



¡250 años de ingeniería!

250 años de evolución en ingeniería de armamento

TORREÓN DE LOZOYA (SEGOVIA)

EXPOSICIÓN TEMPORAL



Colabora:



Organiza:



Academia de Artillería
C/ San Francisco, 25
40001 - Segovia
Tel. 921 413 750
Fax: 921 435 464
ocacart@eL.mde.es



MINISTERIO DE DEFENSA







Academia de Artillería: 250 años de innovación

250 ANIVERSARIO DE LA INAUGURACIÓN DEL REAL COLEGIO DE ARTILLERÍA

EXPOSICIÓN DE INGENIERÍA

CATÁLOGO GENERAL DE PUBLICACIONES OFICIALES
<http://publicacionesoficiales.boe.es>

Edita:



<http://publicaciones.defensa.gob.es>

© Autor y editor, 2014

NIPO: 083-14-055-7 (edición papel)

ISBN: 978-84-9781-931-2 (edición papel)

Depósito Legal: M-5548-2014

Fecha de Edición: marzo 2014

Imprime: Centro Geográfico del Ejército

Las opiniones emitidas en esta publicación son exclusiva responsabilidad del autor de la misma.

Los derechos de explotación de esta obra están amparados por la Ley de Propiedad Intelectual. Ninguna de las partes de la misma puede ser reproducida, almacenada ni transmitida en ninguna forma ni por medio alguno, electrónico, mecánico o de grabación, incluido fotocopias, o por cualquier otra forma, sin permiso previo, expreso y por escrito de los titulares de © Copyright.

En esta edición se ha utilizado papel 100% reciclado libre de cloro.



ÍNDICE

PRESENTACIÓN	7
INTRODUCCIÓN	11
Espacio expositivo I.....	21
LOS PRECURSORES	21
Espacio expositivo II.....	29
LA ILUSTRACIÓN.....	29
Creación del Real Colegio.....	31
Espacio expositivo III	33
LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL	33
Las Fábricas, los Centros y las Escuelas Aprendices.....	35
Espacio expositivo IV.....	69
LA EVOLUCIÓN DE LOS INGENIEROS.....	69
De los Ingenieros Industriales de Artillería al Cuerpo de Ingenieros Politécnicos (CIP)	71
Espacio expositivo V	81
INNOVACIÓN Y FUTURO.....	81





PRESENTACIÓN



Este año 2014 se celebra el 250º Aniversario de la inauguración, en el Alcázar de Segovia, del Real Colegio de Artillería, del cual es sucesora directa la actual Academia de Artillería, y, entre otras iniciativas, se ha organizado una Exposición de Ingeniería que recoge la fecunda labor realizada por los artilleros y sus continuadores actuales en el campo industrial, los ingenieros de armamento.

Para mí es un gran honor y profunda satisfacción hacer la presentación del documento que acompaña la exposición. Como se observará fácilmente, es bastante más que un catálogo y puede considerarse como una breve pero expresiva Historia de la Artillería Española en su vertiente ingeniera e industrial.

Me gustaría, sin embargo, en estas cortas palabras destacar tres aspectos que podríamos considerar propios de los artilleros, definidores de su talante y que han adornado, orientado y hasta condicionado, en cierto sentido, la evolución y características del Cuerpo de Artillería.

En primer lugar, los artilleros han adoptado desde el principio una *actitud claramente renacentista*, ciertamente propia de la época de sus inicios pero que ellos poseyeron en grado elevado y mantuvieron a lo largo del tiempo. Así, ansiosos de saber, supieron acumular y conjugar conocimientos hasta entonces separados: los de siderurgia y mecánica, para la fabricación de las bocas de fuego, y los de química, para la fabricación de la pólvora y los explosivos. Además, hasta entrado el siglo XVIII, fueron los mandos artilleros también responsables de las fortificaciones de las plazas, abarcando así las dos grandes ramas clásicas de la ingeniería militar: las que se ocupan del ataque y las desarrolladas para la defensa.

A estos conocimientos se deben añadir, desde su aparición, los de las disciplinas y ciencias emergentes, como la balística y las que en su seno se aplican y desarrollan, es decir las matemáticas, la topografía, la química, la dinámica de fluidos, la cinemática, etc. En todas ellas y en otras ramas de la ciencia se distinguieron numerosos artilleros, como recogen las páginas de este documento.

En segundo lugar, y recordando a Lewis Mumford en su valioso libro “Técnica y Civilización”, quiero destacar que los artilleros *se adelantaron a la Revolución Industrial*, en la que posteriormente jugarían un papel destacadísimo.

Mumford expone el efecto triple que tuvo, en la historia de la tecnología, el empleo de la pólvora en las armas de fuego, es decir la actividad propia de los artilleros. Este efecto triple se manifestó en el desarrollo de la siderurgia y de la metalurgia del cobre, en la transformación del arte de la fortificación y en el estudio de la combustión de la pólvora en el interior de las bocas de fuego.

Considerar el cañón como un nuevo tipo de máquina generadora de energía está claramente en la línea de la Revolución Industrial, caracterizada por la búsqueda y utilización de nuevas fuentes de



energía. Resulta, pues, el cañón precursor del motor de combustión interna, y los intentos de conocer y explicar dicha combustión condujeron a importantes progresos científicos y pruebas evidentes de otros, como el descubrimiento del oxígeno.

Ya en plena Revolución Industrial, se ha de reconocer que el papel ejercido por los artilleros-ingenieros fue decisivo para la implantación de dicha revolución en las maestranzas, fundiciones, salitrerías, minas, fábricas, laboratorios y centros por ellos regentados.

En tercero y último lugar, creo que la definición de Artillería merece una reflexión. Define la Real Academia Española a la Artillería como “el arte de construir, conservar y usar todas las armas, máquinas y municiones de guerra”. Esta definición, que se mantiene a lo largo del tiempo con ligeras variantes, recoge lo esencial del cometido histórico del artillero: Fabricar el arma para luego usarla él mismo.

La realidad es que el artillero supo, a lo largo de la historia, unir al ejercicio de las virtudes militares el conocimiento técnico, exigencia que partía del doble papel que le correspondía jugar: uno ejercido en retaguardia, en las fábricas, laboratorios y maestranzas y otro realizado en el campo de batalla, utilizando las armas por él diseñadas, fabricadas y mantenidas.

Coherente con este doble cometido asignado al Cuerpo de Artillería es el lema, bajo el cual se impartían en su época los conocimientos tanto tácticos como técnicos en el Real Colegio de Artillería : LA CIENCIA VENCE. Es decir, en el enfrentamiento con el enemigo y en la lucha por la victoria está también presente la labor científica, tecnológica e industrial realizada para la obtención de las armas empleadas. Esto explica la decisión adoptada por los componentes de la Artillería Española de renunciar a los ascensos personales por méritos de guerra, pese a los inconvenientes de todo tipo que ello supuso y la incompreensión, a veces del más alto nivel, que suscitó dicha decisión.

Como es lógico, este doble papel de fabricante y usuario no se puede mantener en la época actual. La solución dada, después de múltiples vicisitudes, fue la constitución del Cuerpo de Ingenieros de Armamento y Construcción (hoy Cuerpo de Ingenieros Politécnicos), creado para “perpetuar la tradición de los antiguos ingenieros militares y de los viejos artilleros” como rezaba el preámbulo de su ley de creación de 1940. Es decir, los componentes del nuevo Cuerpo recogían el relevo de los artilleros en todo cuanto suponía la fabricación y mantenimiento industrial de las máquinas, armas y municiones de guerra.

Espero que el visitante de la exposición aprecie la labor realizada por unos militares, enamorados de su profesión, orgullosos del Cuerpo al que pertenecen y que, dotados de un talante admirable, llenos de gusto por el saber y de disposición al servicio de la Patria, supieron llenar páginas gloriosas de nuestra historia cuando así fue requerido y, a la vez, desempeñaron un importante papel en el desarrollo tecnológico e industrial de España.

*Ricardo Torrón Durán, de la Real Academia de Ingeniería
General de División Ingeniero de Armamento*



INTRODUCCIÓN



A finales del Siglo XVII, y ante la certeza de que el rey de España, Carlos II, moriría sin descendencia, Europa entera se agitaba entre pactos secretos para repartirse una España que, en palabras del poeta Juan Nicasio Gallego, “ya era sólo el esqueleto de un gigante”. El día de Todos los Santos de 1700, Luis XIV acepta en París el testamento del difunto rey español, y su nieto Felipe de Anjou, con tan sólo 16 años de edad, se convierte en el nuevo Rey de España, aunque con una manifiesta subordinación a Francia.

Con el final de la Casa de Austria y durante la segunda mitad del siglo XVII, España ve impotente cómo cada tratado de paz supone la pérdida de territorios: el Rosellón, la Alta Cerdeña Flandes, la independencia de Portugal, Luxemburgo, la parte occidental de la isla de Santo Domingo...

Al recibir la corona, Felipe V se encuentra con un ejército mal organizado, desmoralizado y con plantillas mal cubiertas. Los criterios de actuación dependían de cada unidad y del teatro de operaciones en que desplegaban: España, Italia, Flandes y América tenían normas diferentes y las últimas derrotas, principalmente ante los franceses, no facilitaban ahora que se viese al viejo enemigo como aliado, tal y como deseaba el nuevo Rey.



Alcázar



La Infantería era la base del ejército, a pesar de lo cual se hizo un gran esfuerzo para mejorar la caballería. En cuanto a la artillería, había de dos tipos: la que acompañaba a las tropas en las batallas y asedios, y la instalada en las fortificaciones. En 1704 se organiza un Regimiento de Fusileros Reales para el servicio de la Artillería. A partir de este regimiento y los restos de unidades llegadas desde Flandes e Italia, junto con una compañía artillera de Extremadura, el 2 de mayo —fecha muy significada en la historia de la Artillería española— de 1710 se constituye el Real Regimiento de Artillería de España; además se organizan compañías para las fortificaciones de fronteras y costas, todo bajo la dirección técnica de oficiales facultativos.

Con la ordenanza de 1743 se obligó a que los cañones que se fabricaran llevaran el escudo real y tuvieran nombre propio (el “rayo” y el “soberbio”, son algunos ejemplos) y llevaran grabado el nombre de Felipe V en latín y la inscripción “la última razón del Rey” (*Ultima ratio Regis*). Pocos años antes se había hecho un esfuerzo por normalizar los calibres y los materiales con que se construían los cañones, fundamentalmente bronce o hierro. El ejército español contaba con cinco tipos de cañón, de 83 a 153 mm, tres de mortero, de 162 a 325 mm, y un pedrero de 406 mm. La fabricación era artesanal y para conseguir materias primas baratas se concedió a los oficiales artilleros el derecho a tomar las campanas y otros objetos de bronce que hallasen en las ciudades conquistadas.

Estaba a punto de nacer el Real Colegio de Artillería, origen de la actual Academia de Artillería, que fue creado por orden del Rey Carlos III e inaugurado en el Alcázar de Segovia el 16 de mayo de 1764. Heredero y continuador de la Academia de Artilleros de Burgos (1542), se trata de una de las instituciones de enseñanza militar más antiguas del mundo, cumpliéndose en 2014 su 250 aniversario en su etapa como Real Colegio, el 263 de su predecesora, la Academia de Matemáticas y Artillería de Cádiz y el 472 desde el primer establecimiento de una academia artillera junto al río Arlanzón. La pugna con la Academia de Matemáticas de Barcelona hizo que el Real Colegio no pudiese denominarse Academia.

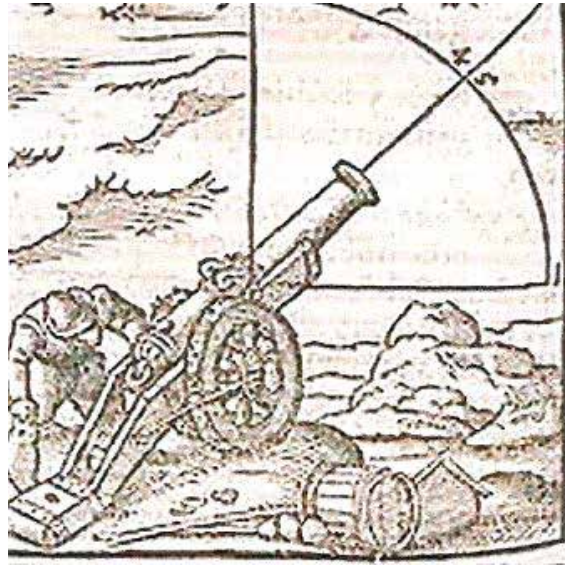
* * *



EXPOSICIÓN DE INGENIERÍA



Desde mucho antes de la creación del Real Colegio, y debido a la complejidad de las armas utilizadas, los artilleros han sido protagonistas de la industrialización de España, aportando conocimientos y formación científica y técnica y constituyendo siglos más tarde el germen sobre el que proliferaron las distintas ingenierías civiles, así como asentando las bases de la maestría industrial a partir de la formación profesional impartida en las escuelas de aprendices de los centros y fábricas militares.



Grabado del libro de Ufano

El término Artillería se empieza a emplear en el siglo XVI y está definido por el Diccionario de la RAE como “el arte de construir, conservar y usar todas las armas, máquinas y municiones de guerra”.

El término “ingeniero” aparece ya en la obra de Covarrubias *Lengua Castellana* (1611), donde se define como “el que fabrica máquinas para defenderse del enemigo y ofenderle”. En los mismos términos aparece posteriormente en el *Diccionario Castellano* de Terradas (1786) o en los distintos diccionarios de la Real Academia Española (RAE) desde su cuarta edición (1803) o en el Espasa (1922). Hasta bien entrado en siglo XX, la palabra “ingeniero” aparece asociada con la industria militar.

El vocablo Ingeniería parece una evolución del término Artillería en el sentido de añadir un matiz de consolidación científica (paso de *arte* a *facultad*) y de su generalización (de construir máquinas de guerra a construir todo tipo de máquinas).

La ingeniería civil, diferenciada de la militar durante los siglos XIX y XX, se nutre en sus comienzos de numerosos artilleros e ingenieros militares. Ejemplo de ello es el nacimiento de las ingenierías de minas, industrial, de caminos, etc.

Con la llegada de los Borbones a España, aparecen dos cuerpos facultativos especializados, uno en el ataque (armamento) y otro en la defensa (construcción) encuadrados respectivamente en los Cuerpos de Artillería y de Ingenieros del Ejército. En 1940, el recién creado Cuerpo de Ingenieros de Armamento y Construcción asume la función técnica del máximo nivel, heredando una tradición de más de 300 años cargada de logros y avances tecnológicos.



La pólvora negra aparece en Europa de la mano de los árabes, que debieron conocer su fabricación de los chinos probablemente en el siglo XII. Si bien los fuegos griegos (año 668, Constantinopla) pudieron usar sustancias similares a la pólvora negra, no es hasta 1215 cuando Roger Bacon recoge su composición en la obra *De Secretis*. Usada al principio para voladuras en obras de carretera y minería —hay datos de su empleo en granadas de mano en 1382—, conduce al esplendor artillero a partir de la batalla de Ravena (1512). En España, la referencia más antigua del empleo de la artillería es la batalla de Niebla (1257), aunque perduran las dudas sobre los testimonios recogidos. Puede considerarse 1331, cuando Mohamed IV lleva consigo cañones a Alicante y Orihuela, como la fecha más probable del primer empleo de la artillería en España.

La pólvora negra ha sido el único propulsor y el único explosivo para cargar los proyectiles durante más de 600 años. Sin embargo, sus prestaciones se iban alejando cada vez más de las necesidades que se planteaban y que impulsó el desarrollo de nuevas especies químicas para su empleo como propulsores y carga explosivas.

Si bien la construcción de cañones es gremial al principio, pronto se hace necesario estudiar a fondo los elementos presentes en la fabricación y uso de la Artillería y por ello es preciso dominar las nuevas ramas de la ciencia, como la Balística —hoy separada en tres: interior, exterior y de efectos—, la química, la metalurgia, etc.

Hacia 1542 se abre la Escuela de Burgos para la formación de los artilleros. Le siguen la de Sevilla, Barcelona, la de Matemáticas de Cádiz, la Teórica de Artillería de Cádiz y, finalmente, el Real Colegio de Artillería de Segovia (1764). En paralelo, aparecen los primeros libros técnicos: *Tratado de la Artillería*, *El Perfecto Artillero*, *El Perfecto Artificial*, *Bombardero y Artillero*, *Compendio Matemático*, *Fabricar el Salitre y la Pólvora*, *Discurso sobre los ilustres autores e inventores de Artillería*, etc.

En 1611, el capitán Cristóbal Lechuga publica el *Discurso del Capitán*, donde recoge por vez primera el proceso de fabricación de un cañón y sienta las bases de la ingeniería de armamento. Dos años más tarde el capitán Diego Ufano publica el *Tratado de Artillería y uso de ella*, y el ingeniero Luis Collado escribe *Plática y manual de Artillería*.

En 1711 Felipe V regula el Cuerpo de Artillería y le asigna la función, entre otras, de construir los cañones y demás elementos para el empleo de los mismos. Mucho tiempo después, desde 1895, los artilleros que cursan los estudios correspondientes a la rama técnica del Cuerpo de Artillería reciben el reconocimiento como Ingenieros Industriales del Ejército. En paralelo, se van creando distintas fábricas militares en cuya dirección, tanto administrativa como técnica, se destina a artilleros primero y a ingenieros de armamento después.

Desde la creación del Real Colegio de Artillería, y siguiendo las corrientes de la Ilustración, se presta una esmerada atención a la formación enciclopédica de los alumnos, cultivando las matemáticas, la física en sus diferentes expresiones, como la óptica y la balística, la química y los procesos de fabricación de pólvoras y componentes metálicos, la topografía, el dibujo..., así como se desarrollan y utilizan innumerables instrumentos de medida y ensayo y se destinan prolongadas sesiones al conocimiento práctico en laboratorios y en el campo. Como profesores, se trata de contar con reconocidos científicos, entre los que destaca la figura de Luis Proust, autor de la conocida Ley de las proporciones definidas, que fue elaborada y publicada durante su etapa de profesor del Real Colegio en Segovia.

El propio Proust, amigo de Pilatre de Rozier, pionero de la aerostación, propició el primer vuelo en España de un globo aerostático fabricado en el Real Colegio de Artillería poco después de la primera ascensión de ambos amigos en París (1783) en presencia de Luis XVI y de Gustavo III de Suecia.



Como consecuencia de las numerosas guerras europeas, del establecimiento de nuevas ciudades en América y de la lucha por el dominio del mar, aparecen en España varias fábricas de pirotecnia y de cañones. Particulares al principio, pronto la Corona valoró su importancia para el sostenimiento de sus ejércitos y asumió la propiedad y su gestión, poniendo a artilleros e ingenieros militares a su cargo. Estas fábricas constituyeron un semillero de artesanos y oficios, de lo cual se beneficiaron no sólo las propias instalaciones, sino el tejido industrial español.



Patio de S. Francisco

Como complemento a estas fábricas se crean, a partir de finales del Siglo XIX, laboratorios y centros de ensayo que aportan un valor añadido en áreas como la química, la metrología, la electrotecnia o la experimentación balística.

La exposición de Ingeniería, encuadrada en los actos del 250 Aniversario de la creación del Real Colegio de Artillería, trata de rendir un homenaje a los hombres y mujeres que dedicaron su vida a la Artillería, la Ingeniería Industrial Militar o la Ingeniería de Armamento, ejerciendo la función técnica de forma abnegada y brillante. Se trata en definitiva de poner en valor los logros, dificultades, avances, éxitos y fracasos de tantos héroes anónimos que contribuyeron con su esfuerzo e inteligencia a que la España de hoy tenga un lugar entre los países más avanzados del mundo.

