos. Así empieza a ocurrir con el despliegue de los Observadores de Fuegos Aéreos (OFA) que han controlado el fuego de los helicópteros Tigre durante nuestro repliegue. Pero no es suficiente.

Se ha terminado el tiempo en el que bastaba con integrar los fuegos de un Grupo de Artillería, incluida su Batería Mistral, en la maniobra de una Brigada; principalmente porque será raro que combata una Brigada y que la apoye un Grupo de Artillería. El combate híbrido del futuro requerirá de esquemas de coordinación bastante menos rígidos y, dada la previsible carestía de personal, requerirá que éste se multiplique, lo que implica la necesidad de mejorar su preparación, así como los medios técnicos que necesitará para desarrollar su misión.

De esta manera, el observador de fuegos conjuntos y la gestión del espacio aé-



General de Ejército JEME, Excmo. Sr. D. Jaime Domínguez Buj

reo son dos de los grandes desafíos para el año próximo, pero debe quedarnos claro que ninguno de ellos es la meta, sino el camino en lo que debe ser nuestra verdadera aspiración: ser verdaderamente eficaces en la integración de los fuegos y la defensa antiaérea en la maniobra, sea ésta táctica, operacional o estratégica.

Otro tanto ocurre con el combate en red. Es cierto que ya disponemos de sis-



temas que combaten en red: el NASAMS es una realidad y debe servirnos como banco de pruebas para experimentar la dirección en que debemos evolucionar. Centralización en el planeamiento y descentralización en la ejecución, ese ha sido, es y será uno de nuestros principios de empleo que, por mor de las nuevas tecnologías puede llevarse hasta sus últimas consecuencias.

El combate en red y la implantación del JFO implican consecuencias en todas las áreas: en la organización, que debe ser más plana; en la preparación, que habrá de ser más exhaustiva; y, sobre todo, en el liderazgo, que claramente debe empujar la iniciativa hacia abajo, en vez de hacia arriba como ha ocurrido en los últimos años.

El combate en red se abre paso, y el Mando de Artillería de Campaña, gracias al sistema TALOS va dando sus primeros pasos, que este año se han materializado en el ejercicio Apoyo Preciso I/13, llevado a cabo en seis ubicaciones tan distantes como San Gregorio, Camposoto o el Teleno.

Sin abandonar el terreno del mando y control quiero mencionar que, posiblemente, el mayor esfuerzo del Arma en este año que termina se ha producido para la definición de la contribución de la Artillería a los puestos de mando de división a través de los ejercicios Yelmo y Redeo, en los que han participado de manera destacada tanto el Mando de

Artillería de Campaña como el de Artillería Antiaérea.

A lo largo de los mismos se ha definido la estructura de las células responsables de la integración de los fuegos en la maniobra, de la defensa aérea de la organización operativa y de la gestión de su espacio aéreo; además se han probado los procedimientos de relación con el resto

de las células del puesto de mando. Estas acciones se completarán mediante el ejercicio Acueducto, coordinado por la Jefatura de Adiestramiento y Doctrina de la Academia de Artillería, diseñado para comprobar la validez de dicha estructura y procedimientos en el marco de los sistemas de Fuegos y de Defensa Aérea.

En el caso de Antiaérea, también merece la pena destacar los ejercicios Sirio y Nube Gris, en los que se materializaron de manera eficaz la integración de los diferentes sistemas de armas en el Sistema de Defensa Aérea nacional y se activaron todos los destacamentos de enlace con el mismo, en el primero; y se mejoraron los sistemas de monitorización de las medidas y contramedidas electrónicas en los diferentes sistemas de armas, en el segundo, demostrando la capacidad de integración y el carácter conjunto que, desde hace tiempo, viene caracterizando al Arma.

Finalmente, en el ámbito institucional, el año que viene se cumple el 75 aniversario de los Re-

*...los artilleros debemos evolucionar para ser unos auténticos gestores de fuegos y efectos. Así empieza a ocurrir con el despliegue de los Observadores de Fuegos Aéreos (OFA) que han controlado el fuego de los helicópteros Tigre durante nuestro repliegue...*



*...el observador de fuegos conjuntos y la gestión del espacio aéreo son dos de los grandes desafíos para el año próximo...*





Asistentes al discurso durante la alocución del General de Ejército JEME

gimientos 71, 72 y 74. Por motivos de eficiencia, las actividades programadas para esta celebración se concentrarán en torno al Día de las Fuerzas Armadas, previsto, como es tradicional, para el último domingo de mayo.

También, y como es bien conocido, la Academia de Artillería celebrará su 250 cumpleaños. En este periodo han salido de sus aulas 11.548 oficiales y 4.723 suboficiales, entre los que ha habido de todo: virreyes, ministros, científicos, industriales, hombres de ciencias y letras, pedagogos y, por supuesto, héroes; sin cuyo concurso no podría entenderse la España en que vivimos.

Es por esa razón que hemos planteado un ambicioso programa de actividades, centradas en torno al 16 de mayo, que den a conocer la labor de los hijos del Colegio en este periodo y cuya prin-

cipal característica queda reflejada en el lema escogido: “el Real Colegio de Artillería (1764–2014), 250 años de innovación”; así como en el logotipo que han tenido ocasión de ver a la entrada de este salón.

Esta conmemoración junto con la elaboración del libro blanco debe servirnos para reflexionar profundamente sobre lo que hemos sido, lo que somos y lo que debemos ser para seguir sirviendo a España desde los valores que nos son propios: lealtad, rigor intelectual, laboriosidad y trabajo en equipo, e innovación permanente desde el respeto a la tradición.

Señores, agradezco profundamente a todos ustedes su presencia y su atención; y ruego a Santa Bárbara para que continúe iluminándonos y protegiéndonos en este periodo ilusionante de nuestra historia.

Fuencarral, 2 de diciembre de 2013.

# MEMORIAL DE ARTILLERÍA

## Normas de colaboración

### 1. Colaboradores

- Pueden colaborar en el Memorial de Artillería todas aquellas persona que presenten trabajos de interés e inéditos para la Artillería, y cuyos contenidos estén relacionados con Táctica, Técnica, Orgánica, Historia o en general, cualquier tipo de novedad que pueda ser de utilidad para el Arma.
- Las Unidades de Artillería pueden enviar como “Noticias del Arma”, los hechos más relevantes de la Unidad con un máximo de 1/2 página por evento, foto incluida.

### 2. Forma de presentación de las colaboraciones

- Los artículos no pueden contener datos considerados como clasificados.
- El título del trabajo no será superior a 12 palabras.
- La extensión máxima del artículo no podrá superar las 4.000 palabras.
- Su formato será DIN A-4 en WORD, letra Arial, tamaño 12, con 3 cm. en los cuatro márgenes.
- Todos los artículos que se remitan para su publicación en el Memorial de Artillería, deberán estar sujetos a la Ley de propiedad intelectual según se determina en el Real Decreto Legislativo 1/1996, de 12 de abril, comprometiéndose los autores al cumplimiento de la misma. A este fin, los artículos deberán incluir al igual que las imágenes, las fuentes consultadas.
- Asimismo, los artículos deben respetar la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal.
- Los procedimientos reglamentarios, de todos conocidos, no deben formar parte del contenido de los artículos, aunque lógicamente si se puede hacer alusión a los mismos como referencias.
- Los artículos deberán evitar el protagonismo gratuito de una determinada Unidad, de forma que pudiera llegar a interpretarse como propagandístico de la misma
- Las ilustraciones se remitirán en archivo in-

dependiente con una calidad de al menos 300 ppp y cualquier formato digital. Se indicará de forma clara y expresa su situación en el texto y el tamaño final propuesto, también se acompañará obligatoriamente del correspondiente pie de ilustración y la fuente de procedencia.

- Los artículos deberán incluir la bibliografía consultada y cuando sea preciso un glosario de términos.

- Los artículos podrán ser sometidos a correcciones gramaticales de texto y estilo, sin que afecten al contenido de los mismos.

- Al final de cada artículo se incluirá una síntesis con el rótulo “RESUMEN”. Formato igual al resto del artículo y con una extensión no superior a 8 líneas aproximadamente.

- Los autores, además del artículo deberán remitir una brevisima reseña biográfica que incluya:

- \* Nombre y Apellidos.

- \* Empleo (sólo militares).

- \* Destino o Trabajo actual y cargo (sólo civiles).

- \* Diplomas o títulos que **tengan alguna relación** con el tema del artículo.

- \* Dirección, teléfono, e-mail, lotus de contacto.

### 3. Forma de remisión de los artículos

- Los artículos, fotografías e imágenes, serán remitidos a la siguiente dirección:

#### **E-mail:**

memorial-artilleria@et.mde.es

#### **Lotus Notes:**

Memorial de Artillería

#### **Correo ordinario:**

Secretaría del Arma  
Academia de Artillería  
C/ San Francisco, 25  
40001, Segovia.

- La recepción de los artículos deberá tener entrada en la Secretaría del Arma (Academia de Artillería), entre el 10 de octubre y el 20 de abril para el Memorial de junio y entre el 21 de abril y el 9 de octubre para el Memorial de diciembre.

### NOTA A SUSCRIPTORES

Dentro de las medidas de racionalización aplicadas por el Ministerio de Defensa a la producción editorial de las obras incluidas en el Programa Editorial de Publicaciones del Ministerio 2013 y posteriores, se encuentran:

La supresión de las tiradas en papel de los Memoriales de las Armas y Cuerpo de Intendencia, atendiendo a su difusión con medios electrónicos.

La anulación de las actuales suscripciones de pago, como procedimiento para adquirir ejemplares por particulares.

No obstante, si desea continuar recibiendo ejemplares editados en papel, sería posible su adquisición mediante el procedimiento de “impresión bajo demanda”.

Para ello, debe contactar con la Subunidad de Distribución y Venta de la Subdirección General de Publicaciones y Patrimonio Cultural al teléfono 913647377, o bien a través de correo electrónico a la dirección publicaciones.venta@oc.mde.es, especificando sus datos personales y número de ejemplares.

# Tendencias de Artillería

Como en cada número, analizaremos los últimos avances y tendencias en la Artillería. En concreto, hoy hablaremos de fuegos indirectos, defensa antimisil, defensa antiaérea y control del espacio aéreo.

por D. Miguel Ángel Martín Fernández, coronel de artillería

## Novedades, tendencias e indicios en Artillería

### FUEGOS INDIRECTOS

En la última conferencia sobre el futuro de la Artillería, que tuvo lugar en Londres en marzo de 2013, se han presentado las últimas ideas sobre capacidades necesarias para atacar todo tipo de objetivos. Los diferentes tipos existentes de munición, imponen la necesidad de buscar un equilibrio entre el empleo de municiones inteligentes y convencionales, que lógicamente dependerá del tipo de objetivo, del momento y de la precisión para batirlo (concepto Precision Engagement).

Una primera división de los objetivos del futuro campo de batalla es en objetivos puntuales y objetivos de zona. La primera categoría se divide a su vez en objetivos fijos y objetivos móviles, y ambas categorías también se subdividen en objetivos próximos, hasta 40 km, y en objetivos en profundidad, hasta 80 km.

Para batir objetivos de zona próximos son adecuados tanto los obuses de 105 mm, como los de 155 mm. La idea de emplear un único calibre no es compartida por todos los países, ya que para operaciones anfibas y aerotransportadas, en las que las piezas han de ser llevadas en helicóptero, es preferible el 105, si bien en este tipo de operaciones existe la opción de emplear morteros de gran calibre.

Los proyectiles no guiados continuarán siendo eficaces contra objetivos de zona batidos a alcances medios o inferiores, al haberse reducido significativamente los errores balísticos gracias a las mejoras en la obtención de correcciones meteorológicas, por velocidad inicial o por topografía.

Para conseguir precisión en objetivos de zona a mayores alcances, se necesitará emplear espoletas de corrección de la trayectoria, tales como la europea 1D ECF o la americana PGK. También puede ser empleado contra

Fireshadow ([www.forte.jor.br](http://www.forte.jor.br))

# Novedades, tendencias

objetivos de zona el lanzador MLRS M270B2 empleando el cohete dispersor de minas contracarro AT2 SCATMIN, que puede dispersar 28 minas hasta un alcance de 40 km o el cohete GMLRS.

Para batir objetivos puntuales fijos próximos, los proyectiles guiados de 155 mm, como el Excalibur (40 km), son los más adecuados.

Los objetivos puntuales fijos en profundidad se están batiendo muy eficazmente con el cohete guiado de cabeza unitaria GMLRS M31 disparado desde el lanzador MLRS M270B2.

Contra los objetivos puntuales móviles próximos, se considera una versión del misil NLOS "Spike", teleguiado por TV (man in the loop) con un alcance de 30 km. Este sistema recibe el nombre de "Exactor", y actualmente se está evaluando por el ejército británico en relación a otras soluciones, tales como un UAV armado o la munición con capacidad de exploración (loitering munition) "Fireshadow", que también son eficaces contra objetivos puntuales móviles en profundidad.

**...necesidad de buscar un equilibrio entre el empleo de municiones inteligentes y convencionales, que lógicamente dependerá del tipo de objetivo, del momento y de la precisión para batirlo...**

Los ingleses estiman, en una primera aproximación, que un 10% de las municiones deberían ser inteligentes, tipo Excalibur o GMLRS, un 50% deberían disponer de espoletas PGK, y el resto podría ser munición convencional.

Aunque los tipos de municiones son muchos, es preciso tener siempre presente que a la hora de batir un objetivo los errores son debidos: a la meteorología un 65%, a la velocidad inicial del proyectil un 25% y a la situación topográfica un 15%, por lo que hay que minimizarlos empleando boletines meteorológicos, radares de velocidad inicial y una gran precisión en los levantamientos topográficos.

Las municiones guiadas por GPS tales como el cohete guiado GMLRS y el proyectil de precisión Excalibur, necesitan la introducción de coordenadas muy precisas del objetivo (concepto denominado point mensuration) para ser eficaces sobre el objetivo y producir el mínimo de daños no deseados, por lo que el error de localización, según la publicación reglamentaria norteamericana sobre Close Air Support, debe ser inferior a seis metros.



Misil Spike NLOS ([ejercitodecolombia.blogspot.com.es](http://ejercitodecolombia.blogspot.com.es))



MLRS ([www.onlyhdwallpapers.com](http://www.onlyhdwallpapers.com))

# e indicios en Artillería

**Los proyectiles no guiados continuarán siendo eficaces contra objetivos de zona batidos a alcances medios o inferiores...**

## **DEFENSA ANTIAÉREA**

La defensa antimisil sigue siendo un tema de actualidad en el que todos los países están volcando un gran esfuerzo.

El compromiso del Ejército de los EE.UU. con el programa trinacional de defensa antimisil balístico de alcance medio MEADS es cada vez menor, al prohibir la comisión parlamentaria correspondiente cualquier gasto para el próximo presupuesto y el Departamento de Defensa continuar sin tener intención de comprar unidades de este sistema de armas, ya que el Ejército de los EE.UU. decidió no adquirirlo para sustituir al Patriot. El programa MEADS llevó a cabo en 2012 su primera prueba de interceptación de un blanco a reacción con éxito, y está prevista una segunda prueba en 2013 contra un blanco que simule un misil balístico.

Los tres sistemas basados en tierra del ejército norteamericano, todos con la capacidad hito-kill (destrucción por energía cinética), que se están desarrollando y adquiriendo para la defensa antimisil balístico del TN o de TO son:

- ◇ El GMD (Ground based Midcourse Defense) para interceptación de misiles balísticos fuera de la atmósfera y en su trayectoria intermedia.
- ◇ El THAAD (Terminal High-Altitude Area Defense system) para interceptación de misiles balísticos tanto fuera como dentro de la atmósfera, pero en su trayectoria descendente.
- ◇ El Patriot PAC 3 MSE para interceptación de misiles balísticos en la fase final de su trayectoria.

En este sentido el Secretario de Defensa ha anunciado el despliegue de más unidades del sistema GMD (Ground-based Midcourse Defense) para proteger el territorio nacional contra posibles ataques de misiles balísticos de Corea del Norte. Este sistema necesita actualmente un nuevo elemento de interceptación por energía cinética con capacidad exoatmosférica (EKV), que es el componente que colisiona y destruye la cabeza de guerra del misil atacante, con una mayor capacidad de discriminación de ésta con respecto al "chaff", señuelos, restos o elementos no letales que confunden al sistema de defensa.



GBMD (en.wikipedia.org)

# Novedades, tendencias

Los cañones siguen siendo de vital importancia para combatir la amenaza de los vehículos aéreos de pequeño tamaño, baja altura de vuelo y reducida velocidad (SSL: Slow, Small and Low), como lo demuestra el último desarrollo de la empresa Rheinmetall, en el que se moderniza el cañón AA de 35 mm, Mk1 "Revolver". El Mk2 "Revolver" se opera por control remoto, tiene posibilidad de alcanzar una cadencia de 1.000 d.p.m y un consumo medio por empeño de 18 disparos, pudiendo llevar a cabo 14 empeños sin necesidad de recarga, en ocho minutos, con tan sólo un equipo de dos personas. A diferencia de la versión Mk1, que puede ser considerada substancialmente como un arma operada manualmente, el Mk2 es un verdadero sistema capaz de ser operado por control remoto y combatir en red. Se despliega en unidades de tiro de dos piezas controladas por radar, aunque desde una única consola se pueden controlar hasta ocho piezas.

Para complementar a los cañones, en el futuro se emplearán las armas de energía dirigida (DEW) al ser significativos los avances en estas tecnologías.

**Los proyectiles no guiados continuarán siendo eficaces contra objetivos de zona batidos a alcances medios o inferiores...**

Un resumen de la situación actual de las diferentes tecnologías láser puede ser el siguiente:

- ◇ Láseres químicos: con ellos se puede conseguir la energía necesaria para interceptar objetivos a largo alcance como misiles balísticos. Utilizados en los programas Láser táctico de alta energía (THEL), Láser Aero-transportado en B 747 y C130 (recientemente abandonado) y Láser Táctico Avanzado (ATL), presentan el inconveniente de utilizar dispositivos cuyo volumen, peso y almacenamiento de elementos químicos restringe su capacidad para ser montados sobre vehículos terrestres.
- ◇ Láseres de Estado Sólido (SSL): instalados en sistemas relativamente pequeños y ligeros, pueden ser útiles contra diferentes tipos de objetivos, como contra misiles de crucero subsónicos, aeronaves, misiles de crucero antibuque, embarcaciones rápidas ligeras, UAV y para la detección de dispositivos explosivos improvisados (IED). Sin embargo no pueden operar sobre múltiples longitudes de onda, aspecto necesario en condiciones atmosféricas adversas.



THAAD 05 (www.armyrecognition.com)



Laser ADAM (www.armyrecognition.com)

# e indicios en Artillería

**...un 10% de las municiones deberían ser inteligentes, tipo Excalibur o GMLRS, un 50% deberían disponer de espoletas PGK, y el resto podría ser munición convencional.**

- ◇ Láseres de Electrón Libre (FEL): pueden operar sobre múltiples longitudes de onda, por lo que son útiles para transmitir a través de atmósferas densas, húmedas, cargadas de sal o polucionadas. Sin embargo necesitan también elementos grandes y voluminosos y una generación de potencia para operar cerca de los 100 Kw.

La empresa Lockheed Martin ha realizado recientemente pruebas muy satisfactorias con su prototipo láser denominado ADAM (defensa aérea contra municiones). El prototipo destruyó ocho objetivos (cohetes de pequeño calibre en vuelo) a una distancia aproximada de 1.500 m. Este láser de estado sólido de 10 kW de potencia tiene un alcance de hasta 2.000 m. El sistema puede localizar y seguir objetivos a más de 5.000 m.

Con respecto a la gestión del espacio aéreo, existe la tendencia de que sea responsabilidad de la organización operativa, en su zona de operaciones y por debajo de la altura de coordinación que separa en altura el tráfico de baja velocidad del tráfico de alta velocidad.

Esta responsabilidad es delegada por la autoridad de control del espacio aéreo del mando conjunto.

Así el elemento de gestión del espacio aéreo, que forma parte del puesto de mando de la organización operativa en cada nivel de mando, debe velar para que el espacio aéreo se emplee de acuerdo con las prioridades del mando al que está apoyando, y con su concepto de las operaciones. Aquí intervienen representantes de todos los medios de combate y de apoyo al combate que hacen uso del espacio aéreo: helicópteros (de ataque, de maniobra, de transporte, MEDEVAC,...), UAV/UAS, apoyos de fuego (ACA, MP, cohetes de largo alcance,...), apoyo aéreo (CAS, EW, reconocimiento,...), Artillería antiaérea, etc.

Un claro ejemplo de esta tendencia está en las FAS británicas que tienen como referencia en todo lo relativo a la gestión/control del espacio aéreo la doctrina OTAN, en concreto, la publicación "AJP 3.3.5(A) Doctrine for Joint Airspace Control".

## CONCLUSIONES

- ◇ En lo referente a fuegos indirectos las últimas ideas sobre capacidades para atacar todo tipo de objetivos: fijos, móviles, puntuales, de zona, próximos y lejanos con la adecuada precisión y oportunidad (concepto Precision Engagement), imponen la necesidad de buscar un equilibrio entre el empleo de municiones inteligentes y convencionales.
- ◇ La defensa antimisil sigue siendo un tema de actualidad en el que todos los países están volcando un gran esfuerzo.
- ◇ Los cañones siguen siendo de vital importancia para combatir la amenaza de los vehículos aéreos de pequeño tamaño, baja altura de vuelo y reducida velocidad. Para complementar a los cañones, en el futuro se emplearán armas de energía dirigida (DEW).
- ◇ Respecto a la gestión del espacio aéreo, la responsabilidad, delegada por la autoridad de control del espacio aéreo del mando conjunto, es de la organización operativa, en su zona de operaciones y por debajo de la altura de coordinación que separa en altura el tráfico de baja velocidad del tráfico de alta velocidad.

# Novedades, tendencias e indicios en Artillería

## BIBLIOGRAFÍA.

- ◇ Informes de los OFEN en el TRADOC, CDE/SDFE/EDG/CFT (Francia) en el Estado Mayor del ejército italiano, en el HQ LAND FORCES (RU) y en HEERESAMT (Alemania).
- ◇ Informes de los Grupos de trabajo OTAN: ICG IF y JCG GBAD.
- ◇ Informes sobre la “Future Artillery Conference 2013” (Londres) y “Joint Fire Conference 2013” (Londres).
- ◇ Revistas: Ejército, Atenea, International Defense Review, Military Technology, Jane,s...
- ◇ Boletines del IEEE.

---

**El coronel D. Miguel Ángel Martín Fernández pertenece a la 269 promoción del Arma de Artillería, está diplomado en SDT/DLO, y en la actualidad es el jefe de la Jefatura de Adiestramiento y Doctrina de la Academia de Artillería**

---

## ¿Cómo batir un objetivo de área cumpliendo las Leyes Humanitarias Internacionales?

por D. Francisco José Martín Moya, teniente coronel de artillería

Este artículo pretende concienciar sobre el problema de poder batir un objetivo de área cumpliendo las leyes humanitarias internacionales, en particular los acuerdos alcanzados en la Conferencia Diplomática sobre municiones en racimo o sub-municiones, en vigor desde el año 2010, y una vez identificado ese problema, mostrar las posibles soluciones sobre las que se está trabajando a nivel OTAN.

### INTRODUCCIÓN

Hoy en día en el seno de la Organización del Tratado para el Atlántico Norte (OTAN), existe una gran preocupación a causa de las derivaciones ocasionadas por los acuerdos alcanzados en la Conferencia Diplomática<sup>1</sup> sobre “cluster munitions”<sup>2</sup>, por la que queda prohibido el uso de municiones que contengan sub-municiones.

Desde una perspectiva militar, se podría decir que después de la prohibición de las minas anti-personal en el año 1997, el empleo

masivo de “cluster munitions” por parte de Israel en agosto de 2006, que causó la muerte de más de 200 civiles en Líbano, sobresale como arma que ocasiona un gran peligro para el personal civil no combatiente.

No obstante, este tipo de munición ya había sido empleada en otros conflictos, como: Segunda Guerra Mundial, Laos/ Vietnam (1965-75), Afganistán (1979-89), Islas Malvinas (Falklands) (1982), Irak (1990-91), Serbia-Kosovo (1999) y de nuevo en Afganistán (2001).

La Cluster Convention Munitions (en adelante CCM), fue adoptada en Dublín por 107 estados el 30 de mayo de 2008 y firmada el 3 de diciembre del mismo año en Oslo, convirtiéndose en Ley Humanitaria Internacional para los estados firmantes a partir de la fecha de su entrada en vigor, el día 1 de agosto de 2010.<sup>3</sup>

(1) Diplomatic Conference for the adoption of a Convention on Cluster Munitions (CCM).

(2) Cluster Munitions, es un término usado en el ámbito de la Fuerza Aérea para referirse a la munición dotada de sub-municiones.

(3) A fecha de noviembre de 2010, 43 estados habían ratificado el CCM. Dichos estados son, por orden alfabético en inglés: Albania, Antigua y Barbuda, Austria, Bélgica, Bosnia Herzegovina, Burkina Faso, Burundi, Cabo Verde, Comoros, Croacia, Dinamarca, Ecuador, Fiji, Francia, Alemania, El Vaticano, Irlanda, Japón, La República Democrática de Laos, Lesoto, Luxemburgo, La Antigua República Yugoslava de Macedonia (FYROM), Malawi, Mali, Malta, México, Moldavia, Mónaco, Montenegro, Nueva Zelanda, Nicaragua, Níger, Noruega, Samoa, San Marino, Seychelles, Sierra Leona, Eslovenia, España, Túnez, Reino Unido, Uruguay y Zambia.



Arriba: Reunión OTAN

Abajo: Efectos de Bombas de racimo en GAZA

Sin embargo, este tipo de municiones tiene un gran valor para los sistemas de fuego indirecto y las plataformas aéreas, ya que permite con un único proyectil atacar en un mismo área de impacto, de forma simultánea y con gran efectividad, tanto a personas como a blindados. Además, en el contexto económico actual, proporcionan economía de medios, ya que se requiere menor cantidad de munición, plataformas y personal para atender a los sistemas.

Por “munición en racimo” se entiende una munición convencional que ha sido diseñada para dispersar o liberar sub-municiones explosivas, cada una de ellas de un peso

inferior a 20 kilogramos. La definición no incluye:

- a. Una munición o sub-munición diseñada para emitir bengalas, humo, efectos de pirotecnia o contramedidas de radar (“chaff”); o una munición diseñada exclusivamente con una función de defensa aérea;
- b. Una munición o sub-munición diseñada para producir efectos eléctricos o electrónicos;
- c. Una munición que, a fin de evitar efectos indiscriminados en una zona, así como los riesgos que entrañan las sub-municiones sin estallar, reúne todas las características siguientes.

Cada sub-munición:

1. Contiene menos de diez sub-municiones explosivas.
2. Pesa más de cuatro kilogramos.
3. Está diseñada para detectar y atacar un objeto que constituya un blanco único.
4. Está equipada con un mecanismo de autodestrucción electrónico.
5. Está equipada con un dispositivo de auto desactivación electrónico.

Estos acuerdos surgen por la preocupación de la Comunidad Internacional (CI) y su decisión a poner fin a los efectos causados sobre el personal civil no combatiente por las municiones en racimo; bien en el momento de su uso, cuando no funcionan como se esperaba, o bien cuando son abandonadas.

Además, la CI considera que los restos de municiones en racimo, además de matar o mutilar a civiles, obstruyen el desarrollo económico y social de la zona de conflicto, impiden la rehabilitación post-conflicto y la recons-

trucción, retrasan o impiden el regreso de refugiados, y pueden impactar negativamente en los esfuerzos nacionales e internacionales de construcción de la paz y asistencia humanitaria, además de tener otras graves consecuencias que pueden perdurar muchos años después de su uso.

Por último, otro de los objetivos de la CI, a través de la Convención, es la de hacer frente a los grandes arsenales nacionales de munición en racimo, y de esta forma, asegurar su pronta destrucción.

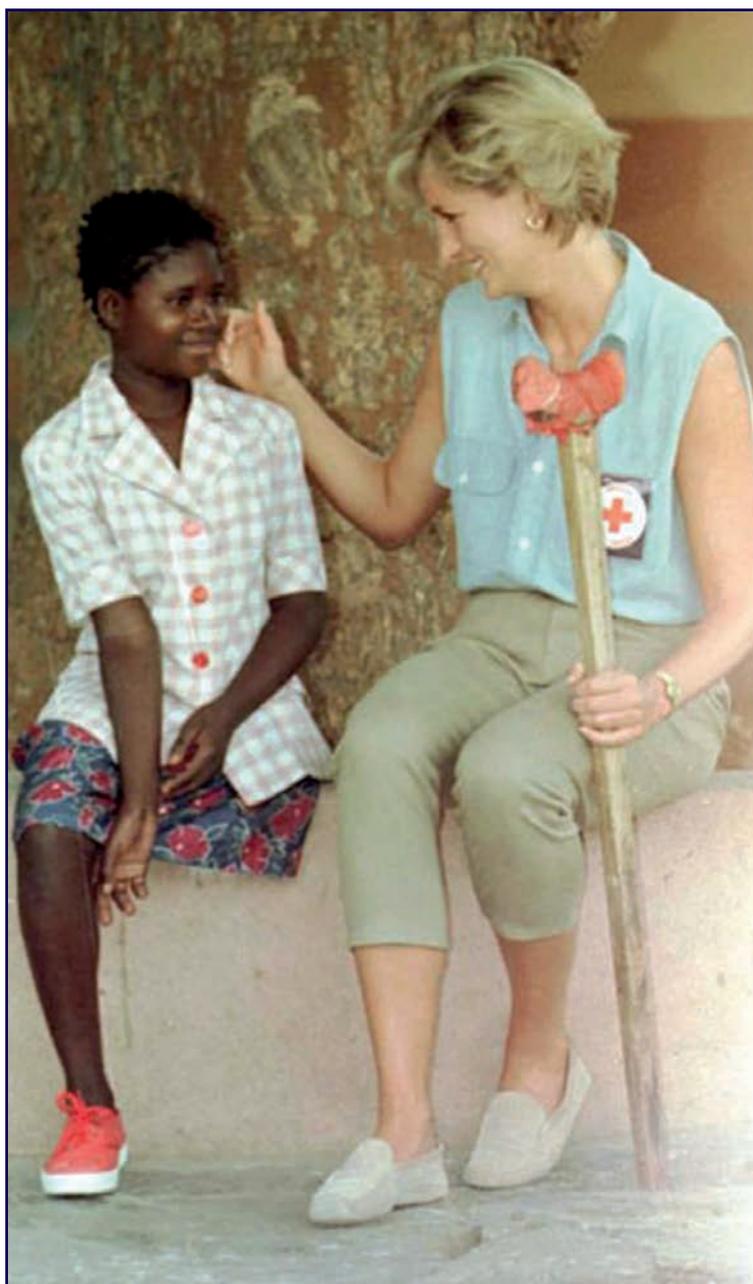
Por todo ello, el compromiso implica el establecimiento de un instrumento jurídico vinculante que prohíba el empleo, producción, transferencia y almacenamiento de municiones en racimo, y a establecer un marco de cooperación y asistencia que garantice la adecuada prestación de atención y rehabilitación para las víctimas, la limpieza de áreas contaminadas, la educación sobre reducción de riesgos y la destrucción de los arsenales.

Derivado de todo ello, cada Estado Parte firmante de la Convención, se compromete a que nunca, y bajo ninguna circunstancia:

- a. Emplear municiones en racimo;
- b. desarrollar, producir, adquirir de un modo u otro, almacenar, conservar o transferir a nadie, directa o indirectamente, municiones en racimo;
- c. ayudar, alentar o inducir a nadie a participar en una actividad prohibida a un Estado Parte según lo establecido en la presente Convención.

## CONSECUENCIAS DE LA PROHIBICIÓN

Según lo establecido en el documento del Secretario General de la



Lady Diana con afectados

OTAN<sup>4</sup>, el impacto de tal prohibición se cifra en lo siguiente:

### Operaciones actuales

Las bombas de racimo usadas en las operaciones actuales, como en el caso de las llevadas a cabo por ISAF, han sido reguladas por

(4) Secretary General, North Atlantic Treaty Organization Military Advice concerning the draft Cluster Munitions Convention (MCM-0070-09MAY2008)



Arriba: Sra. Ministra Carmen Chacon explicando la CCM

Abajo: Dimensiones de una DPICM

una serie de instrucciones especiales que restringen el uso de las mismas. Sin embargo, en situaciones en las que fuera estrictamente necesario, podrían usarse con una autorización específica.

Son municiones diseñadas para batir objetivos de área como; asentamientos de defensa aérea, concentraciones de blindados, artillería o vehículos, concentraciones de tropas en terreno abierto, armas y lugares de almacenamiento, y aeropuertos.

Las acciones que se están llevando a cabo por ISAF, no se caracterizan precisamente por el uso de estas. Sin embargo, dependiendo de las interpretaciones nacionales, la convención podría afectar desde el punto de vista de la interoperabilidad OTAN, entre aquellas naciones firmantes y no, durante el empleo de la fuerza.

### Operaciones Futuras

El impacto sobre las operaciones futuras es difícil de valorar, ya que el concepto de las operaciones no suele estar definido de antemano, no obstante, la repercusión global estaría focalizada en las Operaciones OTAN de los artículos 5 y 6<sup>5</sup>, que en principio dejaba total libertad a los Estados miembros a la hora de decidir qué tipo de medida adoptar para ayudar al Estado atacado, y ya no es el caso.

Sin embargo, considerando la prohibición, y que para conseguir los mismos efectos sería necesario un mayor número de proyectiles unitarios, el impacto se cifrará en:

- a. Una menor capacidad de respuesta de los medios de apoyos de fuego de puntería in-

(5) La OTAN puede intervenir en operaciones militares en ejercicio del derecho de legítima defensa que se lleven a cabo en Europa y América del Norte, y ayudar si es el caso, a los estados miembros

directa y plataformas aéreas para apoyar a las fuerzas de la OTAN en situaciones de contacto.

- b. Necesidad de un incremento de munición y acciones de fuego para conseguir los mismos efectos tácticos que con las bombas de racimo.
- c. Necesidad de un mayor número de sistemas de armas y plataformas de lanzamiento, y grandes cantidades de personal para operarlos, mantenerlos y apoyarlos.
- d. Incremento de los arsenales de proyectiles unitarios, mayores infraestructuras para su almacenamiento, transporte y seguridad.
- e. Una mayor huella logística y acciones de fuego prolongadas en el tiempo que incrementarían la densidad de objetivos propios para el adversario.

## ACCIONES EMPRENDIDAS

Debido a la laguna operacional detectada, el Grupo de Capacidades Integradas de Apoyos de Fuego de Puntería Indirecta (NATO ICG on IF) propuso la creación de un Grupo de Asesoramiento Industrial<sup>6</sup> compuesto por ingenieros expertos de las empresas más relevantes del sector (subvencionado por la OTAN), con el objeto de realizar un estudio para definir nuevos conceptos que fueran capaces de mantener las ventajas ofrecidas por las municiones “cluster”, y al mismo tiempo cumplieran con el marco legal establecido por la CCM. Como puede observarse, esta actividad está perfectamente enmarcada en el nuevo concepto de “Defensa Inteligente”<sup>7</sup>.

(6) NIAG (NATO Industrial Advisory Group) SG n° 149.

(7) Difundido por el Secretario General de la OTAN Anders Fogh Rasmussen (30SEP11); “Me consta que en esta era de la austeridad, no podemos gastar más. Pero tampoco deberíamos gastar menos. De esta forma la respuesta es gastar mejor y sacar un mayor rendimiento del dinero. Ayudar

## Objetivo del estudio

Conforme con los principios y reglas de las Leyes Humanitarias, el uso de las municiones actuales para batir objetivos de área, Double Purpose Improved Munitions (DPICM) ya no es una alternativa factible.

*...el empleo masivo de “cluster munitions” por parte de Israel en agosto de 2006, que causó la muerte de más de 200 civiles en Líbano, sobresale como arma que ocasiona un gran peligro para el personal civil no combatiente.*

Sin embargo, los escenarios de amenaza híbrida donde conviven situaciones asimétricas y convencionales, demuestran la necesidad de disponer de la capacidad de batir objetivos de área de diferente naturaleza; duros, semiduros, ligeros, así como para negar al adversario el acceso o permanencia en un área determinada.

De esta forma, el objetivo de este estudio es aportar una visión industrial y definir soluciones técnicas factibles conforme a lo establecido en la CCM, con el objeto de obtener los efectos deseados sobre los objetivos de área sin incrementar la huella logística.

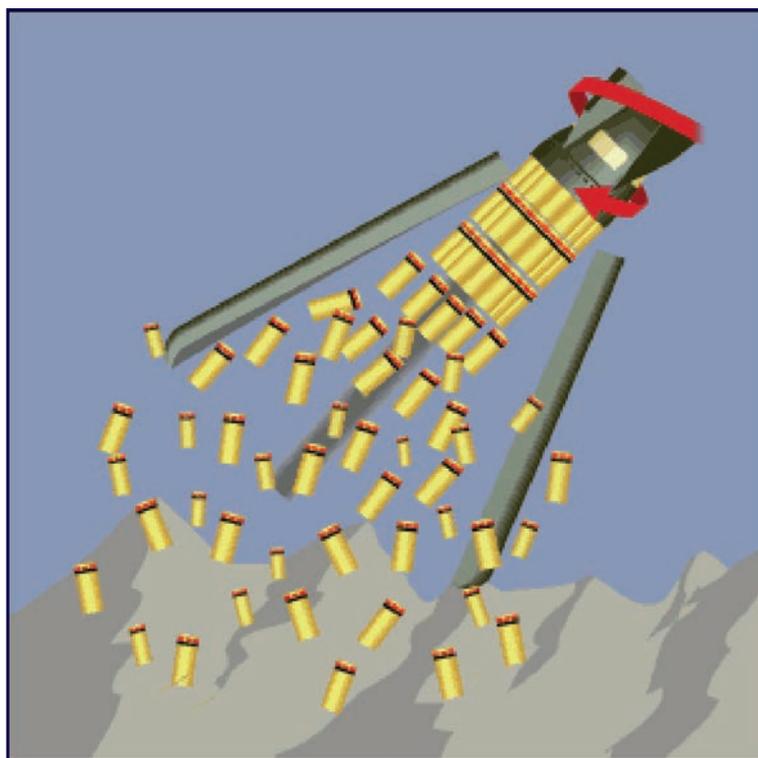
*Por “munición en racimo” se entiende una munición convencional que ha sido diseñada para dispersar o liberar sub-municiones explosivas, cada una de ellas de un peso inferior a 20 kilogramos...*

## Escenarios operacionales considerados

Con el objeto de cumplir las tareas encomendadas, el NIAG SG

a las naciones a preservar sus capacidades y proporcionar otras nuevas. Esto significa que debemos priorizar, especializar y buscar soluciones multinacionales, afrontar la situación juntos. Esto es lo que yo llamo la “Defensa Inteligente”.

Name	Description	Characteristics	Scenario	Collateral damage concern
S1	Towed artillery battery 6 towed howitzers + 42 (6 x 7) crew + 1 command vehicle. Gun line 300m long	Unarmoured	Conventional	Low
S2	Brigade command post 10 vehicles within 200 x 200m	SSV	Conventional	Low
S3	VBIED 2 SUVs + 10 t truck with VBIED	Unarmoured; moving	Asymmetric	High
S4	Mortar 2 mortars (200m apart) + 8 persons + 2 vehicles	Unarmoured, static, fleeting (<5 mins)	Asymmetric	High
S5	APC company 12 APCs + 96 dismounted troops, within 200 x 400m	Medium armoured	Conventional	Low



Arriba: Escenarios Considerados

Abajo: Dispersión de las sub-municiones por energía cinética

149 estableció para el estudio 5 escenarios, tanto convencionales como asimétricos.

Se estimó que el área en el que se enmarcaría el objetivo tendría unas dimensiones aproximadas de 300x300 m. Un dato importante a tener en cuenta en los supuestos establecidos es que se desconoce con exactitud las coordenadas del objetivo en el interior

del área, lo que quiere decir, que no se debe obviar el error de localización del objetivo (TLE)<sup>8</sup>. Otro supuesto es, que en el caso de los objetivos asimétricos el riesgo de ocasionar daños colaterales se considera “alto”.

### Alcance del estudio<sup>9</sup>

Proponer soluciones en forma de recomendaciones y opciones tecnológicas, para alcanzar la misma efectividad sobre los objetivos de área que la proporcionada por las municiones convencionales mejoradas de doble propósito (DPICM). Los resultados deben mostrar entre un 30% y 10% de EFD (Effective Fractional Damage).

Para ello, el NIAG SG 149 evaluó la eficacia de las municiones (DPICM) en cada uno de los escenarios descritos. Esta evaluación se llevó a cabo con la ayuda de la herramienta NATO Indirect Fire Appreciation Kernel (NIFAK), desarrollada por el SG/2<sup>10</sup> y facilitado al NIAG expresamente para este estudio. El TLE se determinó que fuese de entre 25 y 100 m.

La comparación de cada uno de los nuevos conceptos con la munición DPICM fue realizada asumiendo:

- ◇ Un porcentaje de destrucción sobre los objetivos del 50%.
- ◇ Que las soluciones se refieran a nuevos conceptos realizables a corto plazo.
- ◇ Y que se emplearan las plataformas existentes; morteros de 120 mm, cañones de 155 mm/ (39-52 cal) y cohetes de 227 mm (MLRS).

(8) TLE: Target Location Error

(9) Viene de lo estipulado en el « Step 1 and 2 of ICG on IF proposed to NAAG (NATO Armaments Advisory Group)».

(10) El SG/2, es un Subgrupo subordinado del ICG on IF.

Además, las municiones resultantes no debían ocasionar cambios en las tácticas, técnicas y procedimientos (TTP), ni en las estructuras de la fuerza, y no ocasionar un incremento de la huella logística.

### **¿QUÉ SON LAS MUNICIONES DE DOBLE PROPÓSITO (DPICM)?**

Hasta la fecha la munición comúnmente empleada para batir objetivos de área, tanto por medio de plataformas de artillería cañón, cohete y la propia aviación, era la de doble propósito (DPICM).

