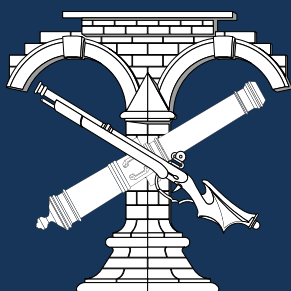




RELEVO DEL GENERAL INSPECTOR

ARTÍCULOS

- *La Escala Técnica del CIP: Origen y solución histórica*
- *700 años de Granada y la pólvora*
- *El Departamento NBQ de la Marañosa*





Portada: Relevo en la dirección del CIP

DIRECCIÓN

Joaquín de la Torre Fernández
General de división

REDACCIÓN

José Luis Molina García
Coronel

COORDINACIÓN

Antonio Cantero Obregón
Comandante
Santiago de la Fuente Martín
Comandante

CONSEJEROS

Patricia Ortega García
General de división
Manuel Blasco Gómez
General de brigada
José Vicente Haro Martínez
General de brigada
José Luis Requena
General de brigada
José Ignacio Yenes Gallego
Coronel
Pedro Bueno Fernández
Coronel
Luis Recio González
Coronel
Ignacio Barbero Arrabe
Coronel
Jaime Michelena García
Teniente coronel
Alejandro Carballo Rodríguez
Comandante

DISEÑO Y MAQUETACIÓN

MINISTERIO DE DEFENSA / ESPOL

Carlos Quinto Díaz
Cabo mayor

NIPO: 083-15-179-5
Edición impresa

NIPO: 083-15-180-8
Edición en línea

ISSN: 2444-7757
Edición en línea

Depósito legal:M-30525-2023

SUMARIO

NÚMERO 11•AÑO XI•NOVIEMBRE 2024

PRESENTACIÓN DEL DIRECTOR

4

Joaquín de la Torre Fernández
General de división

INGENIEROS ILUSTRES

6

CORONEL DOCTOR INGENIERO JOAQUÍN AYMERICH LÓPEZ

CENTROS Y ORGANISMOS

- TOMA DE MANDO DEL CORONEL D. JOSÉ LUIS RIVERA EN EL CENTRO DE ENSAYOS DE TORREGORDA 10
- TOMA DE MANDO DEL ILMO. SR. CORONEL D. JOSÉ RAMÓN MONTESINOS FUERTES COMO JEFE DE LA COMANDANCIA DE OBRAS Nº 5 DE CANARIAS 12

RETAZOS DE LA HISTORIA

- EL CÓMO Y EL POR QUÉ DEL SERVICIO MILITAR DE CONSTRUCCIONES 66
Jose Manuel Padilla Barrera
Teniente coronel CIP (R)
- CENTENARIO DE LA FÁBRICA DE LA MARAÑOSA 72
Manfredo Monforte Moreno
General de división (retirado)
- INGENIEROS MILITARES CANARIOS EN EL SIGLO XIX 80
Jose Manuel Padilla Barrera
Teniente coronel CIP (R)



SECCIONES

NOTICIAS DEL CUERPO

- Presidencia del General Director de Ingeniería del MALE en el acto de Relevo de la Guardia del Cuartel General del Ejército 86
- Acto de imposición de faja al General de Brigada Excmo. Sr. D. José Luis Requena Santos 88
- Conmemoración de la creación del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos del Ejército de Tierra 92

Este memorial se puede solicitar en papel en la modalidad de impresión bajo demanda. Impreso de solicitud disponible en el memorial.

Los números editados se pueden consultar en formato electrónico en:

<https://publicaciones.defensa.gob.es/inicio/revistas>

APP Revistas Defensa: disponible en tienda Google Play

<http://play.google.com/store> para dispositivos Android,

y en App Store para iPhones y iPads, <http://store.apple.com/es>

Este memorial tiene por objeto promover la conservación de los valores y tradiciones que conforman el acervo identificador del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos del Ejército de Tierra, constituyendo además, un medio para la divulgación entre sus miembros, de su historia, de los conocimientos específicos más actuales y de los acontecimientos más significativos en los que participan.

Los trabajos publicados representan únicamente la opinión personal de sus autores.

Edita:



Paseo de la Castellana 109, 28046 Madrid

700 años de Granada y la pólvora 14

D. Jerónimo Palacios Díaz

Doctor en Química y Licenciado en Física

**El Papel de los Ingenieros Politécnicos en el aseguramiento
Oficial de Calidad del Ministerio de Defensa** 26

Jesús Campoy Fernandez

CTE. CIP (EOF) Telecomunicaciones y Electrónica

José Sarriá Sánchez

CTE. CIP (EOF) Telecomunicaciones y Electrónica

Álvaro Diego Martín

CTE. CIP (EOF) Telecomunicaciones y Electrónica

Ruy Gad Tenorio Saiz

CTE. CIP (EOF) Armamento

El Departamento NBQ de la Marañosa 42

Juan Carlos Cabria Ramos

Coronel de Sanidad Militar

Jefe del Departamento NBQ de la Subdirección General de Sistemas Terrestres del INTA)

La Escala Técnica del CIP: Origen y solución histórica 50

Evaristo Grima Resola

TCOL. CIP Instituto de Historia y Cultura Militar

Visión general evolución SILPRE 56

Antonio Manuel Martínez Heredia

CAP. CIP (EOF) Telecomunicaciones y Electrónica



PRESENTACIÓN DEL DIRECTOR

Conocer, divulgar...

General de división

Joaquín de la Torre Fernández



Como ya es habitual, os recuerdo que la finalidad del Memorial del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos es divulgar y promover los valores, experiencias y logros que identifican a nuestro querido Cuerpo, valores que siempre nos han caracterizado y que conforman la historia y prestigio de este gran Cuerpo de Ingenieros Politécnicos del Ejército, así como compartirlos y darlos a conocer no sólo entre nosotros sino también al resto del Ejército para el que, en muchos casos, somos grandes desconocidos, dado el escaso número de efectivos que tiene el CIPET.

Sale a la luz este décimo primer número de nuestro Memorial en el que se recogen excelentes artículos técnicos e históricos de cada una de las especialidades fundamentales del Cuerpo, así como noticias de interés y reseñas de eventos, participaciones, nombramientos y tomas de posesión de nuevos cargos ocupados por nuestros compañeros.

Queridos compañeros y amigos,

Por primera vez tengo el placer y el honor de dirigirme a vosotros desde este Memorial, pues tengo el privilegio y la responsabilidad de ostentar la Inspección del Cuerpo y, por tanto, la Dirección de esta publicación con el firme objetivo, como todos los Inspectores que me precedieron, de seguir impulsando su difusión entre los componentes del CIPET y del Ejército.

Dentro del apartado de semblanzas de ingenieros ilustres del Cuerpo, con el criterio seguido en los números anteriores y con la sana intención de que el reconocimiento de sus méritos sirva de ejemplo y estímulo para el resto de los ingenieros del CIPET, publicamos la del coronel CIPET/EOF/CONS D. Joaquín Aymerich López, gran amigo y compañero sobradamente conocido por todos y toda una referencia en el Cuerpo. Su valía como militar y como ingeniero, es indiscutible.

En este nuevo número del Memorial se recogen numerosos y magníficos artículos que estoy seguro os resultarán del máximo interés. Artículos históricos, otros relacionados con las nuevas tecnologías emergentes, proyectos de infraestructura, etc. Además, en el apartado correspondiente a Noticias del Cuerpo, tenéis la oportunidad de disfrutar, conocer y, en su caso, recordar, la celebración de distintos actos, eventos, nombramientos, tomas de mando, etc., en los que han participado y se han visto envueltos nuestros compañeros del CIPET.

Agradezco de todo corazón el esfuerzo, dedicación y competencia profesional de los componentes del Consejo de Redacción de este Memorial y, por supuesto y ante todo, de los autores de los distintos artículos que conforman este nuevo número de nuestro Memorial, sin cuyo esfuerzo y magníficas aportaciones no hubiera sido posible su edición.

Soy consciente de que somos pocos y que nuestras obligaciones diarias nos limitan, pero os pido a todos, una vez más, que hagáis el esfuerzo de colaborar con vuestras aportaciones a esta revista, ya sea en forma de artículos, noticias o pequeñas reseñas.

¡Merece la pena! Queremos, tenemos y debemos mantener y fomentar el espíritu de Cuerpo que debe caracterizarnos y este Memorial debe ser un fiel reflejo de ello.

Os informo que se celebró en la ESPOL, autorizado por el MADOC, el 27 de septiembre de los corrientes el acto institucional correspondiente al presente año 2024, en el que se conmemoró el octogésimo cuarto aniversario de creación del Cuerpo y en el que renovaron su compromiso con la Bandera los oficiales del CIPET que, en este año 2024, cumplieron sus 25, 40 y 50 años desde su egreso de la ESPOL, así como los que en el presente año 2024 pasaron a la situación de reserva.

Así mismo se celebró en la ESPOL la tradicional cena de gala que tuvo lugar al día siguiente, el 28 de septiembre. Esta cena, que tuvo que ser suspendida en los años 2020 y 2021 por culpa de la pandemia, la recuperamos

hace dos años, y este año ha tenido una buena participación. En las palabras que pronuncié antes del brindis me propuse que superáramos el límite de los 100 participantes para la cena del año que viene. Ojalá sea así.

Por tanto, os pido que me ayudéis para que no decaiga esta cena de gala (la única que celebra el Cuerpo) y os animo a todos a que lo difundáis y participéis pues es una magnífica ocasión para vernos y compartir grandes momentos entre compañeros y familiares en un ambiente distendido y de gran compañerismo.

Por otro lado, aprovecho la oportunidad que me brindan estas páginas para dirigirme personalmente a todos vosotros, oficiales del Cuerpo de ambas escalas y de todas la Especialidades Fundamentales, con el fin de ponerme a vuestra disposición para lo que necesitéis. Estoy, como Inspector del Cuerpo, a vuestro servicio. Mi puerta estará abierta siempre a todos.

En cuanto a la fecha de entrega de la Bandera a la ESPOL sigue sin estar decidida, por lo que seguimos a la espera de que se autorice y comunique el madrinazgo de un miembro de la Familia Real, madrinazgo que ha sido solicitado por el GE JEME.

Con el deseo de que continuemos trabajando con la ilusión, esfuerzo, profesionalidad y compañerismo que caracterizan al Cuerpo de Ingenieros Politécnicos, recibid un fuerte abrazo de vuestro General Inspector.■





CORONEL DOCTOR INGENIERO DE CONSTRUCCIÓN JOAQUÍN AYMERICH LÓPEZ

Mi vida profesional en el ejército comienza en 1983 al ingresar como alumno en la Escuela Politécnica Superior del Ejército, con procedencia civil y titulación de Ingeniero de Caminos.

Realmente ya había estado anteriormente un año en el ejército, primero como soldado y más tarde como oficial de complemento, cumpliendo el servicio militar obligatorio.

En la politécnica, debido a mi especialidad de origen, convalidé gran parte de las asignaturas y terminé la carrera en tres años para ingresar en el entonces Cuerpo de Ingenieros de Armamento y Construcción con el empleo de capitán, sin escalafonar, a la espera de que saliese mi promoción.

En la politécnica descubrí temas nuevos, de los que no tenía ni idea: electrónica, comunicaciones, instalaciones en edificios, etc. A pesar de adquirir solamente conceptos básicos, me han sido de mucha utilidad durante toda la vida.

Mi primer destino fue el hospital militar de Las Palmas, como jefe de mantenimiento. El hospital era nuevo, recién construido con la mejor tecnología del momento. Aunque mi antecesor en el puesto ha-

bía organizado el servicio de mantenimiento, había documentado la mayor parte de las instalaciones y había arrancado para pruebas las más importantes, a mí me tocó poner en marcha el hospital, porque los enfermos y los médicos se trasladaron desde el hospital viejo justo cuando yo llegué,

Es curioso que muchos años después, yo mismo, como jefe del destacamento de la Comandancia de Obras, hice el informe de valoración para enajenación, tras el cierre definitivo del hospital.

Durante mi destino en el hospital se produjo un paréntesis de un año en el que fui destinado forzoso a Vitoria, como jefe de los destacamentos de la Comandancia de Obras de Vitoria, Bilbao y San Sebastián.

Este era el procedimiento vigente para cubrir una vacante necesaria que nadie quería, destinaban forzoso al más moderno, durante un año, con vuelta a su destino de origen. Yo era el último del escalafón, gracias a mi excelente convalidación en la politécnica y a mi mala cabeza, y me destinaron.

En Vitoria tuve mi primer contacto con las obras. Tuve mucha suerte con el personal que me tocó. Yo

era nuevo y completamente ignorante del tema de las obras. Los ingenieros técnicos, que entonces se llamaban ayudantes y los especialistas, al ir de tres en tres, porque eran tres destacamentos tenían el escalafón muy avanzado y me tocó gente antigua con experiencia. Con ellos aprendí el oficio, asombrosamente siendo el jefe.

En Vitoria había una Base (supongo que seguirá existiendo) y eso siempre genera obras, me tocaron unas cuantas. En San Sebastián no hice ninguna obra, solamente algunos informes y valoraciones. En Bilbao tuve mucha obra, Aparte de la residencia militar, un edificio enorme en medio de la ciudad, que estaba casi terminada, se acababa de trasladar un regimiento a las afueras y necesitaban un montón de obras para instalarse.

Es curioso que, debido al procedimiento de dotación de las obras, un ingeniero hacía la valoración inicial, el siguiente hacía el proyecto y el siguiente la dirección de obra.

A la vuelta al hospital de Las Palmas sucedió una cosa que acabó modificando completamente mi trayectoria profesional. Me ofrecieron hacerme cargo de la asignatura de climatización en la Escuela de

Arquitectura de la Universidad de Las Palmas. Llegaron a mí porque no querían un ingeniero industrial, querían alguien que supiera de obras, y además yo tenía a mi cargo la instalación de climatización más grande y más moderna de la isla. Gracias a la politécnica sabía calcular una instalación, y sabía cuál era el manual de referencia más completo. No era mucho, pero era algo, me lancé, pedí la compatibilidad, me la concedieron, acepté y me puse a estudiar.

Me ocupé de la asignatura casi veinte años, hasta que me destinaron a Madrid. El trato que me dieron en la universidad fue muy bueno, no tuve nunca ningún problema. También es cierto que en la universidad casi todos los profesores están a las jefaturas, la dirección, los presupuestos, las publicaciones, etc. Las clases son un asunto secundario. Yo me limitaba a las clases y atender a los alumnos, sin ninguna aspiración a nada, y eso me lo agradecían.

Poco tiempo después me ofrecieron pasarme al servicio militar de construcciones. Necesitaban a alguien fijo porque había mucha obra. Tanto me insistieron que pasé al servicio militar de construcciones. Estuve quince años. Los primeros como jefe del destacamento de Las Palmas y los últimos como jefe de la zona de Canarias. Fueron años de

mucho trabajo. Entre un aparejador civil destinado en el destacamento y yo hicimos cientos de obras en las tres islas de la provincia.

El servicio militar de construcciones decidió cerrar la zona de canarias, entre otras cosas por falta de obras, y pasé destinado de nuevo al hospital militar. Algunas instalaciones estaban obsoletas y otras en muy mal estado, había que sustituir algunas y modificar otras. Aproveché este periodo de relativa tranquilidad para hacer un máster en prevención de riesgos laborales y al terminarlo hice el plan de seguridad y el de emergencias del hospital. Supongo que nadie habrá leído nunca esos documentos.

Solicité el curso de doctorado de la politécnica ya con la idea de hacer una tesis doctoral. El tema en general estaba obligado: climatización. No era un tema que me resultara atractivo, pero si quería hacer una tesis en un tiempo razonable no tenía otra opción. A saber: era profesor de la asignatura y algo sabía, los manuales básicos los tenía encima de la mesa, conocía la bibliografía razonablemente y tenía todos los datos de un experimento que se hizo para otra tesis y que muchos no se utilizaron. Aproveche los periodos de control del curso, que eran en Madrid, para recorrer bibliotecas, librerías técnicas y consultar bases de datos de documentación. En Las Palmas no teníamos nada de eso y no existía internet. Tardé tres años en terminarla. Tras la defensa de la tesis obtuve el título de doctor.

El ejército se acordó de mí una vez más, y me destinó forzoso a la comandancia de obras de Las Palmas. Otra vez proyectos, direcciones de obra, informes y valoraciones.

Unos años más tarde mi mujer decidió que teníamos que volver a Madrid. Me pareció bien. Estaba cansado de las obras y quería dedicarme a la enseñanza. Llamé a la politécnica y les interesó. Como todas las escuelas técnicas tenían problemas con el número de doctores que marca la ley. En dos meses estaba destinado en la escuela.

En la escuela politécnica, profesor nuevo asignaturas nuevas. Otra vez a estudiar. Me dediqué al hormigón, las estructuras metálicas y los riesgos laborales. Sobre los riesgos laborales nos pidieron organizar un curso básico para oficiales reservistas voluntarios. Los reservistas son gente muy entusiasta que emplean una semana al año de sus vacaciones para dedicarla al ejército. Pueden optar por un destino en una unidad o un curso. El curso fue un éxito y lo repetimos varios años, Al tener la escuela las instalaciones necesarias y yo la titulación exigida, emitíamos un título civil legal y recibían algo a cambio de su esfuerzo.

Con el tiempo se retiró el profesor de climatización y recuperé mi asignatura, con la que estaba muy cómodo, tanto que seguí con ella cuando pasé a la reserva hasta el retiro. Me involucre mucho en los cursos de doctorado, dirigí varias tesis y forme parte de todos los tribunales de tesis, que no dirigía yo, que se celebraron en la escuela. Terminé mis años en la escuela como subdirector de doctorado e investigación.

