

INGENIERÍA MILITAR DE ARMAMENTO: UN BIEN DE ESTADO SURGIDO DEL REAL COLEGIO DE ARTILLERÍA.

José Ángel MADRONA MÉNDEZ¹
Francisco José GÓMEZ RAMOS²

1.-INTRODUCCIÓN

Hay muchas correspondencias entre las palabras artillería e ingeniería. El término *Ingeniero* viene de la raíz *Ingenio* que procede de la voz latina *Ingenium*, es decir, según la definición actual de la RAE, de *la facultad para discurrir o inventar lo que se desea*, así la *Ingeniería* la define como el conjunto de conocimientos y de técnicas que permiten su aplicación a invenciones o construcciones útiles para el hombre.

Por su parte, *ingenium* viene referido en época romana, como, “*machina bellica et arte adinventā*”³. De *ingenium* derivarían el término inglés *engine*, y el francés *engin*, extendidos ya a cualquier mecanismo que pudiera moverse por sí mismo.

De hecho, estas definiciones generalistas del ingeniero solo empiezan a aparecer en las primeras ediciones del siglo XX una vez implantadas las

¹ Coronel del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos del Ejército de Tierra, Ingeniero de Armamento, Ingeniero Industrial.

² Teniente coronel del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos del Ejército de Tierra, Doctor Ingeniero de Armamento, Licenciado en Ciencias Físicas

³ Tertullianus de Pallio cap. 1, «*Nam et arietem... nemini unquam adhuc libratum illa dicitur Carthago, studiis asperrima belli, prima omnium armasse in oscillum penduli impetus debile pecoris caput vindicantis. Cum tamen ultimarent tempora patriæ et aries jam Romanus in muros suos quondam auderet: stupere illico Carthaginenses ut novum extraneum Ingenium*».

ingenierías civiles en España, ya que hasta entonces las diferentes publicaciones sobre la lengua española incluidas las ediciones anteriores del mencionado diccionario, ligan este término a la fabricación de las máquinas de guerra⁴.

El término *Artillería* se empieza a emplear en el siglo XVI y viene de la voz francesa “artillerie” y está definido por la RAE como *el arte de construir y usar todas las armas, máquinas y municiones de guerra*. Así pues, los términos *artillería* e *ingeniería*, y sus derivados *artillero* e *ingeniero*, parecen estar relacionados. El término Ingeniería parece la evolución del término Artillería en el sentido de su consolidación científica (paso de ser arte a ser facultad) y de su generalización (de construir máquinas de guerra a construir todo tipo de máquinas).

En los orígenes de la utilización de la palabra Artillería era tan importante el matiz de construir como el de usar. De hecho en la Edad Media el término latino “artill(i)ator” definió a aquellos artesanos encargados de la fabricación de arcos, ballestas, sus flechas y guarniciones. Ya en la Alta Edad Media se refiere al “Artilliator” como, “Magister ingeniorum et Artilleriae Lupparae”. Algunos etimologistas franceses refieren al *artill(i)ator* como el término del que deriva el término *artilleur*.

Pero, como se ha indicado, la relación entre ambos términos ha ido más allá de la mera etimología, permaneciendo ligados durante mucho tiempo. Ya durante el S.XV se concedió en Castilla el título de *capitán de engenhos*. Sin embargo, el término *ingeniero* (en este caso *engineur*) parece que no se empleó hasta el Renacimiento, si bien en el siglo XI aparece ocasionalmente el término *engineor* (según se refiere en el *manual de Domesday*). Es sin embargo universalmente reconocido que el uso de los términos *ingeniero* y *artillero* se extendió con el de las armas de fuego en los que el proyectil era impulsado por la combustión de una mezcla explosiva denominada *pólvora* y que estaba constituida fundamentalmente por nitrato potásico proveniente del refinado del salitre, azufre y carbón vegetal reducido a polvo.

El origen real de la invención de la pólvora ha sido objeto de controversia ocasionada por el interés chauvinista de situarlo en una u otra nación determinada. Sin embargo hoy parece casi generalmente reconocido que el mismo se sitúa en China y pudo haber llegado a Europa traída por tártaros, mongoles, mercaderes italianos o por los árabes. En España en la crónica de Alfonso X en el Sitio de Niebla (Huelva), en 1250 aprox., se relata que los moros se defendieron lanzando piedras y dardos con máquinas y tiro de trueno con fuego. Los musulmanes fueron los primeros maestros de artille-

⁴ La lanza y el escudo del General de División Ricardo Torrón.

ría en España. Lo que también es cierto que entre 1320 y 1345 se multiplican los registros que, con mayores o menores garantías, hacen ya mención al empleo de armas de fuego en Europa.

A partir de mediados del siglo XV se extiende el uso la pólvora granulada (amasada en húmedo formando una torta que luego se rompía) en conjunción con las primeras piezas fundidas, primero en hierro y poco después en bronce, ya de gran tamaño, que irían sustituyendo progresivamente a las constituidas por duelas de hierro soldadas y zunchadas con aros en caliente y que ya disparan pelotas de fundición de hierro descarburada para hacerla menos frágil.

La materialización de estos adelantos en el arte de la guerra del Renacimiento determinó su constitución en oficios que siguiendo la costumbre medieval agruparon a sus maestros, oficiales y aprendices en gremios y hermandades. El dominio de esas nuevas máquinas de guerra determinó la aparición de los artilleros que se encargaban del refinado del salitre, fabricación de la pólvora y del manejo y puntería de los cañones, pero también de los procesos de fundición de las propias piezas y sus proyectiles. En un principio serán los mismos individuos los que intentarán aunar todo el saber y conocimientos necesarios tanto para poner en orden de batalla la artillería necesaria, así como su pólvora y proyectiles, como su manejo y puntería; su mejor disposición para el asedio y la defensa y el propio diseño y puesta en obra de las fortificaciones.

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 maestro de obras, un buen mecánico, un buen fundidor, un buen matemático, un buen apuntador... y *un artista*; el hombre universal renacentista de los que fueron buena prueba individuos tales como *Leonardo da Vinci*⁵.

En esa época se produce cierta confusión entre las profesiones ligadas a la artillería y la fortificación y no es raro encontrar a individuos que en unas campañas actúan como capitanes de artillería, y en otras como ingenieros.

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

⁵ No se debe olvidar que da Vinci se recomienda él mismo a Ludovico Sforza presentándose como un ingeniero militar, capaz, entre otras habilidades, de diseñar, fundir y manejar bellos cañones que con su tremendo e inaudito estruendo serían capaces de atemorizar a cualquier enemigo.

del aprendiz en un examen antes de ser admitidos y autorizados al ejercicio pleno y autónomo de la profesión.

2.-ACTUACIONES DE INGENIERÍA MILITAR DE ARMAMENTO, PREVIAS A LA CREACIÓN DEL REAL COLEGIO DE ARTILLERÍA

Además de lo que hoy denominaríamos *ejercicio libre*, los artilleros se fueron aplicando de forma más o menos permanente a cubrir las necesidades de fabricación y mantenimiento en las fundiciones y casas de munición, como la que hacia 1537⁶ se estableció en Burgos y las que por esa época ya existían en otros lugares, como, Medina del Campo y Baza. Esta última se trasladaría hacia 1499 a Málaga, donde además había una fábrica de pólvora con varios molinos⁷. También había, desde posiblemente la primera mitad de siglo, una fundición real de bronces mandada organizar por Carlos V en Barcelona y también existía un horno de propiedad particular en los extramuros de Sevilla desde 1540 (ésta con el paso del tiempo se convertiría en la *Real Fundición de Bronces* y en 1904 en la *Fábrica de Artillería*).

Para atender la necesidad se van creando escuelas en las que se enseña la Artillería, y se constata la existencia de escuelas anexas a las fundiciones mencionadas de Burgos, de Málaga, y de Barcelona⁸. 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).

Pero no sólo se necesitan artilleros prácticos en su profesión, con los conocimientos para poder fabricar piezas y municiones, 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 permitiera 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 “co-

⁶ No hay acuerdo en la fecha fundacional de esta escuela. Junto a la fecha indicada, que corresponde a la de la cédula donde se ordena al capitán de artillería la elección de los terrenos para su establecimiento, aparecen otras. El conde de Clonard asegura que fue creada en 1559; Pérez Ruiz mantiene que se le dio estatutos en 1543 y Vigón se limita a decir que, “en 1542 existía en Burgos una Escuela que según Carrasco estaba en la calle de San Juan”.

⁷ Está se convertiría en el principal centro de fabricación artillera peninsular, hasta que a mediados del siglo XVII sería suplantada en esa posición por la de Sevilla, adquirida por la Corona a sus propietarios particulares en 1634.

⁸ Se consignaron fondos para su creación en las Cortes de Monzón en 1542.

nocimiento 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 profesionales⁹. 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*, del material necesario para el ejercicio profesional tras superar el correspondiente examen.

Esas academias a las que nos hemos referido, 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, el Arte de Escuadronar, Geografía y 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 especializaciones. Como vemos 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 todas esas enseñanzas, que por lo general 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, “entretenidos” trabajando con ingenieros experimentados¹⁰, u optar a puestos de *cosmógrafo*, *maestro de obras* o *arquitecto*,

⁹ La universidad española mostraba por entonces poco interés en la enseñanza de conocimientos prácticos en esas materias y además impartía las lecciones en latín, lo que constituía una barrera para muchos. Por ello, la enseñanza de las Matemáticas Prácticas se limitó al ámbito de las academias que se mencionan o al Colegio Imperial que la Compañía de Jesús regía en Madrid, y que a su vez fue continuación de la Academia de Matemáticas de la Corte.

¹⁰ Los títulos de Yngeniero los concedía el Consejo de Guerra tras el estudio del expediente remitido por el solicitante. Se tiene constancia que el Consejo tomaba en consideración no solo su formación, sino su experiencia militar y su aprendizaje ayudando a un ingeniero experimentado que debía informar de sus capacidades. Esto se puede ver en la documentación archivada del capitán Cristóbal de Rojas, así como, que muchos solicitaban el título después de una larga experiencia ejerciendo el oficio (actuando como “entretenido” de un ingeniero más experimentado), como se observa en el expediente del capitán Pedro Ochoa de Leguizamo que, basándose en su experiencia, fue examinado para el reconocimiento del título por Ferrufino, no constando sin embargo que hubiera recibido formación específica en ninguna academia.

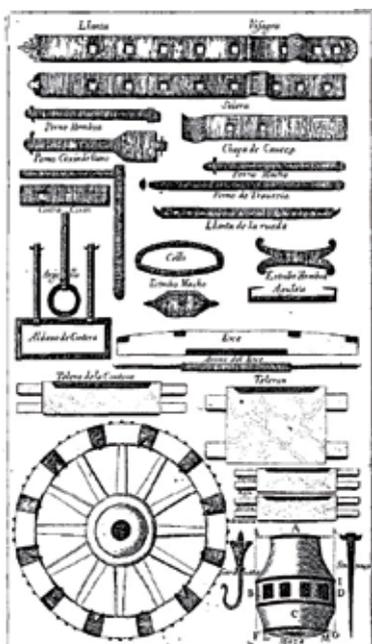
o incluso *piloto* (que entonces se suponían eran las profesiones que tenían su base en la matemática). De los expedientes archivados debe entenderse que el *ingeniero* no se dedicaba en exclusiva a las labores de fortificación, actuaba además como asesor de los maestros de campo y maestros de campo generales en las campañas, como expertos en artillería, fortificación y otras artes militares relacionadas con la matemática. Pero hay que aclarar estas Academias no titulaban como “Yngenieros”, 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.

Probablemente la primera de estas Academias (al menos la primera de la que se tiene referencia) fue la *Real Academia de Matemáticas y Fortificación*, mandada instaurar en la Corte por el rey Felipe II en 1583 y que funcionaría, aunque de forma intermitente, hasta 1687¹¹. Siendo sus primeros directores Juan de Herrera, arquitecto de El Escorial (y de S.M. y convertido en auténtico asesor científico del monarca) y, ya en el reinado de Felipe III, el ingeniero italiano al servicio de la Corona Tiburcio Spannochi (que fue el primer “*Yngeniero Mayor de los Reinos de España*”).

Y es en 1685 cuando hay referencia de que se informó al capitán general de Andalucía de la decisión de poner escuela de matemáticas en Cádiz, “para que aprendan los de la Armada y Plaza” y que por falta de otro sitio se había mandado hacer una habitación en el patio y casa entre la galera y el almacén del presidio, la *Escuela de Matemáticas de los almacenes del Presidio de Cádiz*, cuya fecha de apertura no se conoce con exactitud, pero consta que en virtud de R. O. de 17 de noviembre de 1692 se quedó confirmado asiento, por el veedor de Cádiz para el maestro de la *Escuela de Matemáticas para uso de la Artillería*.

Algunos de los manuscritos de los artilleros formados en estas academias, junto con otros redactados por los propios profesores, consiguieron publicarse y pasaron a constituir otro medio de formación para aquellos que lo hicieron autodidácticamente. Estos libros se añadieron a otros publicados por matemáticos no directamente relacionados con la profesión militar pero que intenta-

¹¹ Lo que llevó al rey a fundar la Academia después de la anexión de Portugal fue la necesidad de formar profesionales para conocer, defender y controlar los territorios de la Monarquía. Cubriéndose la Fortificación y todos los conocimientos necesarios para la guerra y para actuar sobre el espacio (sic.). En ella, además de los citados, enseñaron: Cristóbal de Rojas, Juan Bautista Labaña, Pedro Ambrosio de Onderiz y Luis Giorgio, el maestre de campo Francisco Arias de Bobadilla, Juan Cedillo, así como, los dos Franciscos Gamicas, padre e hijo, ..., etc. Se ha referido que casi exclusivamente la Academia se destinó a ser un centro de formación de mandos profesionales para el Ejército.

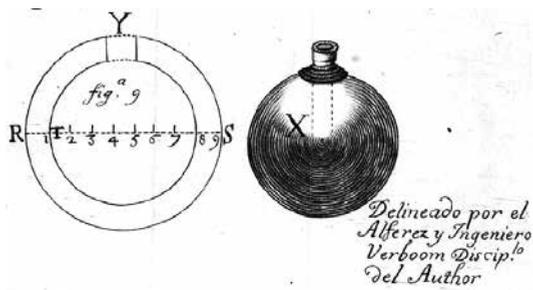


Despiece de una cureña en el libro de Ferrufino

Con una clara intención didáctica aparece en 1642 el libro *El perfecto Artillero. theorica y practica* del que es autor Julio César Ferrufino, que se había hecho cargo de la cátedra de Artillería que se había creado en la *Academia de Matemáticas y Fortificación de la Corte*. Como ejemplo se destaca el despiece que en el mismo se presenta de una cureña. Ferrufino presenta las cureñas denominadas “de cola de pato” bastantes décadas antes de que las mismas se popularizaran en la armada británica.

Ya camino del fin de la centuria del XVII, en 1690 en su libro, *El perfecto artificial, bombardero y artillero*, el sargento mayor de batalla Sebastián Fernández de Medrano¹², director de la *Real Escuela de Matemáticas del Exército de los Países Bajos*, creada en Bruselas

hacia 1675¹³, presenta el diseño de granadas. Entre los alumnos de Medrano estuvo Próspero de Verboom primer director general de los ingenieros españoles e inspirador de la Academia Militar de Matemáticas de Barcelona, que empezaría su actividad en esa ciudad en 1719.



Diseño de una granada en el libro de Fernández de Medrano

¹² Rango equivalente al actual jefe del Estado Mayor de un general de Ejército.

¹³ Se localizaba en el actual número 5 de la rue de Namur, donde también estuvo situada la primera academia militar del ejército belga en 1833.

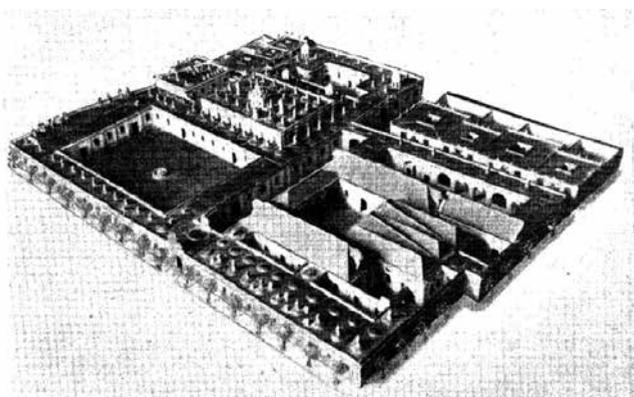
3.-EVOLUCIÓN DE LA INGENIERÍA MILITAR DE ARMAMENTO APLICADA AL SERVICIO Y DIRECCIÓN DE LOS CENTROS FABRILES Y TÉCNICOS. IMPULSO PRODUCIDO POR EL REAL COLEGIO DE ARTILLERÍA

La necesidad de un aumento de la formación científica y técnica de los oficiales de artillería ya había comenzado a sentirse en 1634 cuando la Corona se hizo cargo de la Fundición de Bronces que había en Sevilla, decidiéndose que reforzara el control que se ejercería sobre los fundidores y que el mismo se llevaría a cabo por los representantes del capitán General de Artillería¹⁴. Con esta decisión se armonizaba además la situación con la de Barcelona y otras fundiciones que esporádicamente funcionaron en Valencia y Mallorca. Tenían la misma dependencia algunas ferrerías y fundiciones de pelotas, como las de Eugui, y ciertos molinos de pólvora, como los que existían en Granada y Murcia, que durante el siglo XVII terminarían trabajando arrendados. Otros establecimientos eran de propiedad particular y muchos de ellos (de hecho casi todos) también continuaron funcionando bajo régimen de asiento (contratas). En todos esos centros de producción, para ejercer ese control, el capitán general asignaba “veedores” y “contralores” de la Artillería, que realizaban las recepciones y aceptaciones del material y libraban los pagos y los suministros de materias primas cuando procedía. 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. Ellos fueron los referidos veedores y contralores en las fundiciones y fábricas reales y particulares, que contaban en la mayor parte de los casos con una formación recibida en las academias y escuelas que hemos mencionado, y que serían el antecedente directo de los comisarios de artillería que constituirían la oficialidad del Cuerpo del Estado Mayor de la Artillería en el siglo XVIII.