Por este motivo también era la munición que en la mayor parte de los ejercicios tácticos se tomaba como referencia para obtener las acciones de fuego tipo<sup>11</sup> disponibles para el mando para batir objetivos de área.

DPICM es una munición de artillería superficie-superficie dotada en su interior de sub-municiones diseñadas para ser liberadas y explosionar a una altura y distancia óptimas al objetivo deseado, entendiendo por este, un área. Está ideada para atacar, tanto objetivos duros (carros) como personal. La variedad aire-superficie de este tipo de munición es la conocida bomba “cluster”.

Los trabajos de desarrollo de los proyectiles DPICM comenzaron a finales de los años 60, con el primer proyectil de 105 mm M444<sup>12</sup>. No obstante, este proyectil tan solo contenía granadas antipersonal.

El primer DPICM, tal y como se conoce en la actualidad, fue el proyectil de 155 mm M483 producido en los años 70. Para 1975 ya estaba en uso la versión mejorada del llama-

do proyectil “carga” M483A1, conteniendo 88 granadas M42/M46 como sub-municiones de doble propósito. Ambas granadas tienen una capacidad de penetración de más de 6.4 cm en blindados de superficie homogénea. También ambas tienen la capacidad de incapacitar a personal.

*...los restos de municiones en racimo, además de matar o mutilar a civiles, obstruyen el desarrollo económico y social de la zona de conflicto, impiden la rehabilitación post-conflicto y la reconstrucción, retrasan o impiden el regreso de refugiados, y pueden impactar negativamente en los esfuerzos nacionales e internacionales de construcción de la paz y asistencia humanitaria...*

El proyectil funciona con la espoleta mecánica M577, y está programada para que el vaso del proyectil explusione durante su vuelo sobre el objetivo, y para que la fuerza centrífuga disperse las granadas de forma radial desde la línea de vuelo del proyectil.

*...las municiones resultantes no debían ocasionar cambios en las tácticas, técnicas y procedimientos (TTP), ni en las estructuras de la fuerza, y no ocasionar un incremento de la huella logística.*

El proyectil de 155 mm M864 entró en producción en 1987, y fue mejorado con base bleed para ampliar su alcance, aunque las sub-municiones que dispersaba eran las mismas M42/M46, reduciéndolas a 72. En el año 2003 se mejoraron las granadas M42/M46 con una espoleta de auto-destrucción, Self Destruction Fuse (SDF), para corregir el problema ocasionado por las sub-municiones no explosionadas.

(11) Volumen disponible de munición.

(12) Entrando en servicio en 1961 y finalizando su producción en 1990.



Arriba: MLRS

Abajo: Efectos de Bombas de racimo Guerra de Libia



yectil de 155 mm M483A1. Esta sub-munición posteriormente ha sido mejorada a la M80.

Cada cohete M26 MLRS de 227 mm contiene 644 sub-municiones M77 que detonan al impactar, pudiendo penetrar hasta 10.2 cm en blindados, y produciendo cada sub-munición efectos sobre el personal en un radio de 4 m. La dispersión de estas granadas en la Guerra del Golfo fue denominada como “lluvia de acero”.

Cada cohete M26 MLRS con sub-municiones M77 tiene capacidad para saturar un objetivo de zona de un diámetro de 200 m, combinando carga penetrante para blindados y carga de fragmentación para incapacitar a personal (doble-propósito), con un índice de error en el funcionamiento de entre 2 y 5%, dependiendo del terreno.

Esta munición también fue probada para conocer su grado de efectividad con el sistema de artillería cañón Crusader, y conocer su grado de resistencia a las altas temperaturas que se producirían en su recámara con cargas máximas (zona 10<sup>a</sup>).

La primera ocasión en la que se detectaron problemas con el empleo de esta munición fue en la Operación “Iraqi Freedom”, cuando las sub-municiones que no estallaron restringieron la capacidad de maniobra de los marines, así como en las operaciones “follow-on forces” en aquellas áreas donde fueron dispersadas con anterioridad, matando e hiriendo gravemente a muchos marines.

Por todo lo expuesto; la munición de DPICM M26A1 MLRS con sub-municiones M77 y el proyectil de 155 mm M483A1, están prohibidos por la Convención de Ottawa.

Ya existen ejércitos como el francés, que debido a estas prohibicio-

También se desarrolló a finales de los años 90 el proyectil de 105 mm M915 para el obús ligero M119A1 y el M916 para el obús M101/M102, ambos con sub-municiones M80. Además, también existe la granada de 120 mm XM984 dotada de sub-municiones DPICM.

Por último, es importante mencionar que la sub-munición M77 es la usada por el cohete MLRS, en base a la desarrollada para el pro-

nes ha comenzado la sustitución del MLRS por uno de fabricación propia, como el LRU<sup>13</sup>, conforme con lo contemplado en la Convención sobre bombas de racimo.

En estos momentos, la única munición dispersora que se adecúa a la Convención de Ottawa es el cohete M30 GMLRS DPICM con dispositivo de autodestrucción (SDF), que ha demostrado un índice de error de funcionamiento de solo un 0,15%. No obstante, existen voces discordantes que denuncian que el ejército británico aun dispone en su arsenal de cohetes MLRS M26A2 con sub-municiones M85 con dispositivo de autodestrucción (SDF) al considerar que tienen un índice de error menor al 1%, ajustándose según su opinión, a lo contemplado por las Leyes Humanitarias<sup>14</sup>.

#### **NATO INDIRECT FIRE APPRECIATION KERNEL (NIFAK)**

Una vez conocida en detalle la munición de comparación, vamos a centrarnos en el motor de cálculo para realizar dicha comparativa.

Recordemos que<sup>15</sup> en el entorno de trabajo S4 (Fire Control Software Suit), se encuentra integrado el núcleo NABK (NATO Armaments Ballistic Kernel) como motor central, en el que también se encuentra el núcleo NIFAK<sup>16</sup>.

(13) A partir del 2013, el LRA, único regimiento lanza-cohetes francés, empezará a recibir los LRU (Lance Roquette Unitaire), en sustitución de los MLRS, cuyo uso está prohibido desde la firma por Francia del convenio de prohibición de las armas empleando sub-municiones. Entrega de cuatro LRU en 2013 sobre un encargo total de 24 unidades.

(14) Este hecho no ha podido ser lo suficientemente contrastado por el autor.

(15) Artículo pag. 95 del Memorial de Artillería 165/2 de diciembre de 2009. PEINT - NIFAK "Efectos" al alcance de los Apoyos de Fuego.

(16) Sigue las pautas establecidas por los STANAGs 4635 (Error Budget) y 4654 (modelización para la evaluación de acciones de fuego efectuadas con tiro indirecto).

NIFAK es un software con capacidad de calcular los efectos ocasionados por las municiones de fuego indirecto, presentando una lista de posibles soluciones y de forma asociada, las probabilidades de que tengan lugar, con el objeto de constituirse en una herramienta esencial en la toma de decisiones.

*...no se ha detectado una solución individual que constituya una alternativa "tan flexible y adaptable" como las municiones convencionales mejoradas de doble propósito (DPCIM).*

NIFAK sigue el STANAG 4654, que en líneas generales, normaliza los modelos matemáticos que se deben emplear para dar respuesta a las cuestiones relativas a dos de las preguntas fundamentales a la hora de decidir cómo batir un objetivo:

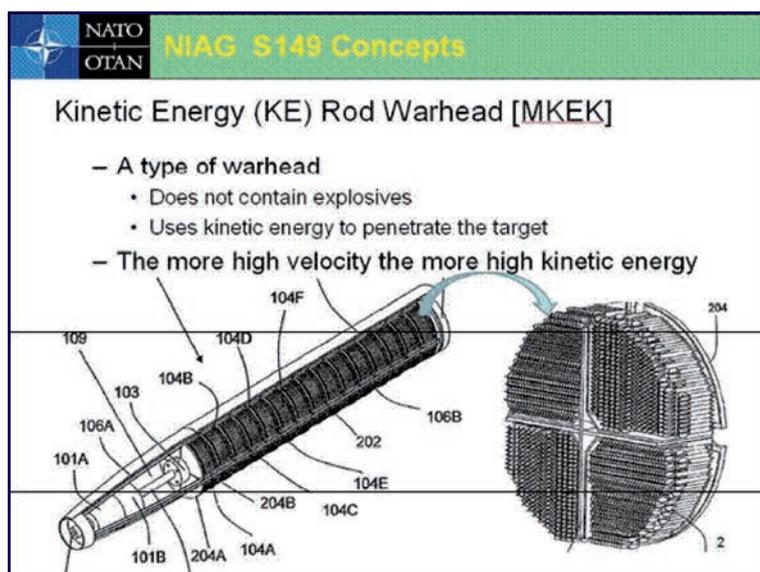
- ◇ Qué armas/piezas harán fuego. (¿Quién?).
- ◇ Qué tipo de munición emplear. (¿Qué?).
- ◇ Qué procedimiento de tiro se debe emplear. (¿Cómo?).
- ◇ Cuántas salvas o disparos (consumo de munición) se deben realizar. (¿Cuántas?).
- ◇ Qué distribución del fuego efectuar o qué lugares de apuntamiento seleccionar para cada pieza. (¿Dónde?).

Para dar respuesta a estas cinco preguntas, las naciones deben desarrollar un programa denominado OPr (Operational Processor).

#### **NUEVOS CONCEPTOS PROPUESTOS POR EL NIAG SG 149<sup>17</sup>**

Entre las 17 empresas participantes en el Grupo de Asesora-

(17) Según el NATO Industrial Advisory Group (NIAG) Final Report of NIAG SG.149 "Study on the Development of New Ammunition Concepts to Defeat Area Targets" 17SEP11.



Kinetic Energy (KE) Rod Warhead

miento Industrial de la OTAN se encontraban ingenieros de dos empresas españolas, EXPAL y General Dynamics (Santa Bárbara). Además participaron: NEXTER, DIEHL, ARCUS, RHEINMETALL, AMTEC, ZVS, OTO MELARA, NAMMO, BAE, QINETIQ, TEXTRON, SAGE, TNO, MKE y ROMARM.

Las conclusiones son las siguientes:

- a. Hoy en día existe una variedad de municiones disponibles para batir objetivos de área, como SMART, BONUS, SADARM, munición de alto explosivo de 155 mm y de 120 mm, así como, cohetes (GMLRS).
- b. Se han propuesto una gran variedad de nuevos conceptos tecnológicos, en concreto 32, pero finalmente han sido agrupados en tres tipos:
  - Concepto “Cabeza Pre-Fragmentada”.
  - Concepto “Kinetic Energy Rods”.

- Otros conceptos.
- c. Los otros conceptos se denominan;
    - 120 mm Projected Pre-formed Fragmented Mortar Bomb.
    - GMLRS Axial Directed Pre-fragmentation Warhead.
    - Hybrid Warhead based on Bonus MKIII.
    - GDELS 155mm projectile with propelled launched hard steel rods.
    - Vertical Descent PFF.
    - Advanced Conventional ACAPFF.
    - Vertical Descent Effector VDE.
    - MLRS KE Rods.
    - Small KE Rods.
    - MLRS Retrofit KE Rods (KERs).
    - MLRS Retrofit Small Diameter Bomb (SDB).
    - Vertical Exploding Projectile.
    - Kinetic Energy Canister.
    - Vulcano 155 mm Precision Guided Ammunition.
    - Clean Area Weapon (CLAW).
    - Common Smart Sub-Munition (CSS).
    - Pre-fragmenting Warhead.
    - Lightweight Advanced Munition (LWAM).

d. Las conclusiones de la eficacia de estos nuevos conceptos, en escenarios convencionales y asimétricos, usando como mecanismo de medida al NIFAK son las siguientes:

- Aparentemente, tanto para los morteros de 120 mm, artillería de 155 mm y cohetes de 227 mm GMLRS, los nuevos conceptos aplicados a cada uno de ellos son “parcialmente” más efectivos que la munición DPICM, sin embargo, ninguno de ellos se podría considerar más efectivo que las DPICM para “to-

dos los escenarios” y por lo tanto, ser una solución real. Es decir, no se ha detectado una solución individual que constituya una alternativa “tan flexible y adaptable” como las municiones convencionales mejoradas de doble propósito (DPCIM).

- Los nuevos conceptos para las municiones guiadas se han revelado menos eficaces y más costosas que las otras, dadas las restricciones que impone su empleo en relación a la necesidad de un TLE pequeño. Para que esta solución llegue a ser prometedora debe reducirse el TLE en la designación del objetivo, o bien en el sensor buscador de la munición.
- Sin embargo, se han detectado algunas soluciones prometedoras basadas fundamentalmente en:
  - Munición de cabeza pre-fragmentada.
  - Bastones de energía cinética, también llamados “flechetes” (KE Rods) y
  - Cabezas de guerra orientables.
- A pesar de que el NIAG SG 149 no haya podido ofrecer “soluciones milagro”, se podría decir que los costes del desarrollo y riesgos en la fabricación de algunos conceptos están controlados.
- La forma más prometedora de batir un objetivo de área a corto plazo con munición de 155 mm es mediante munición pre-fragmentada. Para objetivos semiduros y usando el menor número de disparos, la solución podría ser las municiones con espoletas dotadas de sensor de auto-destrucción (SFM).

- En relación al MLRS, existen dos soluciones que parecen prometedoras. Por una parte, la incorporación a los flechetes (KE Rods) de correctores de trayectoria. Por otra parte, una solución alternativa para todos los escenarios podría ser la adopción de los cohetes dotados de cabezas de guerra que dispersen módulos pre-fragmentados (PFF) que se orienten verticalmente antes de su dispersión. En el caso de objetivos semiduros, las municiones con espoletas de sensor (SFM) permanecen como la mejor opción, sin embargo, los flechetes (KE Rods) medios o pesados podrían ser también útiles.

*Sería conveniente impulsar a la industria nacional para acometer o participar en todas aquellas iniciativas multinacionales relacionadas con el desarrollo de un nuevo concepto de municiones para batir objetivos de área...*

- Se valora como de “efectos considerables”, los cohetes guiados de alcance extendido (GMLRS unitario o MLRS-SDB). Sin embargo, además de ser más costosos, necesitan de una designación del objetivo más precisa.

## CONCLUSIONES

- ◇ Es necesario tomar conciencia de las importantes limitaciones que ha supuesto la CCM (prohibición de uso y almacenamiento de las bombas de racimo) para los Apoyos de Fuego de puntería indirecta y para la aviación.

- ◇ Actualmente, en ausencia de munición SMART, BONUS, SADARM, así como, cohetes M30 GMLRS DPICM, los objetivos de área solo pueden ser batidos a base de un aumento de la huella logística, empleando munición de alto explosivo, distribuyendo convenientemente el fuego con la herramienta NIFAK y con un mayor número de plataformas, pero aumentando la vulnerabilidad propia, considerándose además no asumible en el contexto económico actual.
- ◇ Partiendo de esta condición, es necesario orientar el futuro de nuestras plataformas hacia sistemas automatizados, servidas por un mínimo de personal, con municiones de alto rendimiento y basadas en el empleo simultáneo de distintos tipos de municiones, lo que nos conduciría a la vez a orientar nuestra orgánica hacia la constitución de Unidades de fuegos polivalentes que manejen una panoplia de medios lanzadores variada y que permitan batir objetivos de

área con distintos tipos de proyectiles de forma simultánea.

Por todo lo anterior:

- ◇ Sería conveniente impulsar a la industria nacional para acometer o participar en todas aquellas iniciativas multinacionales relacionadas con el desarrollo de un nuevo concepto de municiones para batir objetivos de área, todo ello, en el contexto del concepto “Defensa Inteligente”.
- ◇ Es necesario tomar conciencia, que la necesaria distribución del fuego para batir correctamente un objetivo de área, convierte en esencial la integración del núcleo NIKAF junto al NABK en el software técnico del TALOS.
- ◇ Replantearnos seriamente el automatismo de nuestros sistemas, el rendimiento de nuestras municiones y en consecuencia, el futuro de la estructura orgánica de nuestras Unidades productoras de fuegos.
- ◇ • Por último, es conveniente no olvidar las importantes capacidades que aporta el cohete.

## BIBLIOGRAFÍA

- ◇ Diplomatic Conference for the adoption of a Convention on Cluster Munitions (CCM)/77. 30 May 2008
- ◇ Secretary General, North Atlantic Treaty Organization Military Advice concerning the draft Cluster Munitions Convention (MCM-0070- 09MAY2008)
- ◇ Step 1 and 2 of ICG on IF proposed to (NATO Armaments Advisory Group) NAAG.
- ◇ Artículo pag. 95 del Memorial de Artillería 165/2 de diciembre de 2009. PEINT – NIFAK “Efectos” al alcance de los Apoyos de Fuego
- ◇ NATO Industrial Advisory Group (NIAG) Final Report of NIAG SG.149 “Study on the Development of New Ammunition Concepts to Defeat Area Targets” 17SEP11.
- ◇ Boletín informativo del Ejército francés. Octubre 2012.

---

**El teniente coronel de artillería D. Francisco José Martín Moya pertenece a la 280 promoción del Arma de Artillería, es el Portavoz español del Grupo de Capacidades Integradas de Apoyos de Fuego de Puntería Indirecta de la OTAN (ICG on IF), y actualmente es analista en la Jefatura de Adiestramiento y Doctrina de la Academia de Artillería**

---

## Los misiles balísticos

por D. Carlos Javier Frías Sánchez, teniente coronel de artillería

Este artículo analiza los misiles balísticos, comenzando por su historia, siguiendo por sus características técnicas, estudiando la posibilidad de combatirlos, y finalizando por la política de los Estados para su adquisición y desarrollo.

### INTRODUCCIÓN

Los misiles balísticos hicieron su aparición en la escena internacional en 1944, cuando una “bomba volante” V-2 impactó en el barrio de Chiswick, en Londres. Pese a la absoluta superioridad aérea aliada y a la completa red de defensa anti-aérea británica, Alemania continuó atacando Londres con estos misiles sin que ni siquiera uno de ellos fuese detectado ni mucho menos abatido en vuelo. No es sorpren-

dente que, tras la derrota alemana, las potencias vencedoras mostrasen un enorme interés por la tecnología alemana de fabricación de estas armas. Significativamente, el más conocido y extendido de estos misiles, el soviético “Scud” es poco más que una copia actualizada de su antecesor alemán, la “bomba volante” V-2.

Los lanzamientos de V-2 alemanas sobre Londres revelaron tempranamente las virtudes y defectos de estas armas: sus principales virtudes eran (y todavía son) su gran alcance y su casi absoluta invulnerabilidad a las defensas antiaéreas, pero también pusieron de manifiesto un defecto capital: los limitados efectos destructivos derivados de su escasa carga útil.

Los misiles V-2 tenían una carga útil de 910 kg. de alto explosivo. Pese a ello, los más de 1.500 V-2 que alcanzaron Londres provocaron daños limitados y de ninguna manera pusieron en riesgo



Arriba: 1946. Pruebas norteamericanas de la bomba volante V-2 alemana tras el final de la guerra, en el polígono de White Sands. La V-2 fue el primer misil balístico operativo

Abajo: El más extendido de los misiles balísticos es el Scud, que aparece en la foto sobre el vehículo lanzador TEL. Es una versión modernizada de la V-2

el esfuerzo bélico británico (aproximadamente 1.400 toneladas de explosivos alcanzaron Londres en poco más de siete meses). Como comparación, sólo los días 14 y 15 de febrero de 1945 la ciudad alemana de Dresde recibió el impacto de 3.906,9 toneladas de explosivos. Sin embargo, el efecto psicológico de las V-2 fue enorme. Tanto, que el Gobierno británico forzó que el esfuerzo principal del avance aliado en Francia se dirigiese a la ocupación de Bélgica y Holanda (zonas de lanzamiento de las V-2) en lugar de avanzar directamente hacia el Ruhr, corazón industrial de Alemania.

El material hallado por los Aliados en los gabinetes de diseño alemanes puso de relieve la existencia de un proyecto de construcción de un misil balístico capaz de alcanzar los Estados Unidos (denominado A-9), anunciando otra característica de estas armas: su vocación estratégica.

### **CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS**

La primera característica destacable de estas armas es la forma de su trayectoria. El término “balístico” alude precisamente a la forma física de esta trayectoria. Durante su vuelo, los misiles balísticos están sometidos, por un lado al empuje de su motor (que puede ser constante o variable), por otro a la fuerza de la gravedad, y también al rozamiento con la atmósfera. Este rozamiento es también muy variable, puesto que en las etapas iniciales (“boost phase” o fase de aceleración) y finales (“terminal phase” o fase terminal) del vuelo del misil, cuando su altura de vuelo es escasa, la densidad del aire es muy alta, y la resistencia que presenta este medio al avance del proyectil también. Sin embargo, en la parte media de su trayecto-

ria (“mid course” o curso medio), la densidad del aire es muy pequeña, por lo que la resistencia también lo es.

En general, estos misiles emplean sistemas de propulsión que mantienen el empuje sólo durante una fracción de su tiempo de vuelo (la fase de aceleración). Un valor típico de duración de esta fase es de tres a cinco minutos para un misil balístico intercontinental, Intercontinental Ballistic Missile (ICBM), de combustible sólido, y cuatro minutos para uno de combustible líquido, al cabo de los cuales el misil puede alcanzar unos 350 km de altura sobre la superficie terrestre. Al final de esta fase, y según la velocidad, el ángulo de lanzamiento, la carga, etc. el misil adquiere una velocidad (velocidad de fin de combustión o “burn-out speed”) que determinará la altura máxima a alcanzar (que puede estar en torno a los 1.500 km para un ICBM) y, en consecuencia, el alcance (superior a los 5.500 km para un ICBM). La fase intermedia se extiende desde el fin de la combustión hasta la reentrada en la atmósfera, y en ella el vuelo del misil está gobernado por la energía remanente proporcionada por el propulsor, por la fuerza de la gravedad y por las modificaciones a la trayectoria generadas por el sistema de guía. La duración de esta fase puede alcanzar los 15 minutos para un ICBM como el mencionado. Cuando el misil está dotado de varias cabezas, Varios Vehículos de Reentrada Independientes, Multiple Independent Re-entry Vehicles (MIRV), esta trayectoria puede dividirse en dos subfases: una subfase “posterior a la aceleración”, en la que los misiles lanzan estos vehículos de reentrada, y la fase intermedia propiamente dicha, que es independiente para cada uno de estos vehículos. Una vez llega al punto más alto de su trayectoria, el

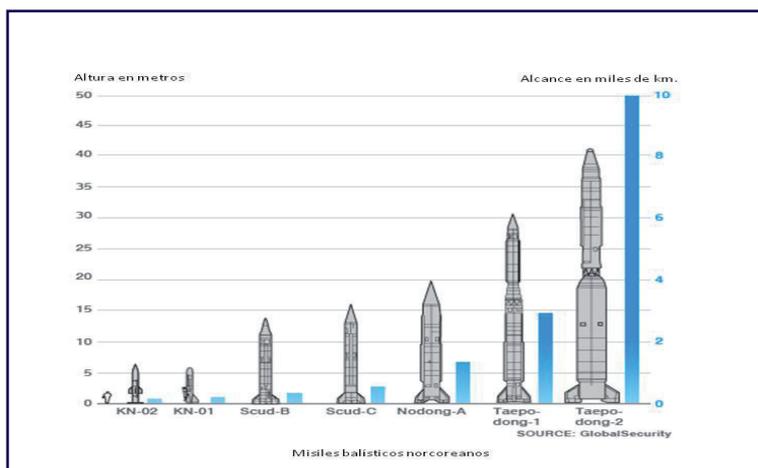
misil cae por efecto de la gravedad. En su fase terminal, de unos 5 minutos de duración –para un ICBM típico– desde que inicia su reentrada en la atmósfera hasta que impacta, el misil sólo se ve afectado por la fuerza de la gravedad.

*...el efecto psicológico de las V-2 fue enorme. Tanto, que el Gobierno británico forzó que el esfuerzo principal del avance aliado en Francia se dirigiese a la ocupación de Bélgica y Holanda (zonas de lanzamiento de las V-2) en lugar de avanzar directamente hacia el Ruhr, corazón industrial de Alemania.*

Estos misiles emplean sistemas resistentes al error y a la intervención exterior. El sistema de guía empleado habitualmente es esencialmente electromecánico, basado en las propiedades inerciales de los giróscopos y los acelerómetros. El misil se limita a seguir una trayectoria preestablecida, en la que se han marcado los ángulos que los giróscopos deben mantener en cada momento de la trayectoria. En caso de que el ángulo no sea el correcto en un determinado momento de la trayectoria, actuadores mecánicos mueven unos

*...la precisión de la mayoría de estas armas no es excesivamente alta (la “bomba volante” V-2 alemana de la II Guerra Mundial tenía un CEP de 17 kilómetros...*

controles aerodinámicos (caso de los misiles con superficies de control aerodinámicas), o bien mueven unos deflectores que modifican la dirección de los gases de escape, o ponen en funcionamiento cohetes laterales, que hacen que el misil recobre el ángulo adecuado. Esta guía puede ser complementada comprobando la posición angular



Arriba: Misiles balísticos norcoreanos

Abajo: Un ejemplo de misil balístico “de teatro” es el 2K6 Luna soviético (“Frog” en denominación OTAN)

del misil respecto a algunas estrellas fijas con una imagen de ellas previamente almacenada, y corrigiendo su posición en consecuencia, o con datos obtenidos por los sistemas de guía por satélite (GPS, Glonass), incrementando su precisión en un 20%, llegando a valores de 100-200 metros de error probable circular (CEP).

En la fase terminal de la trayectoria, no suelen emplearse sistemas de guiado, pues la mejora de precisión obtenida rara vez com-

pensa el incremento de carga y de complejidad que requiere instalar estos sistemas en los vehículos de reentrada. En consecuencia, en esta fase, el misil, en general, carece de medios para compensar el error ya producido, de forma que, en conjunto, la precisión de la mayoría de estas armas no es excesivamente alta (la “bomba volante” V-2 alemana de la II Guerra Mundial tenía un CEP de 17 kilómetros, para alcances de pocos cientos de km.; las últimas versiones del misil Minuteman III norteamericano, con sistemas de guía mejorados, tienen un CEP de sólo 120 m, con más de 8.000 km de alcance máximo). No obstante, los modelos norteamericanos, soviéticos, chinos o hindúes más avanzados incorporan medios para reducir este error.

El ajuste de los giróscopos y acelerómetros es un proceso complejo. Por este motivo, las modificaciones de este tipo de misiles por países distintos a los que los fabricaron son muy difíciles. Cualquier cambio en el centro de gravedad del misil, en su longitud o en su comportamiento aerodinámico obligan a reajustar los giróscopos y acelerómetros, proceso que no está al alcance de la mayoría de los Estados. Así, las modificaciones de estos misiles hechas por los Estados usuarios que no son fabricantes suelen tener una precisión bastante inferior a la de los diseños originales. Así, los 900 metros de CEP de un Scud-B se convertían en 3.000 metros para un Al-Hussein iraquí, una versión modificada del Scud.

Otra característica destacada de los misiles balísticos es su elevada velocidad, especialmente en la fase de reentrada en la atmósfera. Por el tipo de trayectoria, cuanto mayor es el alcance el misil debe alcanzar una altura mayor, por lo que su velocidad de reentrada en la atmósfera también aumenta. Estas

velocidades oscilan entre los 4.000 m/s y los 7.000 m/s para misiles “estratégicos”, cuando los más veloces misiles antiaéreos lanzados desde tierra tienen velocidades de Mach 4 a Mach 8 (Mach 5 en el caso del “Patriot” PAC-2, empleado en la guerra del Golfo de 1991). Los misiles tácticos o “de teatro”, en cambio, tendrán velocidades finales comprendidas entre 2.000 y 4.000 m/s (Mach 6 a Mach 11). Una simple comparación cinemática entre misiles balísticos y antiaéreos nos permite comprender la casi absoluta imposibilidad de combatir misiles balísticos en rutas de paso: los gráficos de eficacia de los sistemas antiaéreos frente a estas amenazas (excluyendo otros factores, como los límites de los sensores) tendrán forma de “lápiz” (y de lápiz muy fino).

La diferente densidad del aire en las distintas fases de la trayectoria, en combinación con la elevada velocidad del misil tiene varios efectos. El primero es sobre la temperatura interna del misil (relacionada directamente con la capacidad de situar equipo electrónico en su interior). Así, en las fases inicial y final de su trayectoria el misil tiene una temperatura muy elevada, debido al rozamiento con la atmósfera. En la parte final esta temperatura es superior a la alcanzada en la fase inicial, debido al efecto de la mayor velocidad en esta fase, por los motivos explicados. En la parte media de la trayectoria, la temperatura del misil disminuye, por la menor densidad del aire.

La temperatura en la parte exterior del misil durante la fase de reentrada puede alcanzar valores tan elevados que implicarían la destrucción del misil o de su cabeza de guerra si no se protegiese con escudos y sistemas de refrigeración especiales. Para que la temperatura interna del misil alcance cifras compatibles con el funcionamiento

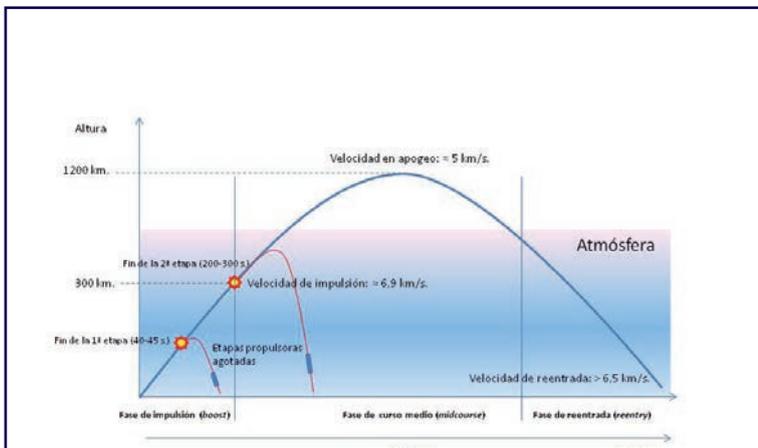
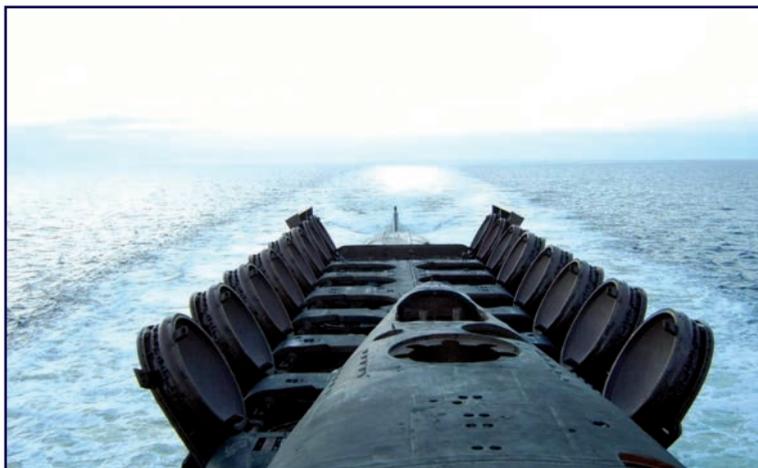
de los equipos internos, es preciso elegir formas adecuadas (contrariamente a lo que pudiera suponerse, formas romas) y ángulos de entrada específicos. El rozamiento con la atmósfera en la fase terminal implicará también una disminución de la velocidad final.

*...Cualquier cambio en el centro de gravedad del misil, en su longitud o en su comportamiento aerodinámico obligan a reajustar los giróscopos y acelerómetros, proceso que no está al alcance de la mayoría de los Estados...*

Consecuencia de ello es la “firma térmica”, es decir, la temperatura exterior del misil con relación a su entorno. Esta “firma térmica” es un parámetro clave para determinar las posibilidades de detección de estas armas por medio de sensores infrarrojos o térmicos. En la fase inicial, desde su lanzamiento, el misil va incrementando su temperatura, al combinarse el efecto del rozamiento del aire con el calor originado por la combustión de su motor cohete. Así, en los momentos iniciales la “firma

*...Una simple comparación cinemática entre misiles balísticos y antiaéreos nos permite comprender la casi absoluta imposibilidad de combatir misiles balísticos en rutas de paso...*

térmica” es relativamente reducida, y va aumentando conforme lo hace el tiempo de vuelo del misil. Cuando el misil alcanza las capas superiores de la atmósfera, la componente térmica debida al rozamiento disminuye, de forma que la “firma térmica” durante la parte media de la trayectoria se debe



Arriba: Los submarinos son uno de los medios de lanzamiento más seguros de misiles balísticos. En la foto, un “Typhoon” soviético

Abajo: Trayectoria

esencialmente al calor residual y a la combustión del motor cohete. Cuando termina la combustión del motor cohete, en las capas menos densas de la atmósfera, el misil es un cuerpo frío, lo que dificulta su detección por medios infrarrojos/térmicos. En la parte final, la temperatura vuelve a aumentar, debido al rozamiento.

La “firma térmica” tiene un componente adicional al generado por el cuerpo del misil: la “pluma” que constituyen los gases de escape del motor cohete proporciona una firma térmica muy característica. Con un equipo adecuado, a partir de un análisis termográfico de la

pluma de gases, es posible conocer de forma relativamente precisa la potencia del motor cohete del misil, y, con un banco de datos suficiente, incluso el modelo concreto de arma, y, en consecuencia, su alcance y posibilidades.

Los misiles balísticos son cuerpos que proporcionan una gran superficie radar, debido a su tamaño, a su forma y a la gran dificultad de emplear materiales “stealth” (sigilosos o invisibles al radar) en vehículos que deben soportar elevadas temperaturas. En consecuencia, el radar será uno de los medios más comúnmente empleados para detectar y seguir a este tipo de misiles.

Sin embargo, su sistema de guía inercial (que no precisa emitir energía electromagnética), no permite la detección de estos misiles por medio de sensores electromagnéticos pasivos. Esto implica que la firma radar de estos misiles es exclusivamente la procedente del reflejo de la energía emitida por los radares propios. En general, esta energía reflejada no permite la identificación inmediata del misil, sino tan sólo la detección y el seguimiento. No obstante, radares específicamente diseñados y dotados del adecuado banco de datos pueden identificar con cierta seguridad el tipo de misil, comparando los datos de superficie radar, aceleración y curvatura de la trayectoria con los almacenados en su banco de datos, correspondientes a diferentes tipos de misiles. Esta comprobación puede llevar un cierto tiempo, por la necesidad de tener un determinado número de posiciones para calcular la curvatura de la trayectoria. La forma de la trayectoria obliga además a que estos radares estén orientados hacia la zona precisa del espacio donde se espera detectar estos misiles, y hacia grandes alturas. Como consecuencia, los radares de los sistemas actuales de defensa aérea

destinados a combatir aeronaves tienen una utilidad limitada para detectar e identificar misiles balísticos.

### LOS MOTORES COHETE

El motor es uno de los elementos clave de los misiles balísticos. Y no sólo en lo relativo a su potencia, factor clave para determinar el alcance y la velocidad de reentrada de la cabeza de guerra, sino también por el tipo de combustible empleado y por el número de etapas de combustión que emplee. Según el tipo de combustible, los motores de los misiles balísticos se dividen en motores de combustible líquido y motores de combustible sólido, y en función de sus etapas en motores simples o monoetapa, o en motores multietapa o multifase. Un mismo misil puede combinar diferentes tipos de motores en diferentes etapas. Así, un misil con tres etapas de combustión puede emplear combustible líquido en dos de ellas y sólido en la tercera, por ejemplo. El motor cohete es una de las principales fuentes de la falta de precisión de los misiles balísticos. La edad del combustible, la pureza de la mezcla, y el estado de mantenimiento de los motores generan que la velocidad de combustión tenga pequeñas variaciones, y que la duración de la combustión también tenga pequeñas diferencias individuales en cada misil. Este hecho genera que dos misiles supuestamente idénticos tengan ligeras diferencias de alcance.

Los motores de combustible líquido proporcionan una gran cantidad de energía con relación a su volumen y peso. Las condiciones de combustión de este tipo de motores (que precisan cámaras de combustión especiales) permiten que la estructura del misil que los emplea sea muy ligera, bastando una pequeña pared de metal de pocas décimas de milímetro, lo que reduce el peso, beneficiando el alcance. La

rigidez estructural se la proporciona al misil el propio combustible. Al producirse la combustión dentro de las cámaras, la pared del misil no soporta más temperatura que la derivada del rozamiento con el aire, ni más presión que la generada por la aceleración del misil.

*...Con un equipo adecuado, a partir de un análisis termográfico de la pluma de gases, es posible conocer de forma relativamente precisa la potencia del motor cohete del misil, y, con un banco de datos suficiente, incluso el modelo concreto de arma...*

Los misiles de combustible líquido tienen algunos inconvenientes importantes. El más notorio es la falta de estabilidad química de los compuestos que constituyen el combustible, junto con la necesidad de que el misil esté presurizado o bien que tenga siempre el combustible dentro (lo que es sumamente arriesgado, por la volatilidad de este tipo de combustible), so pena de que se quiebre su estructura. Esto implica que el mantenimiento es muy delicado (especialmente las operaciones de llenado de combustible), que el transporte también es muy difícil,

*Sin embargo, su sistema de guía inercial (que no precisa emitir energía electromagnética), no permite la detección de estos misiles por medio de sensores electromagnéticos pasivos...*

por la fragilidad de las paredes del cuerpo del misil y la volatilidad y el peligro que genera su combustible, y que haga falta un cierto tiempo (varias horas) para estar en condiciones de hacer fuego (el necesario para llenarlo de combusti-



Arriba: El sistema antimisil israelí "Iron Dome" es el único sistema de estas características en servicio, aunque se desconoce su eficacia contra misiles balísticos de alcance medio o superior

Abajo: El Patriot es el principal sistema terrestre occidental con capacidad antimisil, aunque limitada a misiles balísticos de corto alcance (con velocidades de reentrada "bajas")

ble). Estas limitaciones los hacen aptos únicamente para su empleo desde instalaciones fijas (silos) y requieren un personal altamente especializado para su manejo y cuidado. El proceso de llenado de combustible de estos misiles en sus localizaciones fijas es comple-

jo y, por lo tanto, detectable, por lo que con un sistema de vigilancia adecuado puede obtenerse un preaviso de varias horas antes de su lanzamiento, lo que los invalida para ataques por sorpresa.

Algunas versiones recientes de misiles con este tipo de motores han optado por emplear estructuras más resistentes (como el norteamericano Titan, el chino CSS-5 o el soviético SS-18) con paredes construidas de aluminio de algunos milímetros de grosor. Esto reduce (aunque no elimina) los inconvenientes citados, pero a costa de aumentar el peso, reduciendo el alcance.

En los motores de combustible sólido, el combustible se quema dentro del cuerpo del misil, por lo que su estructura debe ser capaz de soportar las temperaturas derivadas de la combustión del motor, además del calor debido al rozamiento con la atmósfera. Esto implica la necesidad de contar con paredes más gruesas, que deben construirse empleando materiales termoresistentes. Se suelen emplear fibras de carbono o grafito, con un grosor de algunos centímetros. Esto implica que, en general, el motor de combustible sólido es más pesado que el de combustible líquido.

El combustible sólido tiene, en general, un menor rendimiento energético que el combustible líquido, por lo que a igualdad de peso, un motor de combustible sólido tiene un alcance notablemente inferior que uno de combustible líquido. A cambio, los misiles con este tipo de motor son mucho más robustos, su mantenimiento es comparativamente muy sencillo y el equipo necesario para su manejo y cuidado es igualmente simple. Estas características los hacen muy aptos para su empleo desde plataformas móviles.

El motor de combustible sólido, en general, tiene una mayor velocidad de combustión que el de combustible líquido, por lo que los misiles dotados de este tipo de motores tienen una fase de aceleración más corta, y aceleran más rápidamente que los de combustible líquido.

### EL ALCANCE Y SU SIGNIFICADO ESTRATÉGICO

El alcance de los misiles balísticos abarca desde escasas decenas de km hasta más de 10.000. En consecuencia, dentro de la categoría de “misiles balísticos” se encuentran armas con el mismo principio de funcionamiento, pero con finalidades militares, estratégicas y políticas absolutamente diferentes. La clasificación más generalizada de estas armas, según su alcance, los divide en las siguientes categorías:

<b>BSRBM</b>	<i>Battlefield Short Range Ballistic Missile</i> (Misil Balístico de Corto Alcance de Campo de Batalla).	Alcance inferior a 150 km.
<b>SRBM</b>	<i>Short Range Ballistic Missile</i> (Misil Balístico de Corto Alcance).	Alcance comprendido entre 150 km y 1.000 km.
<b>MRBM</b>	<i>Medium Range Ballistic Missile</i> (Misil Balístico de Alcance Medio).	Alcance comprendido entre 1.000 km y 2.750 km.
<b>IRBM</b>	<i>Intermediate Range Ballistic Missile</i> (Misil Balístico de Alcance Intermedio).	Alcance comprendido entre 2.750 km y 5.000 km.
<b>ICBM</b>	<i>Intercontinental Ballistic Missile</i> (Misil Balístico Intercontinental).	Alcance superior a 5.000 km, lanzados desde tierra.
<b>SLBM</b>	<i>Submarine Launched Ballistic Missile</i> (Misil Balístico Lanzado desde un Submarino).	Clasificación independiente del alcance, aunque, en general, es similar al de los ICBMs.