Como anécdota puedo contar que estudie derecho. Me pidieron del colegio de Ingenieros de Caminos que me hiciera cargo eventualmente de la secretaría técnica, porque se había marchado el secretario técnico. Me conocían porque había sido algún tiempo secretario de la demarcación de Las Palmas, por razones parecidas, Traté muchos asuntos legales, como competencias profesionales, convalidación de títulos, etc., y decidí estudiar derecho para ver si entendía porque las leyes que regulaban estos asuntos eran tan extrañas. Terminé la carrera y nunca ejercí ni hice nada relacionado con la abogacía excepto cantar dos años en el coro del colegio de abogados.

En la actualidad, desde que pasé a la reserva, estudio los mercados financieros y programo robot y otras herramientas para especulación. Trabajo para mí y trabajo mucho. Soy con mucha diferencia el peor jefe que he tenido. ■

Impresión Bajo Demanda

Procedimiento

El procedimiento para solicitar una obra en impresión bajo demanda será el siguiente:
Enviar un correo electrónico a **publicaciones.venta@oc.mde.es** especificando los siguientes datos:

Nombre y apellidos
NIF

Teléfono de contacto

Dirección postal donde desea recibir los ejemplares impresos

Dirección de facturación
(si diferente a la dirección de envío)

Título y autor de la obra que desea en impresión bajo demanda

Número de ejemplares que desea

Recibirá en su correo electrónico un presupuesto detallado del pedido solicitado, así como, instrucciones para realizar el pago del mismo.

Si acepta el presupuesto, deberá realizar el abono y enviar por correo electrónico a:
publicaciones.venta@oc.mde.es
el justificante de pago.

En breve plazo recibirá en la dirección especificada el pedido, así como la factura definitiva.

Centro de Publicaciones

Solicitud de impresión bajo demanda de Publicaciones

Título:

ISBN (si se conoce):

N.º de ejemplares:

Apellidos y nombre:

N.I.F.:

Teléfono

Dirección

Población:

Código Postal:

Provincia:

E-mail:

Dirección de envío:
(solo si es distinta a la anterior)

Apellidos y nombre:

N.I.F.:

Dirección

Población:

Código Postal:

Provincia:



SECRETARÍA
GENERAL
TÉCNICA
SUBDIRECCIÓN GENERAL
DE PUBLICACIONES
Y PATRIMONIO CULTURAL

Publicaciones de Defensa
Camino de los Ingenieros, 6 • 28047 Madrid
Teléfono: 91 364 74 27 (Pedidos)
publicaciones.venta@oc.mde.es

TOMA DE MANDO DEL CORONEL D. JOSÉ LUIS RIVERA EN EL CENTRO DE ENSAYOS DE TORREGORDA

El pasado día 26 de septiembre de 2023 tuvo lugar la ceremonia de toma de posesión como nuevo Director del Centro de Ensayos Torregorda (CET) del Coronel D. José Luis Rivera Pardo, perteneciente a la LVIII Promoción de la Escala de Oficiales del CIPET, especialidad Armamento. El acto estuvo presidido por el Subdirector General de Sistemas Terrestres, Excmo.

Sr. General de División CIPET D. Jesús Carlos Gómez Pardo, y contó con la presencia, además del personal destinado en el Centro, de representantes de la Subdirección de Sistemas Terrestres, de la Jefatura de Ingeniería del MALE, de las industrias del sector, así como de anteriores directores del CET y autoridades militares de la zona. El acto se inició con la lectura de



la Orden de destino, a la que siguieron la pronunciación de la fórmula de toma de posesión por parte de la Autoridad presidente y de la fórmula de juramento por el Coronel entrante. A continuación, tomó la palabra el Cor. Rivera, que dirigió una alocución a los asistentes. En ella, destacó la importante labor que viene realizando el CET desde fundación en 1999, heredando la tradición de las primeras unidades de experimentación y prácticas de Artillería establecidas en la zona en la segunda mitad del siglo XIX por el Ejército de Tierra y la Armada, llegando a ser un referente a nivel nacional. En cuanto a los retos que debe afrontar el centro, el nuevo Director del CET expuso la necesidad de ampliación de capacidades mediante la implantación de una segunda línea de tiro, para lo cual resaltó la gran experiencia y conocimiento de todo su personal. En el plano corporativo, agradeció la presencia de numerosos compañeros y puso de relieve la designación de su vacante como puesto de especial interés (PEI) del Ejército de Tierra, el primero fuera de su estructura propia para el Cuerpo de Ingenieros Politécnicos.

Acto seguido, tomó la palabra el Gral. Gómez Pardo, que en su discurso remarcó la «imprescindible labor que realiza el CET para nuestras Fuerzas Armadas, constituyéndose en herramienta fundamental para la garantía de calidad de la adquisición de armamento pesado y sus municiones, proporcionando un servi-

cio único a los Ejércitos y Armada en el ámbito de ciclo de vida de los Sistemas de Armas». Para dar respuesta al incremento de la producción de munición de artillería y, en consecuencia, a la mayor demanda de ensayos que del CET se requieren, fruto de la situación geopolítica actual, derivada de la guerra de Ucrania, el Subdirector de Sistemas Terrestres animó al nuevo Director y a su personal a dar lo mejor de sí para sacar adelante la segunda línea de tiro, «proyecto capacitador, prioritario para la SEDEF y de vital importancia para la base tecnológica e industrial de la Defensa». Concluida su alocución, declaró concluido el acto y se procedió a la firma del Acta de Entrega de Mando por parte del Coronel entrante y el director interino saliente, Tcol. CIPET D. Miguel Ángel Orellana Montes de Oca.

El Centro de Ensayos Torregorda, dependiente orgánicamente de la Subdirección General de Sistemas Terrestres del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), es un polígono de tiro que realiza pruebas balísticas de certificación, desarrollo y validación de armamento y munición de medio y grueso calibre. Está ubicado entre los términos municipales de Cádiz y San Fernando, dentro del Parque Natural de la Bahía de Cádiz, y cuenta con una plantilla de 65 personas, entre personal militar, perteneciente al Ejército de Tierra y a la Armada, y personal civil, tanto funcionarios como laborales. ■



TOMA DE MANDO DEL ILMO. SR. CORONEL D. JOSÉ RAMÓN MONTESINOS FUERTES COMO JEFE DE LA COMANDANCIA DE OBRAS Nº 5 DE CANARIAS

Con fecha de 7 de junio se celebró el acto de toma de mando de la Comandancia de Obras nº 5 de Canarias por parte del Ilmo. Sr. Coronel CIPET D. José Ramón Montesinos Fuertes.



 Fig. 1 Juramento

A las 12 horas hizo su entrada en el patio del Museo Militar de Canarias, en el Establecimiento de Almeyda, el Excmo. Sr. General de División D. Joaquín de la Torre Fernández, Director de Infraestructura de la Inspección General del Ejército, para presidir el acto de Toma de Mando acompañado del General Jefe

del Mando de Canarias, Teniente General Julio Salom Herrera, el Coronel Montesinos, el SETEC y el Suboficial Mayor, donde los invitados civiles y militares esperaban ya para acompañar al nuevo Jefe de la COBRA 5 en este emotivo día.



 Fig. 2 Asistentes

Una vez leída la resolución de destino, el General Director leyó la fórmula por la que se ordena el reconocimiento del Coronel Montesinos como Jefe de la Comandancia.

A continuación el nuevo Jefe de Unidad dirigió a los presentes unas palabras. El Coronel manifestó su agradecimiento por el nombramiento y adquirió un compromiso personal con cada uno de los componentes de la Unidad a los que dio su palabra de trabajo incansable. Este compromiso lo hizo extensivo al TG IGE y al GD DIRIN y al GB Subdirector.

El Coronel Montesinos agradeció de manera especial a su mujer, hijas y familiares su constante apoyo en el desarrollo de su carrera, pues sin el apoyo de nuestras familias la vida del militar se haría muy difícil.

Reconoció el trabajo que realiza su personal, tanto civil como militar, en la difícil situación que vivimos, y que se compensa con una dedicación

exquisita. Hizo especial mención a los suboficiales especialistas que en sus palabras «dan grandeza no solo su Cuerpo y también al CIPET»

Una vez finalizada la alocución del Coronel, el General de la Torre se dirigió a los asistentes empezando como es lógico, felicitando al Coronel Montesinos por el mando obtenido, haciendo un breve repaso sobre su magnífico curriculum y recordándole la misión que tiene que desempeñar al frente de la Comandancia, así como el nivel de exigencia al que va estar sometida su Unidad. Por otro lado, pidió al personal, civil y militar de la Comandancia, que sigan trabajando en la línea de excelencia que les caracteriza.

El día finalizó con la celebración de un vino español en las magníficas instalaciones que tiene el Establecimiento de Almeyda, en la pérgola, donde el TG Salom realizó el tradicional brindis por S.M. El Rey. ■



LA PÓLVORA NEGRA

D. Jerónimo Palacios Diaz (Málaga, 1955)
Doctor en Química (Universidad de Granada) y Licenciado en Física (UNED).

Este trabajo junto con los restantes que, con motivo del 700 aniversario de la pólvora en Granada, la empresa Fábrica de Municiones de Granada me ha publicado, se lo dedico a mi padre el Coronel Doctor Ing. de Armamento, Eugenio Palacios Vida y a sus compañeros de la XII promoción de la Escuela Politécnica Superior del Ejército que algunos me tuvieron en brazos cuando aún no entendía de nada.

SOBRE LA IMPLANTACIÓN DE LA FÁBRICA DE PÓLVORAS DE EL FARGUE (GRANADA).

1.- INTRODUCCIÓN

Los materiales explosivos, marcan un hito en la evolución de las relaciones sociales y económicas. Como aplicación militar permiten alejar al enemigo. Industrialmente, contribuyen al desarrollo tecnológico pues permiten abaratar y facilitar trabajos duros como la extracción de materias primas, el comercio facilitando el transporte al contribuir, a la construcción y mejora de vías de comunicación.

Su uso tiene dos facetas: por un lado, permiten lanzar objetos, «armas arrojadizas», y por otro destruir o romper.

Aprovechar el poder de lanzamiento de un explosivo implica conocer su forma de actuar, conocimiento fácilmente adquirible ya que se trata de fenómenos lentos. Por el contrario, la utilización práctica de su poder destructor, requiere un análisis más profundo, lo cual es difícil, dada la rapidez y peligrosidad del fenómeno.

Lo cierto es que, estos materiales suponen una gran cantidad de energía, de una cierta versatilidad pues, dependiendo de su configuración, su funcionalidad cambia, y lo más evidente es pasar de una aplicación festiva, como una exhibición de fuegos artificiales, a algo más grave como las aplicaciones bélicas, y todo dependiendo del diseño del fenómeno pirotécnico.

El proceso de fabricación es delicado por la peligrosidad de estos materiales; las materias primas son incompatibles, lo que hace que haya que desarrollar formas de fabricación y medidas de seguridad específicas, con objeto de minimizar riesgos para personas e instalaciones.

El empleo de la pólvora con fines militares, hace evolucionar la industria metalúrgica, que adaptó sus medios para, además de fundir campanas, fundir cañones produciendo tubos capaces de resistir las pre-

siones y esfuerzos mecánicos que se ponen en juego en un disparo de forma que el cañón resulte fiable y seguro.

La pólvora negra es el único explosivo que ha existido durante 8 siglos. Durante este tiempo se conocen sus propiedades tanto intrínsecas que dan lugar al comportamiento tan particular que tiene, como funcionales. La característica principal, es que no es un compuesto químico, sino una mezcla física de componentes inorgánicos: azufre, carbón y salitre.

Los explosivos modernos, se comienzan a desarrollar a partir del último cuarto del siglo XIX, cuando la química orgánica despegó como una entidad con características diferenciadoras propias, dentro de la química.

Hay que tener en cuenta en este punto, que lo que se llevaba avanzado con la pólvora negra eran conocimientos relativos a la caracterización de los efectos y aprovechamiento físico del carácter explosivo de este material. Esta experiencia fue directamente aprovechable para los nuevos materiales explosivos que se estaban desarrollando.



 La Campana de San Eugenio, popularmente conocida como Campana Gorda, es la más grande de España. Situada en la catedral de Toledo, su peso sobrepasa las 17 toneladas.



La imagen más antigua que se conoce de cañón en Europa, el “pot-de-fer”. Disparaba flechas. De Nobilitatibus Sapientii Et Prudentiis Regum, Walter de Milemete, 1326.



Figura 1: Campanas y cañones.

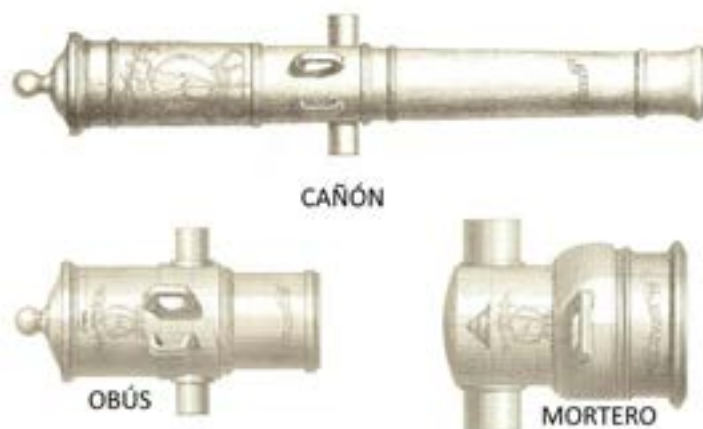


Figura 2: distintos tipos de piezas de artillería

El desarrollo de estos ha sido espectacular, por una parte debido al avance y versatilidad de la química implicada y por otra a la tecnología desarrollada en relación con controles y mediciones que permiten conocer e interpretar estos fenómenos de forma muy detallada.

Finalmente tenemos 8 siglos de pólvora negra frente a 125 años de desarrollo de explosivos químicos orgánicos.

La imagen más antigua que se conoce de cañón en europa, el “pot-de-fer”. Dissparaba flechas.», Walter de Milemete, 1326_Reconstrucción

2.-SOBRE LA QUÍMICA DE LA PÓLVORA NEGRA.

2.1.-EL TRIÁNGULO DEL FUEGO.

Una combustión requiere tres componentes que forman lo que se conoce, conceptualmente, como el triángulo del fuego y son: un oxidante o comburente que aporta oxígeno al sistema, un combustible o reductor, que aporta carbono u otro elemento susceptible de oxidarse y una fuente de ignición.



 Figura 3: triángulo del fuego

2.2.-LA COMBUSTIÓN.

La pólvora negra es una mezcla física de tres sustancias inorgánicas: carbón, azufre y salitre. La composición standard más habitual:

Nombre	Peso	Moles
KNO ₃	75.0	34.368
AZUFRE	12.5	18.060
C	12.0	46.287
H ₂ O	0.5	1.286

Elemento	% Moles
K	14.317
N	14.317
O	43.488
S	7.524
C	19.283
H	1.071

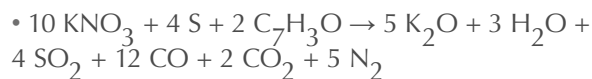
El nitrato potásico es el oxidante, el carbón y el azufre son combustibles. Además el azufre cataliza la reacción de oxidación del carbón. El único aspecto químico relativo a la pólvora negra es el proceso de combustión/explosión. Los productos de este proceso son:

Tabla 3		
Productos de combustión de la pólvora negra.		
Nombre	Estado	Moles/Kg
CO ₂	GAS	5,34E+00
N ₂	GAS	3,71E+00
CO	GAS	3,69E+00
SO ₂	GAS	6,10E-01
COS	GAS	2,41E-01
H ₂ O	GAS	1,85E-01
KOH	GAS	6,10E-02
SO	GAS	5,60E-02
H ₂ S	GAS	3,88E-02
H ₂	GAS	2,36E-02
K	GAS	9,23E-03
NO	GAS	1,17E-04
KO	GAS	1,46E-05
HCN	GAS	1,16E-05
CHO	GAS	5,92E-06
NH ₃	GAS	4,76E-06
O ₂	GAS	2,92E-06
CH ₂ O	GAS	2,51E-06
CH ₄	GAS	5,79E-09
CH ₃	GAS	9,50E-10
TOTAL	GAS	13,9622
K ₂ CO ₃	LIQUID	7,21E-01
K ₂ SO ₄	SOLID	1,06E+00
K ₂ S	SOLID	1,89E+00

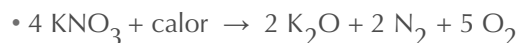
La tabla muestra los productos de reacción. En rojo los productos finales, en azul, restos de productos intermedios que pueden aparecer porque cualquier reacción, raramente se produce al 100%, y esto ocurre también con las especies intermedias. Del resultado se puede ver, que este proceso implica reacciones muy complejas.

• A título de ejemplo, el caso de una pólvora con el 15 % de carbón, 10 % de azufre y 75 % de salitre,

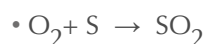
se puede establecer la siguiente reacción de combustión :



• Esta se inicia por efecto del calor, es la descomposición del salitre (KNO₃) desprendiendo oxígeno :



• El calor, además, funde el azufre a 115°C que, en estado líquido, reacciona con el oxígeno que se produce en la reacción anterior, quemándose y formando dióxido de azufre, cuya acidez cataliza la combustión del carbón :



• Finalmente, la reacción del carbón con el oxígeno es:



2.3.-CARACTERISTICAS DE LA POLVORA NEGRA.

Como pólvora o explosivo.

- Es fácil y barata de fabricar.
- En la reacción de combustión a presión atmosférica, de la pólvora negra, algo más del 70% de los productos son gaseosos.
- La temperatura de combustión es del orden de 2350°K (2077°C) la energía interna de los gases, es muy elevada.
- Su versatilidad : la configuración del dispositivo en el que se utilice la pólvora, determinará su funcionamiento como explosivo (detonante) o como propulsor (deflagrante).

Problemas asociados a la pólvora negra.