Manfredo Monforte Moreno
GB Ingeniero del CIP
General jefe de la
Jefatura de Ingeniería del MALE





**ESPACIO
EXPOSITIVO I
LOS PRECURSORES**



Los ingenieros y artilleros en la España de los Austrias

Aunque la convivencia de los términos artillero e ingeniero ha ido más allá de la mera etimología, es un hecho reconocido que el uso de ambos sustantivos se extendió con el de las armas de fuego en los que el proyectil es impulsado por la combustión de una mezcla explosiva denominada pólvora, constituida por nitrato potásico proveniente del refinado del salitre, azufre y carbón vegetal reducido a polvo en la primitiva proporción de los alquimistas “seis, as, as”.

Los adelantos tecnológicos durante el Renacimiento —tal es el caso de las armas de fuego—, propiciaron la aparición de nuevos oficios que, siguiendo las costumbres medievales, agruparon a sus maestros, oficiales y aprendices en hermandades y gremios. El dominio de las nuevas máquinas de guerra llevó a la aparición de los artilleros, que se encargaban del refinado del salitre, la fabricación de la pólvora y el manejo y puntería de los cañones; también dominaban los procesos de fabricación de las piezas y sus proyectiles.

El diseño de las nuevas fortificaciones de forma poligonal, pronto quedó condicionado en cuanto a sus dimensiones por el alcance de los cañones defensivos que se colocaban en los vértices de los bastiones. En un principio serán los mismos individuos los que intentarán aunar todo el saber y conocimientos necesarios para poner en orden de batalla la artillería necesaria, así como su pólvora y proyectiles, su manejo y puntería, su mejor disposición para el asedio y la defensa y el propio diseño y puesta en obra de las fortificaciones. Así nacieron los primeros *ingenieros*.

* * *

La creciente especialización de las profesiones ligadas a la artillería y la fortificación, irá separando sus caminos a lo largo de la primera mitad del siglo XVI, aunque todavía era habitual encontrar oficiales que en unas campañas actuaban como capitanes de artillería y en otras como ingenieros de defensa.

El Siglo XVI supone para España una campaña continua, pues se crean los nuevos imperios ultramarinos, se mantiene la lucha por la hegemonía en Europa y los océanos y se suceden las guerras de religión. España juega un papel relevante en todos los frentes. Lograr la supremacía pasaba necesariamente por la posesión de más cañones y más buques que los adversarios en un carrusel cambiante de alianzas. Ello provocaría, entre otras consecuencias, que una importante cantidad de recursos nacionales se canalizase hacia la preparación de la guerra y la búsqueda de una superioridad también cualitativa en los materiales, lo que implicaba contar con técnicos especializados y doctos en la materia.



La formación de los profesionales de la artillería era la usual en la época: como en cualquier gremio de artesanos, el maestro artillero formaba a sus aprendices directamente mientras ejercía su oficio. Pronto se vio que esto no era suficiente y que había que acreditar los conocimientos del aprendiz con la superación de un examen antes de ser admitido y con ello autorizado al ejercicio de la profesión.

Los artilleros e ingenieros se fueron aplicando de forma más o menos permanente a cubrir las necesidades de defensa de castillos y fuertes y de fabricación y mantenimiento en las fundiciones y casas de munición, como la que hacia 1537 se estableció en Burgos y las que por esa época ya existían en otros lugares, como Medina del Campo y Baza. En esas fundiciones y molinos se ubicaron las primeras escuelas de aprendices. Fuera de la Península había otros centros artilleros importantes en Milán, Palermo y Malinas.

Para atender tanta necesidad como había, hacia 1542 se crea una escuela de artilleros en la casa de munición y fundición de Burgos, y es más que probable que existiera otra anexa a la fundición y fábrica de pólvoras de Málaga, donde se trasladó la de Baza en 1498.

En todas estas escuelas se formaron fundamentalmente sirvientes y operadores de las bocas de fuego, lo que implicaba enseñarles la preparación de la pólvora, la fabricación de las cucharas que dosificaban la cantidad de pólvora con que se cargaba la pieza para que no reventara, el reconocimiento de las bocas de fuego y calibres y los modos de hacer las punterías. En las fundiciones, los maestros, enseñaban además el arte de fabricar las piezas y las pelotas de hierro. Como en la formación gremial, los alumnos no pasaban a formar parte de la profesión hasta no superar un examen oral ante un tribunal presidido por el Maestro Artillero Mayor.

Pero no sólo se necesitaban artilleros prácticos en su profesión. La hegemonía buscada y los avances técnicos producidos por el empleo cada vez más efectivo de las armas de fuego en los asedios y batallas campales, reclamó la necesidad de contar con capitanes doctos en el uso de las matemáticas y otras disciplinas naturales que les permitieran asesorar de forma eficaz a los maestros de campo generales y particulares en las operaciones. Muchos de los artilleros, que contaban con los rudimentos matemáticos adquiridos para desarrollar su oficio, y otros profesionales de la milicia con tendencias naturales al “conocimiento matemático”, buscaron en academias específicas que se fueron constituyendo con apoyo de la Corona, de los capitanes generales de la Artillería, o incluso por iniciativas particulares, la formación necesaria para satisfacer sus inquietudes o lograr la promoción a otros ámbitos profesionales.

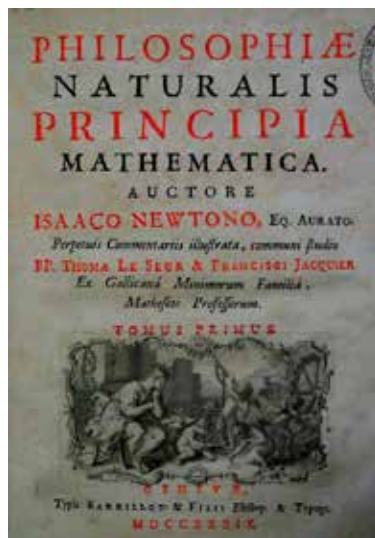


Grabado del libro de Firrufino



La enseñanza en esas escuelas se ejecutaba por el método entonces universal de dictar las lecciones que los alumnos copiaban, pasando esos escritos a formar parte, junto con la caja de instrumentos y los útiles de dibujo, del material necesario para el ejercicio profesional. Algunos de esos manuscritos, junto con otros redactados por los propios profesores, consiguieron publicarse y pasaron a constituir otro medio de formación para aquellos que lo hicieron de manera autodidacta.

El primero de estos libros aplicados a la artillería fue la Nova Scientia de Nicolo Fontana, (más conocido como Tartaglia); publicado en 1537 y escrito en italiano, fue seguido en 1544 por sus Quesiti et inventiones diverse. Ambos fueron reimpresos con posterioridad en varias ocasiones hasta bien entrado el S.XVIII y se convirtieron en un modelo para las obras que le siguieron. Entre estas cabe citar los tratados de Cataneo, Busca, Collado, Álava, Lázaro de la Isla, Lechuga, Ufano, Didges, Norton... Todos ellos tenían un carácter eminentemente didáctico, pero al contrario que el italiano, sus autores se ufanaban de reflejar en sus tratados sus largas experiencias y conocimientos prácticos adquiridos en el ejercicio de la profesión y no la “mera aplicación de la Mathematica”, criticando así las teorías de Tartaglia.



Libro de “Principia Mathematica” de Newton

Estos libros también se empleaban por los profesores de las escuelas, que daban a sus alumnos los conocimientos teóricos entonces existentes en los dominios de la aritmética, la geometría, la trigonometría, la cuenta de los sólidos, la hidráulica, la estática, la astronomía,... así como su aplicación a la artillería y la minería, la navegación y lo que hoy conocemos como topografía, metalurgia y fundición, edificación civil y fortificación, geografía, cosmografía... y el conocimiento y manejo de todos los instrumentos necesarios para su aplicación, así como de las piezas de artillería para poder aplicarse en la forma de hacer punterías.

No había especialización: se trataba de auténticas escuelas politécnicas —ilustradas en definitiva— que enseñaban en toda su extensión los saberes técnicos de la época tal y como la Ilustración propugnaba. Los alumnos solían ser ya profesionales de las armas a los que se añadían algunos paisanos. Las enseñanzas requerían entre 2 y 5 años, según los casos, y tras superar el examen recibían patente



de sus conocimientos. Ésta les servía para presentarla a su maestro a los que ya eran militares o para presentarse como *matemáticos prácticos* para trabajar a las órdenes de ingenieros experimentados u optar a puestos de cosmógrafo, maestro de obras o arquitecto.

La primera de estas academias politécnicas fue la Real Academia de Matemáticas y Fortificación, mandada instaurar en la Corte por el rey Felipe II en 1583 y que funcionaría de forma intermitente hasta 1687. Sus primeros directores fueron Juan de Herrera, arquitecto de El Escorial y, ya en el reinado de Felipe III, el ingeniero italiano Tiburcio Spannochi —primer Ingeniero Mayor de los Reinos de España—. Además de las enseñanzas dirigidas a los nobles, se dispuso que en la misma recibieran enseñanza los pajes y niños del Hospital de Desamparados, buscando entre ellos “individuos inteligentes que resultasen de provecho”.

Casi al mismo tiempo el capitán general de la Artillería de España, Juan de Acuña, manda contratar en Italia a un maestro matemático, “conocedor del artillería”, para poner “en pie y al día” la artillería dependiente de él. El capitán Hernando de Acosta recomienda a Julián Firrufino, que llevaba 12 años sirviendo al Rey de España en el Estado de Milán en materia de fortificación y artillería como ingeniero. Llegado a España y tras enseñar a fundir nuevos tubos de cañón en Burgos y Málaga, se le encarga en 1592 la creación de una escuela de artilleros en Sevilla. Debido a sus conocimientos teóricos se inclina más en su escuela a dar fundamentos matemáticos a sus alumnos.

A la muerte de Espinosa, y habiéndose creado en 1595 por la Casa de Contratación una escuela para enseñar pilotaje, cosmografía y artillería, la cátedra de artillería se le ofreció a Firrufino.

Advenimiento de la dinastía Borbónica

El siglo XVIII, tras la muerte de Carlos II, se inicia en España con una guerra de sucesión que cambiaría la dinastía de los Austrias por los Borbones. En 1701 fue coronado como Rey de España y de las indias el Archiduque de Anjou, que reinaría con el nombre de Felipe V. Al advenimiento de los Borbones el ejército contaba con apenas 36.000 hombres de los que la tercera parte desplegaban en Cataluña y gran parte del resto, entre Italia y Flandes.

Un equipo de asesores franceses encabezados por el intendente Jean De Orry, analizaron la situación y propusieron al monarca las medidas necesarias para el establecimiento de un ejército permanente (y un germen de marina real), que, apoyado por el francés, le permitiera ganar la guerra primero para después apoyar a Francia en la aplicación de su política para consolidar su hegemonía en Europa. Consecuentemente, las reformas que se plantearon fueron mucho más allá del campo estrictamente militar, por afectar a toda la administración del reino, tomando como modelo a los órganos equivalentes franceses. En este proceso se llegó al punto de establecer una actuación combinada de los ejércitos bajo una equivalencia de grados de los oficiales de ambos, y aprovisionar y dotar al nuevo ejército de armamento y equipo francés o copias de él.

A tal fin, se establecieron una serie de ordenanzas: en lo que se refiere a la Artillería, se había publicado una en 1704 por las que se había creado un Regimiento de Fusileros Reales al servicio de la Artillería. Ésta se consolidaría el 2 de mayo de 1710 con las nuevas ordenanzas de la artillería, que establecían que la Real Artillería vendría a estar constituida por el Estado Mayor de la Artillería, es decir, los comisarios u oficiales facultativos, y el Regimiento Real de la Artillería de España, más algunas compañías provinciales. La misma ordenanza creaba escuelas prácticas para la formación de artilleros (*Escuelas de Artillería y Bombas*)



anexas a los tres batallones del regimiento en Aragón, Extremadura y Andalucía, además de en Galicia y a las que deberían asistir nombrándolos en forma rotatoria tanto los comisarios de Artillería como los oficiales del regimiento. Serían los antecedentes de las Escuelas Prácticas que aparecerían durante el siguiente siglo.

Terminada la guerra de sucesión, se dispuso que los tenientes provinciales, comandantes de Artillería en las plazas de Sevilla y Barcelona actuaran como directores de las fundiciones de bronce existentes en dichas ciudades. Quizás relacionada con esta disposición y en previsión del papel que se pretendía adoptasen los artilleros en esas fundiciones en un futuro, por Real Orden de 1722 se crearon cuatro nuevas Academias teóricas de Matemáticas para uso de la Artillería; en Pamplona, Barcelona, Badajoz y Cádiz complementadas por las escuelas prácticas antes mencionadas. En ellas profesores, que eran artilleros, enseñarían a todos los oficiales de Artillería que voluntariamente se presentaran a aprender. Sin embargo, parece que el apoyo oficial a estas escuelas fue escaso, razón por la que languidecerían. Se realizaron además intentos por revitalizar la Academia de Matemáticas de Madrid, que existió en el siglo anterior, dándosele la dirección de la misma a Pedro Enguera

La primera gran revolución científica e industrial

Los cambios que en España se produjeron de la mano del cambio de dinastía y la consiguiente influencia francesa, se quedarían pequeños al lado de los grandes cambios tecnológicos y de mentalidad que, cimentados durante la segunda mitad del siglo anterior, se consolidarían durante el XVIII.

Como continuación a los trabajos de Copérnico, Galileo (1638) y Kepler (1677), pero con una perspectiva revolucionaria, desencorsetada de principios filosóficos y religiosos dogmáticos, surgen a caballo de los dos siglos los trabajos de Isaac Newton, Leibniz y sus seguidores. La primera edición de los Principia Mathematica aparece publicada en Londres en 1686. Esta corriente de racionalismo llevó a la búsqueda de soluciones aplicables a problemas técnicos. Y obviamente uno de los primeros campos a los que se aplicaron fue a los relacionados con la guerra. Una de las consecuencias sería la adaptación progresiva de las materias y programas de las escuelas de las que estamos tratando a estas nuevas enseñanzas, incorporando el cálculo y la mecánica newtoniana, ... y ese desarrollo vendrá en gran parte impulsado por el intento de satisfacer necesidades técnicas sentidas en el dominio militar.

Aunque en este caso específico resultaran fallidos; los trabajos de Newton sobre el movimiento en medios resistentes, estos abrirán la puerta a la búsqueda del cálculo de las trayectorias seguidas en el aire por proyectiles lanzados por los cañones y morteros. Galileo ya había avanzado su forma parabólica, en el caso de una atmósfera inexistente. Torricelli y Blondel habían aplicado la balística galileana a la búsqueda de instrumentos que permitieran apuntar adecuadamente las piezas para lograr el impacto en un objetivo determinado. Conocimientos e instrumentos que usaban los artilleros franceses durante la Guerra de Sucesión y que son los que el Padre Exímeneo tiene en su mente cuando durante su primera lección a los caballeros cadetes del Colegio de Artillería en Segovia en 1764, les conmine a poner todos sus esfuerzos para poder poner a disposición del Rey unas tablas para dirigir las piezas, similares a las que el cuerpo de Artillería francés había puesto a disposición de su soberano, pero ampliándolas al caso de considerar la resistencia del aire.

La otra gran disciplina técnica que deberían dominar los artilleros para poder alcanzar sus objetivos de construir y conservar todas las armas, máquinas y municiones será la metalurgia y con posterioridad, la mecánica industrial, lo que condicionará la diatriba con el Cuerpo de Ingenieros por poseer centros de enseñanza propios en los que formar técnicamente a sus componentes.



La Ordenanza de reforma de la Academia Militar de Matemáticas de 1739 había otorgado al Cuerpo de Ingenieros la dirección de todas las academias militares destinadas a la formación militar de los oficiales y al estudio y a la experimentación, aspiración manifestada por Verboom desde la creación del Cuerpo. Sin embargo ello no acallaría las voces que viniendo de la inspección general de Artillería clamaban por disponer de centros de formación matemática y técnica propios, aduciendo que en los que estaban bajo la dirección del Cuerpo de Ingenieros se primaba la selección del ingreso en ese cuerpo de los alumnos más brillantes.

Siguiendo las aspiraciones que había mostrado la jerarquía artillera, y tras una dura pugna con los intereses manifestados por el sustituto de Verboom, el ingeniero general Martín Cermeño, y que había durado bastantes años. Por fin, el 21 de octubre de 1751 una ordenanza de Fernando VI, impulsada por la exposición que ante el marqués de la Ensenada hizo el coronel Rodrigo de Peral, modificaba el régimen de las escuelas de matemáticas. En dicha ordenanza se impulsaba la creación de escuelas formales de teórica con título de artillería, “para establecer y conservar un cuerpo científico de oficiales de mi Artillería”, en Barcelona y Cádiz y cuyo fin era el de continuar la instrucción del Cuerpo de Estado Mayor de la Artillería y de las Compañías Provinciales y donde se unirían las enseñanzas teóricas con las prácticas. La regulación de la enseñanza se encomendaba a un primer profesor o jefe de estudios. Se obligaba a asistir a dichas escuelas a todos los oficiales del Estado Mayor de la Artillería con grado igual o inferior al de comisario ordinario —hoy capitán—, salvo aquellos que demostraran su suficiencia en un examen previo, y a los capitanes, tenientes, subtenientes y cadetes del Regimiento Real de Artillería. La duración de estos estudios era de cuatro años, tres para la enseñanza de las matemáticas y otro para la del dibujo.

Cuando Carlo VIII de Nápoles y las dos Sicilias tuvo que regresar a España en 1759 para ceñir la corona que había dejado vacante su hermano Fernando VI al morir sin sucesión, y convertirse así en Carlos III de España, venía acompañado de una corte de nobles italianos dispuestos a materializar los ideales ilustrados y abandonar la política de no beligerancia y relativa independencia que su predecesor había mantenido. Desde la época de Felipe V, las restricciones económicas habían impedido llevar a cabo todas las propuestas que a aquel monarca le habían hecho los franceses para modernizar la nación, como la nacionalización de la fabricación de armamento mediante un sistema de Reales Fábricas. Por otra parte, la instauración del régimen de Intendencias y la Hacienda Militar, la Ordenanza de Artillería de 1710 y la creación del Cuerpo de Ingenieros y el de Artillería de la Armada, habían generado una situación ambigua que produciría conflictos de competencias entre comisarios de Artillería, intendentes, pagadores, comisarios de guerra, fundidores, asentistas, oficiales del Regimiento, comisarios de la Artillería de la Armada, oficiales y comisarios de Ingenieros, etc. Asimismo, la situación económica, que se había mantenido buena durante el reinado de Fernando VI, se había deteriorado grandemente en los últimos años del mismo, hasta el punto de que en el ámbito de la enseñanza militar, se habían cerrado la Escuela de Artillería de Barcelona y la de Guardias de Corps y la Real Academia de Matemáticas de la Corte, dejándose como únicos establecimientos para la enseñanza de las matemáticas “militares”, la de Artillería de Cádiz dirigida por artilleros y la Academia Militar de Matemáticas de Barcelona, por ingenieros.



ESPACIO
EXPOSITIVO II
LA ILUSTRACIÓN



Creación del real colegio de artillería

Carlos III encargó la reforma de la Artillería y en particular de la enseñanza de la misma a uno de los nobles que le acompañaron desde Italia, el conde de Gazola, quien había sido su comandante de Artillería. Para llevarla a cabo se contó además con la ayuda francesa gracias a la firma del Tercer Pacto de Familia. Sus ansias de renovación se plasmaron en la publicación de una nueva ordenanza que encerraba en su espíritu tanto la unificación del Cuerpo como de los métodos de enseñanza de los futuros oficiales que a él pertenecerían.

Como consecuencia, se integraron los oficiales del Estado Mayor de la Artillería, del Regimiento y de las Compañías Provinciales, comprendiendo además dentro de la corporación con posteridad el cuerpo de Fundidores y el de Cuenta y Razón de Artillería (en el que se integraron los oficiales del cuerpo político que atenderían al servicio del nuevo cuerpo), a los que acompañaban las compañías de obreros. Se establecía además la organización de una Compañía de Caballeros Cadetes en Segovia. Ésta fue el germen de lo que 2 años más tarde sería el Real Colegio. En preparación quizás de ello, se había decretado la extinción de las escuelas de Cádiz y Barcelona el 12 de marzo de 1760, si bien la de Cádiz, que había recogido ya los efectos de la Academia de Matemáticas de Madrid, que existía desde 1756, continuó funcionando para preparar alumnos de Ingenieros.