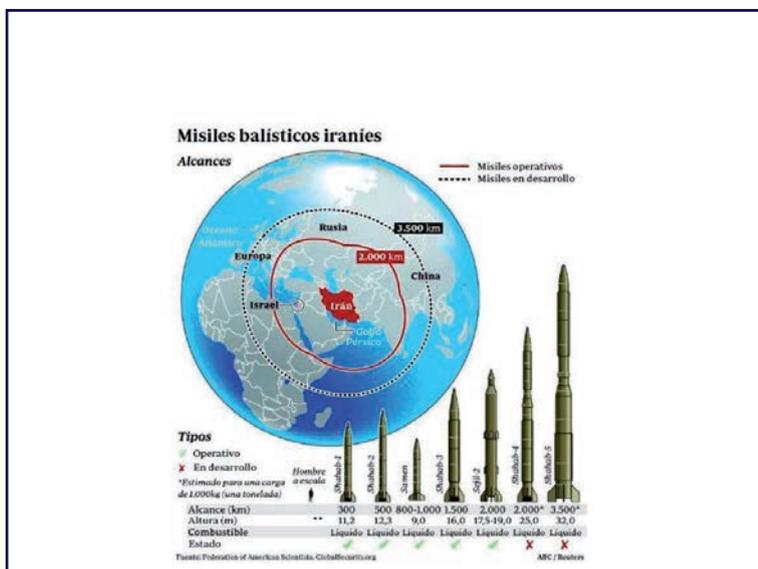
Los BSRBM y SRBM se conocen también como “misiles balísticos de teatro”, Theatre Ballistic Missile (TBM).

*...Estas limitaciones los hacen aptos únicamente para su empleo desde instalaciones fijas (silos) y requieren un personal altamente especializado para su manejo y cuidado...*

El alcance depende fundamentalmente de dos factores: el peso del ingenio y la potencia de su motor. Para obtener grandes alcances, es preciso dotar a los misiles de motores potentes y con largos tiempos de combustión. Sin embargo, estos grandes motores implican también grandes pesos, perjudicando el alcance... La solución a este dilema se encontró en la adopción de motores multietapa. Una vez consumido el combustible de cada etapa, ésta se convierte en un peso muerto e inútil, por lo que el misil abandona la etapa consumida, eliminando peso superfluo. Como ejemplo, los misiles monoetapa (como la V-2 o el Scud) tienen alcances máximos que abarcan desde unas pocas decenas de km (70 km en el soviético 2K6 Luna) hasta alrededor de los 1.000 a 1.500 km (el Scud en su variante C alcanza los 1.000 km).

*...a igualdad de peso, un motor de combustible sólido tiene un alcance notablemente inferior que uno de combustible líquido...*

Si el misil dispone de dos etapas, su alcance aumenta considerablemente, llegando a cifras en torno a los 5.000 km (caso del misil hindú Agni III –5.000 km– o del norcoreano Taepo-Dong 1). Con tres etapas, los alcances exceden los 10.000 km, pudiendo alcanzar prácticamente todo el pla-



Arriba: USS Hopper lanzando un misil SM-3 en un ejercicio de pruebas de defensa antimisil. El sistema antimisil previsto para la OTAN se basa en las características de los misiles SM-3 (lanzados desde buques Aegis) para batir misiles balísticos en la fase de “curso medio”. Está en desarrollo

Abajo: Misiles iraníes

neta, o ser empleados como vectores de lanzamiento espacial. De hecho, el lanzamiento del satélite Sputnik por la Unión Soviética (1957) revolucionó las relaciones internacionales, al ser una demostración práctica de que los misiles soviéticos podían alcanzar los Estados Unidos.

Sin embargo, mientras que la fabricación de motores monoetapa es relativamente sencilla (su tecnología tiene más de setenta años), la construcción de motores

multietapa es tecnológicamente compleja, especialmente si el número de etapas es de tres o más, por lo que muy pocos países pueden abordar el desarrollo de estos misiles de alcance prácticamente global.

La cuestión del alcance de los misiles no es meramente técnica, sino que evidencia la vocación política que subyace en la producción de estas armas. Un país que sólo se dote de BSRBMs no muestra, en principio, una voluntad de constituirse en potencia militar de ámbito más que local (estos misiles tienen como función principal el apoyo de fuego a sus propias fuerzas terrestres). Sin embargo, un país que fabrique o adquiera MRBMs tiene claramente un deseo de desempeñar un papel en un ámbito regional. La posesión de ICBMs caracteriza a las naciones con intereses o ambiciones globales. En consecuencia, un análisis de la cantidad y tipo de armas que componen el arsenal de misiles balísticos de una nación proporciona importantes “pistas” acerca del papel que ésta desea desarrollar en el escenario político internacional.

No obstante, la realidad no es tan sencilla: como se ha comentado, los misiles multietapa son tecnológicamente complejos, por lo que el desarrollo de MRBMs, IRBMs o de ICBMs suponen que la nación que los fabrica dispone de una considerable experiencia en el campo de la producción de misiles balísticos. Esta experiencia sólo se adquiere mediante el desarrollo de misiles balísticos más sencillos (monoetapa), por lo que la fabricación de BSRBMs o de SRBMs puede no ser más que una etapa necesaria (pero transitoria) en el desarrollo de misiles de mayores alcances.

Esto se evidencia en la pauta habitual seguida por los Estados

que se han dotado (o que lo están haciendo) de misiles balísticos con motores de varias etapas: en general el proceso tiene cuatro pasos:

1. Adquisición de BSRBMs y/o SRBMs a alguno de los países que los producen (China, Rusia, Corea del Norte...). Estos misiles sirven para familiarizar al personal técnico y científico local y al personal militar con las características específicas de este tipo de misiles.
2. Desarrollo de BSRBMs y/o SRBMs propios, con ayuda técnica exterior (en general, del país suministrador original de estos misiles). Estos misiles de desarrollo local suelen ser versiones más o menos modificadas de los modelos adquiridos en la etapa anterior.
3. Desarrollo de MRBMs basados en los diseños anteriores, aunque los sucesivos modelos producidos difieren cada vez más de sus antecesores monoetapa.
4. Intento de producción de IRBMs y/o ICBMs.

Con la excepción de los Estados Unidos, la antigua Unión Soviética y Francia, prácticamente esta ha sido la pauta seguida por casi todos los países que han deseado dotarse de misiles balísticos de alcance más que regional. No obstante, siempre existe la posibilidad de la adquisición directa de ICBMs a alguno de los países productores. Sin embargo, este caso no se ha dado nunca, y, en general, se considera poco probable. A este respecto, puede considerarse todavía válida la afirmación contenida en la National Intelligence Estimate 95-19 norteamericana, considerando poco creíble esta posibilidad con dos argumentos: la condición de miembros del Ré-

gimen de Control de Tecnología de Misiles, Missile Technology Control Regime (MTCR), de los países que disponen de la tecnología necesaria o bien su política de aceptación de este régimen, incluso sin pertenecer formalmente a él, junto con la posibilidad siempre existente de que el suministrador acabe siendo objetivo de los misiles vendidos.

*...La solución a este dilema se encontró en la adopción de motores multietapa. Una vez consumido el combustible de cada etapa, ésta se convierte en un peso muerto e inútil, por lo que el misil abandona la etapa consumida, eliminando peso superfluo...*

#### **ALGUNAS CONCLUSIONES**

Los misiles balísticos reúnen una serie de características específicas que dificultan que los sistemas antiaéreos diseñados contra aeronaves puedan combatirlos eficazmente: su elevadísima velocidad de reentrada dificulta su detección y hace muy difícil batirlos, por razones esencialmente cinemáticas.

*...un análisis de la cantidad y tipo de armas que componen el arsenal de misiles balísticos de una nación proporciona importantes “pistas” acerca del papel que ésta desea desarrollar en el escenario político internacional.*

Pese a los avances en tecnología antimisil (centrados actualmente en destruirlos en la fase intermedia de su trayectoria, antes de que alcancen estas elevadas velocidades), estos misiles siguen constituyendo un desafío capital para los sistemas antiaéreos.

## BIBLIOGRAFÍA

### Documentos:

- ◇ ALLEN H. Julian y EGGERT, A. J. "Report 1381: A study of the motion and aerodynamic heating of ballistic missiles entering the earth's atmosphere at high supersonic speeds", NACA Technical Report 1381, Forty-Fourth Annual Report of the NACA—1958. Washington, D.C.: 1959, 1125-1140 y disponible en <http://naca.larc.nasa.gov/reports/1958/naca-report-1381/>.
- ◇ AMERICAN PHYSICS SOCIETY. "Boost-Phase Intercept Systems for National Missile Defense. Scientific and Technical Issues". Julio de 2003.
- ◇ STILLION, John y ORLETSKY, David T. "Airbase Vulnerability to Conventional Cruise-Missile and Ballistic-Missile Attacks: Technology, Scenarios, and U.S. Air Force Responses". RAND Corp. Santa Mónica, 1999.
- ◇ LEONARD, Stephen. G. "Laser options for National Missile Defense". U.S.A.F. Air University, Maxwell Air Force Base (Estados Unidos), 2005.
- ◇ OZNOBISHEV, Sergey. Missile Proliferation and Missile Technologies. Institute for Strategic Assessment, Moscú, 2008.
- ◇ SESSLER, Andrew M. y otros. "Countermeasures", Apéndice B. Documento publicado en abril del 2000 por la Union of Concerned Scientists, MIT security Studies Program y disponible en [www.ucsusa.org](http://www.ucsusa.org)

### Páginas Web:

- <http://nuclearweaponarchive.org/Usa/Weapons/Airs.html>
- <http://www.missilethreat.org>, de The Clarendon Institute

---

**El teniente coronel D. Carlos Javier Frías Sánchez pertenece a la 279 promoción del Arma de Artillería, está en posesión del curso de Estado Mayor de las Fuerzas Armadas, y en la actualidad es Jefe del GAAA VI/30 de Ceuta**

---

## La monitorización en el Ejercicio Nube Gris

por D. Carlos del Rio Gómez, capitán de artillería

El objeto del presente artículo es transmitir, en el ámbito del Arma, la experiencia adquirida durante el ejercicio “Nube Gris 2013”, al conseguir el reto de centralizar las señales de monitorización de los sistemas participantes en el ejercicio y poder proyectarlos en tiempo real a ubicaciones ajenas al despliegue. Para ello se considera totalmente necesaria una completa comprensión de los fundamentos en los que se basa el funcionamiento del sistema de monitorización.

La creciente importancia de la guerra electrónica en el combate antiaéreo implica un conocimiento exhaustivo de nuestros sistemas por parte de sus operadores. Conocer no solo su funcionamiento, para sacar su máximo partido, sino su comportamiento ante posibles contramedidas llevadas a cabo por el enemigo, y que puedan dificultar el cumplimiento de la misión, será el aspecto que diferenciará a un buen operador de un sistema antiaéreo, de un operador excelente.

Para que los operadores de los sistemas de armas (SSAA) de AAA consigan el nivel de instrucción deseado,

será preciso, además del exhaustivo conocimiento y la perfecta ejecución de los procedimientos antiaéreos, la extracción y el estudio de unas lecciones aprendidas de calidad.

### **NECESIDAD DE MONITORIZACIÓN PARA LA ARTILLERÍA ANTIAÉREA**

Desde la invención del radar durante la Segunda Guerra Mundial, la guerra electrónica ha progresado de manera exponencial, considerándose en la actualidad como un factor decisivo para lograr el éxito de la misión. Al igual que la superioridad aérea, la superioridad electrónica será uno de los elementos esenciales para conseguir la victoria tanto en los conflictos actuales como en los futuros.

El control del espectro electromagnético incidirá de manera directa tanto en nuestra capacidad de supervivencia como en la precisión y efectividad de nuestros sistemas de armas, telecomunicaciones y Mando y Control. De hecho el modo de controlar dicho espectro se considera una parte esencial en el planeamiento de las operaciones militares. Por



Arriba: Visita civil a tienda de monitorización (fuente propia)



Abajo: Vista interior del Shelter de Monitorización GAAA II/81 (fuente propia)

otro lado, no podemos olvidar que, hoy en día, en cualquier enfrentamiento, la perturbación y el ataque a los sistemas de detección y comunicaciones del adversario será una de las primeras acciones a realizar por parte de nuestras fuerzas propias.

En el ámbito específico de la Artillería Antiaérea, las aportaciones en los campos de microondas e infrarrojo durante la ya mencionada segunda guerra mundial constituyeron el punto de partida de una nueva dimensión en el combate aéreo y antiaéreo. Fue en este periodo donde se empezaron a desarrollar técnicas de enmascaramiento, perturbación y engaño, mediante equipos activos o elementos

pasivos (windows, chaff, decoys, etc). Posteriormente, e impulsadas por los conflictos que han tenido lugar a lo largo de la historia (Corea, Oriente Próximo, Las Malvinas, Vietnam, Golfo Pérsico, Balcanes,...) las investigaciones referentes a la creación de nuevos equipos, así como la mejora de los existentes han sido continuas, con resultados muy positivos y altamente eficaces en el combate.

En la actualidad, la creciente proliferación y desarrollo de los sofisticados sistemas electrónicos e informáticos hacen que se hayan multiplicado las posibilidades y la flexibilidad de las plataformas sobre los que van montados, disminuyendo su tiempo de respuesta, aumentando su fiabilidad y facilitando, en definitiva, la acción del Mando.

Con todo lo expresado hasta ahora podemos hacernos una idea de la importancia que adquiere la guerra electrónica en el vertiginoso combate antiaéreo. La consecución de un alto nivel de adiestramiento se obtendrá, no solo mediante un profundo conocimiento de las tácticas, técnicas y procedimientos, sino también mediante reflexiones posteriores. La instrucción llevada a cabo en ejercicios conjuntos con el Ejército del Aire, como es el caso de "Nube Gris 13", ha traído consigo la obtención de unas Lecciones Aprendidas que incidirán de forma directa en una ostensible mejora de los procedimientos de combate de cada sistema.

Teniendo en cuenta que cada combate llevado a cabo entre sistemas de armas AAA y aeronaves tiene una duración de segundos, la extracción de unas lecciones aprendidas de calidad durante el mismo, se hace extremadamente difícil. Por tanto, para hacer frente a esta coyuntura, hace años se decidió realizar un registro o grabación de todas las acciones realizadas por los operadores de un determinado sistema

durante los combates antiaéreos. Estos datos se visualizarían a posteriori para elaborar conclusiones finales y lecciones aprendidas útiles para elevar el nivel de adiestramiento de la unidad. Al conjunto de equipos y personal diseñados para establecer dichos registros se les denominó “Sistemas de monitorización”.

En general, definiremos sistema de monitorización como aquel capaz de obtener información del entorno donde despliega para su posterior análisis. En base a este análisis, se realizan las acciones pertinentes para obtener una mejora sustancial. En el caso concreto de la Artillería Antiaérea, la información obtenida serán las grabaciones de los combates, vistos desde nuestros sistemas.

Desde los inicios de la monitorización en el ámbito antiaéreo, ya en los años 90, cada unidad ha volcado sus esfuerzos para conseguir extraer las lecciones aprendidas a través de grabaciones realizadas en los diferentes ejercicios que participaban. Algunas de ellas no solo han conseguido grabar imágenes de vídeo, sino que también han sido capaces de registrar información en forma de datos que aportan una visión más aclaratoria durante el análisis posterior.

### **EL SISTEMA DE MONITORIZACIÓN DEL RAAA 81**

En condiciones normales, y hasta el año 2012, cada unidad de AAA dotada de un sistema de armas específico era capaz de monitorizar, única y exclusivamente, las señales provenientes de su sistema.

El Regimiento de Artillería Antiaérea nº 81, con el cometido de impulsar la instrucción en ambiente de Guerra Electrónica, dedicó al personal especialista y artillero del GAAA II/81 a estudiar la adaptación del Shelter destinado a los Oficiales de Enlace en un espacio útil



Vista exterior del Shelter de Monitorización GAAA II/81  
(fuente propia)

donde llevar además a cabo la monitorización de diferentes sistemas. Las misiones para las que este Shelter está inicialmente concebido son:

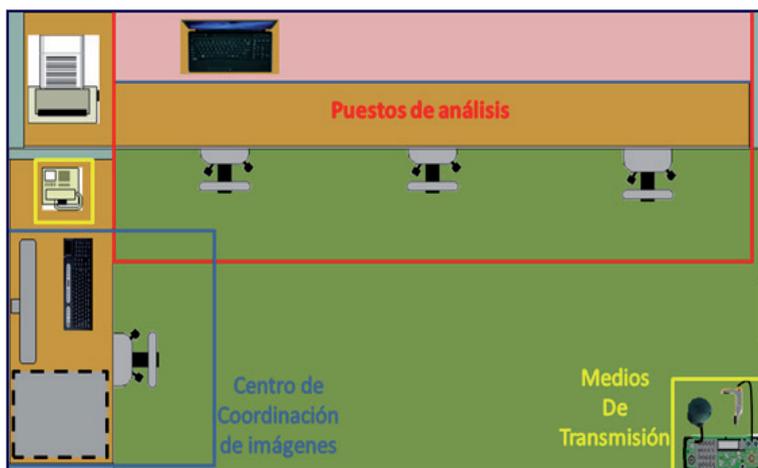
*...la guerra electrónica ha progresado de manera exponencial, considerándose en la actualidad como un factor decisivo para lograr el éxito de la misión...*

- ◇ Monitorización en tiempo real de los sistemas de armas (Skyguard-B y Roland) y de mando y control (FDC COAAS-M) del RAAA 81 a una distancia máxima de 500 metros.
- ◇ Registro (grabación) de manera independiente de todas las señales de los sistemas, sincronizadas en hora GPS.

Para conseguir estas misiones, el sistema se compone de los siguientes elementos:

#### **Shelter**

Del modelo NATO II, está montado sobre camión ligero TT 4 Tm IVECO 7226, y cuenta con los siguientes equipos:



Arriba: Croquis del Shelter de Monitorización GAAA II/81 (fuente propia)

Abajo: Vista interior del Shelter de Monitorización GAAA II/81 (fuente propia)

- ◇ Centro de coordinación de Imágenes (CCI): Es el centro neurálgico encargado de recopilar toda la información proveniente de los sistemas monitorizados. Consta de una CPU, con una tarjeta capturadora integrada, capaz de tratar 16 señales de forma simultánea y un monitor de 19", configurado para una visualización general de todas las señales que entran en el shelter. A la vez que recoge esa información, el CCI tiene la capacidad de grabarla y distribuirla en tiempo real a los ordenadores de los analistas (puestos de análisis). Esta distribución de información se puede materia-

lizar mediante cable ethernet o de forma inalámbrica (wireless).

- ◇ Tres Puestos de análisis, con las instalaciones precisas para recibir la información del Centro de Coordinación de Imágenes. Estos puestos también cuentan con el material necesario (ordenadores específicos) para realizar monitorización de datos Skyguard-B y Skyguard-M.
- ◇ Medios de transmisión:
  - RCT.
  - PR4-G, para tener información sobre las asignaciones del FDC a los diferentes sistemas de armas.
  - TP-6N, para permitir las comunicaciones entre el personal que analiza y el personal que opera el sistema.
- ◇ Panel de energía, para proporcionar el suministro energético necesario para que el sistema trabaje. El sistema está preparado para obtener la energía tanto de un Grupo Electrónico como de la propia red eléctrica.
- ◇ Panel exterior de conexiones: Dotado de las conexiones necesarias para permitir la entrada de varios tipos de soportes que transporten señales de vídeo y/o datos procedentes de los diferentes sistemas AAA.

### Elementos externos de transmisión de datos

Son aquellos que hacen posible que las señales de vídeo y datos sean extraídas de los sistemas AAA y lleguen hasta el shelter con la calidad precisa y en el momento oportuno.

Estos elementos son los siguientes:

- ◇ Videocámaras dotadas de fuentes de alimentación independiente y concebidas para poder monitorizar cualquier sistema de armas o de mando y control (FDC o RAC-3D).

- ◇ Current-lines para unificar la transmisión de 4 señales de video en un mismo cable hasta su llegada al panel exterior de conexiones del shelter, lugar en el cual se encuentran instalados más current-lines que se encargan de volver a separar las señales para conectar con la capturadora. De esta forma se consigue optimizar el número de cables a desplegar entre elementos.
- ◇ Current-loops para convertir la señal que sale de la DT Skyguard en una señal de datos compatible con el software REMO-REVAZ. De esta manera se conseguirá el análisis de la señal Skyguard.
- ◇ Cableado RG-59, para conectar las videocámaras con los current-lines.
- ◇ Cableado ethernet, para conectar los current-line con el panel exterior de conexiones a una distancia que permita un despliegue amplio.

Con todos estos elementos, implementados a lo largo del año 2013, se ha conseguido una mejora ostensible, permitiendo la monitorización simultánea de los dos sistemas de armas con los que cuenta el Regimiento en las distintas colaboraciones aéreas realizadas durante el presente año.

### **EJERCICIO NUBE GRIS 13**

Año tras año la celebración del Ejercicio Nube Gris, organizado y dirigido por GJMACOM, supone una gran oportunidad para adiestrar a unidades aéreas y terrestres en infinidad de aspectos, siendo el más característico el de la Guerra Electrónica.

Este ejercicio se divide normalmente en dos fases, una técnica y otra táctica, las cuales se han venido realizando de manera independiente y con una estructura muy



Videocámara comercial (fuente propia)

concreta hasta el presente año. Sin embargo, en 2013, dada la actual coyuntura económica, se ha decidido hacer coincidir ambas fases en un mismo ejercicio, alternando ventanas de diferentes naturaleza:

- ◇ Ventanas técnicas, en las que únicamente se evalúan los efectos de las contramedidas electrónicas cargadas en la librería de una plataforma aérea sobre un sistema de armas AAA determinado. En este caso, el piloto no realiza ningún tipo de maniobra, dando prioridad a la parte técnica.

*...hoy en día, en cualquier enfrentamiento, la perturbación y el ataque a los sistemas de detección y comunicaciones del adversario será una de las primeras acciones a realizar por parte de nuestras fuerzas propias.*

- ◇ Ventanas tácticas, en las que aparte del aspecto técnico, entra a jugar la pericia del piloto en el manejo de la aeronave, realizando maniobras tácticas para intentar evadir las acciones de uno o varios sistemas AAA determinados.
- ◇ Ventanas COMAO, en las que plataformas aéreas de diferen-



Arriba: Current lines comerciales (fuente propia)

Abajo: Convertidor (current loops) comercial (fuente propia)

te naturaleza se organizan para llevar a cabo una misión específica, haciendo frente a una UDAA compuesta por distintos sistemas de armas y de mando y control.

Sin duda estas maniobras se consideran prioritarias desde el punto de vista del MAAA, ya que constituyen una oportunidad prácticamente única en todo el año para instruir a los operadores de los sistemas de armas en un entorno de EW. Muestra de ello son el gran número de unidades antiaéreas participantes, tanto del ET como del EA, el empleo de plataformas aéreas, ala fija

y rotatoria, de los tres ejércitos, así como el elevado número de ventanas que se realizan diariamente.

Por otro lado, además de la dificultad que entrañaba la coordinación de un número tan grande de personal y material, se debía tener en cuenta la presencia de las unidades participantes en diferentes ubicaciones:

- ◊ Los sistemas de armas de AAA con dotaciones de operadores y analistas desplegados en el CENAD de Chinchilla (Albacete).
- ◊ Las Unidades aéreas, el ESAOGEL (Escuadrón de Apoyo a la Guerra Electrónica) del EA y los EWO (Oficiales de Guerra Electrónica) en la Base Aérea (Albacete).

Es necesario considerar los objetivos principales que fueron marcados para el Ejercicio Nube Gris 2013 por parte del Mando de Artillería Antiaérea y que se desarrollan a continuación:

- ◊ Mejorar el adiestramiento de los operadores y evaluar los procedimientos de empleo de los sistemas de armas AAA en un ambiente de EW, estableciendo post-briefings en “caliente” mediante videoconferencias entre operadores aéreos y terrestres tras la finalización de cada ventana.
- ◊ Adiestrar un PC de UDAA en el combate antiaéreo contra una amenaza tipo COMAO, a pesar de que el despliegue de los SSAA no se podía considerar táctico, altamente condicionado por las distancias máximas entre los sistemas de armas y el shelter de monitorización. Este despliegue, respetando las distancias mínimas de seguridad, consiguió el objetivo marcado, aunque se detectaron algunas interferencias entre determinados SSAA que se

tendrán en cuenta como lecciones aprendidas.

- ◇ Registrar los resultados de cada enfrentamiento para permitir su análisis posterior, tanto “en caliente” durante el ejercicio como posteriormente en cada Unidad, donde se alcanzaría el verdadero rendimiento de la actividad.
- ◇ Unificar las señales de monitorización generadas en el CENAD (Chinchilla) en una señal única que, transmitida por los medios de la UTMAAA, fuera visible en tiempo real en la Base aérea de Albacete, y así pudiera ser explotada “in situ” tanto por los EWO como por personal de ESAOGEL.

Con la finalidad de coordinar todas las acciones relacionadas con la consecución del análisis y la grabación de las señales, el envío de la señal de monitorización a la base aérea y el establecimiento de las videoconferencias para los briefing post-ventana, se nombró un oficial de proyecto (OPR) que se ocupara del planeamiento y la ejecución de dichos aspectos.

### **OBJETIVO 1: ANÁLISIS Y REGISTRO DE LAS SEÑALES**

Desde la recepción de la EXSPEC del Mando de Artillería Antiaérea para la realización del Ejercicio Nube Gris 13, su ejecución ha supuesto el mayor reto a alcanzar por una Unidad de AAA en el presente año, y sin duda el más ambicioso hasta ahora en el ámbito específico de la monitorización de sistemas AAA.

Con la finalidad de hacer frente a los requerimientos técnicos y tácticos exigidos por el ejercicio, se nombró a un oficial de proyecto, encargado, entre otras, de las siguientes funciones:

- ◇ Hacer posible la grabación de las señales de TODOS los siste-



Vista exterior de un Puesto de Mando (fuente propia)

mas participantes en cada una de las distintas ventanas.

- ◇ Dar servicio a los analistas de los diferentes sistemas de armas que participaban en las ventanas asignadas a sus materiales, posibilitando la visualización en TIEMPO REAL y con SINCRONIZACIÓN GPS de las señales provenientes de sus sistemas.

*...definiremos sistema de monitorización como aquel capaz de obtener información del entorno donde despliega para su posterior análisis. En base a este análisis, se realizan las acciones pertinentes para obtener una mejora sustancial...*

Para conseguir estos retos de manera simultánea, se llevaron a cabo las siguientes acciones:

- ◇ Adecuar, el formato de las señales (datos y/o video) de todos los SSAA y sistemas de mando y control participantes en el ejercicio para hacerlo compatible con la tarjeta capturadora del Shelter de Monitorización del RAAA 81. De esta manera, al pasar por la capturadora, todas las señales quedan sincro-



Arriba: Proceso de gestión de la señal de monitorización (fuente propia)

Abajo: Interior de tienda de monitorización Nube Gris 2013 (fuente propia)

nizadas mediante hora GPS y pueden ser utilizadas por otros usuarios.

- ◊ Difundir, mediante un Switch, las señales del Shelter de monitorización a una tienda modular (Sala análisis) anexa a dicho shelter, debido a la necesidad de un espacio de trabajo más amplio, motivada por el elevado número de analistas involucrados en la monitorización.

Dicha sala de análisis era ocupada por el siguiente personal:

- Personal del equipo de monitorización del GAAA II/81, para supervisar el funciona-

miento del sistema y apoyar a los analistas de las unidades.

- Equipos de análisis de las unidades a monitorizar, dotados de un ordenador con un software instalado, con el que se conectaban al switch, que permitiera visualizar y grabar las señales de sus sistemas AAA. Antes del inicio de cada ventana, los analistas de cada sistema se conectaban al switch para poder visualizar y grabar todas las acciones de los operadores de su sistema. También se consideró de gran interés el enlace permanente vía fonía entre operadores y analistas durante la ejecución de cada ventana.
- Personal de apoyo del Puesto de Mando, para proporcionar información de cada una de las pasadas que se desarrollan dentro de cada ventana.

- ◊ Analizar y extraer conclusiones, tras la finalización de cada ventana. En este proceso participaban los analistas, junto con los operadores y el EWO de cada sistema AAA, los cuales contaban aproximadamente con una hora para preparar el briefing posterior con los pilotos.

A este respecto es reseñable destacar el gran avance que supone la capacidad de unificar las señales de todos los sistemas AAA en un mismo equipo, así como la generación automática de archivos de vídeo independientes de cada señal y en hora GPS.

## OBJETIVO 2. ENVÍO DE MONITORIZACIÓN A BASE AÉREA DE ALBACETE

La posibilidad de visualizar en tiempo real en la Base Aérea de Albacete, las acciones de los sistemas de armas desplegados en el CENAD de Chinchilla, suponía

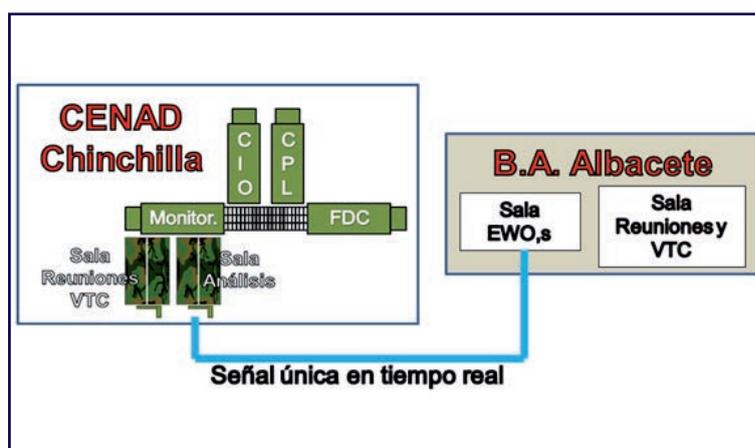
otro gran reto, constituyendo algo totalmente novedoso tanto para la estructura del ejercicio como para el personal encargado de materializarlo (Oficial de Proyectos y UTMAAA).

Tras un estudio minucioso durante la fase de planeamiento, se tomó la decisión de que la UTMAAA transmitiera la señal, procedente del Switch de la Sala de Análisis del PC de Agrupación (CENAD), a la Base Aérea de los Llanos, para que los EWO de la Base Aérea la pudieran explotar en tiempo real (visionar y grabar), durante cada ventana, siguiendo el mismo procedimiento que los analistas, trabajando en el PC de la Agrupación de AAA desplegado en el CENAD Chinchilla.

Una vez desplegados, se observó que el ancho de banda proporcionado por la Unidad de Transmisiones era insuficiente para llevar a cabo este procedimiento. Además dicho ancho de banda debía ser compartido de manera simultánea con las sucesivas videoconferencias que tenían lugar entre la Sala de reuniones/VTC del PC de Agrupación y la BA de Albacete.

Debido a esto y haciendo un esfuerzo de adaptación, se buscó una solución alternativa consistente en enviar una señal única punto a punto, en tiempo real, desde uno de los ordenadores de la Sala Análisis en el CENAD Chinchilla hasta otro terminal situado en la base aérea de Albacete. Esta opción suponía la necesidad de realizar una llamada de coordinación previa al inicio de cada ventana por parte de los EWO para dar las directrices oportunas sobre las imágenes que iban a querer visualizar durante la ventana.

El esfuerzo de monitorización se complementó con la grabación y la posterior recopilación de todos los



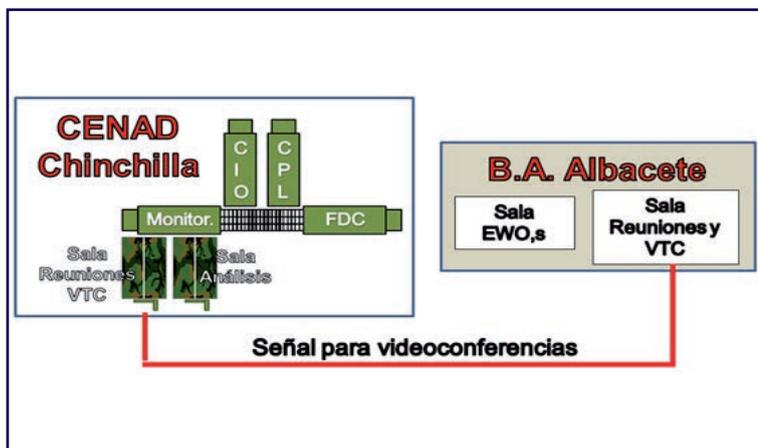
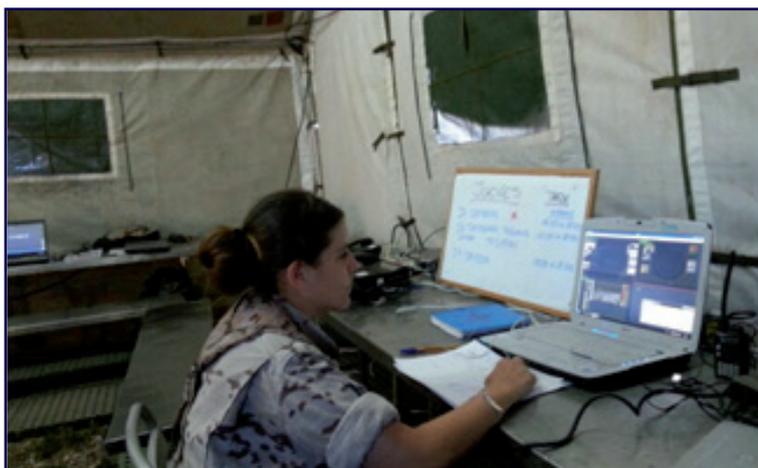
Enlace señal de video entre CENAD Chinchilla y BA de los Llanos (fuente propia)

vídeos de la actuación de los SSAA en cada ventana, por parte del equipo de monitorización, en el Shelter de Monitorización del PC. El elevado peso de los archivos así como la naturaleza de las imágenes no permitía su remisión por correo electrónico, por lo que fue necesario

*...la celebración del Ejercicio “Nube Gris”, organizado y dirigido por GJMACOM, supone una gran oportunidad para adiestrar a unidades aéreas y terrestres en infinidad de aspectos, siendo el más característico el de la Guerra Electrónica.*

implementar un servicio de mensajería que trasladara dichas imágenes en disco duro desde el CENAD de Chinchilla a la Base aérea de los Llanos. Este trasvase de información facilitó, ya en la Base Aérea, el posterior análisis de confrontación, por los Oficiales de Guerra electrónica con los pilotos y personal de ESAOGEL<sup>1</sup>, de los videos de las plataformas aéreas y SSAA corriendo en paralelo. Este análisis añadió un

(1) Escuadrón de Apoyo Operativo a la Guerra Electrónica del Ejército del Aire.



Arriba: Interior de tienda de monitorización Nube Gris 2013 (fuente propia)

Abajo: Enlace señal VTC entre CENAD Chinchilla y BA de los Llanos (fuente propia)

salto de calidad al ejercicio al permitir extraer valiosas conclusiones, fiables y objetivas, sobre los pods de EW de los aviones y sus efectos sobre las EPMs de nuestros SSAA, que no se tenían hasta ahora.

### OBJETIVO 3. ESTABLECIMIENTO DE VIDEOCONFERENCIAS PARA BRIEFINGS

Ya en el EXPLAN del ejercicio, se consideraba primordial la ejecución de las siguientes videoconferencias:

- ◊ Briefing previo a cada ventana entre las tripulaciones aéreas y los operadores GBAD para ultimar detalles de coordinación

sobre las distintas pasadas de cada ventana.

- ◊ Briefing posterior a cada ventana entre las tripulaciones aéreas, los operadores GBAD y los EWO para extraer conclusiones relevantes.

Dada la importancia de los citados eventos, se llevó a cabo el montaje de una tienda modular situada anexa a la Sala de análisis. Dicho espacio quedó reservado como Sala de reuniones/ videoconferencia.

Para materializar la videoconferencia, se contó con el inestimable apoyo de la UTMAAA, que se encargó de instalar los elementos necesarios para conseguir llevar a cabo dichas reuniones.

### CONCLUSIONES DEL OFICIAL DE PROYECTOS DEL EJERCICIO NUBE GRIS

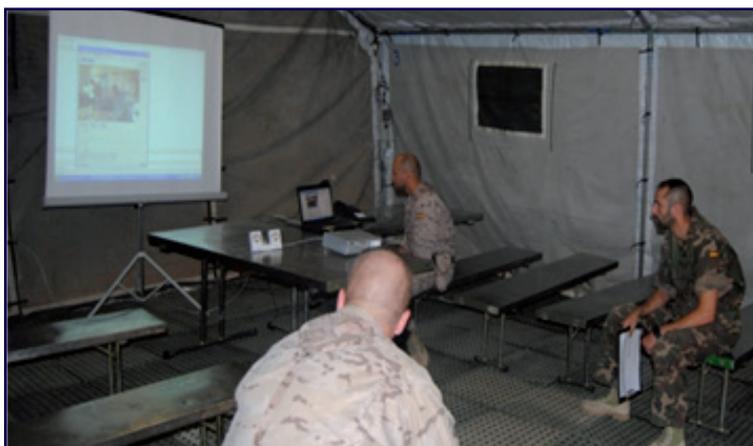
Sin lugar a dudas el formato de la monitorización durante estas maniobras creará un precedente de actuación en el que, muy probablemente, se reflejarán los “Nube Gris” de años venideros.

Tras la ejecución del ejercicio, se puede concluir que la integración de tan elevado y variado número de señales en un solo sistema ya es un hecho, y supone un factor decisivo a la hora de planear ejercicios futuros relacionados con guerra electrónica.

Las lecciones aprendidas en este ejercicio, no han sido obtenidas únicamente por los operadores de los sistemas AAA. Al tratarse de la primera vez que se integraban sistemas de armas distintos de Skyguard y Roland, los miembros del equipo de monitorización han extraído interesantes conclusiones referentes a mejoras de resolución, necesidades de anchos de banda,... A modo de ejemplo, du-

rante la fase del planeamiento, y tras investigaciones someras del sistema de monitorización específico de cada unidad, se llegó a la conclusión de que, debido a problemas de resolución, Hawk y Nasams debían monitorizarse por sus propios medios. Para evitar esta situación en un futuro, se aprovechó al máximo la fase de ejecución para estudiar ambos sistemas en detalle. De hecho, al finalizar el ejercicio, el equipo de monitorización ya era capaz de monitorizar el sistema Hawk mediante minicámara, y recopiló toda la información necesaria para poder empezar a trabajar con la finalidad de conseguir monitorizar sistema Nasams.

En comparación con ejercicios de años precedentes, se han conseguido avances significativos, como son: la visualización de las señales de los SSAA en tiempo real en la Base Aérea de Los Llanos, gracias a los esfuerzos de la UTMAAA; la capacidad de centralización de la gran mayoría de nuestros sistemas de armas y de mando y control en un mismo emplazamiento; la generación de archivos independientes con la grabación de la monitorización de cada sistema incluida la hora GPS en la imagen; y finalmente, la extracción de conclusiones de gran interés sobre el comportamiento de los SSAA frente a las diferentes contramedidas ejecutadas, al poder realizar un análisis comparativo, segundo a segundo, entre los



Interior de tienda de VTC, Nube Gris 2013 (fuente propia)

videos de las plataformas aéreas y los sistemas antiaéreos de superficie.

La ejecución de un ejercicio de tales magnitudes se hace impenable sin el incansable esfuerzo de todas las unidades antiaéreas participantes<sup>2</sup>. Por ello se considera necesario mencionar el gran interés mostrado por todas ellas durante la fase de planeamiento, implicándose al máximo y aportando infinidad de ideas para adaptarse y mejorar las condiciones de ejecución de la monitorización durante el ejercicio.

(2) UTMAAA, RAAA 71, RAAA 72, RAAA 73, RAAA 74, RAAA 81, RAAA 94, RACA 20, GAAAL VI/30, GAAAL VII/32, GACAPAC, GACALEG, GACA X, GACA XI, GACA I/93.

---

**El capitán D. Carlos del Río Gómez pertenece a la 296 promoción del Arma de Artillería. En la actualidad es Jefe de la 23ª. Batería del GAAA II/81**

---

## Radars contrabatería Arthur. Cinco años de trabajo en las ULAO del Gail

por D. Juan Ignacio Fernández González, teniente de artillería

En el año 2008 se inicia la operación con el radar ARTHUR en el GAIL III/63. Durante casi cinco años se ha perfeccionado la utilización de este sofisticado medio de A/O en diferentes colaboraciones con las FAS, encuadrado en las Unidades de Localización y Adquisición de Objetivos (ULA0). Las características técnicas de este Radar son analizadas en este artículo considerando los siguientes aspectos: Sectores de exploración, Transmisión de radar secuenciada, Velocidad radial, Modos de empleo del sensor, Clasificación del tipo de arma, Filtrado de blanco falso y Configuraciones tácticas.

*“La adquisición de objetivos en la Artillería de Campaña juega un papel primordial en el proceso del targeting. Sin datos precisos de los objetivos, los sistemas de fuego indirecto tienen un valor limitado”. (Field artillery target acquisition plays a key role in the targeting process. Without accurate targeting data, indirect fire systems are of limited value).*

*“La adquisición de objetivos en la Artillería de Campaña existe para apoyar el esquema de maniobra del Jefe de armas combinadas*

*durante la ofensiva, y para proporcionar cobertura radar a sus medios más vulnerables durante la defensiva.” (Field artillery target acquisition exists to support the combined arms commander's scheme of maneuver during the offense and provide radar coverage for his most vulnerable assets during the defense.)*

*“Los radares de adquisición de objetivos son perfectamente válidos en operaciones de apoyo a la estabilidad, y de operaciones de apoyo a lo largo del espectro completo de conflictos desde pequeños en tiempo de paz a una guerra de teatro... Los radares de adquisición de objetivos apoyan estos requisitos de entrada proporcionando cobertura de contrabatería, verificación de fuegos hostiles y propios, y mejorando la precisión de los fuegos propios”. (Target acquisition radars are well suited to support stability operations and support operations across the entire spectrum of conflict from peacetime military engagement to major theater war... Target acquisition radars support these early entry requirements by providing counterfire coverage, verification of hostile and*

*friendly fires and enhancing the accuracy of friendly fires.)*

**Tactics, Techniques, and Procedures for  
FIELD ARTILLERY TARGET ACQUISITION**

Field Manual Headquarters N°. 3 - 09.12 (6-121)  
Department of the Army Washington, DC  
Fleet Marine Force Reference Headquarters  
Publication United States Marine Corps MCRP 3-16.1A

A finales del año 2008 se concretó en el seno de las dos Baterías de Adquisición de Objetivos (BAO) del Grupo de Artillería de Información y Localización (GAIL), la recepción de los cuatro radares de trayectografía de tercera generación ARTHUR (ARTillery HUNting Radar), adquiridos por el Ejército de Tierra para mejorar las capacidades de contrabatería proporcionadas hasta el momento por un “anciano”, aunque efectivo, ANTPQ-36.