En efecto, a inicios del Siglo XVIII. el rey Felipe V de España trajo con él asesores militares franceses que le recomendarían llevar a cabo una transformación completa de los ejércitos, siguiendo el modelo de aquella nación. Una de las primeras preocupaciones del rey fue la dignificación de la figura del oficial, mejorar su formación, intentando con ello alentar el alistamiento de los hijos de familias nobles de menor fortuna. En lo tocante a la Artillería se redactaron nuevas ordenanzas. En ellas se establecía que el Cuerpo de Ar-

¹⁴ Realmente no existía por entonces una corporación artillera como tal, el capitán general de la Artillería tenía a sus tenientes y en función de las necesidades se contrataba con cargo a sus fondos a veedores, contralores, fundidores, ...

tillería vendría a estar constituido por el *Estado Mayor de la Artillería*, i.e. los oficiales facultativos, y el *Regimiento Real de la Artillería de España*. 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 (los del Estado Mayor) como los oficiales del Regimiento. Serían los antecedentes de las Escuelas Prácticas que aparecerían al siguiente siglo; A partir de entonces, como así lo reconocería el general Carrasco, los artilleros ya serán verdaderos soldados, uniformados y disciplinados y cuyos superiores jerárquicos eran también sus maestros.



Maqueta de la fábrica de artillería de Sevilla en 1790 en el artículo de Ocerín

Pero también en 1722 se crearon cuatro nuevas Academias teóricas de Matemáticas para uso de la Artillería; en Pamplona, Barcelona, Badajoz y Cádiz; en las que se enseñaba a todos los oficiales de Artillería que voluntariamente se presentarán a aprender. Además, poco después, se produciría la separación de las corporaciones artilleras y de los ingenieros, pero el Cuerpo de Artillería continuó estando encargado de las fábricas de armamento, con lo que seguía necesitando de oficiales formados técnicamente.

En 1730 se restableció también la *Academia de Matemáticas de Madrid*, dándosele la dirección de la misma a Pedro Enguera¹⁵. Ésta se reorganizaría en 1757 para formar oficiales para todas las armas y cuerpos, hasta que se cerró definitivamente en 1760.

¹⁵ Era maestro de matemáticas de los pajes de S.M. y para ser nombrado para dicho cargo alegó que los directores de las nuevas escuelas de matemáticas y artillería de Pamplona, Barcelona, Badajoz y Cádiz habían sido alumnos suyos.

Desde un principio se había hecho hincapié en la necesidad de contar con oficiales de artillería que contarán con la adecuada formación técnica. Pero además la jerarquía artillera creía que era imprescindible que fueran los propios artilleros los que se encargaran de la formación de esos futuros oficiales. En 1741 se dio ordenanza al Cuerpo del Estado Mayor de la Artillería, y en ella se establecía que para cubrir las plazas de comisarios extraordinarios y comisarios delineadores¹⁶ no se debía necesariamente atender a los oficiales subalternos del Regimiento Real de Artillería o de las Compañías Provinciales, sino que, “habría de preferirse a aquellos que tuviesen la inteligencia necesaria”.

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 don Rodrigo de Peral, 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, como puntualizaba el general Carrasco, 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 (se daba la circunstancia de que en esas ciudades se encontraban de guarnición los dos batallones que por entonces constituían el Regimiento). Se nombraba “Protector” de ambas escuelas al secretario del despacho Universal de Guerra, el marqués de la Ensenada, quien delegaba en el capitán general de Cataluña y el gobernador de Cádiz, que a su vez comisionarían cada uno a un inspector que sería un oficial de Artillería el cual debería cuidar la observancia de las reglas.

La regulación de la enseñanza (lo que hoy sería el jefe de estudios) se encomendaba a un “primer profesor”. 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 (asimilado a 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 dibujo¹⁷. Con posterioridad hubo un pleito con los miembros del Cuerpo de Ingenieros que consiguieron que estas escuelas no pudieran

¹⁶ Empleos equivalentes respectivamente a los de teniente y alférez del Regimiento.

¹⁷ En Cádiz se nombró primer inspector a Juan Manuel de Porres, comisario provincial y director de la Escuela Práctica y primer profesor a Marcos Antonio Cigli. En 1574 Antonio Zini, que había sido segundo profesor en la de Cádiz, marcha de director a la de Barcelona. En 1760 era primer profesor de la de Cádiz Gabriel Martínez y segundo Lorenzo Lasso, que más tarde sería el primer “primer profesor” del Colegio de Segovia.

ostentar el título de “academias”, que quedaba reservado para la que dicho cuerpo regentaba en Barcelona¹⁸. Estas escuelas, y en particular la de Cádiz serían el antecedente directo del Real Colegio, al que entregarían sus efectos, libros e instrumentos.

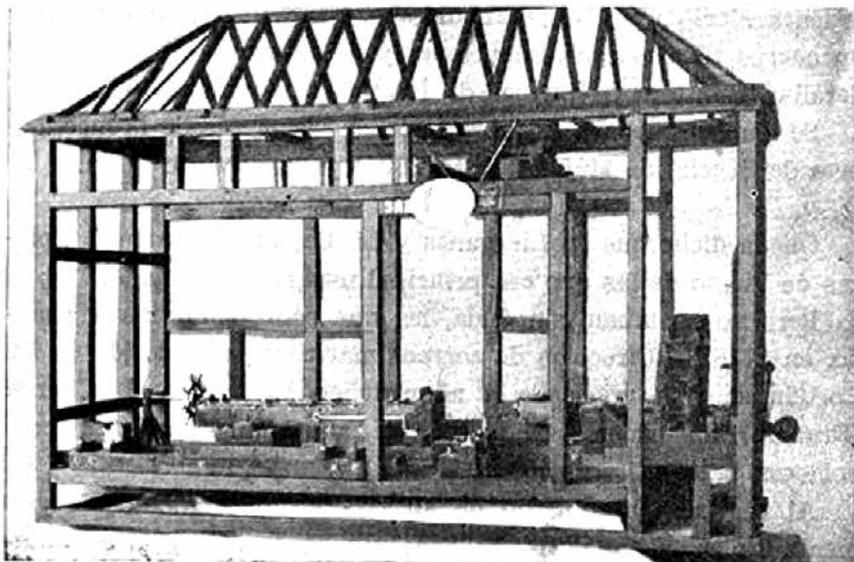
La llegada al trono español de Carlos III en 1759, provocó nuevos cambios importantes regidos por la figura de quien había dirigido su artillería en Nápoles, el conde de Gazola. Sus ansias de renovación se plasmaron en la publicación de una nueva ordenanza el 29 de enero de 1762 (*Reglamento de nuevo 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 el E.M. de la Artillería y el 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 (antes se les recibía previamente instruidos). Ésta supondría 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 mencionadas 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 hemos visto existía desde 1756, continuó funcionando pero para preparar alumnos de Ingenieros; aunque 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. De hecho, ésta fue, como se ha indicado, la que dio el relevo al Real Colegio, refiriéndose (Vigón) que los primeros libros que entraron en la biblioteca de Segovia tenían todos etiqueta de la escuela de Cádiz.

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, estos 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:

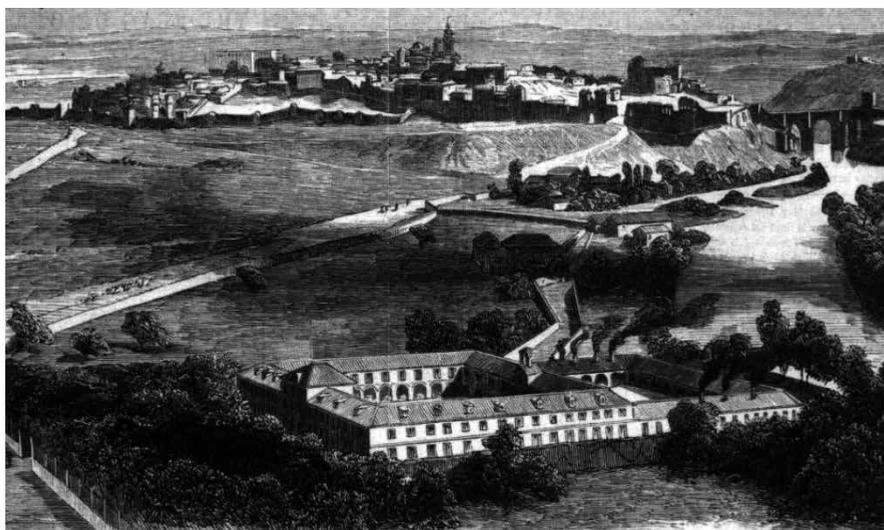
En 1793 la fábrica de Armas de Oviedo, y la de municiones gruesas de Trubia, y por la Ordenanza de 1802 la fábrica de Pólvora de Murcia, la de piedras de chispa de Loja y la de municiones de Orbaiceta. A éstas se unirían a mediados del siglo la Pirotecnia militar de Sevilla y la fábrica de Pólvora

¹⁸ Distinta de la mencionada hasta aquí. Ésta se había creado por Verboom a imagen de la de Medrano de Bruselas, pero ya para formar sólo componentes del nuevo Cuerpo de Ingenieros.

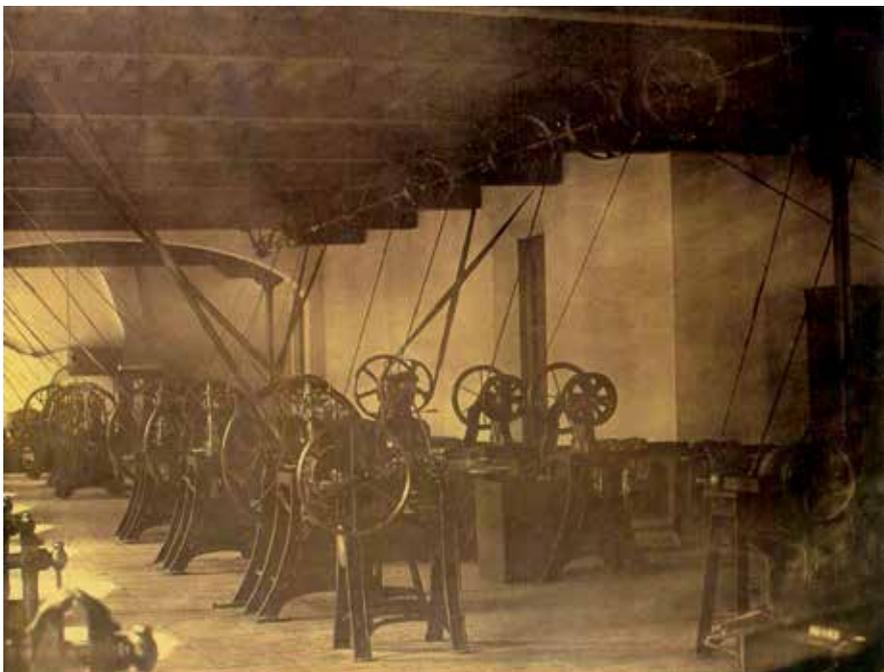
de Granada. Además de estas existieron otras de menor entidad o de más corta vida.



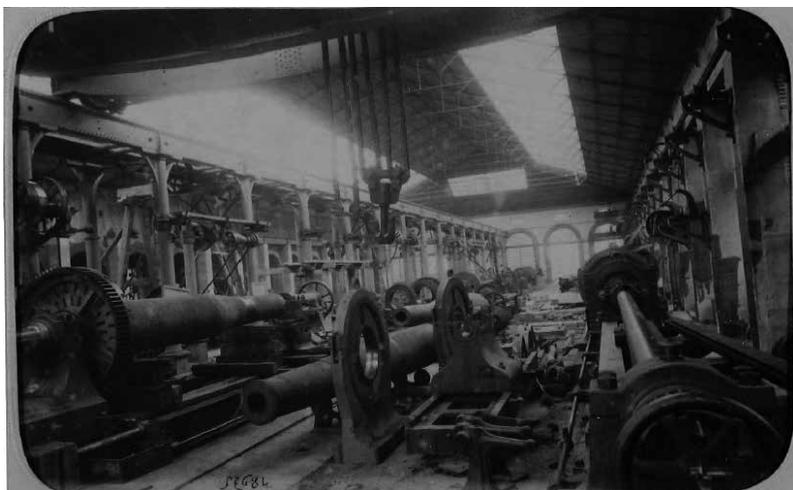
Máquina de barrenar de la fábrica de Sevilla en 1790 en el libro de Vigón



Fábrica de Armas de Toledo en 1761 en el artículo de Pérez Rodríguez



Pirotecnia Militar de Sevilla en 1870 en el libro de Sáenz Samaniego

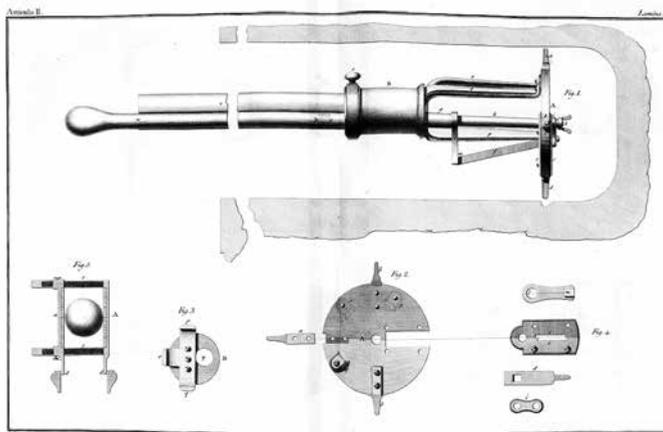


Nave de taller de la Fábrica de Trubia en 1890 en el libro de Sáenz Samaniego

4.-LOS ARTILLEROS “INVENTORES” O “PROYECTISTAS”, INGENIEROS INDUSTRIALES DEL EJÉRCITO

Con la consolidación del Real Colegio y el espíritu que el conde de Gazola le imprimió, la enseñanza en ingeniería que recibían los artilleros se consolida e incrementa. Un ejemplo lo proporciona el contenido del *Tratado de artillería* que se utilizó como libro de texto en el Real Colegio hasta mediados del siglo XIX, estaba escrito por el ilustre artillero y científico, teniente general de los Ejércitos, Tomás Morla y Pacheco, alumno de la primera promoción del Colegio y más tarde inspirador de la Ordenanza de 1802, que sancionada por el Rey a instancias de Godoy, confirmaría la posición de privilegio del Cuerpo de Artillería en la gestión de las fábricas de armamento. En el tomo IV de la reimpresión publicada en 1803, se puede observar, entre otras muestras, la descripción de una máquina para barrenar fundiciones macizas, las herramientas de la misma (cuchillas) e instrumentos para ver el interior de las ánimas y medir sus defectos. Este tratado tuvo una amplia difusión en Europa, llegándose a traducir al alemán. Morla también fue autor con posterioridad de un tratado sobre los métodos para fabricar pólvora, fruto de las enseñanzas adquiridas en sus viajes por el extranjero. Los cuales le llevaron también a promover aún más la enseñanza de lenguas extranjeras en el Colegio, y en particular de la inglesa.

Tomás Morla dirigió la fundición de Barcelona en 1792, y fue Gobernador de Cádiz y Capitán General de Andalucía.



Instrumento para ver el ánima en el libro de Tomás Morla

Se pueden mencionar otros autores destacados en esta época. Así, en 1767 el teniente de la compañía de caballeros cadetes del Real Cuerpo de Artillería, Vicente de los Ríos publica su libro *Discurso sobre los ilustres autores e inventores de artillería, que han florecido en España, desde los Reyes Catholicos hasta el presente*. En él describe la actuación como ingenieros de los artilleros mencionados en el punto segundo de este artículo, y con ello muestra la evolución de lo que hoy conocemos como ingeniería de armamento desde finales del siglo XV y principios del XVI hasta la creación del Real Colegio de Artillería de Segovia. Emplea los términos autor e inventor como equivalentes al actual término ingeniero.

Durante todo el siglo XIX se irían progresivamente incrementando las áreas de aplicación técnica de los centros gestionados por el Cuerpo, lo que, junto con los nuevos avances científicos y técnicos que se fueron implantando en el campo del armamento, requirió la creación de nuevos establecimientos y la adaptación de algunos para llevar a cabo nuevos procesos de fabricación. A la *Pirotecnica Militar* de Sevilla y la *Fábrica de Trubia* se irían añadiendo nuevas instalaciones en casi todos los centros (destacándose las instalaciones para la fabricación de cartuchería y espoletas en Toledo).

ARTILLERÍA



Taller de Precisión de Artillería en el catálogo de 1907

Ya al final de la centuria (1898), la creación 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, como, las pólvoras sin humo, la medida de presiones, la electricidad, ... En él se realizaría el desarrollo de plantillaje, y de equipos de medida y la calibración en los campos dimensional y mecánico, así como el análisis químico de materiales metálicos y

pólvoras, y posteriormente en los campos eléctrico y óptico. En definitiva su misión fue realizar el control de calidad de todas las fábricas militares, con la construcción de todos los instrumentos de medida que tenían que usar y la realización de las operaciones para asegurar que las medidas que realizaban tuvieran la necesaria fiabilidad (calibración). Para la realización de estas misiones con el tiempo se convertirá en un centro de excelencia en la aplicación de la fabricación mecánica de precisión, desarrollando prototipos de áreas diferentes de instrumentos de medida.



Gabinete de Metrología del Taller de Precisión de Artillería en el catálogo de 1907

En el campo químico, se instalaría la *Fábrica de Productos Químicos del Jarama* (1923), denominada posteriormente como *Fábrica de Productos Químicos Alfonso XIII*, y definitivamente como *Fábrica Nacional de la Marañosa* (FNM).

Ésta se creó para el desarrollo de agresivos químicos al igual que lo habían realizado las grandes potencias en la I Guerra Mundial. En realidad su principal producto fueron las máscaras antigás ya que los agresivos químicos se terminarían por fabricar en la cantidad necesaria

para probar dichas máscaras. Otros productos que fabricó fueron los artificios fumígenos e iluminantes. Posteriormente en paralelo a esta pequeña actividad fabril se desarrollaron laboratorios para las pruebas de validación correspondientes a esos productos de defensa NBQ y de artificios.

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 las mismas (experiencias de nuevos desarrollos de materiales y municiones, levantamiento de tablas de tiro,...) fueron responsabilidad de la *Escuela Central de Tiro* creada en 1880 a partir de las Escuelas Prácticas de los departamentos artilleros de Castilla la Nueva y Andalucía (Torregorda). Contaba con dos secciones. La 1ª sección, en Carabanchel, tenía a su cargo los estudios y experiencias de Artillería de Campaña, armas de Infantería y de Caballería. La 2ª Sección, creada en 1888 en Cádiz, llevaba a cabo similares misiones en el dominio de la Artillería de Costa.