El establecimiento del Real Colegio de Artillería en 1764 buscaba, entre otros objetivos, la unificación del sistema de formación de los oficiales del recién creado Real Cuerpo de Artillería por la Ordenanza de 1762, pero, sobre todo, proporcionar a los futuros oficiales del Cuerpo una elevada y exigente educación técnico-científica basada en rigurosos fundamentos matemáticos, que facultara a la corporación para la gestión de los centros de producción de armamentos que, siguiendo el espíritu impuesto por la política de Carlos III, se pretendía se integrara por Reales Fábricas a cargo del Estado.

Se pretendía con su creación seguir una tendencia que se había puesto en práctica ya en otras naciones, como en Francia, (creada en La Fère en 1679) o en Inglaterra (Woolwich 1741). Quizás, la principal novedad que presentaba el modelo era el origen de los educandos (que procedían todos de la clase de paisano y con edades comprendidas entre los 14 y los 21 años). La nueva institución aspiraba también a convertirse en un agente principal en la implantación en España de la nueva artillería técnica que estaba naciendo entonces y tenía la ambición de convertirse en un centro de formación de excelencia y elitista, capaz de ejercer tareas de estudio, experimentación e investigación, convirtiéndose en la única fuente de los futuros oficiales del Cuerpo. Para lograr todo ello contaba, ahora sí, con un apoyo firme por parte de la Corona. Es de destacar que las Universidades españolas estaban volcadas en el estudio de las humanidades, por lo que no podía accederse a una formación técnica en ellas.



Cuadro del Conde de Gazola



Grabado del emblema del Real Colegio



La Ordenanza de 1762 supuso confirmar el camino para la consecución de una aspiración sentida por los artilleros desde hacía ya varias décadas, la confirmación de un protagonismo principal en lo que en la centuria siguiente recibiría ya claramente la denominación de “Industria Militar”. Ello requería poseer individuos que tuvieran una sólida formación técnica que les habilitara para ejercer esa función.

La creación del Real Colegio supuso un planteamiento racionalista de la enseñanza militar y de la necesidad de que el futuro Artillero compaginase un pensamiento no solo táctico, sino también técnico. En este sentido, se puede decir que el “espíritu Gazola” supuso la base para la constitución de lo que luego serían las Escuelas Especiales de Ingenieros en el ámbito Civil, y para el desarrollo de una moderna Ingeniería de Armamento que ha perdurado hasta nuestros días.

No solo se siguió con la tradición de formación en las técnicas de Artillería a través de la experiencia aportada por los maestros artesanos, maestros fundidores, de arsenales, de cañones, etc..., sino que no se dudó en contratar a figuras prestigiosas para impartir los conocimientos necesarios, creándose un espíritu de estudio y perfeccionamiento continuo, como dijo Gazola a los cadetes en el discurso inaugural “No os van a faltar libros, ni dinero para comprarlos”.

Ejemplo significativo de esta época fue la creación de la Real casa de la Química. Anexa al Alcázar, de la que se hablará en el espacio expositivo cuatro, donde se contrato al prestigioso químico Louis Proust como profesor de química y metalurgia. Precisamente fue en la Casa de la Química, donde Proust y su equipo de colaboradores enunciaron en 1804 la Ley de las Proporciones Definidas, conocida por “Ley de Proust”. Igualmente reseñable es la edición, en 1801 y 1805, de los llamados Anales de Química de Segovia.

Pero no sólo fue en el área de la química y de la metalurgia donde el real Colegio mostró su espíritu innovador en la búsqueda de nuevas técnicas que ayudase a resolver el problema de la Artillería, es decir cómo llegar más lejos en el tiro y como ser más precisos batiendo objetivos (los fuegos artilleros deben cumplir el axioma de las “tres pes”: potentes, profundos y precisos). En noviembre de 1784 tuvo lugar la primera ascensión de un globo diseñado y fabricado por los Cadetes del Real Colegio bajo la dirección de Louis Proust. La ascensión se produjo en San Lorenzo de El Escorial ante la presencia del Rey Carlos IV. Como resultado de esta ascensión, el Primer Ministro, D. Pedro Abarca y Botea, Conde de Aranda, redactó un informe muy favorable sobre las ventajas de los globos para la observación.



Vitrina de Proust



Facisimil de los anales de Química de Segovia



ESPACIO
EXPOSITIVO III
REVOLUCIÓN
INDUSTRIAL



Las Fábricas, los Centros y las Escuelas de Aprendices

Situación de la industria militar anterior al S. XVIII

Como se ha visto, la Artillería se empleó inicialmente en las defensas de las fortalezas y en sus asedios por lo que su fabricación, la de la pólvora y la de los proyectiles que disparaban, se llevaba a cabo en las proximidades de sus lugares de empleo por la gente de la Artillería. Se evitaba así la penosidad de los transportes posteriores. Por ello, durante el siglo XIV y gran parte del XV, las fraguas, forjas y hornos requeridos para ese fin no tenían localizaciones permanentes y se establecían temporalmente cerca de donde se utilizarían las bocas de fuego que se fabricaran en ellas. Uno de los primeros ejemplos que se conoce en España fue un gran parque que instaló el Infante de Antequera (después Fernando I de Aragón) en 1413 frente a Balaguer para el sitio de la ciudad. Aún en época anterior a ésta, hay referencias a un parque en Burgos y a la existencia de molinos que fabricaban pólvora en Barcelona, así como de armerías y herrerías en las que producían espingardas, picas y corazas en tierras vascas.

El cargo de Maestro Mayor de la Artillería, que habían creado los Reyes Católicos, claramente ligado al espíritu gremial de la artillería medieval, evolucionaría durante su reinado al de un Capitán de la Artillería como responsable máximo de los artilleros que servían a la Corona, encargándose de la provisión y control del armamento, su munición y la pólvora, para lo cual se establecen una serie de centros productivos y casas de munición permanentes en Barcelona, Burgos, Medina del Campo y Baza.

Primeras fundiciones y molinos de pólvoras

En 1498 los Reyes católicos concentraron en Málaga los hornos de fundición y molinos de pólvora que, de forma más o menos itinerantes habían servido para abastecer al ejército durante las campañas para la conquista de Granada. La fundición de Málaga se terminaría convirtiendo en el gran centro de producción peninsular. Además de la fundición y los molinos de pólvora, tenía talleres de carretería, guarnicionería y grabado y un gran almacén donde se custodiaban las armas listas para su distribución. Fabricaba no sólo piezas de artillería, sino también picas, alabardas, coseletes, morriones, etc.

La importancia de Málaga como principal fábrica a se extendería hasta mediados del siglo XVII, pero sin alcanzar su primitivo esplendor, alternando períodos de relativa actividad con otros de lamentable abandono.

En relación con ello es preciso hacer notar que, si bien el emperador Carlos I promovió la instalación de nuevas fundiciones en España, como la de Sevilla, siempre manifestó su predilección por las piezas fundidas fuera de la península. Las dificultades financieras del Emperador, acabarían por condicionar el modelo de las manufacturas militares e incluso la propia supervivencia de los grandes centros dependientes del Capitán General de la Artillería. El modelo original fue progresivamente sustituyéndose por la concesión de la fabricación a asentistas. Esto determinaría el decaimiento progresivo de la casa de Artillería de Málaga, que acabaría desapareciendo en el primer tercio del S.XVII.

Con el cierre de la fábrica de Málaga y el arriendo de la fábrica de pelotas de Euguá, todos los centros de fabricación pasarían durante el siglo XVI a ser gestionados en régimen de asientos por particulares. Incluso la Real Fábrica de armas portátiles y blancas de Placencia, establecida en 1550,



era un caso especial, pues aunque el recinto era propiedad real, en ella no se realizaba ninguna fabricación, ésta se llevaba a cabo en los talleres de los gremios, repartidos por las villas del valle del Deva, que suministraban sus productos a la fábrica, donde se llevaban a cabo las pruebas y la recepción y se procedía a su distribución por los funcionarios reales.

En 1634 la Corona se hizo cargo de la Fundición de Bronces de Sevilla con el fin de reforzar el control sobre los fundidores. Con esta decisión se armonizaba además la situación con la de Barcelona y otras fundiciones que esporádicamente funcionaron en Valencia y Mallorca.

En cuanto a las fábricas de pólvora, hubo muchos molinos y salitrerías de propiedad particular junto con un pequeño grupo propiedad de la Corona. La más antigua de la que se tiene noticia de estas últimas es una que hubo en Burgos y que, tras ser destruida por una explosión en 1520, se trasladaría a Pamplona. Le siguen en antigüedad los molinos existentes en Cartagena, que también sufrirían una explosión a principios del S.XVII. Algunos molinos de pólvora, como los de Granada y Murcia, terminarían trabajando en régimen de arrendamiento. Otros establecimientos eran de propiedad particular y muchos de ellos también continuaron funcionando bajo régimen de asiento (contratas). Otros, como el de Ruidera, nunca llegaron a funcionar.

Este modelo de suministros por asientos, que monopolizaría prácticamente toda la provisión de armamento, municiones y pertrechos de guerra durante el siglo XVI y XVII, permitía realizar el pago diferido y que los asentistas adelantaran parte, si no el total, de los costes, e incluso los materiales, y se les remuneraba sólo el peso correspondiente al material fabricado que resultara útil y se aceptara su recepción. El asentista tenía toda la responsabilidad sobre el proceso productivo (que hasta la segunda mitad del siglo XVIII se mantendría totalmente artesanal) pero debía confiar en que sus productos resultaran aceptables, exponiéndose si no lo fueran a asumir todos los costes. En manos de los oficiales de la Corona quedaba el evitar la comisión de fraudes que perjudicaran a la Hacienda Real.

Durante el siglo XVI aparecieron las figuras administrativas del “veedor” y “controlador” de la Artillería, funcionarios Reales que realizaban las recepciones y aceptaciones del material y libraban los pagos y los suministros de materias primas cuando procedía y el inspector encargado de comprobar que lo suministrado se ajustaba a lo contratado y autorizaba los pagos. El material aceptado se registraba en asiento por el contralor que llevaba la cuenta y control de las existencias en almacenes o de las entregadas a trenes de artillería o buques. Ese material esperaba en los almacenes a cargo de sus mayordomos correspondientes hasta ser distribuido. Allí, en esas denominadas casas de munición, se contrataban distintos artesanos, encargados de fundir munición, preparar la pólvora o construir montajes o cureñas y que, en ocasiones, llegaron también a fabricar bocas de fuego. Esas casas de munición son el antecedente de lo que más tarde serían las maestranzas y parques. Muchas de ellas se establecieron cerca de los centros productores o de reparto.



Molino de pólvora



Todo lo referido no hizo sino reafirmar la necesidad que el Capitán General de la Artillería de España tenía de contar con más oficiales que tuvieran la facultad de discernir técnicamente sobre la bondad de materiales y fundiciones.

De una forma natural, con la posesión de los conocimientos técnicos que su primitiva misión requería, los veedores pronto pasaron además a controlar el estado de la artillería de la zona que se les encomendaba por el teniente de Capitán General, así como de contratar y mantener a los artilleros destinados a la defensa de la zona. Se puede así considerar a los veedores de los siglos XVI y XVII como el antecedente directo de los comisarios de Artillería que aparecerán durante el XVIII siguiendo el modelo de la artillería francesa.

Las fábricas en el S. XVIII

Reales Fábricas

El siglo XVIII trajo grandes cambios a España. Felipe V juró como rey en 1700, aunque se enfrentó a una larga guerra que no concluiría hasta 1714. Además de tropas y armamento, Luis XIV proporcionó a su nieto asesores políticos y militares franceses que llevarían a una transformación completa de la administración política del Estado y de los ejércitos españoles, siguiendo el modelo de Francia,

Felipe V ordenó planificar el establecimiento de un tejido industrial que pudiera equipar de armamento a las tropas españolas y suministrar otros productos que hasta entonces había que importar, intentando reducir al mínimo la dependencia de los suministros franceses.

La Península contaba entonces con los mismos centros de producción de armamento, municiones y pólvoras con que contaba Carlos II. En un principio su distribución y número parecerían suficientes para acometer pronto esa misión, pero la realidad era que su rendimiento era escaso y a veces funcionaban intermitentemente. Se apreciaba además una gran falta de armeros y fundidores en general, sobre todo de origen español. Todo ello provocado, además de por las crisis económicas sufridas, porque las necesidades del ejército peninsular eran casi inexistentes antes del estallido de la guerra, ya que se luchaba principalmente en Italia y Flandes, con armamento y municiones provistos por las fábricas regionales, como Milán, Nápoles o Malinas, pero que ahora ya no podían continuar haciéndolo.

En 1717 se decidió ampliar y modernizar la fundición de Sevilla, crear una nueva en Barcelona y establecer el cargo de directores de las mismas, nombrando a los comandantes de Artillería de esas plazas con la misión de ejercer el control técnico sobre los fundidores. El director sería el máximo responsable en cuanto a la rendición de cuentas, recibiendo instrucciones y respondiendo ante la secretaría de Guerra.

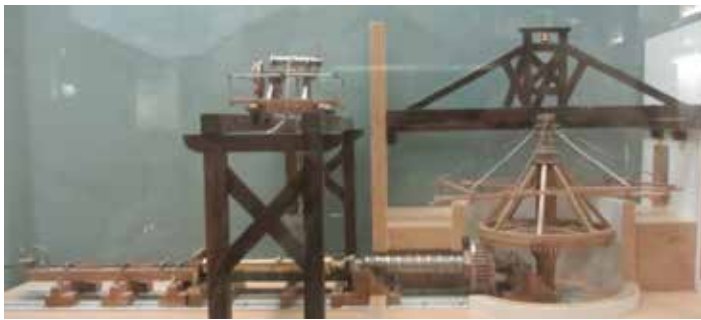
Uno de los problemas que se plantaban era que el conocimiento de metalurgia de los broncees era muy limitado, por lo que en febrero de 1732 Felipe V nombra teniente general e inspector general de la Artillería al conde de Mariani (que era el coronel del Regimiento) y le asignó responsabilidades sobre el material, la dirección y ejecución de las labores de fundición, afinado de metales, y, en general, de todo lo relacionado directamente con la producción.

Además del metalúrgico, otro problema que presentaba en esa época la tecnología de la fundi-



ción de las piezas era la necesidad de materializar el ánima mediante un cilindro (llamado núcleo), que debería colocarse coaxialmente con el eje de simetría del molde de la superficie exterior de la pieza y mantener su posición sin desplazarse ni deformarse durante la colada. Para conseguirlo, lo más sencillo era la utilización de centradores, llamados diestras (aro de hierro colocado en la culata) y crucetas (en la mazarota o en la boca), pero que al quedar embebidos en las piezas una vez solidificadas constituían una fuente de debilidad y podían terminar por provocar accidentes. La queja acerca de los fallos de puntería provocados por la inclinación del ánima, el peligro de debilidad y explosión y la aparición de grietas superficiales por la falta de homogeneidad en la temperatura de la masa durante el enfriamiento, había llevado ya a experimentar lo que se vino en denominar “fundición en sólido”.

En España también se intentó desarrollar la nueva tecnología. El teniente provincial Bishof instaló en la fundición de Sevilla una barrena vertical que ya estaba lista para usarse en 1744 pero al parecer no dio los resultados que se esperaban de ella. Cabe decir que la aplicación de estos métodos conllevaba el requerir a los encargados de estudiarlos y llevarlos a la práctica, la posesión de conocimientos ya no sólo de metalurgia, sino también de mecánica de máquinas, que pasaría así a convertirse en parte integral del bagaje de conocimientos que deberían poseer los artilleros para alcanzar el objetivo corporativo que se habían marcado.



Maqueta de máquina de barrenar cañones

Las actividades, intereses y recursos que el éxito de esta misión requería pronto traspasarían los muros de las propias fundiciones para captar la iniciativa de toda la Artillería y hasta de la nación entera.

Reinado de Carlos III

No será hasta el reinado de Carlos III (1759-88) cuando la situación económica y la firma del Tercer Pacto de Familia y el propio impulso del monarca, permitirían aplicar definitivamente los principios intervencionistas en el campo de la fabricación del Armamento. El rey encargó la realización y ejecución de este plan al conde de Gazola.

El plan se materializó en la ya mencionada Ordenanza de Nuevo Pie de 29 de enero de 1762, que creaba el nuevo Cuerpo de Artillería y el instrumento para que en el futuro la nueva corporación fuera capaz de llevar a cabo reto tan ambicioso. En definitiva, el espíritu de todas estas decisiones era estatizar la gestión de los centros de producción de armamento para ponerlos bajo la responsabilidad de la corporación artillera y, adicionalmente, aprovechar esos conocimientos y recursos para favorecer la industrialización del país bajo las directrices emanadas de la Corona, siguiendo así los principios ilustrados.



Es de reseñar que la Ordenanza de 1762 acabaría por dar satisfacción a todas las demandas que habían establecido los antiguos comisarios de artillería, que eso sí desaparecerían, cual ave fénix, en el empeño (sustituidos por la Plana Mayor Facultativa y posteriormente por los propios oficiales del Real Colegio). En 1766 el Director General de Artillería es designado coronel de los cuatro batallones del Regimiento con la denominación de Coronel General. El conde de Gazola asumió el máximo cargo de la Artillería de España, bajo la denominación de Comandante General del Real Cuerpo e Inspector General de la Artillería, armas y municiones de los ejércitos de Tierra y Mar. Los artilleros se hacen cargo definitivamente de su propia formación, y al asumir entre sus responsabilidades la dirección y gestión de las fábricas de armamento, incluyendo además las de pólvoras, fusiles y armas blancas, esa formación, que se unifica en el Real Colegio, les faculta como auténticos ingenieros industriales, más de 90 años antes de que otro artillero, formado también en el Colegio, Francisco de Luxan, entonces Ministro de Fomento, creara las primeras escuelas de ingenieros industriales civiles.

La fábrica de Toledo comienza a funcionar en 1761 en la antigua Ceca de Toledo por impulso personal de Carlos III, a la orilla del río Tajo, para aprovechar su fuerza hidráulica; para ello se cuenta con la participación del arquitecto Francesco Sabatini, que diseña el nuevo edificio. Las obras concluyeron en su parte principal en 1780, comenzando a funcionar poco después como fábrica de espadas.



Bayoneta Reglamentaria de la Fábrica de Toledo



Sable Reglamentario de la Fábrica de Toledo

Reinado de Carlos IV. El binomio Godoy-Morla

Una vez que se van consolidando los conocimientos técnicos que obtienen los oficiales de artillería en el Real Colegio y siguiendo el espíritu de las decisiones de Gazola, éstos se van aplicando a la explotación de la fábrica de Sevilla y a la de otras fábricas militares que progresivamente se irían poniendo a cargo del Cuerpo.

En 1793 la fábrica de Armas de Oviedo y la de municiones gruesas de Trubia, y por la Ordenanza de 1802, la fábrica de Pólvora de Murcia, la de piedras de chispa de Loja y la de municiones de Orbaiceta. A éstas se unirían a mediados del siglo la Pirotecnia militar de Sevilla y la fábrica de Pólvora de El Fargue, en Granada. Además de estas existieron otras de menor entidad o de más corta vida.