En el Memorial de Artillería número 163/1-Junio de 2007 se presentaba el nuevo radar y se exponían las capacidades principales del sistema, fabricado por la empresa noruega Ericsson AS (hoy absorbida por la sueca SAAB). El presente artículo pretende mostrar la situación actual de los radares en las BAO del GAIL, y la experiencia adquirida tras casi cinco años de permanente utilización en ejercicios de tiro con ocasión de apoyos y colaboraciones con distintas unidades del ET y de la Armada, así como su empleo como principales sistemas de localización de armas de tiro indirecto integrados en una “Unidad de Localización y Adquisición de Objetivos” (ULAOS, concepto desarrollado por el Mando de Artillería de Campaña, MACA).

## **GAIL**

El Grupo de Artillería de Información y Localización III/63, heredero del extinto RAIL 61, cuenta entre sus materiales de dotación con modernos sistemas que le permiten el cumplimiento de una serie de misiones que le confieren un carácter exclusivo dentro de la estruc-

tura de las FAS. Este Grupo apoya en necesidades de información y adquisición de objetivos (A/O) a organizaciones operativas y/o refuerza a unidades de ACA.

*...Sin datos precisos de los objetivos, los sistemas de fuego indirecto tienen un valor limitado"...*

Es capaz de generar unidades de información y A/O para el apoyo a organizaciones operativas de nivel Brigada o superior, así como poder prestar apoyos a organizaciones operativas de nivel pequeña unidad. Puede activar el núcleo de inteligencia de objetivos del PCART, y colaborar en el proceso “targeting” y en el esfuerzo ISTAR de la organización operativa en la que se encuadre. Sus medios de adquisición, tanto activos como pasivos, aéreos y terrestres, permiten a las unidades de A/O obtener objetivos en profundidad y en contacto, y contribuir a la protección de la fuerza.

*...datos precisos en lo referente a localización de armas de tiro indirecto, control de proyectiles con trayectoria balística, localización de eventos sonoros, y observación general del campo de batalla y evaluación táctica de daños, así como la obtención de datos meteorológicos...*

Estos apoyos se traducen en datos precisos en lo referente a localización de armas de tiro indirecto, control de proyectiles con trayectoria balística, localización de eventos sonoros, y observación general del campo de batalla y evaluación táctica de daños, así



Arriba: figura 1. Guión de ULOC desplegada en Bosnia Herzegovina

Abajo: figura 2. Radar ARTHUR

como la obtención de datos meteorológicos para elaborar los boletines balístico y calculador para auxiliar en la corrección del tiro.

### ULAO

Para poder proporcionar estos apoyos, se generan Unidades operativas de diferente entidad con los

materiales y sistemas de las BAO del GAIL, en función del tipo de misión a realizar, denominadas Unidad de Localización y Adquisición de Objetivos (ULAO).

La BAO es la Unidad fundamental para la localización A/O de Artillería de Campaña y para la obtención de la información. Constituye durante el combate la **fuerza fundamental de objetivos de contrabatería para la Artillería de Campaña**, siendo ésta su misión principal.

Otras misiones complementarias que puede cumplir la BAO son:

- ◊ Contribuir a la obtención de información sobre la actividad enemiga.
- ◊ La corrección del tiro propio.
- ◊ El ajuste del tiro de eficacia.

Una **ULAO** es una organización operativa sobre la base de una BAO, cuya entidad y composición depende de los cometidos que se le asignen. Su actual estructura es el fruto de la experiencia obtenida en la composición de organizaciones de medios de A/O establecidas en las postrimerías del siglo XX, como la BAO de Alta Disponibilidad de Brigada, o la ULOC (Unidad de Localización).

Una ULAO puede integrar medios de localización activa (radares C/B y/o C/M), medios de localización pasiva (equipos de sonido y vista), estaciones meteorológicas y UAV.

Una estructura análoga, de constitución de una unidad ad hoc para una misión concreta, con una composición variable y heterogénea en función de la misión a asumir, la podemos encontrar en las UDAA (Unidad de Defensa Anti Aérea) de la AAA.

Desde su creación, hace 10 años, las ULAO han participado en ejercicios de tiro con todos los GACA del ET, academias militares del ET (AGM, ACART, ACAB), así como di-

ferentes colaboraciones con otros ejércitos, unidades y organizaciones, Armada (Escuela Naval Militar), Tercio de Armada, UME, ISAF, etc.; adoptando diferentes roles en función de la misión asignada:

- ◊ Apoyo a unidades de ACA.
- ◊ Apoyo a unidades de INF y CAB.
- ◊ Misiones C-RAM (Contra ataques de Cohetes, Artillería y Morteros).
- ◊ Supervisión de acuerdos de alto el fuego entre partes en conflicto.
- ◊ Localización de eventos sonoros.

## **RADAR ARTHUR**

El radar ARTHUR, debido a sus excepcionales capacidades de detección y localización de objetivos en modo hostil, representa el principal medio de adquisición de objetivos contrabatería.

Uno de los retos principales en el empleo de los radares ARTHUR, desde su incorporación a las BAO del GAIL, ha sido el perfeccionamiento constante en el manejo del sistema por parte de los operadores, y en la explotación al máximo nivel de la información proporcionada por el material. En un primer momento, la formación de los operadores constituía un hándicap añadido, debido a la pérdida del curso de operador radar en la formación de perfeccionamiento del Arma de Artillería. (A esta pérdida deben sumarse las del curso de operador de sistemas de localización pasiva por el sonido, y el curso de mando táctico de unidades de A/O).

Así, las destrezas necesarias para operar con eficiencia un sistema tan complejo como el que nos ocupa, han de ser aprendidas y practicadas actualmente en las propias BAO dentro de sus programas de instrucción y adiestramiento, compaginando este requisito

de formación con la instrucción específica del Arma y la preparación permanente de combatiente general contemplada en los programas de adiestramiento. De este modo, los operadores sénior deben diversificar sus cometidos, atendiendo a la doble vertiente docente y operativa.

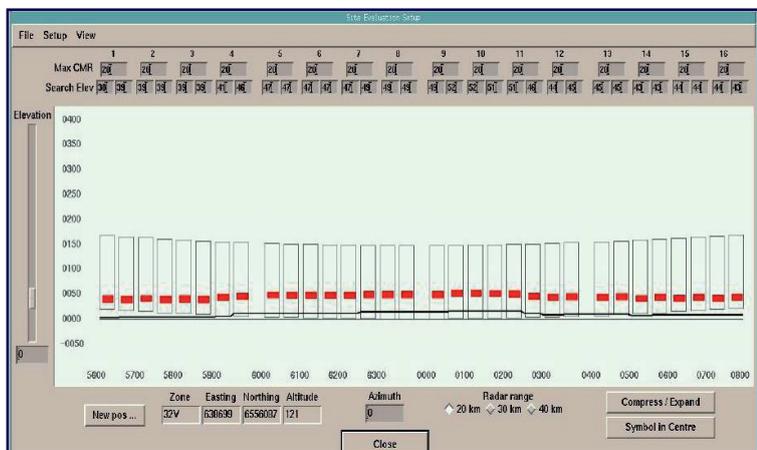
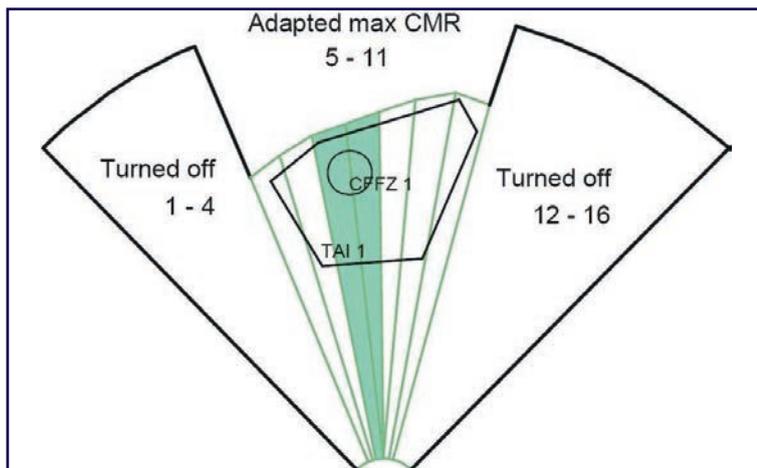
*Una ULAO puede integrar medios de localización activa (radares C/B y/o C/M), medios de localización pasiva (equipos de sonido y vista), estaciones meteorológicas y UAV.*

No obstante lo anterior, la tradicional eficacia del GAIL ha posibilitado la asunción de ambos cometidos, garantizando la plena operatividad del sistema con un continuo aporte de nuevos suboficiales operadores radar, para facilitar el pleno rendimiento de las secciones de localización radar de ambas BAO y ser capaces de generar permanentemente dos ULAO en disponibilidad.

*...los operadores sénior deben diversificar sus cometidos, atendiendo a la doble vertiente docente y operativa.*

## **CINCO AÑOS DE EXPERIENCIA**

Siempre que un material es sustituido por otro de similares características, pero más moderno en diseño y capacidades, la comparación entre ambos parece inevitable. En este sentido, las mejoras en cuanto se refiere a las prestaciones entre el ANTPQ-36 y el ARTHUR son evidentes.



Arriba: figura 3. Sectores de exploración

Abajo: figura 4. Medición de la cresta radar

### Sectores de exploración

El sector de exploración acimutal es similar, 1600 milésimas, si bien se aprecian diferencias en el aprovechamiento efectivo de la totalidad del sector. En el caso del ARTHUR, el sector está dividido en 16 subsectores, cubriendo cada uno de ellos 100 milésimas. Cada subsector puede explorarse independientemente tanto en modo hostil como en modo amigo (corrección del tiro). Cualquier subsector también puede ser desactivado. Esta característica cobra especial importancia para la supervivencia de la unidad en caso de presencia de misiles anti radiación (ARMS),

que constituyen junto con los UAV, la principal amenaza para los sistemas de localización activa.

En la figura 3 se aprecia como los subsectores 1 al 4 y 12 al 16 están desactivados, y en la zona activa de exploración TAI (Target Area of Interest), el 7 y el 8 se encuentran radiando a máxima potencia cubriendo una CFFZ (Call For Fire Zone), mientras el resto de subsectores se encuentran activados en baja potencia de emisión.

El sector de exploración en elevación es de 148 milésimas para el ARTHUR, prácticamente el doble que el ANTPQ-36, que no pasa de las 80 milésimas. En ambos radares, el sector de elevación viene determinado por la cresta, es decir, por la máxima elevación del terreno en el sector de exploración. El sistema ARTHUR divide en dos cada subsector (32 particiones), que pueden tener su propia elevación de exploración, con lo que se configura un horizonte diseñado para obtener una exploración versátil y eficiente.

### Transmisión de radar secuenciada

Otra característica operativa del radar ARTHUR, que implica una mejora significativa en las capacidades de supervivencia de la unidad ante amenazas ARMS, es la posibilidad de *transmisión de radar secuenciada*.

Mediante esta opción el operador puede seleccionar un patrón de transmisión (o secuencia), dividido en 26 unidades de tiempo. La transmisión durante una unidad de tiempo puede ser habilitada o deshabilitada a voluntad. Cada unidad de tiempo está basada en:

- ◊ Tiempo total de empleo planificado (Plan ENCOM).
- ◊ Situación de la Unidad propia.

- ◇ Número de radares presentes en la zona.
- ◇ Distribución interna del tiempo entre las 26 unidades de la secuencia.

El operador especifica cuándo debe comenzar o terminar la transmisión secuenciada. Si el tiempo entre el inicio y la finalización es más largo que el intervalo dado, la secuencia se repetirá el número de veces necesario. La secuencia introducida controla cuándo serán activados dos o más radares. Esto complica en gran medida la efectividad de los misiles anti radiación, debido a que durante la fase terminal tendrán dificultades para mantener el mismo blanco capturado, al percibir la radiación alternativamente de dos focos de emisión, totalmente diferenciados en cuanto a frecuencias e intensidades de emisión y situación física sobre el terreno.

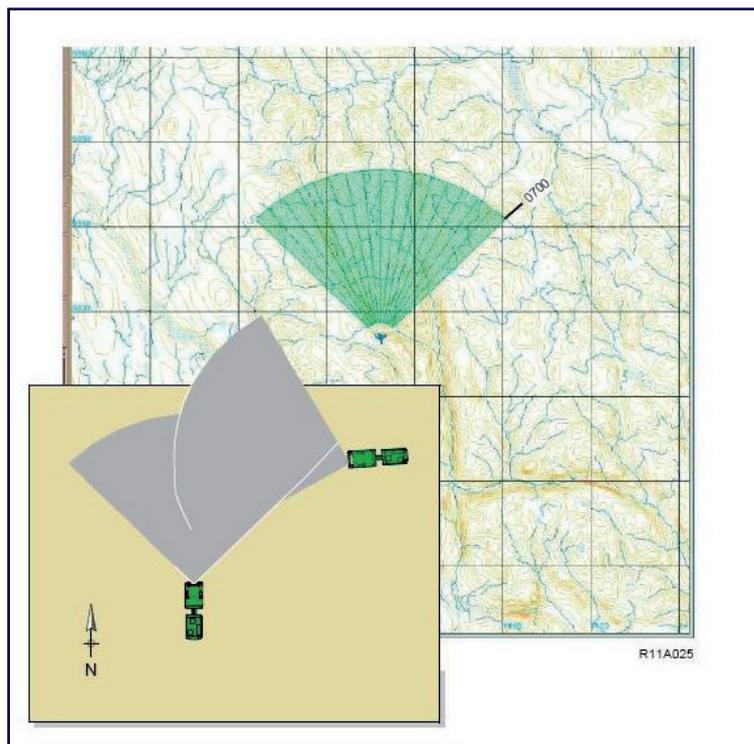


Figura 5. Transmisión radar secuenciada

### Velocidad radial

En cuanto a las limitaciones que condicionan la operación de ambos sistemas por la *velocidad radial* de los proyectiles, son ampliamente superadas por el ARTHUR respecto al ANTPQ-36.

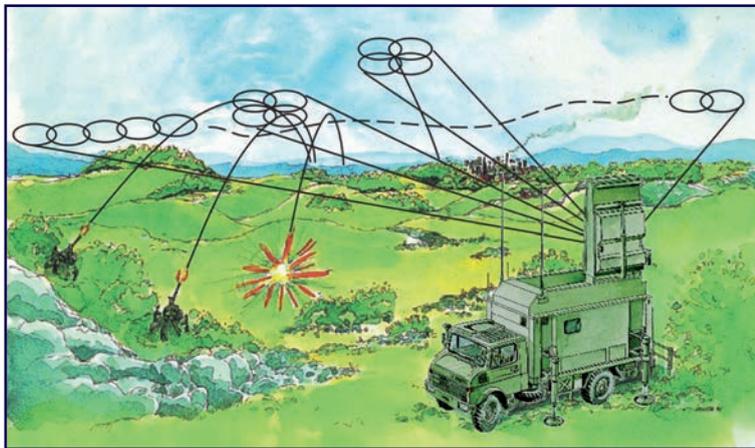
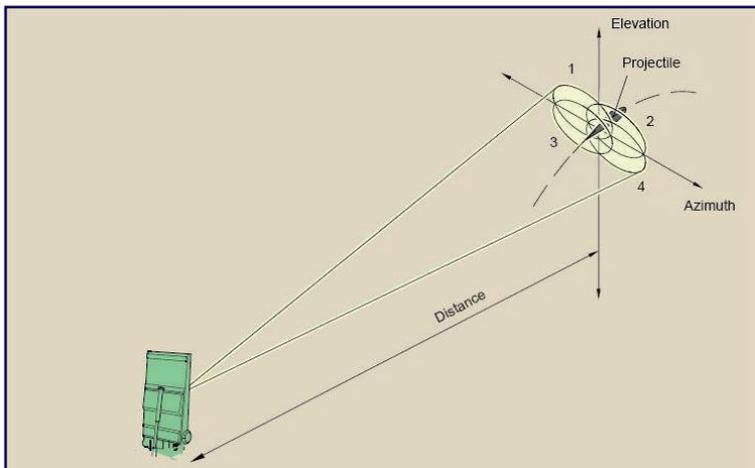
Para garantizar la localización de un proyectil, su velocidad radial tiene que estar por encima de un umbral determinado. Los radares del tipo firefinder, como los dos que nos ocupan, realizan medidas de la trayectoria empleando cuatro haces. A partir de las medidas instantáneas de la trayectoria, se calcula una posición esperada del proyectil, que va desplazando el punto central del grupo de haces a la posición calculada. Cuanto más cerca esté el punto central al proyectil, mayor es la precisión.

De este modo, la velocidad radial del blanco puede aproximarse

rápidamente. El umbral predeterminado de velocidad radial es de 36 m/s, pero el operador puede ajustar manualmente el valor del umbral de la velocidad radial, entre 18 m/s y 50 m/s. Si el ajuste se

*El sector de exploración en elevación es de 148 milésimas para el ARTHUR, prácticamente el doble que el ANTPQ-36, que no pasa de las 80 milésimas...*

realiza a la baja, hay un aumento del riesgo de iniciar seguimientos sobre ruido o ecos falsos, reduciéndose así la capacidad de localización del sistema. Por el contrario, si el ajuste se efectúa al alza, hay un riesgo de perder blancos. La necesidad de disminuir el valor de umbral de la velocidad radial surge generalmente cuando se están localizando armas con:



Arriba: figura 6. Medida de los 4 haces de la trayectoria

Abajo: figura 7. Seguimiento simultáneo modo hostil y amigo

- ◇ ODV cercana a 90 grados en relación a la línea de visión del radar
- ◇ Distancias cortas
- ◇ Grandes ángulos de tiro.

### Modos de empleo del sensor

Pueden establecerse modos de empleo del sensor diferentes, en función de la necesidad de localización de objetivos de Alta capacidad o Alta precisión.

En alta precisión, el intervalo de tiempo entre los distintos puntos de medida de la trayectoria del blanco es menor que en alta capacidad, es decir, se calculan más puntos de medida en la misma cantidad de tiempo.

Este modo utiliza un tiempo de seguimiento mayor, comparado con el de alta capacidad, pero mejora la precisión. Si el operador reduce los seguimientos simultáneos permitidos, se utiliza más tiempo en la exploración y aumenta el riesgo de rechazo de blancos sin prioridad. En alta capacidad se pueden seguir simultáneamente ocho blancos, y en alta precisión cinco, siendo éste último, el modo habitual de operación. En ambos casos, mientras se realiza el seguimiento, pueden adquirirse hasta cuatro nuevos blancos.

En la figura 8 puede apreciarse un ejemplo de seguimiento simultáneo de dos proyectiles.

En la captura fotográfica de la pantalla de operación del radar se observan dos localizaciones. Una de ellas presenta un ángulo de tiro elevado ( $> 700^\circ$ ) que corta el haz vertical de exploración de la antena del radar en su rama ascendente y desaparece, para volver a ser localizado de nuevo en la rama descendente de la trayectoria (se puede discernir tanto en la visión cenital de la ventana principal como en la visión lateral de la ventana inferior izquierda).

En el caso de la segunda localización, el tiro es más tenso y el gráfico muestra la totalidad de los puntos de seguimiento de la trayectoria balística. Se han distribuido los 16 sectores en distintos modos e intensidades de radiación, ocho en modo amigo, de los cuales cuatro se encuentran radiando con intensidad máxima (color azul pleno) y ocho en modo hostil, contando al igual que los anteriores con una configuración dividida en intensidad máxima y mínima (color verde pleno o difuminado).

### Clasificación del tipo de arma

El sistema permite clasificar los blancos en tres tipos diferentes de

arma: Mortero, Cañón y Cohete, basándose en una solución de lógica difusa (fuzzy), en función de los siguientes parámetros:

- ◇ Ángulo de tiro.
- ◇ Velocidad inicial del proyectil.
- ◇ Sección de exploración acimutal del radar calculada.
- ◇ Sección de exploración acimutal corregida por el “ángulo de aspecto”.
- ◇ Coeficiente de resistencia aerodinámica.
- ◇ Variación del error instantáneo del ángulo de tiro.

Durante el planeamiento de cada operación, se define para cada tipo de arma una clasificación más precisa “pesada o ligera”, dependiendo de la información disponible durante el proceso de sincronización e inteligencia de objetivos (Targeting).

### **Filtrado de blanco falso**

En determinados escenarios se pueden obtener localizaciones erróneas, que son clasificadas por el radar ARTHUR como blancos falsos cuando se presentan estos parámetros:

- ◇ La velocidad inicial del proyectil es menor de 100 m/s y el ángulo de tiro es inferior a 900 milésimas.
- ◇ La velocidad inicial del proyectil es mayor de 1.400 m/s.
- ◇ El valor de la aceleración inicial es superior a 70 m/s<sup>2</sup>.
- ◇ El proyectil está acelerando (No es este el caso de los cohetes, en los que la fase de combustión mantiene una velocidad constante).
- ◇ El tiempo de integración desde el punto medio de la medición a tierra excede:
  - 30 seg para orígenes de fuego (bocas) en modo hostil, o

para el punto de impacto en modo amigo.

- 120 seg para la predicción de impacto en modo hostil.

*Mediante esta opción el operador puede seleccionar un patrón de transmisión (o secuencia), dividido en 26 unidades de tiempo...*

- ◇ El origen de fuego se encuentra más cerca del radar que el punto de seguimiento de la trayectoria número uno, para un proyectil que se aproxima.
- ◇ El origen de fuego se encuentra más lejos del radar que el punto de seguimiento de la trayectoria número uno, para un proyectil que se aleja.

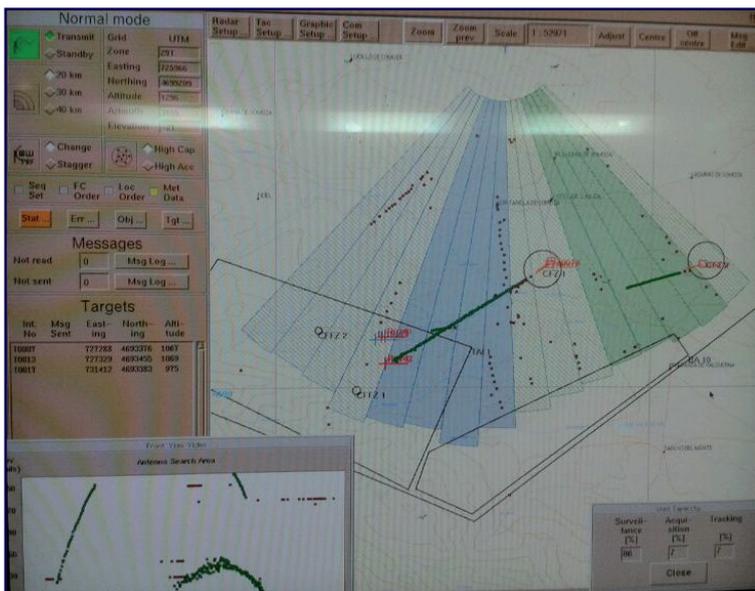
### **Configuraciones tácticas**

El proceso de adquisición del sistema no contemplaba la configuración de empleo táctico del radar ARTHUR con el que cuenta la mayoría de ejércitos usuarios del mismo.

*Pueden establecerse modos de empleo del sensor diferentes, en función de la necesidad de localización de objetivos de Alta capacidad o Alta precisión.*

Esta superior configuración de la que carece nuestro sistema, permite una mayor capacidad de decisión, al contar con dos puestos de control diferenciados, uno diseñado para el control táctico y otro para el control técnico.

De este modo, el sistema no solo puede ser utilizado como un medio radar de A/O, sino que dispone de la posibilidad de asumir desde el control táctico las operaciones de



Arriba: figura 8. Seguimiento simultáneo de dos proyectiles

Abajo: figura 9. Configuración Control táctico y Control técnico



contrabatería de la organización operativa apoyada, si se destaca un oficial que disponga de la adecuada capacidad de decisión.

No obstante, el sistema adquirido permite establecer diversas configuraciones tácticas en función de la demanda de información establecida para el radar durante la fase de planeamiento, o modificar-

las con motivo de variación de las condiciones por conducción de la operación.

El operador determina los valores por los que el sistema establecerá la relevancia de las localizaciones, para asignar a cada una de ellas un índice de prioridad. Cuando se recibe una localización prioritaria, (por ejemplo, un origen de fuego localizado en una CFFZ, “Área de generación automática de peticiones de fuego” o que se encuentra incluido en la HPTL, “Lista de objetivos de alto rendimiento”) el sistema genera automáticamente un mensaje de solicitud de fuego (CFF, Call For Fire). En cambio, si la localización no tiene una prioridad significativa, el sistema genera únicamente un informe de localización.

## CONCLUSIONES

De lo expuesto anteriormente, se deduce que la necesidad de garantizar una cobertura eficaz que proporcione información oportuna y precisa sobre el origen o la previsión de impactos de trayectorias balísticas en las zonas y áreas de despliegue de nuestras tropas y en aquellas donde existan objetivos de alto valor y/o alto rendimiento, se encuentra perfectamente satisfecha con el radar ARTHUR.

La exclusividad de las unidades que conforman el GAIL, a la que se alude al principio de estas líneas, se hace extensiva a la singularidad del Regimiento n° 63 al que pertenece, debido a que es el único del Arma que cuenta con dos Grupos de Artillería, y por esta razón debe obligar a todos los Artilleros a volver la vista hacia esta unidad.

No se puede obviar que el sistema de APOFUS está integrado por tres subsistemas:

- ◇ Subsistema de Mando y Control.

- ◇ Subsistema Productor de fuegos.
- ◇ Subsistema de Adquisición de Objetivos.

El concurso de cada uno de ellos es necesario para proporcionar el adecuado apoyo a las operaciones en el empleo coordinado de los medios específicos de inteligencia de objetivos, evaluación de daños, armas de fuego indirecto, aeronaves armadas y otros medios productores de fuego contra objetivos terrestres y navales.

Si no se materializa adecuadamente la integración de las actividades conducentes a localizar, adquirir y efectuar el seguimiento de posibles objetivos con la asignación de estos al medio de fuego disponible más eficaz, junto con la ejecución del fuego y en último tér-

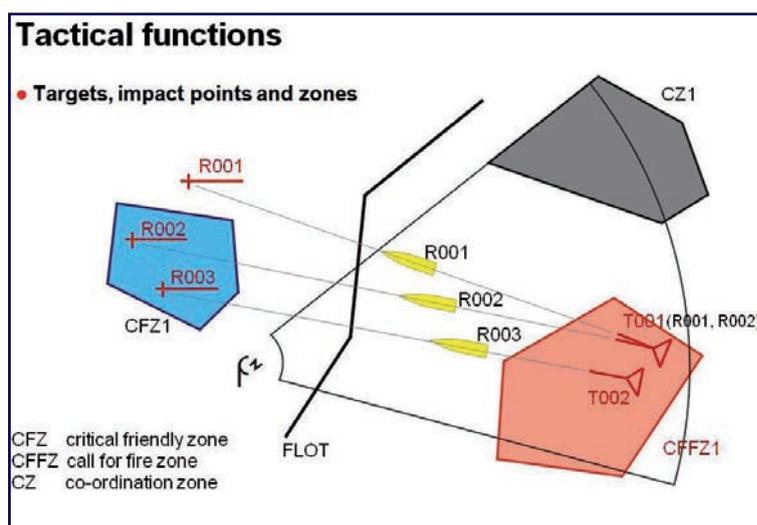


Figura 10. Zonas y Áreas de Adquisición de Objetivos

mino la evaluación de los efectos; no se conseguirá la eficacia que asegure la perfecta coordinación con la maniobra.

## BIBLIOGRAFÍA

- ◇ DO1-001. Doctrina. Empleo de las Fuerzas Terrestres.
- ◇ OR4-309. Orientaciones. GACA información y Localización.
- ◇ OR5-303. Orientaciones. Proc. Operativos de PCART y FSE.
- ◇ MA4-303. Manual de adiestramiento. Batería de A/O.
- ◇ UAZ 105 03/29 Manual del operador ARTHUR.
- ◇ XC113 Modulo planeamiento GACA información y Localización.
- ◇ Concepto de empleo de la ULAO en apoyo de otra unidad (MACA).

---

**El capitán D. Juan Ignacio Fernández González pertenece a la 296 promoción del Arma de Artillería, procedente de la integración de la XIII promoción de la escala a extinguir de oficiales. Está en posesión del curso “Mando Táctico de Unidades de Adquisición de Objetivos”, y actualmente está destinado en el GAIL del RACA 63**

---

## Hablando de líderes y jefes, reflexiones conexas e inconexas y a veces repetitivas

por D. José Antonio Martínez-Ortiz y Rey, teniente coronel de artillería

Ser líder es ser jefe, pero no siempre ser jefe supone liderazgo. Este artículo expone reflexiones sobre lo que suponen ambos conceptos, buscando las posibles divergencias, apoyando éstas en autores de renombre.

De liderazgo y líderes se está hablando y escribiendo mucho en los últimos tiempos, tal vez sea una necesaria justificación a la desaparición o búsqueda de esta figura, pero está de moda y lo estará todavía algún tiempo.

La Real Academia de la Lengua define:

**Jefe:** persona que en una oficina, empresa, corporación, gobierno, club u organismo, está autorizado a dar ordenanzas a sus subalternos y se encuentra en un puesto superior en la jerarquía.

**Líder:** individuo dotado de un conjunto de capacidades que le permiten influir en las personas o grupos de personas, haciendo que este

equipo trabaje con entusiasmo en el logro de las metas y objetivos.

Según estas definiciones extraídas del diccionario, la primera reflexión que me hago es: ¿cuando hablamos de jefes, hablamos de líderes?, ¿Cuándo hablamos de líder, éste es un jefe?

Quisiera ceñirme a un ámbito estrictamente militar, y no a una jefatura informal, no necesariamente vinculada a una estructura jerarquizada.

Por ello, en estas reflexiones intento primero establecer una diferencia, un matiz entre ambos conceptos. Seguramente no exista tal, pero hoy en día se emplea mucho la denominación líder para señalar a alguien que destaca sobresalientemente en algo; pero yo entiendo que el líder no solo destaca, además arrastra, por su carisma, personalidad o autoridad reconocida, a otra serie de seguidores incondicionales.

Por así decirlo, en una estructura piramidal, jerarquizada, el jefe es el que está por encima de nosotros. Ha llegado allí por antigüedad, estudios o incluso méritos; pero podría adolecer de esa personalidad y carisma; no convence, se le obedece y punto; pero no hay sinergia, no hay “feedback” (retroalimentación).

La segunda cuestión que me planteo va dirigida a la educación o formación de nuestros oficiales y suboficiales ¿qué busca?, ¿líderes o jefes?, o ¿tal vez esa unión entre el jefe que lidera y el líder que es jefe?

No es un juego de palabras ni una adivinanza. Establecer esa diferencia o matiz es lo que busco en estas líneas y, por supuesto, lo que quisiera confirmar es que nuestros jefes son líderes; que se han formado en nuestras Academias y han seguido una evolución; de ahí la selección y elección en el proceso.

### **BUSCANDO LAS DIFERENCIAS**

Buscando esas posibles divergencias me atrevo a decir que el jefe, caracterizado por la faceta “potestas”, es una persona que, concibiendo un propósito lo materializa con órdenes, manda a las personas y es para mí un primer factor diferenciador con el líder, tal y como se está empleando el concepto, pues éste último no solo manda a las personas, sino que además aconseja y guía, las motiva para que hagan suyas esas órdenes y las cumplan con ilusión y convencimiento, “autoritas” otorgada libremente por sus subordinados. Tiene su propia visión y ésta es atractiva y motivante para otros.

Un jefe que atemoriza a sus subordinados, que aplica la presión y la amenaza, que se mantiene distante, está abocado a un fracaso en el rendimiento y consecución de sus objetivos.

Si despojamos a este jefe de soberbia, de vanidad, de egoísmo, pero lo mantenemos en esa línea de firmeza, serenidad, preparación y motivación, obtendremos la figura del líder, al menos embrionario, si no carismático. Así pues el líder sirve, en lugar de servirse, actúa en beneficio de una colectividad y no al contrario, que podría ser la figura del déspota, del tirano. El matiz para distinguir a un déspota de un líder –además de los métodos– es el carácter moral, la grandeza de miras del líder que adopta un papel de servidor del colectivo, en lugar de servirse de los otros en propio beneficio, que es lo que hace el déspota instrumentalizando y “objetualizando” a los otros, que no son vistos como personas sino como peldaños en la escalada egoica del tirano, peldaños “a los que, una vez hollados, se les vuelve la espalda sin contemplaciones” (verso del poema “Poder” escrito en el libro “Poemas Agrestes” del Dr. César Díaz-Carrera).

Sin embargo el líder, con esa presencia física entre sus subordinados, con esas palabras de ánimo, con esa preocupación porque se sientan acompañados y apoyados es el que consigue que sus subordinados participen del objetivo por él marcado, que lo haga su propio objetivo.

*...el líder no solo destaca, además arrastra, por su carisma, personalidad o autoridad reconocida, a otra serie de seguidores incondicionales...*

El líder no es inflexible, sabe rectificar y reconocer su error; el jefe, en su aureola de superioridad rayana en la soberbia, jamás reconocerá fallo alguno y lo achacará a la falta de profesionalidad o entrega del eslabón que se ha roto o ha fallado. Sin que esta afirmación sea un



Agustina de Aragón

axioma. Aunque nos podemos encontrar con términos medios.

*Una cadena es tan fuerte como el más débil de sus eslabones*

Durante la realización del curso “Liderazgo creativo” impartido por el IDEC (Instituto para el Desarrollo de la Creatividad), el Dr. César Díaz-Carrera nos abrió la mente hacia esos conceptos que divergen del cartesianismo militar; nada es verdad ni es mentira, todo depende del color del cristal con que se mira; tendencia que la nueva doctrina americana contempla pues en uno de los párrafos leídos, se puede llegar, en el cumplimiento de las órdenes, hasta el nivel de disconformidad. Disconformidad que no es sinónimo de indisciplina, sino de lealtad absoluta. Tal vez la traducción de la palabra no sea la más afortunada o precisa, pero la empleo para resaltar esa faceta.

¿Atenta este concepto contra la disciplina militar?

Yo creo que no, que incluso la elogia, pues cuando estamos hablando de liderar hombres, de enviarlos al combate, de ofrecer sus vidas en aras al cumplimiento de una misión y elevamos el grado de descentralización; cuando proponemos modelos de formación donde la iniciativa y la innovación son factores destacables de las capacidades del soldado, está claro que no; porque pretendemos formar a nuestros soldados, jefes y subordinados, en unas capacidades de conocimiento, autonomía y respuesta muy superiores a las actuales. A generar un criterio propio, sin obviar la necesaria disciplina de combate, es decir, que la instrucción y el adiestramiento, lo practicado, marca el camino a seguir, pero se abre a actuar con iniciativa e innovación.

En abril de 2005 la revista Ejército publicó un artículo titulado “Consejos a un capitán”. De alguna forma estos consejos, o mejor dicho, saber aplicarlos, dan unas primeras pinceladas de cómo creo debe proceder un líder.

Trabajar bajo presión, saber adoptar soluciones a problemas complejos, el dirimir entre varios factores y ponderar adecuadamente lo que puede marcar la diferencia entre cumplir y no cumplir la misión, son objeto de un adiestramiento especial; una preparación intelectual, física y moral importante. El líder nace y se hace. Y tendremos líderes insospechados, es decir, aquel que en la unidad nos parece apocado o reservado, podrá, en determinadas circunstancias, mostrar una entereza de espíritu que provoque una sinergia en la unidad tan positiva que provocará que toda ella se imbuya de un espíritu de entrega y superación permitiendo cumplir la misión y alcanzar el objetivo marcado. Efectivamente como dicen los americanos “Leadership is con-

textually bound”. Tras estas líneas vienen a mí las imágenes de la película “Los 12 del patíbulo”, ¿quién se convierte en líder de ese grupo de depravados, criminales, insubordinados?, ¿quién consigue hacer un grupo, más o menos homogéneo y motivado por un objetivo común, por una misión?; un Mayor (interpretado genialmente por el actor Lee Marvin) con un historial de pendeñero y borrachín, de insubordinado y sin pelos en la lengua, pero que sabe encontrar y avivar ese rescoldo de milicia que aún arde en cada uno de ellos, convenciéndoles de que aún pueden ser útiles para una sociedad que les ha estigmatizado.

## VISIÓN 2025 Y LIDERAZGO

Por su parte, el documento del JEME “Visión 2025” expone las referencias permanentes de ese horizonte. Así, al hablar de profesionalización, marca un eje hacia la excelencia. Cuando trata el concepto de “eficacia del conjunto” nos habla de responsabilidad individual, de respeto hacia el ámbito de decisión de cada profesional.

Esta Visión 2025 determina como elemento clave al soldado, por eso los jefes deberán ser líderes y los líderes deberán ser jefes. El soldado será polivalente, con amplios conocimientos tácticos y técnicos (recomiendo en esta línea la lectura del libro Guerra, de Sebastian Judger, o Soldados a caballo, de Doug Staton).

En “Guerra”, se llega a afirmar: “La idea de que no se te permite experimentar algo tan humano como el agotamiento resulta brutal en todas las circunstancias, salvo en combate”, como declaración de la figura que representa el líder en combate.

Cuando este documento Visión 2025 hace referencia al Mando, el enfoque dado es el liderazgo; ejemplaridad, referente, virtud militar,

son los calificativos que el JEME emplea para definir al futuro militar dotado de iniciativa, creatividad y capacidad de análisis ante complejas situaciones. El líder nace y se hace,

*Un jefe que atemoriza a sus subordinados, que aplica la presión y la amenaza, que se mantiene distante, está abocado a un fracaso en el rendimiento y consecución de sus objetivos*

de aquellos mimbres estos cestos, porque su incompleta formación académica, se reforzará con la actualización que proporcionan los modernos medios de información, la necesaria puesta al día de conocimientos y habilidades, para estar formado en un conjunto de capacidades tácticas y técnicas, apoyadas en aquellas otras físicas, morales y espirituales.

Y obviamente no se limita al oficial; el suboficial debe reforzar su figura como líder indiscutible en el nivel de mando asignado, sobre todo porque va adquiriendo una mayor prevalencia sobre el terreno. La potencia de fuego de las unidades de este nivel de mando es muy grande, y su capacidad para influir en la consecución del objetivo, puede ser resolutoria.

Por ello, los cuadros de mando y tropa, merced a esta preparación constante, dispondrán de unas capacidades de análisis, síntesis y adopción de medidas rápidas y resolutivas muy importantes, por no decir trascendentales.

“Reducido a su esencia, el combate es una serie de decisiones rápidas y acciones notablemente precisas, desarrolladas de forma concertada con otros diez o doce hombres(\*)”.

“Todos toman decisiones basándose en lo mejor para el grupo(\*)”.



Don Pelayo

“Devoción a su unidad, consideración a su Jefe, convicción por una causa(\*)”.

(\*) Guerra, de Sebastian Judger.

### REFLEXIONES SOBRE PUBLICACIONES

Las Reales Ordenanzas de Carlos III, no por haber sido sustituidas por otras modernizadas en contenidos y redacción, dejan de ser fuente de reflexión y análisis. Así el artículo V del cabo nos sirve para esbozar algo que el líder y jefe deben irradiar.

Artículo V del cabo:

*El cabo, como jefe más inmediato del soldado, se hará querer y respetar de él, no le disimulará las faltas de subordinación, infundirá en los de su escuadra amor al oficio y mucha exactitud en el desempeño de sus obligaciones, será firme en el mando, graciable en lo que pueda, castigará sin cólera y será comedido en sus palabras, aun cuando reprenda.*

- ◊ Querer y respetar ¿se pueden conjugar en la figura del jefe?, un jefe, que además de jefe es querido por sus subordinados, se convierte en padre, director, consejero, guía, modelo y un largo etcétera de epítetos que lo convierten en líder.
- ◊ No se da al compadreo pero disfruta con ellos de sus momentos de asueto.
- ◊ Infunde el amor al oficio, a las cosas bien hechas, a la excelencia, a la calidad en todos los sentidos, al cumplimiento de la misión por encima de todo.

Son muchos más los artículos de estas Ordenanzas que inspirarían comentarios de las cualidades del líder, pero es este artículo V el que resume de forma contundente las más significativas. Máxime cuando en el combate de hoy en día se descentraliza la acción hasta los escalones más bajos y podemos llegar a lo que algún erudito militar de EE.UU., ya ha denominado como “el cabo estratégico”, por la importancia que pueden tener sus actuaciones en el actual espectro del conflicto. La mala actuación de una patrulla en COIN puede desbaratar y tirar por tierra todo lo conseguido en meses de arduo trabajo en la misión desplegada.

Las guerras han cambiado, por lo menos las formas de hacerlas, que no los resultados, dado que provo-

can muertos en ambos bandos; y el combatiente no acude a ellas con ese desconocimiento o ese sentimiento de grey de antaño; la preparación para las mismas se lleva a cabo en el día a día de las unidades, y es el SIAE (Sistema de Instrucción y Adiestramiento del Ejército) el que regula este proceso, pero también se dispone de esos periodos de concentración previa a cualquier misión en los que se intenta que todos los engranajes de la rueda, una rueda que se confecciona ad hoc, giren de forma coordinada y engrasada. Los jefes y líderes deben infundir ese criterio y abundar en el propósito que persigue.

Guillermo Rocafort, del que más adelante comento un libro por él escrito, afirma en su obra sobre los almogávares “aunque hay algunos que no lo quieren ver, el soldado bien formado espiritualmente, que sabe por lo que lucha y por qué, que tiene una formación patriótica y espiritual, es natural que resulte mucho más eficaz que aquel que sólo le interesa el servicio de las armas por un puro interés económico”. Es misión del líder formar en esos valores intangibles a sus subordinados.

### **ACTUALIDAD DEL CONCEPTO LÍDER**

Y tratar esta figura ¿es algo innovador?, desde luego que no en estos últimos tiempos, pero tampoco lo ha sido en tiempos pretéritos, al menos con esta denominación. Don Pedro Recacho Eguía, editó en 1946 sus ensayos sobre “Filosofía del mando” donde ya desde sus primeras líneas apunta a la persona del líder, no utilizando esta palabra, que ahora está de moda, pero sí del mando como persona con una especial preparación y predisposición.