Tras la Guerra Civil se produjo la desaparición de la ECT, siendo recogidas sus misiones tácticas 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).

Las Fábricas militares fueron recogiendo los frutos de las mejoras educativas que se fueron aplicando en la ya *Academia de Artillería*, que formaba a los oficiales artilleros que las dirigían, y mostraron continuamente claros signos de mejoras tecnológicas, evidentes tanto en sus instalaciones como en sus volúmenes de producción y calidad de sus productos. La situa-

ción anterior a la II República puede fácilmente conocerse con la lectura de la colección de catálogos de las fábricas editados en 1929 para las exposiciones Universal de Barcelona e Iberoamericana de Sevilla y de los cuales se presenta una pequeña muestra de sus fotografías e ilustraciones.

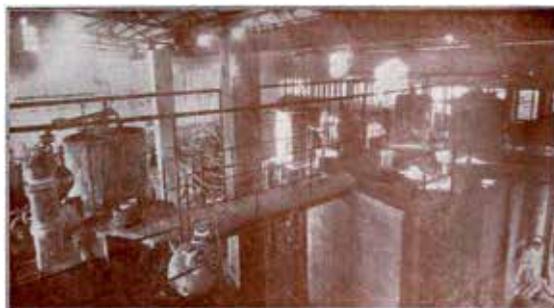


Torre del Polígono de Experiencias de Carabanchel en 1987 en el artículo de San Pablo

La Fábrica de Pólvora y Explosivos de Granada

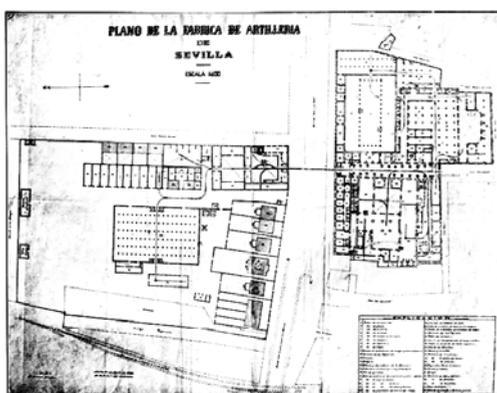


Vista general de la Fábrica de Granada

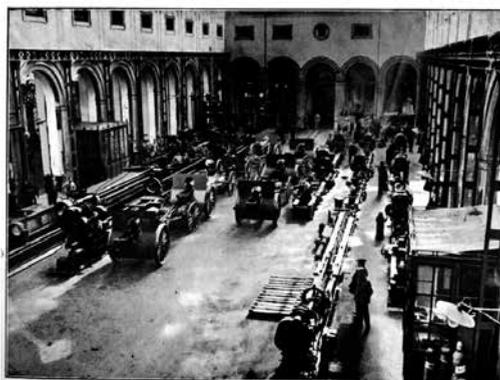


Taller de ácido nítrico de la Fábrica de Granada

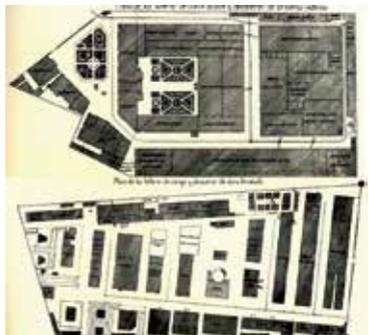
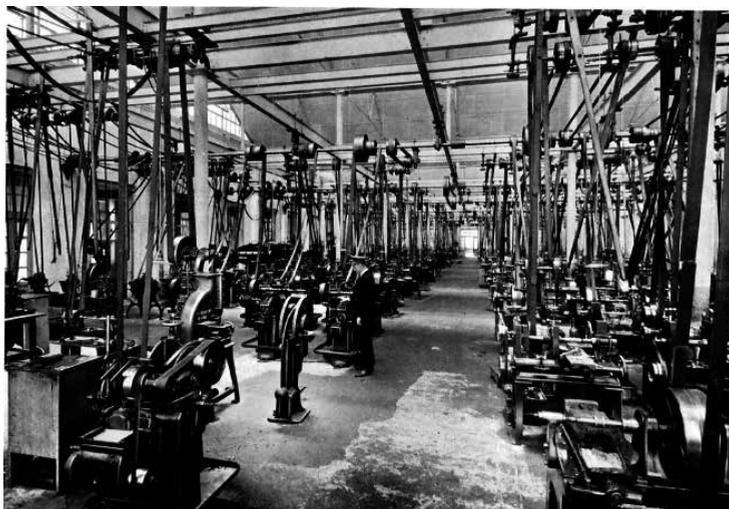
La Fábrica de Artillería de Sevilla



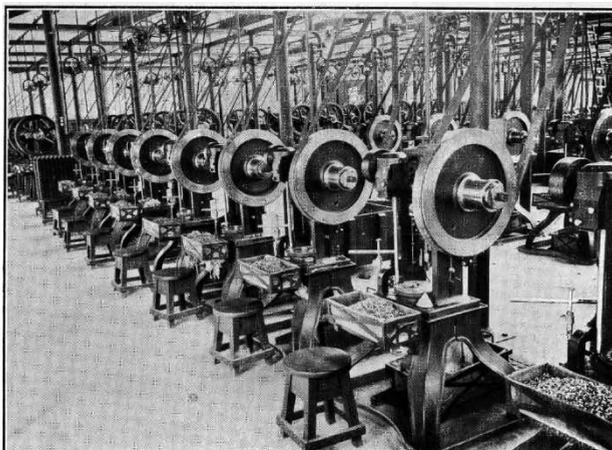
Plano de la Fábrica de Sevilla



Nave central de la Fábrica de Sevilla

La Pirotecnia Militar de Sevilla**Plano de la Pirotecnia de Sevilla****Taller de balas de la Pirotecnia de Sevilla***La Fábrica de Armas Portátiles de Oviedo***Vista general de la Fábrica de Oviedo****Taller de cañones de la Fábrica de Oviedo**

La Fábrica Nacional de Trubia**Vista general de la Fábrica de Trubia****Nave de barrenas en la Fábrica de Trubia***Fábrica Nacional de Toledo***Vista general de la Fábrica de Toledo**

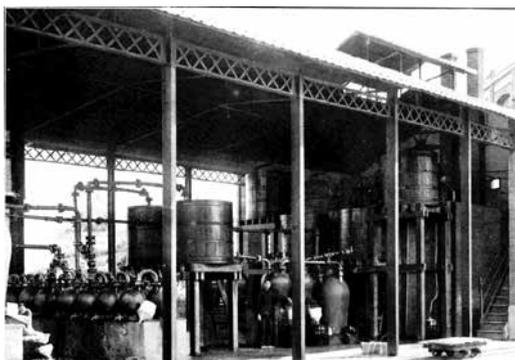


Taller de cartuchería de la Fábrica de Toledo

Fábrica de Pólvoras de Murcia



Vista general de la Fábrica de Murcia



Autoclaves en la Fábrica de Murcia

Dentro de esas fábricas y laboratorios, así como en Segovia y en las escuelas regidas por el Cuerpo de Artillería se llevaron a cabo tareas que no eran sino herederas del espíritu que había inspirado la creación del Colegio. Tareas que reclamaban para el Cuerpo un papel protagonista en la necesaria industrialización de nuestra Nación y que eran colectivas, pero lideradas por figuras adornadas de las virtudes que caracterizaban a toda la corporación, pero llevadas hasta límites excepcionales. Una tarea que se elevó incluso más allá de las luchas fratricidas que reinaron en nuestra Patria durante dos terceras partes del siglo XIX. Entre las más destacadas se pueden citar ejemplos tales como:

Impulso a la industrialización minero metalúrgica de España

El **mariscal Francisco Antonio Elorza y Aguirre** (1798-1873), había tenido que exiliarse en 1823 con la entrada de las tropas del duque de Angulema en apoyo del absolutismo, cuando era teniente coronel graduado y capitán de Artillería. Según sus historiadores, Elorza había ingresado en el Colegio de Artillería por un espíritu patriótico avivado por los sucesos del Dos de Mayo y el protagonismo artillero de esa jornada. En la primera etapa de su exilio en Lieja, completó su formación técnica en la rama de la metalurgia y la minería en la Universidad de Lieja (cuna de la siderurgia europea), estudios que ampliaría posteriormente en la Escuela de Ciencias de Londres. Elorza atendió la llamada del Gobierno cuando éste decidió impulsar el desarrollo de una siderurgia que se había enfrentado a sucesivos fracasos en la utilización de altos hornos alimentados con coque. Desarrolló técnicas innovadoras en su dirección de las minas y fundiciones de Marbella y el Pedroso (Sevilla) y en la Fábrica de Fusiles de Sevilla. Atendiendo a los méritos técnicos mostrados fue nombrado director de la renovada idea de la Fábrica de Trubia (1844 a 1863), convirtiéndola en una fábrica integral y en la instalación siderúrgica con mejores medios de producción de España. Inició en ella la fabricación en nuestra Patria de acero al conseguir el encendido y marcha de los primeros altos hornos de España que emplearon carbón mineral (coque) y crisol. Allí se fundió el primer cañón de hierro (de más de 60 t) en 1849 (lo que permitió poner a España en armonía con los éxitos en fabricación de artillería que se estaban consiguiendo en el resto de Europa) y también allí se fabricaron los primeros cañones de retrocarga y con ánima rayada de fundición de hierro y acero para nuestro Ejército y Armada. A ello se unieron otras innovaciones en nuestro material, como, el empleo de bandas de forzamiento de cobre en sustitución de los tetones que hasta entonces

se empleaban o la realización de taladros en el brocal para permitir reducir el retroceso de las piezas durante el disparo, innovaciones que plasmó en algunos diseños propios.

La preocupación por fomentar y mantener las habilidades técnicas adquiridas, terminar con la dependencia de personal extranjero y favorecer el crecimiento del número de cuadros intermedios en las fábricas, le llevó a fundar el 1 de enero de 1850 una escuela de aprendices (Escuela de Formación Profesional de Maestros y Obreros), que surtiría de excelentes profesionales no solamente a las fábricas militares. Esta idea revitalizaría y se extendería progresivamente por el resto de los centros fabriles del Cuerpo con nuevas escuelas que adoptarían los programas de estudios establecidos por Elorza en Trubia. El esfuerzo de Elorza en este campo se reconocería posteriormente con la creación de un premio que llevaba su nombre y que distinguía al mejor aprendiz de todas estas escuelas.



Cañon Elorza de 24 cm en el artículo de Mortera

Diseño de cañones

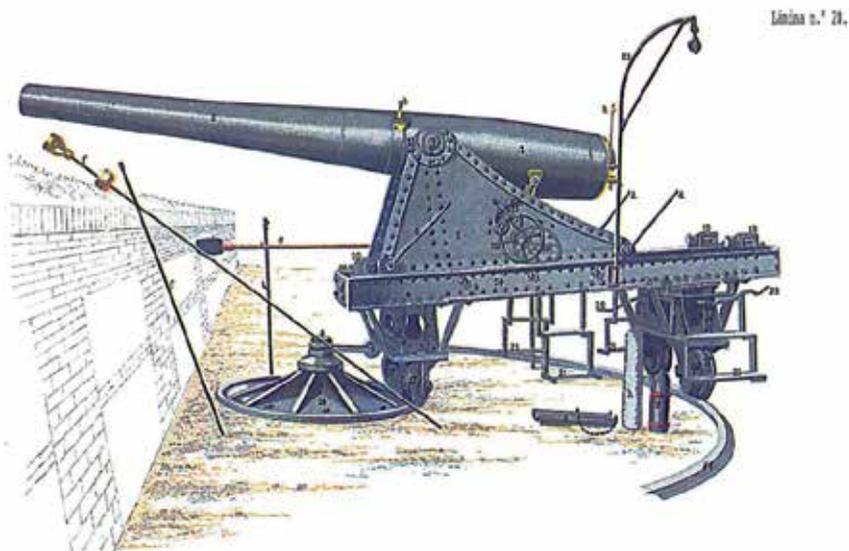
El **general Salvador Díaz Ordóñez y Escandón**, fue un prolífico proyectista de piezas. En 1880, siendo capitán diseñó dos modelos de cañones (de 15 cm y 30,5 cm) de hierro fundido entubado, siendo ya teniente coronel, entre 1890 y 1892 diseñó 4 nuevos modelos de cañones de 21 cm, 24 cm y 30, cm (con 12 y 29 calibres de longitud respectivamente) y 2 obuses de 21 y 24 cm, piezas todas de hierro fundido, zunchadas y entubadas en su interior. Todas ellas demostraron en servicio sus aptitudes para ser consideradas al mismo nivel, o incluso superar, a sus análogas del resto de las naciones.

Su diseño más avanzado se materializó en 1896 con el que sería el obús de 24 cm modelo 1911, de acero forjado y templado construida por un tubo y dos manguitos.

Todas las piezas tenían cierre de tornillo y estaban montadas en una cureña con marco central que permitía un giro de 360 °.

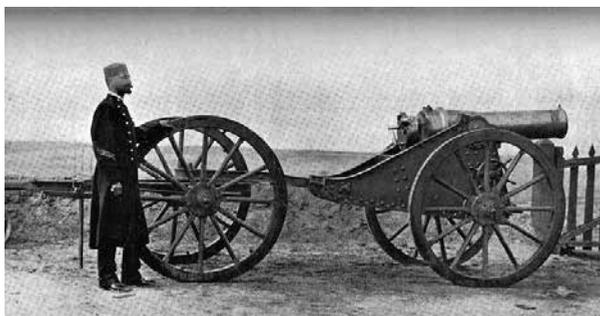
Con ellas se artillaron algunas de las fortificaciones de las plazas de Cartagena, Ferrol y Menorca.

El general Ordoñez estuvo destinado en tres períodos distintos de su carrera militar en la fábrica de Trubia en la que se construyeron sus piezas.



Cañón Ordoñez de 15 cm en las láminas de Govantes

El **teniente coronel Onofre Mata y Maneja** fue 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. Pero también destacó como proyectista, siendo el diseñador, entre otros, de un mortero de 15 cm declarado reglamentario en 1891, de otro de 9 cm declarado reglamentario en 1892 y de otro 21 cm. También de un obús de bronce comprimido de 15 cm declarado reglamentario en 1892 y de diversas adaptaciones de fusiles e instrumentos de medida de presiones en recámara de armas.

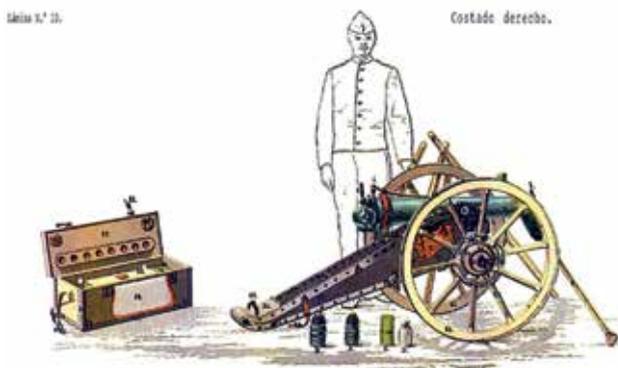


Mortero Mata de 21 cm en Memorial de Artillería 1900, 2º semestre

Los **capitanes Joaquín Argüelles y Roberto Munaiz** proyectaron un cañón de costa de 15 cm al que se le asignó la denominación de Munaiz-Argüelles, pieza que fue declarada reglamentaria en 1903. Su carga de proyección estaba elaborada con pólvora tubular de nitrocelulosa ideada por el general Aranz.

El **coronel Augusto Plasencia y Fariñas** introdujo la fabricación de cañones de bronce comprimido en España, diseñó un primer cañón de 9 cm, posteriormente diseñó otro de 7,5 cm de espesores reducidos y después otro de 8 cm declarado reglamentario en 1879. A ellos siguieron un cañón de 12 cm y un obús de 21 cm, declarado reglamentario en 1881. Anteriormente había diseñado un cañón para artillería de montaña de acero de 8 cm modelo 1874 y reformado en 1876, corto y de acero.

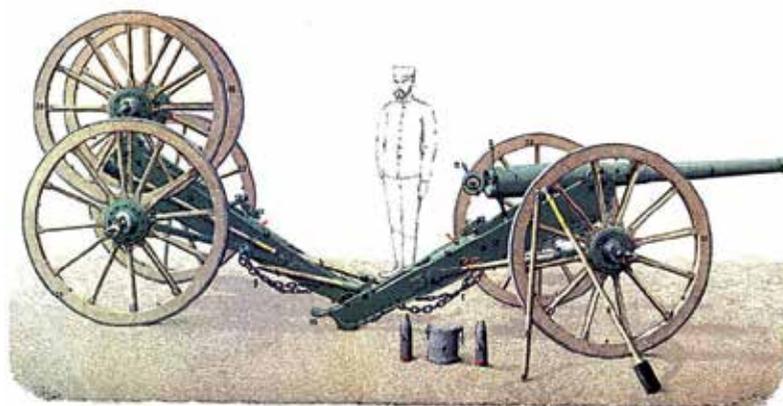
Todas estas piezas eran rayadas, de retrocarga y con cierre de tornillo, y se construyeron en la fábrica de Sevilla, donde el coronel se encontró destinado durante gran parte de su carrera. Por sus méritos técnicos fue honrado por el rey Alfonso XII con el título de conde de Santa Bárbara.



Cañón Plasencia de 8 cm en las láminas de Govantes

El **comandante Fernando Álvarez de Sotomayor** diseñó sobre 1880 un cañón de acero fundido de 8 cm que se declaró reglamentario para las baterías a caballo y al que se denominó como modelo sistema Sotomayor. Era de retrocarga con cierre de tornillo.

Lámina n.º 32.



Cañón Sotomayor de 8 cm en las Láminas de Govantes

Ya en época posterior 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 la misma 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 hacia la dirección del eje del tubo para hacer la función de blindaje protector de los sirvientes.



Cañón Arellano en el Museo de Medios Acorazados

Proyecto de munición

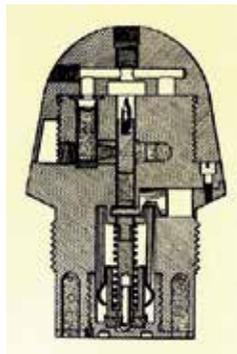
El **general de división Ricardo Aranaz e Izaguirre** que diseñó la primera granada rompedora española, a la que se le asignó su nombre, y que fue declarada reglamentaria en 1908 para uso en las piezas de campaña de 7,5 cm. La granada rompedora de 75 mm tenía una carga interior de trilita y contaba con un cebo de la misma substancia. Estaba desprovista de toda clase de retardo, fijando en el sitio destinado a éste una galleta de pólvora negra igual a la que llevaba su espoleta de percusión.