- Es muy sensible a choques, golpes, calor y humedad.
- En su manipulación se desprende mucho polvo si no está granulada.
- El arma, después de realizar una serie de disparos, está caliente y es un riesgo importante al cargar, pues se auto inflama con facilidad.
- Su combustión no es progresiva, es degresiva con tendencia a explosiva.

3.-EL ORIGEN: LA ACEQUIA DE AYNADAMAR.

La acequia de Aynadamar nace a 14 kilómetros de Granada, en Fuente Grande, en Alfacar. Pasa por los municipios de Alfacar, Viznar, la barriada de El Fargue y, finalmente, Granada, conectando en su recorrido, de noroeste a suroeste, el manantial con el Albaicín. Una canalización que va en descenso progresivo desde los 1100 m de altura de Fuente Grande hasta los 800 del Albaicín.

Su nombre procede del vocablo árabe «ayn al-dama'a» que se traduce por «ojo o fuente de las lágrimas». Fue mandada construir por el visir, Abu Mu Ammal, del rey Abd-Allah, el último de la taifa zirí.

Esta infraestructura hidráulica civil, históricamente, ha tenido dos funciones: una urbana pues es el abastecimiento de agua a una población y otra industrial, por la oportunidad que ofrecía su cauce de agua como recurso energético para distintos ingenios que se establecieron a lo largo de su recorrido.

3.1.- FUNCIÓN URBANA.

Su función inicial fue abastecer de agua a lo que entonces era la Alcazaba Qadima o Alcazaba Antigua, el primer recinto urbano amurallado creado por los musulmanes de la taifa zirí del siglo XI, así como a los arrabales que, alrededor de ella, fueron surgiendo, dando origen a la capital del reino nazarí de Granada.

A finales del siglo XI, el último rey zirí Abd-Allah, ante la necesidad de un caudal estable de agua, reutiliza y amplía una antigua conducción ya existente, posiblemente, de época romana. La acequia de Aynadamar fue un elemento indispensable para el crecimiento de lo que hoy conocemos, en su mayor parte, como Albaicín, creándose una red de aljibes públicos para abastecimiento y distribución de agua en la población.

3.2.- FUNCIÓN INDUSTRIAL.

A lo largo del recorrido de la acequia, se fueron asentando molinos, que aprovechaban la fuerza motriz de su caudal para la realización de labores mecánicas, como molienda de cereal, aunque podríamos pensar, a la luz de la cantidad de ingenios industriales que posteriormente llegó a haber, que habría también establecimientos auxiliares como talleres de carpintería, cantería, forja, bataneo etc. que aprovecharían igualmente este caudal para su actividad.

3.2.1.-La energía hidráulica y su capacidad para producir trabajo.

La rueda hidráulica es uno de los primeros artilugios inventados por el hombre para producir trabajo útil. Estos dispositivos aprovechan la energía de una corriente de agua y la transforman en trabajo mecánico para mover molinos, batanes, martillos pilones en las herrerías, etc, y para elevar agua, como es el caso de las norias.

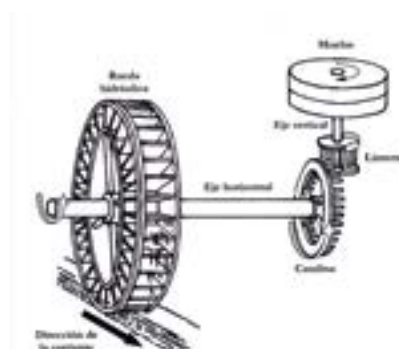


Figura 4: Mecanismo de transmisión de movimiento de una rueda hidráulica.

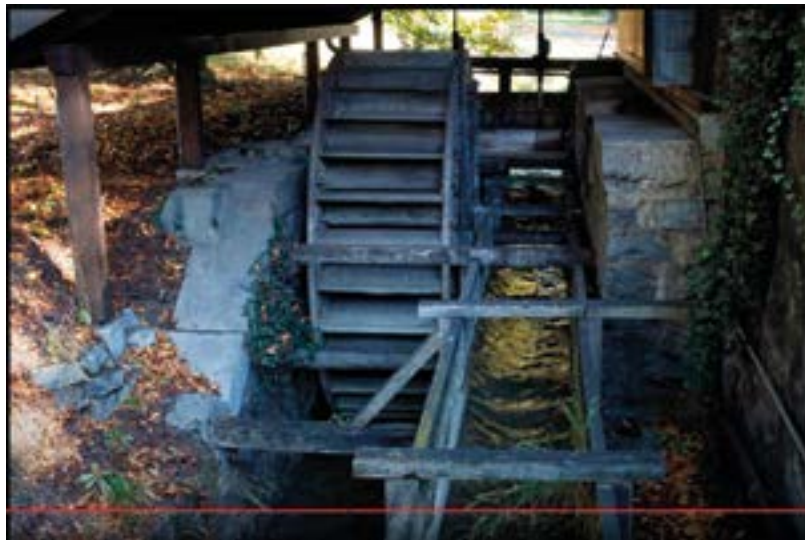


 Figura 5: Noria motriz en el cauce de una conducción de agua.

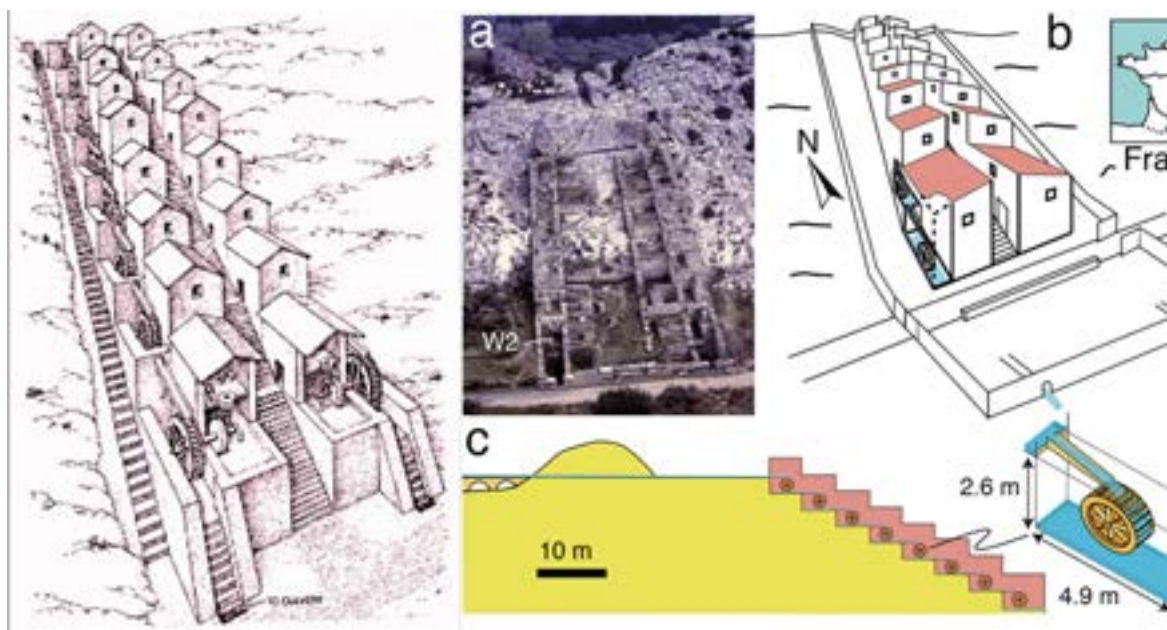


 Figura 6: Así era el sistema que desarrollaron los ingenieros romanos en los molinos de trigo hidráulicos de Barbegal. (Scientific Reports) <https://doi.org/10.1038/s41598-020-74900-5>

Sobre la capacidad de trabajo de los ingenios hidráulicos, tenemos el complejo molinero de Barbegal en el sur de Francia, construido por los romanos en el siglo 2 DC.

Esta población dista doce kilómetros de Arelate (Arles), en el sur de Francia también abastecida de agua por el mismo acueducto de 11 km que discurría de norte a sur paralelamente al río Ródano, y que se utilizó para poner en marcha el complejo molinero de Barbegal con capacidad para moler unos 9000 kilos de trigo al día.

Este complejo industrial (figura 6) estaba compuesto por dos hileras de ocho molinos escalonados en fila haciendo un total de dieciséis, organizados según las pautas indicadas por Vitrubio; así, una vez abierto el canal del agua, ésta movía todos los molinos sucesivamente. La innovación fue poner las ruedas motrices verticales.

Esto da una idea sobre la capacidad de producción de los molinos de la acequia de Aynadamar, pues en el siglo XV, la población de Granada era superior a los 200.000 habitantes (figura7) y necesitaba, diariamente, gran cantidad de suministros.

4.-ENTORNO EN EL QUE SE ASIENTA LA FABRICACIÓN DE PÓLVORAS.

4.1.-UNA ESTIMACIÓN DE LA COMPONENTE POBLACIONAL

El personal que podemos estimar en relación con las labores de la molienda es variable y depende del tamaño del molino y de la época del año. No obstante, por la poca información que he encontrado se puede hacer una estimación inicial de un maestro molinero, y dos maquileros: uno se encargaría de la tolva y del cernido de la harina, y un operario más por rodezno (unidad de molienda) que estaría ensacando la harina en costales y pendiente de la entrada de agua al rodezno motriz. Así, en un molino de un solo rodezno trabajarían 3 personas; de dos rodeznos podría contar con un operario más...etc. Eventualmente, en temporadas de mucho trabajo, habría incremento de personal.

Además cada molino tendría la casa del molinero y su familia, que en aquellos tiempos podríamos estimar en un total de 7 personas. Esto hace un total, en principio, de 10 individuos asociados a cada

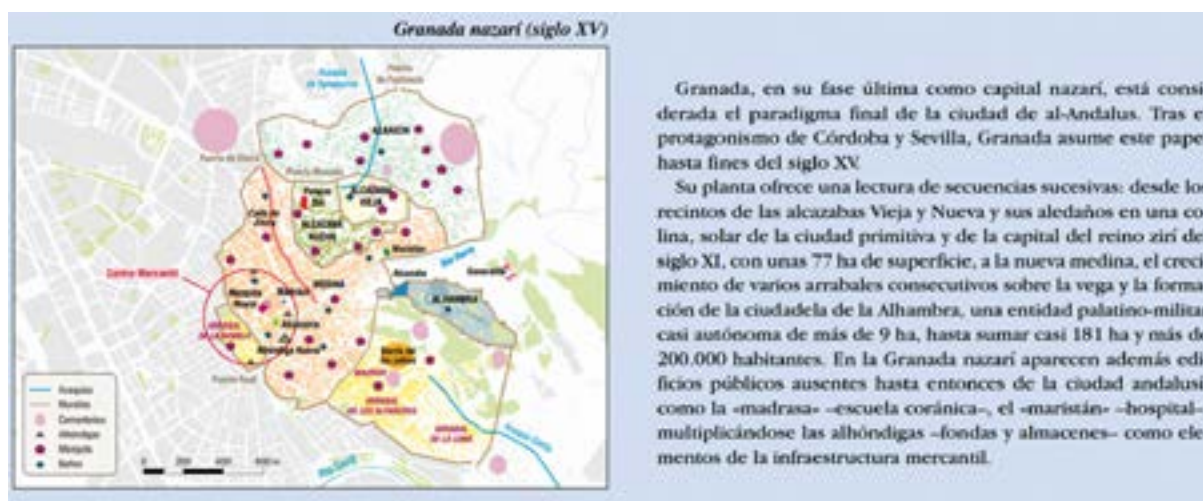


Figura 7: Cf. Ciudades de al-Andalus. Atlas de la Historia del Territorio Histórico de Andalucía. Cap 24. Junta de Andalucía. 2009.

molino. Por último cada unidad podría tener dos animales de tiro y un carro.

La figura 8, muestra un esquema del recorrido de la acequia desde Fuente Grande en el municipio de Alfacar, hasta el Albaicín. Sobre éste se han marcado los molinos que aprovechaban el caudal de la acequia como fuerza motriz para sus labores. En total, desde La Fuente Grande hasta el molino de La Golilla, que es el último, encima de La Cartuja, un total de 23 molinos, sin contar los dos marcados en rojo como molino de pólvora y salitre y Fábrica de Pólvoras.



 **Figura 8:** Recorrido general de la acequia de Aynadamar. Según Francisco González Arroyo y Salvador Ruiz Caballero

Sobre este plano, la estimación de personas, directamente, relacionadas con esta actividad serían 230 más 23 carros y 46 animales de tiro que reparten su actividad a lo largo del recorrido de la acequia.

Esta estimación, requiere una infraestructura que la haga operativa, como son caminos transitables y seguros, servicio de policía y justicia, asistencia para personas y animales, talleres que puedan realizar trabajos de reparación y mejora, y en poblaciones más importantes, celebración de mercados en los que se hagan transacciones económicas y comerciales.

4.2.-LA IMPLANTACIÓN DE LOS MOLINOS DE PÓLVORA EN EL FARGUE.

Se puede imaginar que el razonamiento para la implantación de la fabricación de pólvora, se guiara por ideas como las indicadas en el comentario realizado anteriormente, es decir, que aprovechara la componente humana y la estructura comercial y técnica ya existente, que facilitaría el desarrollo de esta actividad con una sinergia adicional, la mejora económica del entorno que, hasta hoy, es un logro de la fábrica, durante toda su existencia.

El segundo criterio que debió guiar su implantación, a la luz del plano de la figura 8, debió de ser el caudal de la acequia; en vista de la gran cantidad de ingenios que lo aprovechan como energía motriz a coste prácticamente cero, éste debía de ser importante y estable, lo cual era una garantía para la continuidad y optimización de las labores de fabricación.

La tercera razón, pudo ser la infraestructura económica, técnica y social ya existente

La otra cuestión que debió de guiar la implantación de la instalación para la fabricación de pólvora fue la orografía. La acequia transcurre paralela al camino de la Barrera con poco des-

nivel; su entrada en la fábrica tiene una altitud de, aproximadamente, 985 m; una vez dentro de esta cae un desnivel de 70 m, con un trazado prácticamente recto, y una proyección horizontal de 520 m, con lo que la energía debida a la diferencia de presión hidrostática es elevada. Este desnivel no era muy adecuado para moler el grano.

A título comparativo, si tenemos un molino de cubo con una altura de nivel de agua de 10 m, la velocidad teórica que tiene el chorro de agua que sale por el saetín e impacta con los álabes del rodezno, debido a la presión hidrostática es, aproximadamente, de 14 m/s (50 km/h). Ésta se verá, en la práctica, reducida por el rozamiento del agua con las paredes, pero seguirá siendo más que suficiente para mover el rodezno del molino. Por otra parte, hay que saber que a velocidades muy elevadas, no se gana tiempo, por el contrario, la máquina se estropea pues las piedras se pulen con lo que habrá que parar y «repicarlas», el grano se muele mal, y la harina se quema.

Finalmente, hay razones suficientes para pensar que la implantación geográfica de estos molinos para la fabricación de pólvora negra, no es de ningún modo caprichosa o casual, sino que estaría justificado en base a criterios de funcionalidad y estabilidad, que proporcionaría el entorno industrial ya existente.

5.-REFERENCIAS

- The Gun and It's Development. Ninth edition. THE LYONS PRESS Guilford, CT 06437. W.W. Greener (Birmingham 1910)
- Histoire de L'artillerie française. Aut. Michel Lombardès Charles-Lavauzelle. (Paris-Limoges 1984)
- Le machine. Giovanni Branca, (Loreto 1570-1640).
- Novo Teatro Di Machine et Edificii, Vittorio Zonca, (Padoua 1607).
- The Rise of the British Explosives Industry, E. A. Brayley Hodgetts, (London 1909).
- Teatrum Machinarum Novum, George Andreas Bockler. (Nuremberg 1661).
- Teatrum Machinarum Generale, Jacob Leupold. (Leipzig 1724).
- De la Pirotechnia, Vannocio Biringuccio. (Siena 1540).
- El Arte de Fabricar el Salitre y la Pólvora, Manuel Martínez Rueda (Madrid 1883).
- El arte de fabricar pólvora Libro III, Tomás Morla (Madrid 1800)
- Fábricas Hidráulicas Españolas, Ignacio González Tascón, MOPU (Madrid 1992).
- La Fábrica de Pólvoras y Explosivos de Granada: de la Real Hacienda al Instituto Nacional de Industria Pasando por Artillería 1850-1961, Francisco González Arroyo, Tesis doctoral, Universidad de Granada (Granada 2014).
- La Fábrica de Pólvoras y Explosivos de Granada: de la Real Hacienda al Instituto Nacional de Industria Pasando por Artillería 1850-1961, Francisco González Arroyo, Mercedes González Liñán (Granada 2014).
- Aynadamar. De Fuente Grande al Albaicín, Francisco González Arroyo, Salvador Ruiz Caballero. (Granada 2004).
- Inventando la Pólvora, Fabricando la Pólvora, Joaquín Alastrué Funes (Granada 2016).
- Pirotecnia: Química y Seguridad. L. F. Capitán

Vallvey, J. Palacios Díaz, J. A. Martín Trapero (Granada 1995).

Estudios Sobre Pirotecnia L. F. Capitán Vallvey, J. Palacios Díaz, J. A. Martín Trapero, E. Martín Tapia (Granada 1998).

La Sevilla del Siglo XIX, Capital Mundial en la Concentración de Industrias Militares, Enrique de la Vega Viguera (Sevilla 1983) https://institucional.us.es/revistas/rasbl/11/art_5.pdf

Dos Fabricas Sevillanas de Aplicación Militar (siglos XVIII y XIX), Enrique de la Vega Viguera (Sevilla 1983). https://institucional.us.es/revistas/rasbl/19/art_10.pdf

<https://www.elindependientedegranada.es/cultura/juan-real-polvorista-que-no-volo-alhambra-milagro>

Documentos de una catástrofe en la Alhambra, Jesús Bermúdez Pareja, María Angustias Moreno Olmedo. Cuadernos de la Alhambra 2. (Granada 1966)

En torno a la documentación notarial de Granada del Siglo XVI Josefina Matéu Ibars (UGR 1974)

Asentistas militares y fraude en torno al abastecimiento de pólvora en el reino de Granada (siglo XVI) Antonio Jiménez Estrella (INVESTIGACIONES HISTÓRICAS 30. Universidad de Valladolid 2010)

Los Molinos de la Ciudad de Granada. Los Molineros y el Agua en las Ordenanzas. José Miguel Reyes Mesa (Granada 2007).