*“Si un hombre manda bien y otro mal, es porque el primero obra de acuerdo con las leyes del mando y el segundo no, con independencia*



El Cid

*del conocimiento o ignorancia que de ellas tengan”.*

¿Qué son las leyes del mando?, ¿están escritas en algún documento? Algunas sí, otras es imposible porque no hay letras para identificarlas.

Cuando leemos las biografías de las grandes figuras de la historia, leemos un texto encauzado a ensalzar la figura de ese personaje histórico, adornando los hechos de forma épica, a veces rocambolesca, pero ¿por qué ese personaje llega a ser guía, jefe, líder y cabeza visible de lo que se nos relata?

*El líder no es inflexible, sabe rectificar y reconocer su error...*

Así, todo mando que se rebaje a intrigas, bajezas y otros medios para conquistar el poder o atención de sus subordinados, si solo ejerce ese poder para beneficio propio tendrá mercenarios a su servicio, que cambiarán sus votos cuando otro les ofrezca una situación más ventajosa.



Gran capitán

El líder carece de tiempo de aprendizaje, por eso el líder nace y se hace. Todo oficial o suboficial tiene unas cualidades innatas, la formación académica le confiere otras y su saber hacer le hará crecer en las restantes. Es este un proceso abierto, continuo, permanente.

Pedro Recacho afirma en una página del referido libro, y desarrolla en la segunda parte del mismo, que el mando no es una ciencia matemática. Por ello es imposible predecir cómo va a actuar la persona ante determinadas situaciones, porque ilimitado es el número de circunstancias y cualidades humanas que se conjugan en estas ecuaciones.

Y será el buen jefe, el líder, el que sepa administrar y dosificar inteligencia y sentido común, atendiendo a una u otra, según sea necesario realizar determinadas acciones.

El hombre es sociable por naturaleza y gregario por comodidad. Aislado tiene un valor limitado, en grupo sus capacidades se acentúan y surge la figura del conductor, del líder, del que sabe explotar las capacidades individuales.

El hombre hará uso de su inteligencia, de su vigor físico o de sus facultades espirituales; que si se poseen no revisten esfuerzo alguno, pero de las que se debe hacer una ordenada utilización, para ejercer el mando, la autoridad, el liderazgo.

Si retomamos la lectura y comprensión del “Decálogo del Cadete”, en cada uno de sus artículos nos describe cómo debe ser el líder, cómo debe pensar, cómo debe actuar, qué se espera de él. Coincido en estas líneas con lo expuesto en su discurso de inauguración del curso académico 2012-2013, con el general director de la Academia General Militar, Excmo. Sr. Don Francisco Gan Pampols, cuando afirma que es en este Decálogo donde encontramos las claves del liderazgo; valores tradicionales puestos al día, modernizados en su faceta pedagógica pero permanentes e inamovibles. El general define al líder como esa persona que *sirve para contener la incertidumbre, tolerar la frustración y gestionar la adversidad* y continúa, *ejerce el mando con firmeza no exenta de finura, practica la justicia y la equidad, y es generoso y humilde*. En este punto podemos añadir que el líder consigue transformar esa previsible frustración en un acicate de superación, de acomodación. Trasmutando esa energía destructiva en otra creativa y enriquecedora.

## UN EJEMPLO EN LA HISTORIA DE ESPAÑA

Guillermo Rocafort ha escrito el libro “Enigmas y misterios de los almogávares”. Son éstos unos guerreros españoles con origen en el norte de España, íberos, que desarrollan su labor batalladora entre las fronteras de lo cristiano y lo musulmán. No son mercenarios. Son guerreros, esta es su profesión, pero con ideales bien definidos.

El almogávar es el bravo soldado cristiano de vanguardia, durante los VIII siglos de pulso eterno y victorioso contra el Islam (sic). “Desperta ferro” era su grito de guerra, y acompañados del ruido de sus espadas asaltaban las posiciones y campamentos enemigos.

Su jerarquía es sencilla y se compone en sentido ascendente de almogávar, almocadén, almogávar a caballo y adalid.

Quien quiera profundizar más en el conocimiento de los almogávares puede acudir a las obras de Francisco de Moncada, del propio Guillermo Rocafort, de Ricardo de Isabel Martínez o de Ricardo de la Cierva, por no extenderme con más autores.

A esa cúspide no llega cualquiera; la experiencia, los estudios, la habilidad y una acumulación de artes bélicas y esotéricas son las que permiten al simple almogávar alcanzar el rango de adalid.

El líder, el adalid, nace y se hace.

Adalid significa guía, es decir (palabras textuales del autor) aquel llamado a encabezar cabalgadas que arrasaban el territorio enemigo. Del término árabe “dalil”, que significa guía, conductor, jefe de caballería ligera que recorre el país enemigo.

Y son cuatro las virtudes que han de reunir los adalides: sabiduría, esfuerzo, inteligencia natural y lealtad. Todo ello expresado en el Libro de Partidas de Alfonso X.

*...son cuatro las virtudes que han de reunir los adalides: sabiduría, esfuerzo, inteligencia natural y lealtad...*

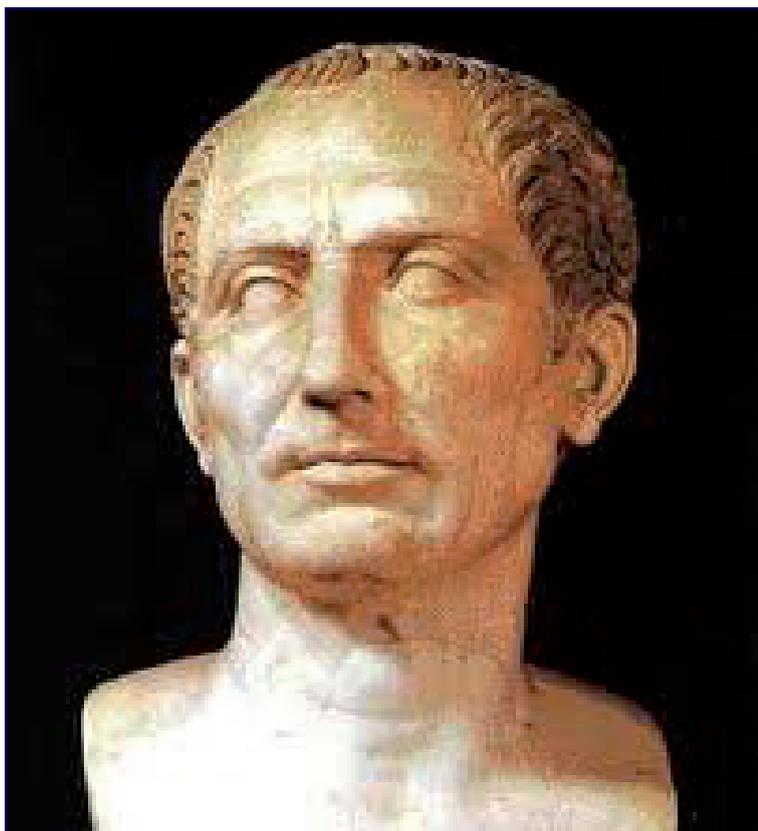
Son adalides almogávares Roger de Flor, Berenguer de Rocafort, Diego Pérez de Vargas en Castilla y León, Gonzalo Fernandez de Córdoba (El Gran Capitán); los Quiñones de Segovia con sus adalides Fernando García de la Torre y Díaz Sanz de Tejada.

Sus actuaciones en todos los hechos de armas de la reconquista son relevantes y concluyentes. Son guerreros avezados, motivados y bien guiados, en definitiva liderados.

## OTROS AUTORES CON LAS MISMAS INQUIETUDES

Jorge Vigón en su libro *Hay un estilo militar de vida* menciona a varios ilustres militares y es frase de Martín de Eguiluz en su tratado *Milicia, discurso y Regla militar*, editado en 1595: “El capitán de infantería española se debe honrar de ser compañero de los soldados”. ¿No es esta una verdad que ya hemos mencionado?, compañero de sus soldados. Etimológicamente, encontramos el origen de esta palabra “compañero” en el latín “cum panis”, el que comparte el pan.

*La gracia de llevar al enemigo al terreno elegido agudamente, la justeza de un despliegue apretado y flexible, la serenidad y el orden para soportar el primer ataque; el golpe de vista para descubrir la ocasión oportuna en la desdichada marcha de flanco intentada por ... y*



Julio César

*la audacia para jugárselo todo en el momento preciso ...; y como resultado la victoria.*

¿No es acaso lo mismo expresado por el general Gan pero con otras palabras?

Soberbia (altanería, prepotencia) y liderazgo son inmiscibles. Norman Dixon en su libro "Psicología de la incompetencia militar", referido a la historia del Ejército británico, proporciona variados y pintorescos ejemplos de adónde conduce la prepotencia de generales incompetentes que no escuchan a sus comandantes y coroneles por arrogancia, que les aboca a la derrota ignominiosa y al desastre colectivo. Lo es también el film "Amanecer Zulu".

Es la primera más cerebral; se da en aquellos personajes que objetivamente o desde su objetividad tienen

una cierta superioridad o sobresalen en alguna faceta de su vida. Así lo afirma el doctor Enrique Rojas en su artículo publicado en La Razón el 1 de marzo de 2008 *Psicología de la soberbia*, distingamos entre soberbia y vanidad, o entre aquella y orgullo; porque el líder es humilde y no habla en primera persona, sabe hacer equipo y es el equipo el que consolida los logros, es el líder el que sabe distribuir el trabajo dentro del equipo, asignando a cada uno dentro de sus capacidades y posibilidades, pero el líder comparte los éxitos y habla en plural. El líder es una persona equilibrada basada en una mezcla ponderada de humildad y autoestima. Este párrafo me lleva nuevamente a la cinematografía y a la figura del general Patton, que pasó de ser un gran líder, carismático y querido, a caer en el menosprecio de su gente cuando la soberbia hizo de él un mando irrespetuoso y tirano con sus subordinados.

Santo Tomás afirma de forma contundente que en este campo del mandar, del liderar, del ser Jefe, donde el que manda yerra; que se debe anteponer el bien colectivo al bien particular, y es competencia del líder imbuir a sus subordinados de esta máxima de sacrificio, entereza y predisposición total, "...su resolución de obedecer una orden que sabía absolutamente insensata fue en aquella ocasión acertada y honrosa."

Entre las obras del Abate Gastón Courtois, hay una muy apropiada para este tema, titulada *El Arte de dirigir* (edición de 1966), pues trata la figura del jefe en todos sus capítulos, pero, si bien lo hace desde una perspectiva mística o religiosa, también es cierto que trata la figura del jefe en su aspecto semántico y nos es válida para abundar en estas reflexiones.

En su obra, el Abate acomete aspectos tan interesantes como "la misión del jefe", y nos dice lo que es

el jefe, por qué se necesitan jefes; cual es la gran misión del jefe: servir, y por fin, qué hace el jefe. Y esto solo en su primer capítulo, del que quiero extraer la siguiente reflexión:

*Nadie es jefe más que en la medida en que sea capaz de hacer que un grupo participe del ideal de que él vive, y de conducirlo a la realización, superando todos su obstáculos.*

En el segundo capítulo desarrolla lo que para él son, o debieran ser, las cualidades del jefe, y paso a enunciarlas para que el lector valore si el líder que buscamos con estas reflexiones no debe ser partícipe de todas y cada una de ellas:

Fe en la misión, sentido de la autoridad, espíritu de decisión e iniciativa, espíritu de disciplina, energía realizadora, calma y dominio de sí mismo, sentido de la realidad (Napoleón es igual de concreto aquí), competencia, espíritu de previsión, conocimiento de los hombres (¡fundamental!), benevolencia de espíritu, bondad de corazón (artículo V del Cabo), respeto a la dignidad humana, espíritu de justicia, firmeza, ejemplo y humanidad.

*Poca inteligencia, empleada por un corazón apasionado, irá más lejos que un genio manejado por un alma fría.*

Con el capítulo tercero nos habla de la jefatura y el arte que ello supone. Totalmente vinculado con el anterior capítulo, el abate describe cuáles son los aspectos que deben regir el arte de formar y educar, de reprender, de animar y hacerse querer, de formar un equipo:

*No se trata tanto de imponer los esfuerzos cuanto de provocarlos hábilmente...*

Finaliza el abate con un capítulo de conclusiones que vuelcan la línea



Manuela Malasaña

de pensamiento hacia unos aspectos muy religiosos, pero que también permiten extraer unas reflexiones sobre la pérdida de valores en una sociedad donde se aprecia más lo material que lo espiritual, lo mundano que lo místico.

Nuestro mundo, nuestra sociedad, están llenos de trepas, de gente con pocas entrañas, baja moralidad y ansia de figurar; sepulcros blanqueados que no aportan nada, pero hacen un daño incalculable.

En su libro ya mencionado, Vigón recoge la frase de Garcia Morente, que asevera: *La virtud de la obediencia no será fácilmente practicada por el español cuando el jefe al que tenga que obedecer no tenga en su persona cualidades reales, individuales, que lo impongan naturalmente como jefe. El español se somete con gusto y entusiasmo a otro yo real en quien perci-*



Maria Pita

*ba fuerza, energía, poder de mando, dureza y superioridad de carácter. No se inclina ante la autoridad puramente metafísica de un concepto.*

En lo estrictamente militar y en el hoy por hoy: ser jefe **no** es ser líder. Y lo que demanda la manada, la grey, es un líder, un macho alfa que les conduzca al combate con temple (no es un comentario misógino o machista, hay mujeres que han demostrado sobradamente unas capacidades de liderazgo muy superiores a las del hombre; de hecho en las manadas de caballos es una hembra la que admi-

nistra disciplina, limitándose el macho a ejercer una labor protectora y reproductora casi exclusivamente, es un simple comentario más dentro del artículo), que participe con ellos de los rigores del frío y del calor, de la sed y el cansancio, sin reflejarlo, pero que no dude, y si duda, porque es condición humana, esta no se exteriorice ni influya en la moral de sus subordinados, que no humille, que no quiera prevalecer solo para encumbrarse, que participe de sus problemas e inquietudes, que les proporcione esa palabra de aliento, esa palmada en la espalda que hace olvidar fatigas y dolores, cuando no temores, que les infunda la seguridad necesaria para superar la ansiedad que inevitablemente generan los inciertos resultados de un combate.

El que conoce a los demás  
es inteligente

El que se conoce a sí mismo  
es iluminado

El que vence a los demás es fuerte

El que se vence a sí mismo  
es la fuerza

El que se contenta es rico

El que se esfuerza sin cesar  
es voluntarioso

El que permanece en su  
puesto vive largamente

El que muere y no perece es eterno

Tao, Te-King  
Lao Tse

Y termino mis cavilaciones, que no diatribas, con una frase de Napoleón Bonaparte:

*Para mandar, hay que tener sentido de lo posible*

---

**El Teniente Coronel D. Juan Martínez-Ortiz y Rey pertenece a la 269 promoción del Arma de Artillería, y en la actualidad es analista en la Jefatura de Adiestramiento y Doctrina de la Academia de Artillería**

---

# Qvadernum Historiae

## Apuntes sobre la historia de la Artillería (I)

### La Artillería primitiva

### La neurobalística y el nacimiento de la pirobalística

por D. Carlos J. Medina Ávila, coronel de artillería

Una percepción muy extendida entre los artilleros es el desconocimiento que actualmente tenemos sobre la historia del Arma. Quizá, los planes de estudios de las Academias, centrados en los conocimientos científicos y técnicos, no han prestado debida atención a la Historia Militar, aspecto importante de nuestra formación castrense, y fundamento de nuestras tradiciones y de la esencia misma de la profesión militar. La mayoría de nosotros hemos prestado atención a nuestra historia años después, cuando, sorprendidos ante un cuadro existente en nuestra unidad, una anécdota, una noticia periódica o una simple conversación entre oficiales más “antiguos”, descubrimos que detrás de nuestros cañones existía “algo más” que los simples reglamentos, que alguna vez tenía su reflejo en ciertos actos conmemorativos. A lo largo de los próximos artículos de esta sección, trataré de bosquejar nuestra historia artillera –lógicamente, no de forma exhaustiva–, con la intención de que el lector se anime posteriormente a profundizar en ella.

**Decía Tomás de Morla en su célebre Tratado de Artillería, cuya primera edición se publicaba en 1784, que “La Artillería es tan antigua como las querellas de los hombres”. Agrupaba así bajo el concepto Artillería, a todas las máquinas que se habían empleado para arrojar proyectiles a lo largo de la historia: no solo a las que usaban la fuerza de la combustión de la pólvora para lanzar proyectiles, sino también a aquellos antiguos ingenios que utilizaron medios mecánicos para ello.**

Cuando los hombres vieron que en campo raso eran derrotados fácilmente por otros más fuertes o numerosos, se protegieron mediante la fortificación. Hubo entonces que buscar medios para atacar a los enemigos resguardados. La primera acción que se ideó para apoderarse de un punto fortificado fue el cerco o sitio, que obligaba a los defensores a rendirse por falta de recursos. Para abreviar su duración, que se podía prolongar durante años y que exigía también grandes recursos a los sitiadores,



Arts Tormentaria medieval. Los trabucos fueron las únicas catapultas medievales cuyo diseño no estaba basado en los de sus predecesoras. En la imagen, dos trabucos de contrapeso: el superior, basado en una famosa ilustración de Viollet-le-Duc, y el inferior en una dibujo datado en el siglo XIII de Villard de Honnecourt

había que apoderarse de la fortaleza a viva fuerza, para lo que era imprescindible aproximarse a sus murallas. Los defensores, por su parte, impedían este acercamiento lanzando toda clase de armas arrojadas y proyectiles a los asaltantes.

El sitiador tuvo así que buscar otros medios que le permitiesen apoderarse de la fortaleza. Se idearon primero ingenios que permitiesen a los atacantes cubrirse y llegar a pie de la fortaleza sin grandes pérdidas. Consegui-

da esta aproximación, había que escalar las murallas o abrir en ellas una brecha lo suficientemente amplia para que permitiese el acceso al recinto. Mientras tanto, el defensor se oponía al avance enemigo construyendo obstáculos, y dificultaba el asalto destruyendo las máquinas y obras del atacante. Sitiados y sitiadores pronto cayeron en la cuenta que era necesario contar con ingenios que lanzasen a mayores distancias proyectiles pesados, con la fuerza y precisión necesarias para lograr sus objetivos. Nació así el arte tormentaria, predecesora de la artillería moderna.

### **POLIORCÉTICA Y ARTS TORMENTARIA**

Según parece, las máquinas de guerra aparecieron por vez primera en la Historia en Asia, sin que pueda asegurarse con certeza en qué nación, ni concretarse en qué época. Los chinos las utilizaron en la más remota antigüedad, y los hebreos ocho siglos antes de la era cristiana en la defensa de Jerusalén. En Europa su empleo fue más tardío. Los griegos las importaron de Oriente, y Alejandro Magno se sirvió de catapultas y balistas móviles en el campo de batalla. Su primer nombre, *poliorcética*, deriva del griego *polis* (ciudad) y *erkos* (cerco), y significa “arte de sitiar y tomar plazas fuertes”. En Roma, todas las máquinas para el ataque y defensa de fortalezas recibieron el nombre genérico de *tormentum*, de donde procede la denominación de *Arts Tormentaria*. Las Legiones romanas las

*...Sitiados y sitiadores pronto cayeron en la cuenta que era necesario contar con ingenios que lanzasen a mayores distancias proyectiles pesados, con la fuerza y precisión necesarias para lograr sus objetivos. Nació así el arte tormentaria, predecesora de la artillería moderna.*

perfeccionaron técnicamente e innovaron empleo táctico, multiplicando su número y llegando orgánicamente a formar parte de sus dotaciones. Con la decadencia del Imperio prácticamente desaparecieron, aunque resurgirían posteriormente en el siglo x, y fueron utilizadas hasta finales del siglo xv, conjuntamente con bombardas y morteros.

Según la misión que tenían asignada, podemos agrupar estas máquinas de guerra en cuatro grupos: máquinas de *aproche*, máquinas de asalto, máquinas demoleadoras y máquinas de tiro. Las primeras protegían a los asaltantes que se acercaban a las murallas y consistían en pantallas de ramas, pieles o tablas, que podían unirse para formar galerías. Como máquinas de asalto, se utilizaban escalas y otros ingenios, como el *tolenón* –que transportaba sobre el muro a unos veinte hombres armados– y la bastida o torre de asalto móvil, de varios pisos, que podían llevar en sus plataformas balistas y catapultas. Las máquinas demoleadoras eran utilizadas para abrir las brechas para el asalto, siendo la más conocida el ariete, formado por una viga con una pieza de hierro en la punta, manejada originariamente a brazo y que, al aumentar el grosor de los muros, se implementaría con bastidores y cadenas para su empleo.

Las máquinas de tiro, destinadas a lanzar proyectiles –precursoras, por tanto, de las piezas de artillería–, eran las más ingeniosas, y con

el tiempo llegaron a tener enormes dimensiones y diseños verdaderamente complicados. Las necesidades tácticas hicieron necesaria la construcción de máquinas de tiro horizontal y otras de tiro parabólico. Con las primeras –catapultas, onagros y balistas– se atacaban directamente las murallas para abrir la brecha. Aprovechaban la energía acumulada por la torsión de cuerdas confeccionadas con nervios de animales– de ahí su nombre de neurobalísticas– para lanzar piedras de hasta 500 kilos a distancias de unos 1.000 metros, y por su trayectoria tensa, pueden considerarse predecesoras de los actuales cañones.

Las máquinas de tiro parabólico –fundíbalos, máquinas pedreras y trabucos–, antecesoras de morteros y obuses, tenían como finalidad batir el interior de la fortaleza sitiada y lanzaban sus proyectiles mediante una honda sujeta en el extremo de un mástil que se impulsaba, bien al liberar un contrapeso, o por tracción manual.

### LA NUEVA FURIA: TRUENOS, TIROS Y BOMBARDAS

Con el ocaso de la Edad Media se produjeron cambios espectaculares en la ciencia y la técnica militar que tuvieron una triple vinculación: el salto cultural que supuso la aceptación de la mentalidad renacentista, el fenómeno político que constituyó la irrupción del Estado Moderno, y una innovación tecnológica de enorme importancia, la generalización de la artillería y las armas de

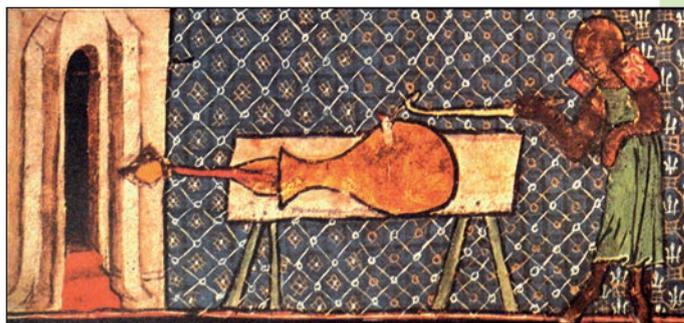


Imagen superior.

La representación más antigua de una boca de fuego pertenece a un manuscrito inglés de Walter de Milemete, "De Nobilitatibus Sapientii Et Prudentiis Regum", datado en 1326. El arma tiene forma de vasija, y difiere radicalmente de las utilizadas en occidente, pero es muy similar a cañones chinos datados pocas décadas después

Imagen central.

Bombarda completa en su montaje, finales del siglo xv-principios del siglo xvi. (Sala de Artillería del antiguo Museo del Ejército de Madrid)

Imagen inferior.

Cañas de cerbatanas, mediados del siglo xv. (Sala de Artillería del antiguo Museo del Ejército de Madrid). Las cerbatanas o zebratanas eran piezas de tiro tenso, de grandes longitudes de tubo y pequeño calibre, precursoras de las culebrinas

fuego. Esto último pondría en evidencia las deficiencias del ancestral arte de la guerra medieval, basado hasta entonces en caballos y caballeros, lanzas, espadas, castillos y catapultas, llevando a colapsar el orden social y político establecido. En el caso de los Reinos cristianos hispánicos se añadiría otra circunstancia particular, de marcado significado histórico y político, como fue el proceso gobernado por Isabel de Castilla y Fernando de Aragón, encaminado a conseguir la unidad de España.

No se sabe con exactitud cuándo se comenzó a utilizar la pólvora en Europa, pero se supone que fue entre la segunda mitad del siglo XIII y el primer cuarto del siglo XIV. En Inglaterra, el franciscano Roger Bacon, aproximadamente en 1250, describió un compuesto similar a los fuegos artificiales, quizás traídos desde China y Asia Central por la ruta de la seda.

En España, los más autorizados historiadores artilleros no se ponen de acuerdo a la hora de fijar la fecha de su aparición en la península. Ramón de Salas afirmaba que había indicios de que pudo ser utilizada como arma de guerra en 1118 en Zaragoza. Niebla en 1257, Córdoba en 1280, o Gibraltar en 1306, han sido también fechas y lugares emblemáticos citados por otros historiadores. No obstante, la teoría más plausible, expresada por Arantegui y Sanz, es que las armas de fuego fueron usadas por vez primera por los árabes del Reino de Granada en los sitios de Alicante

*...Los monarcas, que contaban con ejércitos más permanentes –circunstancia ésta que les permitía contratar al personal más apto–, y con mayores recursos y medios, decantarían la consideración de la artillería como la “Última Ratio Regis”, el Arma de los Reyes por excelencia.*



y Orihuela en 1331. Pocos años después, en 1340, la victoria cristiana en la batalla del Salado proporcionaría a las huestes de Alfonso XI estas nuevas y desconocidas armas, que se difundirían con rapidez en la península y el resto de Europa.

Sea como fuere, a finales del siglo XIV y, sobre todo, entrado el siglo XV, la artillería pirobalística, es decir, las nuevas armas que utilizaban los gases producidos por la combustión de la pólvora para lanzar proyectiles, era ya una realidad. Aunque no era todavía un artículo cotidiano y su expansión sería lenta –se topó con numerosas resistencias tanto técnicas como sociales, pues era una amenaza para el orden establecido– la pólvora constituiría una de las claves más importantes del decisivo cambio tecnológico militar renacentista, impulsando a su vez la creación de un nuevo sistema de arquitectura militar al objeto de aprovechar mejor sus características.

La artillería fue desde un principio un arma cara y difícil de obtener y de utilizar. Aunque cualquier señor feudal podía disponer de ella, el coste de las piezas y de su mantenimiento, los precios de las pólvoras, y las pagas especiales que debían abonarse a los artilleros especializados y a los fundidores, suponían un gran dispendio. Por este motivo, será casi monopolizada por estamentos con un nivel de renta muy elevado –y en el caso castellano, más concretamente, por la monarquía– capaces de contratar

personal especializado, y de mantener y renovar los parques. Algunas ciudades, grandes nobles y determinadas Órdenes Militares conservaron o mantuvieron piezas, pero no podían compararse a la artillería regia. Los monarcas, que contaban con ejércitos más permanentes –circunstancia ésta que les permitía contratar al personal más apto–, y con mayores recursos y medios, decantarían la consideración de la artillería como la “Última Ratio Regis”, el Arma de los Reyes por excelencia.

Con la denominación genérica de truenos y tiros coexistieron en el siglo xv y el primer tercio del xvi una gran cantidad de modelos de bocas de fuego distintas. Ello era debido en gran medida a los diferentes conocimientos técnicos de cada fabricante y al amplio margen de libertad de que disfrutaron para su manufactura. Por esta razón, actualmente es difícil efectuar una clasificación sistemática de estos materiales, máxime cuando muchos de ellos fueron bautizados con nombres propios, según puede desprenderse de la lectura de documentos de la época. Estas primeras bocas de fuego se han encuadrado tradicionalmente en función del tipo de manufactura, recibiendo las denominaciones de artillería de hierro forjado de la primera época y de la segunda época.

La principal característica diferencial de cada pieza y el dato fundamental del que se partía para su construcción era el calibre. A mayor tamaño del proyectil, mayor cali-



Imagen superior.

Mortero pedrero, finales del siglo xv. (Sala de Artillería del antiguo Museo del Ejército de Madrid). Procedente del Alcázar de Segovia, fue pertrechado en tiempos de la reina Isabel la Católica por el Alcalde Cabrera. Es de hierro forjado, y en él pueden verse los zunchos que proporcionan mayor resistencia a la caña

Imagen central.

Una de las primeras imágenes del uso de una bombarder en batalla en occidente, el Sitio de Orleans en 1429, en un códice miniado contemporáneo, el manuscrito “Vigilias de Carlos VII”, obra de Martial D´Auvergne

Imagen inferior.

Cañas de bombarder, finales del siglo xv-principios del siglo xvi. (Sala de Artillería del antiguo Museo del Ejército de Madrid). Las dimensiones de algunas bombarder hacían ímproba la tarea de su transporte. En la de mayor calibre pueden verse las duelas que se utilizaban para su construcción

bre y, por tanto, mayor debía de ser la pieza a fabricar. Las primeras piezas fueron de calibres discretos, pero con el tiempo, sobre todo en el segundo tercio del siglo xv, los calibres, y con ellos los tamaños de las piezas, aumentaron exageradamente. Aunque se adujeron razones técnicas, tales como el que los proyectiles provocasen mayores daños a las defensas enemigas, el verdadero motivo en muchas ocasiones –y ajeno a las necesidades bélicas–, fue la vanidad de sus dueños. Para contrarrestar su excesivo peso se procuró acortar su longitud pero, como sabemos, este factor tiene una gran influencia en el tiro, dado que durante el tiempo en el cual el proyectil recorre el ánima está impulsado por el esfuerzo repetido que proporciona la combustión de la pólvora. Por tanto, si la pieza era muy larga podían emplearse mayores cargas de proyección, obteniéndose una mayor velocidad del proyectil –lo que proporciona más energía cinética– y alcances superiores. Con diversas denominaciones, surgieron así dos tipos de bocas de fuego: las de gran longitud de ánima y calibre reducido, utilizadas generalmente contra personal, y las de longitud de ánima regular, de grandes calibres, empleadas para batir muros y fortificaciones. De ellas cabe destacar las que se describen a continuación.

Las BOMBARDAS o LOMBARDAS eran piezas de tiro tenso, relativamente cortas, cuyas longitudes no llegaban a los 12 calibres. Estaban compuestas de dos partes: una anterior llamada caña,

*...si la pieza era muy larga podían emplearse mayores cargas de proyección, obteniéndose una mayor velocidad del proyectil –lo que proporciona más energía cinética– y alcances superiores...*



trompa o tomba, y otra posterior, de menor longitud y diámetro, denominada recámara, mascle o servidor, que una vez cargada con la pólvora se encajaba en la caña, sujetándose entre sí mediante cuerdas, y ambas al montaje, para hacer fuego. Caña y recámara estaban formadas por un cilindro hecho de duelas y reforzado por una serie de anillos, conocidos como zunchos. El cilindro o cavidad interior de la caña se denominaba ánima, y la recámara disponía de un orificio por el que se daba fuego a la carga, llamado oído o fogón. La fabricación de bombardas no estaba sujeta a ninguna norma, por lo que en ocasiones, se hicieron algunas de enormes dimensiones. Dependiendo de éstas, las bombardas se clasificaron en grandes, medianas y pequeñas. De fisonomía semejante y derivadas de las bombardas –si bien no deben confundirse con ellas–, las BOMBARDAS, de calibres menores y cuyas longitudes, que oscilan entre los 15 y los 30 calibres, tenían habitualmente el alojamiento de la recámara muy ensanchado para que pudiese tener el mismo calibre que la caña y se aprovechase mejor la carga.

También de las bombardas, en la segunda mitad del siglo xv, se originaron las BOMBARDAS TRABUCERAS, en las cuales la relación entre longitud y calibre es mínima, y de éstas nacerían poco después los TRABUCOS, conocidos luego como MORTEROS o PEDREROS, piezas muy cortas que efectuaban tiros curvos, logrando así una mayor ver-

ARTILLERÍA DE HIERRO FORJADO SEGUNDA MITAD DEL SIGLO XV Y PRIMERA MITAD DEL SIGLO XVI					
GRUPOS	NOMBRE DE LA PIEZA	LONGITUD EN CALIBRES	PESOS MEDIOS		CALIBRE EN CM.
			PIEZA	PROYECTIL (CALIBRE)	
PIEZAS GRUESAS	Bombarda o lombarda	4 a 12	43 ½ quintales	70 libras piedra	20 a 30
	Pasavolante	15 a 20	46 quintales	8 libras hierro	14 a 20
	Bombardeta	15 a 30			8 a 10
PIEZAS MENUDAS	Falconetes y versos	15 a 25	11 quintales	2 ½ libras hierro	7 a 5
	Cerbatana	25 a 40	26 quintales	4 libras hierro	7 a 5
	Ribadoquin	34 a 40	7 ½ quintales	1 ¼ libras hierro	2 a 5
	Esmeril				4 a 5
	Espingarda				
	Mosquete				
	Mosquetón				
PIEZAS DE TIRO CURVO	Mortero	1 a 3		160 libras piedra	30 a 50
	Trabuquera	3 a 4		39 libras piedra	20 a 30
	Cortaos o cuartagos		43 ½ quintales		Varios calibres
PIEZAS MÚLTIPLES	Órgano				

ticalidad en la caída del proyectil sobre el objetivo. Otras variantes de las bombardas, con formas muy similares pero de calibres menores y grandes longitudes de tubo, eran las CERBATANAS o ZEBRATANAS, precursoras de las culebrinas; los RIBADOQUINES y MEDIOS RIBADOQUINES, llamados también MOSQUETES DE OREJAS; y los PASAVOLANTES, antecesores de los BASILISCOS, y los ESMERILES.

De aspecto exterior diferente a todas las anteriores son los VERSOS y los FALCONETES, piezas menudas cuya caña se prolongaba por un cuerpo cilíndrico de diámetro mayor acabado en un marco, donde se enchufaba la recámara, que tenía for-

*...su alcance máximo podía oscilar entre los 1.900 y los 3.300 metros, y su cadencia de tiro era muy lenta, de 4 o 5 disparos por hora en las ligeras, y de 8 a 10 disparos por día en las muy gruesas.*



ma de jarra con asa o alcuza. Para asegurar su unión y evitar que en el momento del disparo saliese despedida, se introducía una cuña o plancha metálica que la inmovilizaba en el marco. Su caña disponía de dos muñones, en los que se sujetaba una horquilla, que terminaba en una espiga para colocar la boca de fuego en su montaje. En la parte posterior del arma, un apéndice o vástago curvado, denominado rabera, facilita su movimiento en dirección.

Consideradas como armas portátiles, de las llamadas piezas menores pueden mencionarse las CULEBRINAS DE MANO, sustituidas luego por las ESPINGARDAS; los MOSQUETES, y los MOSQUETONES, empleadas to-

das ellas hasta la aparición de la ESCOPETA a finales del siglo xv o principios del xvi.

Entre la infinidad de modelos existentes en este período cabe resaltar también otros tipos de piezas peculiares, como los ÓRGANOS, ingenios formados por tres o más tubos de pequeño calibre montados en un soporte, con los que se lanzaban “hierros y regatones de lanzas y quadrillos gruesos para quebrar mantos y mandiletes chapados” –equivalente a la metralla actual–, y los CORTAOS o CUÁRTAGOS, especie de bombardas trabuqueras que se empleaban sobre objetivos situados en la vertical de tiro, a las que se les daba fuego a distancia.

Estos materiales de artillería de hierro forjado de la primera época, estaban fabricados en hierro batido, obtenido artesanalmente por el método de forja catalana<sup>1</sup>.

El procedimiento de construcción de los tubos se basaba en la colocación longitudinal de una serie de duelas de hierro, alrededor de un cilindro de piedra o de metal del diámetro adecuado al calibre del ánima que se quería obtener, al modo en que se

(1) La forja catalana es, en esencia, un horno de forma rectangular con paredes de material refractario, por el que se hace circular una corriente de aire de abajo hacia arriba. En este horno se deposita el mineral de hierro y abundante carbón vegetal. Cuando se alcanza determinada temperatura se funden las impurezas, y los granos de hierro, al rojo vivo, se sueldan formando un bloque muy pobre en carbono (menor al 0,2%). Este hierro dulce es fácilmente moldeable a golpe de martillo, y puede soldarse calentándose al rojo vivo. El trabajo se denomina “de forja”, y el metal resultante, aunque presenta poca resistencia a la penetración, soporta en cambio grandes esfuerzos de tracción y compresión.

*Las máquinas de tiro, destinadas a lanzar proyectiles –precursoras, por tanto, de las piezas de artillería–, eran las más ingeniosas y con el tiempo llegaron a tener enormes dimensiones y diseños verdaderamente complicados...*



hacen los toneles de madera. Fijado el número de duelas necesarias, según el calibre de la pieza a fabricar, se les daba la forma y la longitud adecuada a la que había de tener la pieza. Terminada la forja de cada una de las duelas, se afinaban a lima para que tuviesen mejor contacto entre ellas. Después se les unía mediante forjado y se sujetaban con alambre, formando así el tubo interior. Éste se reforzaba con varios manguitos fabricados de chapa de hierro estirada a martillo, a los que se les daba la forma conveniente en la bigornia, soldando luego sus extremos. Una vez terminados, se colocaban en caliente sobre el tubo interior, análogamente a como se efectúa actualmente el proceso de sunchado, con la finalidad de que al enfriarse ejerciesen un apriete sobre las duelas. A continuación, y

de forma semejante, se colocaban los refuerzos que, constituidos por los aros o zunchos, cubrían el manguito, aumentando así la resistencia a los esfuerzos que en su momento ejercerían los gases de la pólvora. Para hacer el resalte del enchufe se dejaban las duelas un poco más largas, a fin de unirles un aro que se colocaba dentro del extremo superior de la caña. Los aros en los que iban a situarse las argollas para el pase de las cuerdas se taladraban antes de colocarlos sobre el tubo.

La recámara se construía de forma similar. El tubo interior se formaba con duelas forjadas que una vez afinadas, se unían y se reforzaban, como se efectuaba en el caso de la caña. Para soldar el enchufe se ponía esta parte al rojo blanco y se martillaba sobre la bigornia hasta darle la forma adecuada. Al objeto de colocar la culata, se dejaban también unas lenguas un poco más largas, para redoblarlas sobre un disco del diámetro del calibre, calentándose conjuntamente. Finalmente, para evitar que la culata resultase tan frágil, se recurría a soldar un segundo plato en el último manguito.

A principios del siglo xvi se utilizó para la fabricación de determinadas bocas de fuego otro procedimiento diferente, consistente en la colocación sobre un alma o barra cilíndrica, de menor diámetro que el calibre pretendido de una serie de zaplas o tejuelas al rojo, que se unían por trabajo de martillo y forja, formando una primera capa, a la que se agregaban posteriormente otra u otras, siguiendo idéntico pro-

cedimiento. Luego se obturaba uno de los extremos del cilindro, constituido con un núcleo de hierro para, finalmente, barrenar el interior hasta obtener el calibre deseado. Finalmente, se torneaba exteriormente y se abría el fogón. Estos materiales se encuadran como pertenecientes al llamado período de transición.

Las características balísticas de cada una de ellas dependían de las peculiaridades de su manufactura, de la experiencia de los artilleros que la servían, y de la calidad y volumen de la carga de pólvora utilizada en cada disparo. Según los datos que Vigón recoge de Arantegui y de Salas, su alcance máximo podía oscilar entre los 1.900 y los 3.300 metros, y su cadencia de tiro era muy lenta, de 4 o 5 disparos por hora en las ligeras, y de 8 a 10 disparos por día en las muy gruesas.

### PARA SABER MÁS

La lógica limitación de espacio hace preciso dejar para próxima ocasión lo relativo a montajes, municiones y cargas de proyección de estos primeros materiales, así como lo referente al manejo de las piezas y su empleo en combate.

Para finalizar este primer artículo, he de lanzar una propuesta al lector: la formación de una biblioteca esencial propia sobre la historia de la artillería. Actualmente, aparte de las publicaciones en papel, la tecnología e internet nos dan la oportunidad de conseguir muchos textos que, por su antigüedad o su valor crematístico están al alcance de pocos.



Imagen superior.  
Falconetes, finales del siglo xv. (Sala de Artillería del antiguo Museo del Ejército de Madrid). Armas muy utilizadas en buques y de castillos, los falconetes disponían de dos muñones, en los que se sujetaba una horquilla que terminaba en una espiga para colocar la boca de fuego en su montaje

Imagen inferior.  
Recámara de una bombardera. Detalle. (Sala de Artillería del antiguo Museo del Ejército de Madrid)

Como obras básicas han de citarse las siguientes:

- ◊ Libros impresos no digitalizados
- HALL, BERT S. Weapons & Warfare in Renaissance Europe. John Hopkins. University Press. Londres, 1997.



El triunfo de la artillería. Tablero número 26 del Coro Bajo de la Catedral de Toledo (Maestre Rodrigo Alemán, 1489-1495). Fragmento. De los tres artilleros que aparecen en primer término, uno de ellos, con armadura y casco, está cargando la recámara de una bombardarda, mientras que los otros dos, sin armadura visible, están disparando una bombardarda y una pequeña pieza con montaje de ruedas. Puede observarse, además, el impacto de un proyectil en el muro de la torre más lejana. La artillería contribuyó con efectividad en el desarrollo de los sitios y fue uno de los factores decisivos en la Guerra de Granada

- LÓPEZ MARTÍN, HERRERO, MEDINA, ET ALIA. Artillería y Fortificaciones en la Corona de Castilla durante el Reinado de Isabel la Católica. Coordinado por Aurelio Valdés. Ed. del Umbral/MINISDEF. Madrid, 1994.
  - HERRERO, FRONTELA, MEDINA, VERDERA. Al pie de los cañones. La Artillería española. Tabapress/MINISDEF. Madrid, 1994.
  - MARTÍNEZ BANDE, JOSÉ MANUEL Historia de la Artillería. Escelicer, Madrid, 1947
  - NORRIS, JOHN. Early Gunpowder Artillery c.1300–1600. Crowood Press. Ramsbury, 2003.
  - VIGÓN SUERODÍAZ, JORGE. Historia de la Artillería Española. 3 tomos. Instituto Jerónimo Zurita. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.
- ◊ Obtenibles en pdf vía internet e intranet:
- ARANTEGUI Y SANZ, JOSÉ DE. Apuntes históricos sobre la Artillería española en los siglos XIV y XV. Imprenta del Cuerpo de Artillería. Madrid, 1886.
    - Apuntes históricos sobre la Artillería española en la primera mitad del siglo XVI. Imprenta del Cuerpo de Artillería. Madrid, 1886.
  - COLLADO, LUÍS. Plática Manual de la Artillería. Milán, 1592 (en italiano).
  - SALAS, RAMÓN DE. Memorial histórico de la Artillería española. Imprenta de García. Madrid, 1831
  - DE LOS RIOS, VICENTE. Discurso sobre los ilustres autores e inventores de artillería. Impr. Joachim Ibarra, 1767.
- ◊ MEMORIAL DE ARTILLERÍA, especialmente los artículos
- OLIVER COPONS, ARTURO (1883). “Las Artillerías de Guerra en el reinado de los Reyes Católicos” (1883)
  - OLIVER COPONS, ARTURO. “Los primeros combates y la batalla de la Vega Real, 24 de marzo de 1495”, en la Entrega extraordinaria conmemorativa del Cuarto Centenario del Descubrimiento del Nuevo Mundo (1892).