Reconocido científico en materias de pólvoras y explosivos, publicó varios libros entre los que destacan *Los mecanismos* (1889) y *Los explosivos militares*. Fue profesor de Real Colegio de Artillería, y entre sus destinos también destacaron el de Director del Taller de Precisión Laboratorio y Centro Electrotécnico de Artillería entre 1911 y 1912, Director de la fábrica de Pólvoras y Explosivos de Granada. Vocal de la Real Academia de Ciencias Físicas Exactas y Naturales entre 1922 y 1924, presidente de la Sociedad Española de Física y Química y subsecretario del Ministerio de la Guerra.

Durante su actuación como director de la Fábrica de Pólvoras y Explosivos de Granada realizó importantísimos trabajos de investigación que arrojaron mucha luz en el proceso de la iniciación y propagación de la onda de detonación, como el *Abaco de velocidades de la onda explosiva*, *Iniciación de las detonaciones*, *Los explosivos simétricos*, *Clases de pólvoras y su aplicación en la guerra*, *La industria militar de las pólvoras y explosivos modernos*.

Diseño de espoletas

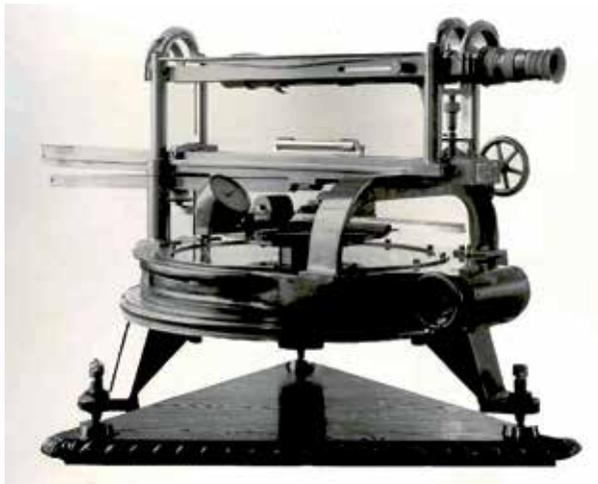
El **coronel Garrido**, que había participado activamente en la nacionalización de la producción de las pólvoras “sin humo” en la Fábrica de Granada, diseñó en 1924 una espoleta de cebo construida en latón forjado en la Pirotecnia Militar de Sevilla el mismo año. El coronel Garrido fue galardonado con el 2º premio Daoiz que se concedió.



Espoleta Garrido en el catálogo de 1930 de la Pirotecnia Militar de Sevilla

Diseño de telémetros

El **general de brigada Juan López Palomo**, siendo coronel diseñó un telémetro de base vertical que fue reconocido en el Taller de Precisión de Artillería en su Junta Facultativa del 14 de julio de 1905 para fabricarlo a continuación. Este telémetro fue mejorado por el teniente coronel Costilla, asignándosele el nombre definitivo de telémetro López Palomo-Costilla. Hubo otros telémetros de diseño nacional, como los del comandante Zaragoza, que también se fabricaron en el Taller.



Telémetro López Palomo del Archivo Fotográfico del Taller de Precisión de Artillería

Proyecto de direcciones de tiro

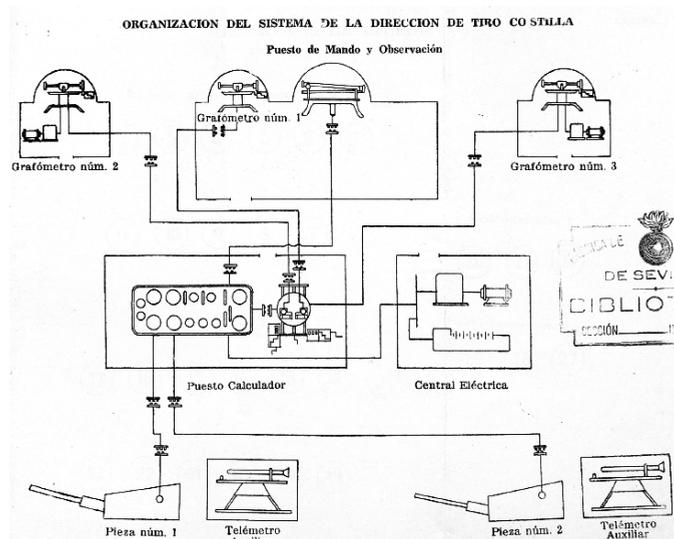
El **coronel Juan Costilla Arias** modernizó las técnicas de tiro de la artillería de costa proyectando un *predictor de tiro* que se declaró reglamentario en 1902. Con posterioridad inició el estudio de una dirección de tiro analógico-mecánica mientras se encontró destinado en Cádiz en la 2ª Sección de la Escuela Central de Tiro Sección de Costa. Sus estudios se consideraban tan prometedores para su implantación en la nueva artillería de costa Vickers, que se le comisionó en el Taller de Precisión de Artillería para efectuar su construcción tras el éxito de las pruebas que se llevaron a cabo en las baterías del Ferrol en 1933. Sus trabajos se truncaron en agosto de 1936 al morir asesinado a las puertas del Taller. Terminada la guerra, esos trabajos fueron retomados por el teniente coronel Cantero. Esa dirección de

tiro se concluiría y se declararía reglamentaria con los nombres de Dirección de Tiro “Costilla” y “Polígono”.

En 1939 se le asignó su nombre al *Polígono de Experiencias de Torre-gorda*, que pasaría así a denominarse “Costilla”.

En 1949 se le otorgó el premio Daoiz correspondiente al quinquenio 1933 – 1938 a título póstumo.

En la feria de Informática SIMO de 1981 se le dedicó una jornada como precursor español de la informática, así como una publicación “Homenaje a Juan Costilla Arias: precursor español de la informática” (Centro de la Informática Técnica y Material Administrativo, CITEMA, 1981).



Esquema de la dirección de tiro costilla en su reglamento de 1957

Diseño de carros de combate

El **capitán Carlos Ruiz de Toledo** diseñó en su destino en la fábrica de Trubia el primer carro de combate español el carro rápido de infantería Trubia 75 HP en 1925, cuya primera unidad vió la luz en 1928. Se trataba de un carro con tres tripulantes, que tenía como armamento tres ametralladoras de 7 mm, estaba movido por un motor de 75 CV y protegido por un blindaje de acero al cuproníquel de 16-6.

El teniente coronel Ruiz de Toledo se incorporó en 1943 al Cuerpo de Ingenieros de Armamento y Construcción.

El **comandante Víctor Landesa Domenech** diseñó en 1928 en su destino en la fábrica de Trubia un tractor para remolque de piezas de artillería al que se le dio su nombre y que se fabricó en 1932. Para su uso en combate se blindó con 3 capas de planchas de distintos materiales. Usaba el mismo tren de rodaje que el carro Trubia y se preparó para 2 tripulantes con dos ametralladoras de 7,62 mm como armamento.

El **capitán Félix Verdeja Bardales** diseñó en su destino al mando de la compañía de talleres de la Agrupación de Carros de Combate, un carro de combate ligero al que se asignó su nombre (Verdeja 1) y cuya primera unidad se fabricó en 1940 en la Maestranza de Artillería de Madrid. Tenía 3 tripulantes, iba armado de un cañón de 45 mm y dos ametralladoras de 7,92



Carro de combate Verdeja en el artículo de Mazarrasa

mm, un perfil bajo y un blindaje variable de más de 7 a 25 mm y con la plancha de máximo espesor en la torreta, con un motor que le permitía una velocidad máxima de 44 km/h y una autonomía de 220 km. Uno de los aspectos innovadores del diseño lo constituía el tren de rodaje en el que formó un canal central con dos piezas oruga con los eslabones unidos por el que corrían las ruedas de apoyo para evitar descarrilamientos.

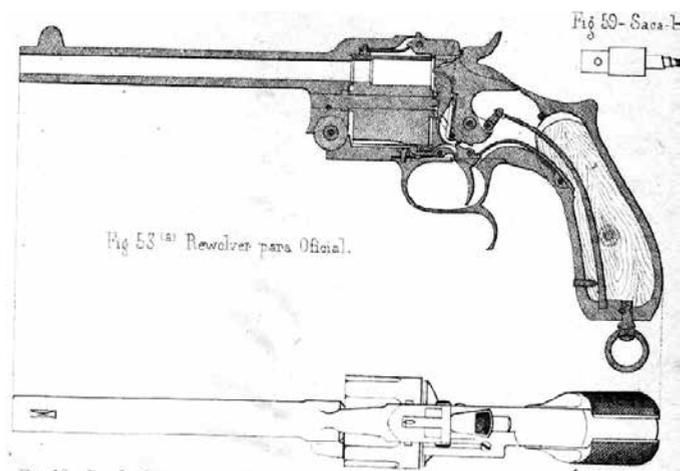
Diseños de fusiles automático, ametralladoras y otras armas portátiles

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 Mauser de 1916, calibre 7 mm, y con un alcance eficaz de 2 km. A pesar de sus expectativas este arma no pasó de la etapa experimental.



Fusil experimental en el catálogo de la Fábrica de Armas de Oviedo de 1930

El **capitán Clotaldo Piñal Rodríguez**, destinado en la Fábrica de Armas de Oviedo diseñó en 1880 un primer revólver de 9 mm, con 6 recámaras y sistema de extracción por gases (de Ibarra). En 1882 diseñó un segundo modelo con 7 recámaras.



Revolver Piñal en el libro de Barrios

El **general de brigada Enrique Losada del Corral** diseñó en 1897 una pistola de 9 mm que fue la primera patentada en nuestra nación por un español. En su empleo de coronel fue director del Taller de Precisión de Artillería entre los años 1905 y 1909.

El **teniente coronel Andrés Trapote Legerén** diseñó en 1932 un fusil de 7 mm que se fabricó en 1932 en la fábrica de Armas de Oviedo, que se declaró reglamentario y que se conoció con el nombre de su inventor. Aunque estaba previsto que dotara a todas las unidades, fue fabricado en cantidades limitadas pero tuvo un uso destacado en la Guerra Civil. Tras la guerra su diseño resultaría superado por los avances técnicos que se llevaron a cabo y por los fusiles de asalto de CETME.

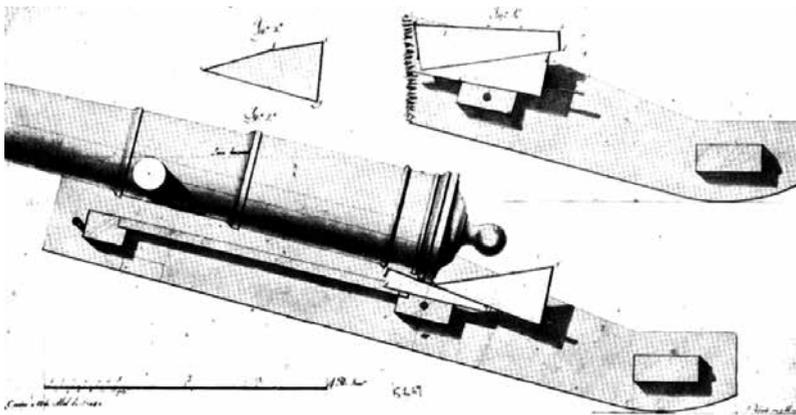


Fusil ametrallador Trapote en el catálogo de la Fábrica de Armas de Oviedo de 1930

Todos estos proyectistas consiguieron que la gran mayoría del material de uso en España en el último tercio del siglo XIX fuera de diseño y fabricación española.

En términos más generales pueden observarse otras muestras del nivel técnico en ingeniería de armamento que mostraron los artilleros que se formaron en el Real Colegio. Entre ellas, las diversas publicaciones técnicas. Una pequeña muestra de las cuales la constituyen las siguientes:

El **capitán Pedro Velarde y Santillán**, héroe del Dos de Mayo, que en su destino como profesor en el Real Colegio de Artillería en 1804 realiza el proyecto de una caña de puntería, y que además por su reconocido prestigio técnico se le encarga evaluar como experto español, la máquina para la medida de la velocidad inicial de los proyectiles construida por el coronel Jacques Grobert y recibida de la Academia de Ciencias de París, de la cual elaboró un exhaustivo informe señalando algunos errores de principio, lo que fue recogido con elogios en el boletín de la “Academie” a los conocimientos técnicos de que hacían gala los oficiales de Artillería españoles. Velarde estaba destinado en la Plana Mayor Facultativa al producirse su muerte.



Proyecto de caña de puntería del capitán Velarde en el libro de Vigón

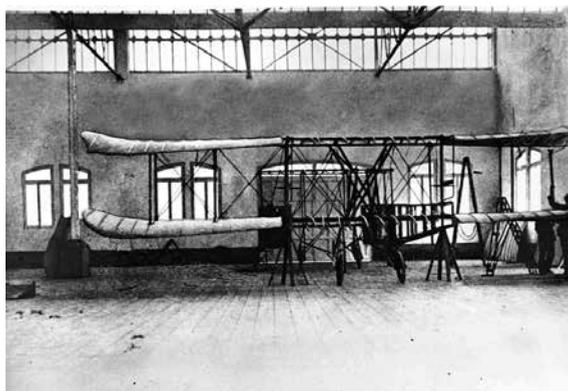
El **teniente coronel Francisco Cerón y Cuervo**, fue autor del primer libro sobre Metrología que se escribió en español. Éste se publicaría en 1902, mientras se encontraba destinado como jefe del Detall en el Taller de Precisión de Artillería. Con el título, “*Algunos datos de Metrología industrial*”, en el mismo se describen métodos para determinar la calidad de las medidas que todavía hoy en día se utilizan en los ejercicios de comparación entre los laboratorios primarios nacionales.

El **coronel Darío Díez Marcilla** que elaboró una publicación en la que mostraba las directrices para el trazado de proyectiles huecos. Ésta fue premiada en 1934 por la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y publicada como Memoria de la Academia en 1935. El coronel Díez Marcilla fue director del Taller de Precisión de Artillería entre 1918 y 1920.

El **general Diego Ollero y Carmona**, que en 1879 publicó su libro *Cálculo de Probabilidades* que se considera como el primer manual escrito en español sobre probabilidades en el que se emplea el cálculo diferencial. También escribió un libro sobre *Balística Experimental* en 1884. Entre sus destinos se encuentran el Real Colegio de Artillería y la Fábrica de Sevilla. En 1898 ingresó en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales con un discurso sobre los Progresos de las armas de fuego en sus relaciones con las ciencias matemáticas. En 1904 diseñó una escuadra automática de puntería, un eclímetro de puntería y una regla de cálculo.

Otra muestra del reconocimiento que la Sociedad española tenía de la industria e ingeniería industrial dirigida y ejercida por los artilleros fueron los múltiples desarrollos para aplicación civil, como por ejemplo, el avión que se encargó fabricar al Taller de Precisión de Artillería en 1915, resultado del diseño del ingeniero militar Carlos Mendizabal Brunet, cuya fabricación se terminó en 1917. El diseño era innovador porque pretendía solucionar el problema de la estabilidad automática de los aeroplanos, y el propio Rey se mostró muy interesado en seguir su desarrollo.

Su fabricación requirió la construcción de un nuevo taller que en los planos de definición recibiría la denominación de, “talleres para la construcción de aeroplanos”. Posteriormente, éste sería el taller mecánico nº 1 y en la actualidad la sede de la Subdirección General de Inspección y Servicios Técnicos de la DGAM.



Avión construido en el Taller de Precisión de Artillería

En paralelo y en reconocimiento de esta labor técnica y de su necesaria especial preparación, por Real Orden de 1 de julio de 1898 (inserta en la Colección Legislativa de dicho año, número 230) se les asignó una gratificación similar a la existente para el profesorado al personal destinado en fábricas, maestranzas y parques.

5.-LA CONTRIBUCIÓN DE LA INGENIERÍA MILITAR DE ARMAMENTO EN LA CREACIÓN DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL CIVIL

Las carreras de ingeniería se crean en España a partir de 1777 cuando por Real Orden de 14 de julio se produce la fundación de la Escuela de Minas de Almadén en la que se cursarían los estudios que darán lugar a la Ingeniería de Minas. La carrera de Ingeniero Industrial se creó por el Real Decreto de 4 de septiembre de 1850 promulgado por el Ministro de Comercio, Instrucción y Obras Públicas Manuel Seijas Lozano, que establecía el plan orgánico de la enseñanza industrial en todos sus grados desde el equivalente a la formación profesional actual (el elemental), el de carácter medio (de ampliación), y el superior, que reemplazarían a las básicas enseñanzas industriales que se cursaban hasta ese momento en el Conservatorio de Artes de Madrid, así como en las Escuelas de similar carácter implantadas en otras provincias.



Modelo de título de Ingeniero Industrial del Ejército entregado a partir de 1940. Archivo de la Escuela Politécnica del Ejército

Por ese Real Decreto se creaba también el título de Ingeniero Industrial y se fundaba el Real Instituto Industrial en Madrid que se constituía entonces como el único centro en España en el que se cursarían los estudios del grado superior correspondientes al título mencionado.

Para dar clase en el Real Instituto se habían enviado pensionados por el Gobierno a distintas escuelas Europeas los futuros profesores para obtener la formación técnica precisa.

Pero fue el **general Francisco de Luxán y Miguel**, en su periodo como Ministro de Fomento (1854-1856) del Gobierno del general Espartero, el que dio el impulso definitivo a la Ingeniería Industrial, con su Real Decreto de 20 de mayo de 1855.

El general Luxan por su formación técnica en el Real Colegio y por sus destinos en la industria militar del Cuerpo, conocía bien la importancia del desarrollo industrial para el crecimiento de una nación, y podía entender el verdadero potencial que los ingenieros industriales podían tener en esa tarea y que sin ingenieros industriales era imposible la industrialización del país.