<https://ruideratreasures.es/los-morteros-de-maturras/>

<https://ruideratreasures.es/oficiales-de-la-fabrica-de-salitres-alcazar-san-juan/>

Monumenta Pulveris Pyrii , Oscar Guttman (London 1906)

La Fábrica Nacional de granada. Pólvoras y explosivos. Por Esos Mundos OCTUBRE, 1908

https://www.granadahoy.com/vivir/explosion-polvora-Alhambra-Albacin-Granada_0_1893410961.html

Weapons and Warfare in Renaissance Europe, Bert S. Hall (The Johns Hopkins University Press . Baltimore & London, 1997)

A History of gun powder, J. R. Partington (The Johns Hopkins University Press . Baltimore & London, 1999)

Gunpowder Technology in the Fifteenth Century, Axel E. W. Müller (The Boydell Press, Woodbridge, 2024)

Evolution of Medieval Gunpowder: Thermodynamic and Combustion Analysis. Tessy S. Ritchie, Kathleen E. Riegner, Robert J. Seals, Clifford J. Rogers, and Dawn E. Riegner, ACS Omega 2021, 6, 35, 22848-22856 (Article) Publication Date (Web): August 24, 2021 DOI: 10.1021/acsomega.1c03380

<https://en.wikipedia.org/wiki/Gunpowder#:~:text=Proportions%20by%20weight%20are%2075,the%20purpose%20of%20the%20powder.>

Tesoro de los diccionarios históricos de la lengua española. Diccionario histórico de la lengua española (1933-1936)

<http://www.morosdelhaufi.com/foros/viewtopic.php?t=310>

<https://www.artillerianaval.es/de-la-polvora-y-todas-sus-partes/>

Curso elemental de química para el uso de las universidades, colegios y escuelas especiales: Volumen 2 V. Regnault

Chemistry of pyrotecnics , John A. Conkling. Marcel Dekker Inc.1985. ■



 El demonio enseñando a Bertold Schwarz, a fabricar la pólvora negra (1602)

EL PAPEL DE LOS INGENIEROS POLITÉCNICOS EN EL ASEGURAMIENTO OFICIAL DE CALIDAD DEL MINISTERIO DE DEFENSA

Jesus Campoy Fernandez

CTE. CIP (EOF) Telecomunicaciones y Electrónica

José Sarriá Sánchez

CTE. CIP (EOF) Telecomunicaciones y Electrónica

Álvaro Diego Martín

CTE. CIP (EOF) Telecomunicaciones y Electrónica

Ruy Gad Tenorio Saiz

CTE. CIP (EOF) Armamento

1. INTRODUCCIÓN

El Cuerpo de Ingenieros Politécnicos del Ejército de Tierra ha sido durante mucho tiempo una columna vertebral dentro de la estructura del Ministerio de Defensa, proporcionando el conocimiento técnico y las habilidades necesarias para asegurar que todos los componentes de la infraestructura militar, desde la adquisición de sistemas

de armas hasta el mantenimiento de infraestructuras críticas, funcionen de manera óptima y segura.

El Aseguramiento Oficial de la Calidad (AOC) en el Ministerio de Defensa de España es un aspecto crucial para garantizar que las Fuerzas Armadas dispongan de sistemas, equipos y servicios que no solo cumplan con los más altos estándares de seguridad y operatividad, sino que también sean sostenibles y eficientes a largo plazo. En este con-

texto, los Ingenieros Politécnicos, con su sólida formación técnica y su enfoque multidisciplinario, juegan un papel central en el control e inspección para la adquisición de esos sistemas y servicios, así como en la implementación, supervisión y mejora continua de los Sistemas de Gestión de la Calidad dentro de la Industria de Defensa.



 Fábrica de INDRA Sistemas

El papel de los Ingenieros Politécnicos en el aseguramiento de la calidad tiene un impacto directo en la seguridad operacional de las Fuerzas Armadas. Al garantizar que todos los sistemas y equipos funcionen correctamente y de manera segura, estos ingenieros contribuyen a la capacidad de las Fuerzas Armadas para operar de manera efectiva en cualquier entorno. Los Ingenieros Politécnicos son una herramienta fundamental a la hora de ejercer esta inspección y control mediante el AOC.

Se entiende pues como Aseguramiento Oficial de Calidad (AOC) al proceso o conjunto de actividades mediante el cual la Autoridad Nacional Competente proporciona confianza al cliente (Órgano de Contratación) de que, se satisfacen los requisitos relativos a la calidad establecidos contractualmente para los distintos productos o servicios que se adquieren para las Fuerzas Armadas, así como

que son adecuados a las necesidades y uso esperado de los mismos.

El MINISDEF juega un doble papel, por una parte como Administración pública, y por otra como Cliente de los productos que utiliza.

Con el ingreso de España en la OTAN en 1982, y posteriormente la ratificación del acuerdo de normalización STANAG 4107 en 1986, se establecieron los procedimientos, cláusulas y condiciones mediante los cuales la Autoridad Nacional Competente de cada país se compromete a implantar en su nación los Servicios de Inspección Oficiales para el Aseguramiento de la Calidad de los contratos de servicios y suministros de materiales de Defensa que otro país miembro le demande. Adoptando así en nuestro país una Política de Calidad común a la del resto de países aliados.

La Autoridad Nacional Competente para el AOC (ANAC) en el ámbito del Ministerio de Defensa, así reconocido en el ámbito OTAN, recae según la Orden Ministerial 32/86, en el Director General de Armamento y Material (DIGAM).

Para desarrollar esta función de AOC, la estructura organizativa de la Dirección General de Armamento y Material (DGAM) cuenta, a través de la Subdirección General de Inspección y Regulación (SDG INREG), con el Área de Inspecciones Industriales (AII).

De este Área dependen funcionalmente las Áreas de inspección industrial ubicadas en las distintas Delegaciones, Subdelegaciones de Defensa repartidas por la geografía nacional, así como la Inspección Técnica Delegada de Defensa Número 1 (INTECDEF N°1) de Madrid.

En ellas se encuentra destinado el personal del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos junto al personal militar de los otros Ejércitos, para ser nombrados Representante de Aseguramiento de Calidad (RAC), actuando por delegación del DIGAM en la realización de la labor de inspección dentro del

AOC. Siendo por lo tanto este personal una herramienta fundamental a la hora de ejercer este control tanto en los contratos nacionales como en los procedentes de países y agencias OTAN desde los que se solicite.

Además de esta esencial responsabilidad de RAC, dentro de la SDG INREG de la DGAM, los Ingenieros Politécnicos ejercen un amplio abanico de funciones y atribuciones, entre las que se encuentran: Auditor de Sistemas de Gestión de la Calidad, Asesor Técnico de Interventor, Ingeniero Inspector Militar, Inspector de Seguridad, así como estudios técnicos en procesos de Homologación.

Todas estas atribuciones generan un estrecho vínculo, prácticamente único en su ámbito, del MDEF a través del Ingeniero Politécnico con la Industria de la Defensa.

Este artículo tiene como objetivo principal el explorar en profundidad el rol de estos ingenieros, examinando en detalle sus cometidos como RAC, proporcionando un análisis exhaustivo de su papel en el AOC de los contratos del MINISDEF, su impacto en diversas áreas de la Defensa, los desafíos que enfrentan y las oportunidades futuras. No obstante, se expondrá también brevemente la descripción de las otras atribuciones que se han mencionado.

2. EL REPRESENTANTE DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (RAC) COMO UN PILAR ESTRATÉGICO EN LA DEFENSA

Como ya se ha comentado, el AOC en el ámbito de la defensa es una actividad crítica que garantiza que todos los productos, servicios y sistemas utilizados por las FAS cumplan con los requisitos operacionales, técnicos y de seguridad necesarios. Dentro del MINISDEF, el RAC desempeña un papel fundamental en la supervisión y control de la calidad en todas las etapas del ciclo de vida de

un contrato, desde su adjudicación, en la entrega final de los productos o servicios, y finalmente durante el periodo de garantía.

Para llevar a cabo el AOC en las adquisiciones de productos del MINISDEF, es necesario realizar un conjunto de actividades que deben ser controladas por personal técnico cualificado y convenientemente especializado en las diferentes ramas de la ingeniería relacionadas con el material de Defensa. De esta manera surge la figura del RAC, que además de ser conocedor de las actividades y recursos de las empresas, requiere profesionalidad, responsabilidad, diplomacia y conocimientos en el área de la calidad para poder desarrollar su función con el mayor grado de eficacia posible.

Sin duda alguna, el principal protagonista en la realización de los servicios de AOC del MINISDEF es el RAC, que es designado y autorizado como un Inspector Técnico por la autoridad nacional competente, de modo que cuenta con la autoridad y los medios necesarios para llevar a cabo las actividades del AOC. Desarrollando principalmente su actividad dentro de las Industrias de Armamento y Material de Defensa (IAMD), actuando pues como un nexo oficial entre el Suministrador y el MDEF.

Las actividades que debe realizar un RAC, relativas a la función principal de AOC, son consecuencia de:

- Contratos (de diseño y producción, de producción, suministro o de servicios), o los subcontratos que de ellos puedan derivarse, suscritos entre los Órganos de Contratación del MINISDEF y sus suministradores (empresas españolas). En estos contratos se le aplican en materia de calidad los términos contenidos en la Instrucción 39/98, con la exigencia de una normativa de calidad denominada Publicaciones Españolas de Calidad (PECAL).
- Peticiones de AOC procedentes de países o agencias pertenecientes a la OTAN o con

quienes España tenga suscritos Acuerdos de Entendimiento (MoU, memorandum of understanding), en el ámbito del aseguramiento de la calidad. Estas peticiones se denominan Request Government Quality Assurance (RGQA) y los términos y condiciones para las mismas se establecen en el STANAG 4107 y en la Guía OTAN correspondiente PECAL 2070:2004.

- Contratos de suministro de armamento y material de defensa suscritos por empresas españolas con destino a la exportación a países no incluidos en el apartado anterior.

En España, las normas denominadas Publicaciones Españolas de Calidad (PECAL), que son una combinación de requisitos de la ISO 9001 y otros requisitos específicos OTAN, están basadas y son equivalentes a las correspondientes Publicaciones de Aseguramiento de la Calidad Aliadas AQAP de la OTAN. En estas normas se establecen los requisitos de calidad que deben cumplir los productos y servicios proporcionados por los Suministradores en los contratos suscritos en el ámbito de la Defensa, y son fundamentales para garantizar que los productos militares cumplen con los estándares de calidad internacionales.

Una de las principales responsabilidades de los Ingenieros Politécnicos actuando como RAC es asegurar que todos los sistemas y equipos que aparecen en un contrato, cumplen con las normativas y estándares de calidad establecidos, lo que incluye la verificación de que los productos cumplan con los requisitos de PECAL antes de su aceptación final.

Además de esto, los Ingenieros Politécnicos en este caso son responsables de supervisar la implantación de estos estándares en la Industria de Defensa, mediante las auditorías de calidad que se realizan conforme a estas normas, y de este modo asegurando que se cumplan durante todas las fases del ciclo de vida de un producto, desde el diseño hasta su retirada del servicio.

Cuando una norma PECAL se cita en un contrato específico, aplica a todos los productos incluidos en el mismo, indicando el mínimo control de calidad a aplicar por el contratista durante el desarrollo del mismo e identificando el alcance de la supervisión a llevar a cabo por parte del RAC.

Las publicaciones de la serie PECAL 2000 definen los requisitos para que el contratista establezca y mantenga un sistema de la calidad, con el fin de demostrar que el producto es conforme a los requisitos del contrato y para proporcionar evidencia objetiva de ello.



🖼️ Normas AQAP 2070 y PECAL 2070

Las normas PECAL que puede aparecer referida en un contrato son las siguientes:

- PECAL 2131 “Requisitos OTAN de aseguramiento de la calidad para inspección y pruebas finales”.

- PECAL 2110 “Requisitos OTAN de aseguramiento de la calidad para el diseño, el desarrollo y la producción”.
- PECAL 2210 “Requisitos OTAN de aseguramiento de la calidad del software, suplementarios a la PECAL 2110 o a la PECAL 2310”.
- PECAL 2310 “Requisitos OTAN de aseguramiento de la calidad para suministradores de aviación, espaciales y de defensa”.
- PECAL 2105 “Requisitos OTAN para planes de calidad entregables”.
- Realizar las tareas de inspección y supervisión dentro del AOC que van a ocupar gran parte de su tiempo, para proporcionar las garantías necesarias que los elementos fabricados cumplen con los requisitos previstos.
- Seguimiento de las Acciones Correctivas acometidas por el Contratista cuando existen No Conformidades. El objetivo del seguimiento será comprobar que la causa raíz de la No Conformidad hallada, se ha resuelto o mitigado al implantarse las Acciones Correctivas propuestas.

La norma PECAL que sirve de guía para la delegación del AOC en condiciones del STANAG 4107 y facilita la armonización de los servicios de AOC entre naciones OTAN es la siguiente:

- PECAL 2070 “Aseguramiento oficial de la calidad (AOC) mutuo en la OTAN”

Las actividades y responsabilidades a destacar que debe tener en cuenta el RAC son:

- Planificar y realizar las actividades necesarias para el AOC en los expedientes que les sean asignados, llevando a cabo un Plan de Aseguramiento de la Calidad (PAOC).
- Identificar, analizar y gestionar los riesgos de los expedientes de AOC que estén bajo su responsabilidad.
- Analizar, Aceptar o rechazar las solicitudes de AOC que provengan de contratos internacionales con países o agencias pertenecientes a la OTAN (según AQAP-2070) o con quienes España tenga suscritos un Memorandum of Understanding (MoU).
- Actuar como nexo entre el solicitante del AOC y el suministrador durante todas las fases del contrato para todo lo relacionado con el AOC del producto a lo largo de su ciclo de vida.
- El AOC también incluye a los Subcontratistas, siendo decisión del RAC el poder delegarlo en otro RAC. El RAC delegador solicitará el AOC respecto a aquellos productos subcontratados que sean complejos y se hayan identificado un mayor riesgo que se desee mitigar, siendo necesario realizar el AOC en dicho proceso también.
- En un contrato sometido a PECAL 2110 y que incluya diseño y desarrollo, hay que prestar especial atención a las pruebas y ensayos de los prototipos. Si el resultado de éstos (determinado mediante inspecciones, ensayos y pruebas) es positivo, se derivará dicha atención a la preserie obtenida que completará su definición.
- La finalización del trabajo del AOC, en una primera instancia, se ve culminado con el refrendo del Certificado de Conformidad (CdC) que presente el Suministrador, si es que procede.

3. ÁREAS CLAVE DE ACTUACIÓN DE LOS INGENIEROS POLITÉCNICOS EN EL ASEGURAMIENTO OFICIAL DE LA CALIDAD

3.1 La Certificación de los Sistemas de la Calidad de las IAMDs. Auditorías de Calidad.

Uno de los dos aspectos en los que se concreta la política de AOC del MDEF es la Certificación PECAL de las Industrias de Armamento y Material de Defensa (IAMD) mediante la evaluación de los Sistemas de Gestión de la Calidad (SGC) realizando Auditorías de Calidad en estas empresas.

La certificación de los SGC de las empresas contratistas de Defensa por el MINISDEF, se realiza con el propósito de asegurarse, antes de la adjudicación del contrato, de la capacidad de estas las mismas para cumplir con los requisitos de calidad exigibles contractualmente, poder informar a países y agencias OTAN del sistema calidad de las empresas, y facilitar el acceso de empresas españolas para concursar en contratos adquisición en el exterior.



 Imagen que representa la coordinación entre MINISDEF y las IAMDs

La certificación de calidad es un proceso fundamental en el que los Ingenieros Politécnicos también juegan un papel crucial ejerciendo el rol de Auditor. Desde la preparación para las auditorías hasta la implementación de planes de mejora continua, estos ingenieros están en el centro del proceso que garantiza que las organizaciones y los productos militares cumplan con los estándares de calidad establecidos.

Entre otras tareas, para obtener la certificación según la norma PECAL, los Ingenieros Politécnicos deben recabar evidencias de que todos los procesos dentro de estas empresas están controlados y que sus productos cumplen con los requisitos de calidad. Este proceso incluye la recopilación y análisis de datos, la implementación de acciones correctivas y la revisión continua de los procesos para asegurar que se mantengan conformes con las normas.

El RAC juega un papel central en la realización y control de auditorías de calidad, que son herramientas fundamentales para verificar que los procesos de producción y entrega cumplen con los estándares de calidad acordados. Estas auditorías pueden ser internas, realizadas por el equipo del RAC, o externas, llevadas a cabo por terceros acreditados.

El objetivo de las auditorías de calidad es identificar cualquier desviación de los procedimientos establecidos y asegurar que se tomen las medidas correctivas necesarias para corregirlas. El RAC es responsable de planificar y realizar la auditoría a la IAMD.

3.2 El Aseguramiento de la Calidad en los Contratos del Ministerio de Defensa con las Empresas Adjudicatarias

El AOC no solo se refiere a la inspección final de los productos terminados, sino que también incluye la supervisión de todos los procesos de producción, desde la selección de las materias primas hasta la validación de los procedimientos de fabricación. Este enfoque integral asegura que los sistemas y equipos sean fiables

y estén listos para ser desplegados en cualquier momento.