---

**El coronel D. Carlos J. Medina Ávila pertenece a la 272 promoción del Arma de Artillería. Es diplomado de Estado Mayor, y en la actualidad se encuentra en la situación de Reserva**

---

# Ingeniería Industrial del Cuerpo de Artillería en la fábrica de Artillería de Sevilla

por D. Guillermo Frontela Carreras, coronel de artillería

Trata de la evolución de la “Fundición de Bronces de Sevilla” desde su creación, en el siglo XV, hasta su cierre, a finales del XX, ya como “Fábrica de Artillería de Sevilla”. Se hace un recorrido a través sus instalaciones, maquinaria, técnicas de fabricación, materiales construidos, proyectos desarrollados y funciones de los artilleros en ella destinados a lo largo de las cuatro etapas de su dilatada existencia de casi cinco siglos, diferenciadas por su dependencia, dirección y consideración de los fundidores, en función de los distintos tipos de industria, según la intervención estatal y del grado de implicación de la Artillería.

Cuando aparecieron las bocas de fuego, para su empleo, fabricación y perfeccionamiento, el artillero precisó adquirir y conjuntar una serie de conocimientos sobre siderurgia, metalurgia, química, mecánica, matemáticas y física, desarrollando una faceta de ingeniero que daba sentido al significado original de la palabra “artillería”. Por eso, la Artillería, siendo el “arte de construir, conservar y usar todas las armas, máquinas y municiones de guerra” nació como el primer Cuerpo de Ingeniería del Ejército. En su especialización en las ar-



Cañón de bronce para el Ejército, fundido en Sevilla en 1615. Exhibido en la entrada de la Delegación de Defensa de Sevilla, antigua Fábrica de Artillería. (Foto, Delegación de Defensa, Sevilla)

mas ofensivas se encuentra el origen de la voz “artillería” y respecto a las defensivas, la “ingeniería militar”.

En 1711 la Artillería transfirió su facultad de ingeniería de construcción de los sistemas defensivos al Cuerpo de Ingenieros del Ejército, pero siguió conservando la de ingeniería industrial, fiscalizando, inspeccionando, gestionando, haciendo proyectos y dirigiendo las industrias de interés militar, hasta mediados del siglo xx que la traspasó al nuevo Cuerpo de Ingenieros de Armamento.

## LA INDUSTRIA DE LA ARTILLERÍA EN SEVILLA

No se tienen noticias fidedignas sobre el comienzo de la industria de la artillería en Sevilla. Existía una antigua tradición de fundidores cuya actividad tomó auge en el siglo XIV, experimentando gran pujanza a finales del XV por la creciente demanda de cañones para la defensa de nuestros barcos y puertos del Nuevo Mundo.

En las actas del Ensayo de un Diccionario de Artífices, de Gestoso y Pérez, se mencionan talleres de forja en 1522 y se cita a Lucas de Brujas, fundidor de tiros de artillería para señores como el Duque de Medina Sidonia<sup>1</sup>.

Probablemente fue en 1526, durante la estancia del emperador Carlos I en la capital para contraer matrimonio con su prima Isabel de Portugal, cuando la Casa de Contratación le expuso la conveniencia de instalar una fundición para dotar con cañones a los navíos de la Carrera de Indias.

Creada como Fundición de Bronces, atravesó cuatro etapas a lo largo de su dilatada existencia de casi cinco siglos, diferenciadas por su dependencia, dirección y consideración de los fundidores; en función de los distintos tipos de industria, según la intervención estatal y el grado de implicación de la Artillería.

(1) Ensayo de un diccionario de artífices que florecieron en Sevilla desde el siglo XIII al XVIII. 60. Gestoso y Pérez. (Vol. III) (Reimp. Ed. Sevilla, La Andalucía Moderna, 1899-1908).

*...Por eso, la Artillería, siendo el “arte de construir, conservar y usar todas las armas, máquinas y municiones de guerra” nació como el primer Cuerpo de Ingeniería del Ejército...*



## PRIMERA ETAPA. “FUNDICIÓN DE BRONCES” (1540-1634)

En 1540 se comenzó a fundir artillería para el rey en unos modestos talleres particulares de Juan Morel Ribera, dedicados a la fabricación de campanas para las iglesias. Entonces la artillería empezaba a ser el elemento militar defensivo y disuasorio más importante, pero tenía un inconveniente: la arbitrariedad y fantasía de los fundidores o de los magnates que la encargaban, creando piezas únicas que precisaban su propia munición.

Se fabricaban más de un centenar de modelos, de tres géneros: culebrinas, cañones y pedreros. Como dice Salas, “una confusión”<sup>2</sup>. Tal variedad motivó las reformas de Carlos I, promulgando la primera Ordenanza de Artillería, reduciéndolas a seis tipos de cañones, culebrinas y morteros<sup>3</sup>.

En 1565 el fundidor Juan Morel “el Viejo” amplió su industria en el barrio de San Bernardo, y construyó dos hornos donde fundía campanas y artillería para las plazas y ejércitos de “Su Majestad”<sup>4</sup>.

Convertida España en una gran potencia con responsa-

(2) Memorial Histórico de la Artillería Española. Capitán Ramón de Salas, 1831.

(3) Primera Ordenanza de Artillería, 1540. Cañones de a 40 libras, medios cañones de a 24, culebrinas largas y cortas de a 12 y medianas de a 6, el sacre de a 6,5 y algunos morteros.

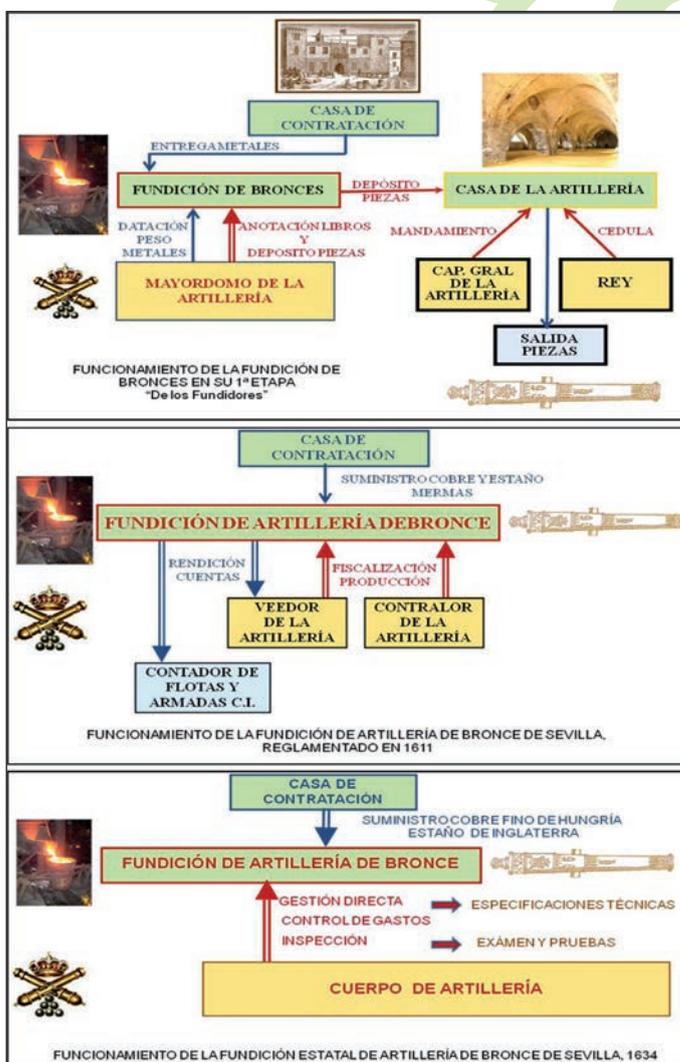
(4) Juan Morel “el Viejo”, en 1565 recibió a censo perpetuo y mediante una renta de 132 reales y 12 maravedís tres solares que poseían don Lázaro Martínez de Cozar y su mujer doña María de Guzmán, en el barrio de San Bernardo, extramuros de la ciudad.

bilidades en todo el mundo, el emperador favoreció las mejoras de la artillería, impulsó las fundiciones que, aunque continuaron siendo de propiedad particular, tenían que fabricar determinados modelos.

La Casa de Contratación entregaba al jefe del establecimiento los metales. El Mayor-domo de la Artillería se databa del peso, y cuando recibía las piezas terminadas las depositaba en la Casa de la Artillería. Su salida se efectuaba mediante cédula del monarca o mandamiento del capitán general de la Artillería.

Las ideas y experiencias de los tratadistas Cristóbal Lechuga, Diego Ufano y del famoso fundidor Bartolomé Sumariba, contribuyeron a determinar las reformas en las fundiciones respecto a pesos y dimensiones de las piezas, naciendo la Ordenanza de Felipe II de 1609, limitándolas a cuatro calibres<sup>5</sup>.

A principios del siglo XVII muchos barcos españoles surcaban los océanos de todo el mundo con gran riesgo de ser abordados por piratas y enemigos, evidenciándose la necesidad de dotarlos con cañones de bronce. La fundición sevillana atravesaba uno de sus momentos de mayor auge y ya podía suministrarlos, siendo reglamentado su funcionamiento en 1611<sup>6</sup>.



(5) Ordenanza de Artillería de 1609. Cuatro calibres: cañón de batería, medio cañón, cuarto de cañón y pieza de campaña, con 40, 24, 10 y 5 libras de bala y 64, 41, 23 y 24 quintales de peso, respectivamente.

(6) Reglamentación del funcionamiento de la Fundición de Bronces de Sevilla: Real Cédula de 3 de Junio de 1611.

Imagen superior. Etapas de la Fábrica de Artillería de Sevilla. (Autor)

Imagen inferior. Funcionamiento de la Fundición de Artillería de Bronce, bajo dependencia de la Casa de Contratación de Sevilla. (Autor)

El establecimiento quedó bajo la dependencia de la Casa de Contratación en cuanto a los suministros de cobre y estaño e imposición

de mermas, y de los veedores y contralores de Artillería para fiscalizar la producción<sup>7</sup>.

## SEGUNDA ETAPA. "FUNDICIÓN DE ARTILLERÍA DE BRONCE" (1634-1717)

Las frecuentes discusiones económicas y personales entre la Administración y los fundidores, sobre todo por las mermas, amenazaban la continuidad del alto nivel productivo de la fábrica. El Estado, para evitar el peligro que suponía una industria tan importante en manos privadas, decidió controlarla y adquirió la fundición a Juan Vambel<sup>8</sup>. Éste, como técnico, fue contratado por el sistema de asiento por periodos de diez años. Fundía las piezas en hueco y perfeccionaba sus ánimas en una máquina vertical, puliendo el exterior con lima y cincel. La Casa de Contratación le proporcionaba estaño de Inglaterra y cobre fino de Hungría. Al Cuerpo de Artillería se le encomendó la inspección, gestión directa y control de gastos.

Los artífices se comprometían a ejecutar los pedidos de artillería oficiales según las especificaciones impuestas, pasando un control de calidad y pruebas practicados por los oficiales de artillería contralores. Cuando una pieza no respondía a dichas especificaciones o presentaba defectos era rechazada por "no ser de

*...la artillería empezaba a ser el elemento militar de-  
fensivo y disuasorio más  
importante, pero tenía un  
inconveniente: la arbitrariedad y fantasía de los  
fundidores o de los mag-  
nates que la encargaban,  
creando piezas únicas  
que precisaban su propia  
munición.*



recibo", debiendo fundirla de nuevo el asentista a su costa<sup>9</sup>.

En este periodo la fundición experimentó continuos altibajos. La plata traída de Indias a veces no bastaba para pagar a todos los asentistas, y otras, no llegaba por los asaltos de piratas a las flotas<sup>10</sup>. El reino estaba exhausto de recursos humanos y económicos. La falta de medios en la Fundición, unido a la escasez de fundidores, poco motivados económicamente, originó una grave crisis, teniendo que solicitarse artífices de Flandes.

Era la primera de una cadena de contratiempos que originaría una producción intermitente. Aunque se aprobó la primera ampliación de la fábrica con una consignación de las arcas reales de Méjico, la industria no prosperó por la desviación de los caudales. Poco después tuvo que cerrarse al disponer el monarca de su consignación. Los fundidores Miguel Converguer y sus ayudantes se marcharon, y Ballesteros solicitó su traslado a las Indias. Se contrató al comerciante alemán afincado en Sevilla Bernardo Habet, pero al fallecer éste tuvo que cerrarse la Fábrica<sup>11</sup>.

La necesidad de piezas para las flotas de la Carrera de Indias, navíos de Barlovento, acciones contra los berberiscos, barcos mer-

(7) En esta etapa Francisco Ballesteros y Juan Vambel fundieron por cuenta del rey 751 piezas y por cuenta de particulares 250. En escrito firmado por Felipe IV el 12 de febrero de 1625.

(8) Compra de la Fundición, el 11 de marzo de 1634 por 55.000 reales de vellón, que satisfizo el Pagador de Artillería Jacinto Tomás.

(9) Cuando las piezas "eran de recibo" se pagaba a los asentistas 38,5 reales de vellón por la manufactura de cada quintal de bronce.

(10) Etapa de decadencia durante el reinado de Felipe IV (1621-1665).

(11) Informe del teniente general de la artillería de Sevilla, don Luís Fernández de Córdoba, al Consejo de Guerra.

cantes, expediciones particulares y defensas costeras, motivó una ampliación de los talleres de la Fundición en 1661, organizándose bajo la dirección de un maestro fundidor a sueldo del rey.

A final de siglo, el Consejo de Guerra propuso la rápida reparación del taller de fundición “por ser la única fundición que había en Castilla”, y recomendó nuevamente poner la fábrica al corriente por precisarse la renovación de la artillería de las plazas del Mediterráneo<sup>12</sup>.

### TERCERA ETAPA. “REAL FUNDICIÓN DE CAÑONES DE BRONCE” (1717-1765)

En 1700 Felipe V promovió una gran reforma del Estado. Acometió la organización del Ejército, naciendo la Artillería como institución organizada de personal y material. Potenció las industrias y las que tenían intervención estatal pasaron a denominarse Reales Fábricas.

El Cuerpo de Artillería comenzó a controlar las dedicadas al sector metalúrgico y siderúrgico para necesidades militares. Se establecieron sus competencias de ingeniería industrial en las “fundiciones y fábricas de armas, de pólvoras, y de instrumentos de guerra” para el reconocimiento, recepción y contabilización de los establecimientos.

Se nombró director de la Fundición de Sevilla al coman-

(12) Los asientos en la Fundición de Sevilla continuaron renovándose durante la primera mitad del siglo XVIII hasta 1765, a favor de Voie-Abet (desde 1695) y de su hijo Juan, que alternó la fundición con Juan Solano (desde el 1-01-1756).

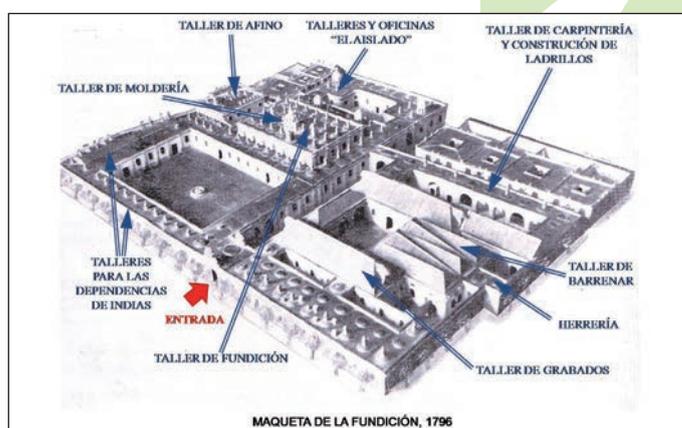
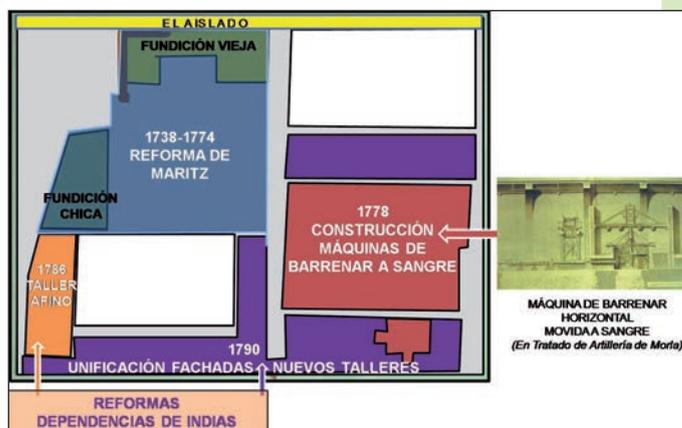


Imagen superior. Reformas de la Fundición de Artillería de Bronce de Sevilla (1717-1876) sobre plano de 1796 con la estructura definitiva. (Autor)

Imagen inferior. Dependencias de la Fundición de Artillería de Bronce de Sevilla en 1796. (Autor)

*...Destacó la construcción de una pieza experimental proyectada por el capitán de artillería Juan de Trell para reducir o suprimir el retroceso, adelantándose casi un siglo a la técnica de la época.*

dante de artillería de la plaza, Marcelo de Arrigoni, primer artillero que asumió el cargo. Hasta 1770 sus directores también lo fueron de la Real Maestranza de Artillería<sup>13</sup>.

Para normalizar las piezas se promulgaron unas nuevas Ordenanzas para la artillería, causando una gran conmoción en la fábrica. Reducía el número de calibres, y dictaba instrucciones detalladas para la fundición y refundición, pruebas de fuego y pruebas de pólvora con morterete<sup>14</sup>.

(13) La Real Maestranza de Artillería de Sevilla, se creó hacia 1719 en las viejas Atarazanas mandadas levantar por Alfonso X el Sabio en 1252.

(14) Ordenanza para la Artillería de 1718: cañones de a 24, 16, 12, 8 y 4; morteros de 12, 9 y 6 pulgadas y pedreros de a 15.

La factoría se fue ampliando por el gran impulso que le dio el Estado a la fabricación de piezas y municiones, admitiendo fundidores bajo contrata e introduciendo mejoras en las instalaciones y procesos de fabricación. Comenzaron las obras del nuevo edificio planteado por Juan Navarro en la zona este, para un taller de afino y un nuevo taller de fundición y moldería. Cuando finalizaron, un terremoto de gran intensidad dañó considerablemente la parte más antigua. El ingeniero militar Próspero Verboom planteó una restructuración completa, y se dio un gran impulso a la producción<sup>15</sup>.

Siguiendo con el plan de ampliación del establecimiento, el arquitecto Ignacio Sala realizó un proyecto, comprándose varias fincas con las asignaciones de la Artillería<sup>16</sup>. En 1757 comenzaron realmente las obras de modernización<sup>17</sup>. Al año siguiente se adquirieron más fincas, donde se levantarían los almacenes de proyectiles cilindro-ovales y empaques, y la fundición de hierro. Con ello se pretendía construir una fábrica nueva con racionalidad, según la arquitectura española del siglo XVIII.

(15) Ante la falta de ingenieros militares, Próspero Verboom, que en 1709 había sido convocado a España desde Flandes, fue nombrado Ingeniero General de todos los Reales Ejércitos, Plazas y Fortificaciones, y planteó una restructuración de la Fundición. En 1727 proyectó la Fábrica de Tabaco.

(16) En 1748 fueron adquiridas otras fincas pertenecientes al monasterio de San Benito, y en 1754 algunas casas contiguas, pagadas con las asignaciones de la Artillería.

(17) En 1757 la Fábrica compra una casa a la capellanía fundada por Francisco de Torres y terrenos de la Huerta la Ternera.

*Unas nuevas Ordenanzas de Artillería cambiaron el aspecto externo, adornos y leyendas de las piezas, reduciéndose, en la mayoría de los casos, al escudo real, asas en forma de delfines, cascabel, alguna leyenda, y su nombre. Las inscripciones, fueron reducidas a dos: Violati fulmina regis o Ultima ratio regis.*

Unas nuevas Ordenanzas de Artillería cambiaron el aspecto externo, adornos y leyendas de las piezas, reduciéndose, en la mayoría de los casos, al escudo real, asas en forma de delfines, cascabel, alguna leyenda, y su nombre. Las inscripciones, fueron reducidas a dos: Violati fulmina regis o Ultima ratio regis<sup>18</sup>.

Los informes secretos de artilleros espías industriales en comisiones europeas, motivaron el establecimiento del nuevo método de fundición en sólido. El maestro fundidor francés Jean Drouet dirigió la construcción de una máquina horizontal para barrenar y torneear en el molino de Aljudea, mientras el fundidor local Solano fundió las piezas de prueba. En vista del poco éxito, se volvió al sistema de fundición en hueco con una máquina vertical.

#### CUARTA ETAPA. "REAL FÁBRICA DE ARTILLERÍA" (1765-1876)

Cuando Carlos III llegó a España reformó la Artillería, nombrando al conde de Gazola su director general. En 1762 la organizó en sus aspectos orgánico y funcional, potenció las fábricas de armamento y munición, separó el Cuerpo de Artillería del de Ingenieros y creó el de Fundidores.

Siendo considerada la fabricación de cañones una industria de interés estraté-

(18) Ordenanzas de Artillería de 1742 y 1743: conservan los mismos calibres para cañones, variando los morteros y pedreros. Cañones de 24, 16, 12, 8 y 4; morteros de 12 y 8 pulgadas; pedreros de 16 pulgadas.

gico, era urgente adoptar un sistema eficaz de fundición que reportara muchas ventajas en cuanto a las condiciones balísticas y duración de las piezas. Como el más idóneo era la fundición en sólido, establecida en Francia por el franco-suizo Maritz, se solicitó que viniera a España su hijo Juan, inspector general de las fundiciones francesas, ofreciéndosele trabajar con un espléndido sueldo de 90.000 reales y una gratificación extraordinaria de 1.200.000, a pagar en tres años.

Con su costosa contratación se hizo un planteamiento serio para modernizar toda la industria metalúrgica en España, construyéndose de nueva planta las dos grandes fábricas de artillería de Sevilla y Barcelona.

En 1767, después de poner en práctica en Barcelona su procedimiento de moldeo en sólido con una máquina de barrenar horizontal, y su método para suavizar el cobre de América, presentó un proyecto de reforma de la fundición de Sevilla, donde fue auxiliado por una brigada de oficiales de artillería. Se inició la construcción del edificio definitivo, inspirado en la economía y funcionalidad, respetando las estructuras existentes y dotándolo de una maquinaria y utillaje más modernos. El comandante del Departamento de Artillería, capitán Lasso de la Vega, restableció la Fábrica y formó unas instrucciones para su gobierno.

Aunque los primitivos fundidores y los que les suce-

ESTADO															
de las pruebas de comparación y resistencia hechas en Sevilla en 1781 con dos cañones de á 24 de bronce, fundidos en sólido; los cuales sufrieron cada uno 5124 disparos en los días y con la cargas que se espresa.															
Pruebas de ordenanza.	Meses.	Días.	Número de tiros cada cañón.		Llévase de pólvora en cada tiro.	Meses.	Días.	Número de tiros cada cañón.		Llévase de pólvora en cada tiro.	Meses.	Días.	Número de tiros cada cañón.		Llévase de pólvora en cada tiro.
			de 1.º.	de 2.º.				de 1.º.	de 2.º.				de 1.º.	de 2.º.	
Pruebas de ordenanza.	Abril.	1.º	16.	17.	9.	Abril.	1.º	16.	17.	9.	Abril.	1.º	16.	17.	9.
			18.	19.	10.			18.	19.	10.			18.	19.	10.
			20.	21.	11.			20.	21.	11.			20.	21.	11.
			22.	23.	12.			22.	23.	12.			22.	23.	12.
			24.	25.	13.			24.	25.	13.			24.	25.	13.
			26.	27.	14.			26.	27.	14.			26.	27.	14.
			28.	29.	15.			28.	29.	15.			28.	29.	15.
			30.	31.	16.			30.	31.	16.			30.	31.	16.
			1.º	2.º	3.º			1.º	2.º	3.º			1.º	2.º	3.º
			4.º	5.º	6.º			4.º	5.º	6.º			4.º	5.º	6.º
7.º	8.º	9.º	7.º	8.º	9.º	7.º	8.º	9.º							
10.º	11.º	12.º	10.º	11.º	12.º	10.º	11.º	12.º							
13.º	14.º	15.º	13.º	14.º	15.º	13.º	14.º	15.º							
16.º	17.º	18.º	16.º	17.º	18.º	16.º	17.º	18.º							
19.º	20.º	21.º	19.º	20.º	21.º	19.º	20.º	21.º							
22.º	23.º	24.º	22.º	23.º	24.º	22.º	23.º	24.º							
25.º	26.º	27.º	25.º	26.º	27.º	25.º	26.º	27.º							
28.º	29.º	30.º	28.º	29.º	30.º	28.º	29.º	30.º							
31.º	1.º	2.º	31.º	1.º	2.º	31.º	1.º	2.º							
3.º	4.º	5.º	3.º	4.º	5.º	3.º	4.º	5.º							
6.º	7.º	8.º	6.º	7.º	8.º	6.º	7.º	8.º							
9.º	10.º	11.º	9.º	10.º	11.º	9.º	10.º	11.º							
12.º	13.º	14.º	12.º	13.º	14.º	12.º	13.º	14.º							
15.º	16.º	17.º	15.º	16.º	17.º	15.º	16.º	17.º							
18.º	19.º	20.º	18.º	19.º	20.º	18.º	19.º	20.º							
21.º	22.º	23.º	21.º	22.º	23.º	21.º	22.º	23.º							
24.º	25.º	26.º	24.º	25.º	26.º	24.º	25.º	26.º							
27.º	28.º	29.º	27.º	28.º	29.º	27.º	28.º	29.º							
30.º	31.º	1.º	30.º	31.º	1.º	30.º	31.º	1.º							
2.º	3.º	4.º	2.º	3.º	4.º	2.º	3.º	4.º							
5.º	6.º	7.º	5.º	6.º	7.º	5.º	6.º	7.º							
8.º	9.º	10.º	8.º	9.º	10.º	8.º	9.º	10.º							
11.º	12.º	13.º	11.º	12.º	13.º	11.º	12.º	13.º							
14.º	15.º	16.º	14.º	15.º	16.º	14.º	15.º	16.º							
17.º	18.º	19.º	17.º	18.º	19.º	17.º	18.º	19.º							
20.º	21.º	22.º	20.º	21.º	22.º	20.º	21.º	22.º							
23.º	24.º	25.º	23.º	24.º	25.º	23.º	24.º	25.º							
26.º	27.º	28.º	26.º	27.º	28.º	26.º	27.º	28.º							
29.º	30.º	31.º	29.º	30.º	31.º	29.º	30.º	31.º							
1.º	2.º	3.º	1.º	2.º	3.º	1.º	2.º	3.º							
4.º	5.º	6.º	4.º	5.º	6.º	4.º	5.º	6.º							
7.º	8.º	9.º	7.º	8.º	9.º	7.º	8.º	9.º							
10.º	11.º	12.º	10.º	11.º	12.º	10.º	11.º	12.º							
13.º	14.º	15.º	13.º	14.º	15.º	13.º	14.º	15.º							
16.º	17.º	18.º	16.º	17.º	18.º	16.º	17.º	18.º							
19.º	20.º	21.º	19.º	20.º	21.º	19.º	20.º	21.º							
22.º	23.º	24.º	22.º	23.º	24.º	22.º	23.º	24.º							
25.º	26.º	27.º	25.º	26.º	27.º	25.º	26.º	27.º							
28.º	29.º	30.º	28.º	29.º	30.º	28.º	29.º	30.º							
31.º	1.º	2.º	31.º	1.º	2.º	31.º	1.º	2.º							
3.º	4.º	5.º	3.º	4.º	5.º	3.º	4.º	5.º							
6.º	7.º	8.º	6.º	7.º	8.º	6.º	7.º	8.º							
9.º	10.º	11.º	9.º	10.º	11.º	9.º	10.º	11.º							
12.º	13.º	14.º	12.º	13.º	14.º	12.º	13.º	14.º							
15.º	16.º	17.º	15.º	16.º	17.º	15.º	16.º	17.º							
18.º	19.º	20.º	18.º	19.º	20.º	18.º	19.º	20.º							
21.º	22.º	23.º	21.º	22.º	23.º	21.º	22.º	23.º							
24.º	25.º	26.º	24.º	25.º	26.º	24.º	25.º	26.º							
27.º	28.º	29.º	27.º	28.º	29.º	27.º	28.º	29.º							
30.º	31.º	1.º	30.º	31.º	1.º	30.º	31.º	1.º							
2.º	3.º	4.º	2.º	3.º	4.º	2.º	3.º	4.º							
5.º	6.º	7.º	5.º	6.º	7.º	5.º	6.º	7.º							
8.º	9.º	10.º	8.º	9.º	10.º	8.º	9.º	10.º							
11.º	12.º	13.º	11.º	12.º	13.º	11.º	12.º	13.º							
14.º	15.º	16.º	14.º	15.º	16.º	14.º	15.º	16.º							
17.º	18.º	19.º	17.º	18.º	19.º	17.º	18.º	19.º							
20.º	21.º	22.º	20.º	21.º	22.º	20.º	21.º	22.º							
23.º	24.º	25.º	23.º	24.º	25.º	23.º	24.º	25.º							
26.º	27.º	28.º	26.º	27.º	28.º	26.º	27.º	28.º							
29.º	30.º	31.º	29.º	30.º	31.º	29.º	30.º	31.º							
1.º	2.º	3.º	1.º	2.º	3.º	1.º	2.º	3.º							
4.º	5.º	6.º	4.º	5.º	6.º	4.º	5.º	6.º							
7.º	8.º	9.º	7.º	8.º	9.º	7.º	8.º	9.º							
10.º	11.º	12.º	10.º	11.º	12.º	10.º	11.º	12.º							
13.º	14.º	15.º	13.º	14.º	15.º	13.º	14.º	15.º							
16.º	17.º	18.º	16.º	17.º	18.º	16.º	17.º	18.º							
19.º	20.º	21.º	19.º	20.º	21.º	19.º	20.º	21.º							
22.º	23.º	24.º	22.º	23.º	24.º	22.º	23.º	24.º							
25.º	26.º	27.º	25.º	26.º	27.º	25.º	26.º	27.º							
28.º	29.º	30.º	28.º	29.º	30.º	28.º	29.º	30.º							
31.º	1.º	2.º	31.º	1.º	2.º	31.º	1.º	2.º							
3.º	4.º	5.º	3.º	4.º	5.º	3.º	4.º	5.º							
6.º	7.º	8.º	6.º	7.º	8.º	6.º	7.º	8.º							
9.º	10.º	11.º	9.º	10.º	11.º	9.º	10.º	11.º							
12.º	13.º	14.º	12.º	13.º	14.º	12.º	13.º	14.º							
15.º	16.º	17.º	15.º	16.º	17.º	15.º	16.º	17.º							
18.º	19.º	20.º	18.º	19.º	20.º	18.º	19.º	20.º							
21.º	22.º	23.º	21.º	22.º	23.º	21.º	22.º	23.º							
24.º	25.º	26.º	24.º	25.º	26.º	24.º	25.º	26.º							
27.º	28.º	29.º	27.º	28.º	29.º	27.º	28.º	29.º							
30.º	31.º	1.º	30.º	31.º	1.º	30.º	31.º	1.º							
2.º	3.º	4.º	2.º	3.º	4.º	2.º	3.º	4.º							
5.º	6.º	7.º	5.º	6.º	7.º	5.º	6.º	7.º							
8.º	9.º	10.º	8.º	9.º	10.º	8.º	9.º	10.º							
11.º	12.º	13.º	11.º	12.º	13.º	11.º	12.º	13.º							
14.º	15.º	16.º	14.º	15.º	16.º	14.º	15.º	16.º							
17.º	18.º	19.º	17.º	18.º	19.º	17.º	18.º	19.º							
20.º	21.º	22.º	20.º	21.º	22.º	20.º	21.º	22.º							
23.º	24.º	25.º	23.º	24.º	25.º	23.º	24.º	25.º							
26.º	27.º	28.º	26.º	27.º	28.º	26.º	27.º	28.º							
29.º	30.º	31.º	29.º	30.º	31.º	29.º	30.º	31.º							
1.º	2.º	3.º	1.º	2.º	3.º	1.º	2.º	3.º							
4.º	5.º	6.º	4.º	5.º	6.º	4.º	5.º	6.º							
7.º	8.º	9.º	7.º	8.º	9.º	7.º	8.º	9.º							
10.º	11.º	12.º	10.º	11.º	12.º	10.º	11.º	12.º							
13.º	14.º	15.º	13.º	14.º	15.º	13.º	14.º	15.º							
16.º	17.º	18.º	16.º	17.º	18.º	16.º	17.º	18.º							
19.º	20.º	21.º	19.º	20.º	21.º	19.º	20.º	21.º							
22.º	23.º	24.º	22.º	23.º	24.º	22.º	23.º	24.º							
25.º	26.º	27.º	25.º	26.º	27.º	25.º	26.º	27.º							
28.º	29.º	30.º	28.º	29.º	30.º	28.º	29.º	30.º							
31.º	1.º	2.º	31.º	1.º	2.º	31.º	1.º	2.º							
3.º	4.º	5.º	3.º	4.º	5.º	3.º	4.º	5.º							
6.º	7.º	8.º	6.º	7.º	8.º	6.º	7.º	8.º							
9.º	10.º	11.º	9.º	10.º	11.º	9.º	10.º	11.º							
12.º	13.º	14.º	12.º	13.º	14.º	12.º	13.º	14.º							
15.º	16.º	17.º	15.º	16.º	17.º	15.º	16.º	17.º							
18.º	19.º	20.º	18.º	19.º	20.º	18.º	19.º	20.º							
21.º	22.º	23.º	21.º	22.º	23.º	21.º	22.º	23.º							
24.º	25.º	26.º	24.º	25.º	26.º	24.º	25.º	26.º							
27.º	28.º	29.º	27.º	28.º	29.º	27.º	28.º	29.º							
30.º	31.º	1.º	30.º	31.º	1.º	30.º	31.º								

un año produjeron más de 800 piezas mientras que en los veinte anteriores, habían sido poco más de 3.000.

Siendo director de la Fundación el capitán de artillería Santiago Hidalgo, como el taller de barrenado, torneado y grabado obligaba a llevar las piezas al molino de Teatinos, con gran pérdida de tiempo y elevado coste de mantenimiento del camino, se decidió trasladar las máquinas a la Fábrica de Sevilla donde serían movidas a sangre. Para su instalación se levantó un nuevo edificio rectangular en el ala oeste, en el que destacó la originalidad de las armaduras de madera noble de su cubierta.

Carlos III ordenó en 1782 construir en la Fundación la Real Fábrica de Artillería. Se edificó la planta de “los afinos”, la mitad de su frente principal y se montaron las Dependencias de Indias.

A finales de siglo la Fábrica comenzó a levantarse en su forma definitiva. Se despejó el frente sur para hacer una calle, y se aisló de algunas casas en contacto con sus muros, adquiriéndose varias fincas en la zona que se conocería como el “Aislado”<sup>19</sup>. En 1796, cuando ya no dependía de la Casa de Contratación, quedó concluida con su estructura definitiva, ocupando un magnífico edificio de orden toscano y extraordinaria nobleza, con más de 20.000 m<sup>2</sup>, cuya estructura es interesante para el estudio de la arquitectura industrial de la época.

(19) Fincas adquiridas en la zona el “Aislado”: al convento Madre de Dios, a los frailes de San Agustín, las del Marmolillo y el corral de vecinos de Joaquín Cantón.

*Los franceses fundieron balerío, cañones, y los famosos obuses y morteros a la Villantroys. Tal era la confianza que tenían en el trabajo de esta fábrica que enviaron las piezas a sus destinos sin examen ni prueba alguna.*



Con su perfecta organización y abundantes medios llegó a fabricar en dos años más de 820 piezas de todo tipo y calibre, con unos magníficos relieves y adornos. La producción se incrementó por las mejoras técnicas incorporadas, y por la disminución de la actividad en la Fundación de Barcelona. Destacó la construcción de una pieza experimental proyectada por el capitán de artillería Juan de Trelle para reducir o suprimir el retroceso, adelantándose casi un siglo a la técnica de la época.

Las piezas habían adquirido tal grado de perfección que la fábrica no tenía competidor en el extranjero. En la prueba de resistencia solamente una media del cuatro por ciento resultaban desechables, mientras que las demás naciones se quejaban del alto porcentaje rechazadas, incluso las aprobadas no tenían una vida tan larga.

La calidad de sus productos hizo que Francia tomara como referencia para sus ensayos los dos cañones de a 24 probados en Sevilla en 1781. Después serían empleados contra Cádiz en la Guerra de la Independencia, donde realizaron más de 500 tiros, siendo arrojados al mar al levantar el sitio.

Desde la nueva Ordenanza de Artillería de 1783, en las piezas predominó el sentido práctico sobre el estético, y aunque seguían fabricándose en bronce, se diferenciaban de las anteriores en la disminución de molduras, adornos y leyen-

das<sup>20</sup>. Asimismo, se adoptó el sistema francés de montaje a la Gribeauval por instancia de Tomás de Morla.

Afortunadamente, la subida al trono de Carlos IV supuso un cambio de actitud respecto a las industrias estatales, hacia un sistema más racional inspirado en la rentabilidad. En 1801 decidió potenciar la Fundación de Sevilla, al ser capaz por sí sola de fabricar anualmente más de 500 cañones, y suprimir la de Barcelona. Fue regentada por oficiales de artillería que tenían bajo su dependencia cierto número de fundidores, cuyas funciones y deberes quedaron especificados en la Ordenanza del Real Cuerpo de Artillería para sus diferentes ramos de Tropas, Cuenta, Razón y Fábricas, de 1802. Incluyó por primera vez la clase obrera en el ejército, y reguló los aspectos sociales de los trabajadores de la industria militar<sup>21</sup>.

En 1808, bajo la dirección del coronel Arriada, comenzó la implantación de la fundición de hierro para balerío, produciéndose 156 cañones de diferentes clases, entre ellos los seis primeros maniobreros inventados por Maturana.

Cuando los franceses ocuparon Sevilla en 1810 se apropiaron de la Fundación, y como no contaban con ningún oficial de artillería para dirigirla,

(20) Ordenanza de Artillería de 1783: piezas de calibres de a 24 y 16 únicas, cañones de a 12, 8 y 4 largos y cortos, cañón de a 4 de montaña, pedrero de a 19, obuses de 7 y 9 pulgadas, morteros cónicos de 14, 12 y 7 y el cilíndrico de 14.

(21) Ordenanza dividida en catorce reglamentos que S. M. manda observar en el Real Cuerpo de Artillería para sus diferentes ramos de Tropas, Cuenta y Razón y Fábricas. (22-07-1802).



Vistas de la Fábrica de Artillería de Sevilla, cesada su actividad en 1991. (Autor)

*En la segunda mitad del siglo empezó, con éxito, el rayado de las piezas de artillería lisas con el cañón de "a 4" de batalla. Fue la primera artillería rayada que actuó en combate en la campaña de Marruecos (1859-1860), al mando del entonces capitán López Domínguez.*



se la encomendaron interinamente al Fundidor Mayor de Sevilla Manuel Pé-de-Arros. Al mes le relevó el artillero Vicente Berriz, que ya no volvería al Cuerpo después de su deslealtad con la causa española.

Los franceses fundieron balerío, cañones, y los famosos obuses y morteros a la Villantroy. Tal era la confianza que tenían en el trabajo de esta fábrica que enviaron las piezas a sus destinos sin examen ni prueba alguna.

Al abandonar Sevilla la dejaron con la mayoría de las instalaciones, máquinas y utillaje inutilizado. Los fundidores se hicieron cargo de ella y a los tres meses comenzaron de nuevo las labores, fundiendo ese año 32 piezas y en los cuatro siguientes 82.

En 1817 pasó a ser controlada nuevamente por el Cuerpo de Artillería, poniéndose bajo la dirección del antiguo oficial del Arma Francisco de Reyna, entonces ejerciendo de sacerdote en Carmona.

Bajo la regencia de María Cristina, habiéndose cerrado la Fábrica de Orbaiceta, tam-

bién fundió en hierro; primero proyectiles y después cureñas, en unos hornos castellanos, posteriormente remplazados por otros de cubilotes.

El director general de Artillería Francisco Javier Azpiroz, deseando que la Fundición estuviese al nivel de las mejores de Europa, ordenó a los jefes el proyecto y ejecución de las mejoras pertinentes. A su propuesta fue extinguido el Cuerpo de Fundidores, siendo encomendadas sus funciones al Personal de la Artillería.

Con motivo de las comisiones de artilleros para estudiar los avances en los principales establecimientos europeos, bajo la dirección del coronel Hernández Santa Cruz se incorporó la maquinaria seleccionada por los jefes de Cuerpo Pedro Luján y Juan Domínguez. A este se debe, principalmente, su organización definitiva, que sería motivo de asombro y admiración de todo el mundo.