Así que teniendo ya la semilla de la creación de la carrera civil de Ingeniero Industrial y del funcionamiento del Real Instituto Industrial creados por el Real Decreto de 1850, nombra Director general de Obras Públicas al Catedrático de Máquinas del Real Instituto Industrial, Cipriano Montesinos y Espartero que fue pensionado en l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures Paris, y nombra Director General de Agricultura, Industria y Comercio al Catedrático Manuel M^a de Azofra, y se apoya en ellos para elaborar y promulgar el Real Decreto de 20 de mayo de 1855 por el que se planificaron los estudios a cursar en las Escuelas Centrales de Ingeniería Industrial.

Este Real Decreto se considera como el impulso definitivo para la Ingeniería Industrial española, porque simplificó y sistematizó el plan de estudios, conservando los tres grados, y lo orientó hacia la formación de personal de alta dirección técnica, como así se hacía en los estudios equivalentes en Francia (modelo que se tomó al haber estudiado los profesores mencionados pensionados en aquella nación). Así mismo, se dispuso una amplia relación de capacidades facultativas en las que se podían emplear los ingenieros industriales por su idoneidad y aptitud.

Posteriormente se complementó éste con el Real Decreto de 27 de mayo de 1855 en el que se establecía la reglamentación de la Carrera, y en el que además se disponía la publicación periódica de un Boletín de la Industria para que la nacional recibiera noticia de los adelantos que se presentaban en el extranjero.

Aprovechando el refuerzo que suponían los Reales Decretos sobre la carrera de Ingeniería Industrial, el general Luxan promulgaría durante su mandato como ministro de Fomento otra base legal para el desarrollo indus-

trial de España, como, lo fue la Ley General de Ferrocarriles del 3 de julio del mismo año. Luxán fue además el que propuso al Director General de Artillería, general Francisco Javier de Azpiroz, el nombramiento de Elorza para la dirección de la Fábrica de Trubia.

El general Luxan, tuvo como uno de sus destinos la Fundición de Bronces de Sevilla, fue comisionado para viajar por Europa y visitar fábricas de armas y fundiciones, publicando en 1837 el libro *Un viaje facultativo verificado en el continente y descripción de las fundiciones de Duay, Strasburgo, Tolosa, La Haya, Carlsbur, Lieja y Sayner-Hutte*, en su 1ª parte y *Un viaje facultativo verificado en Inglaterra y descripción del trabajo metalúrgico del hierro, cobre, estaño y plomo desde su extracción de las minas hasta su empleo en las artes; como también de la fundición de cañones de Woolvich, etc, etc*, fue vocal de la Real Academia de Ciencias entre 1847 y 1867, alcanzando en 1866 la vicepresidencia, y publicando en 1861 como Memoria de dicha *Real Academia Viaje Científico a Asturias y descripción de las fábricas de Trubia, de fusiles de Oviedo, de zinc de Arnau y de hierro de la Vega de Langreo*.

Fuera ya de su ministerio y ejerciendo la oposición política en las Cortes Españolas, el general Luxan, en la sesión del 30 de junio de 1867 se opuso abierta y acaloradamente a la medida del entonces ministro de Fomento, Manuel de Orovio de eliminar la partida presupuestaria para el Real Instituto Industrial y proceder a su cierre. El general no tuvo éxito y el cierre se produjo así como el de otras escuelas de ingeniería industrial de España de diferentes provincias, manteniéndose activa de forma continua solamente la de Barcelona. La enseñanza de la Ingeniería Industrial en Madrid se perdería hasta el año 1901 en el que el conde de Romanones, ministro de Instrucción Pública reabría por Real Orden de 17 de agosto la Escuela Central de Ingenieros Industriales.

Debido a los conocimientos y experiencia adquiridos en la implantación en los establecimientos de la Industria Militar de los progresivos avances técnicos que se desarrollaron en la artillería, la sociedad y la industria española se apoyó continuamente en ingenieros formados en los centros de enseñanza militares. Ello terminaría por dar lugar a un conflicto de competencias con los ingenieros civiles, que provocó una demanda de varios de estos ingenieros y arquitectos elevada en forma de instancia a la Presidencia del Consejo de Ministros el 31 de marzo de 1900.

El motivo principal de la demanda era solicitar la derogación de la Real Orden de 7 de enero de 1900 por la que se confirmaba el derecho de los ingenieros militares, así como de los demás jefes y oficiales del Ejército y Armada, provistos de títulos académicos debidamente expedidos al libre ejercicio de sus respectivas profesiones en trabajos particulares, y que por

el Ministerio de Fomento se debía cumplimentar lo dispuesto en el Real Decreto de 28 de mayo de 1894. La demanda se apoyaba en las siguientes líneas argumentales:

1. Que no se pagaban los impuestos correspondientes a la expedición de los títulos de ingeniero.
2. Que el suministro del título suponía un privilegio dado que la capacidad técnica adquirida no estaba en línea con la necesaria para la titulación expedida.
3. Que la duración de los estudios era inferior.
4. Que el título estaba expedido por el ministro de la Guerra y no el de Fomento.

La demanda no prosperó y para los trabajos particulares de ingeniería en las diferentes ramas de ésta se pudo seguir empleando indistintamente ingenieros civiles o militares.

Nuevamente en 1922 el Real Decreto de 30 de octubre, reafirmó que en la esfera privada pudieran concurrir en los trabajos de su especialidad los ingenieros industriales civiles y los artilleros.

6.-LA CREACIÓN DEL CUERPO TÉCNICO DEL EJÉRCITO. EL CUERPO DE INGENIEROS DE ARMAMENTO Y CONSTRUCCIÓN, CON SUS CINCO ESCALAS

Con el cambio del régimen de enseñanza en el Ejército que se produjo el año 1926 y que implicó la creación la Academia General Militar en Zaragoza (2ª Época), desapareció la formación para las funciones técnicas correspondientes a una ingeniería, que hasta entonces se venía impartiendo tanto en el Real Colegio de Artillería de Segovia como en la Academia de Ingenieros de Guadalajara. Los correspondientes Cuerpos pasan a ser Armas y estas escuelas quedan exclusivamente para impartir los conocimientos necesarios para el eficaz empleo de los materiales en su dimensión táctica.

Estas decisiones, provocaron que se generara un vacío de jefes y oficiales con la formación técnica necesaria para cubrir las vacantes en los establecimientos industriales militares, que volvieron a la completa dependencia militar del ministerio del Ejército¹⁹ tras la Guerra Civil. Ese vacío pudo cubrirse con la creación del *Cuerpo Técnico del Ejército* y la *Escuela Politécnica* por ley de 27 de septiembre de 1940.

¹⁹ Tras la Guerra Civil las fábricas, que durante la II República se habían integrado en el organismo autónomo *Consortio de Industrias Militares*, volverían a militarizarse pasando a depender del ministerio del Ejército.

En esta ley se estableció que el nuevo Cuerpo tendría dos ramas, una la de *Armamento y Material* y otra de *Construcción y Electricidad*. Asimismo determinó que los empleos de los componentes del nuevo Cuerpo serían los de capitán a general de división.

La escala inicial se constituiría con jefes y capitanes de Artillería para la rama de Armamento y Material y de Ingenieros para la rama de Construcción y Electricidad, que hubieran ingresado en sus respectivas Academias antes de 1926 (es decir se cubría con los estudios correspondientes a sus ramas técnicas y con el reconocimiento de Ingenieros Industriales del Ejército y de Ingenieros Militares, respectivamente), y que solicitaran participar en el concurso para cubrir las plazas disponibles, ingresando en el Cuerpo Técnico con el empleo y la antigüedad que tuvieran en el Arma de origen.

Asimismo se relacionaban las vacantes a ocupar por los miembros del nuevo Cuerpo. Éstas serían, para la rama de Armamento y Material, básicamente las existentes en las fábricas militares, talleres, laboratorios, comisiones de experiencias, centros de publicación de reglamentos, de recuperación de material, de movilización industrial, parques de mantenimiento, y que con anterioridad se habían ocupado por oficiales facultativos de Artillería.

La Escuela Politécnica se creaba para impartir la formación técnica indispensable para el personal que fuera a constituir el Cuerpo Técnico. En ella se impartirían hasta 9 diplomas, 5 para la rama de Armamento y Material que nos ocupa (Balística, Metalurgia, Química, Armamento, y Automovilismo). La Escuela otorgaría los títulos de Ingeniero de Armamento y de Ingeniero y Construcción a los alumnos que obtuvieran 3 diplomas diferentes en la misma rama, lo que supondría además su integración en el nuevo Cuerpo. Pero podrían recibir un solo diploma algunos alumnos, a los cuales se les otorgaría el título de Diplomado y permanecerían en su Arma de origen. Se establecía que el tiempo mínimo para obtener un primer diploma sería de tres años, y se permitía que para obtener el segundo o el tercero se empleara uno o dos años.

El ingreso en la Escuela Politécnica sería por concurso oposición, constando el examen de varias secciones relativas a las materias de Geometría y Trigonometría, Química Experimental, Geometría Descriptiva, Geometría Analítica, Física teórica y experimental y Mecánica racional, que deberían aprobarse en una Escuela o Facultad civil.

La procedencia sería por tres vías diferentes:

- A. Oficiales procedentes de la escala activa de cualquiera de las cuatro Armas combatientes (Infantería, Caballería, Artillería e Ingenieros) que hubieran cursado sus estudios en las antiguas Academias militares.

- B. Oficiales procedentes de la escala activa de las entonces futuras Academias especiales de todas las Armas.
- C. Oficiales de las escalas activa, de complemento y provisional de todas las Armas que poseyeran alguno de los títulos académicos que se referían (Ingenierías civiles de las Escuelas de Caminos, Minas, Industriales, Agrónomos o Montes, o bien Arquitectura, y Licenciaturas en Ciencias Físico-químicas o Ciencias Exactas).

Se establecía que para todos los de procedencia C estarían exentos de la fase de oposición y que tendrían la posibilidad de convalidar las asignaturas cursadas en sus centros de enseñanza con el mismo temario y duración.

La misma ley fijaba una gratificación económica que era de mayor cuantía en los titulados (50 % del sueldo sobre el del empleo) que en los diplomados (20 % del sueldo sobre el del empleo).

Finalmente disponía que los profesores iniciales se seleccionarían por concurso de méritos entre los tenientes coroneles y comandantes de Artillería e Ingenieros, y que el director sería un general de brigada de esas Armas y el subdirector/jefe de estudios sería un coronel de una de esas dos Armas pero diferente a la del director. Progresivamente conforme se fuera cubriendo la plantilla del Cuerpo Técnico la dirección de la Escuela y su profesorado de Armas se iría ocupando por generales, jefes y oficiales del Cuerpo Técnico.

El 13 de septiembre de 1941 se publicó la Orden por la que se convoca el concurso para cubrir treinta plazas de procedencia C, para el curso que comenzaría el 15 de enero de 1942, y cuyos estudios se realizarían en los 4 ó 5 años siguientes, y que constituiría la primera promoción del nuevo Cuerpo.

Por Orden 10 de noviembre de 1941 se creó el Curso Preparatorio para ingreso en la Escuela Politécnica del Ejército. La finalidad del mismo era facilitar el acceso a los posteriores cursos de ingeniería a los miembros de las Armas, proporcionándoles las enseñanzas complementarias necesarias para ayudarles a superar el concurso oposición. Éste se organizó en dos fases: una primera por correspondencia que se llevaba a cabo en las unidades de destino, y otra de presente, en la Escuela.

El 26 de enero de 1942 (D. O. nº 22) se publicó la Orden por la que se aprobó el primer plan de estudios para obtener los títulos de Ingenieros de Armamento y Material y de Ingeniero de Construcción y Electricidad.

El 19 de enero de 1943 (BOE nº 20 y DO nº 43) se publicó un Decreto por el cual el Cuerpo Técnico pasaría a denominarse **CUERPO DE INGENIEROS DE ARMAMENTO Y CONSTRUCCIÓN, CIAC**.

En el reglamento de uniformidad para el Ejército aprobado por Decreto de 27 de enero de 1943 se definió el emblema del Cuerpo de Ingenieros de Armamento y Construcción, que consistía en un pilar de puente mazonado, sobre el que se sitúan un fusil armado de bayoneta (en banda) y un cañón (en barra), unidos en sus extremos mediante una cinta. El emblema era plateado como el resto de los Cuerpos y Servicios, para diferenciarlos de las Armas que tenían sus respectivos emblemas de oro. El emblema se situaba sobre un rombo esmaltado en rojo (veremos más adelante que este color de fondo serviría para distinguir las diferentes escalas que compondrían el Cuerpo).

Por Decreto de 6 de abril de 1943 (DO nº 100) se creó la escala honorífica del CIAC junto con la de otros Cuerpos y Servicios del Ejército y se establecieron los perfiles técnicos del personal civil que podría solicitar su ingreso en la misma en cada uno de sus empleos conforme a los siguientes criterios:

Con el empleo de comandantes:

Ingenieros Inspectores y Jefes del Cuerpo de Ingenieros Industriales del Estado, con categoría de Jefes de Administración. Catedráticos de las Escuelas Oficiales de Ingenieros Industriales y de la Facultad de Ciencias Químicas, ingenieros directores de importantes empresas o fábricas de interés militar.

Con el empleo de capitanes:

Ingenieros jefes del Cuerpo de Ingenieros Industriales del Estado, con categoría de jefes de Negociado, profesores auxiliares de las Escuelas Oficiales de Ingenieros Industriales y de las Facultades de Ciencias Químicas, ingenieros directores de empresas, fábricas o talleres importantes considerados de interés militar.

Con el empleo de tenientes:

Ingenieros Industriales, de Minas, Doctores en Ciencias e Ingenieros del Instituto Católico de Artes e Industrias.

En el mismo Decreto se establecía que los empleos de teniente coronel y coronel se otorgarían de forma excepcional en función del notorio relieve científico y de la importancia de los servicios que habían prestado o que se pudieran prestar al Ejército. Y que se concedería el empleo superior honorífico cuando se estuviese en posesión de la Cruz Laureada de San Fernando o de la Medalla Militar Individual.

Se disponía que en la escala honorífica solo ingresarán las personas que con las facultades técnicas mencionadas antes no tuvieran las necesarias para su ingreso en la escala de complemento.

El Cuerpo tomó forma con el Decreto de 19 de enero de 1943 (BOE nº 20) por el que se dictaminó su organización y plantilla, que en líneas gene-

rales para la Rama de Armamento contemplaba un general de división, dos generales de brigada y 175 jefes y oficiales que cubrirían los empleos de coronel a capitán.

También se establecía en el mismo que para la constitución de las escalas iniciales en los empleos de capitán a coronel se publicarían las convocatorias de dos concursos durante los dos años consecutivos, para proveer así entre los jefes y capitanes de las escalas activa y complementaria de Artillería e Ingenieros que hubieran ingresado en sus Academias antes del año 1926, y que, para cubrir las vacantes de general una Junta de Generales haría una selección en función de los méritos y servicios de orden técnico prestados en el Ejército y en la industria civil, estimándolos más por la permanencia en el destino que por la labor efectuada y la concepción alcanzada. A falta de una clara diferenciación de los méritos se debería dar prioridad a la antigüedad en el empleo, y en caso de igualdad, a los méritos en campaña.

Así pues, por el Decreto del 16 de julio de 1943 (BOE nº 199) se dispuso que se constituyeran las escalas iniciales del Cuerpo y que el personal del Arma de Artillería fuera cesando en los destinos técnicos a medida que estos se pudieran ir cubriendo con miembros del CIAC.

A partir de 1944 ya se aprecian artículos técnicos publicados en la revista Ejército, escritos por jefes y oficiales que firman como pertenecientes al CIAC. Por ejemplo el comandante Pedro Salvador Elizondo escribe en el número de julio un artículo sobre nuevas armas contra-carro, y el comandante Álvaro de Torres Espinosa en el número de agosto escribe otro sobre frenos de boca.

Es también a partir de 1944 cuando empiezan a publicarse en el Diario Oficial ingresos en la escala honorífica del CIAC, por ejemplo: por Orden de 25 de agosto de 1944 ingresaron en la Rama de Armamento como comandantes 7 ingenieros industriales y 2 ingenieros de minas; como capitanes 8 ingenieros del ICAI y 4 ingenieros industriales; y como tenientes 1 ingeniero del ICAI y 3 licenciados en ciencias químicas.

Para cubrir el vacío que tenía el CIAC de disponer de un personal de apoyo técnico, se estableció por la Ley de 15 de mayo de 1945 la creación del Cuerpo Auxiliar de Ayudantes de Ingenieros de Armamento y Material, CAAIAC, que en la Rama de Armamento tendría dos escalas de Maestros de Fábrica y Maestros de Taller.

La misión de los Maestros de Fábrica era la de ser ayudante directo del Ingeniero del CIAC, y tendrían los grados de Maestro Principal (asimilable a comandante), Maestro de primera (asimilable a capitán) y Maestro de segunda (asimilable a teniente).

La misión de los Maestros de Taller era la de auxiliar a los jefes y oficiales del Ejército en los trabajos de talleres y laboratorios de material y elementos de guerra, y tendrían los grados de Maestro de primera (asimilable a capitán), Maestro de segunda (asimilable a teniente) y Maestro de tercera (asimilable a Alférez).

Ambas escalas se nutrirían inicialmente con los antiguos Maestros del Cuerpo de Personal Material de Artillería y de los de la 2ª y 3ª Sección del C.A.S.E. (Cuerpo Auxiliar Subalterno del Ejército que se había creado durante la II República, de carácter civil aunque con estructura militar). Sus nuevos componentes recibirían la formación técnica en la Escuela Politécnica en la que ingresarían por concurso oposición o por oposición. Desde su ingreso tendrían el sueldo de alférez.

Para la identificación de estas dos nuevas escalas se les asignan rombos con el mismo emblema que el CIAC pero cambiando el color del fondo que sería azul para los Maestros de Fábrica (Ayudantes) y blanco para los Maestros de Taller (Auxiliares).

El CIAC mantuvo las Escuelas de Formación Profesional en todas las fábricas, centros y talleres bajo su mando. Los aprendices se identificaban



Emblemas de las escalas del CIAC en el artículo de López Modrón

en sus uniformes de tropa con un rombo que contenía el emblema del CIAC sobre fondo amarillo. Así, el CIAC con todas sus escalas dispuso de hasta 5 rombos de color diferente, incluyendo, además de los indicados hasta aquí, el de los generales que era dorado en el fondo.

El CIAC se abrió al ingreso en él de componentes de otros Ejércitos, lo que puede observarse ya en una Orden de 9 de septiembre de 1945 (BOE nº 258) donde comunica el cambio de situación por ingreso en la Escuela Politécnica de un capitán y un teniente del Arma de Tropas de Aviación.