Para que las tareas de AOC puedan ser desarrolladas por los RAC durante el desarrollo de un contrato, los Órganos de Contratación han de incluir las cláusulas de aseguramiento de la calidad en el propio contrato.

La Instrucción 39/1998, del Secretario de Estado de Defensa, que desarrolla la O.M. 65/1993, en materia de calidad y seguridad industrial en los contratos de suministros y asistencias, recoge las actuaciones que deben realizar los diferentes intervinientes, por parte de la administración de Defensa, durante las distintas fases de los procesos de adquisición.

Entre las actuaciones que esta Instrucción establece para los órganos de contratación figura la inclusión de cláusulas de calidad en los Pliegos de Prescripciones Técnicas (PPT) y en los Pliegos de Cláusulas Administrativas Particulares (PCAP) y la obligatoriedad, para la recepción de un contrato, de que la DGAM haya refrendado previamente el correspondiente CdC emitido para el mismo.

La adquisición de sistemas militares, como aviones, tanques y sistemas de misiles, es un proceso complejo que requiere un alto nivel de aseguramiento de la calidad. Los Ingenieros Politécnicos son responsables de supervisar este proceso, asegurando que todos los equipos adquiridos cumplan con los requisitos exigidos para su uso en las Fuerzas Armadas.

Por ejemplo, durante la adquisición de un nuevo sistema de defensa aérea, los Ingenieros Politécnicos realizan pruebas exhaustivas para asegurarse de que el sistema funcione correctamente contemplando todas las condiciones operacionales previstas. Esto incluye pruebas de rendimiento en condiciones combinadas extremas (temperatura, humedad, viento, vibración, etc.) pruebas de durabilidad y pruebas de interoperabilidad con otros sistemas existentes.

En el proceso global de AOC se pueden diferenciar las siguientes fases principales:

1. Fase de gestión, que comprende las actividades realizadas desde la recepción de un contrato o solicitud de AOC hasta que se comunican al emisor y a las personas u organizaciones afectadas, la decisión de aceptación y nombramiento del responsable del AOC, o de delegación de la misma.

El nombramiento de RAC se efectuará, con carácter general, a propuesta del gestor/jefe del Aii/ITD1. Se tendrá en cuenta, con criterio prevaleciente sobre el territorial, la especialización exigida y la carga de trabajo.

2. Fase de planificación, que comprende todas las actividades de estudio y planificación del Aii/ITD1, desde el conocimiento de designación como inspección principal, hasta la generación del Plan de Aseguramiento Oficial de la Calidad (PAOC) del expediente de AOC. El RAC analizará detalladamente el contrato valorando los riesgos identificados y si lo estima conveniente, se pondrá en contacto con el delegador y el jefe de programa o proyecto. En caso necesario, se elevará el oportuno informe en cuanto a posibles aclaraciones, puntualizaciones, faltas, discrepancias o anomalías.

El RAC analizará el Plan de Calidad (PC) y el resto de los planes de gestión (configuración, riesgos...) del contrato, comprobando su adecuación al mismo, valorando los riesgos identificados. Además, evaluará la adecuación, cumplimiento y eficacia de los procesos del sistema de gestión de la calidad preparados por el suministrador e identificará los elementos que habrán de ser sometidos a verificación inicial de adecuación (prototipos, primer artículo, preserie...), y aquellas actividades que sean requisito obligatorio del contrato, para incorporarlas al PAOC. También gestionará los riesgos identificados durante los diferentes análisis.

A partir del PC del contrato, y en función de los riesgos identificados y actividades contractuales obligatorias, realizará el PAOC que describe las actividades que deberían ser realizadas por el RAC con relación a una solicitud de AOC en beneficio del Delegador u Órgano de Contratación

3. Fase de ejecución, que comprende las actividades realizadas por el RAC durante el desarrollo de las tareas del PAOC, hasta la entrega final del material o servicio, la emisión del último CdC y la elaboración del informe final.

El RAC realizará cada una de las tareas determinadas:

- Verificar en el primer artículo o preserie la adecuación de los resultados con los requisitos exigidos en el contrato.
- Emitir las solicitudes de AOC, nacionales (AOCl) o internacionales (RGQA), que considere necesarias si estima que las garantías ofrecidas por los subsuministradores no son suficientes y que la calidad del suministro no puede ser suficientemente asegurada a la recepción.
- Actuar en las desviaciones, concesiones y/o cambios, controlando el tratamiento de las no conformidades y las acciones correctivas y preventivas del suministrador.
- Informar al jefe del AII, en el caso de un contrato nacional, de las vicisitudes, accidentes o incidentes que se produzcan en la empresa y que puedan afectar al desarrollo del expediente de AOC.
- Informar al RAC delegador a través de su gestor/jefe de Aii/ITD1 de las vicisitudes, accidentes o incidentes que se produzcan en la empresa y que puedan afectar al desarrollo del expediente de AOC

4. Fase de seguimiento en garantía, que comprende las actividades realizadas una vez que el producto o servicio es entregado y entra en servicio en garantía, hasta el término de la misma y el cierre del expediente de AOC.

La actuación del RAC continuará durante el período de garantía del material y/o servicio, siguiendo las incidencias que, relacionadas con

el contrato, tuviesen lugar. Los resultados de los análisis realizados por el suministrador ante las reclamaciones de usuario y de las acciones correctivas y/o preventivas que tome en consecuencia, servirán al RAC para la reevaluación del riesgo de los procesos involucrados.

La culminación de proceso se ve reflejado en el CdC, que es el documento mediante el cual, el contratista certifica que el producto o servicio, cumple con los requisitos del contrato y que, preceptivamente, debe incluir el refrendo del RAC.

Rol del RAC en el Proceso de Contratación

El proceso de contratación en el Ministerio de Defensa es un procedimiento complejo que involucra la selección de empresas capaces de cumplir con los exigentes requisitos de calidad y seguridad que demanda el entorno militar. El RAC desempeña un papel crucial en este proceso, asegurando que todos los contratos adjudicados a las empresas cumplan con los más altos estándares de calidad establecidos por el Ministerio de Defensa.

El aseguramiento de la calidad en los contratos no solo implica la verificación de que los productos y servicios cumplen con los requisitos técnicos, sino también la supervisión continua del proceso de producción y entrega.



 Mantenimiento de vehículos Pizarro en instalaciones de la empresa JPG

Supervisión de la Ejecución del Contrato

Una vez adjudicado el contrato, el RAC es responsable de supervisar su ejecución para asegurar que todas las etapas se realicen conforme a los estándares de calidad acordados. Esto incluye la revisión de los informes de progreso, la participación en reuniones de seguimiento y la inspección de los productos o servicios a medida que son entregados.

Como ejemplo, en la adquisición de sistemas de armas avanzados para las Fuerzas Armadas, el RAC supervisaría la fabricación de los componentes, asegurándose de que se utilicen los materiales especificados y que las pruebas de calidad se realicen según lo planificado. Cualquier desviación de los requisitos de calidad sería identificada y corregida en las primeras etapas evitando así problemas mayores e incluso irresolubles en la entrega final.

Gestión de Riesgos en el Aseguramiento de la Calidad

El aseguramiento de la calidad en contratos de defensa también implica la gestión activa de riesgos. El RAC debe identificar posibles riesgos que puedan afectar a los procedimientos del Sistema de Gestión de Calidad o al producto o servicio y, desarrollar estrategias para mitigarlos. Esto puede incluir la revisión de los procesos de fabricación, la evaluación de la capacidad técnica de los proveedores y la implementación de controles adicionales cuando sea necesario.

Analizando un caso particular de la adquisición de vehículos blindados, el RAC puede identificar un riesgo potencial relacionado con la resistencia de los materiales utilizados en la fabricación. En respuesta, el RAC podría requerir pruebas adicionales de los materiales antes del inicio de la producción en serie, asegurando la detección de carencias en las prestaciones esperadas, permitiendo solucionarlas antes de que afecte al cumplimiento de los requisitos del contrato en una

fase que, supondría un inevitable incremento de los plazos de entrega.

EL PLAN DE ASEGURAMIENTO OFICIAL DE LA CALIDAD: EMISIÓN, DIRECCIÓN, SUPERVISIÓN Y REVISIÓN

Emisión de Planes de Aseguramiento Oficial de la Calidad

Uno de los cometidos más importantes del RAC es la emisión de Planes de Aseguramiento Oficial de la Calidad (PAOC). Estos planes son documentos estratégicos que establecen los procedimientos y controles que se deben seguir para garantizar que los productos o servicios entregados cumplan con los estándares de calidad requeridos.

La emisión de un PAOC implica una planificación detallada que abarca desde la identificación de los requisitos de calidad específicos del contrato hasta la definición de las pruebas y auditorías necesarias. El RAC trabaja en estrecha colaboración con otros departamentos y con los proveedores para asegurar que el PAOC sea completo y efectivo.



 Torre Guardian 30 de la empresa Escribano M&E sobre vehículo VCR 8x8

Dirección y Supervisión de los PAOC

Una vez emitido el PAOC, el RAC es responsable de dirigir y supervisar su implementación. Esto incluye la coordinación de todas las actividades relacionadas con el aseguramiento de la calidad, como la realización de auditorías, la supervisión de pruebas y la revisión de los informes de calidad.

El RAC debe asegurarse de que todos los aspectos del PAOC se cumplan según lo planificado y de que cualquier desviación se aborde de inmediato. Esto puede implicar la toma de decisiones críticas, como la paralización de la producción en caso de detectar problemas graves de calidad que podrían comprometer la seguridad o el rendimiento del producto final.

Revisión y Actualización de los PAOC

El entorno de defensa es dinámico y a menudo requiere ajustes en los planes de calidad para adaptarse a cambios en los requisitos o en las condiciones de producción. El RAC es responsable de revisar y actualizar los PAOC según sea necesario para asegurarse de que siguen siendo relevantes y efectivos.

Si durante la ejecución de un contrato se identifican nuevas tecnologías o materiales que podrían mejorar la calidad del producto, el RAC revisaría el PAOC para incorporar estos cambios y asegurarse de que se implementen de manera efectiva. Esta flexibilidad es esencial para aprovechar las oportunidades de mejora que ofrece un entorno en constante evolución.

Gestión de No Conformidades

La detección y gestión de No Conformidades es una parte crucial del aseguramiento de la calidad. En este contexto, No Conformidad se debe entender como el incumplimiento de un requisito, esto es, de una necesidad o expectativa “generalmente implícita” o bien las definidas como obligatorias. Por lo que estas No Conformidades pueden ser sobre el Sistema de Gestión de Calidad (SGC) o sobre el producto.

El seguimiento de No Conformidades es una tarea crítica del RAC, dado que cualquier desviación de los estándares de calidad puede tener graves consecuencias en el entorno de defensa. El RAC debe asegurar que todas las no conformidades identificadas durante las auditorías o durante la ejecución del contrato se documenten y se analicen para determinar sus causas raíz. De este modo, se podrán tomar las medidas correctivas necesarias para corregirlas.

Este proceso no solo implica la corrección de la No Conformidad en sí, sino también la implementación de medidas preventivas para evitar que vuelva a suceder.

Análisis de Desviaciones, Concesiones y Propuestas de Cambio de los Diversos Contratos

En líneas generales, estas figuras permiten abordar incidencias y oportunidades surgidas antes, durante y después de la producción. El RAC es responsable de evaluar y tramitar estas solicitudes al Órgano de Contratación.

Identificación y Análisis de Desviaciones

Una desviación consiste en una autorización, aprobada por el Órgano de Contratación, para apartarse de los requisitos originalmente especificados de un producto o servicio, antes de su fabricación o realización.

Durante la ejecución de un contrato, es posible que se identifiquen desviaciones de los requisitos iniciales. Estas desviaciones pueden ser el resultado de problemas en la producción, cambios en los materiales o errores en el proceso de diseño a menudo provocado por un deficiente análisis de requisitos por parte del suministrador. El Contratista es responsable de identificar estas desviaciones y de analizar su impacto en la calidad del producto o servicio final.

El RAC revisará la información aportada y requerirá la información adicional que considere necesaria. Aplicando su mejor criterio, valorará la clasificación como mayor o menor y aportará la información que

considere oportuna a fin de asesorar técnicamente a la autoridad o entidad con capacidad de decisión.

Gestión de Concesiones

En algunos casos, puede ser necesario solicitar concesiones para permitir que un producto o servicio que no es conforme con todos requisitos del contrato pueda ser liberado. A diferencia de las desviaciones, éstas se detectan después de la producción o fabricación.

El proceso de gestión de concesiones incluye la revisión de la solicitud, la evaluación del impacto potencial y la toma de decisiones sobre si se otorga o no la concesión. El RAC debe documentar todas las concesiones otorgadas y asegurarse de que se implementen las medidas correctivas necesarias que eviten la reiteración en el incumplimiento de requisitos.

Evaluación de Propuestas de Cambio

Los contratos en el entorno de defensa son a menudo complejos y son muy extensos en el tiempo, lo que puede requerir que se realice un cambio en la configuración del producto o servicio en aras de una mejora técnica u operativa que, convenientemente documentado y autorizado, pasa a quedar reflejado en las especificaciones y planos.

El RAC es responsable de evaluar todas las propuestas de cambio para asegurarse de que no sólo no afecten negativamente la calidad, sino que puedan incluso suponer una mejora del producto o servicio. Esto incluye la revisión técnica de la propuesta, la evaluación de los riesgos asociados y la supervisión de la implementación del cambio para asegurarse de que se realice de manera controlada y conforme a los estándares de calidad.

REVISIONES DE PLANES DE CALIDAD DE LAS EMPRESAS PARA CADA CONTRATO

Revisión Inicial de Planes de Calidad

El RAC es responsable de revisar los planes de calidad presentados por las empresas adjudicatarias para cada contrato. Esta revisión es de suma importancia para asegurar que los planes de calidad sean adecuados y que incluyan todos los procedimientos y controles necesarios que incluyan todos los requisitos del contrato.

La revisión inicial incluye la verificación de que el plan de calidad esté alineado con los requisitos contractuales, que los métodos de control de calidad sean apropiados y se destinen los recursos identificados por el Contratista. El RAC debe asegurar que el plan de calidad sea integral y que se implementen todas las medidas necesarias para proporcionar las garantías necesarias de que el producto o servicio sea conforme.

Supervisión Continua de Planes de Calidad

A lo largo de la ejecución del contrato, el RAC supervisa de manera continua la implementación del plan de calidad por parte de la empresa adjudicataria. Esto incluye la revisión de informes periódicos, la participación en auditorías y la inspección de productos o servicios a medida que se entregan.

El RAC debe asegurarse de que el plan de calidad se siga estrictamente y de que cualquier desviación o problema se aborde de inmediato. La supervisión continua es esencial para mantener altos estándares de calidad y para asegurar que los productos o servicios entregados cumplan con las expectativas del Ministerio de Defensa.

Revisión Final y Validación del Plan de Calidad

Al final del contrato, el RAC realiza una revisión final del plan de calidad para asegurarse de que todos los procedimientos se han seguido y que todos los productos o servicios cumplen con los requisitos contractuales. Esta revisión incluye la validación de que se han implementado todas

las medidas correctivas necesarias y la inexistencia de no conformidades pendientes.



 *Pruebas de terminal SECOMSAT en la empresa AICOX*

El RAC debe documentar los resultados de esta revisión y proporcionar un informe final al Ministerio de Defensa que detalle el cumplimiento del contrato y cualquier recomendación para futuras mejoras. La revisión final es un paso clave en el proceso de aseguramiento de la calidad, garantizando que el Ministerio de Defensa reciba productos o servicios de alta calidad que cumplan con todas las especificaciones técnicas y operacionales acordes a los requisitos del contrato.

Participación en Comisiones de Seguimiento de Contratos (COMSE)

El RAC participa en las reuniones de seguimiento de contratos junto a otros departamentos del MINISDEF, conocidas como COMSE, donde se revisa el progreso del contrato, se discuten posibles problemas y se toman decisiones para asegurar que se cumplan los objetivos de calidad.

Durante estas reuniones, el RAC informa sobre cualquier desviación o no conformidad. La participación activa del RAC en estas reuniones es esencial para asegurar que se mantenga un enfoque en la calidad durante toda la ejecución del contrato.

El RAC trabaja en estrecha colaboración con otros departamentos del Ministerio de Defensa durante las reuniones de COMSE, aunando esfuerzos para asegurar cumplimiento de todos los requisitos contractuales. Esto incluye la coordinación con el departamento de adquisiciones, el departamento técnico y otros departamentos relevantes para asegurar que todos los aspectos del contrato se gestionen de manera efectiva.

Este dialogo es clave para asegurar que todos los actores involucrados en la ejecución del contrato estén alineados en términos de objetivos de calidad y poder así adoptar las medidas necesarias que aseguren el éxito del contrato.

Refrendo de los Certificados de Conformidad (CdC)

El RAC es responsable de refrendar los Certificados de Conformidad. Estos documentos son emitidos por el suministrador y certifican que los productos o servicios entregados cumplen con todos los requisitos del contrato. Estos certificados son necesarios para la aceptación final de los productos o servicios por parte del Ministerio de Defensa.