El brigadier Luxan presentó un plan de reformas para sustituir las dos máquinas de sangre por otras de vapor. Cesaron los procedimientos de fabricación de Maritz, y comenzaron las grandes reformas para modernizar el establecimiento al máximo nivel. Con la nueva maquinaria empezaron a producirse las piezas de bronce de ánima lisa y avancarga para la Artillería de Campaña según la Ordenanza de 1850<sup>22</sup>.

(22)Ordenanza de 1850: piezas de ánima lisa y avancarga; cañones de a 24 y a 16 libras largos y de a 12 y a 8 libras largos y cortos; obuses de 9 y 5 pulgadas largos y cortos y de 7 y 6,5 pulgadas largos; morteros de 14, 12 y 7 pulgadas; y obuses de 4,5 pulgadas y morteros de de 6,5 para Filipinas.

*...naciendo la Artillería como institución organizada de personal y material. Potenció las industrias y las que tenían intervención estatal pasaron a denominarse Reales Fábricas.*

*El Cuerpo de Artillería comenzó a controlar las dedicadas al sector metalúrgico y siderúrgico para necesidades militares...*

En la segunda mitad del siglo empezó, con éxito, el rayado de las piezas de artillería lisas con el cañón de "a 4" de batalla. Fue la primera artillería rayada que actuó en combate en la campaña de Marruecos (1859-1860), al mando del entonces capitán López Domínguez<sup>23</sup>.

La fábrica experimentó más mejoras por la adopción de estas piezas y de los grandes calibres contra navíos. Se incrementaron las dimensiones de los talleres y el número de operarios llegó a 500, aumentando la producción anual hasta 200 cañones para sitio, plaza y costa, lisos y rayados, y hasta 150.000 proyectiles.

Después comenzaron a fundirse piezas de retrocarga, sistema propuesto por el general Elorza después de un viaje al extranjero, con un cañón de bronce de 8 cm.

La modesta fundición de Sevilla, cuyo valor era de 55.000 reales en 1634, se había convertido en una importante industria tasada en 9.000.000 de reales en 1861<sup>24</sup>.

#### **FUNDICIÓN DE BRONCES Y ACEROS DE SEVILLA (1876-1904)**

En la década de 1870 tuvo lugar una nueva remodelación de la fábrica por los importantes avances de la industria

(23)El rayado comenzó por el cañón de a 4 libras (8 cm después del rayado) de batalla, siguiendo por el de a 4 libras (8 cm) corto de montaña y finalmente el de 12 libras (12 cm) de posición.

(24)Según tasación a petición de la Junta General de Estadística del Reino, propuesta por el director general del Cuerpo de Artillería.

militar, como el empleo del bronce comprimido, la construcción de piezas de acero y de retrocarga, y los proyectiles con banda de forzamiento. Para ello se adquirió maquinaria moderna extranjera y pasó a llamarse Fundición de Bronces y Aceros de Sevilla.

El general Luxan implantó un nuevo proceso para la obtención del bronce comprimido, y la resolución del problema del rápido desgaste de las bocas de fuego de este material con rayado interior. El primer cañón de bronce-acero fabricado fue una copia idéntica de su homónimo Krupp, del que obtuvo información el coronel Plasencia durante un viaje a Viena. Después se fundió uno de bronce comprimido de 8 cm. en plan experimental<sup>25</sup>.

También se produjeron cañones de campaña, obuses y cañones de varios tubos superpuestos, proyectos del coronel Verdes-Montenegro y el mortero experimental del capitán Gómez de Molina<sup>26</sup>. Se Construyó un cañón de acero diseñado por Álvarez de Sotomayor, seis cañones con los nuevos obturadores Bange y cierre italiano destinados al tren de sitio, y un mortero experimental proyectado por el capitán Mata<sup>27</sup>. Para el moldeo,

(25) Las últimas piezas de bronce se fundieron el 9-07-1900.

(26) Según proyectos del coronel Verdes-Montenegro: cañones de campaña 8 y 9 cm, obuses de 21 cm y cañones de 15 cm de varios tubos superpuestos. Proyecto encomendado por la Junta Especial Facultativa al capitán de la fábrica don Juan Gómez de Molina: mortero experimental de 9 cm.

(27) Cañón de acero de 8 cm, diseñado por Álvarez de Sotomayor. Cañones de 12 cm de último trazado, equipados con los nuevos obturadores Bange y cierre italiano. Mortero experimental de 15 cm. proyecto del capitán Mata.



Funciones industriales del Cuerpo de Artillería en la Fábrica de Artillería de Sevilla. (Autor)

*...En 1991 la Fábrica fue desmantelada de utillaje y maquinaria, siendo enviados a sus instalaciones de Las Canteras, en Alcalá de Guadaíra y a la Fábrica de Artillería de Trubia.*



al principio hecho a torno en capas de barro, se diseñaron matrices metálicas para fundir los bloques de piezas sometiendo las ánimas a una serie de compresiones, de lo cual hizo un minucioso estudio el coronel Verdes Montenegro.

**FÁBRICA DE ARTILLERÍA DE SEVILLA (1904-1991)**

En 1904 tomó el nombre de Fábrica de Artillería de Sevilla<sup>28</sup>. Comenzó la reforma de las instalaciones, edificaciones y maquinaria para fabricar los nuevos materiales de acero, proyectiles, bombas para aviación y granadas de mano y de fusil. Se adquirieron las más modernas prensas, tornos, máquinas de rayar y barrenar

(28) Adopción del nombre de Fábrica de Artillería de Sevilla: 2-VIII-1904.

y se montaron los laboratorios mecánico, metalográfico, químico y balístico para mejorar la calidad productiva.

Se integró en el Consorcio de Industrias Militares (1932), que después se incorporaría al Instituto Nacional de Industria, cuando era la fábrica más moderna de España y una de las más avanzadas de Europa. Sus primeros trabajos fueron la recomposición de piezas de montaña de 75 mm, procedentes de África, y la terminación de los obuses de campaña Vickers de 105 mm.

En 1952 la dirección del establecimiento fue asumida por el nuevo Cuerpo de Ingenieros de Armamento. Después se integró en la sociedad anónima Empresa Nacional Santa Bárbara de Industrias Militares y experimentó la mayor transformación en 60 años. Se dotó de la maquinaria más moderna y se practicaron las reformas estructurales precisas. En 1991 la Fábrica fue desmantelada de utillaje y maquinaria, siendo enviados a sus instalaciones de Las Canteras, en Alcalá de Guadaíra y a la Fábrica de Artillería de Trubia.

Así terminaba su actividad la Fundición de Bronces de Sevilla, después de casi cinco siglos en el ramo de la industria metalúrgica y de haber servido con gran acierto al desarrollo empresarial e industrial de España<sup>29</sup>.

## CONCLUSIÓN

El Cuerpo de Artillería, en la Fábrica de Sevilla, a lo

(29) En 1992 se instaló en ella, provisionalmente, el Gobierno Militar de Sevilla y después la Delegación de Defensa.

*...llegando al máximo saber con la creación del Real Colegio de Artillería de Segovia en 1764, donde también se instruían en Química y Metalurgia, para ocupar cargos en las industrias de fundición de cañones y fabricación de pólvoras.*



largo de su dilatada existencia, además de su cometido principal de fabricación de cañones, balerío y material de artillería también desarrolló una elogiada faceta de ingeniería artística, saliendo de sus hornos numerosas campanas de iglesia de gran belleza, los leones que adornan la escalera principal del Palacio de las Cortes de Madrid<sup>30</sup>, la estatua del capitán de artillería Luis Daoíz, héroe de la Guerra de la Independencia, en la plaza de la Gavidia de Sevilla, el monumento a Daoíz y Velarde, levantado delante del Alcázar de Segovia, las estatuas ecuestres del marqués del Duero y Espartero de Madrid y la del general Palafox de Zaragoza, entre otros.

Al Cuerpo de Artillería se debe la creación de la Escuela de Aprendices de la Fábrica. La más antigua de España y primera de Formación Profesional Obrera, diferenciada de las otras existentes en que los alumnos recibían enseñanza teórica reglada.

También se le deben las primeras medidas de acción social tomadas en las industrias con sus obreros. Les proporcionó asistencia médica y derechos pasivos para ellos, sus viudas y huérfanos, les facilitó enseñanza teórica y práctica para sus oficios, y enseñanza de primeras letras para sus hijos; creó sociedades cooperativas para su bienestar y sociedades de socorros mutuos.

(30) Con cañones recuperados al enemigo en la Campaña de África (1859-60). En agradecimiento por el trabajo realizado su coronel director Francisco Alvear fue elogiado reiteradamente en las sesiones de las Cortes entre 1864 y 65, y obsequiado con un reloj de oro con música por la comisión de Gobierno Interior.

El Cuerpo de Artillería desarrolló todos estos cometidos en la Fábrica de Sevilla, gracias a las funciones de ingeniería industrial que puso en práctica desde el siglo xv, comenzando por controlar las materias primas y las piezas concluidas, ampliándolas después a la supervisión de cuentas y fiscalización de la producción (xvi), a la gestión directa, control de gastos y control de calidad (xvii), a la dirección del establecimiento (xviii), y a las direcciones de los distintos departamentos, hasta mediados del siglo xx.

Esto fue posible porque en sus colegios, conocidos inicialmente como Academias de Matemáticas, Artillería y Fortificación, adquirían la ciencia y la técnica para el conocimiento y manejo de los cañones, y la ejecución de las correspondientes obras defensivas, llegando al máximo saber con la creación del Real Colegio de Artillería de Segovia en 1764, donde también se instruían en Química y Metalurgia, para ocupar cargos en las industrias de fundición de cañones y fabricación de pólvoras.

Ciencia y técnica que el Cuerpo de Artillería puso al servicio de la sociedad en 1850 a través del general Luxán, a la sazón ministro de Fomento, con la creación de las primeras Escuelas de Ingenieros Industriales.

Así se reconocía la preparación de los oficiales de artillería, que en lo sucesivo al terminar la carrera saldrían con los títulos de teniente de artillería e ingeniero industrial<sup>31</sup>.

(31) Creación Escuelas de Ingenieros Industriales (R.D. 04-09-1850). Cuerpo de Ingenieros Industriales (R.D. 23 marzo 1911).

## BIBLIOGRAFÍA

- ◇ Memorial Histórico de la Artillería Española. Ramón de Salas, 1831.
- ◇ Tratado de Artillería. Ufano, Bruselas, 1613.
- ◇ Apuntes Históricos sobre la Artillería española en la primera mitad del siglo xvi. José Arán-tegui. Madrid, 1891
- ◇ Historia de la Artillería. Jorge Vigón, Madrid. 1893.
- ◇ Primeros intentos de renovación tecnológica en la Fundición de Artillería de Sevilla, a mediados del siglo xviii, 1757-1765. Juan Helguera Quijada. Actas II Coloquio Historia de Andalucía. Córdoba, 1983
- ◇ Apuntes para la historia de la Fábrica de Artillería. Ocerin, Enrique. Empresa Nacional Santa Bárbara. Madrid, 1972.
- ◇ Sevilla y la Real Fundición de Cañones. Vega Viguera, E. Sevilla, 1992.
- ◇ Tratado de Artillería, para el uso de la Academia de Caballeros Cadetes del Real Cuerpo de Artillería, Tomás de Morla, Segovia 1816.
- ◇ Cuadernos de Actas Capitulares. Archivo Municipal, Sevilla, 1487.
- ◇ La Artillería Española, Al Pie de los cañones”. M<sup>a</sup> Dolores Herrero, Guillermo Frontela, Leoncio Verdura, Carlos Medina, TABAPRESS, 1994.
- ◇ El Cuerpo de Artillería, Pionero en actividades de promoción y protección social. G. Frontela, 2009.
- ◇ La Artillería española en la Batalla de Bailén, “Marte y Minerva”. G. Frontela, 2009.
- ◇ La Artillería y la Casa de Contratación de Sevilla. G. Frontela, 2009.

---

**El Coronel de Artillería D. Guillermo Frontela Carreras, pertenece a la 254 promoción del Arma de Artillería, y actualmente se encuentra en la situación de Reserva**

---

# ¿Sabías que...?

## Las promociones de artillería española en números

por D. Luis Miguel Torres Sanz, teniente coronel de artillería

En esta revista presentamos una serie de curiosidades, fechas y números relacionados con nuestras promociones del Arma de Artillería, para que todos tengamos una idea general de las escalas, promociones y número de componentes, y si alguien nos pregunta, sepamos responderle.

- Fecha de fundación del Real Colegio de Artillería: 16 de mayo de 1764. El próximo 16 de mayo de 2014 celebraremos por tanto el 250 aniversario de dicha fundación. Nuestra Academia es la Academia Militar más antigua en activo del mundo.
- Fecha de establecimiento del Real Colegio de Artillería en el actual exconvento de San Francisco de Segovia: 9 de marzo de 1862, tres días después del incendio del Alcazar. El pasado año 2012 se cumplió el 150 aniversario de dicho acontecimiento.
- En este Real Colegio, (luego denominado Academia de Artillería, tras Real Orden de 9 de mayo de 1867) han estudiado fundamentalmente cuatro escalas de mandos, tres digamos de mandos permanentes y una de mandos temporales o de complemento. Esas tres escalas permanentes son: La Escala Superior de Oficiales (hoy escala de Oficiales), la Escala Especial de Mando, luego denominada Escala Media y finalmente Escala de Oficiales hasta su integración con la antigua Escala Superior, y la Escala Básica, luego denominada de Suboficiales.
- Número de promociones de oficiales de Artillería de la Escala Superior egresados: 301. Y ahora la pregunta del millón: ¿cómo es que hay 301 promociones en 249 años?. Pues lógicamente porque

hubo años en los que salieron varias promociones. El cuadro en esta página presenta un resumen del número de promociones que salieron por año.

- De la vista de dicho cuadro podemos extraer que en la mayor parte de años (179) ha salido una promoción por año, que hubo 22 años en los que no salió ninguna promoción y que hubo un máximo de cinco promociones que salieron en el mismo año, caso que se dio el año 1874.
- Número de oficiales de la Escala Superior egresados de la Academia desde la primera promoción que finalizó sus estudios en 1765 hasta julio de 2013: 11.548
- Número de promociones de la Escala Especial de Mando: 8 (de la I a la VIII). Número de promociones de la Escala Media: 7 (de la I a la VII). Número de promociones de la Escala de Oficiales: 11 (de la VIII a la XVIII). Total de Oficiales de las anteriores escalas: 1012.
- Número de promociones de suboficiales de Artillería egresadas: 38. De nuevo otra pregunta: Si de 1977 (fecha en la que salió la primera promoción) a 2013 son 37 años, ¿cómo es que hay 38 promociones?. Pues porque en el año 1998 salieron dos promociones, dado que cambió el Plan de Estudios, desapareciendo el año de prácticas, y por tanto el número de años en los que se permanecía de sargentos alumnos pasó de 3 a 2.
- Número de suboficiales egresados de la Academia hasta julio de 2013: 4.723.
- Número de promociones de la Escala de Complemento: 8. Número total de componentes de esta escala: 130.

Promociones por año	Años	Promociones
0	22	0
1	179	179
2	29	58
3	13	39
4	5	20
5	1	5
TOTAL	249	301



ACADEMIA DE



ARTEFACTERIA



Promociones de Oficiales que han cursado estudios en esta Academia

Table with 10 columns: Promoción, Fecha, Num., Nº Total, Promoción, Fecha, Num., Nº Total, Promoción, Fecha, Num., Nº Total. It lists various military promotions and their corresponding dates and numbers.



**ACADEMIA DE**

**ARTILLERIA**



## Promociones del Cuerpo de Artillería

**AÑO 1838**  
 D. Juan Velasco y Fernández  
 D. José Salazar y Elz y Ferrer  
 D. José Barreda y Gómez  
 D. José Barcos y Pagan  
 D. Francisco Martínez Salazar  
 D. Juan Aquilides y Aleras  
 D. Manuel Xarros y Alcalde  
 D. Luciano Pita Davariga  
 D. José Aláez y Alabandera  
 D. Santiago Zamora y Zurita  
 D. Gerónimo Moreno y Korafull  
 D. Baltasar Losada y Miranda  
 D. Antonio Quintana y Llerena  
 D. José Carrillo y Calvo  
 D. José Noroña y F. de Córdoba  
 D. Santos Colleraux y Ortaña  
**AÑO 1840**  
 D. Juan Rodríguez Quintana  
 D. Enrique Barba y Balcar  
 D. Juan de Dios Córdoba y Goyanes  
 D. Eduardo Siquera y Pérez de Lama  
 D. Plácido Cortés y Goyanes  
 D. Francisco Suardana y Comaró  
 D. Nicolás Rodríguez Caba y Andrade  
 D. José Quintanas de Leon  
 D. Liberalo Arriat y Angulo  
 D. Félix Carrera de Arriarte  
 D. Ramón de Ossa y Giribdo  
 D. Joaquín Herrera Robín de Celis  
 D. Felipe Solís y Campuzano  
 D. Cristóbal Requena de Requena  
 D. José Artache y Gómez

D. Pedro Ferrer y Ríos  
 D. José Navarro y Pizarro  
 D. Juan Comanera Aguilo y Wals  
 D. Luis González Alva y Alarcón  
 D. Juan Cortés y Goyanes  
 D. Carlos del Castillo y Ponce  
 D. Mariano Arriarte y la Iglesia  
 D. Manuel Urreola y Olaguier  
 D. Ramón Negrón y Córdoba  
 D. Pablo Fernández y Talano Ponte  
**AÑO 1842**  
 D. José González Cánovas y Alado  
 D. José Viscar y López  
 D. Eugenio Aláez y Díaz  
 D. Agustín Ruiz Alcalá  
 D. José Ramón de Flores  
 D. Luis Bustamante y Campuzano  
 D. José María Aguilo y Wals  
 D. Mariano Bustamante y Campuzano  
 D. Manuel Capia y Riano  
 D. Ramón Flores y Sol de Bernabé  
 D. Fernando Fernández Pitaranda  
 D. José Pardo y Rivadulla  
 D. Faustino Zurbarán B. de Quijós  
 D. Rafael Plaquillo y Aguilar  
 D. Manuel Martínez de Córdoba  
 D. Mariano Desobederos P. Suardana  
 D. Ramón de Cardenas y Ferrer  
 D. José María Bustamante y Villegas  
 D. Gaspar Núñez y Alfrade  
 D. Álvaro Fortuny y San Romá  
 D. Juan Cortés de la Torre  
 D. Manuel Fuentes Colobo

D. José Fernández Otero  
**AÑO 1843**  
 D. Manuel Sevilla y Montaner  
 D. José de Ponte y Montenegro  
 D. Mariano Alarcón y Alarcón  
 D. Simón Zamora y Alaya  
 D. José Pardo y Galera  
 D. Ramón de los Ríos y Aláez  
 D. Agustín Acacibar y Villola  
 D. Alfonso Fernández de Córdoba y Borques  
 D. Eduardo Torres y  
 Halbermann  
 D. Fernando Aláez y Díaz  
 D. José Asstra Díaz Alabandera  
 D. Juan Aranda y Wals  
 D. Joaquín Rodríguez Alarcón  
**AÑO 1845**  
 D. José Sanchez y Castillo  
 D. Juan Carrizosa y Alarcón  
 D. Miguel Velarde y Fernández  
 D. Pedro Andrade y Alarcón  
 D. Narciso Borrero Babilá  
 D. Manuel Ordóñez Barrera  
 D. Luis Aláez y Castillo  
 D. Clemente Velarde y González  
 D. Alejandro Alarcón y Salazar  
 D. Mariano Pérez de Castro  
 D. Mariano Gutiérrez y Díaz  
 D. Joaquín Alarcón y Pelgado  
 D. Isidro Velasco Aranda  
 D. Desiderio Echavarría y Martí  
 D. Manuel Pavia y Rodríguez

Decía  
el

# MEMORIAL

hace

años

100

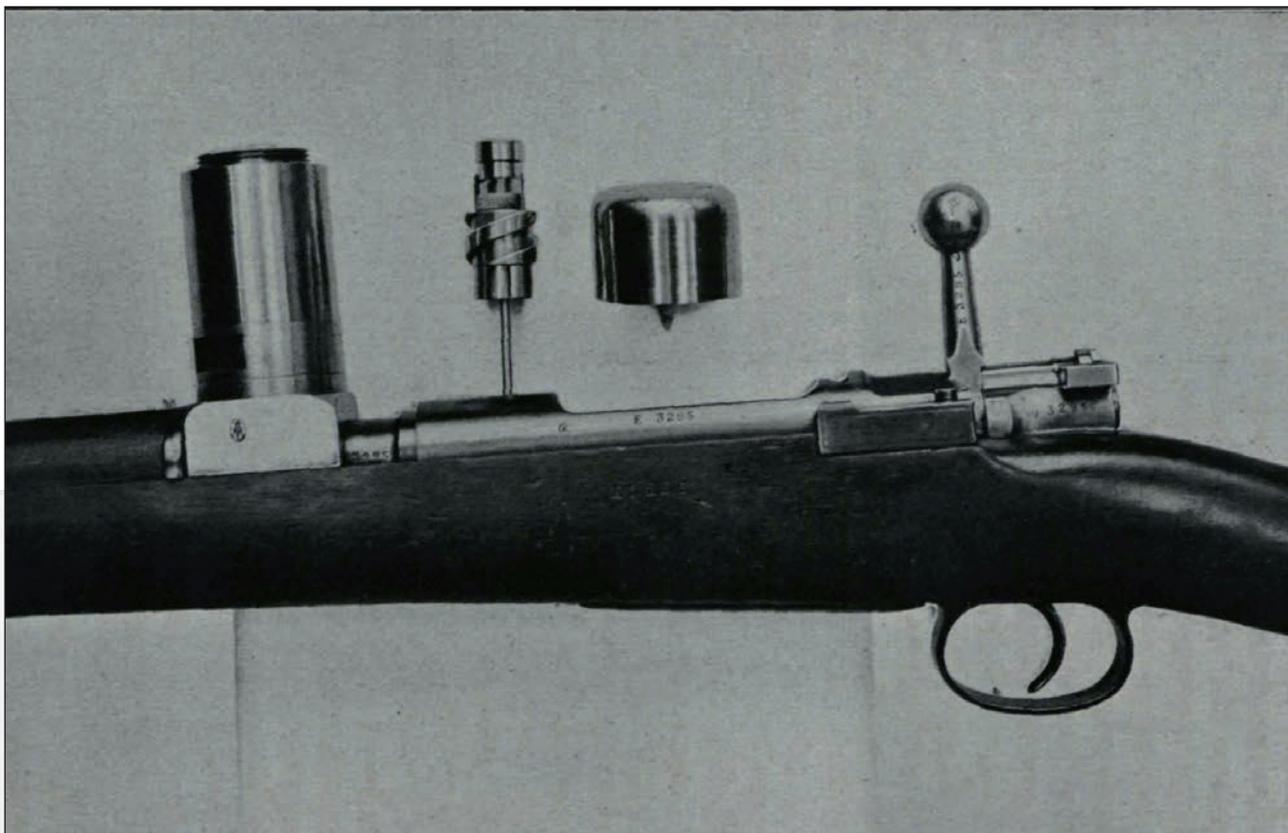
**Extracto realizado por el teniente coronel D. Luis Miguel Torres Sanz, del número correspondiente al Año 68. Serie VI -Tomo IV - 1913.**

◇ **Un documento muy interesante - Notas aclaratorias**

La experiencia de aerostación del Colegio de Artillería, hecha en noviembre de 1792, fue la primera realizada en Europa con fines estrictamente militares perfectamente definidos. Así parece desprenderse del escrito del Conde de Aranda y así lo afirma la Real orden con que dicho escrito ha llegado a nuestro poder. [...] Francia se atribuye la invención del aeróstato y se apropia también la primacía en la aplicación de ese invento a fines militares. Esto, sin embargo, no es exacto. La primera aplicación de la aerostación al arte de la guerra se hizo en la nación vecina bajo el mando de la Convención, y sólo después de las experiencias hechas en Meudon, cerca de París, fue cuando el globo entró en funciones en la célebre batalla de Fleurus (1794), más de un año posterior a la experiencia de El Escorial. Nada diremos de las demás naciones, pues reconocidamente marcharon todas ellas detrás de Francia en este asunto. Resulta, pues, probado que el Colegio de Artillería hizo ensayos de un globo, en 1792, «con fines estrictamente militares perfectamente definidos, con material propio de construcción española y antes de que lo ensayara ningún otro ejército».

◇ **Crónica interior - El teniente Alfranca**

En el movimiento de avance iniciado por nuestras tropas en Tetuán el 11 de junio (de 1913), ha tenido el Cuerpo que lamentar la pérdida de un pundonoroso oficial, el primer teniente D. Eduardo Alfranca, de la 1.<sup>a</sup> batería de montaña del regimiento mixto de Ceuta, concurriendo en esta desgracia circunstancias que deben ser referidas, pues todas ellas de-



Fusil Probeta del Taller de Precisión

muestran la sencillez y calma con que los artilleros rinden su vida a la Patria, excediéndose en el cumplimiento de su deber. [...] De cuanto hizo la batería en aquella mañana, nada puede decirse más modesta y discretamente que lo que dice el mismo teniente Alfranca en carta a su familia, recibida por su infortunada y dolorida madre después del terrible día 13, en que los compañeros tuvimos el inmenso dolor de comunicarle la triste nueva. Dice así:

Tetuán 11 de junio. Queridas madre y hermana: Al fin, aun cuando algo tarde, porque creo que esto se ha debido hacer antes, se ha empezado la guerra. Esta mañana salió mi batería de Tetuán con una columna, compuesta de dos batallones y sus servicios complementarios, y al llegar a las nueve a una posición llamada Dar-Laucien, que era nuestro objetivo, recibimos orden de romper el fuego contra unos grupos que aparecieron en nuestro frente; hemos tenido, por lo tanto, la suerte de que nuestros cañones hayan sido los primeros en atronar el espacio para vengar la muerte de los indefensos trabajadores y soldados que han sido asesinados a mansalva en los días anteriores. Los moritos desaparecieron en seguida, y después han estado acercándose y alejándose en cuanto les tirábamos, y después de tirar ellos también a nuestras avanzadas, de las que han retirado ya a estas horas 11 heridos nuestros: ellos también llevaron su merecido. Están fortificando la posición para quedarnos en ella, de modo que nos espera una noche toledana, porque ellos

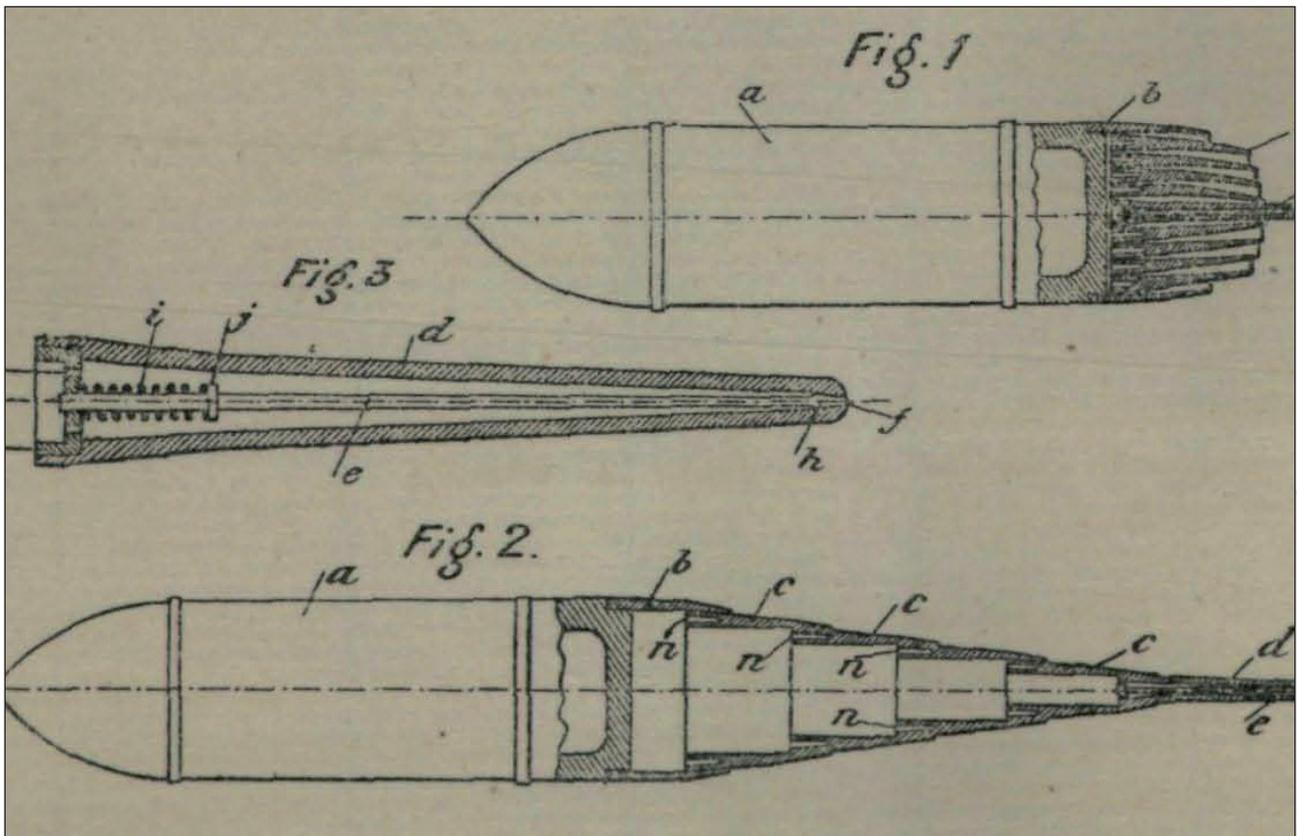
Decía  
el

MEMORIAL

hace

años

100



Nueva forma de proyectil

saben muy bien aprovecharse de las ventajas de las sombras; pero no pasen cuidado, porque la posición es buena y hemos subido bastante gente. He recibido vuestras dos cartas, a las cuales contestaré cuando esté algo más tranquilo, pues estoy escribiendo sentado en el suelo (muy duro) y apoyado el papel sobre un cañón.

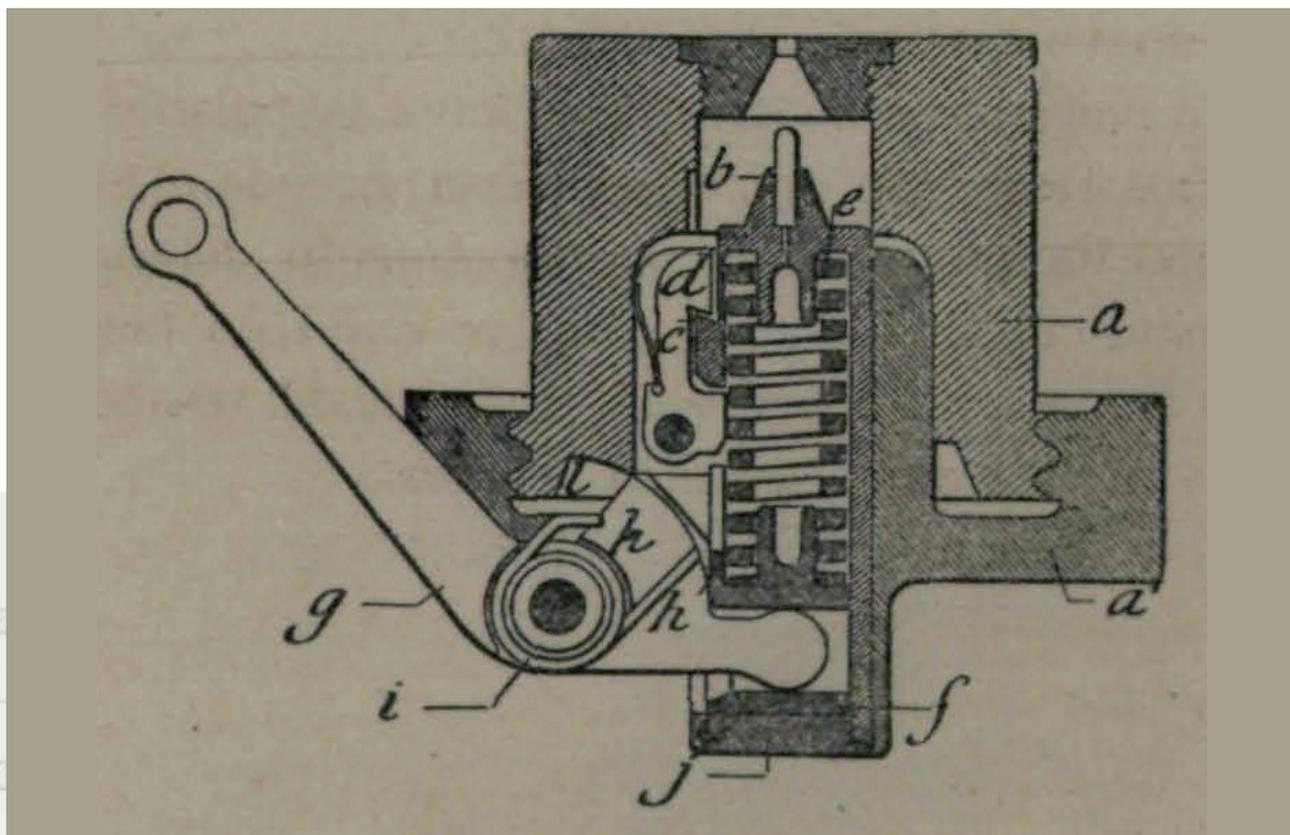
Y añade en una postdata: No sé cuándo recibirán esta carta, porque estamos a 9 km. de Tetuán y hay que esperar para enviarla que vayan fuerzas de aquí, y no sé cuándo lo harán. Adiós. [...] El teniente Alfranca quiere observar mejor y se incorpora; estaba junto a la contera; dos balas le hieren, la una en la sien y la otra junto a la yugular. Cayó de bruces muerto en el acto. Serían las seis de la tarde.

[...] Esta lucha contra un enemigo que se acerca a 200 m. de una batería es siempre de resultados trágicos; sin los escudos hubiera sido imposible, pero el solo hecho de sostenerla acusa en la gente un valor distinguido, y el capitán, así como los oficiales y la tropa, demostraron en ello que los que así se portan el día de su bautismo de fuego son de la madera de los buenos artilleros.

◇ **Crónica interior - Visita de SS. MM. a la Academia de Artillería.**

Nuevamente se han dignado SS. MM. (Alfonso XIII y Victoria Eugenia) patentizar su amor a las instituciones armadas, por

Decía  
el  
**MEMORIAL**  
hace  
años **100**



Nuevo aparato de percusión para cañones

cuya prosperidad y mejoramiento velan con tan infatigable interés. Esta vez ha correspondido a nuestra Academia el honor de la regia visita, y tenemos una viva satisfacción al poder asegurar a nuestros lectores la excelente impresión causada en nuestro Monarca por el perfecto estado de instrucción que en el campo de tiro acreditaron nuestros alumnos. SS. MM., a quienes acompañaban la Princesa Beatriz, el Infante D. Alfonso y el Príncipe Raniero, así como los Generales Aznar y Aranda, el Conde de Aybar y varios jefes y oficiales de alabarderos y del regimiento de infantería de León, eran esperados por el General Gobernador D. Gabriel Vidal, coroneles Rexach y Pérez Griñón.

[...] S. M. el Rey, que presenció todos los ejercicios desde un observatorio, se dignó felicitar al coronel de la Academia por el resultado de los mismos, recomendándole que en su real nombre hiciera presente su satisfacción a los profesores y alumnos a sus órdenes. En uno de los pabellones del campo de tiro se sirvió un lunch después del cual el Rey se trasladó a la dehesa para presenciar el desfile en columna de honor de las baterías de alumnos, que hicieron nuevo alarde de marcial gallardía, aclamando con entusiasmo a S. M.

◇ **Crónica interior - Conmemoración de la Batalla de Vitoria**  
El día 21 de junio de 1813 tuvo lugar la célebre batalla de Vitoria, en la que el ejército francés, mandado personalmente

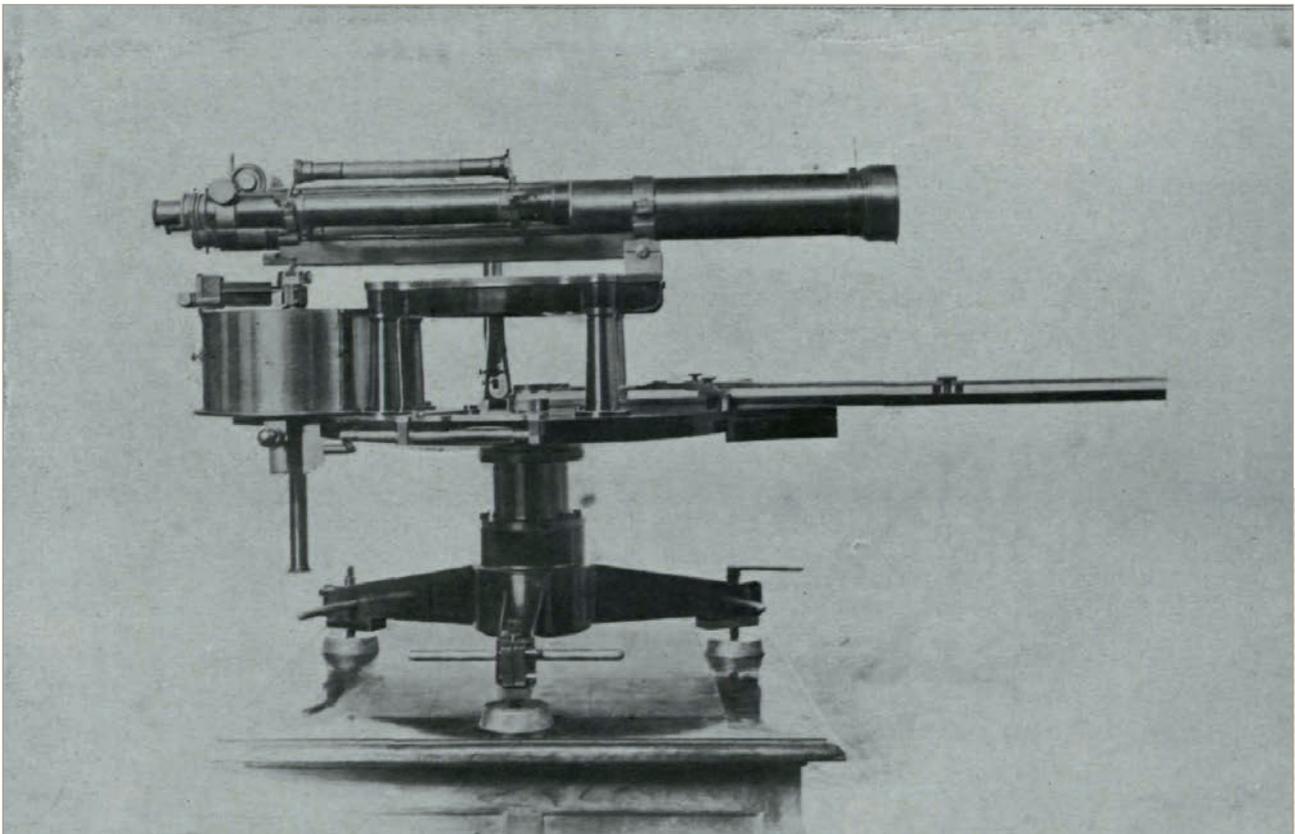
Decía  
el

MEMORIAL

hace

años

100



Telemetro Zaragoza

por el Rey José, luchó con el ejército aliado de ingleses, portugueses y españoles, sufriendo una derrota tan completa y definitiva que puso fin a la cruenta lucha sostenida en España por la independencia española contra el poder de Napoleón, tan débilmente representado entonces por el mismo hermano del César. Aquella batalla, iniciadora de la decadencia del coloso del siglo XIX, costó al ejército francés la pérdida de cerca de 10.000 hombres, 151 piezas de artillería y verdaderos tesoros en varios efectos.

[...] La artillería inglesa, al recordar en la fecha del centenario de aquella batalla memorable que en ella compartió el placer de la victoria con la artillería española, ha visto renovarse los sentimientos de confraternidad y de simpatía que inspira siempre la comunidad de intereses y ha querido expresar aquellos sentimientos con un afectuoso saludo a la artillería española.

El General Cubillo, Jefe de la Sección de Artillería del Ministerio de la Guerra, recibió el día 21 del mes de junio anterior, el telegrama que traducimos a continuación: «Los oficiales del Regimiento Real de Artillería, reunidos hoy en Shoeburness para conmemorar el centenario de la batalla de Vitoria, enviamos nuestros saludos y felicitaciones a nuestros compañeros de la Real Artillería española que representan ahora a los que hace cien años pelearon con nosotros. Seamos siempre sus honorables y sinceros camaradas. Nuestro cordial saludo.

Decía  
el  
**MEMORIAL**  
hace  
años **100**

◇ **Crónica interior - El Taller de Precisión de Artillería en la Exposición del material científico de Madrid (15-20 junio 1913).**

La Asociación Española para el Progreso de las Ciencias ha celebrado un Congreso en Madrid en el mes de junio último. Uno de los actos de ese Congreso ha sido la Exposición de material científico en el Palacio próximo al Hipódromo en esta Corte. Entre las instalaciones que allí hemos visto, algunas de ellas verdaderamente notables, hay muchas que en nada se relacionan con nuestra profesión, [...], pero figura también entre ellas la colección de aparatos expuestos por el Taller de Precisión de Artillería, y de esta colección hemos de decir con el mayor gusto algunas palabras, aunque los aparatos que la componen sean ya de todos conocidos.

[...] He aquí la lista detallada:

Telémetro de base vertical modelo Zaragoza. - Conocido de todos. Fusil probeta modelo del Taller de Precisión. También es conocido, porque de él ha hablado en su publicación anual la Comisión de Experiencias. Hay dos modelos, uno en que el mismo aparato arranca el bocado de la vaina del cartucho en el momento mismo del funcionamiento, y otro en el que la medida de la presión se hace sin que se taladre la vaina. El segundo modelo representa un verdadero adelanto sobre los aparatos similares hasta ahora conocidos, y ha llamado la atención por la regularidad de las medidas que proporciona, la facilidad y seguridad de sus manipulaciones y hasta la elegancia de su forma.