Fábrica de municiones gruesas de Trubia

La guerra contra la Convención tuvo unas importantes consecuencias en la industria española de armamentos. En 1792 casi todas las fábricas de material de guerra se localizaban cerca de la frontera francesa: se trataba de las fábricas de municiones de Euguí, Orbaiceta y San Sebastián de la Muga y las



de fusiles de Placencia y Ripoll (Gerona), así como la de armas blancas de Tolosa. Las fundiciones de bronce se encontraban una en Barcelona y la otra en Sevilla. El cambio que en las relaciones con Francia supuso la Revolución Francesa hizo que el Consejo de Estado, en sesión de 18 de junio de 1792, examinara la seguridad de las fábricas de armas y que se estudiara la posibilidad de establecer otra, u otras que fueran subsistentes, seguras, abundantes y económicas en todo tiempo. Estos requisitos confluirían con los deseos de implantar en España la nueva tecnología de los altos hornos alimentados con cok (o coque, conocido entonces como “carbón de piedra”). El empleo de este combustible, que se venía usando en Inglaterra desde unos 50 años antes, permitía paliar los efectos de la fuerte deforestación que provocaba el empleo del carbón vegetal. Se trataba de un nuevo reto tecnológico a superar. Se decidió trasladar las fábricas pirenaicas y navarras a un nuevo emplazamiento suficientemente lejano de la frontera y se encargó al ingeniero de la Armada Fernando Casado de Torres, director de Liérganes, la selección del emplazamiento. Éste lo eligió en la confluencia de los ríos Trubia y Nalón, no lejos de Oviedo.

Entre los años 1794 y 1796 se llevaron a cabo las obras para el establecimiento de la Fábrica de Municiones Gruesas. Éstas incluyeron la construcción de dos hornos altos que se pretendía funcionaran con coque. Sin embargo reiterados fallos en el encendido con ese combustible hicieron que, con mucha menos eficiencia de la esperada, se tuviera que emplear carbón vegetal para hacerlos funcionar. Casi al mismo tiempo se había decidido la fabricación de fraguas y herrerías y el traslado hasta allí de maestros cañoneros, herreros y carpinteros de la zona del valle del río Deva que trabajaban para las fábricas reales de Placencia y Tolosa. Este traslado e instalación se va completando entre 1795 y 1796. Determinados problemas hicieron que los armeros se desplazaran hasta Oviedo, instalándose allí la Real Fábrica de Municiones y Armas Portátiles de Oviedo.

Fábrica de Armas Portátiles de Oviedo

Las obras de construcción de las instalaciones de Trubia acumulaban bastante retraso debido a la falta de fondos, al tiempo lluvioso y a la falta de personal especializado por lo que hubo que planearse la trasladar la fabricación de armas ligeras a Oviedo, cuyas obras estaban finalizadas en abril de 1796. La nueva fábrica ya estaba en condiciones de producir más de 400 fusiles con sus bayonetas al mes y durante 1797 y 1798 la producción media se elevó a más de 800. Cuando se produjo la invasión francesa de España, la producción conjunta de armas portátiles de las fábricas de Oviedo y Placencia bastaba para abastecer al ejército español.

Las fábricas en el S. XIX

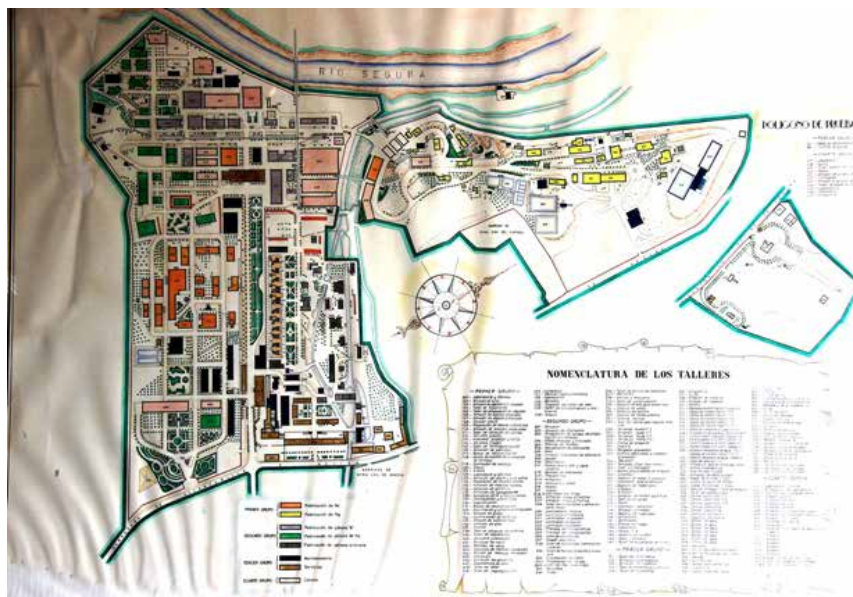
En cuanto a la de cañones de artillería, es de destacar que la Ordenanza de 1802, inspirada por Morla a Manuel Godoy había determinado: el cierre de la fundición de Barcelona y la creación del Cuerpo de Cuenta y Razón de Artillería, estableciendo el papel relevante que en la dirección de los centros productivos que quedaban en manos de oficiales facultativos. Estos centros serían: la fundición de bronce de Sevilla, las fundiciones de munición de hierro colado de Sargadelos, Trubia y Orbaiceta; la de fusiles de Oviedo; la de piedras de chispa de Loja (que perduraría hasta 1854); la de hierro colado de Villafranca del Bierzo; y las de pólvoras de Murcia, Lima y Manila y la de armas blancas de Toledo.



Con esta Ordenanza de 1802, se terminaba de consolidar el espíritu de las reformas que se habían iniciado con la Ordenanza de 1762, y que también había llevado a los planes iniciales y más tarde al establecimiento de los denominados Estudios Sublimes, que facultarían para tener esos conocimientos demandados. Con el fin de continuar el espíritu fundacional se cambiaría el reglamento del Colegio el 1 de enero de 1804.

Fábrica de Pólvoras de Murcia

La misma Ordenanza de 1802 había establecido que el Cuerpo de Artillería se hiciera cargo de la fábrica de pólvoras que, desde 1633, existía en las proximidades de Javalí Viejo (Murcia), pero que habían sido de propiedad particular hasta 1747 y contaba con 8 molinos y de la que estaba previsto se construyera en Zaragoza (que no se llegaría a construir). El reglamento de 1804 consideró además como establecimientos industriales las Maestranzas y estableció disposiciones para la organización de escuelas de aprendices.



Plano de distribución de la Fábrica de pólvoras de Murcia

La Guerra de la Independencia y las luchas intestinas que seguirían produjeron un retraso en el proceso industrializador, pero no llegó a producirse un parón. Durante la guerra se establecieron muchos talleres y fábricas de circunstancias que permitirían mantener la capacidad industrial. Si bien, la mayor parte de las instalaciones que existían previamente sufrieron graves daños provocados por las tropas napoleónicas en su retirada. No fue menor la pérdida del capital humano, no sólo durante la guerra, sino también en las luchas políticas posteriores que provocarían además de muertes, la depuración y la marcha al exilio de bastantes oficiales competentes. Todo ello provocaría el que algunos centros, como Trubia, se mantuvieran en un largo letargo, como una mera sucursal de la fábrica de fusiles.



Mientras, el gobierno se ve había visto forzado a invertir grandes cantidades en la compra de armamento en el extranjero para combatir a los carlistas. Finalizada la primera de las guerras civiles en 1840 se abre un periodo de tranquilidad que permite al gobierno relanzar la actividad siderúrgica en Trubia, para lo cual el director general de Artillería, el teniente general Francisco Javier de Azpiroz y Jalón, intenta convencer al teniente coronel Francisco de Luxan de que se haga cargo de la dirección de la misma. Pero es el propio Luxan quien, al declinar el ofrecimiento, señala a Elorza como el único capaz de llevar a buen fin ese empeño.



Molino de pólvora de la Fábrica de Murcia

Francisco A. de Elorza

Director de la Fábrica de Armas de Trubia desde 1845 hasta 1867, este período es considerado el más fértil y productivo del recinto industrial. Además de modernizar la fábrica, una de las grandes obras de Elorza fue la fundación de la Escuela de Formación Profesional Obrera en 1850.

Entre 1855 y 1859 es encargado de dirigir la Fábrica de Armas Portátiles de Fuego de Oviedo. Asignado el encargo, Elorza marcha a Trubia y tras un mes de reconocimientos redacta un informe con el título “De lo que es la Fábrica de Trubia y lo que de ella se puede y debe esperar con la protección del gobierno de S.M.”, que entrega a Azpiroz. Se trataba de todo un proyecto de implantación usando técnicas modernas a un coste que calculó en forma precisa: 1.107.160 reales de vellón. Es de resaltar que en su informe indica: “los resultados de la reconstrucción de la fábrica deben ser los más lisonjeros, no sólo para el Estado y el Cuerpo de Artillería, sino también para el país”, indicando que en ella se fabricarían, además de los cañones y sus municiones, “piezas de hierro colado que se pueden necesitar para las minas y fábricas particulares”.

La máxima dificultad se hallaba en encontrar obreros adecuados. Elorza recorre las principales siderurgias europeas buscando maestros que a la vez que desarrollaran su trabajo fueran capaces de enseñar a aprendices nativos. El primero de los hornos de Trubia (el “Daoíz”) se enciende por fin en

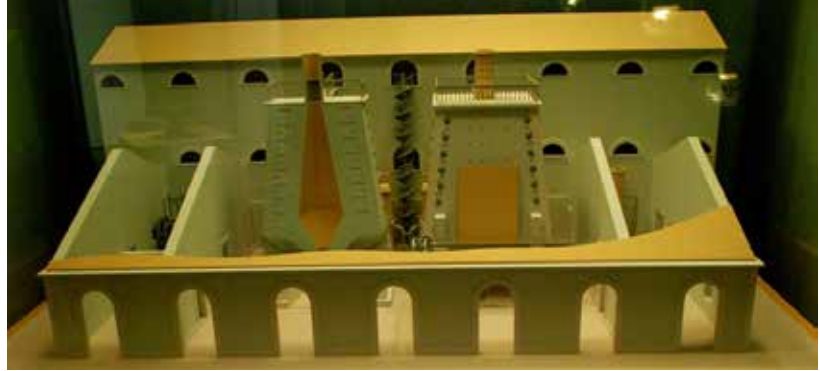


Busto de Elorza



1848 permitiendo colar al año siguiente por primera vez en España un cañón de 68 libras. Se trata de un éxito extraordinario, engrandecido en su valor objetivo por el ansia de lo deseado. Ese mismo año de 1849 se pone en funcionamiento el segundo alto horno, que, como no puede ser de otro modo, recibe el nombre de “Velarde”.

Cuatro años después Trubia era el centro siderúrgico con mejores instalaciones de España. Elorza se preocupó enormemente por la trascendencia que para el desarrollo posterior, no sólo de la fábrica, sino de todas las del cuerpo de Artillería, e incluso para toda la industria de la nación, tendría la formación técnica de personal cualificado. A partir de 1846 la Fábrica comenzó a contratar a maestros especialistas en fabricación de material militar de diversas naciones europeas con vista a formar aprendices de diversas profesiones. En 1850 inicia sus clases la Escuela de Artes y Oficios, también llamada de Formación Profesional, donde se empezaron a formar aprendices y se pudo ir progresivamente expatriando a sus naciones a los técnicos extranjeros que habían venido en un primer momento.



Maqueta de los hornos altos de Trubia

Poco antes, durante los últimos años de la década de los 30, los artilleros Ruíz de Apodaca y Navarro Sangrán habían iniciado, con un cañón probeta en el Real Colegio, las primeras experiencias que se llevaban a cabo en nuestra nación de artillería de retrocarga. Poco tiempo después el mismo Navarro proyecta un obús largo que se fabrica en la Real Fundición de Bronces de Sevilla. Los nuevos avances de la artillería (retrocarga, rayado) y la fabricación de fusiles harán que la componente mecánica gane peso en las necesidades de formación como ingenieros industriales de los artilleros. En Sevilla también se instalarán a mediados de siglo cubilotes para la fabricación de munición, y en Murcia se instalan los más modernos procedimientos de la época para la fabricación de pólvora negra y, más tarde, pardas.

En 1848 un nuevo reglamento de Artillería había decretado la extinción del Cuerpo de Fundidores de Artillería, con lo que se puede considerar cerrado el plan establecido por la Ordenanza de 1762, que había ayudado a poner en práctica artilleros como Antonio de Elorza o Francisco de Lujan, acompañados de otros muchos alumnos egresados del Real Colegio.

La evolución de las fábricas en la época contemporánea

El final del S. XIX supone un cambio en la tecnología militar aplicada a los materiales. Por una parte, en la guerra franco prusiana de 1870 hace su aparición el primer cañón de retrocarga fabricado en acero, lo que supone una variación total en el cálculo y fabricación de las piezas. Con las nuevas bocas de fuego se logra más precisión y alcance.



El cambio conlleva una evolución radical de las municiones, que pasan a ser estabilizadas por rotación, aumentando su efectividad mediante la carga con sustancias explosivas que debían ser fabricadas y cargadas con la seguridad adecuada. El empleo adecuado de estas municiones supuso la necesidad de desarrollar y fabricar los artificios (estopines y espoletas) necesarios para hacerlos funcionar.

El desarrollo de las armas ligeras no fue menor, pues se generalizó la utilización del cartucho metálico, a la vez que se incrementaba la cadencia de tiro en las armas, algo que supuso nuevos métodos de fabricación y desarrollos en el campo de las pólvoras y la metalurgia.

En esta época las fábricas, parques y maestranzas eran todas propiedad del Estado y el Cuerpo de Artillería se encargaba a plena satisfacción de su dirección y gestión.

También en esta época, y motivado por la extraordinaria importancia que el Cuerpo de Artillería concedía la fabricación y mantenimiento de material y armamento, se produjo un suceso que acabó con la segunda disolución del Cuerpo.

En 1925, ante la disposición que consagraba los meritos de guerra para el ascenso, frente al consagrado de la antigüedad, los Artilleros respondieron conjurándose ante esta disposición y reclamando como único método de ascenso la antigüedad. Ello era debido porque si se primaban los meritos de guerra esto podría tener como consecuencia que los militares preferirán destinos tácticos abandonando los de fabricación y experimentación, con las nefastas consecuencias que esto traería.

Esta postura se sustanció en la firma que hacían los componentes de las promociones a su salida del real Colegio, de no aceptar ascenso alguno que no fuera por antigüedad.

Los compromisos, libremente aceptados se recogían en el llamado “Libro de la Renuncia”.

La Fábrica de Trubia se convierte en líder español en cuanto a fabricación de aceros y fundiciones. En esta época se desarrollan las mejores piezas de Artillería y se fabrican bajo licencia las piezas KRUPP de 7,5 cm. En 1880, siendo capitán Salvador Díaz Ordoñez y Escandón, diseñó dos modelos de cañones (de 15 y 30,5 cm) de hierro fundido entubado y ya teniente coronel, diseñó nuevos modelos de cañones de 21 cm, 24 cm y 30, cm (con 12 y 29 calibres de longitud respectivamente) y 2 obuses de 21 y 24 cm, todas de hierro fundido,

El Comandante **Antonio Ramírez de Arellano y Romero**, mientras se encontraba destinado en la fábrica de Trubia, diseñó en 1927 un cañón de 40 mm de acero al cuproníquel y cierre de cureña, vertical de un tiempo, para uso contra carro por la infantería, que fue fabricado en Trubia y declarado reglamentario en 1933. El cañón es considerado como el primer proyecto nacional de pieza de largo retroceso, y tenía como características más destacadas un sencillo y ligero afuste en forma de trípode plegable, y que las ruedas construidas de chapa de 4 mm podían pivotar.

Pero no solamente la Fábrica de Trubia se dedicaba a la fabricación de material de guerra, también tuvieron un importante papel en la elaboración de bronce ornamentales. Merece la pena señalar la imagen del Infante D. Juan, hijo de los reyes Católicos. Muerto a temprana edad.



Facsimil del Libro de la Renuncia



La fábrica de Oviedo inicia en este periodo la cofabricación de armas individuales, asociados a un fabricante exterior, como fue el caso del fusil Remington, de 1886, un fusil de los primeros de repetición que se utilizó en el mundo.

Siguiendo la política industrial de cooperación, se logró la fabricación del **Máuser Modelo 93**, que superó al original del fabricante alemán, hasta el extremo de llegar a ser conocido como “el máuser español”

Los capitanes Mariñas y Ramírez de Arellano diseñaron el primer fusil semiautomático de España que se construyó en la fábrica de armas de Oviedo en 1932 y que se denominó rifle MR 32. Se trataba de un arma semiautomática por sistema de acción directa de gases, con el tubo del Máuser de 1916, calibre 7 mm, y con un alcance eficaz de 2 km. A pesar de sus expectativas esta arma no pasó de la etapa experimental.

Esta época supone una intensa especialización en las áreas de mecanizado y tratamientos térmicos de los metales llegando la fábrica de Oviedo a ser un referente en la industria nacional.

Ante la necesidad de disponer de fábricas capaces de suministrar cartuchos metálicos para uso en los modernos fusiles, la fábrica de Toledo, sin abandonar su tradición de fabricante de armas blancas, se inició en la fabricación de cartuchos para fusil de 7 mm y para carabinas de .44.



Fusil Remington modelo 1871



Fusil Máuser modelo 1893



Proceso de fabricación de fusil máuser





Proceso de fabricación de cartuchería

La fábrica de Toledo, siguiendo su tradición de fabricante de armas blancas, fabricó durante este periodo instrumental quirúrgico de muy alta calidad para suministro al ejército y a hospitales civiles, incluso extranjeros.

La fabricación de cartuchos suponía disponer de alguna línea de fabricación de cápsulas iniciadoras y sus cargas explosivas; esta misión fue asumida por la fábrica de Toledo, lo que supuso un notable avance en el sector de la química.

Las necesidades de pólvoras demandadas por las piezas de Artillería hicieron que la Fábrica de Murcia se especializara en la fabricación de modernas pólvoras de nitrocelulosa, y sus materias primas.

La fabricación de las pólvoras finas para su utilización en cartuchería fue asumida por la fábrica de pólvoras y explosivos de Granada que, aunque aparentemente tenía actividades paralelas a las de la fábrica de Murcia, realmente era un complemento de aquella ya que se inició en el desarrollo de la fabricación de pólvoras con disolventes que contienen un alto poder de proyección demandado por los fusiles.

Paralelamente, los estudios de los artilleros que dirigían y gestionaban la fábrica llevaron a disponer de una línea para la carga de proyectiles para la Artillería de campaña, en los vasos vacíos previamente fabricados por Trubía.

En 1919 el rey Alfonso XIII visitó las instalaciones de la fábrica. Las condiciones de seguridad imponían la utilización de calzado con suelas antichispas para circular por las instalaciones, ante cuyo requisito y para facilitar la regia visita, se confeccionaron las llamadas pantuflas del Rey, fundas textiles que se sobrepuso el rey en las botas de montar que llevaba puestas.

Hasta finales del S. XVIII, cuando el rey movilizaba a sus artilleros, esto debían costear a su cargo la pólvora que calculaba que iba a utilizar, esto sucedía salvo en contados casos que era la Corona quien costeaba la pólvora a utilizar. Para llevar un eficaz control de la pólvora entregada y gastada los funcionarios de la hacienda Pública deponían de unas medidas establecidas, el almud de las pólvora. De esta costumbre viene la conocida frase de “Tirar con la pólvora del Rey”.

* * *

Durante este periodo la fábrica de Sevilla continuó como fundición de bronce, a pesar de que se adivinaba el fin de los cañones fundidos. De esta época es el mortero de 8 cm diseñado por el teniente



coronel Onofre Mata y Maneja, uno de los balísticos más destacados de nuestra nación, llegando sus obras a ser traducidas y utilizadas como libros de texto en diversas academias europeas y sus métodos empleados en los más importantes polígonos.

La fábrica de Sevilla se fue especializando en el montaje de piezas para la artillería y fabricación de componentes para las mismas, aunque sin abandonar del todo las piezas de fundición, como el ya señalado mortero Mata, y los bronce para ornamentación de gran tamaño. Entre estos últimos, cabe destacar los leones del Congreso de los Diputados, que fueron fundidos en Sevilla con el bronce de los cañones capturados al enemigo en las campañas del Rif; los moldes utilizados para estas figuras estuvieron durante muchos años en la puerta principal de la antigua fábrica, por lo que era conocida popularmente como “*el congresillo*”.

La conocida estatua del general Espartero (y los famosos atributos de su caballo), tan popular en Madrid, también es obra de esta época de la fábrica de Sevilla.