Para cada partida, lote, envío listo para la entrega o cumplimiento de un hito explícitamente señalado en el contrato o pedido, y una vez realizadas las pruebas de aceptación especificadas, la empresa contratista/ subcontratista extenderá un CdC. El RAC deberá comprobar que los términos en que se emite el CdC se ajustan a los requisitos especificados, y verificados durante el AOC, y deberá cumplimentar y refrendar con su firma, si procede, la parte correspondiente del mismo

4. OTROS ROLES Y FUNCIONES PARALELAS A LA DE RAC:

INSPECTOR DE SEGURIDAD

Las Normas de la Autoridad Nacional para la Protección de la Información Clasificada (ANPIC) constituyen el desarrollo normativo con el que se regula el manejo de la información clasificada en España

y se da respuesta a las obligaciones contraídas en el ámbito internacional por nuestro país con otros estados u organizaciones internacionales. Se estructuran en seis normas diferentes pero complementarias:

- La protección de la información clasificada en España (NS/00), mediante la que se exponen los principios básicos sobre la información clasificada y su forma de protegerla en España.
- Estructura nacional de protección de la información clasificada (NS/01), mediante la que se establecen los requisitos orgánicos y funcionales necesarios para que en un organismo o entidad se maneje información clasificada.
- Seguridad en el personal (NS/02), mediante la que se exponen todos los requerimientos para el acceso a la información clasificada y, especialmente las vicisitudes referidas a la Habilitación Personal de Seguridad (HPS).
- Seguridad física (NS/03), mediante la que se establecen las medidas requeridas en las zonas donde se maneje información clasificada, de forma que se controlen los accesos autorizados a dicha información y se impidan los no autorizados.
- Seguridad de la información (NS/04), mediante la que se establece la forma en la que se ha de manejar la información clasificada.
- Seguridad en los sistemas de información y comunicaciones (NS/05), mediante la que se establecen los requisitos que debe reunir un sistema de información y comunicaciones para poder manejar en él información clasificada.
- Seguridad industrial (NS/06), mediante la que se especifican los especiales requerimientos, en el ámbito industrial, para el manejo de la información clasificada como consecuencia del desarrollo de contratos, proyectos o programas clasificados.



 *Imagen que representa la Seguridad de la Información*

En esta última norma, la NS/06 sobre la seguridad industrial, se establecen los distintos órganos y autoridades, entre los cuales figura el inspector de seguridad industrial, definiéndose como el representante ante la empresa del departamento ministerial al que pertenezca la información clasificada manejada por el contratista en los aspectos relativos a la seguridad de la información del departamento. Será nombrado por el área de seguridad de la información clasificada en el ámbito industrial. Sus cometidos son:

- a) Controlar el marcado de la información clasificada que genere o reproduzca el contratista, previa autorización del órgano responsable del contrato, programa o proyecto clasificado, con arreglo a la guía de clasificación.
- b) Controlar las modificaciones que puedan producirse en los sistemas de protección de la información clasificada del contratista establecidos en el correspondiente plan de protección.
- c) Certificar la necesidad que tienen los empleados del contratista de solicitar HPS en relación a la función que desempeñan o puedan desempeñar, firmando en su caso las solicitudes de HPS.
- d) Informar sobre los incidentes de seguridad que afecten o puedan afectar a la información clasificada, que se produzcan en las instalacio-

nes del contratista, y sobre posibles riesgos que afecten o puedan afectar a la misma.

- e) Velar por el cumplimiento de las instrucciones de seguridad relativas a los contratos, programas o proyectos clasificados que esté desarrollando el contratista.

ASESOR TÉCNICO DE INTERVENTOR

Desde hace años y cada vez con más asiduidad, en las recepciones de armamento y material de defensa, la Intervención General de Defensa solicita que se incorpore en dichos actos la figura del Asesor Técnico del Interventor. Su cometido es el de proporcionar el asesoramiento, los consejos o bien los dictámenes técnicos al Interventor en relación con el objeto del material que se recepciona.

Este rol ayuda al interventor a conocer los aspectos técnicos del suministro objeto de la recepción y además proporciona una segunda opinión puesto que esta función nunca es desempeñada por el RAC designado para el AOC del contrato.

El asesoramiento técnico proporcionado incluye la revisión detallada de los informes de pruebas, la inspección física de los productos y la verificación de que se hayan realizado todos los procedimientos de control de calidad acordados. En este proceso, el asesor utiliza su experiencia técnica como RAC para identificar problemas que podrían haber sido pasados por alto y asegurando que el interventor cuente con toda la información necesaria para tomar una decisión informada.



 *Reparación de motor de Vehículo VLOE en la empresa EINSA*

INGENIERO INSPECTOR MILITAR (IIM)

Para entender esta función, se debe indicar que existe una regulación de las Fábricas de Armas de Guerra (FAG) y las Fábricas de Armas de Guerra que incorporan explosivo (FAGEX) que viene definida por los vigentes Reglamentos de Armas y de Explosivos, respectivamente. Estos otorgan a la Dirección General de Armamento y Material (DGAM) determinadas competencias en lo relativo a autorizaciones para la fabricación de armas de guerra y el control de las mismas. Para ello, en la estructura de la INREG, se encuentra el Área de Regulación Industrial (ARI) que cuenta con una Unidad de Armas y Explosivos (UAEX) dedicada a dar apoyo a la industria del sector en cuanto a la aplicación de la normativa. De esta UAEX dependerá funcionalmente el Ingeniero Inspector Militar (IIM).

Una vez establecida la FAG(EX), el DIGAM, nombra un Ingeniero IIM para controlar la marcha de la fábrica en los aspectos concernientes a la defensa y seguridad nacionales. La elaboración del informe de adecuación es el primer hito para el IIM, este permite comprobar la adecuación a lo autorizado. Finalmente, se produce la aprobación por parte del Subdelegado del Gobierno de la puesta en marcha de la fábrica, modificación sustancial o traslado de la FAG.

En sus funciones, el IIM realiza el control de la marcha de la fábrica en los aspectos concernientes a la Defensa y Seguridad Nacionales y, fundamentalmente, en relación con lo autorizado por el DIGAM en la Resolución de la FAG.

Para ello, el IIM recaba toda la información necesaria sobre los medios de producción, capacidad y estado de las instalaciones productivas, así como sobre el destino de los productos fabricados. El objetivo de este control es garantizar el cumplimiento de los requisitos, normas y manuales específicamente establecidos en cada caso. En todo momento puede comprobar la veracidad de dicha información mediante visitas de inspección a las factorías. Además, en función de lo que en cada caso

establezca y permita la Resolución del DIGAM, el IIM puede autorizar modificaciones no sustanciales.



 Imagen del interior de un polvorín

En caso de cualquier incidencia, el IIM lo comunica al ARI (UAEX) que establece los criterios generales o específicos para todos los IIM en función de su tipología. El IIM, si en su actuación supervisora hallare fundados motivos que aconsejaren la paralización, total o parcial, de una fábrica de explosivos, podrá recabar del Delegado del Gobierno la retirada o restricción del permiso de funcionamiento concedido. En los casos de emergencia, podrá decretar la suspensión provisional de todas las actividades de la fábrica o de parte de las mismas.

Otra responsabilidad crítica es la autorización de las salidas de AG de fábrica. El IIM es el responsable de autorizar cada una de las salidas de la FAG, así como informar a la Dirección General de la Guardia Civil (DIGEGUCI). Para una FAG con un gran volumen de trabajo, es fundamental que el IIM pueda tener el necesario acceso a toda la información sobre el AG, así como la coordinación con los distintos responsables de los departamentos de la FAG relacionados con las AG, para poder posibilitar la autorización anteriormente indicada con la agilidad necesaria. Esta responsabilidad es de suma importancia para las FAG,s, dado que no pueden transportar el material sin la autorización previa, pudiendo llegar a ser una actividad

altamente demandante al tener que controlar únicamente un IIM toda la producción, almacenamiento y transporte de toda la FAG.

PARTICIPACIÓN Y CONTRIBUCIÓN A GRUPOS DE TRABAJO

El RAC puede formar parte de Grupos de Trabajo que abordan temas relacionados con la calidad, la seguridad y la gestión de contratos en el Ministerio de Defensa. Estos grupos de trabajo son esenciales para desarrollar y mejorar las políticas y procedimientos relacionados con el AOC en el entorno de defensa.

La participación del RAC en estos Grupos de Trabajo incluye la contribución de su experiencia técnica, la revisión de Propuestas de Cambio y la coordinación de esfuerzos para mejorar la calidad y seguridad en todos los contratos del Ministerio de Defensa. El RAC debe asegurarse de que todas las decisiones tomadas por los Grupos de Trabajo se implementen de manera efectiva y de que se realicen las mejoras necesarias para mantener altos estándares de calidad.

En el caso de la revisión de las políticas de seguridad para la producción de equipos militares, el RAC puede contribuir, con su experiencia, en la inspección de seguridad y en la implementación de medidas correctivas para asegurar que las políticas revisadas sean efectivas y prácticas.

También, en el desarrollo de nuevas normas de calidad para la adquisición de sistemas electrónicos, el RAC puede aportar su conocimiento de las normas PECAL y su experiencia en auditorías de calidad para asegurar que las nuevas normas sean rigurosas y aplicables a las necesidades del Ministerio de Defensa.

5. RETOS, DESAFÍOS FUTUROS Y OPORTUNIDADES PARA LOS INGENIEROS POLITÉCNICOS EN EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Bien entrado el siglo XXI, ha traído consigo desafíos sin precedentes para los Ingenieros Politécnicos en el MINISDEF, la digitalización con la Industria 4.0,

la ciberseguridad, las consecuencias de la guerra entre Rusia y Ucrania o la actual guerra de Oriente Próximo, y la necesidad de una mayor sostenibilidad, irán redefiniendo su futuro rol.

Uno de los mayores desafíos que afrontan los Ingenieros Politécnicos en el aseguramiento de la calidad es enfrenarse a la trepidante y rápida evolución tecnológica que vivimos en la actualidad. Las nuevas tecnologías, como la inteligencia artificial, la robótica avanzada y la ciberseguridad, están cambiando la forma en que se diseñan y gestionan los sistemas de defensa.

Para mantenerse al día con estos cambios, los Ingenieros Politécnicos deben estar en constante formación y actualización. Esto incluye no solo la adquisición de nuevas habilidades técnicas, sino también la adaptación de las metodologías de Aseguramiento de la Calidad para integrar tecnologías emergentes.

6. CONCLUSIONES

El papel de los Ingenieros Politécnicos en el MINISDEF es fundamental para garantizar que las FAS puedan operar de manera efectiva y segura. Una excelente formación técnica, combinada con una amplia experiencia en la gestión de proyectos complejos y la implementación de sistemas de calidad, les permite desempeñar un papel fundamental en la defensa nacional.

A medida que las amenazas evolucionan, los Ingenieros Politécnicos deben adaptarse y liderar la implementación de nuevas metodologías y tecnologías para asegurar que los sistemas y equipos militares sigan cumpliendo con la máxima calidad. El futuro presenta tanto desafíos como oportunidades, y los Ingenieros Politécnicos están en una posición decisiva frente a estos desafíos y poder aprovechar estas oportunidades para fortalecer la defensa de España.

El Ingeniero Politécnico desempeña un papel esencial en el Aseguramiento de la Calidad en el MI-

NISDEF, asegurando que todos los contratos con empresas adjudicatarias cumplan con los estándares de calidad y seguridad exigidos. Sus responsabilidades abarcan desde la emisión y supervisión de planes de calidad hasta la participación en auditorías, la inspección en Fábricas de Armas de Guerra, la inspección de seguridad y la contribución a grupos de trabajo.

A través de sus múltiples cometidos, el Ingeniero Politécnico asegura que los productos y servicios entregados al MINISDEF sean seguros, efectivos y cumplan con los requisitos operacionales. Su labor es fundamental para mantener la operatividad de las FAS y para asegurar que se cumplan los objetivos estratégicos de defensa nacional.

7. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

Instrucción 39/1998, de 19 de febrero, que desarrolla la Orden Ministerial 65/1993, de 9 de junio, en materia de calidad en los contratos de suministro, consultorías y asistencias, y de servicios para el armamento y material de defensa (BOD nº 42, de 3 de marzo de 1998).

PECAL 2070, Aseguramiento Oficial de la Calidad (AOC) mutuo en la OTAN. Edición 3.

PECAL 2110, Requisitos OTAN de Aseguramiento de la Calidad para el diseño, el desarrollo y la producción. Edición 4 (2016).

Real Decreto 137/1993, de 29 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Armas. Instrucción 52/2013, de 17 de junio, del Secretario de Estado de Defensa, por la que se aprueban las Normas para la Seguridad de la Información del Ministerio de Defensa en poder de las empresas.

Procedimiento PA/42/01, Aseguramiento Oficial de la Calidad (AOC) en la contratación de Defensa.

Instrucción IT 4201.02 A, Manual del RAC (Guía de actuación). ■

EL DEPARTAMENTO NBQ DE LA MARAÑOSA

*Juan Carlos Cabria Ramos
Coronel de Sanidad Militar*

Jefe del Departamento NBQ de la Subdirección General de Sistemas Terrestres del INTA

El Departamento de Sistemas de Defensa frente a amenazas Nucleares, Radiológicas, Biológicas y Químicas (en adelante Dpto. NBQ) se engloba en la Subdirección General de Sistemas Terrestres del INTA, ubicada en el Campus de «La Marañosa». Consta de tres Áreas: Defensa Química, Defensa Radiológica-Nuclear y Defensa Biológica.

Siempre permanente la amenaza NBQ, cobra plena actualidad en estos momentos con motivo de las guerras que se libran en Ucrania y Oriente Medio. A pesar de las rigurosas prohibiciones de uso existentes y de los tratados internacionales que las amparan, como la Convención de Armas Químicas, (que ilegaliza la producción, almacenamiento y uso de armas químicas), el Tratado de Prohibición de Armas Nucleares de la ONU, o la Convención para la Prohibición de Armas Biológicas, nunca se puede descartar un posible uso terrorista o malintencionado de los mismos. Por estos motivos, los países ponen cada vez más énfasis en la protección y defensa de sus ciudadanos y medioambiente frente al posible uso de estos agentes.

España cuenta con un Dpto, que arranca de los años 80 y viene reforzando sus capacidades desde entonces, hasta haberse

convertido hoy en día en uno de los centros con más prestigio a nivel mundial.

Una de sus principales funciones es la identificación forense de agentes NBQ que puedan ser utilizados para atentar contra nuestras tropas o contra la población civil en territorio nacional.

Entre otros objetivos cabe mencionar:

1. Validación de vehículos y sistemas de detección:

Las plataformas vehiculares constituyen un apoyo esencial para la lucha contra los riesgos NBQ, puesto que permiten concentrar en una o varias plataformas móviles, sistemas de alerta temprana NBQ, de detección e identificación hasta el grado de confirmación, de delimitación de las áreas contaminadas, de descontaminación, de protección y evacuación segura.

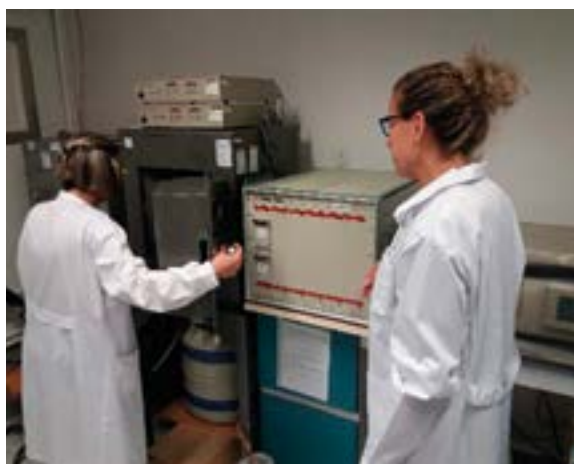
Como ejemplos actuales, el Dpto. está evaluando los sistemas de protección NBQ del Vehículo de combate 8x8 (DRAGON), el nuevo vehículo de reconocimiento NBQ (PITON), y los nuevos laboratorios móviles químico, biológico y radiológico que estarán en dotación del Regimiento de Defensa NBQ Valencia nº 1.

2. Validación de equipos de detección e identificación:

Se realiza con motivo de posibles adquisiciones de equipos de protección, detección o descontaminación NBQ, que puedan formar parte de las distintas Unidades NBQ de las FAS o a petición de las empresas fabricantes.

3. Asesoramiento a las FAS:

El asesoramiento se efectúa con motivo de adquisiciones de material y vehículos, o ante amenazas NBQ que puedan afectar a nuestras Fuerzas Armadas o a la población española en territorio nacional o extranjero.



 El Laboratorio de Análisis de Radiactividad Ambiental

Igualmente, se colabora con otras Unidades y Centros Militares que tienen relación con el ámbito NBQ, como la Escuela Militar de Defensa NBQ, el Regimiento NBQ de Valencia nº 1, la Unidad Militar de Emergencias, el Instituto de Toxicología de la Defensa, la Policía Nacional o la Guardia Civil.



 Evaluando el Vehículo Ligero de Reconocimiento NBQ, de dotación en la UME

4. Entrenamiento a las Unidades NBQ:

La formación y el entrenamiento son considerados esenciales para la consecución de los objetivos de la defensa NBQ, siendo el personal de las Unidades operativas de toma de muestras e identificación los destinatarios de dicha instrucción.

España dispone de Unidades operativas altamente especializadas. Entre ellas destacan:

- La Unidad Militar de Emergencias que dispone de un Sistema de Gestión de Riesgos Tecnológicos (SIRT) con un conjunto de subsistemas que abarcan la identificación, descontaminación, protección, traslado, etc.
- El equipo SIBCRA (Sampling and Identification of Biological, Chemical and Radiological Agents) de toma de muestras e identificación del Regimiento NBQ Valencia nº1; este realiza frecuentes misiones tanto en territorio nacional como en el exterior.

Además, cabe destacar los equipos de toma de muestras de que disponen la Guardia Civil, la Policía Nacional o SAMUR, a quienes se les da formación y apoyo siempre que lo solicitan.

5. Identificación del gas radón.

Tras la entrada en vigor del Real Decreto 1029/2022, de 20 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección de la salud contra riesgos derivados de la exposición a radiaciones ionizantes, los titulares de las actividades laborales que se desarrollen en los lugares de trabajo situados en plantas bajas o plantas bajo rasante, deberán determinar la concentración promedio anual de radón en todas las zonas del lugar de trabajo en las que los trabajadores deban permanecer o a las que puedan acceder por razón de su trabajo, excluidas las zonas al aire libre.