En 1946 por el Decreto de 12 de julio (BOE nº 212) se establecieron 3 modificaciones en la organización del CIAC:

- La primera fue que se cambiaron las denominaciones de las categorías superiores del Cuerpo pasando los generales de división y de brigada a denominarse General Inspector y General Subinspector respectivamente, pero manteniendo la asimilación a los empleos tradicionales.
- La segunda fue que se cambió el carácter de la gratificación que previamente se ha referido, que a partir de ese momento pasaría a con-

vertirse en un incremento en el sueldo que disfrutaran todos los componentes del CIAC.

- Y la tercera consistió en la creación de una situación especial para los componentes del Cuerpo denominada “supernumerario sin sueldo voluntario”, y que con una duración de 1 a 10 años, les permitiría pasar a prestar sus servicios en una industria paraestatal y siempre que se considerara que ello se llevara a cabo por necesidades del servicio relacionadas con el interés para la economía o la defensa de la nación.



Clase en la Escuela de Aprendices del Taller de Precisión de Artillería de su archivo fotográfico

En 1946 por Decreto de 26 de abril (BOE nº 139) se estableció que, dado que la misión del Cuerpo de Ingenieros de Armamento y Construcción como cuerpo técnico del Ejército era la continuación de la misión técnica realizada hasta entonces por los artilleros e ingenieros, los títulos de Ingeniero expedidos por el Ministerio del Ejército que se habían concedido a aquellos oficiales que habían cursado sus estudios antes de 1926, se otorgasen a partir de ese momento a los ingenieros de Armamento y de Construcción según la rama de pertenencia de los mismos.

En ese Decreto se reconocía que, los estudios realizados en la Escuela Politécnica del Ejército (EPE) tenían mayor amplitud y por tanto eran mucho más completos que los que se cursaban en las antiguas academias de

Artillería y de Ingenieros, por lo que los componentes del CIAC estaban plenamente capacitados para ejercer las facultades que conferían los títulos profesionales mencionados.

En 1946 salió la primera promoción de la Escuela Politécnica constituida por 6 Capitanes del CIAC en la Rama de Armamento, y el 1 de julio de ese mismo año se publica la primera escalilla del CIAC, en la que se encuentran 3 de estos 6 capitanes, una vez que ya se han completado los empleos superiores con el personal de Artillería con estudios cursados antes de 1926.

En esta primera escalilla se observa también que el Director General de Industria y Material del Ministerio del Ejército era el General Inspector del CIAC, que pertenecía a la Rama de Armamento, Juan Izquierdo Croselles.

En la misma escalilla ya se observa que todas las fábricas y centros de investigación/laboratorios del Ejército se encuentran dirigidos por coroneles del CIAC. Incluyendo las nuevas fábricas surgidas durante la guerra civil y que se habían añadido a la relación de industrias militares: la de municiones de Palencia (1937), la de Explosivos de Valladolid y la de Armas de la Co-ruña (1936-1938).

Fábrica de municiones de Palencia



Fábrica de Palencia en infodefensa.com

Fábrica de pólvoras de Valladolid



Fábrica de Valladolid en fotografía del archivo del Servicio Militar de Construcciones

Fábrica de armas de la Coruña

Fábrica de La Coruña en lavozdegalicia.es

Asimismo, en esa primera escalilla se aprecia como todos los empleos superiores a capitán se encuentran todavía cubiertos por jefes y oficiales procedentes del antiguo Cuerpo de Artillería. Constituyen un total de 202 jefes con empleos de coronel a comandante.

Entre ellos se encuentran figuras eminentes que seguirán manteniendo su excelencia técnica en el CIAC, como:

El **general de división José María Fernández Ladreda y Menéndez Valdés**, que ingresó en el CIAC con el empleo de general de brigada, y que estuvo destinado como capitán de Artillería en el Taller de Precisión, tras lo cual partió a Estados Unidos para ampliar estudios. Pidió la excedencia del Ejército y fue alcalde de Oviedo y obtuvo la licenciatura en Ciencias Químicas. Reingresó en el Ejército y se doctoró en la misma disciplina. Catedrático por oposición de diversas Universidades, fue miembro de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Entre 1940 y 1943 fue director de la Fábrica de Oviedo. Como general de brigada fue el Director de la Escuela Politécnica entre 1943 y 1945 y Como General Inspector fue el Director General de Industria y Material del Ministerio del Ejército en 1952. Ejerció asimismo el cargo de ministro de Obras Públicas entre 1945 y 1951. En 1953 recibió el premio Daoiz.

El **general de división Pedro Méndez Parada**, que ingresó en el Cuerpo con el empleo de coronel y que había estado destinado desde comandante en el Taller de Precisión de Artillería. Comisionado como alumno en el Instituto Superior de Óptica de París se convirtió en el primer ingeniero óptico español. Entre 1928 y 1942 publicó más de una decena de artículos sobre Óptica en el Memorial de Artillería y en la revista Ejército. Creó una escuela de óptica en el TPA. Alumno de un curso de óptica impartido por él fue el teniente de Artillería de la Armada José María Otero Navascúes. Desde 1940 fue el director del Taller de Precisión de Artillería promoviendo en este centro la fabricación de equipos ópticos (llegando a más de 50 equipos diferentes en catálogo de 1956). Entre 1956 y 1958 fue el General Director

de la Escuela Politécnica y posteriormente, tras su ascenso a general inspector del CIAC ocupó el cargo de Director General de Industria y Material del Ministerio del Ejército.



Equipos ópticos fabricados por el Taller de Precisión de Artillería de su archivo fotográfico

El **general de brigada Carlos Ruiz de Toledo** ingresó en el Cuerpo con el empleo de teniente coronel y en el apartado anterior de este artículo vimos que en su destino como capitán de Artillería en la Fábrica de Trubia tuvo un papel relevante en el diseño y desarrollo del carro de combate Trubia A-4. Fue el director de la Escuela Politécnica de 1958 a 1960.

El **general de brigada Joaquín Planell Riera** ingresó en el Cuerpo como teniente coronel. Había sido agregado militar a la embajada en los EEUU entre 1930 y 1934. Fue vicepresidente del INI entre 1945 y 1951 y su gerente entre 1946 y 1947. También fue Ministro de Industria de 1951 a 1962. Caballero Laureado de San Fernando, obtuvo el premio Daoiz en 1963.

El **general de brigada José María Jiménez Alfaro** ingresó en el Cuerpo con el empleo de teniente coronel. Fue el director del Centro de Estudios Técnicos de Materiales Especiales, CETME y director de la EPE entre 1960 y 1962.

El **general de brigada Manuel Jiménez Alfaro y Alaminos**, ingresó en el Cuerpo con el empleo de teniente coronel, y fue el fundador de la primera empresa privada española de fabricación de automóviles: FASA RENAULT en Valladolid en 1951, Fue Director General de Industria y Material en el Ministerio del Ejército.

El **coronel Jacobo Sanjurjo San Millán** ingresó en el Cuerpo como comandante, y fue el Director de CETME de 1966 a 1972. Diseñó diversos modelos de cañones sin retroceso y otras armas y recibió el Premio Daoiz en 1973.

El **coronel Félix Verdeja Bardales** ingresó en el Cuerpo como comandante. En el apartado anterior de este artículo vimos que en su destino como capitán de Artillería en la Agrupación de Carros de Combate, diseñó el carro de combate Verdeja, en 1945 se le encargó dirigir el proyecto de una pieza autopropulsada con cañón de 75 mm sobre la base del carro de combate por él desarrollado.



Pieza autopropulsada Verdeja en el Museo de Medios Acorazados

El **general de división José Dorronzoro Soriano**, ingresó en el Cuerpo con el empleo de comandante, fue el Director General de Industria y Material del Ministerio del Ejército en 1969, obtuvo 18 patentes de armamento (cartuchos, cañones de arma ligera, proyectiles perforantes, espoletas, explosivos, mecanismos y construcciones).

El **general de brigada Francisco Iriarte Folache** ingresó en el Cuerpo con el empleo de comandante, fue Director del Taller de

Precisión y Centro Electrotécnico de Artillería entre 1963 y 1968, y ocupó la presidencia de CETME.

El **general de brigada Santiago Roig Ruiz** ingresó en el Cuerpo con el empleo de comandante, como capitán de Artillería ocupó diversos cargos en la Fábrica de Trubia, fue el director de la fábrica Siderúrgica de Mieres de 1943 a 1950 y en 1963 fue director gerente y vicepresidente de la Empresa Nacional Santa Bárbara de Industrias Militares. Doctorado en Ingeniería de Armamento, fue el Decano del Colegio Oficial de Ingenieros de Armamento.

El **general de brigada Antonio Torres Espinosa**, ingresó en el Cuerpo con el empleo de comandante, lideró el grupo de ingenieros del CIAC que desarrolló el vehículo Blindado Medio sobre Ruedas (BMR) y fue vicepresidente y presidente honorífico de la Unión de Explosivos Río Tinto

También en la escala honorífica aparecen figuras destacables tales como:

El **coronel de la Escala Honorífica Agustín Plana Sancho**, que ingresó en el Cuerpo con este mismo empleo en 1948, y que en sus destinos de capitán y comandante de Artillería como jefe del Laboratorio Metalúrgico

del Taller de Precisión de Artillería, implantó un sistema de muestras tipos (material de referencia) para análisis químicos y metalográficos que en 1970 se encontraba distribuido por toda la industria nacional y universidades. Inventó un instrumento para determinar la tenacidad a la fractura que se conoció como Péndulo Plana. Desde el año 1929 pasó a la industria civil como ingeniero de la Sociedad de Altos Hornos de Vizcaya de la que posteriormente fue su Director Técnico, etapa en la que constituyó la Comisión Reguladora de la Producción de Metales que posteriormente se convertiría en el Sindicato del Metal. En 1946 creó el Instituto Nacional del Hierro y del Acero (actual Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, CENIM, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CSIC) y del que fue director. Fue Subsecretario General de Obras Públicas y Presidente de RENFE. Ejerció de Presidente y Decano del Colegio Oficial de Ingenieros de Armamento.



Caja de muestras tipo en el catálogo del Taller de Precisión de Artillería de 1930

El **teniente coronel de la Escala Honorífica José Sirvent Dargent**, ingresó en el Cuerpo con este empleo por Orden 11 de marzo de 1945, como Secretario General del INI (más adelante sería Gerente y luego Presidente).

El **comandante de la Escala Honorífica Vicente Valero de Bernabé y Casañes**, ingresó en el Cuerpo con ese empleo. Procedía del Arma de infantería en la que con el empleo de capitán pidió su baja en el Ejército en 1925 y se unió a Juan Esperanza Salvador como promotor de la empresa Esperanza y CIA, ECIA, de la que fue su Jefe de Estudios y en la que proyectó y desarrolló dos modelos de mortero de 60 mm y otros de 50 y 81 mm que fueron declarados reglamentarios en 1926, así como una espoleta de seguridad para granada de mortero. Realizó diversas patentes de armamento (granada de mortero, granada de aeronave, cola estabilizadora para granada de mortero, mortero, seguro automático para granadas y otras).



Mortero Valero-ECIA en el Museo Histórico Militar de La coruña

La Escala Honorífica se completaba en esa escalilla inicial en su Rama de Armamento con 2 tenientes coroneles, 17 comandantes, 21 capitanes y 18 tenientes.

En paralelo, la Escuela Politécnica continúa su desarrollo. Su emplazamiento inicial situado en la calle O'Donnell esquina con Menéndez Pelayo, requiere una ampliación por el número de alumnos y las instalaciones necesarias para la parte práctica de su formación (laboratorios y talleres), y en 1946 se realiza un proyecto de nueva ubicación en la calle Joaquín Costa.

La importancia que se daba a la Escuela y al CIAC se refleja en el proyecto, que resulta muy ambicioso, como correspondía a la excelencia de la formación que se debía impartir a sus alumnos y de la relevancia de sus predecesores que habían constituido la escala inicial del CIAC como se acaba de describir.

En este proyecto destacaban sus 27175 m² y su entrada al edificio de Dirección y Administración por la entonces avenida del Generalísimo (actualmente Paseo de la Castellana).

Finalmente solo se construyó la parte proyectada para aulas y talleres, ya que la parte del solar que daba al Paseo de la Castellana se cedió en el momento de redactar el proyecto definitivo, quedando una superficie utili-



Proyecto de la Escuela Politécnica en 1946

zada de 22225 m². En esta ubicación ha quedado constancia del primer acto académico en 1952.

Siguiendo con la estructuración legal de la profesión hay que dejar constancia que en 1949 el ministerio de Justicia, mediante Orden de 27 de enero (BOE nº 36) reconocía que los Ingenieros del CIAC y los Ayudantes del CAIAC podían ser nombrados Peritos por Juzgados y Tribunales a efectos de las pruebas periciales que regulaban las leyes de Procedimiento en aquellos casos en los que el dictamen hubiera de tratar sobre materias de armamento, “sin exigir la satisfacción de la contribución industrial, y cuya minuta sea informada por el Centro militar del que el Perito dependa”.

Se crea el Centro de Estudios Técnicos de Materiales Especiales, CETME, dentro del INI el 17 de diciembre de 1949. En él los ingenieros del CIAC ocupan puestos en destinos de interés militar incluida su Dirección, llevando a cabo a lo largo de su historia diversos y numerosos proyectos y desarrollos innovadores relacionados con el armamento.

Por la Ley de 15 de mayo de 1950 (BOE nº 130) se cambia la denominación de las dos escalas del CAIAC en la Rama de Armamento, pasando a denominarse los Maestros de Fábrica como Ayudantes de Armamento y Material y los Maestros de Taller como Auxiliares de Armamento y Material.

En 1951 por la Orden de 10 de septiembre (D.O. nº 207) se establece un nuevo plan de estudios con 2 años de preparatorio (ahora todos de presente) y 5 años de carrera, para el ingreso en el CIAC, es un plan que establece una carrera bloque en la que desaparecen los diplomas.

En 1952 por Decreto de 28 de marzo se establece que para asegurar la permanencia en los cargos de los ingenieros del CIAC destinados en las fábricas, estos podrán continuar en sus cargos hasta ascender a teniente coronel, al igual que entre los empleos de teniente coronel y coronel.

Por Decreto de 7 de mayo de 1952, se permitió a los oficiales del Cuerpo de Intendencia del Ejército la posibilidad de efectuar también el curso preparatorio para ingresar en la Escuela Politécnica y poder obtener así los títulos de Ingeniero de Armamento y Material y de Ingeniero de Construcción y Electricidad.

Por Decreto de 17 de febrero de 1956 se permitió también a los Ayudantes del CAIAC la posibilidad de efectuar el curso preparatorio para ingresar en la Escuela Politécnica y poder obtener así los títulos de Ingeniero de Armamento y Material y de Ingeniero de Construcción y Electricidad.

En 1952 por Orden Ministerial de 14 de agosto (D.O. nº 186) 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 también quedaría al mando de los ingenieros del 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.



Laboratorio Químico Central de Armamento

En 1961 las fábricas se traspasan al Instituto Nacional de Industria, INI, creado por ley de 25 de septiembre de 1941, y abandonan la Dirección General de Industria del Ministerio del Ejército, encuadrándose dentro de la Empresa Nacional Santa Bárbara de Industrias militares, fundada en 1960. Los ingenieros de Armamento continúan en las fábricas en destinos de interés militar manteniendo en un principio los ingenieros de Armamento los cargos de directores de las mismas.

INDUSTRIA ESPAÑOLA		I FABRICAS DEPENDIENTES DEL MINISTERIO DEL EJERCITO			
D E FABRICACION DE ARMAMENTO PARA EL EJERCITO DE TIERRA		TALLER DE PRECISION Y CENTRO ELECTRO — TECNICO DE ARTILLERIA	OPTICA, VERIFICACION Y CONTRASTE, METROLOGIA, MANTENIMIENTO APARATOS ELECTRONICOS		
		FABRICA NACIONAL DE TRUBIA	FABRICACION DE ACEROS ESPECIALES, GRAN FORMA, LAMINACION — ARTILLERIA Y MUNICIONES		
		FABRICA DE POLVORAS DE MURCIA	POLVORAS DOBLE BASE (M. S. O.) Y PROPERGOLES SOLIDOS		
		FABRICA DE POLVORAS DE VALLADOLID	POLVORAS DOBLE BASE (M. S. O.), PROPERGOLES SOLIDOS, EXPLOSIVOS Y CARGA DE PROYECTILES		
		FABRICA DE LA MARAÑOSA	ARTIFICIOS FUMIGENOS, LACRIMOGENOS, INCEN — DIARIOS, ETC.		
II EMPRESAS DEPENDIENTES DEL INSTITUTO NACIONAL DE INDUSTRIA					
a E. N. "SANTA BARBARA" DE INDUSTRIAS MILITARES S. A.		b OTRAS EMPRESAS Y CENTROS QUE PARTICIPA EL I. N. I.			
FABRICA DE SEVILLA	ARTILLERIA LIGERA Y SUS MUNICIONES	E. N. BAZAN (100%)	ARTILLERIA Y MUNICIONES		
FABRICA DE OVIEDO	ARMAS DE REPETICION AUTOMATICAS	ASTILLEROS ESPAÑOLES, S.A. (50%)	ARTILLERIA Y MUNICIONES		
FABRICA DE LA CORUÑA	(AMETRALADORAS) HASTA CALIBRE 20mm.	EXPERIENCIAS INDUSTRIALES, S. A. (70%)	DIRECCIONES DE TIRO, RADAR-ELECTRONICA		
FABRICA DE PALENCIA	CARTUCHERIA DE ARMAS INFANTERIA HASTA CALIBRE 32 mm.	EMPRESA NACIONAL DE OPTICA, S. A. (100%)	APARATOS DE PUNTERIA		
FABRICA DE TOLEDO	CARTUCHERIA DE ARMAS LIGERAS, ARMAS BLANCAS Y ARTIFICIOS EXPLOSIVOS	C. E. T. M. E. (100%)	INVESTIGACION Y DESARROLLO DE ARMAMENTO		
FABRICA DE GRANADA	POLVORAS DE SIMPLE, DOBLE Y TRIPLE BASE, MECHA DETONANTE.				
III INDUSTRIAS PRIVADAS					
S. A. DE PLACENCIA DE LAS ARMAS	ARTILLERIA Y MUNICIONES	PERSONAL EMPLEADO (1-12-71)			
PLASTICAS ORAMIL, S. L.	GRANADAS DE MANO				
STAR BONIFICADO ECHEVERRIA, S. A.	SUBFUSILES Y ARMAS CORTAS				
ESPERANZA Y COMPAÑIA, S. A.	MORTEROS Y SUS MUNICIONES				
INSTALAZA, S. A.	LANZAGRANADAS Y GRANADAS DE FUSIL				
TALLERES MERCIER, S. A.	PROYECTILES (CUERPOS) DE ARTILLERIA				
UNION EXPLOSIVOS RIO TINTO, S.A. (GALDAGANCO)	POLVORAS, EXPLOSIVOS Y CARGA DE PROYECTILES				
EXPLOSIVOS ALAVESES	CARGAS, EXPLOSIVOS, MIRAS Y ARTIFICIOS				
				GRUPO I.....	3000 Personas.
				GRUPO II a).....	3.800 Personas.
		GRUPO II b).....	33.500 Personas.		
		GRUPO III.....	3.200 Personas.		