La necesidad, ya señalada, de disponer de artificios para su utilización en las municiones de artillería de campaña, conllevó que la reorganización de la industria de 1876 la Pirotecnia Sevillana provocase el abandono paulatino de la tradicional fundición de bronce y la especialización en la fabricación de estopines y espoletas

El desarrollo e impulso industrial encabezado por las fábricas militares se prolongó, prácticamente sin interrupción, durante el largo periodo que va desde la reforma de Luxan de 1866 hasta el final de la Segunda República en 1936.

LOS CENTROS

El tejido industrial y militar que tanto contribuyó al avance tecnológico de la producción nacional no hubiese servido de nada si detrás de las fábricas no existiesen una serie de centros de alta especialización dedicados al estudio, la investigación y el desarrollo y que actuaron como auténticos observatorios de las nuevas tecnologías aplicables a satisfacer las nuevas necesidades planteadas por el ejército.



Cañón de Bronce comprimido, modelo Sevilla 1867



Proceso del estopín de fricción de la Piro Militar de Sevilla



Esta visión no era novedosa, pues recogía el espíritu del Conde de Gazola al crear el Real Colegio, espíritu plasmado en gabinetes y laboratorios especializados y en la casa de la Química, primer centro de estudio y desarrollo de nuevas teorías. Por otra parte, esta labor fue completada por las tareas que ejecutaban los artilleros en parques, maestranzas y fábricas.

La creciente demanda de los ejércitos por disponer de nuevas capacidades, junto a la necesidad de disponer de fabricaciones de alta precisión —aunque con volúmenes de producción relativamente pequeños— y el número de nuevos inventos y desarrollos balísticos, precisaron disponer de extensos campos de pruebas para tiros experimentales en los que los nuevos establecimientos especializados pudiesen poner en práctica los estudios y diseños plasmados en tableros de dibujo, talleres y laboratorios.

Así, al final de la centuria (1898), se crea en Madrid del Taller de Precisión y Laboratorio de Artillería, con la misión de unificar las medidas que se llevaban a cabo en todos los establecimientos de Artillería e intentar aplicar los nuevos avances técnicos en metalurgia, caracterización de materiales metálicos y pirotécnicos, medida de presiones, electrotecnia y metrología. En él se desarrollarían calibres y plantillas para su utilización en los procesos de fabricación.



Cuadros de plantillajes de fabricación

Destaca su designación como Centro Nacional de referencia de calibración en los campos dimensional y mecánico, en este terreno cabe destacar que durante muchos años el TPYCEA tuvo depositado uno de los dos metros patrón con que contaba España.



Metro Patrón



Aunque abandonó la actividad de los análisis químicos de pólvoras en favor del Laboratorio Químico Central, se especializó en el análisis y estudio de materiales metálicos; cabe destacar que el primer catálogo nacional de aceros se realizó en el TPYCEA treinta años antes que se editase el del Instituto del Hierro y del Acero.

Como actividad destacada, que aún sigue desarrollándose en nuestros días, cabe señalar el procedimiento desarrollado desde el RCA y el TPYCEA para la medida de presiones en la recámara de las Armas. Este método, denominado *medida por aplastamiento de crusher*, consiste en la medida del aplastamiento que sufren unos cilindros de cobre electrolítico (99,99 %) introducidos en la recámara del arma a ensayar y sometidos a los efectos del pico de presión producido por la combustión de la pólvora. La utilización de este método exige una fabricación de enorme precisión de los cilindros, su medida y tarado y la ejecución de las tablas de medida que sirvan para traducir las deformaciones permanentes tras el disparo a las medidas de presión que las han provocado.



Mesa de crusher

En el campo eléctrico, el TPYCEA siempre estuvo a la vanguardia de los últimos avances en los desarrollos eléctricos/ electrónicos, hasta el extremo de ser escalón de referencia nacional para el voltio patrón por efecto Josephson, el diseño de un radar de vigilancia (TPS 001) o la instalación de la primera cámara anecoica de Campo Compacto para medida de antenas de microondas, en la que se midieron algunas de las antenas de los satélites LOCSTAR francés o HISPASAT.

Con el incremento de alcances de la moderna artillería se hizo preciso desarrollar nuevos instrumentos para materializar los parámetros de tiro en las piezas y posteriormente para comprobar y corregir los resultados obtenidos. Como consecuencia, se produjo un avance extraordinario en los campos de la óptica y de la mecánica de precisión y se establecieron líneas de fabricación de goniómetros y encuadras de nivel utilizados en la materialización de la línea de tiro que siguen utilizándose en la actualidad, aunque como elementos de verificación y contraste de los modernos dispositivos de navegación y puntería con que van dotadas las modernas piezas de artillería. Se completaban estas actividades con la fabricación de prismáticos y periscopios para la observación de los efectos de los disparos.





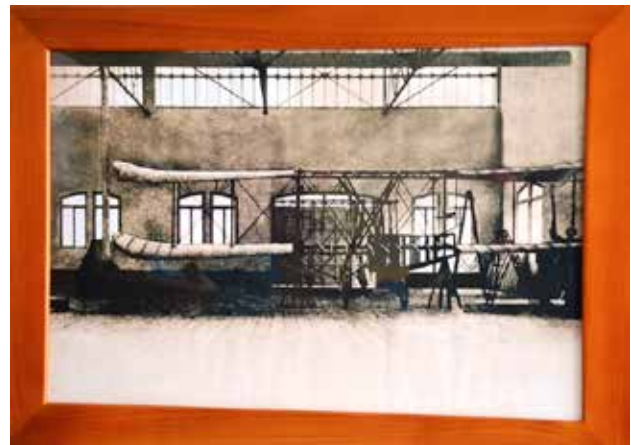
Goniómetro de Alza Panorámica

Como muestra del alto desarrollo tecnológico que tuvo este centro, sirva de ejemplo que en el año 1917 se construyó un aeroplano para su utilización como observador para la corrección del tiro artillero.

No se puede acabar la historia del Taller de Precisión sin hacer referencia a la magnífica labor de formación que desarrolló durante sus más de cien años de actividad —hoy es el Instituto Tecnológico de La Marañosa, cerca de Madrid, quien desarrolla, entre otras, las misiones del TPYCEA—. Ejemplo de ello es el plantel de Premios Elorza a los mejores aprendices de las escuelas de formación profesional.



Escuadra de nivel de Artillería



Fotografía del avión del TPYCEA]



Cuadro de los premios Elorza



En definitiva, la misión del TPYCEA era realizar el control de calidad de las fábricas militares mediante la construcción de utillajes, plantillas y calibres que permitían asegurar la bondad en la realización de las operaciones, comprobando que las medidas de los distintos productos fuesen correctas y los instrumentos de medida fiables (calibración). Empeñado en su tarea, el tiempo lo convirtió en un centro de excelencia en la aplicación de la fabricación mecánica de precisión, desarrollando prototipos y constituyendo un núcleo fundamental en la cadena metrológica nacional.

* * *

Junto con los aspectos relativos a la fabricación no podemos olvidar el componente técnico de las actividades realizadas en los centros y polígonos de experiencias. Hasta la Guerra Civil la experimentación de los nuevos desarrollos de materiales y municiones, confección levantamiento de tablas de tiro, etc., fueron responsabilidad de la Escuela Central de Tiro (ECT) creada en 1880 a partir de las Escuelas Prácticas de los departamentos artilleros de Carabanchel y Torregorda (Cádiz). Contaba con dos secciones: la primera sección, en Madrid, tenía a su cargo los estudios y experiencias de Artillería de Campaña así como de las armas de Infantería y Caballería. La segunda, creada en 1888 entre Cádiz y San Fernando, llevaba a cabo similares misiones en el dominio de la Artillería de Costa.

Tras la Guerra Civil, se reordena la industria militar y los centros técnicos del Ejército, desapareciendo la Escuela Central de Tiro, cuyas misiones tácticas fueron recogidas por las Escuelas de Aplicación de las diversas Armas y las puramente técnicas por el Polígono de Experiencias de Carabanchel (PEC) y el Polígono de Experiencias Costilla (PECOS), actual Centro de Ensayos Torregorda (CET).

Muchas han sido las labores y trabajos desarrollados por ambos polígonos, algunos de ellos de un enorme calado técnico, como las pruebas y experiencias realizadas durante más de 125 años para certificar la idoneidad de las armas y determinar las características de las municiones.

Un pequeño ejemplo es la utilización de *fusiles probeta* para determinar la presión en recámara de las cargas de proyección de los cartuchos, utilizando el método de deformación de crusher, puesto a punto por el TPYCEA.



Guión del Polígono de Experiencias de Carabanchel



Fusil probeta



El mismo procedimiento, pero más modernizado con lectura por medios piezo-electrónicos, se utiliza para calibres medios, como puede observarse en el Cañón probeta de 30 mm. Otro de los cometidos tradicionales fue la elaboración de tablas de tiro para las armas de puntería indirecta, materializadas en reglas y tabuladores para uso directo por las unidades artilleras.



Calculador para datos de tiro

* * *

En el campo químico se había iniciado un lento, pero inexorable, declive de la Casa de la Química del RCA; los conocimientos se trasladaron parcialmente a las fábricas de pólvoras, pero en aspectos relativos a la balística interior se corría el riesgo de perder capacidades tan brillantemente atesorados a lo largo de los doscientos años durante los que el RCA llegó a ser una referencia mundial.

La creación de la Fábrica de Productos Químicos del Jarama (1923), denominada posteriormente Fábrica de Productos Químicos Alfonso XIII y definitivamente Fábrica Nacional de la Marañosa (FNM), supuso poner coto a esta decadencia.

La fábrica nació para responder a la amenaza de la guerra química iniciada en la Guerra Mundial I, y lo hizo como establecimiento para la fabricación de gases y elementos de protección contra agresivos químicos. Las necesidades de incrementar los conocimientos sobre determinadas áreas de la química de pólvoras y explosivos conllevó la creación de un centro especializado en la investigación de la química aplicada al armamento.



En 1952, por Orden Ministerial de 14 de agosto se creó el Laboratorio Químico Central de Armamento (LQCA) en instalaciones próximas a la Fábrica Nacional de la Marañosa en San Martín de la Vega. Este centro quedaría al mando de los ingenieros del Cuerpo de Ingenieros de Armamento y Construcción (CIAC). Su misión original sería continuar la del Taller de Precisión en los análisis de los propulsores y las materias explosivas, pero posteriormente se ampliaría a otras áreas del armamento, como los cohetes y misiles.

Se puede pues, considerar al LQCA como heredero directo de la Casa de la Química del real Colegio, al igual que los Ingenieros de Armamento y Construcción son los herederos de los antiguos artilleros facultativos.

Aparte de mantener las misiones de caracterizar y analizar los propulsores y materias explosivas utilizadas por nuestro ejército, hay que destacar la gran labor en el desarrollo de la moderna Artillería cohete, tanto en sus aspectos de desarrollo y cálculo como en los de aplicación y caracterización. En este aspecto puede decirse que el LQCA actuó como impulsor para el desarrollo y posterior fabricación de cohetes en las fábricas militares.



Cuadro del LQCA



Cohete R6

El primer cohete de propulsante sólido de gran alcance diseñado por el LQCA fue el R6, usado como cohete de señales de la Armada y como propulsor de blancos para prácticas de Artillería Antiaérea. En los años sesenta del pasado siglo se desarrolló la familia de cohetes de plato de toberas estabilizados por rotación, desarrollándose un total de 24 modelos distintos correspondientes a las series C, D, E, G, S y R. La mayor parte de prototipos de los modelos D3, E3 y G3 se fabricaron inicialmente en el propio LQCA y posteriormente fueron declarados de dotación en la Artillería española.

En los años sesenta del pasado siglo se desarrolló la familia de cohetes de plato de toberas estabilizados por rotación, desarrollándose un total de 24 modelos distintos correspondientes a las series C, D, E, G, S y R. La mayor parte de prototipos de los modelos D3, E3 y G3 se fabricaron inicialmente en el propio LQCA y posteriormente fueron declarados de dotación en la Artillería española.

En los años sesenta del pasado siglo se desarrolló la familia de cohetes de plato de toberas estabilizados por rotación, desarrollándose un total de 24 modelos distintos correspondientes a las series C, D, E, G, S y R. La mayor parte de prototipos de los modelos D3, E3 y G3 se fabricaron inicialmente en el propio LQCA y posteriormente fueron declarados de dotación en la Artillería española.



Cohete D2 Seccionado



Bajo la dirección de la Junta de Cohetes, dependiente de la Jefatura de Artillería, durante la década de los 80 se desarrollaron los cohetes de propulsante sólido, tobera fija y estabilización por aletas; las teorías matemáticas del vuelo se comprobaron con el cohete modelo T y una vez finalizado se lanzó el desarrollo. Resultado de estos trabajos fueron el cohete experimental TERUEL 1 de difusor y aletas fijas y que sirvió como origen para el desarrollo del cohete TERUEL 2 que ha estado en servicio en el Ejército español durante más de veinticinco años.



Cohete TERUEL 1



Cohete TERUEL L seccionado

Posteriormente se diseñó el cohete TERUEL-3 con diversas cabezas de guerra, pero este modelo no llegó a entrar en servicio.

En la década de los noventa se siguió con el desarrollo de cohetes de propulsante sólido con difusores variables y compuestos de pólvora “composita”. Fruto de estos trabajos fue el cohete experimental MC-25 (también denominado SEGOVIA) de los que se fabricaron cerca de un millar, aunque por diversas causas se paralizó su desarrollo y posterior puesta en servicio.

El siguiente paso en los desarrollos de los cohetes fue el proyecto del cohete DUERO, un cohete muy semejante en su concepción al moderno MLRS de origen americano.



Cohete DUERO



Cohete SEGOVIA



Cambios en la orgánica y en la visión táctica del Ejército del S XXI, en el que la Artillería cohete pierde importancia han paralizado la continuación de estos desarrollos y posterior industrialización. Sin embargo, no acabaron ahí los trabajos en el área de artillería cohete y misiles, ya que desde el inicio de su creación se apostó por esta moderna rama de la Artillería, siendo un centro pionero en la investigación y ensayo de misiles y cohetes. Son muchos los proyectos, tanto en solitario como en colaboración con la industria, que el LQCA ha desarrollado, entre los que destaca el cohete guiado Aire-Aire CAT-70, que fue la versión española del cohete de 2,7 “ que artilla a los helicópteros.

El LQCA procuró aplicar sus conocimientos a otros ámbitos incluido el de los misiles; fruto de ello fueron los trabajos que dieron lugar al cohete blanco BAAP en colaboración con la Infantería de Marina, el seguimiento del misil anticarro MACAM, la integración del misil MISTRAL sobre los vehículos de alta movilidad y los trabajos en el desarrollo del misil europeo METEOR (2004 a 2010), y aplicaciones como cálculos y posterior fabricación del motor del misil ASPIDE (a cargo de la industria nacional) en España en sustitución de los originales una vez caducaron.

El último establecimiento de referencia que se creó fue el Centro de Estudios de Materiales Especiales (CETME); inició sus trabajos en 1960 para el desarrollo de estudios relevantes en el campo de las armas individuales, de los vehículos y sistemas de armas y en los materiales energéticos para uso militar.

Aunque por razones de diversa índole derivadas de las circunstancias inherentes a los primeros integrantes del CETME, aconsejaron que este nuevo centro se organizara bajo la dependencia del Ministerio de Industria (Instituto Nacional de Industria, INI), la dirección de los trabajos técnicos y la gestión del centro recayeron en los ingenieros militares de armamento.

Entre sus logros cabe destacar el primer fusil automático español, de calibre 7,62 mm y conocido como *CETME C*, del que fabricaron más de doscientos mil unidades, siendo reglamentario en el Ejército español durante más de treinta años con excelentes resultados. Complementario con este desarrollo fue la de su munición en diversos modelos



Cohete CAT 70]



FUSA CETME B 7,62 mm, seccionado



Continuación de estos desarrollos fue el fusil de asalto automático de 5,56 X 45 CETME L y su munición, así como la ametralladora AMELI. Ambos sustituyeron al modelo CETME C como fusil de dotación en el ejército español y han estado de dotación durante cerca de quince años.



FUSA CETME L, 5,56 mm

En el campo de las municiones cabe señalar que el CETME lideró el proyecto de nacionalización de la munición .50 (12,7 x 99).

En el sector de los vehículos destaca el desarrollo íntegro del lanzador LCM 40 utilizado como plataforma lanzadora del cohete TERUEL. Y en el sector químico, como curiosidad, el CETME desarrolló un cohete antigranizo.

Cabe destacar también el diseño y desarrollo de diversas plantas químicas y procesos productivos para la fabricación de elementos explosivos; destaca la planta de pólvora esferoidal que se instaló en la Fábrica de Granada y cuya tecnología fue exportada a Italia y Turquía.

En el campo de los sistemas de armas hay que mencionar el sistema de Artillería Antiaérea de tubo múltiple y efecto perdigonada MEROKA, que se fabricó en versiones terrestre y naval.



Cohete antigranizo

LAS FÁBRICAS MODERNAS

En 1926, y a tenor de los sucesos políticos que acaecieron en España, se produjo una reforma militar que trajo como consecuencia principal la desaparición de la facultad de formar ingenieros industriales que hasta la fecha había tenido la Academia de Artillería y la des adscripción, más de derecho que de hecho, de los establecimientos técnicos militares del Cuerpo de Artillería.

Aunque en esos años hubo diversos intentos —plasmados en proyectos de nuevas reformas—, de ordenar la actividad técnica en el seno del Ejército, la rapidez con que se sucedían los cambios político-sociales impidió que alguna de las iniciativas pudiera cristalizar.

La profunda conmoción que supuso el hecho trágico de la Guerra Civil (1936-1939) con el tremendo esfuerzo industrial y el agotamiento inherente que esto conlleva, removió el tejido industrial y supuso una conmoción en los saberes acumulados durante más de doscientos años.



Las Fábricas de la Guerra

La Guerra Civil supuso una fragmentación de España en dos espacios geográficos cambiantes y perfectamente definidos en los que convivían dos ejércitos enfrentados que necesitaban pertrecharse de armas, municiones y equipamientos; esta situación trajo consigo la improvisación de nuevas fábricas para atender las necesidades de suministro planteadas. Muchas fueron los establecimientos y talleres de circunstancias creados durante la contienda fratricida, pero sólo tres acabarían integrándose en la red de fábrica militares creada tras la reforma de la industria militar de 1940.

Con el Decreto de 1940 para la reordenación de la Industria Militar en España, se creó la Dirección General de Industrias Militares, bajo la dependencia del Ministro del Ejército, se desactivaron numerosos talleres y centros fabriles de circunstancia, creándose las llamadas Fábricas Nacionales que comprendían las viejas fábricas de Armas de Trubia, Oviedo, Toledo, Sevilla y la Pirotécnica Militar Sevillana, la de Pólvoras de Murcia y la de Pólvoras y Explosivos de Granada, a las que se unieron las nuevas fábricas de armas de La Coruña y Palencia y la de Pólvoras y Explosivos de Valladolid.

También en 1940 se crea el Cuerpo Técnico del Ejército y la correspondiente Escuela Politécnica Superior del Ejército. La creación del nuevo Cuerpo tiene como consecuencia inmediata la separación definitiva de las misiones técnico-facultativas de las tácticas que venían desempeñando hasta la fecha los Cuerpos Facultativos (Artillería e Ingenieros); al mismo tiempo, se asigna la responsabilidad de las fábricas a los Ingenieros de Armamento, cesando en dicha tarea quien tradicionalmente la había desempeñado: el Cuerpo de Artillería. Curiosamente, algunos artilleros siguen cursando estudios en la Escuela recién creada, aunque mantiene su condición de artilleros diplomados en ingeniería del armamento. Todavía hoy, algunos artilleros acceden al grado de Doctor por la citada Escuela.

La Fábrica de La Coruña se creó en 1936 con la misión de fabricar y reparar fusiles para los combatientes del ejército nacional; al finalizar la contienda, la fábrica estrenó nuevas instalaciones y se consolidó como fábrica de armas individuales, entre las que cabe desatacar la última fabricación del fusil de asalto Máuser mod. 1947, el denominado “mosquetón”, que fue arma de dotación en nuestro ejército hasta los años 70; como dato curioso, los últimos fusiles de estos modelos fueron encargados por el Ejército del Aire.