El Ministerio de Defensa ha creado una hoja de ruta para controlar la exposición de los trabajadores al gas Radón, acordada por la Junta Central de Protección Radiológica, habiendo encomendado al Laboratorio de Análisis de Radiactividad Ambiental del Dpto NBQ la medición del Radón en todas las UCOs dependientes de los Ejércitos y Órgano Central.



 Mapa de zonas de radón en España

6. Faceta investigadora:

La participación en proyectos de investigación se realiza en dos modalidades: como miembro o socio de un consorcio, o como vocal de seguimiento/director técnico.

Las fuentes de financiación de proyectos colaborativos de I+D+i, tanto nacionales como internacionales, en los que se participa son las siguientes:

- a) Presupuestos INTA
- b) MINISDEF: Programa Coincidente
- c) MICIN: Plan Estatal de I+D+i
- d) Agencia Europea de Defensa (EDA)
- e) Comisión Europea (Horizonte 2020/Horizonte Europa)
- f) OTAN



 Laboratorio de Evaluación de Equipamiento NBQ

Se detallan a continuación las fuentes de financiación referidas:



 Laboratorio de Verificación de Armas Químicas

A. PRESUPUESTOS INTA:

Hasta la integración en el INTA, es decir, hasta el año 2014, los proyectos internos venían siendo financiados por la Dirección General de Armamento y Material (DGAM).

A partir de 2015, y con motivo de la integración en el INTA del antiguo Instituto Tecnológico La Marañosa (ITM), la financiación de estos proyectos corre a cargo del propio INTA.

Los proyectos internos permiten dotar al laboratorio de equipos y personal cualificado capaz de identificar los agentes NBQ y sustancias relacionadas presentes en matrices medioambientales, así como desarrollar y mantener los procedimientos analíticos necesarios. Igualmente, en los últimos años, con financiación procedente de la DGAM, se han financiado proyectos de colaboración con centros de investigación y universidades nacionales, como el Centro Nacional de Biotecnología, la Universidad Complutense de Madrid o el Instituto de Salud Carlos III.

B. MINISDEF: PROGRAMA COINCIDENTE

Los Programas Coincidentes tienen como objetivo la adaptación de la tecnología civil al ámbito militar y el apoyo a las PYMES e instituciones nacionales (como universidades o centros nacionales de investigación).

Son gestionados por la DGAM y coordinados a través de la Subdirección General de Planificación, Tecnología e Investigación (PLATIN).

El Dpto. ha participado y participa en numerosos proyectos al amparo del Programa Coincidente.

C. PLAN ESTATAL DE I+D+I:

Estos programas pretenden ayudar a los centros y organismos nacionales, así como a las PYMES, mediante subvenciones a través de convocatorias anuales que se realizan como apoyo a la investigación española.



 Laboratorios de Biología Molecular

El Dpto. participa activamente en este tipo de proyectos, algunos de los cuales permiten a su vez la realización de tesis doctorales dirigidas por personal del propio Dpto.

D. AGENCIA EUROPEA DE DEFENSA (EDA)

La EDA subvenciona proyectos colaborativos de I+D, a partir de fondos recibidos de los Ministerios de Defensa de los respectivos países miembros, buscando que el retorno económico sea el mayor posible.

E. COMISIÓN EUROPEA (HORIZONTE EUROPA)

Los programas de la Comisión Europea son el principal instrumento de financiación de la Unión Europea para actividades de I+D+i civil.

Abarcan periodos de siete años, y actualmente estamos en la 9ª Edición, que se presenta bajo el título de Horizonte Europa.

Cabe destacar la participación del Dpto. en varios proyectos enfocados a la prevención, gestión de la amenaza NBQ en suelo europeo, así como en grandes estadios de fútbol, en grandes centros comerciales o en hoteles y salas de convención.

F. OTAN

La participación en la Alianza Atlántica se viene realizando desde antiguo mediante la asistencia a grupos de trabajo NBQ como expertos y representantes nacionales. Concretamente, se ha formado parte del subgrupo SIBCRA, no solo asistiendo a las reuniones anuales, sino participando activamente en los ejercicios de intercomparación organizados

por este subgrupo, así como en la redacción de publicaciones aliadas (STANAGs y AEPs).

Desde hace tres años, SIBCRA se ha integrado en otro subgrupo similar denominado DIM Subgroup, que versa sobre Detección, Identificación y Monitorización de agentes NBQ.

También la OTAN promueve algunas convocatorias de I+D, en cuyos proyectos participa el Dpto cuando son de su interés.

AREA DE DEFENSA QUÍMICA

Se encuentra dividida en dos laboratorios: Laboratorio de Evaluación de Equipamiento de Defensa Química, LAEDEQ, y Laboratorio de Verificación de Armas Químicas, LAVEMA.

Este Área presta un servicio innegable a la sociedad, al ser Laboratorio Designado por la Organización para la Prohibición de las Armas Químicas (OPAQ), contribuyendo a mantener el control mundial de los agentes químicos sujetos a inspección.



 Laboratorio de síntesis de agentes químicos

Laboratorio de Verificación de Armas Químicas (LAVEMA)

Realiza la identificación forense de compuestos químicos susceptibles de ser utilizados como agentes de guerra química, ante un eventual ataque con este tipo de sustancias.

Anualmente, el LAVEMA ejerce una intensa tarea de formación a países de Sud y Centroamérica, que desean en un futuro ser laboratorios designados por la Organización para la Prohibición de Armas Químicas, una vez hayan adquirido la capacitación necesaria (cursos GRULAQ, del que en el año 2024 se ha cursado la 12ª edición).

La Organización para la Prohibición de Armas Químicas (OPAQ) obtuvo el Premio Nobel de la Paz en el año 2013 por su labor realizada desde su creación en el año 1997 y por su actividad en la identificación de los agentes químicos tristemente usados en la guerra de Siria. Este premio se hizo extensible a la red de los 26 laboratorios designados a nivel mundial, entre los que se encuentra el Laboratorio de Verificación de Armas Químicas (LAVEMA), integrado en el Área Química del Dpto.

Adicionalmente, personal del LAVEMA da soporte científico-técnico a las empresas químicas españolas cuando son inspeccionadas por la OPAQ en sus calendarios anuales y rutinarios de inspecciones.

Laboratorio de Evaluación de Equipamiento (LAEDEQ)

Este laboratorio realiza la evaluación y testado de los equipos de protección individual frente a agentes químicos, así como de los detectores de agentes químicos portátiles o integrados en vehículos.

ÁREA DE DEFENSA RADIOLÓGICA-NUCLEAR.

Se subdivide en dos laboratorios: Laboratorio de Análisis de Radiactividad Ambiental, LARA, y Laboratorio de Calibración de Radiómetros y Dosímetros, LACAR.

Laboratorio de Análisis de Radiactividad Ambiental (LARA)

De un lado, trabaja en el Plan de Vigilancia Radiológica Ambiental de la Armada (PVRA) mediante el control radiológico de la radiactividad ambiental en los puertos españoles, donde atraquen buques o submarinos de propulsión nuclear, verificando que no haya contaminación radiológica en esos puertos o en las playas colindantes.



 El Laboratorio de Análisis de Radiactividad Ambiental

De otra parte, está a disposición de cualquier empresa u organismo que desee conocer la contaminación radiológica que pueda haber en fuentes radiactivas abandonadas, o derivadas de robos, o procedentes de hospitales, etc.



Laboratorio de Calibración de Radiómetros y Dosímetros (LACAR)

Realiza la calibración de medidores de radiación o de dosímetros, a solicitud de nuestras FFAA o de empresas privadas.

Otra de sus funciones es la capacidad para realizar radiografías industriales. Estas sirven para comprobar la carga explosiva de misiles, o de proyectiles procedentes de la guerra civil que son encontrados en muy diversos puntos de nuestra geografía.

ÁREA DE DEFENSA BIOLÓGICA

El Área de Defensa Biológica, se divide en cuatro laboratorios: Laboratorio de Microbiología, Laboratorio de Biología Molecular, Laboratorio de Inmunología y Laboratorio de Técnicas Instrumentales.

Uno de los principales objetivos del Área de Defensa Biológica es el desarrollo de métodos diagnósticos rápidos, sensibles y específicos para la detección e identificación de cualquier agente biológico (bacteria, virus o toxinas) susceptible de ser utilizado como

agente de guerra biológica o en un ataque bioterrorista.

Con el propósito de que dicho diagnóstico sea al menos confirmativo, cada uno de los laboratorios que componen dicha área cuenta con tecnología específica encaminada a la puesta a punto de métodos de identificación de estos agentes.

El Área de Defensa Biológica es asimismo miembro de la Red de Laboratorios de Alerta Biológica (RE-LAB), infraestructura científico-técnica de apoyo operativo al Sistema Nacional de Conducción de Situaciones de Crisis, para la respuesta ante amenazas por agentes biológicos peligrosos.

Además, realiza la evaluación y validación de equipos de detección y muestreo de agentes biológicos en dotación de laboratorios desplegados NRBQ.

En definitiva, la formación continua del personal, la actualización de las técnicas de ensayo, la colaboración con otras Unidades NBQ y la participación en proyectos de investigación con países de nuestro entorno han hecho posible que España esté a la vanguardia en cuanto a la protección y defensa NBQ se refiere. ■



Campus 'La Marañososa' en San Martín de la Vega, sede de la Subdirección General de Sistemas Terrestres

La Subdirección General de Sistemas Terrestres, cuya jefatura se ubica en las instalaciones del Campus de "La Marañososa", asume la responsabilidad de la gestión de los recursos y ejecución de los programas y proyectos de investigación científica y técnica, así como de prestación de servicios tecnológicos en el ámbito de las tecnologías de la defensa y seguridad, y sistemas terrestres, sin perjuicio de la colaboración que deba prestar a las restantes subdirecciones generales para la ejecución de cualesquiera programas y proyectos que se encuentren interrelacionados o conexos, todo ello de acuerdo con los objetivos y planes anuales y plurianuales elaborados por la Subdirección General de Coordinación y Planes para satisfacer la demanda del Ministerio de Defensa, el plan estatal de investigación científica y técnica y el plan estatal de innovación o de otros organismos de carácter nacional e internacional..

LA ESCALA TÉCNICA DEL CIP: ORIGEN Y EVOLUCIÓN HISTÓRICA

*Teniente Coronel CIP D. Evaristo Grima Resola
Instituto de Historia y Cultura Militar*

Lo que hoy conocemos por escala técnica del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos (CIP) existe prácticamente desde la creación misma del Cuerpo, aunque, a lo largo de los años, tanto uno como otra han cambiado de nombre en varias ocasiones. En este artículo voy a referirme exclusivamente a los sucesivos cambios de denominación (y también de entidad) de la escala técnica, dado que ya existen varios artículos que tratan de los cambios habidos en la denominación de la actual escala de oficiales del CIP, todos ellos muy interesantes.

Para entender mejor la evolución de la escala técnica, es necesario en primer lugar referirse a la creación del Cuerpo pues, desde su origen, este necesitó apoyarse en personal de otra naturaleza para llevar a cabo sus funciones. Así, el **Cuerpo de Ingenieros Politécnicos** se creó, con la denominación de **Cuerpo Técnico del Ejército**, junto a la **Escuela Politécnica del Ejército (EPE)**, por **Ley de 27 de septiembre de 1940¹**.

En el momento de su creación, el Cuerpo Técnico contó con dos ramas, que se han mantenido hasta hoy: **Armamento y Material**, una y **Construcción y Electricidad**, otra. El Cuerpo Técnico se creó para

desarrollar las labores técnicas que hasta ese momento venía realizando determinado personal de las armas de Artillería e Ingenieros.

En sus inicios, y sólo durante un tiempo, en la Escuela Politécnica se formarían, previa superación de los correspondientes planes de estudios, «**diplomados técnicos²**» en ciertas disciplinas (balística, metalurgia, química, armamento y automovilismo, para la rama de Armamento y Material y construcciones militares, vías de comunicación y electrotecnia, para la rama de Construcción y Electricidad).

La acumulación de tres diplomas de una misma rama daba derecho a la obtención del título de **Ingeniero de Armamento o de Construcción**, respectivamente.

Las escalas iniciales del Cuerpo Técnico se constituyeron, por un lado, con los jefes y capitanes de las antiguas escalas activa y complementaria del arma de Artillería, para la rama de Armamento y Material, y lo mismo con el arma de Ingenieros, para la de Construcción y Electricidad que lo solicitasen. Todos ellos ingresaron en el Cuerpo Técnico con el empleo y antigüedad que tuvieran en el momento de su ingreso en el mismo.

1 Diario Oficial del Ejército número 234, de 18 de octubre de 1940. Posteriormente, por Decreto 3058/1964, de 28 de septiembre (Diario Oficial 230/1964), la Escuela Politécnica pasó a ser Escuela Politécnica Superior y por Orden de 5 de mayo de 1968 (Diario Oficial 111/1968) se le facultó para expedir el título de Doctor Ingeniero.

2 Los títulos de diplomados técnicos dejaron de expedirse a partir del año 1951. Desde ese momento sólo se obtendrían los títulos de Ingeniero de Armamento y de Construcción.

Posteriormente, por **Decreto de 19 de enero de 1943**³, el Cuerpo Técnico del Ejército pasó a denominarse **Cuerpo de Ingenieros de Armamento y Construcción del Ejército (CIAC)**.



En sus comienzos, como personal de apoyo a los ingenieros, el CIAC se servía de los antiguos **Cuerpos de Personal del Material de Artillería y Subalternos de Ingenieros**⁴ y del **Cuerpo Auxiliar de Subalternos del Ejército (CASE)**⁵ pero, como estos cuerpos fueron declarados a extinguir, se hizo preciso crear otro Cuerpo que prestara el citado apoyo y que contase con la preparación técnica adecuada a las nuevas exigencias del ejército.

Así, por **Ley de 15 de mayo de 1945**, se creó el **Cuerpo Auxiliar de Ayudantes de Ingenieros de Armamento y Construcción (CAAIAC)**⁶, también con las dos ramas de Armamento y Material y La rama de **Ayudantes de Ingenieros de Armamento y Material** comprendía los grupos de **Maestros de Fábrica y Maestros de Taller**.

Los Maestros de Fábrica podían ser **Maestros Principales de Fábrica**, con asimilación de Comandante, **de primera**, asimilados a Capitán y **de segunda**, asimilados a Teniente.

Por su parte, los Maestros de Taller podían ser **de primera**, con asimilación a Capitán, **de segunda**, con asimilación a Teniente y **de tercera**, asimilados a Alférez.

La rama de **Ayudantes de Ingenieros de Construcción y Electricidad** comprendía los grupos de **Ayudantes de Construcción y Electricidad y Auxiliares de Construcción y Electricidad**.

Los Ayudantes de Construcción y Electricidad podían ser **Principales**, con asimilación a Comandante, **de primera**, con asimilación a Capitán y **de segunda**, con asimilación a Teniente.

Por su parte, los Auxiliares de Construcción y Electricidad podían ser **de primera**, con asimilación a Capitán, **de segunda**, con asimilación a Teniente y **de tercera**, con asimilación a Alférez.

Una vez creado el CAAIAC, por **Orden de 10 de octubre de 1945**⁷ se dictaron normas precisas para la constitución de sus escalas iniciales.

3 Diario Oficial del Ejército número 16, de 21 de enero de 1943.

4 El Cuerpo de Subalternos de Ingenieros existe, como mínimo, desde 1873.

5 El Cuerpo Auxiliar Subalterno del Ejército (CASE) se creó por Ley de 13 de mayo de 1932, publicada en el nº 136, de 15 de mayo de 1932, de la Gaceta de Madrid, antecesora del BOE. Contaba con cinco secciones:

- 1ª Auxiliares administrativos
- 2ª Subalternos periciales
- 3ª Auxiliares de obras y talleres
- 4ª Taquimecanógrafas (sólo mujeres)
- 5ª Conservación y servicio de edificios

El nuevo Cuerpo se constituyó con personal de los cuerpos político-militares declarados a extinguir que lo solicitasen.

6 Diario Oficial del Ejército nº 109, de 18 de mayo de 1945.

7 Diario Oficial del Ejército nº 231, de 16 de octubre de 1945.

De esta manera echó a andar el CAAIAC, para dar apoyo a los ingenieros del CIAC. Pero, al cabo de poco tiempo se observó que su estructura era un tanto confusa. La rama de ayudantes de Armamento y Material estaba formada por maestros de fábrica y maestros de taller, mientras que la rama de ayudantes de Construcción y Electricidad estaba formada por ayudantes de Construcción y Electricidad y auxiliares de Construcción y Electricidad. Denominaciones muy diferentes. Eso resultaba demasiado enrevesado.

eran de categorías desiguales, y como esto no era así, convenía unificar dichas denominaciones.

De esta manera, en virtud de la ley de 1950, el CAAIAC pasó a tener un **Grupo de Ayudantes** y un **Grupo de Auxiliares** dentro de cada una de sus ramas (Armamento y Construcción). El grupo de Ayudantes estaba supeditado y directamente a las órdenes de los ingenieros y el grupo de Auxiliares, además de a las de los ingenieros, a las de los Ayudantes. Es de-



En consecuencia, no hubo más remedio que modificar la estructura del CAAIAC, para que fuese más clara y entendible y, así, por **Ley de 9 de mayo de 1950**⁸ se publicó la modificación de la Ley de 15 de mayo de 1945, de creación del CAAIAC. La exposición de motivos de la nueva Ley aclaraba que las distintas, por no decir dispare, denominaciones del personal de cada una de las ramas del CAAIAC (Armamento y Construcción) habían dado lugar a la creencia de que



el orden jerárquico era INGENIERO→ AYUDANTE→AUXILIAR.