Cuadro de la situación de la industria de armamento en 1951 en el libro de Roig Ruiz

Inicialmente no se traspasaron las fábricas de Trubia, Murcia, Granada, Valladolid y la Maraños, ni el Taller de Precisión y los Polígonos de Experiencias de Carabanchel y Costilla. Con posterioridad sí lo harían las fábricas de Murcia, Granada, Valladolid y Trubia.

El 22 de febrero de 1963 se celebró la primera Junta de Gobierno del Colegio Oficial de Ingenieros de Armamento, COIAM.

En 1964, por el Decreto 3058 de 28 de septiembre (D.O. nº 230), se estableció que la Escuela Politécnica se convirtiese en Escuela Técnica Superior en desarrollo de la Disposición final segunda de la Ley sobre Ordenación de las enseñanzas Técnicas de 20 de julio de 1957 (BOE nº 230). Con ello se confirmó que los ministerios militares tenían la facultad de organizar sus propias enseñanzas técnicas otorgando títulos expedidos por sus ministros.

La Escuela Politécnica del Ejército pasó también por ello a denominarse *Escuela Politécnica Superior del Ejército*, EPSE (actualmente reconocida con el acrónimo ESPOL).

Posteriormente por Orden de 5 de mayo de 1968 (D.O. nº 111) se creó el título de Doctor.

Se establecen las convalidaciones de asignaturas cursadas en Escuelas civiles (Decreto 2889/1972 de 15 de septiembre, BOE nº 242), con el objetivo de terminar la carrera de 5 años en el menor número de años posibles con el fin de atender a las necesidades que se requerían.

En los años 80 un ingeniero industrial de la especialidad mecánica o eléctrica cursaba la carrera en tres años, promocionándose con los que estaban en 1º cuando entraron en la ESPOL, es decir con los que terminaron la carrera dos años después, en 5 años.



**Emblemas y distintivos
de Doctor Ingeniero de Armamento**



Formación de alumnos del CIAC donde se observan algunos de procedencia de la Escala de Complemento del Aire y de la Armada del archivo de la Escuela Politécnica en 1987

Para premiar cada cuatro años al ingeniero de Armamento que más méritos hubiera realizado en el ejercicio de su profesión, seleccionado por votación entre todos los miembros del CIAC, por Orden Circular de 20 de mayo de 1972, se creó el premio ELORZA.

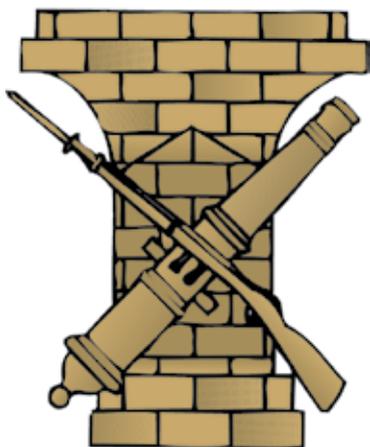
Por el Decreto 731 de 27 de marzo de 1973 (BOE nº 91) se permitió el ingreso en la EPSE para procedencias de suboficial de milicias.

En 1974 por la Ley de Bases 13/74 de 30 de marzo, de Organización de las Escalas Básicas de Suboficiales y Especial de Oficiales se creó la *Escala Especial de Jefes y Oficiales Especialistas*, EEJOE, en la que se integrará la escala Auxiliar del CAIAC.

En 1978 por Orden de 27 de marzo la escala de ayudantes del CAIAC pasó a denominarse *Cuerpo de Ingenieros Técnicos de Armamento y Construcción*, CITAC.

En 1978 se creó el *Ministerio de Defensa*, y en él, la *Dirección General de Armamento y Material*, DGAM, en cuya estructura se incluyó la Subdirección General de Centros en la que se integraron los grandes Centros del Cuerpo: TPYCEA, PEC, LQCA, FNM y PECOS, y en la que como Subdirector se nombró al General Ingeniero de Armamento más antiguo. En la DGAM también se ejerció el servicio de la inspección de las fábricas militares, integradas en el INI.

En 1986 por orden ministerial 38/1986 de 28 de abril se establece el emblema actual del Cuerpo en el que los principales cambios sobre el anterior consisten en que el pilar de puente es más robusto y que el fusil se coloca en el plano sobrepuesto al tubo de cañón.



Emblema actual del CIPET

En este período los miembros del CIAC tuvieron actuaciones relevantes entre las que, sin poder ser exhaustivos por razones de espacio, no se pueden olvidar las siguientes:

El **general de división José Gutiérrez Benito**, de la 1ª promoción del CIAC, que fue el primer general inspector de la rama de armamento del CIAC salido de la EPSE, procedía de la Universidad con la titulación de Ingeniero Industrial y fue el primer Director General de Armamento y Material entre 1977 y 1980.

El **general de división José Antonio Andrés Jiménez**, de la 4ª promoción del CIAC, licenciado en Ciencias Exactas, fue Director del Taller de Precisión entre 1972 y 1977, fue nombrado director gerente de la Empresa Nacional Santa Bárbara, Director General de Armamento y Material del Ministerio de Defensa y presidente del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial, INTA, en 1987.

El **coronel Francisco Lanza Gutiérrez**, de la 7ª promoción del CIAC, que tuvo destinos en el Laboratorio Químico Central de Armamento y en el Taller de Precisión de Artillería, ente 1954 y 1956 completó su formación comisionado en Estados Unidos donde obtuvo el Máster of Science en electrónica en la Universidad de Stanford y el Curso de Control estadístico de la calidad de ingeniería de dirección en el Arsenal de Rock Island. Pasó a la Fábrica de Municiones de Palencia en 1958 de la que fue subdirector y a la Fábrica Nacional de Toledo de la que fue su Director en 1977. Fue autor de más de 30 artículos sobre municiones y granadas de mano. Su publicación más relevante es su Tratado de Cartuchería declarado de interés para los tres Ejércitos. Doctor en Ciencias Químicas en 1954 y doctor ingeniero de Armamento en 1969. Recibió el premio Elorza en 1980.

El **coronel Francisco Aguilar Bartolomé**, de la 9ª promoción del CIAC, licenciado en Ciencias Químicas y licenciado en Farmacia, doctor en Ciencias Químicas, doctor ingeniero de Armamento. Destinado en el PEC y en la EPSE, de la que fue su jefe de Estudios de 1982 a 1984. Autor de más de 20 artículos sobre pólvoras y explosivos. Trabajó en la Junta de Energía Nuclear en la que publicó su libro "*Explosivos y sus aplicaciones*" en 1970. Obtuvo el premio Elorza en 1972.

El **general de división Guillermo Jenaro Garrido**, de la 12ª promoción del CIAC, procedente de Artillería, fue el impulsor del desarrollo del cohete Teruel que se fabricó por la ENSB, autor de más de 30 publicaciones sobre ingeniería de armamento en todos sus disciplinas (balística exterior, balística interior, bocas de fuego, blindajes, proyectiles, cohetes, ...), recibió diversos premios destacando, el Elorza en 1976, el Daoíz en 1988, y el Fernández Medrano en 2010.



Cohete Teruel en ejercito.mde.es

El **general de división Leonardo Larios Aracama**, de la 17ª promoción del CIAC, procedente de Artillería, fue el Director de la EPSE de 1991 a 1994, fue el Jefe de la Dirección de Infraestructura del MALE del Ejército en 1994 y Director General de Infraestructuras del Ministerio de Defensa entre los años 1997 y 2001.

El **general de brigada Enrique Hidalgo Lozano**, de la 18ª promoción del CIAC, procedente de Artillería, fue Subdirector General de Relaciones Internacionales de la Dirección General de Armamento y Material del Ministerio de Defensa entre 1995 y 1997.

El **general de división Ricardo Torrón Durán**, de la 19ª promoción del CIAC, procedente de Artillería, doctor ingeniero de Armamento, licenciado en Económicas, licenciado en Informática, diplomado en Investigación Militar Operativa, Estadística Militar, Informática Militar y Logística, Ha sido el director del Instituto Nacional de Estadística, INE, el jefe de la Dirección de Infraestructura del Ejército y el Subdirector de Servicios Técnicos del Ministerio de Defensa. En la actualidad es académico de número de la Real Academia de Ingeniería.

Además de las actuaciones personales descritas son de resaltar también actuaciones llevadas a cabo por ingenieros del CIAC en equipos que trabajaron en Centros militares o en Industrias como:

El fusil de asalto CETME

El general de brigada (con carácter honorífico) Luis Wihelmi del Castillo, doctor ingeniero de Armamento, de la 4ª promoción del CIAC, y el coronel Ignacio del Riego Fernández, doctor ingeniero de Armamento, de la 3ª promoción del CIAC, tuvieron un papel importante en el equipo que desarrolló el fusil de asalto CETME. El coronel del Riego fue el director de CETME, y el general Wihelmi fue decano del Colegio Oficial de Ingenieros de Armamento. El fusil de asalto se concibió en 1949 y en 1957 se declaró reglamentario.



Fusil de asalto CETME en el libro de Molina

El vehículo BMR



BMR en el nº 759 de la *Revista Ejército*

El BMR fue concebido por un equipo de ingenieros del CIAC que dirigió el general de brigada Torres Espinosa (ya citado) en su empleo de coronel, y los capitanes Bermúdez de Castro, Azpiroz Calin y Segurado Cabezas (promociones del CIAC 19, 21 y 25 respectivamente), formado en 1972 y que concluyó sus trabajos en 1973.

Los manómetros CRUSHER

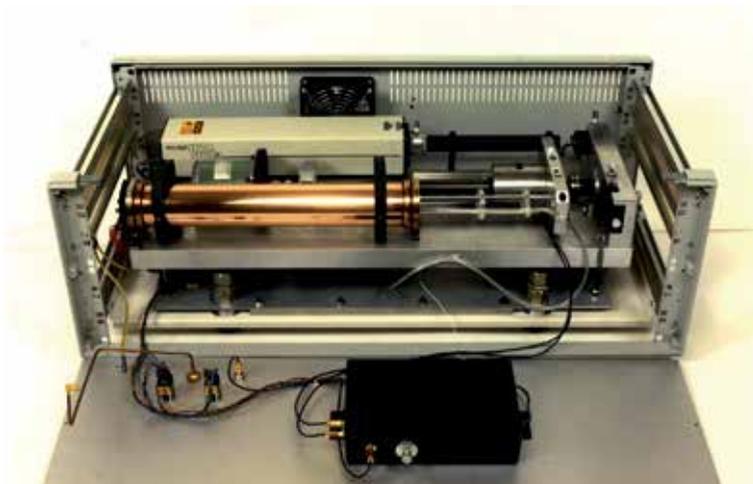
Como herederos de la misión encomendada al Taller de Precisión y Centro Electrotécnico de Artillería por Real Orden de 13 de junio de 1904 de unificar la medida de presiones en las bocas de fuego mediante la construcción y el contraste (calibración) de los manómetros crusher, los artilleros y posteriormente los Ingenieros de Armamento, fueron desarrollando e introduciendo mejoras en los sucesivos diseños hasta llegar a 1991 y 2005, años en los que los modelos del taller MT-26 y MT-43 respectivamente superaron las pruebas de homologación de la OTAN, publicadas en el AEP-23, en las que se presentaron junto a las únicas naciones de Estados Unidos, Alemania, Reino Unido y Francia.



Manómetro Crusher MT 43 del archivo fotográfico del Taller de Precisión de Artillería

Los Patrones de Referencia Nacionales del TPYCEA

Para mantener la labor histórica del Taller de Precisión de Artillería llevada a cabo en la Metrología de más alto nivel en España que comenzó con el empleo de un metro prototipo de acero contrastado con el del Bureau Internacional de Pesas y Medidas de París en 1901, que fue el único patrón operativo en España, se continuó entre los años 1985 a 1995 en los que se mantuvo la referencia nacional en las áreas de la Metrología de Dimensiones, Electricidad y Radiofrecuencia, dentro del Sistema de Calibración Industrial del Ministerio de Industria y Energía (Resolución de 16 de diciembre de 1985 del MINER), y se culminó en el año 2001 por Real Decreto 346/2001 (BOE nº 94), cuando se declaró al Centro como depositario del Patrón Nacional de Atenuación en Radiofrecuencia como Laboratorio Asociado al Centro Español de Metrología.



Patrón Nacional del archivo fotográfico del Taller de Precisión de Artillería

7.-LA INGENIERÍA MILITAR DE ARMAMENTO EN LA ACTUALIDAD, EL CUERPO DE INGENIEROS POLITÉCNICOS DEL EJÉRCITO DE TIERRA

En 1989 por la Ley 17/1989 de 19 de julio, reguladora del régimen del personal militar profesional, se crea el actual Cuerpo de Ingenieros Politécnicos del Ejército de Tierra, CIPET, para el que las principales novedades fueron:

- Se abre la posibilidad de acceso por ingreso directo, con el título civil, sin necesidad de la realización completa de los estudios de ingeniería de armamento que hasta entonces se efectuaban, por lo que aparece el riesgo de pérdida del título.
- Se hace necesario una formación militar previa en la Academia General Militar.
- Se ingresa en el Cuerpo con el empleo de teniente.
- Se crea una escala única, la Superior por lo que se declara a extinguir el CITAC. La EEJOE pasa a ser la Escala Media del Cuerpo de Especialistas del Ejército.

A partir de ese momento se hace preciso reinventar a los ingenieros de Armamento para que se pueda continuar la función que históricamente había realizado. Como primer paso, en 1993, por la Ley 14/93 de Plantillas de las FFAA se crea la Escala Técnica del CIPET.

En el año 1989 se crea el *Laboratorio Central de Armamento, Material y Vehículos*, LABCAMVE, dentro del Mando Logístico del Ejército de Tierra, el cual queda bajo el mando y dirección de un teniente coronel Ingeniero de Armamento. Este centro cambiaría con posterioridad su denominación a la actual de *Laboratorio Central del Ejército*, dependiendo de la Dirección de Sistemas de Armas.

En 1994 por la Resolución 442/38319/1994 se fija la necesidad de un año adicional de formación en la ESPOL para el ingreso directo con titulación civil. De ese año se habrían de emplear 6 meses para la formación militar en la Academia General Militar. Una formación técnica de 6 meses comparada con la de 3 a 4 años que se empleaban en el CIAC resultaba claramente insuficiente. Los estudios de ingeniero de Armamento necesarios para cumplir la misión que históricamente había desarrollado el Cuerpo Técnico del Ejército. Este problema se hace aún más agudo pues esos estudios no se pueden impartir en una universidad civil.

En 1997, por el Reglamento de Cuerpos, Escalas y Especialidades Fundamentales de los militares de carrera, se crean las 3 especialidades fundamentales actuales del CIPET en su escala superior:

- ARMAMENTO
- CONSTRUCCIÓN
- TELECOMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA

Y las 4 especialidades fundamentales actuales en su escala técnica:

- MECÁNICA
- QUÍMICA
- CONSTRUCCIÓN
- TELECOMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA

En 1998 por Real Decreto 1754 de 31 de julio (BOE nº188) los títulos de ingeniero de Armamento y Material y de Construcción y Electricidad entran en el catálogo de títulos del Ministerio de Educación.

Por la Ley 17/1999 de 18 de mayo (BOE nº 119) de Régimen del Personal de las Fuerzas Armadas, a los miembros del CIPET se les asigna, además de las funciones clásicas del CIAC, la función de mando, y también se establece que el personal del CITAC se integrará en la Escala Técnica del CIPET, pudiendo tener los empleos de alférez a teniente coronel. Así mismo, cambia el estatus de los ingenieros para trabajar en empresas del sector de defensa y es necesario que sean proyectos que a juicio del SEDEF se consideren relevantes para la defensa para ocupar destino de servicios especiales.

En el Reglamento General de Ingreso y Promoción del Personal de las Fuerzas Armadas publicado en el año 2000 por Real Decreto 1735/2000 (BOD nº 208) se establece que para el ingreso en los Cuerpos de Ingenieros de los tres Ejércitos habrá dos posibilidades, como militar de carrera por cambio de Cuerpo siempre que se tenga la formación requerida, y por ingreso directo cuando se esté en posesión de la titulación requerida en cada convocatoria de ingreso.

En el año 2001 las fábricas de armamento de la Empresa Nacional Santa Bárbara son vendidas a la empresa estadounidense General Dynamics, y los ingenieros de Armamento tienen que volver a solicitar al SEDEF una nueva designación de proyecto relevante.

En el año 2002 por Resolución 551/18565/02 de 2 de diciembre (BOD nº 240) se convoca el primer Curso de Ciencias Aplicadas a la Ingeniería (CCAI) que es el que se ha considerado como necesario para que los miembros del Cuerpo General de las Armas y los de la Escala Técnica del CIPET, obtengan la formación necesaria para acceder a la formación específica para obtener la titulación de ingeniero de Armamento y poder optar a ingresar en la Escala Superior del CIPET. Este curso se establecía como de especialización conforme a efectos de aplicación de la Orden Ministerial 37/2002 de 7 de marzo, sobre Normas Generales de la Enseñanza Militar de Perfeccionamiento. Este curso tiene la duración de 1 año se impartiría en la ESPOL y sería el equivalente al antiguo Preparatorio.