La necesidad de que nuestros militares dispusieran de un fusil automático de gran cadencia de tiro, llevó al teniente coronel Calzada Bayo (de la 188 promoción de Artillería, integrado posteriormente en el CIAC) al desarrollo de nume-



Fusil Máuser modelo 1947

rosos proyectos de fusiles, subfusiles y sus municiones, tanto en los calibres de 7,92 mm como de 7,62 mm. De todos ellos, en la exposición se exhibe el CB 57-2 de 7,62 mm, automático y de cierre rotatorio. El fusil de Calzada demostró cumplir sobradamente los requisitos exigidos por el Ejército, y hubiera podido ser el sucesor del mosquetón que hacía años se venía buscando, pero cuestiones de política industrial hizo que fuera el CETME B el que al final se adoptó como reglamentario. El coronel Calzada fue el último director de la etapa militar de la fábrica de La Coruña, ya que en el 1960 se produjo el pase a la dependencia del Instituto Nacional de Industria.



La fabricación que ocupó gran parte de la producción de este establecimiento fue la producción de los FUSA de 7,62 mm CETME B y C, protagonizando los mejores años en lo que se refiere al desarrollo tecnológico e industrial de la Fábrica.



Fusil Calzada bayo 1954

En el campo civil cabe destacar la fabricación del rifle Coruña y diversas armas de época y deportivas.

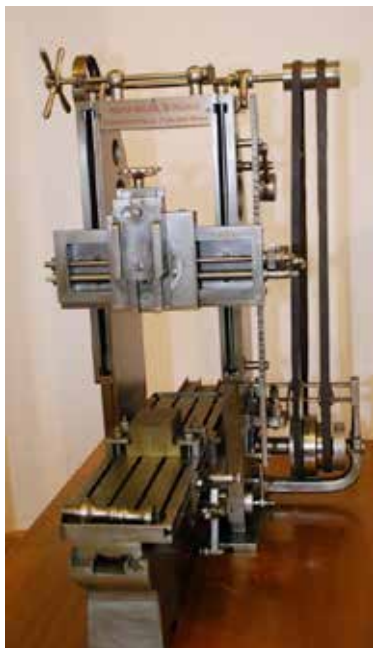


Fusil CETME C

En la década de los 80, se acomete la fabricación y suministro del nuevo fusil de asalto de 5,56 mm, CETME L y su versión de ametralladora ligera (AMELI).

A partir del año 2000, con la fábrica en manos privadas, se ha fabricado el fusil, la ametralladora y la pistola de HECKLER und KOCH. En 2013 la fábrica se cierra.

La **fábrica de Palencia** fue creada en 1937 con el objeto de absorber la fabricación de cartuchería de 7,92 mm, (la de 7 mm se había establecido en el Parque de Artillería de Valladolid) toda vez que la fábrica de Toledo había quedado incomunicada con la zona norte.



Maqueta de la Escuela de Aprendices de Palencia



Durante los años 50 desarrolló y fabricó la munición de 7,92 y 7,62 mm para el fusil de Calzada Bayo. Cuando se declaró de uniformidad el FUSA CETME de 7,62 mm, se fabricaron las municiones, llegando a producirse más de 1.000 millones de estos cartuchos durante los casi cincuenta años que duró la serie.

Proceso de fabricación de cartuchería



Cuando se cambió de calibre al 5,56 mm, la fábrica de Palencia asumió y desarrolló la fabricación de este nuevo calibre. Asimismo absorbió la fabricación de la cartuchería de 12,70, cedida por CETME.



Proceso de fabricación de Calibres medios

En los años 70, comenzó la fabricación de calibres medios, siendo el 20 mm 5TG (usado para el MEROKA) el primero que se fabricó en Palencia. El calibre 35 x 228 mm, bajo licencia de la suiza Oerlikon, supuso el posicionamiento definitivo de la fábrica en el nicho de la cartuchería de calibres medios.

Como desarrollos específicos de la ingeniería de la fábrica de Palencia se puede citar la munición para el Lanzagranadas LAG 40 y la de 30x173 mm utilizada en el Vehículo de Combate de Infantería VCI-PIZARRO, hoy en servicio. También se fabricaron municiones para uso civil y policial tal como el .358, el .3058, el 7.65, el 9mm P, etc.



Municiones de 35 mm





Familia de 40 mm

En el año 1960 la fábrica es traspasada a la dependencia del INI y tras diversos avatares fue cedida al sector privado en el año 2000, bajo la dirección de General Dynamics primero, y de la noruega NAMMO en la actualidad.

La **fábrica de Valladolid** fue creada en el otoño de 1937 para dotar al ejército nacional de proyectiles de artillería y cargas de minas, fabricadas hasta la fecha por Granada, al quedar ésta fábrica separada del ejército del norte por los avatares de la guerra. La fábrica nació como centro integral para la fabricación integral de todos los componentes activos de la munición de artillería y cohetes partiendo de sus materias primas, la carga de proyectiles, la confección de cargas y la integración de la munición.

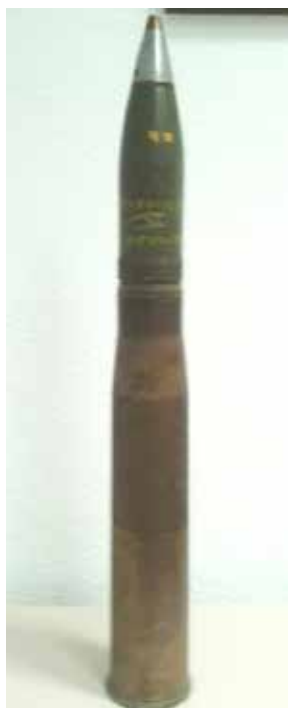


El dimensionamiento del centro hubiera permitido absorber con ventaja las producciones de Murcia y Granada simultáneamente, pues la gran capacidad de este proyecto motivó que la fábrica trabajase a menos del 40% de su capacidad máxima durante sus años de actividad. A lo largo de su vida activa se cargaron más de 300.00 proyectiles desde los calibres de 90 mm hasta 155 mm, tanto con trinitrotolueno (TNT) como con explosivos de varias composiciones. Se confeccionaron más de 150.00 disparos, tanto engarzados como de carga independiente y más de 500 toneladas de explosivos militares (trilita y hexógeno).

Finalmente, la labor distintiva de la fábrica de Valladolid fue la confección de cargas propulsoras para cohetes y la integración de los mismos: granos propulsores, carga de la cabeza de guerra e integración de más de 3.000 cohetes G3 y 12.500 cohetes TERUEL 2.

En el año 1987 la fábrica pasa a depender del INI y tras diversos avatares cierra sus puertas en el año 2000.

Cohete TERUEL 2



Munición CC 90 mm R

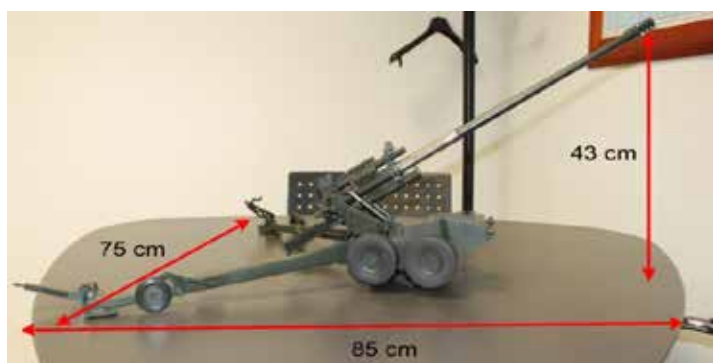
* * *



La fábrica de Trubia se configura durante este periodo como la fábrica de material pesado para el ejército. En los años cincuenta del pasado siglo fabrica 48 piezas del Ob. 122/46 como modernización y puesta al día de la pieza original rusa usada en el bando republicano. En esa misma época se monta el taller de artillería con capacidad para la fabricación de las partes metálicas —vainas y vasos de proyectiles— para calibres de 76 a 203 mm, tanto en latón como en acero. Hoy esta instalación está en desuso.

Se sigue impulsando la formación profesional en las escuelas de aprendices, dejando muestras excelentes de sus trabajos.

En los años 80, a la vez que se clausura definitivamente las líneas de hornos altos y laminación, se hace una apuesta de modernización al implantar una línea para la extrusión de cámaras de cohetes en aluminio. En los 90 se implanta una línea de soldadura y construcción para cascos de gran espesor para acorazados, a la vez que se cierra el taller de artillería. En el año 2000 se acomete la fabricación del Obús 155/52 mm (SIAC).



Maqueta del SIAC

En el año 1987 la fábrica es traspasada al INI y tras diversos avatares fue privatizada en el año 2000.

* * *

En la fábrica de Oviedo se configura como la fábrica especializada en fabricaciones y mecanizados de precisión y desarrollos de nuevas armas. Destaca la fabricación, muy limitada, de la Ametralladora de 7,92 mm, denominada FAL (Fábrica de Armas Ligeras) y el desarrollo de un prototipo de subfusil ametrallador que fue denominado FAO (Fábrica de Armas de Oviedo)

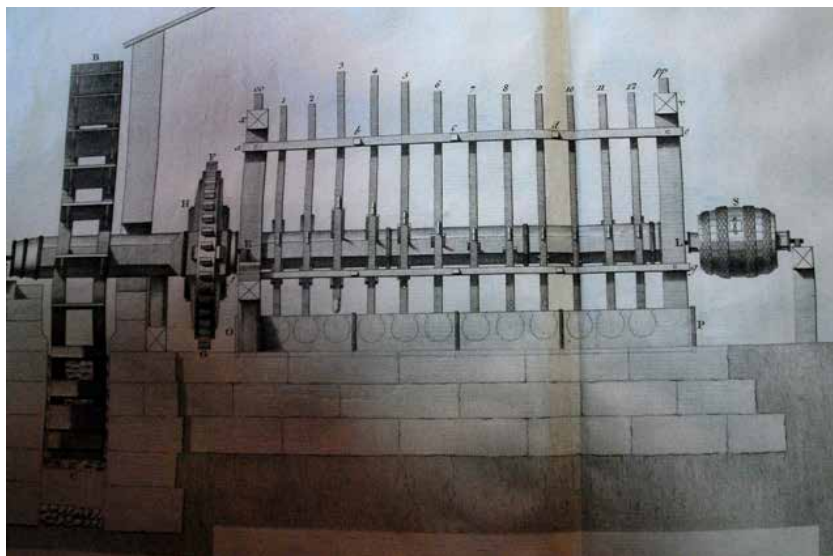
En su tradición de fabricante de armas, durante los 60 se acometió la fabricación de una versión de la ametralladora alemana MG 2, que en España se denominó MG-42 por ser adaptada al calibre 7.62 mm; ésta fue la época de esplendor de la fábrica.

Destaca también el diseño y desarrollo del Lanzagranadas LAG 40 acometidos durante la década de los 90 así como la fabricación de tubos para cañones de 20 mm convirtiéndose en un referente nacional de conocimientos metalúrgicos. La crisis que acometió al sector en la década de los noventa especializó la producción como suministrador de piezas mecanizadas de precisión para otras empresas externas al sector. Como otras, en 1960 la fábrica es traspasada a la dependencia del INI y tras diversos avatares ha sido cerrada en el año 2013.



Durante el Siglo XX la fábrica de Toledo pierde importancia como fabricante de armas blancas a consecuencia de la pérdida de utilidad de las mismas en el seno del ejército, aunque se siguió manteniendo la fabricación hasta el final. Durante esta época la instalación se afianzó en la fabricación de cartuchería, especializándose en los calibres de 7,92 mm y cartucherías para armas cortas (9C, PL y 9P), con algunas tiradas para cartuchería metálica para caza mayor. El cierre de la Pirotécnica Militar Sevillana, creó un problema de suministro de artíficos para municiones de artillería y supuso el reto del desarrollo y fabricación de espoletas y estopines, asumido por la fábrica de Toledo y que finalmente cubrió con ventaja las necesidades que se planteaban al ejército. En 1960 la fábrica es traspasada a la dependencia del INI y tras diversos avatares fue clausurada en 1993. Parte de su producción se trasladó a la fábrica de Palencia.

La fábrica de Murcia continuó especializándose en la fabricación de pólvoras, modernizando sus procesos a la vez que se incrementaba su seguridad. Las nuevas municiones de medio y gran calibre precisaron nuevos desarrollos, entre los que destaca la carga para los proyectiles de 122 mm, la nacionalización de las cargas de saquetes M4 y las cargas unitarias M11, M119 y M203. En 1987 la fábrica es traspasada a la dependencia del INI y tras diversos avatares fue privatizada en el año 2000. Hoy es explotada por la multinacional MAXAM.



Plano del Molino de pólvora

La Pirotécnica Militar Sevillana, tras un largo periodo de especialización en el área de artíficos, espoletas y dispositivos electromecánicos, con alguna incursión en la fabricación de cartuchería y munición de medio calibre para aviación, fue cerrada en 1964, siendo sus producciones repartidas entre las fábricas de Toledo y Palencia.

La fábrica de Pólvoras de Granada se consolidó como fabricante de pólvora de doble base con disolvente, utilizadas para calibres medios. Se ha venido especializando en la producción de pólvoras con un alto índice de fuerza específica para usos especiales, entre las que cabe destacar las tu-



Balanza para la pólvora



bulares para calibres de 25 x137 mm, de 30 x 173 mm y la de 35 mm, así como la pólvora gruesa de siete canales para su utilización en la munición APDSFS (proyectil flecha). Mención especial merece la planta de producción de pólvora esférica, que bajo diseño del CETME, se montó en la fábrica de Granada y supuso un alto salto tecnológico a nivel internacional.

En el terreno de las municiones para Artillería y para carros de combate, la fábrica de El Farge se especializó en carga de cabezas HEAT (carga hueca) y cabezas con cargas especiales (fumígenas e iluminantes) así como proyectiles de usos especiales.



Munición C/C 105 mm. FLECHA



Munición Iluminante 155 mm

Ya en la década de los noventa, la fábrica da el gran salto tecnológico cuando se equipa y prepara para la fabricación de componentes e integración de misiles, entre los que se encuentran los misiles ROLAND y ASPIDE bajo licencia francesa e italiana, los TOW y, más recientemente, el SPIKE israelí.



Misil ROLAND

En el año 1960 la fábrica es traspasada a la dependencia del INI y tras diversos avatares fue privatizada en el año 2000.



La que más profundos cambios ha sufrido en este periodo ha sido la fábrica de Sevilla, que ha pasado de fabricar cañones y componentes a ser un centro especializado en la fabricación y mantenimiento de medios acorazados. Tras la producción del cañón sin retroceso (CSR) durante los años 60 y 70, integró los primeros prototipos de los Obuses de 155/39 y 155/45. Antecedentes de lo que luego fue el 155/52 SIAC.

Durante los 90 la fábrica inicia su nueva orientación, incluyendo el cambio de ubicación de la fábrica que abandona el centro de la ciudad para instalarse a unos kilómetros de la capital andaluza, en el término de Alcalá de Guadaíra; productos destacados de esta época son el Vehículo de Combate de Infantería PIZARRO y en colaboración con la alemana KMW el Carro de Combate LEOPARDO 2A5.

En 1960 la fábrica es traspasada a la dependencia del INI y tras diversos avatares fue privatizada en el año 2000.

* * *

La reforma de la industria de 1940 cambió el nombre de la fábrica del Jarama al de Fábrica Nacional de La Marañosa, cuyos objetivos se orientaron hacia la fabricación de elementos de protección contra agresiones NBQ, la carga de proyectiles de contenidos especiales y la fabricación de artificios de ocultación y señalización.

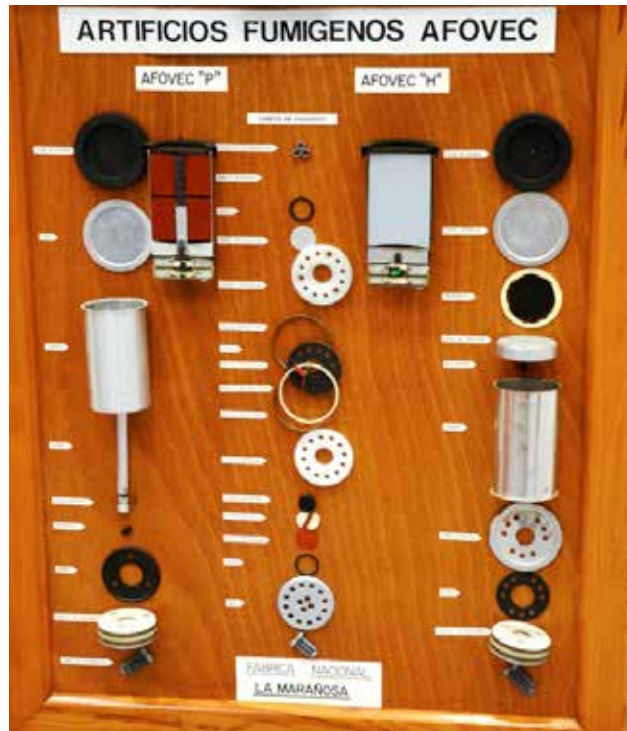
Entre los medios de protección cabe destacar el diseño y producción de máscaras antigás y sus filtros, que fueron fabricados durante los años 80. En este campo es donde la fábrica ha volcado sus mayores esfuerzos, desarrollando y creando un cuerpo de conocimientos relativos a la defensa NBQ, hasta el punto de haberse convertido en referencia nacional en este terreno.



Proceso de mascara de gas



Abandonada la carga de proyectiles con agresivos químicos, la fabricación se centró en la carga de proyectiles fumígenos, producción que se abandonó también a principio de los años 90. La fabricación y desarrollo de artificios fumígenos y de señalización fue la gran ocupación de la Fábrica durante los años 70 a 90, de hecho todos los botes fumígenos utilizados por el ejército y las fuerzas de Orden Público fueron fabricados en La Marañosa.



Bote de Humo

La evolución de esta área cristalizó en el desarrollo y caracterización de los artificios de protección en el campo de las bengalas en el espectro infrarrojo, en el año 1998 se construyó e inauguró un túnel de caracterización de bengalas.

La Fábrica de La Marañosa deja de existir como tal en el año 2009, cuando se integra en el Instituto Tecnológico de La Marañosa (ITM).

Evolución de las fábricas militares hasta la actualidad

Desde la reorganización de la Industria Militar en el año 40 se han sucedido diversas actuaciones de gran importancia para las fábricas militares y la historia de la tecnología impulsada desde 1764 por el Real Colegio y desde trescientos años antes, en los albores de la Artillería.

Por Ley de 25 de septiembre de 1961 se cedió la explotación de las fábricas militares (excepto Trubia, Valladolid, La Marañosa y Murcia) al Instituto Nacional de Industria (INI), aunque la propiedad seguía siendo del Ministerio del Ejército (posteriormente Ministerio de Defensa). Aunque esta Ley



y su desarrollo reglamentario dejaba la puerta abierta a la participación de los ingenieros de armamento en las nuevas estructuras empresariales, la realidad es que el normal devenir de los acontecimientos industriales, donde se pasó a que los criterios comerciales primasen sobre los puramente técnicos y los de la política industrial de la Defensa, trajo consigo la disminución de la presencia en número y peso específico de los artilleros e ingenieros de armamento en las antiguas fábricas creadas por ellos, hasta el punto que a día de hoy ya no hay presencia de personal militar en el sector industrial.

En 1978 se creó el Ministerio de Defensa, y dentro del mismo, la Dirección General de Armamento, que asumió la responsabilidad de la gestión de las fábricas militares y de los centros tecnológicos.

EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA MARAÑOSA (ITM)

Por Real Decreto 1287 de 15 de octubre de 2010 se crea el Instituto Tecnológico de la Marañosa, ITM, en el que se integran todos los establecimientos adscritos a la Dirección General de Armamento y Material del Ministerio de Defensa y que tradicionalmente se encontraban bajo mando y dirección de coroneles del cuerpo de ingenieros:

- El Taller de Precisión y Centro Electrotécnico de Artillería (TPYCEA)
- El Polígono de Experiencias de Carabanchel (PEC)
- El Centro de Ensayos de Torregorda (CET)
- El Laboratorio Químico Central de la Marañosa (LQCA)
- La Fábrica Nacional de la Marañosa (FNM)
- El Centro de Evaluación y Análisis Radioeléctricos (CEAR)
- El Centro de Investigación y Desarrollo de la Armada (CIDA)

La creación supone la reubicación de todos los centros en la finca de La Marañosa en la zona que ocupaba la Fábrica y el cierre de todos ellos, que dentro del ITM se convierten en Áreas Tecnológicas, a cuyo frente se sitúa a un coronel o teniente coronel de cualquiera de los cuerpos de ingenieros de los ejércitos y la Armada.

Con esta reestructuración, los ingenieros de armamento —herederos de los artilleros facultativos—, pierden definitivamente el mando específico de los centros, con la única excepción del Laboratorio Central del Ejército del Mando de Apoyo Logístico del Ejército de Tierra.

El ITM se estructura en las siguientes **áreas tecnológicas**:

- Área de Plataformas
- Área de Optrónica
- Área de Armamento
- Área de Análisis de Materiales
- Área de Electrónica y Ciberdefensa
- Área de Metrología
- Área de Electrónica Militar





E/ITM

Las misiones del ITM se orientan a la investigación y el análisis de las tecnologías emergentes susceptibles de ser aplicadas a cubrir las necesidades de las Fuerzas Armadas; dichos objetivos se logran partiendo de las actividades iniciales de cada uno de los centros, eliminando aquellas que puedan ser redundantes y eliminando las misiones de fabricación o que no sean puramente de investigación aplicada.



Capacidades del ITM

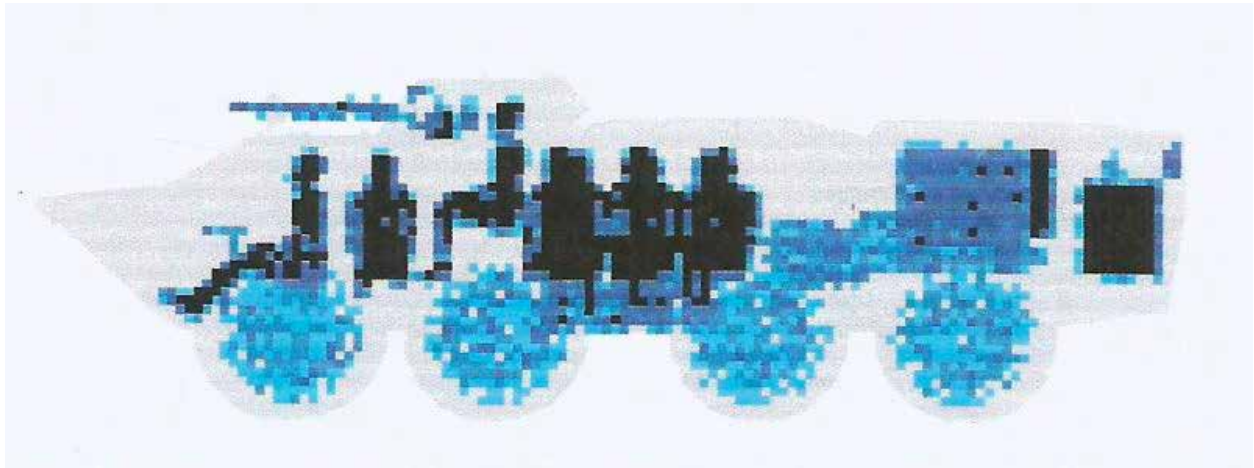


Como logros singulares en los que están trabajando los ingenieros de los Ejércitos y de la Armada, juntamente con personal científico civil, habría que destacar:

En el área de Armamento, las pruebas y caracterización de misiles y cohetes

Y la simulación y análisis mediante cámara de alta velocidad de los efectos de diversas municiones

En el área de Optrónica: la determinación de la firma térmica de diversas plataformas



Trabajos del ITM

En el área de simulación se han hecho unos importantes trabajos en el terreno de cálculo numérico para la simulación de ataques y efectos de los mismos en diversas plataformas, pudiendo destacarse la que se realizó para el Eurofighter.

El área de plataformas, evalúa y caracteriza a las diversas plataformas terrestres, tanto de ruedas como de cadenas, destacando los ensayos reales sobre la protección y vulnerabilidad de las mismas.

Pero es el área de análisis de materiales, donde el ITM alcanza su máxima especialización e importancia, hasta el punto de haberse convertido en Centro nacional de Referencia para temas NBQR



ESPACIO
EXPOSITIVO IV
LA EVOLUCIÓN DE
LA INGENIERÍA



De los ingenieros industriales de artillería al cuerpo de ingenieros politécnicos

Situación anterior a la creación del real colegio

Como se ha podido apreciar a lo largo de los diversos espacios de la exposición la necesidad de construir y conservar las máquinas de guerra nacen con su utilización; de hecho, en la Edad Media el término latino “artiliator” definió a aquellos artesanos encargados de la fabricación de arcos, ballestas, sus flechas y guarniciones refiriéndose a ellos como “Magister ingeniorum et Artilleriae Lupparae”.

Paralelamente surgió la necesidad de racionalizar y atesorar los conocimientos derivados de la experiencia en la fabricación, a la vez que se garantizaba que la preparación y facultades de los encargados de fábricas, ingenios y maestranzas eran las adecuadas para llevar a cabo esas misiones. De ahí que desde temprana edad se sienta la necesidad de crear un marchamo que distinguiese a los maestros en la artes de fabricación de los diferentes ingenios de guerra y, a su vez permitiesen establecer una gradación en los empleos de los personajes dedicados a estas labores.

De esta forma nacen las primeras asociaciones gremiales, que son las encargadas de dar el marchamo de magister con el que cada maestro “firmaba” su obra. Un ejemplo es el grabado adjunto que un maestro fundidor estampaba en el cuerpo de cada cañón, garantizando así que la pieza había sido construida por quien sabía; así, se tiene constancia que ya durante el S.XV se concedió en Castilla el título de capitán de engenhos, al encargado por el rey de la construcción de piezas de guerra.

La formación y destrezas necesarias para llevar a cabo esas funciones requerían de conocimientos punteros de su época: ser un buen metalúrgico, un buen polvorista, un buen herrero, un buen mecánico, un buen fundidor, un buen matemático, incluso un buen apuntador..., ya que en esta época no había diferencias entre el que construía ingenios y el que los usaba.

En un principio, hasta bien entrado el S.XVI, la formación de esos profesionales de la artillería se realizó en forma no muy distinta a como se llevaba a cabo en otros gremios. El maestro artillero/ingeniero formaba a sus aprendices directamente en pleno ejercicio de su función. Como en los otros gremios pronto se instauraría la necesidad de acreditar los conocimientos del aprendiz en un examen antes de ser admitidos y autorizados al ejercicio pleno y autónomo de la profesión.

La formación en aquellos tiempos no se hacía desde establecimientos centralizados y siguiendo unos planes establecidos, sino a demanda de las necesidades de fabricación y mantenimiento en las denominadas Escuelas de Artillería, de las que se constituyeron varias, sitas en fundiciones, casas de munición, presidios y fortalezas.



De las primeras de estas escuelas de las que se tienen noticias fueron las que se establecieron en Milán y Barcelona a mediados del S. XVI, creándose en 1559 la de Mallorca, de efímera vida y pobres resultados debido a su carencia de medios.

En Castilla se encontraba la Escuela de Artillería de Burgos, ligada a la fundición y casa de municiones de la ciudad; la primera noticia que se tiene de esta escuela es una cédula de la Reina Juana de Castilla firmada en Valladolid el 17 de agosto de 1537. En 1625 se ordena que la Escuela de Burgos fuese reformada debido al escaso número de artilleros que en ella recibían formación. Tras larga agonia feneció y nunca fue restaurada.

Las necesidades de disponer de Artillería embarcada en las naos que hacían la carrera de las Indias obliga al Consejo de Indias, en 1582, a impulsar la creación de la Escuela de Artillería de Sevilla creada una vez más como anexo a la fundición de cañones de bronce que existía en aquella ciudad. A esta escuela fue destinado, por cédula del Capitán General de Artillería D. Juan de Acuña de 8 de febrero de 1592 y trasladado desde la de Burgos, el maestro ingeniero Julián Firrufino, que estableció las bases de fabricación de las piezas de artillería que se siguieron durante muchos siglos después.

Se conoce también la existencia de una escuela de artilleros hacia la segunda mitad del siglo XVI en Mallorca (esta última mantenida con fondos municipales) y otra en Barcelona (22 de enero de 1679).

Todas estas academias dotaban a los alumnos de los conocimientos teóricos entonces existentes en los dominios de la aritmética, la geometría, la trigonometría, la cuenta de los sólidos, la hidráulica, la estática, la astronomía..., así como su aplicación a la artillería y las minas, la navegación y lo que hoy sería la topografía, la metalurgia y la fundición, la edificación civil y la fortificación, la geografía y la cosmografía... y el conocimiento y manejo de todos los instrumentos necesarios para su aplicación, así como de las piezas de artillería para poder aplicarse en la forma de hacer punterías.

No había especialización. Se trataban de auténticas escuelas politécnicas que enseñaban en toda su extensión los saberes técnicos de la época a alumnos que en su mayoría ya eran militares, pero también a los paisanos (por lo general ya con un oficio, preferiblemente relacionado con la artillería). Los alumnos recibían esas enseñanzas, que por tomaban entre 2 y 5 años, según los casos, y tras superar el examen recibían patente de sus conocimientos. Ésta les servía para presentarla a su maestro a los que ya eran militares o para presentarse como “matemáticos prácticos”, o ejercer como artilleros, “entrenados” trabajando con ingenieros experimentados.

Ninguna de estas academias titulaban como “ingenieros” a sus alumnos, sino que formaban aspirantes a ello, que sólo eran reconocidos como tales tras el examen y aprobación de su expediente por el Consejo de Guerra, que valoraba en la concesión no sólo su formación, sino también, su experiencia militar y profesional.

* * *

Con el advenimiento de la dinastía Borbónica, a principios del S. XVIII, el Ejército, y en particular la Artillería, sufren un profundo cambio adoptando la organización francesa.

En 1722 se crearon cuatro nuevas Academias teóricas de Matemáticas para uso de la Artillería; en Pamplona, Barcelona, Badajoz y Cádiz; en ellas se enseñaba a todos los oficiales de Artillería que voluntariamente se presentarán a aprender; el Cuerpo de Artillería continuó encargándose de las fábricas de armamento, con lo que seguía necesitando oficiales formados técnicamente.



El 21 de octubre de 1751 una ordenanza de Fernando VI modificaba el régimen interior de las escuelas de matemáticas. En ella se confirmaba la creación de escuelas formales de teórica con título de artillería, “para establecer y conservar un cuerpo científico de oficiales de mi Artillería”, en Barcelona y Cádiz y cuyo fin era el de continuar la instrucción del Cuerpo de Estado Mayor de la Artillería y de las Compañías Provinciales y donde se unirían las enseñanzas teóricas con las prácticas.

Con posterioridad hubo un pleito con los miembros del Cuerpo de Ingenieros que consiguieron que estas escuelas no pudieran ostentar el título de “academias”, que quedaba reservado para la que dicho cuerpo regentaba en Barcelona. Estas escuelas, y en particular la de Cádiz serían el antecedente directo del Real Colegio.

Desde el real colegio de artillería hasta la creación de la academia general militar

Primera etapa: de 1764 hasta 1799 “de los Artilleros”

La llegada al trono de Carlos III en 1759, provocó cambios importantes regidos por la figura de quien había dirigido su artillería en Nápoles, el conde de Gazola. Sus ansias de renovación se plasmaron en la publicación de una nueva ordenanza el 29 de enero de 1762 (Reglamento de nuevo pie para la reorganización del Real Cuerpo de Artillería), que encerraba en su espíritu la unificación del Cuerpo y de los métodos de enseñanza. En efecto, se integraron los oficiales del Estado Mayor, de la Artillería y del Regimiento, comprendiendo además dentro de la corporación el cuerpo de Fundidores y el de Cuenta y Razón de Artillería, a los que acompañaban las compañías de obreros. Se establecía además la organización de una Compañía de Caballeros Cadetes en Segovia, que puede considerarse como la primera auténtica escuela militar que existió en España para formar oficiales desde su ingreso en el Ejército (hasta entonces se les recibía previamente instruidos).

Ésta supondría el germen de lo que dos años más tarde sería el Real Colegio, que se estableció en el Alcázar de Segovia, *cerca de la corte pero suficientemente alejada de sus veleidades*. En preparación quizás de ello, se había decretado la extinción de las escuelas de Cádiz y Barcelona el 12 de marzo de 1760, si bien la de Cádiz continuó funcionando para preparar alumnos de Ingenieros; posteriores protestas del cuerpo de Artillería consiguieron que el cuerpo de profesores de la de Cádiz pasase a estar formado por oficiales de Artillería y se formase a los que querían ingresar en el Cuerpo.

El primer plan de estudios se publicó el 23 de agosto de 1768 “Ordenanza para el real Colegio Militar de Caballeros cadetes de Segovia”, aunque la primera promoción había salido el 5 de octubre de 1765. Este plan de estudios establecía que la duración de los mismos sería de cuatro años y comprendía como asignaturas principales: geometría, cálculo, mecánica, hidráulica, hidrostática, fortificación y artillería y como asignaturas accesorias: dibujo, inglés, francés, esgrima y ejercicios militares y facultativos.



Cuadro de Morla



Con este plan de estudios, inspirado por el espíritu del conde de Gazola, al Real Colegio se le imprimió un carácter de enseñanza de ingeniería sin abandonar la formación militar. Enseguida se puso de manifiesto la importancia de la química para la fabricación de las pólvoras, lo que llevó al Conde de Lacy a proponer al capitán General de Artillería, Conde de Aranda la contratación del célebre químico francés Louis Proust para la enseñanza de esta disciplina. En 1792 se crea la Casa de la Química anexa al Real Colegio, en este mismo año Louis Proust dejó de ser profesor del Real Colegio.

Las necesidades surgidas del empleo de la artillería pusieron de manifiesto la necesidad de ahondar en estudios de nuevas materias como eran la metalurgia y la ingeniería de minas. Siguiendo esta corriente, en 1775 se decidió establecer los denominando “Estudios Sublimes” que cursaban los más sobresalientes de cada promoción, cuatro a lo sumo, que ampliaban estudios un año más en el Real Colegio y otro año más en Madrid estudiando química y metalúrgica.

En este periodo se estableció la importancia de la formación tecnológica en los oficiales de Artillería, pero no se produjo diferenciación alguna entre las labores tácticas y las facultativas, ni existía ningún título específico de ingeniero para las reales fábricas. Si existía en cambio un fuerte corporativismo entre los llamados “*maestros fundidores*” destinados en las reales fábricas de cañones; estos tecnólogos procedían del Real Colegio y perfeccionaban sus conocimientos trabajando en las fábricas de fundición. El título de maestro fundidor lo concedía el Consejo de Artillería, previo análisis de los candidatos.

Segunda etapa: de 1799 hasta 1823 “de los Estudios Sublimes”

Durante el reinado de Fernando VII se había procedido a una profunda remodelación del Cuerpo de Artillería, que en lo que se refiere a la rama técnica, se tradujo en la separación del Cuerpo en diversas Ramas-Regimientos de Artillería, Estado Mayor de Artillería, Obreros, Cuenta y Razón y Oficiales Facultativos- que si bien no suponía una separación efectiva si representaba una especialización. Se intensifican y regulan los denominados “Estudios Sublimes”, que se amplían a una duración de cuatro cursos, a seguir en facultades de Químicas y Escuelas de Minas de Madrid y Almadén. Irrumpe una nueva disciplina —la balística— para cuyo dominio se destaca al extranjero, en su mayoría a Francia, a algunos oficiales.

Este periodo contempla el declive de los maestros fundidores dada la creciente importancia que iban tomando los cañones de hierro frente a los de bronce. Los maestros fundidores fueron integrados en el “Regimiento” de Oficiales Facultativos bajo el mando de un Brigadier Ingeniero de Artillería.

Durante este periodo, 89 subtenientes del Real Colegio completan los “Estudios Sublimes”, aunque sigue sin diferenciarse mediante titulación la intensificación técnica de los oficiales facultativos.

El inicio de la Guerra de la Independencia supuso un claro posicionamiento de los oficiales de Artillería frente a los supuestos reaccionarios que representaba el *ancien régime*. La guerra supuso la alteración del régimen académico del Real Colegio que inicia un periodo de nomadeo, sin abandonar por ello su vocación técnica; ejemplo de ello es la denominada Academia General fundada en Sevilla para dar formación militar a los estudiantes de las diversas facultades. La formación técnica continuó en la sede de la fábrica de Sevilla.



Tercera etapa: de 1825 hasta 1873 “de las escuelas de aplicación”

Finalizada la Guerra Civil y con el advenimiento del gobierno Absolutista, en 1825 se abrió un “Colegio General Militar” en el Alcázar de Segovia, que formaría oficiales para todas las Armas. La duración de la formación se redujo a tan solo dos cursos y se primó la formación táctica-militar frente a la científica.

El 16 de marzo de 1829, el Director General del Cuerpo propone una profunda reforma, siendo lo más significativo la ampliación a dos años más de estudios para los oficiales de los Cuerpos facultativos (Artillería e Ingenieros), impartándose estos dos cursos de especialización técnica en las llamadas Escuelas de Aplicación, que en el caso de Artillería se funda en el antiguo Convento de S. Francisco en Segovia. Por Real Orden de 1831 se restablecen los Estudios Sublimes, sustituyendo el estudio de la mineralogía y química por los de Física y Balística.

De los 249 subtenientes egresados en este periodo, 93 lo fueron en la rama facultativa, lo que supuso la práctica desaparición de las escuelas itinerantes de artillería y matemáticas existentes hasta esa fecha.

En mayo de 1867 se cambió la denominación de Real Colegio de Artillería por el de Academia de Artillería, y se da a luz verde a una nueva organización, en la que se refunden en un solo establecimiento (la Academia) el Colegio y la Escuela de Aplicación, ampliándose a cuatro años la formación de los cadetes. Los Estudios Sublimes se reducen a dos años y se limitan a los Capitanes del Cuerpo con dos años de antigüedad en el empleo. En 1873 el rey Amadeo I firma la primera disolución del Cuerpo de Artillería, que supone la extinción de la Academia.

Cuarta etapa: de 1856 a 1973 “de los Ingenieros Industriales de Artillería”

Durante la etapa anterior se produce un hecho significativo en lo que se refiere a la consolidación de los estudios técnicos en el seno de la Artillería y su papel impulsor en la industria civil nacional. El cambio llegó de la mano del general de Artillería Francisco de Luxán, que después de haber completado los Estudios Sublimes en París y Lieja, y haber sido alumno fundador de Sevilla, ocupó importantes puestos en la Administración del Estado como Ministro de Fomento y Consejero de Estado.

Fue precisamente en este puesto cuando impulsó y reguló la titulación de Ingeniero Industrial y la creación del primer plan de estudios, así como de la Escuela Especial de Ingenieros Industriales de Madrid en 1855, a partir del Seminario patriótico de Vergara.

Esta misma idea la traslada al general Azpiroz, Inspector del Cuerpo, promoviendo la creación de un título diferenciado para los artilleros que se hubiesen especializado en



Cuadro de Francisco de Luxán



los estudios técnicos. Así, en el 1866 se regula el título y el plan de formación de los Ingenieros Industriales de Artillería. El centro de formación se establece en la Escuela de Aplicación de Segovia, que al año siguiente pasaría a integrarse en la Academia de Artillería.

La duración de la carrera era de dos años, en los que se intensificaba el estudio de dibujo y geometría descriptiva, de mecánica, física y balística, así como de técnicas de fabricación. Los alumnos se elegían entre los subtenientes egresados de la Academia de Artillería. Posteriormente los más aventajados de estos accedían a los Estudios Sublimes.