[...]

◇ **Miscelánea - Nuevo aparato de percusión para cañones.**

Los Sres. Donaldson y Halden, de la fábrica de Woolwich, han obtenido privilegio de invención por un nuevo aparato de percusión que describe la revista Engineering y está representado en la figura. El aparato de cierre a está sostenido por el portacierre a'. Dentro de aquél se mueve el percutor b, provisto de un diente c que engrana con la uña d del disparador; e es el muelle principal, que por delante se apoya en el percutor y por detrás en una pieza f, que puede resbalar a lo largo del hueco interior del percutor. La pieza f tiene un rebajo en el cual se introduce el brazo menor de la palanca disparadora. Dicha pieza tiene también un apéndice h que llega a incidir contra un talón del disparador cuando aquélla avanza dentro del percutor, desengranando el diente c de la uña d. En el eje de la palanca disparadora hay un muelle i, que obliga al percutor a retroceder cuando se deja a aquélla en libertad después del disparo. Para efectuar éste se tira fuertemente de la palanca g, lo que hace que el percutor se mueva primero ligeramente hacia adelante hasta que se detiene por engranar c con d; se comprime en seguida el muelle e contra la cara interna anterior del percutor, y cuando el apéndice h empuja al talón del disparador se levanta éste, queda libre el diente c y el percutor avanza rápidamente, obligado por un muelle, ocasionando la explosión de la carga del cartucho.

[...]

Decía  
el

MEMORIAL

hace

años

100

◇ **Ciencia e Industria - Regla mnemotécnica para recordar algunas igualdades trigonométricas.**

En el suplemento de Scientific American hemos leído la siguiente regla mnemotécnica, que no deja de ser útil para recordar algunas relaciones entre las líneas trigonométricas.

Sabemos que entre éstas se verifica:

$\text{sen } x = \cos$	$x \cdot \text{tang } x =$	$\frac{\cos x}{\cotang x} =$	$\frac{\text{tang } x}{\sec x}$
$\cos x = \cotang x \cdot \text{sen}$	$x =$	$\frac{\cotang x}{\text{cosec } x} =$	$\frac{\text{sen } x}{\cos x}$
$\text{tang } x = \text{sen}$	$x \cdot \text{sec } x =$	$\frac{\text{sen } x}{\cos x} =$	$\frac{\sec x}{\text{cosec } x}$
$\cotang x = \text{cosec}$	$x \cdot \cos x =$	$\frac{\text{cosec } x}{\sec x} =$	$\frac{\cos x}{\text{sen } x}$
$\sec x = \text{tang}$	$x \cdot \text{cosec } x =$	$\frac{\text{tang } x}{\text{sen } x} =$	$\frac{\text{cosec } x}{\cotang x}$
$\text{cosec } x = \sec$	$x \cdot \cotan x =$	$\frac{\sec x}{\text{tang } x} =$	$\frac{\cotang x}{\cos x}$

Colóquense ahora según una circunferencia, y en el orden que se ve a continuación, las seis líneas trigonométricas:

$$\begin{array}{ccc} & \text{tang } x & \\ \text{sen } x & & \sec x \\ \cos x & & \text{cosec } x \\ & \text{cotang } x & \end{array}$$

Y fácilmente se nota que cada una de ellas es igual al producto de sus dos adyacentes, por ejemplo:  $\text{tang } x = \text{sen } x \cdot \sec x$ .

De este modo se obtienen los dos primeros miembros de las seis relaciones copiadas.

Tomando ahora tres líneas consecutivas del círculo adjunto, la primera de las tres consideradas es igual al cociente de las otras dos, bien se tomen en sentido de las agujas de un reloj ó bien se tomen en sentido contrario.

Así vemos que  $\text{tang } x = \sec x / \text{cosec } x$ , y a la vez  $\text{cosec } x = \sec x / \text{tang } x$ . Con ello se pueden completar las seis repetidas relaciones.

◇ **Miscelánea - Nueva forma de proyectil.**

El teniente ruso Svistounoff ha obtenido patente por una nueva forma de proyectil, según leemos en Journal of the United States Artillery. Dicho proyectil tiene una cola constituida por varias partes que enchufan unas en otras a semejanza de un telescopio.

Cuando estas partes están enchufadas (fig. 1) forman una base plana del proyectil; pero cuando se extienden (fig. 2), forman una cola detrás de éste, que impide se produzca el vacío a continuación del culote del mismo. Las distintas secciones o partes de la cola llevan rayas anulares n para facilitar que aquélla se extienda. Al cuerpo sólido a del proyectil se une el anillo b y éste contiene una serie de anillos cónicos c de diámetros decrecientes. Al último anillo se une la cola d, propiamente dicha, que está representada en mayor escala en la figura 3. [...]







# Capitán de Artillería Don José Brull y Seoane

por **D. Carlos Ramos Mateos, coronel  
de artillería**

Nació en Alcalá de Henares (Madrid), el día 14 de mayo de 1854, siendo sus padres don Mariano Brull y Sionés, coronel de caballería, y doña Dolores Seoane y Valdés. Ingresó en el Colegio de Artillería de Segovia el 1 de septiembre de 1871, desde la clase de paisano a servir de cadete de artillería hasta el 28 de julio de 1872 que por Real Orden es ascendido a alférez alumno, pasando a continuar sus estudios a la Academia de Aplicación de Artillería en la plaza de Madrid.

La “Cuestión Hidalgo” y la reorganización del Cuerpo de Artillería por R.O de 8 de febrero de de 1873 son motivos de discordia, solicitando el Cuerpo de Artillería su separación del Servicio. Todos los jefes y oficiales de la Escala Facultativa solicitan su licencia absoluta, salvo los que servían en el Ejército de Ultramar. El gobierno presenta a las Cortes el decreto de disolución del Cuerpo de Artillería. El rey Amadeo firma el decreto y presenta la abdicación que es aceptada por las Cortes. En la misma sesión, ya de madrugada fue proclamada la república el 11 de febrero de 1873.

El alférez alumno Brull fue separado de la Academia a petición propia, permaneciendo en esta situación hasta el primero de octubre, en que se vuelve a incorporar como comprendido en el Decreto de reorganización del Cuerpo de Artillería de fecha 21 de septiembre de 1873.

El 26 de mayo de 1874 es promovido al empleo de teniente de artillería, y pasa destinado al 3er regimiento de artillería a pie de guarnición en Madrid.

El 6 de septiembre sale con una partida de doce hombres a su mando a cubrir el destacamento de Morella, quedando en Alcañiz (Teruel) por encontrarse las vías férreas cortadas hasta el 20 de diciembre, cuando emprendió de nuevo la marcha para Morella, donde como Comandante de la plaza combatió contra las partidas carlistas en diferentes acciones, haciendo uso de la artillería.

Sigue en Morella durante el año 1875 causando bajas a los carlistas en diferentes ocasiones. A finales de febrero pasa a la clase de capitán de Ejército, embarcando para el departamento de Filipinas para el mando de la 4.ª compañía del 1er batallón del regimiento de artillería peninsular. El 8 de octubre llega a Manila.

El archipiélago de Sulú es el conjunto de islas más meridional de las Filipinas, siendo la isla de Joló la mayor y más importante de ellas. Junto con la isla de Mindanao, había sido tradicionalmente un dolor de cabeza para las autoridades españolas, dada la irreductibilidad y fiereza de sus habitantes, que vivían del saqueo de las colonias costeras españolas y de los barcos mercantes. En el año 1850 se organizó la primera gran expedición al archipiélago rebelde, que acabó con una victoria aplastante de las tropas “españolas” (la tropa estaba compuesta exclusivamente por tropas indígenas, excepto los oficiales y suboficiales, que eran españoles). Así las cosas, en la década de 1870, las actividades corsarias se recrudecieron de tal modo que el Gobernador General de Filipinas, José Malcampo, toma la decisión de ocupar la isla de Joló de un modo firme y definitivo. El éxito de la operación fue tal, que Alfonso XII lo nombró conde de Joló y vizconde de Mindanao. Asimismo, decretó la creación de una medalla en bronce, en categoría única, fabricada en la Casa de la Moneda, con los cañones capturados a los enemigos. A este modelo se le conoce como Estruch, ya que fue el medallista encargado de realizarla y en ella el rey aparece con largas patillas, y es el modelo que hoy presentamos, y cuyo nombre podemos ver grabado bajo el busto del Rey. En el reverso de la medalla se citan las principales batallas de la campaña, a saber: Paticolo, Tapul, Cacutlapa, Liano, Maibum, Parano, de las que se realizaron pasadores.

Brull asistió a las acciones desarrolladas desde febrero a mayo de 1876. El 17 de mayo subió con una pieza de grueso calibre al reducto “Princesa de Asturias” donde los ataques eran más fuertes, consiguiendo inutilizar la batería enemiga introduciendo proyectiles en el reducto. Como recompensa de los diferentes hechos de armas que tuvieron lugar para la ocupación de Joló obtuvo el grado de comandante de Ejército.

El alférez alumno Brull fue separado de la Academia a petición propia, permaneciendo en esta situación hasta el primero de octubre, en que se vuelve a incorporar como comprendido en el Decreto de reorganización del Cuerpo de Artillería...

...El 17 de mayo subió con una pieza de grueso calibre al reduto “Princesa de Asturias” donde los ataques eran más fuertes, consiguiendo inutilizar la batería enemiga introduciendo proyectiles en el reduto...

El 11 de febrero de 1877 se produjo el hecho por el cual se le concedió la cruz de 2.ª clase de la Real y Militar Orden de San Fernando y el empleo de comandante de Ejército. Jorge Vigón en La historia de la artillería española nos lo describe así: “Hallábase de guardia en el cuartel del Rey, de Manila, cuando se amotinaron las seis compañías allí alojadas, tratando de forzar la salida con las armas en la mano para unirse a las que se acuartelaban en Santa Lucía. Formó entonces Brull la escasa fuerza que permanecía leal, se dirigió resueltamente contra los sublevados y tendió a sus pies, muerto de un tiro de revólver, al cabecilla de la sedición; otro quedaba mal herido en el pecho, de un balazo también; el sargento primero de la guardia, Justo Gil de Bernabé, fiel al capitán, y valeroso en el trance, dio muerte a otro de los amotinados, no sin que resultaran heridos algunos de los leales. Lanzóse luego Brull a abrir la puerta que daba al patio del cuartel, donde estaban la mayor parte de los sublevados, haciéndoles frente armado con un fusil, bizarro gesto con el que logró imponerse a los amotinados, que acabaron por aclamar a su capitán y obedecer sus órdenes”.

Continúa en Filipinas durante los años 1877 y 1878 como Comandante del Arma en la plaza de Cavite. Hasta el año 1882 ocupa diferentes destinos en el regimiento de artillería peninsular de guarnición en Manila.

El 12 de julio de 1882 embarca con destino a la Península a bordo del vapor correo Panay por haber cumplido el día 5 del actual los seis años de obligatoria permanencia en el país. Por R.O. de 11 de septiembre del año en curso se le concede el empleo de capitán de artillería con antigüedad de 17 de junio.

A partir de 1883 ya en España realiza trabajos y estudios científicos en su destino de la Pirotecnica Militar de Sevilla con obras como “Reforma de la espoleta de percusión modelo 1882”; “Espoletas de percusión y doble efecto”; “Espoleta única”; “Estopines modelo austriaco”, etc., que fueron publicadas en el Memorial de Artillería desde 1885 a 1902. Algunos de estos trabajos fueron hechos en unión del teniente coronel D. Luis Freyre, como La reforma del fusil Remington modelo 1871.



El 25 de junio de 1885 es nombrado teniente coronel de ejército por gracia especial.

En mayo de 1893 asciende a comandante de artillería por antigüedad, siendo destinado al 7.º regimiento montado de artillería. Posteriormente pasa al 14.º regimiento montado de artillería, aunque no se incorpora, permaneciendo de comisión en la Pirotecnia Militar de Sevilla. A continuación por sus especiales conocimientos es nombrado para una comisión para la construcción del fuerte de Sidi-Aguaridal en Melilla. Continúa perteneciendo al 14.ª regimiento montado sin incorporarse hasta el 30 de noviembre, en que pasa destinado al 2.º depósito de Reserva y posteriormente al Cuartel General del 2.º Cuerpo de Ejército formando parte del Ejército de Africa, embarcando para la plaza de Melilla el 30 de noviembre y regresando a la plaza de Málaga el 2 de enero de 1894. Continúa sus trabajos en la Pirotecnia Militar de Sevilla concediéndosele la cruz de 2.ª clase del mérito militar con distintivo blanco en atención a la inteligencia y laboriosidad demostrada.

En agosto de 1895 marchó con el 11.º batallón de artillería de plaza que se reorganiza en Cádiz con destino al Ejército de operaciones de Cuba. El 21 de agosto embarcó en el vapor correo "Antonio López", llegando a La Habana el dos de septiembre. El día 6 de septiembre salió de Santiago de las Vegas en tren, mandando las compañías 4.ª, 5.ª y 6.ª del batallón, una sección montada de la Guardia civil y el escuadrón de Treviño, con orden de operar en una zona que comprendía varios pueblos: Santo Domingo, Borgolles, Hatillo, Esperanza,...

Además, a partir del 31 de octubre se le unieron más fuerzas, con las que persiguió a varias partidas enemigas, dedicándose también a la reparación y custodia de las vías férreas y telegráficas que el enemigo destruía. Tuvo contacto con las partidas de "Socorro" y "Aniceto" en el Ingenio Trinidad. Volvió a "tener fuego" con otras partidas, dispersándolas, y apoderándose de caballos, víveres y municiones. El día 22 de diciembre continuó persiguiendo partidas en la provincia de Matanzas, donde el 29, mandando la vanguardia de la columna, sostuvo el fuego con la partida de Ibaseo en la colonia "El Rocio". Por este hecho de armas fue propuesto como distinguido.

Desde primeros de año de 1896 estuvo en operaciones en la provincia de Matanzas, continuando en la columna del general Suarez Valdés hasta el 18 de febrero que llegó a La Habana, y el 20 embarcó para la Península. Por R.O. de 19 de mayo le fue concedida la cruz de María Cristina de segunda clase por el mérito que contrajo en el combate sostenido contra los insurrectos en la colonia "El Rocio".

En 1897 es nombrado Ayudante de Campo del Excmo. Sr capitán general de Sevilla y Granada, y en 1898 realiza las mismas funciones

...se dirigió resueltamente contra los sublevados y tendió a sus pies, muerto de un tiro de revólver, al cabecilla de la sedición...

con el Excmo. Sr. teniente general Don José Chinchilla.

...Lanzóse luego Brull a abrir la puerta que daba al patio del cuartel, donde estaban la mayor parte de los sublevados, haciéndoles frente armado con un fusil, bizarro gesto con el que logró imponerse a los amotinados, que acabaron por aclamar a su capitán y obedecer sus órdenes.

Por R.O. de 2 de julio de 1900 es nombrado ayudante de órdenes del Cuarto Militar de Su Majestad la Reina Regente, ocupando este destino hasta el 17 de mayo de 1902. A continuación pasa a prestar servicio a la Escuela Central de Tiro.

El 21 de marzo de 1907 asciende a Coronel de Artillería por antigüedad. A fin de Mayo pasa destinado al regimiento de artillería de sitio en la plaza de Segovia, y el 31 de julio se hace cargo del mando del regimiento de artillería de montaña en Victoria hasta fin de diciembre de 1907, que pasa al Estado Mayor Central del Ejército en el que se le nombra como comisionado para hacer El estudio completo de las defensas de nuestras posesiones del Norte de Africa.

En 1909 se le concedió a voluntad propia el ingreso en la sección de reserva del Estado Mayor General del Ejército con el empleo de General de Brigada.

El día 4 de enero de 1911 falleció en la plaza de Madrid a la edad de cincuenta y seis años.



#### BIBLIOGRAFIA

- ◇ Historia de la artillería española, de Jorge Vigón.
- ◇ Memoriales de artillería.
- ◇ Archivo General Militar de Segovia. Hoja de servicios.

---

**El coronel D. Carlos Ramos Mateos, pertenece a la 259 promoción del Arma de Artillería y en la actualidad se encuentra en la situación de Retirado**

---

# CUERPO DE ARTILLERÍA



*Escuela Central de Fieos del Ejército 1.ª Sección*

## 1.ª SUBDIVISIÓN

D. *José Bruell y Seoane*

nació en *Alcalá de Henares* provincia de *Madrid*  
 el día *catorce* de *Mayo* de mil ochocientos *cinuenta y cuatro*  
 Es hijo de D. *Mariano Bruell y Simoes*  
 y de Doña *Dolores Seoane y Valdés*  
 Tiene los méritos, servicios y circunstancias que á continuación se expresan:

ANTIGÜEDAD QUE LE CONCEDEN LOS DESPACHOS Ó NOMBRAMIENTOS			2.ª SUBDIVISIÓN	TIEMPO QUE LOS HA SERVIDO		
Día.	Mes.	Año.	Empleos y grados que ha obtenido.	Años.	Meses.	Días.
1.º	Septiembre	1871	cadete de Artillería	..	10	25
25	Julio	1872	Alferez alumno de Artillería por reglamento	..	10	5
1.º	Junio	1873	Con licencia absoluta á petición propia, tiempo abonable según orden de 15 de Abril de 1874.	..	4	..
1.º	Octubre	1873	Vuelto á la Academia de Alferez Alumno de Artillería	..	7	25
26	Mayo	1874	Seriente de Artillería por promoción	..	8	3
29	Octubre	1875	Capitán de Ejército por pase á Filipinas	7	4	18
25	Febrero	1876	Grado de Comandante de Ejército por mérito de guerra	..	..	..
11	Febrero	1877	Comandante de Ejército por mérito de guerra	..	..	..
17	Junio	1882	Capitán de Artillería por antigüedad	10	11	2
25	Junio	1893	Seriente Coronel de Ejército por gracia especial	..	..	..
19	Mayo	1893	Comandante de Artillería por antigüedad	3	9	8
27	Febrero	1897	Seriente Coronel de Artillería por antigüedad	10	..	24
21	Marzo	1901	Coronel de Art.ª por antigüedad	20	..	9
29	Noviembre	1907	General de Brigada de la Reserva del C. M. G. del Ejército con arreglo al artículo 3.º de la ley de 1.º de dicho mes	1	9	5
TOTAL DE SERVICIOS EFECTIVOS HASTA 4 DE enero de 1911 que falleció				39	11	4

# Información

## **Learning to eat soup with a knife.**

John A. Nagl

The University of Chicago Press – Chicago & London - 2002

Recensión realizada por el Caballero Alférez Cadete D. Miguel Moreno Moreno

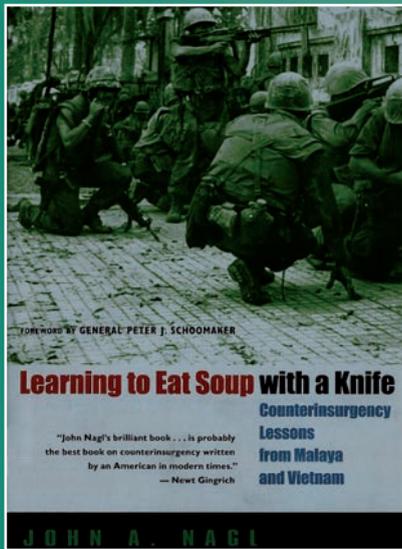
Este ensayo analiza el tema de cómo se trató la contrainsurgencia en los conflictos de Malasia y Vietnam por ingleses y americanos respectivamente, y de cómo afectaron sus medidas de contrainsurgencia a las operaciones.

Nacido en 1966 en la localidad de Omaha, Nebraska, John A. Nagl es Teniente Coronel retirado del arma acorazada del Ejército de Tierra de los Estados Unidos. Terminó sus estudios en West Point en 1984, y se retiró en 2008. Es licenciado en relaciones internacionales por la Universidad de Oxford. Tras servir en varias unidades acorazadas, en la primera Guerra del Golfo lideró una sección de carros de combate. Su tesis doctoral en Oxford, en 1997, la realizó sobre la contrainsurgencia.

En el primer capítulo se analiza la forma que tienen los ejércitos de generar doctrina, basada en nuevos conocimientos y experiencias tras situaciones de combate. En el segundo capítulo se describen los puntos de vista de estudiosos de la guerra como Carl von Clausewitz, su opositor Antoine-Henri Jomini y Mao Tse Tung. Se analizan asimismo las dos tendencias o estrategias que se emplean en la contrainsurgencia: la estrategia directa, que consiste en destruir al insurgente, y la estrategia indirecta, en la que el esfuerzo se centra en desviar la lealtad del insurgente y provocar que se divida.

En el capítulo número tres, Nagl deduce que el ejército americano no fue capaz de aprender de la situación cambiante a la que se enfrentó en Vietnam, mientras que el ejército inglés sí que supo sacar lecciones de sus experiencias en Malasia, adaptando su doctrina y no haciendo de ella algo rígido que impidiese la mejora. En los siguientes capítulos, Nagl analiza la trayectoria del ejército inglés en Malasia y la trayectoria del ejército americano en Vietnam.

Resulta interesante comprobar cómo se enlazan los análisis de las formas de pensar de Carl von Clausewitz, Jomini y Mao con las formas de combate de los ejércitos inglés y americano. Von Clausewitz y Mao hicieron especial hincapié en el trato con la sociedad: un ejército no es nada sin una sociedad que lo apoye. Para Mao, el buen trato con la gente se traducían en apoyo logístico sin necesidad de depender de un gobierno, y según este punto de vista actuó el ejército inglés en Malasia. En el lado opuesto se encuentra la postura de Jomini: los objetivos de un ejército solo se conseguirán aplicando toda la fuerza posible en un punto débil del enemigo. Puede decirse que Estados Unidos luchó al modo jominiano. La cantidad de material empleado y perdido por Estados Unidos fue enorme. Todo esto, sumado a la negativa de emplear las lecciones aprendidas por Inglaterra en Malasia, hace pensar que Estados Unidos se comportó como el que cree que todo lo sabe, pero que realmente está equivocado, luchando en un ambiente asimétrico, desconocido para el ejército americano, pero de un modo convencional.



Resulta interesante comprobar cómo se enlazan los análisis de las formas de pensar de Carl von Clausewitz, Jomini y Mao con las formas de combate de los ejércitos inglés y americano. Von Clausewitz y Mao hicieron especial hincapié en el trato con la sociedad: un ejército no es nada sin una sociedad que lo apoye. Para Mao, el buen trato con la gente se traducían en apoyo logístico sin necesidad de depender de un gobierno, y según este punto de vista actuó el ejército inglés en Malasia. En el lado opuesto se encuentra la postura de Jomini: los objetivos de un ejército solo se conseguirán aplicando toda la fuerza posible en un punto débil del enemigo. Puede decirse que Estados Unidos luchó al modo jominiano. La cantidad de material empleado y perdido por Estados Unidos fue enorme. Todo esto, sumado a la negativa de emplear las lecciones aprendidas por Inglaterra en Malasia, hace pensar que Estados Unidos se comportó como el que cree que todo lo sabe, pero que realmente está equivocado, luchando en un ambiente asimétrico, desconocido para el ejército americano, pero de un modo convencional.

## Fire for effect

Anthony J. Sobieski.

AuthorHouse – Bloomington, Indiana – 2005

Recensión realizada por el Caballero Alférez Cadete D. Pablo González Arroyo

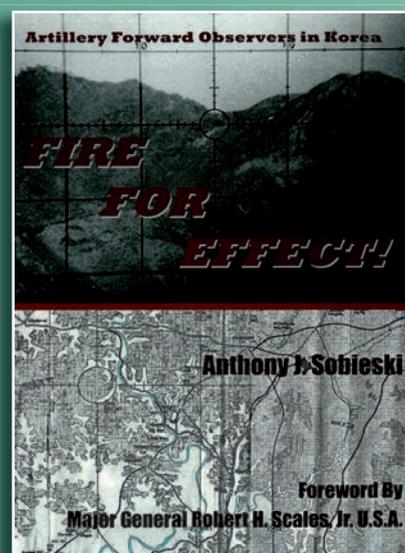
Esta obra es una recopilación de diferentes experiencias de combate vividas por Observadores Avanzados durante la guerra de Corea.

Anthony J. Sobieski actualmente trabaja para el Departamento de Defensa de los EE.UU. En su vida civil es manager de seguridad de la información de la base aérea McGuire en Nueva Jersey. En su vertiente militar, es Suboficial Mayor reservista y está destinado en el Cuartel General de las fuerzas de seguridad del Ejército del Aire en el Pentágono, donde desarrolla las funciones

de Asistente de Seguridad Nuclear y Política de Defensa. Es un reconocido historiador de la guerra de Corea, habiendo publicado tres libros sobre el tema: "Fire Mission" (2003), este libro, y "A Hill Called White Horse" (2009).

En el prólogo, escrito por el general Robert H. Scales Jr, del Ejército de los EE.UU., se trata de reflejar cual fue el propósito de este libro, el honrar de alguna forma a todos los Observadores Avanzados que participaron en la guerra de Corea. En el capítulo primero el autor pretende que el lector se familiarice con una serie de términos artilleros como azimuth, coordenadas de un objetivo, identificación del observador o tipo de objetivo, necesarios para que una persona ajena al ámbito militar comprenda el libro. En el capítulo segundo se destaca la experiencia del Alférez Milton Grismore en Corea en 1950. Relata que mientras se estaba replegando de un Puesto de Observación, fue sorprendido por una columna de carros de combate T-34. En su repliegue se encontró con una columna de obuses de 155 mm americana. Un jefe de pieza hizo que su pieza entrara en posición, y con puntería directa destruyeron dos T-34. El capítulo tercero narra la experiencia del Teniente La Nard Johnson, que en 1951 estuvo desarrollando actividades de Observador Avanzado Aéreo. Utilizaban aviones monomotor L-19, desde los cuales se corregía el fuego y se reconocían grandes extensiones de terreno. En el siguiente capítulo se cuenta la experiencia del Teniente Howard Walrath, del 1er Batallón de Observación de Artillería de Campaña. El Teniente estaba encargado de dirigir el fuego naval procedente del USS Iowa. Narra cómo era impresionante dirigir el fuego de artillería de estos acorazados, capaces con un solo proyectil de hacer desaparecer parte de los mogotes. El capítulo quinto habla sobre la experiencia del Sargento John Devine, del 1er Batallón de Tractores Anfibios de los Marines. El sargento narra cómo por exigencias del servicio, y sin haber recibido entrenamiento específico sobre las tareas del Observador Avanzado, es asignado a esa labor, y en poco tiempo y con mucha práctica es capaz de observar y corregir el fuego de artillería. El último capítulo describe cómo el Teniente Eugene Tinory estuvo desplegado en Corea de 1952 a 1954, en el 92 Grupo de Artillería de Campaña Autopropulsado. El Teniente narra que siempre desarrolló su labor de Observador Avanzado desde bunkers, pero que nunca estuvo desplegado con compañías de infantería de primera línea.

Pese a todos los años transcurridos desde el fin de la guerra de Corea, hay ciertos aspectos que son universales e intemporales para todo militar: el nerviosismo antes del combate, el estar expuesto a las inclemencias del tiempo, y el compañerismo, son algunos de ellos.



### Seal Target Geronimo

Chuck Pfarrer.

Quercus – London – 2011

Recensión realizada por el Caballero Alférez Cadete D. Luis Ventas Romay

El libro nos narra la historia real de los hechos ocurridos la noche del 1 de mayo de 2011, donde un equipo SEAL estadounidense ejecutó la operación que acabó con la vida del líder de Al Qaeda, dando por finalizada la búsqueda del terrorista más buscado durante 10 años.

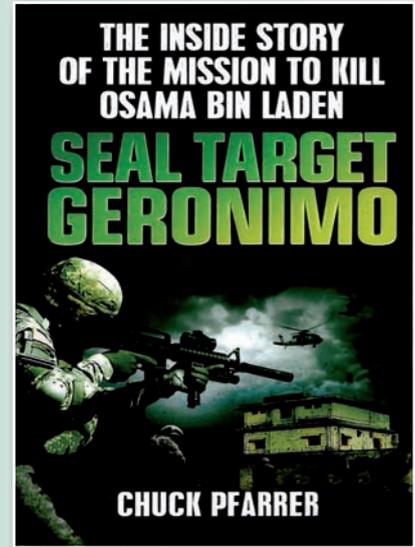
Chuck Pfarrer es un antiguo jefe del elemento de asalto del Equipo 6 de los Seal. Experto en contraterrorismo, ha escrito artículos para el “New York Times”, participado en programas como “America Tonight” de la CBS, y ha colaborado en cadenas de TV como “Alhurra”, “La Voz de America”, o “Fox News”. Es asimismo el autor de *Warrior Soul*, y de *The Memoir of a Navy Seal*. Ha escrito incluso guiones para películas, como la reciente *Navy Seals*.

La primera parte de la obra, *El camino de los Seal hasta llegar a Abbottabad*, cuenta cómo un Seal llega a serlo, narrando la dura instrucción inicial a la que son sometidos. Da mucha importancia a la descripción del esfuerzo que conlleva adquirir la condición de Seal, tropas de élite de la Marina de los Estados Unidos, que pueden ser usadas por tierra, mar

o aire, siendo los únicos que abarcan tanta gama de escenarios en los que son expertos. El autor describe el sacrificio que supone ser un Seal, pero no como publicidad para el cuerpo, sino como verdadera admiración hacia los hombres que componen esas tropas de élite.

En la segunda parte del libro, *El camino que lleva a Bin Laden hasta Abbottabad*, cuenta la biografía de Osama Bin Laden. Nos intenta dar una explicación de por qué un muchacho saudí, hijo de un importante hombre de negocios, que vive en medio del mayor de los lujos, se convierte a la postre en el terrorista más buscado del mundo, y en uno de los asesinos más sanguinarios de los últimos tiempos.

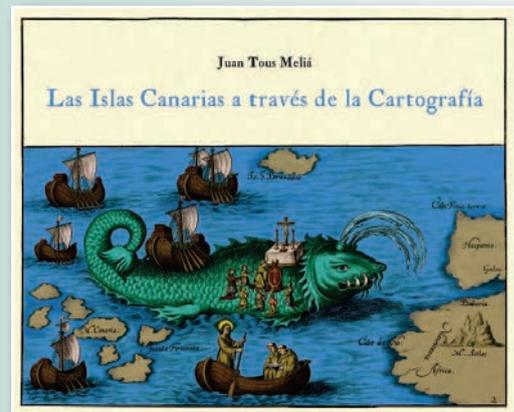
Llegados a la tercera parte, el libro se centra en la operación que se llevó a cabo por parte del Equipo 6 de los Seal, el equipo operativo que se encargó de llevar a cabo la misión. Esta es la parte más atractiva del libro, porque el autor describe con todo detalle los hechos, desde la preparación de la misión y su ejecución, hasta la comunicación oficial de su éxito por parte del Presidente de los Estados Unidos.



### Las Islas Canarias a través de la Cartografía

Con el título: *Las islas canarias a través de la cartografía*, y subtítulo; *Una selección de los mapas más emblemáticos levantados entre 1507 y 1898*, el coronel de artillería Juan Tous Meliá, después de varios años de trabajo, ha preparado un gran atlas histórico con una selección de los mapas más emblemáticos de las Islas Canarias y una síntesis de las monografías que han visto la luz dentro de la colección: *las islas canarias a través de la cartografía*, iniciada en 1994.

El libro, consta de 272 páginas interiores a cuatro tintas en papel Gardapatt, a gran tamaño, 28,5 x 36 cm [apaisado], encuadernado en tapa dura cosido con hilo vegetal, lomo de tela, resto forrado al cromo. Incluye ochenta mapas a página completa y además, cuarenta y cinco detalles o mapas más pequeños, con un total de ciento setenta y dos ilustraciones. Todo aquel que estuviera interesado en su adquisición puede contactar con el autor a través de su correo electrónico [tousmelia@gmail.com](mailto:tousmelia@gmail.com)



## Recent News, Trends and Insights in Artillery

### TRENDS IN ARTILLERY

- ◇ Regarding indirect fires, the latest trends on capabilities to engage all types of targets - fixed, mobile, pinpoint, area, close and far targets - with the right accuracy and opportunity (Precision Engagement approach) imply the need to establish a balance between the use of intelligent and conventional munitions.
- ◇ Missile defence is still a current issue where all countries are making a big effort.
- ◇ Cannons continue being of great importance to combat small aerial vehicles, flying at a low altitude and reduced speed. To complement cannons, Directed Energy Weapons (DEW) will be used in the future.
- ◇ Concerning Airspace Management, the responsibility, delegated by the joint command airspace control authority, falls into the operational organization, within its operations area and below the coordination level that divides low and high speed aerial traffic.

## Training and use

### HOW TO DEFEAT AN AREA TARGET AND COMPLY WITH THE INTERNATIONAL HUMANITARIAN LAWS?

This article tries to raise awareness about the problem posed by having to defeat an area target and, at the same time, comply with the humanitarian international laws, particularly with the agreements reached in the Diplomatic Conference on cluster ammunitions or submunitions, which is in force since 2010. Once the problem has been identified, it tries to show the range of solutions on which NATO is working.

### BALLISTIC MISSILES

This article looks into ballistic missiles, by starting with their history and following with their technical features, it studies the possibilities to defeat them, and finally it deals with the acquisition and development policies states have.

### MONITORIZATION IN THE “NUBE GRIS” EXERCISE

The aim of this article is to inform the Artillery people about the experience acquired during exercise “Nube Gris 2013”, after meeting the challenge of centralizing the monitoring signals of the systems taking part in the exercise, as well as succeeding in projecting them in real time to external locations. To understand this, it is necessary to have in-depth knowledge of the fundamentals of the monitoring system.

### ARTHUR FIREFINDER RADAR. 5 YEARS WORKING IN THE TARGET ACQUISITION UNITS OF THE ACQUISITION BATTALION.

In 2008 ARTHUR radar started working inside the III/63 Acquisition Battalion. For nearly 5 years, the use of this sophisticated acquisition means has been enhanced after different experiences with the Spanish Armed Forces, within Target Acquisition Units (ULAO). The radar technical features are analyzed, looking into the issues that follow: Exploration sectors, Sequenced Radar Transmission, Radial velocity, Directions for the use of sensors, Weapon classification, False target filtering and Tactical settings.

## Training and use

TALKING ABOUT LEADERS AND COMMANDERS, COHERENT, INCOHERENT, AND SOMETIMES REPETITIVE THOUGHTS.

Being a leader means being a commander, but being a commander does not always imply leadership. This article outlines some thoughts regarding the implications of both concepts, looks for possible divergences, and supports them on renowned writers.

## History

QVADERNUM HISTORIAE – HISTORY OF ARTILLERY OUTLINES (I)

It is widely thought among Artillery people that our knowledge of the history of the Artillery branch is quite narrow. Perhaps the Schools curricula, focused on scientific and technical knowledge, have not given due attention to Military History, which should be a very important aspect of our military training as it is the basis of our traditions and the very essence of the military profession. Most of us have paid attention to our history later, when surprised in front of a painting in our unit, an anecdote, some news or just a conversation among senior officers, we have learnt that behind our cannons there was something else than our manuals, which was sometimes portrayed in certain commemorations. In the next articles of this section, I will try to outline our Artillery history – not in-depth, obviously - with the intention of encouraging the reader to go deeper into it.

INDUSTRIAL ENGINEERING IN THE ARTILLERY BRANCH AT ARTILLERY FACTORY IN SEVILLE

The article deals with the evolution of “Seville Bronze Foundry” from its opening, in the 15th century, to its closure, at the end of the 20th century, when it was named “Seville Artillery Factory”. We go through its facilities, machinery, manufacturing techniques, manufactured materials, developed projects and the tasks carried out by the artillery people assigned there, during the four different stages it went through along its five-century history, according to its dependence, managing and direction, foundry workers status, and depending on the different types of industry, the State intervention and the Artillery branch involvement.

# Impresión Bajo Demanda

## Procedimiento

El procedimiento para solicitar una obra en impresión bajo demanda será el siguiente:

Enviar un correo electrónico a **publicaciones.venta@oc.mde.es** especificando los siguientes datos:

**Nombre y apellidos**

**NIF**

**Teléfono de contacto**

**Dirección postal donde desea recibir los ejemplares impresos**

**Dirección de facturación (si diferente a la dirección de envío)**

**Título y autor de la obra que desea en impresión bajo demanda**

**Número de ejemplares que desea**

Recibirá en su correo electrónico un presupuesto detallado del pedido solicitado, así como, instrucciones para realizar el pago del mismo.

Si acepta el presupuesto, deberá realizar el abono y enviar por correo electrónico a:

**publicaciones.venta@oc.mde.es** el justificante de pago.

En breve plazo recibirá en la dirección especificada el pedido, así como la factura definitiva.

## Centro de Publicaciones

Solicitud de impresión bajo demanda de Publicaciones

Título:

ISBN (si se conoce):

N.º de ejemplares:

Apellidos y nombre:

N.I.F.:

Teléfono

Dirección

Población:

Código Postal:

Provincia:

E-mail:

Apellidos y nombre:

N.I.F.:

Dirección

Población:

Código Postal:

Provincia:

**Dirección de envío:**  
(sólo si es distinta a la anterior)

# Nueva **App**

## Revistas de Defensa

Nuestro fondo editorial ahora en formato electrónico para dispositivos Apple y Android



La aplicación, **REVISTAS DEFENSA**, es una herramienta pensada para proporcionar un fácil acceso a la información de las publicaciones periódicas editadas por el Ministerio de Defensa, de una manera dinámica y amena. Los contenidos se pueden visualizar "on line" o en PDF, así mismo se pueden descargar los distintos números: Todo ello de una forma ágil, sencilla e intuitiva.

La app **REVISTAS DEFENSA** es gratuita y ya está disponible en las tiendas Google Play y en App Store.



# Nueva **WEB**

Catálogo de Publicaciones de Defensa

Nuestro Catálogo de Publicaciones de Defensa, ahora a su disposición con más de mil títulos

<http://publicaciones.defensa.gob.es/>

La nueva página web del **Catálogo de Publicaciones de Defensa** pone a disposición de los usuarios la información acerca del amplio catálogo que compone el fondo editorial del Ministerio de Defensa. Publicaciones en diversos formatos y soportes, y difusión de toda la información y actividad que se genera en el Departamento.

### **LIBROS**

Incluye un fondo editorial de libros con más de mil títulos, agrupados en varias colecciones, que abarcan la gran variedad de materias: disciplinas científicas, técnicas, históricas o aquellas referidas al patrimonio mueble e inmueble custodiado por el Ministerio de Defensa.

### **REVISTAS**

El Ministerio de Defensa edita una serie de publicaciones periódicas. Se dirigen tanto al conjunto de la sociedad, como a los propios integrantes de las Fuerzas Armadas. Asimismo se publican otro grupo de revistas con una larga trayectoria y calidad: como la historia, el derecho o la medicina.

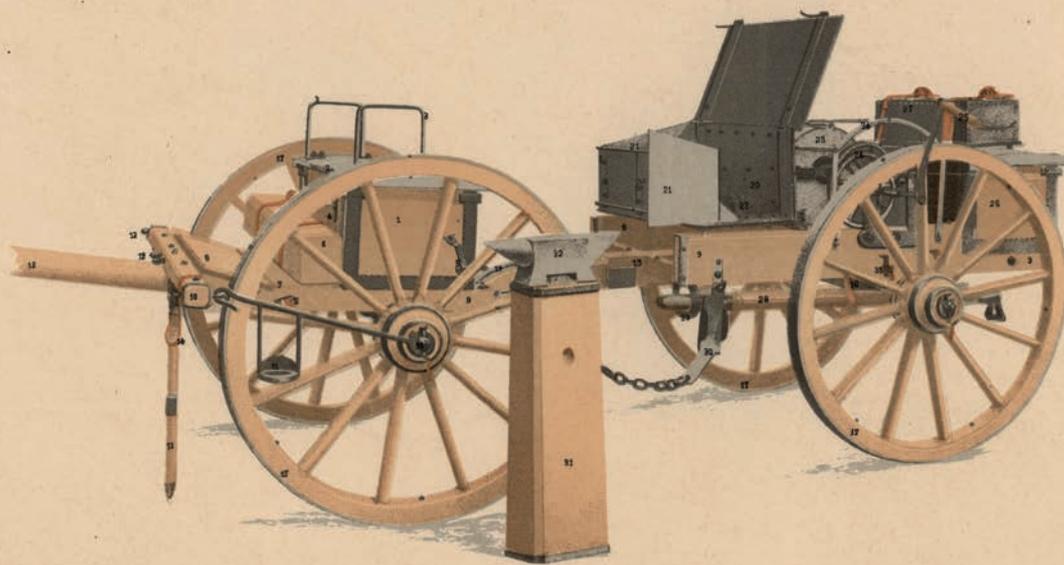
### **CARTOGRAFÍA Y LÁMINAS**

Una gran variedad de productos de información geográfica en papel y nuevos soportes informáticos, que están también a disposición de todo aquel que desee adquirirlos. Así mismo existe un atractivo fondo compuesto por más de trescientas reproducciones de láminas y de cartografía histórica.





Imagen de Santa Bárbara de RACA 20



**FRAGUA DE CAMPAÑA, MODELO 1863**

**ARMÓN**

- 5 Grapas para útiles.
- 6 Caja de tornillo de cerrajería.
- 7 Tabla de concha.
- 8 Hilo de pino.
- 9 Brazales.
- 10 Tira de guarda.
- 11 Botchón.

- 12 Anillos para los toriles.
- 13 Tentamón.
- 14 Suspensión del mismo.
- 15 Lanza.
- 16 Eje.
- 17 Ruedas.

**FRAGUA**

- 19 Argollón.
- 20 Fogar.
- 21 Portavelas.
- 22 Yebra.
- 23 Ventilador.
- 24 Ruedas dentadas para el mismo.

- 25 Manubrio.
- 26 Caja para herramientas.
- 27 Caja para agua.
- 28 Lanza de resaca.
- 29 Abrazadera de suspensión de la misma.

- 30 Píndulo.
- 31 Cazo de ligadura.
- 32 Espirita.
- 33 Grapas para herramientas.
- 34 Armazón de la funde del ventilador.