Al poco, en el año 2003 por resolución 551/10971/03 de 24 de junio, se establece el plan de estudios para el curso para la obtención de los títulos de ingeniero de Armamento y Material y de ingeniero de Construcción y Electricidad (COT) que es el que se considera como necesario para que los miembros del CIPET, obtengan la formación imprescindible para la obtención de dichas titulaciones. Este curso se establecía como de especialización conforme a los efectos de aplicación de la Orden Ministerial 37/2002 de 7

de marzo, sobre Normas Generales de la Enseñanza Militar de Perfeccionamiento. Tiene la duración de 2 años, se impartiría en la ESPOL y se indican todas las asignaturas con los créditos de cada una que suman un total de 90 para todo el curso.

Ese mismo año 2003 por Resolución 551/19521/03 de 18 de noviembre (BOD n° 230) se convoca el primer COT.

Como consecuencia de esta estructuración, los estudios que tendría un ingeniero de Armamento del CIPET de ingreso directo serían el segundo semestre del año de enseñanza de formación conforme a la Ley 17/1999 mencionada, más los dos años de enseñanza de perfeccionamiento del COT. Estos dos años y medio le darían el total de créditos necesarios para obtener el título.

Un ingeniero de Armamento del CIPET que hubiera ingresado por cambio de Cuerpo tendría el año adicional de estudios que supone el CCAI.

Se considera necesario hacer notar los aspectos especiales de esta nueva enseñanza como son:

- La no necesidad de posesión del título de ingeniero de Armamento para el ingreso en el CIPET (se ingresa con el segundo semestre de la enseñanza de formación).
- Los créditos del Curso de Obtención del Título no son suficientes para la titulación, son necesarios los previos de la enseñanza de formación.

Por todo esto en el segundo semestre de la enseñanza de formación se cursan asignaturas propias de la ingeniería de Armamento.

Además, que el final de la definición de esta estructura docente fuera en 2003, dejó varias promociones del CIPET sin título de ingeniero de Armamento, para las cuales hubo que realizar convocatorias extraordinarias específicas.

También en este año 2003 por Orden Ministerial 14/2003 de 7 de febrero se crea el premio Fernández de Medrano para recompensar de forma relevante a los miembros del CIPET que sobresalgan de forma excepcional por sus virtudes militares y capacidad profesional acreditadas por su prestigio, constante disponibilidad, dedicación y eficacia en el servicio. Así mismo se establece una periodicidad para la concesión del mismo de 5 años.

Ese mismo año por el Real Decreto 207/03 de 21 de febrero se aprueba el Reglamento de Cuerpos, Escalas y Especialidades de las Fuerzas Armadas, en el que se establecen los cometidos y campos de actividad del CIPET en sus dos escalas, y se indica las procedencias para el ingreso que aparte de las ya vistas de ingreso directo y cambio de Cuerpo aparece la como procedencia c) la de promoción interna para acceder desde escalas inferiores del mismo Cuerpo.

En el año 2004 se hacen oficiales los planes estudios para la enseñanza de formación del CIPET en sus dos escalas por la Orden Ministerial 11/2004 de 6 de febrero por la que se aprueban. Se indican las asignaturas con sus créditos del primer semestre de formación militar en la Academia General Militar, y las del segundo semestre de formación técnica en la ESPOL con sus créditos correspondientes que suman un total de 43 en este semestre.

Al finalizar el primer semestre se obtiene el empleo de alférez alumno y al finalizar el segundo se obtiene el de teniente del CIPET.

El título de ingeniero de Armamento y Material ya no lo firma el ministro sino el director de la ESPOL en nombre del ministro.

En el año 2007 la Ley de la Carrera Militar 39/2007 de 19 de noviembre, introduce cambios importantes para el CIPET, pues sus escalas pasan a denominarse Escala de Oficiales y Escala Técnica. Además de indicar que los empleos de los componentes de la Escala Técnica serán de teniente a teniente coronel.

En el año 2009 se crea la Jefatura de Ingeniería del MALE del Ejército, bajo la Dirección de un General de las Ramas de Armamento o Telecomunicaciones y Electrónica que nace con el objetivo de aglutinar las actividades técnicas de todos los Ingenieros Politécnicos del Ejército de Tierra, haciendo más eficiente la labor de ingeniería y evitando duplicidades.

Por Real Decreto 1287 de 15 de octubre de 2010 se crea el Instituto Tecnológico la Marañosa, ITM, en el que se incorpora todos los Establecimientos que se encontraban en la Subdirección General de Tecnología y Centros de la DGAM y que tradicionalmente se encontraban bajo mando y dirección de coroneles del CIPET:

- 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, creado en el Taller y Centro Electrotécnico de Ingenieros (TYCE) en 1995, y que es lo único que quedaba del mismo tras su cierre en 1998.
- El Centro de Investigación y Desarrollo de la Armada (CIDA).

Se nombra su Director al general de brigada ingeniero de Armamento del CIPET **José Luis Orts Palés**.

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 tres Ejércitos.

Con esta restructuración el CIPET se queda así sin Establecimientos bajo el mando específico de un coronel de las Ramas de Armamento y de Telecomunicaciones del Cuerpo, con la única excepción del Laboratorio Central del Ejército de la Dirección de Sistemas de Armas del Mando Logístico del Ejército de Tierra, que desde el año 2012 está bajo el mando de un coronel del CIPET, y la posibilidad de alternancia con cuerpos de ingenieros de otros cuerpos de ingenieros de ejercer el mando y dirección del CET, que goza con un estatus parecido a un Establecimiento dentro del ITM.

De lo expuesto anteriormente se desprende que las actuaciones de la ingeniería de Armamento en el Ministerio de Defensa se ciñen a la intervención en los aspectos técnicos del material de defensa, en especial los relacionados con el armamento, en temas tales como el asesoramiento, el sostenimiento, la prueba y evaluación, la inspección, la certificación, el desarrollo de prototipos y la investigación.

8.-REFLEXIÓN FINAL

Sería de desear que este artículo sirva para intentar modificar la tendencia histórica manifestada en gran número de publicaciones en este sentido, de considerar que los ingenieros militares han sido sólo los dedicados a la tarea de la construcción. Tal vez sea porque sus obras están muy presentes en todos los ámbitos de la sociedad y han perdurado en el tiempo. fortificaciones, castillos, monumentos incluso obra civil.

La obra de los ingenieros militares de armamento, descrita a lo largo de todo este artículo, se puede resumir en la importante contribución al desarrollo industrial de España, y también a sus avances científicos (claro ejemplo es la metrología militar). Los testimonios de esta obra solo están en los museos y ya no están en las fábricas (las cuales están bajo la dirección de ingenieros civiles o cerradas).

Esperamos que no se olvide que la ingeniería militar de armamento es la especialidad entre todas las ramas de los Cuerpos de ingenieros de los tres Ejércitos, cuya formación es la más difícil de conseguir en la universidad civil, y confiamos en que no deje de estar presente en los desarrollos y que sus ingenieros puedan seguir participando como “inventores, “proyectistas”, “artistas de la ingeniería”,...

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR BARTOLOMÉ, Francisco: *Los Explosivos y sus aplicaciones*. Servicio de Publicaciones de la Junta de Energía Nuclear, Madrid, 1972.
- ÁLAVA, Diego: *El perfecto capitán. Instruido en la disciplina Militar y nueva ciencia de la Artillería*. Madrid, Imprenta de D. Pedro Madrigal, 1590.
- ALMIRANTE, J.: *Diccionario Militar, Etimológico, Histórico, Tecnológico*. Madrid, Imp. y Lit, de Depósito de Guerra, 1869.
- ARÁNTATEGUI Y SANZ, José: *Apuntes para la Historia de la Artillería Española en los siglos XIV y XV*. Imprenta del Cuerpo de Artillería, Madrid, 1891
- A.A.V.V.: *Reglamento de Nuevo Pie del Real Cuerpo de Artillería*. Imp. A. Marín, Madrid, 1762.
- A.A.V.V.: *Catálogo del Taller de Precisión, Laboratorio y Centro Electro-técnico de Artillería*. Madrid, 1907.
- A.A.V.V.: *Catálogo de la Fábrica de Artillería de Sevilla*. Madrid, 1929.
- A.A.V.V.: *Catálogo de la Pirotecnia militar de Sevilla*. Imp. J. Giralt. Barcelona 1929.
- A.A.V.V.: *Catálogo de la Fábrica de Armas de Toledo*. Blass S.A. Madrid, 1930.
- A.A.V.V.: *Catálogo de la Fábrica de Armas Portátiles de Oviedo*. Suc. de Rivadeneyra, Madrid, 1930.
- A.A.V.V.: *Catálogo de la Fábrica Nacional de Trubia*. Talleres Mateu, Madrid, 1930.
- A.A.V.V.: *Catálogo de la Fábrica de Pólvoras de Murcia*. Blass S.A., Madrid, 1930.
- A.A.V.V.: *Catálogo de la Fábrica de Pólvora y Explosivos de Granada*. López-Guevara, Granada, 1929.
- A.A.V.V.: *Catálogo del Taller de Precisión, Laboratorio y Centro Electro-técnico de Artillería*. Blass S.A., Madrid, 1930.
- A.A.V.V.: *Proyecto de la Escuela Politécnica del Ejército*. Escuela Politécnica del Ejército, Ejército de Tierra, Madrid, 1946.
- A.A.V.V.: *Reglamento de la Dirección de Tiro "Costilla"*. Imp. Servicio Geográfico del Ejército, Madrid, 1957.
- A.A.V.V.: "Armamento, material y equipo del Ejército de Tierra", en *Revista Ejército*, nº 759, Ministerio de Defensa, Madrid, 2004.
- BARRIOS, Cándido: *Tratado elemental de armas portátiles*. Imp. Fortanet, Madrid, 1872.

- BARRIOS GUTIÉRREZ: “La enseñanza de la Artillería antes del Colegio de Segovia”, en *Revista de Historia Militar*, nº 28, Servicio Histórico Militar, Madrid, 1970.
- BRISQUET, M^a de los Reyes y FUERTES, Encarnación: “Las academias de Artillería en América en el siglo XVIII”, en *Militaria. Rev. de Cultura Militar*, nº 10. Servicio de publicaciones, UCM, Madrid, 1997.
- CARRASCO Y SÁIZ: “Apuntes sobre los sistemas y medios de instrucción del Cuerpo de Artillería”, en *Memorial de Artillería*, tomos XVIII, XIX, XX y XXI de la 3^a Serie (1887-1889).
- CERÓN CUERVO, Francisco: *Algunos datos de Metrología Industrial*. Madrid, 1902.
- CLONARD, Conde de: *Memoria Histórica de las academias militares*. Madrid, 1847.
- COLLADO, Luis. *Plática Manual de Artillería, en la qual se tracta de la excelencia del arte militar y origen de ella*. Milán: Pablo Gotardo Ponce, estampador. 1592.
- FERNÁNDEZ DE MEDRANO, Sebastián: *El perfecto artificial, bombardero y artillero*. Imp. F. Foppens, Bruselas, 1691.
- FIRRUFINO, Julio César: *Platica manual y breve compendio de Artillería*. Madrid, 1626.
- *El perfecto artillero. Theorica y practica*. Madrid, 1642.
- GARCÍA Y GANS, A.: “El C.I.T.A.C. declarado a extinguir”, en *Revista Ejército*, nº 610, Ministerio de Defensa, Madrid, 1990.
- GÓMEZ RAMOS, Francisco J.: “Las escuelas artilleras de Tierra en Cádiz: Antecedentes, desarrollo y proyección actual”, en *Rev. Espacio y Tiempo*, Fac. C. Educ. Univ, Sevilla. Nº 8, pp 99-113. Sevilla, 1994.
- *La industria del armamento en España. De inicios del S.XIX hasta nuestros días. Evolución desde un modelo de industria militar hasta otro de industrias al servicio de la defensa*. Actas de las I Jornadas sobre el patrimonio histórico, técnico e industrial en Defensa, IAPH-M^o de Defensa, 2009.
- GÓMEZ VIZCAÍNO, Juan Antonio: “Quinientos años de presencia de la Artillería en Cartagena”, en *Revista de Historia Militar*, nº 94, Ministerio de Defensa, Madrid, 2003.
- GOVANTES Y NIETO, Juan: *Material de Artillería. Descripción del reglamentario en España. Láminas*. Imp. Del Depósito de la Guerra, Madrid, 1887.
- GUERRERO, Miguel: *Taller de Precisión y Centro Electrotécnico de Artillería (T.P.Y.C.E.A.)*. Madrid, Memorial de Artillería, nº 150, 1994.

- GUTIÉRREZ DÍEZ, Luis y otros: *Escuela Politécnica Superior del Ejército, 1940–1995*. Madrid, Ministerio de Defensa, 1998.
- HERRERO FERNÁNDEZ-QUESADA, M^a Dolores: *Ciencia y Milicia en el Siglo XVII*. Segovia 1992.
- LANZA GUTIÉRREZ, Francisco: *Tratado de cartuchería*. Merino A.G., Palencia, 1978.
- LECHUGA, Cristóbal: *Discurso del capitán Cristóbal Lechuga en que trata de la Artillería y todo lo relacionado a ella, con un tratado de fortificación y otros advertimientos*. Milán, 1611.
- LÓPEZ AGUDO, Carlos y otros: *50 Aniversario Laboratorio Químico Central de Armamento (LQCA)*. Madrid, Colegio Oficial de Ingenieros de Armamento, 2002.
- LÓPEZ MODRÓN, Enrique: “El Rombo en los cuellos de los uniformes 1946–1986”, en *Revista Ejército*, n^o 841, Madrid, 2011.
- MARCHENA, Juan, *La primera academia de ingenieros en América*. Revista Ejército n^o 447. Ministerio de Defensa. Madrid 1977.
- MARTÍNEZ-VAL, José M^a.: *Un empeño industrial que cambió a España, 1850 – 2000. Siglo y medio de Ingeniería Industrial*. Editorial Síntesis, Madrid, 2001.
- MARVÁ y otros: *Derecho de los Ingenieros militares al ejercicio de la ingeniería en la esfera particular*. Imp del Memorial de Ingenieros del Ejército, Madrid, 1902.
- MAZARRASA COLL, Javier de: “Historia acorazada”, en *Revista Española de Defensa*. Madrid, 2013.
- MÉNDEZ PARADA, Pedro: “Un problema de gran interés militar que urge resolver: el Laboratorio de Óptica” en *Memorial de Artillería*, Ministerio de Defensa, Madrid, 1932.
- MOLINA FRANCO, E. y MANRIQUE GARCÍA, J.M.: *CETME: 50 años del fusil de asalto español*. Madrid, 2005.
- MORLA Y PACHECO, Tomás, *Tratado de artillería para uso de la Academia de Caballeros Cadetes del real cuerpo de Artillería dividido en tres tomos y otro de láminas*. Imp. J, Espinosa, Segovia, 1816.
- MORTERA PÉREZ, Artemio: “S.O.S. Museos”, en *Revista española de historia militar*, n^o 4. Ed A.F. Madrid, 2000.
- MUÑOZ, Juan Miguel y otros: *La Academia de Matemáticas de Barcelona. El legado de los ingenieros militares*. Madrid, Ministerio de Defensa, 2004.
- OCERÍN, E.: “Pasado, presente y futuro de nuestra ingeniería”, en *Memorial de Ingenieros de Armamento*, 1956.

- “Apuntes para la historia de la fábrica de Artillería de Sevilla, I y II”, en *Revista de Historia Militar* nº 19 y 20. Ministerio de Defensa, Madrid, 1965 y 1966.
- OLLERO CARMONA, Diego: *Tratado de cálculo de probabilidades*. Imp. Del Cuerpo de Artillería, Madrid, 1879.
- PÉREZ DE SEVILLA Y AYALA, Vicente: *La Artillería en los Sitios de Cádiz*. Dip. Prov. Cádiz, 1976.
- PÉREZ RODRÍGUEZ, Juan José: “Armas blancas reglamentarias en la fundación de la Real Fábrica de Toledo: los modelos de 1761”, en *Revista de Historia Militar*, nº 101. Ministerio de Defensa, Madrid, 2007.
- PÉREZ RUIZ, Pedro: “El Mariscal Elorza”, en *Revista Ejército*, año X, nº 111, Madrid, 1949.
- PENACHO RÓDENAS, Jesús: “Más sobre el CIAC (A)”, en *Revista Ejército*, nº 589, Ministerio de Defensa, Madrid, noviembre, 1989.
- PLANA, Agustín: *Hierros, aceros y fundiciones: ensayos completos*. Madrid, Imprenta del Memorial de Artillería, 1926.
- RABANAL, Aurora: *Las reales fundiciones españolas del siglo XVIII*. Madrid, Servicio de publicaciones del EME, Ministerio de Defensa, 1990.
- RÍOS, Vicente de los: *Discurso sobre los ilustres autores e inventores de artillería, que han florecido en España, desde los Reyes Catholicos*. Imp. Ibarra, Madrid, 1767.
- ROIG RUIZ, Santiago: “Situación y problemas de la industria de armamento del Ejército de Tierra”, en *Memorial del Colegio Oficial de Ingenieros de Armamento*, nº 56. Madrid, 1951.
- SÁENZ SAMANIEGO, Santiago: *Ejército y fotografía. Crónica en blanco y negro (1850-1930)*. Ministerio de Defensa. Madrid 2007.
- SAN PABLO DE LA ROSA, Victoriano: “El Polígono de Experiencias de Carabanchel”, en *Revista Ejército*, nº 566. Ministerio de Defensa. Madrid, 1987.
- SÁNCHEZ GARCÍA, Antonio, y otros: “Primer centenario del Taller de Precisión y Centro Electrotécnico de Artillería”, en *Revista del Colegio Oficial de Ingenieros de Armamento*, nº 150. Madrid, 1998.
- SÁNCHEZ GÓMEZ, Julio: *La minería férrea en el Reino de Castilla*. Univ. de Salamanca, 1989.
- TORRÓN DURÁN, Ricardo: *La lanza y el escudo (la ingeniería de sistemas de defensa)*. Ed. Real Academia de Ingeniería, Madrid, 2002.
- UFANO, Diego: *Tratado de Artilleria y uso della*. Bruselas, Imprenta de Iván Momarte, 1613.
- VEGA VIGUERA, Enrique de la: *Sevilla y la Artillería*. Sevilla, 1974.

VIGÓN, Jorge: *Historia de la Artillería Española, Tomos I, II, III*, Instituto Jerónimo Zurita, C.S.I.C., Madrid, 1951.

WIHELMI DEL CASTILLO, Luis: “Nacimiento de un arma. El fusil español CETME (Resumen abreviado)”, en *Revista del Colegio Oficial de Ingenieros de Armamento*, nº 153. Madrid, 1998.