De esta primera época de los Ingenieros Industriales de Artillería, salieron cinco promociones con un total de diecinueve tenientes titulados. Su titulación tenía los mismos efectos civiles que la equivalente de los ingenieros industriales de las escuelas civiles, aunque sus poseedores podían seguir ocupando destinos en los regimientos y Estado Mayor del Cuerpo. Esta situación se ve interrumpida cuando, como ya queda relatado, en 1873 se procedió a la disolución del Cuerpo.

Última etapa: de 1876 a 1926 “Del fin de Los Ingenieros Industriales de Artillería”

Cuando el Cuerpo de Artillería se refunda tres años más tarde, se reinicia la formación de los artilleros, como había venido produciéndose hasta entonces, manteniéndose los estudios de especialización de la Ingeniería Industrial de Artillería, aunque desaparecen los Estudios Sublimes. En febrero de 1889, se regula y se normaliza la enseñanza militar en España, creándose la Academia General Militar en Toledo, donde se daban dos años de preparación común a todas las Armas, y unas Academias de Aplicación para cada Arma; la de Artillería se establece en Segovia. En estas Academias de aplicación los alumnos permanecían durante tres años, obteniendo a la finalización de los estudios el empleo de subtenientes del arma.

La posterior normalización de los planes de estudios, con tres años comunes, tuvo como consecuencia que el nivel técnico de los oficiales de las armas facultativas se viera resentidos. En este ambiente se intensifica la Academia de Artillería como centro de formación de Ingenieros Industriales, que seguían el mismo esquema que hasta 1873, pero se empieza a producir una fractura entre los oficiales que “sólo” acceden al empleo de Subtenientes de Artillería frente a sus compañeros que acceden, además, al título de Ingeniero Industrial de Artillería.

Fruto de la última reorganización es el traspaso al Cuerpo de Artillería de la dirección y responsabilidad de los parques, maestranzas y fábricas de material de guerra. Esta situación se prolonga, con altibajos, hasta 1927, cuando tiene lugar la reforma militar de Primo de Rivera y la creación de la Academia General Militar (en su 2ª época).

DICTADURA Y REPÚBLICA

Primera etapa: de 1927 a 1931 “de la Academia General Militar”

El 20 de febrero de 1927 se crea la Academia General Militar, en Zaragoza. Su creación lleva aparejada la consiguiente reforma en la enseñanza militar cuyo resultado fue: a) desaparición de los



Cuerpos de Ingenieros y de Artillería, que pasaron a ser Armas, b) desaparición de las Escuelas de Aplicación que pasaron a ser Escuelas Especiales (una por Arma) y c) la Artillería perdió la capacidad de formación y emisión de los títulos de Ingeniero Industrial de Artillería.



BOE con la creación de la AGM

En la AGM se formarían los futuros tenientes de las Armas del Ejército, durante dos años comunes, completándose la formación durante tres años más en las Escuelas Especiales del Arma (la de Artillería en Segovia); al final se obtendría el empleo de Teniente del Arma. Desde el punto de vista técnico esta reforma supuso un retroceso, ya que la formación se centró en aspectos táctico-operativos casi en exclusiva. Para atender a la dirección superior y servicios especializados en el Ejército y disponer de personal apto y preparado se transformó la Escuela de Guerra del Ejército en la Escuela de Estudios Superiores del Ejército, en la que los jefes y oficiales de las cuatro armas del Ejército que acreditasen dos años de mando de unidad podrían acceder a los cursos de alta especialización en dos ramas, la militar y la técnica. Tras dos cursos se obtendrían las siguientes titulaciones: para la rama militar, Diplomado de Estado Mayor, y para la rama técnica: Ingeniero de Industrias, Construcciones o Electricidad del Ejército, con validez en el ámbito civil.

Los sucesos políticos impidieron el desarrollo de este plan ya que en junio de 1931 se disolvió la Academia General Militar y se produjo una nueva reforma militar.

Segunda etapa: de 1931 a 1936 “De la Academia de las Armas facultativas”

La supresión de la AGM trajo como consecuencia la concentración de la formación militar en dos únicos centros: En Toledo se formaban los oficiales de Infantería, Caballería e Intendencia y en

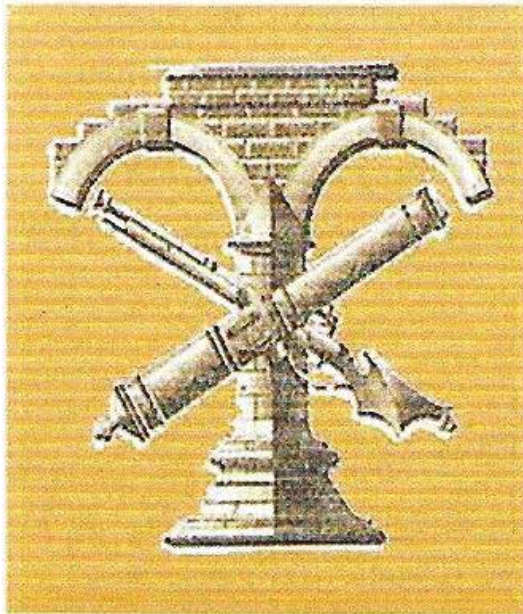


la Segovia los de Artillería e Ingenieros. Los estudios duraban tres años, y se orientaba a una formación militar exclusivamente, sin enseñanzas técnicas de ninguna clase. Esta reforma también conllevó el cierre de la Escuela de Estudios Superiores, por lo que durante este periodo no hubo formación técnica en el Ejército.

ÉPOCA CONTEMPORÁNEA

Primer Periodo: de 1940 a 1951 “De la creación del Cuerpo Técnico del Ejército”

Por Ley 27 de septiembre de 1940 se crea el Cuerpo Técnico del Ejército, creándose en la misma Ley la Escuela Politécnica del Ejército. El plan de estudios se estructuraba en dos ramas fundamentales: Armamento y Material y Construcción y Electricidad. Los estudios se estructuraban en ocho diplomas (cinco de Armamento y tres de Construcción), siendo la duración máxima para la obtención de un diploma de tres años. La obtención de tres diplomas daba derecho al título de Ingeniero de Armamento, o de Construcción.



Emblema del CIP

El plan de estudios se estructuraba en dos ramas fundamentales: Armamento y Material y Construcción y Electricidad. Los estudios se estructuraban en ocho diplomas (cinco de Armamento y tres de Construcción). La duración máxima para la obtención de un diploma era de tres años. La obtención de tres diplomas daba derecho al título de Ingeniero de Armamento, o de Construcción.



El acceso al Cuerpo Técnico se producía después de la superación del plan de estudios de la EPE. El ingreso a esta Escuela estaba abierto a los Oficiales de cualquier Arma del Ejército que superasen la correspondiente oposición de ingreso, y a los licenciados en Ciencias, Ingenieros o Arquitectos que fuesen Oficiales de Complemento del Ejército (IPS). La cabeza del Cuerpo Técnico estaba abierta a todos aquellos Oficiales de Artillería o de Ingenieros, de promociones anteriores a 1926 y que estuviesen en posesión de los títulos de Ingenieros Industriales de Artillería o de Ingenieros Militares. El pase se producía a petición propia y suponía el cese en el Arma de origen. Por vez primera, el pase al Cuerpo Técnico suponía la pérdida de adscripción al Arma de procedencia.

Segundo Periodo: 1951 a 1964 “Del Cuerpo de Ingenieros de Armamento y Material”

El primer inspector del CIAC fue el general D. Juan Izquierdo Croselles, Ingeniero Industrial de Artillería. En este periodo se cambia el Plan de Estudios de la Escuela, haciendo la “carrera bloque” con una duración de cinco años; el plan fue aprobado en 1951. Para el acceso a la carrera de los miembros procedentes de las escalas profesionales de las armas se implantan los cursos preparatorios. Asimismo se crea la escala de Ayudantes Técnicos de Ingenieros de Armamento y Construcción.

Asimismo en este periodo hay que destacar la figura del Gral. Fernández Ladreda por su extraordinaria labor en el establecimiento del nuevo Cuerpo.



Gral. D. Juan Izquierdo Croselles



Gral. Fernández Ladreda



Página del BOE creando la ESPOL



Tercer Periodo 1964 a 1995 “De la Escuela Politécnica Superior del Ejército”

El decreto 3058/1964 transforma la Escuela Politécnica del Ejército en Escuela Politécnica Superior del Ejército y adapta su plan de estudios a lo dispuesto en la Ley de reordenación de las enseñanzas técnicas. La procedencia y formación de los oficiales aspirantes al ingreso en la politécnica no sufrieron apenas variaciones.

Cuarto Periodo: 1995 a 2010 “De los ingenieros politécnicos”

Las profundas reformas a las que se ha venido sometiendo la estructura del Ejército, con el abandono de la misión de fabricación de material de guerra, ha afectado profundamente a las enseñanzas técnicas y a las tareas técnicas de los militares. La política de personal por otra parte ha hecho que las carreras técnicas hayan perdido interés para los oficiales procedentes de la rama operativa de las Armas, hasta haberse convertido en una línea casi cerrada de reclutamiento y formación de nuevos ingenieros, aspecto que no deja de ser sorprendente en los momentos actuales en los que la demanda tecnológica en las Fuerzas Armadas no hacen más que incrementarse.

La Ley de la Carrera Militar de 1996 transforma el Cuerpo de Ingenieros de Armamento y Construcción (CIAC) en el Cuerpo de Ingenieros Politécnicos (CIP) y, sorprendentemente, ni esta ley ni las precedentes de 1989 y 1999 contemplan la creación de un Cuerpo Común de Ingenieros militares, algo que las nuevas misiones podría aconsejar.

Coincidiendo con la escisión del arma de ingenieros en Zapadores y Transmisiones, en junio del año 2000 se crea una tercera especialidad de ingenieros politécnicos, la de Telecomunicaciones y Electrónica, que se une a las clásicas de Armamento y Construcción.



**ESPACIO
EXPOSITIVO V
INNOVACIÓN
Y FUTURO**



Los Artilleros e Ingenieros del siglo XXI

Tras el fin de la guerra fría, los conflictos se caracterizan por un alcance y una duración limitados. Su extensa difusión por los medios de comunicación y el marco internacional (acuerdos, tratados, etc.) exigen cuidar que el número de bajas, tanto propias como enemigas se mantenga razonablemente bajo, minimizando los daños a la población e instalaciones civiles —los denominados daños colaterales—, a fin de que el hecho bélico sea aceptado por la opinión pública que sufraga sus costes. Las acciones militares requerirán, en muchos casos, actuaciones rápidas y de precisión para destruir de un primer golpe los puntos críticos del enemigo (centros de decisión y comunicaciones, fábricas de armas, arsenales...). Por ello, la proyección de la fuerza a grandes distancias, la movilidad, la potencia de fuego y su precisión serán determinantes.

Lo anterior, unido al desarrollo tecnológico actual y futuro, especialmente en los campos de la electrónica, la informática y las comunicaciones resulta y resultará determinante para el desarrollo de nuevos sistemas de armas y municiones, tanto en su concepto y diseño, ingeniería de armamento— como en los métodos de empleo de los mismos —arma de artillería—.

El modelado y la simulación, tanto para el cálculo y diseño de los sistemas de armas como para la optimización de los procesos de fabricación y para el entrenamiento de las unidades en su utilización, simulando operaciones y situaciones tácticas de forma interactiva y distribuida, tendrán un papel preponderante. Así, por ejemplo, en ingeniería se pueden citar modelos de balística interior, exterior y de efectos, efectos colaterales, firma o signatura de los sistemas de armas (electrónica, radar,...), meteorología, dinámica de fluidos, mecánica de estructuras y blindajes, detonaciones, etc.

En el campo de operaciones, la superioridad de la información juega un papel crucial. Los sistemas de información se basarán en sistemas de inteligencia y de mando y control soportados por ordenadores, redes de comunicación digitales, sistemas de posicionamiento global e inercial, etc. La información provendrá de satélites, radares aerotransportados, aviones de vigilancia elec-



Fotografía de Pantalla de simulador



trónica, aviones tácticos, aviones no tripulados y vehículos terrestres no tripulados, sensores de los sistemas de defensa aérea, etc. La fusión masiva de datos procedentes de estos sistemas y sensores en combinación con sistemas de tratamiento de imágenes y reconocimiento automático de objetivos e identificación amigo-enemigo, permitirán la creación de una imagen precisa del campo de batalla. Las redes de comunicación serán capaces de transmitir un gran flujo de información, permitiendo distribuir esta información en tiempo real a todos los niveles de la organización.

La miniaturización de sensores avanzados de todo tipo permitirá su integración en nuevos sistemas de armas consiguiendo, junto con los equipos de tratamiento de señal, importantes avances en precisión, alcance, guiado y control, eficacia, inteligencia y vigilancia, reconocimiento e identificación de objetivos, defensa antimisil (detección, seguimiento y adquisición), comunicaciones, medios de visión, operaciones de desminado (detección y neutralización), etc.

En el campo del armamento convencional y materiales energéticos los avances se centrarán en municiones, bombas y misiles, cabezas de guerra, espoletas, cañones y artillería, desminado, sistemas de demolición, armas no letales, blindajes y protecciones individuales del combatiente. En las municiones se buscarán nuevas soluciones a fin de lograr un mayor alcance, velocidad, precisión (guiado terminal) y letalidad (radio de acción, fragmentación, capacidad de perforación) a la vez que se disminuye el peso de la munición. Comprende la munición perforantes de energía cinética, proyectiles prefragmentados o con fragmentos auto forjados, penetradores conformados por explosión, cargas huecas, cabezas de guerra tipo tándem o múltiples, nuevos explosivos. Las espoletas dispondrán de sensores, electrónica y microprocesadores de señal con un elevado nivel de discriminación y resistencia a contramedidas. Comprende espoletas polivalentes para artillería, de tiempos electrónicas, de proximidad, inteligentes e integradas en el sistema de guiado.

En cañones y artillería la evolución se centrará en los subsistemas y componentes, cargas de proyección y motores cohete de determinados tipos de proyectiles, propulsantes líquidos, balística interior y exterior, sistemas de control de tiro autónomos. Los esfuerzos se dirigirán a obtener mejoras en alcance, precisión, cadencia de tiro, energía cinética, movilidad del sistema y vida del arma, disminuyendo el número de personas (sirvientes) para su operación.

En operaciones de desminado cobran especial importancia los equipos de detección, como sensores magnéticos, radares capaces de penetrar en el terreno para detectar minas no metálicas e infrarrojos pasivos, fiables y con un bajo número de falsas alarmas. Para su neutralización la tecnología se centrará en sistemas basados en energía dirigida, ondas de choque focalizadas y proyectiles perforantes.



Fotografía del SLAC disparando



Las armas no letales están especialmente diseñadas para incapacitar al personal o al material minimizando las víctimas, las lesiones permanentes en las personas y los daños no deseados sobre el entorno. Como tales se incluyen proyectiles no letales, espumas de tipo pegajoso capaces de formar una barrera, redes inmovilizadoras, pulsos electromagnéticos que dañan la electrónica de los equipos y las armas pero no a las personas, microondas que provocan dolor, incapacitación o desorientación, fuentes de luz procedentes de láseres de baja potencia o granadas que deslumbran y ciegan temporalmente, descargas eléctricas que incapacitan temporalmente, agentes químicos que calman, inmovilizan o incapacitan al personal, agentes químicos que atacan al material pero no a las personas, señales acústicas de baja frecuencia y alta intensidad que provocan mareos y malestar, etc.

En el campo de blindajes y protección individual del combatiente (chalecos, cascos, gafas, escudos,...) tienen crucial importancia los materiales utilizados, entre los que se encuentran metales, cerámicas y fibras orgánicas, y sus formas compuestas o híbridas, y la investigación de nuevos materiales. Para progresar en esta área es esencial desarrollar modelos (simulación) de comportamiento dinámico de los materiales.

La evolución del equipamiento del combatiente ha sufrido una revolución en los últimos años, con los avances producidos en las tecnologías de materiales, información y telecomunicación. El equipo ha pasado a tener una complejidad tal que su desarrollo debe llevarse a cabo utilizando procedimientos de ingeniería de sistemas. Al igual que en otros países de nuestro entorno, la modernización del equipamiento del combatiente se está afrontando mediante el desarrollo de sus componentes de forma individual o mediante el desarrollo de “sistemas combatiente”.

Los sistemas futuros permitirán al combatiente ver en todo tiempo y condición atmosférica (visión nocturna y térmica), estar mejor protegido (protecciones balísticas, puntería indirecta), mejor comunicado (radio del combatiente, voz y datos), disponer de conciencia situacional (conocimiento de su situación, y del entorno que le rodea, tanto amigo como enemigo), y contar con una mayor eficacia de fuego (dirección de tiro de lanzagranadas y alerta de fuego fratricida).

La miniaturización de sensores, procesos de señal, sistemas de tratamiento de imágenes, sistemas de supervivencia, sistemas de detección de objetivos, electrónica y comunicaciones permitirán equipar al combatiente con todo lo necesario para moverse de forma autónoma en el campo de batalla, permanentemente enlazado con el sistema de mando y control.



Sistema contra carro ALCOTAN

Combatiente del Futuro



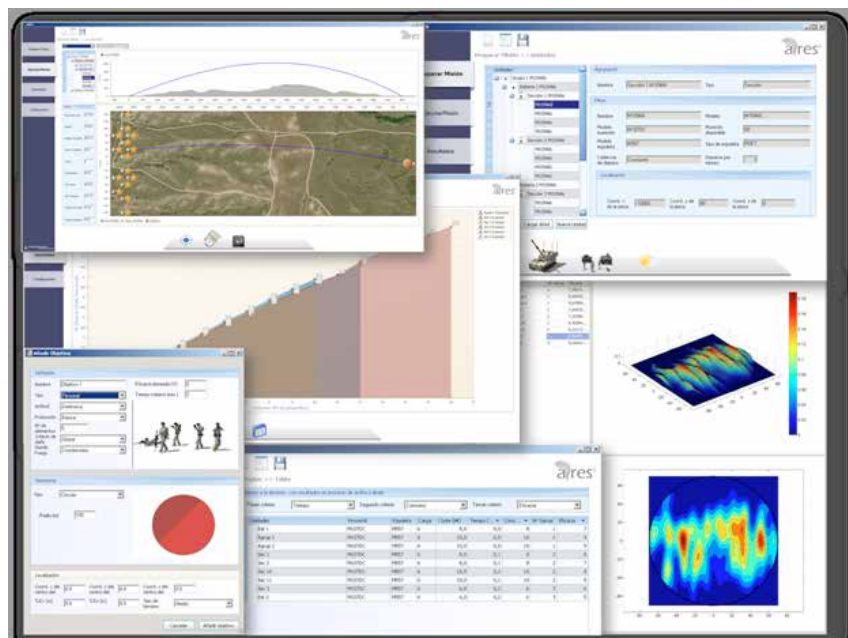
En cuanto a las plataformas terrestres, además de su blindaje y potencia de fuego, cobrará una especial importancia su movilidad, capacidad de reacción (rapidez) y sus sistemas de mando y control: localización, navegación, identificación, adquisición de objetivos, puntería y posicionamiento automáticos.

Los medios de información y vigilancia, tanto terrestre como aérea, requerirán cada vez más el uso de medios no tripulados y automatizados, cobrando especial importancia la robótica.

La guerra de la información será un objetivo esencial en el futuro inmediato. Se puede definir como las acciones dirigidas a lograr la superioridad de la información al dañar o deteriorar la información, sus procesos y sus sistemas, así como las redes de comunicación del adversario, a la vez que se defienden los propios. Esta guerra comprende acciones ofensivas (ciberataques) y defensivas (ciberdefensa). Con ella se relacionan tecnologías como: electrónica, informática, sistemas de información, sensores y láseres, control de firmas (signaturas), procesamiento de señal, etc.



Sistema mando y control de Artillería TALOS



Simulador de Operaciones ARES