Otro paso importante en la evolución fue que por **Orden de 27 de marzo de 1978**⁹, el Cuerpo Auxiliar de Ayudantes de Ingenieros de Armamento y Construcción (sólo el grupo de ayudantes) pasó a denominarse **Cuerpo de Ingenieros Técnicos de Ar-**

8 Diario Oficial del Ejército nº 106, de 11 de mayo de 1950

9 Diario Oficial del Ejército nº 75, de 3 de abril de 1978

mamento y Construcción (CITAC), manteniendo las dos ramas de Armamento y Material y Construcción y Electricidad. Este cambio de denominación era lógico pues, en la vida civil, el escalón que había inmediatamente detrás del ingeniero era el ingeniero técnico, no el maestro, ni el ayudante, ni el auxiliar, ni nada por el estilo.

Esta orden de 1978 fijó también unas plantillas iniciales para las dos ramas, que fueron 7 comandantes, 87 capitanes y 57 para la rama de Armamento y Material y 10 comandantes, 97 capitanes y 57 tenientes, para la rama de Construcción y Electricidad.

En diciembre de 1978, por Orden de 15 de noviembre

Personal Militar Profesional, el Cuerpo de Ingenieros Técnicos de Armamento y Construcción (CITAC) fue declarado a extinguir. No fue el único.

No obstante, la Ley daba la oportunidad a los componentes del CITAC de permanecer en esa Escala a extinguir o de integrarse en la Escala media del Cuerpo de Especialistas del Ejército de Tierra. Ocurrió que la mayor parte de los miembros del CITAC prefirió seguir en él, aunque algunos sí se integraron en el Cuerpo de Especialistas. En ese momento nadie sospechaba que, años después, todos ellos volverían a integrarse en una única escala, la técnica, aún no existente.

Desde el momento de la declaración a extinguir del CITAC, y durante varios años, no hubo convocatorias de acceso al cuerpo. No obstante, en algún momento alguien debió darse cuenta de que se había cometido un error importante al dejar extinguirse un cuerpo tan necesario y se procedió a la subsanación del error y así nació la escala técnica.

La escala técnica del CIP fue creada formalmente, junto a sus homólogas de la Armada y del Ejército del Aire (cuyos cuerpos de ingenieros técnicos fueron también declarados a extinguir, junto al CITAC), en el año 1993, en virtud de la **Ley 14/1993**¹¹, de 23 de diciembre, **de plantillas de las Fuerzas Armadas**.

La Disposición adicional cuarta de la ley de plantillas establecía que los miembros del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos del Ejército de Tierra, se agrupaban en escala superior y técnica. Los empleos de esta última serían de Alférez a Teniente Coronel. El último empleo a alcanzar, hasta ese momento, era el de Comandante.

El apartado 4 de esa misma Disposición adicional se refería a los Cuerpos de Ingenieros de los Ejércitos estableciendo que en sus Escalas técnicas **se integrarían** los componentes de las Escalas medias de los Cuerpos Especialistas de los respectivos Ejércitos que tuvieran las titulaciones de Ingeniero Técnico,



de ese año, se publicó el primer concurso-oposición para ingreso en el Cuerpo de Ingenieros Técnicos de Armamento y Construcción (CITAC).

Posteriormente, con la publicación de la **Ley 17/1989**¹⁰, de 19 de julio, reguladora del Régimen del

10 Boletín Oficial de Defensa nº 140, de 21 de julio de 1989

11 Boletín Oficial de Defensa nº 252, de 29 de diciembre de 1993

Arquitecto Técnico o Diplomado Universitario que se exigían para el ingreso en las nuevas Escalas técnicas de los Cuerpos de Ingenieros de los Ejércitos. También **podrían integrarse voluntariamente** en la Escala técnica del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos del Ejército de Tierra los miembros de la Rama de Armamento y Material y de la Rama de Construcción y Electricidad de la Escala Activa del CITAC, declarada a extinguir por la Ley 17/1989, antes citada



También disponía que las integraciones deberían estar realizadas en un periodo máximo de tres años a partir de la entrada en vigor de la Ley de Plantillas y que reglamentariamente se determinarían las condiciones de integración, teniendo en cuenta el empleo, el orden de escalafón y el tiempo de servicios efectivos cumplidos desde el acceso a la Escala de origen (CITAC o escala media de especialistas), así como las condiciones de incorporación de los alumnos en proceso de formación para el acceso a las Escalas medias de los Cuerpos de Especialistas de los Ejércitos a los que se hubiera exigido las correspondientes titulaciones del sistema educativo general.

Es decir, pasaron a formar parte de la escala técnica del CIP, por un lado, forzosamente, aquellos miem-

bros de la escala media del antiguo Cuerpo de Especialistas que estuvieran en posesión de algún título universitario de los exigidos para entrar en el CITAC y, por otro, voluntariamente, los miembros del CITAC que lo hubiesen solicitado, que, por cierto, no fueron todos, aunque sí la mayoría.

El **Real Decreto 796/1995¹**, de 19 de mayo, de **constitución de Escalas Técnicas de los Cuerpos de Ingenieros de las Fuerzas Armadas**, dispuso, en su artículo 5, que las Escalas Técnicas de dichos Cuerpos quedarían constituidas el 15 de noviembre de ese año, y que el Ministro de Defensa aprobaría el escalafón definitivo de integración y ordenaría su publicación en el BOD, cosa que ocurrió el 20 de noviembre de 1995 con la publicación de la **Orden Ministerial 143/1995**, de 14 de noviembre, por la que se procedía a la **publicación del escalafón definitivo de las Escalas Técnicas de los Cuerpos de Ingenieros de los Ejércitos**.

Desde ese año y hasta la fecha, las convocatorias de ingreso se publican, pues, para la escala técnica del CIP. Las condiciones y requisitos de acceso, titulaciones exigidas, currículos y planes de estudio han ido variando a lo largo de los años, adaptándose a las normativas vigentes en cada momento, pero esto podrá ser objeto de otro artículo.

BIBLIOGRAFÍA

Biblioteca Virtual de Defensa (BIBLIODEF). Diario Oficial del Ministerio de la Guerra

Biblioteca Virtual de Defensa (BIBLIODEF). Diario Oficial del Ministerio del Ejército

Biblioteca Virtual de Defensa (BIBLIODEF). Boletín Oficial del Ministerio del de Defensa

Biblioteca Virtual de Defensa (BIBLIODEF). Gaceta de Madrid

Reglamento para la organización y servicio de los empleados subalternos del arma de ingenieros 18773. ■

¹ Boletín Oficial de Defensa nº 135, de 7 de junio de 1995



UNA VISIÓN GENERAL DE LA EVOLUCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE LOGÍSTICA PREDICTIVA EN EL EJÉRCITO DE TIERRA: DEL DEMOSTRADOR TECNOLÓGICO MANPREDIC HACIA LA IMPLANTACIÓN DEL SILPRE

Antonio Manuel Martínez Heredia
CAP. CIP (EOF) Telecomunicaciones y Electrónica

«La tecnología no es nada. Lo importante es que tengas fe en la gente, que sean básicamente buenas e inteligentes, y si les das herramientas, harán cosas maravillosas con ellas.»

Steve Jobs

Este artículo tiene como objetivo proporcionar una visión general del mantenimiento predictivo en el ámbito del Ejército de Tierra. Desde el año 2008, se ha observado una transformación en la logística tradicional reactiva, que comprendía el mantenimiento preventivo y correctivo, hacia una logística predictiva. Este cambio es impulsado por factores como la Transformación Digital, el proyecto Ejército 2035 y la Base Logística del Ejército de Tierra (BLET). Se describe la evolución experimentada en el año 2023, a través de la Herramienta de Sostenimiento Avanzado (HSA), como parte del proceso de implementación del Sistema de Logística Predictiva del Ejército (SILPRE), junto con el establecimiento de los requisitos de la Arquitectura Objetivo (AO) SILPRE.



Ilustración 1. Prueba de concepto DAQ en Pizarro Fase II y URO VAMTAC

1. INTRODUCCIÓN.

La Inteligencia Artificial (IA) es una de las tecnologías que posee una presencia significativa y relevante en la Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa (ETID 2020)¹. Esto subraya claramente la importancia y el énfasis que el Ministerio de Defensa (MINISDEF) otorga al aprovechamiento de esta disciplina en distintos ámbitos de la Defensa.

Las estrategias de mantenimiento empleadas en el Ejército de Tierra se describen en el apartado 6.2 de la norma general NG 03/13, y en general, han estado marcadas por enfoques correctivos y preventivos. Sin embargo, los avances recientes en tecnología de sensores y aprendizaje automático han impulsado el mantenimiento predictivo, un nuevo paradigma en el que la extracción periódica de información de los sistemas durante su operación es utilizada para predecir fallos y generar alertas en tiempo real. Esto permite

optimizar el tipo de tareas de mantenimiento y su programación.

En 2017, se definieron un conjunto de requisitos técnicos mínimos para la extracción, procesamiento, registro, monitorización y explotación de los datos intercambiados en el bus CAN de la plataforma terrestre VCR 8x8.

En 2018, se realiza un proyecto de integración de un Dispositivo de Adquisición de Datos (DAQ) comercial en vehículos tácticos. Este proyecto (Ochando Terreros & Martínez Heredia, 2023) incluyó pruebas de concepto en un VCI Pizarro fase II y en dos vehículos URO VAMTAC, y logró la captura, almacenamiento y análisis posterior de datos, utilizando una arquitectura abierta que cumple con los acuerdos de estandarización de la OTAN (STANAG 4628 y STANAG 4754).

¹ Se trata de la principal referencia estratégica para dirigir las actuaciones e inversiones en I+D+i del Departamento, la cooperación tecnológica en I+D+i, tanto a nivel nacional como internacional, así como para promover la mejora continua de los procesos del Departamento relacionados con el desarrollo de tecnología de aplicación a Defensa. En uno de los pilares sobre los que se sustenta la estrategia, el de objetivos tecnológicos, se identifican las prioridades tecnológicas hacia las que dirigir los principales esfuerzos en I+D+i en los próximos años, algunos de los cuales están directamente relacionados con la IA en su aplicación a defensa. Así, el Objetivo tecnológico «IA - Análisis automático e inteligente de grandes volúmenes de datos de sensores» se enfocará en la inteligencia artificial sensitiva que es aquella que intenta imitar el cómo los seres humanos perciben con sus sentidos (vista, oído o tacto), utilizando algún tipo de sensor (cámara, micrófono, termómetro) para recoger datos del entorno y, mediante el procesamiento de esa información, identificar o clasificar imágenes, sonidos o sensaciones. En el entorno de la logística el objetivo tecnológico «IA - Tecnologías para el mantenimiento predictivo de plataformas de Defensa» persigue la aplicación de la IA para mejorar el ciclo de vida de plataformas militares, tanto terrestres, aéreas como marinas.

El concepto de logística 4.0 atrajo la atención del Mando de Apoyo Logístico (MALE) cuando se definió el entorno operativo futuro del proyecto Fuerza 2035, según lo establecido en la Directiva 03/2018² del Estado Mayor del Ejército (EME). Se incluye como necesidad logística el mantenimiento predictivo con el enfoque de mejorar la disponibilidad operativa de los sistemas a través del desarrollo de modelos de predicción de fallos, la estimación de la vida útil restante (RUL), la monitorización basada en los datos recopilados.



 Ilustración 2. Logo identificativo de la Brigada Experimental. Fuente: Directiva 02/22

El ET, mediante la Directiva 08/20 de Gestión de la Información y del Conocimiento y Transformación Digital en el ET, aborda los tres pilares de la Transformación Digital. En esta Directiva se desarrolla y refuerza el Plan de Acción para la Transformación Digital (PATD), estableciendo los objetivos y tareas

iniciales para acometer la Transformación Digital en su seno. Organiza la Gestión de la Información y el Conocimiento (GIC), con la finalidad de adoptar un modelo de organización basado en la gestión por procesos, centrado en el conocimiento y en las personas, como base para obtener la superioridad de la información. Con todo ello, se logrará la actualización del Sistema de Mando y Dirección del Ejército (SIMADE) hacia un concepto 4.0, que potencie la cadena orgánica y simplifique las relaciones funcionales.

El sostenimiento 4.0 implica la optimización del mantenimiento, la reducción de errores humanos, la mejora en el funcionamiento de los sistemas, así como, la mitigación de la degradación de capacidades en sistemas de armas durante su ciclo de vida.

El MALE, en lo concerniente a la elaboración del mapa de procesos de alto nivel del ET, como uno de los pilares fundamentales de la Transformación Digital, ha identificado un proceso operativo único de sostenimiento de los materiales, paralelo al proceso de obtención centralizada de la Dirección General de Armamento y Material (DGAM), que se articula en cuatro procesos asociados a las distintas fases del ciclo de vida del armamento y material:

- Adquisición.
- Análisis del Sostenimiento.
- Crecimiento Tecnológico.
- Integración del Apoyo Logístico.

La evolución del modelo logístico actual hacia un modelo predictivo es la razón de ser del Sistema de Logística Predictiva del Ejército (SILPRE), con el objeto de maximizar la operatividad, aumentar la eficiencia, reducir la huella logística y la automatización de actividades logísticas.

² Actualmente la Directiva 03/18 está derogada por la Directiva 02/22.



 Ilustración 3. Logo identificativo del SILPRE. Fuente: JIMALE

El mantenimiento predictivo (Zonta, da Costa, da Rosa, de Lima, da Trindade & Li, 2020) propone el análisis de los datos obtenidos del sistema mediante sensores conectados, aplicando técnicas de IA para pronosticar el estado futuro de un componente (fallo/ avería). De esta manera, la toma de decisiones con respecto a un sistema se puede anticipar, permitiendo realizar las tareas necesarias de mantenimiento antes de que se produzca el error de funcionamiento (Esteban, Zafra & Ventura, 2022), lo que conlleva un conjunto de beneficios como la reducción de los costes de mantenimiento o el número de fallos en los sistemas

El estado actual del mantenimiento predictivo (Bakdi, Kristensen & Stakkeland, 2022) abarca la detección de fallos, el diagnóstico y las estrategias que involucren el mantenimiento basado en condiciones. Estos algoritmos de mantenimiento predictivo se pueden

clasificar en cuatro grupos: basados en modelos físicos, sistemas expertos basados en conocimiento, algoritmos basados en datos que utilizan métodos estadísticos y métodos híbridos formados a través de sus combinaciones.

2. HERRAMIENTA DE SOSTENIMIENTO AVANZADO

En este apartado se detallan las actividades de evolución del proyecto coincidente MANPREDIC, liderado por la JIMALE, la Universidad de Córdoba y el PCMVN n° 2 durante el primer semestre del año 2023. Con respecto a la propuesta inicial para el SILPRE (Mateo, Barca, Escudero & Ochando, 2022), se han producido cambios sustanciales durante la evolución del sistema.

El nivel de maduración de la tecnología de SILPRE, conforme al criterio establecido en la ETID 2020, ha superado tanto el entorno de laboratorio (TRL1-4) como el de simulación (TRL5-6) y se orienta a la validación en un entorno real (TRL7).

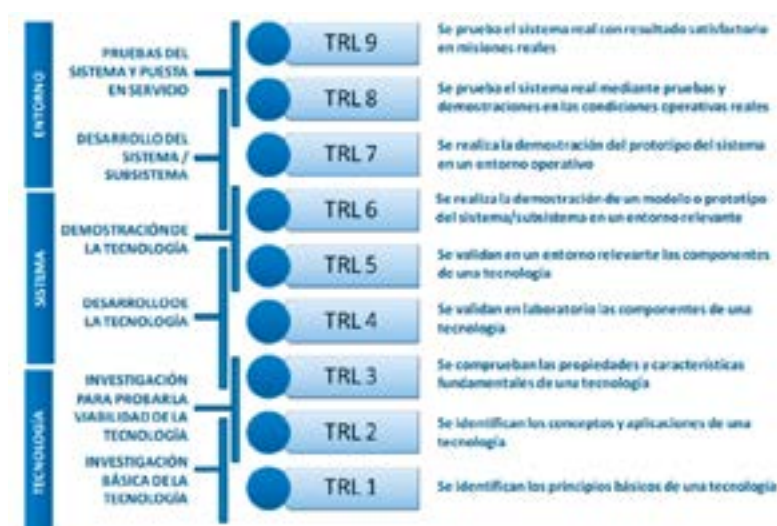


 Ilustración 4. Niveles de madurez tecnológica (TRL). Fuente: ETID 2020

En la especificación se establece un sistema de logística predictiva, básicamente consta de cuatro capas o niveles: la capa física, de sensores o de sistemas de adquisición de datos; la capa de servidores y almacenamiento de datos; la capa de análisis inteligente; y la capa de aplicaciones.

Este nuevo sistema, denominado HSA, fue implantado en julio de 2023 e incluye la monitorización de 100 plataformas terrestres de 5 familias diferentes (ASTRA, HD9, TRAKKER, RG31 y URO VAMTAC) de las que se analizan 4 sistemas (motor, eléctrico, frenos y cambios).

Después de iniciar el proceso de desarrollo de un modelo de predicción fundamentado en series temporales, se encontró que los datos etiquetados carecían de calidad suficiente. El estudio se centró en la revisión y evaluación de la idoneidad de los datos

etiquetados existentes para el modelo de predicción basado en series temporales mediante reglas. Esta adaptación implicó la aplicación de técnicas avanzadas de análisis de datos para obtener resultados más precisos y con una adecuada fiabilidad. Inicialmente, se llevó a cabo un estudio piloto como punto de partida en una fase inicial con un conjunto limitado de datos, que consistió en un total de 20 modos de fallo proporcionados por el PCMR2 y JIMALE.

El proceso incluyó la identificación de patrones, la generación de reglas y la validación de estas para garantizar su eficacia en la predicción de fallos en plataformas. Esta transición hacia un enfoque basado en reglas representó un enfoque más adecuado para abordar las limitaciones de calidad de los datos originales y lograr resultados de predicción más precisos y útiles en el contexto de la plataforma de interés.

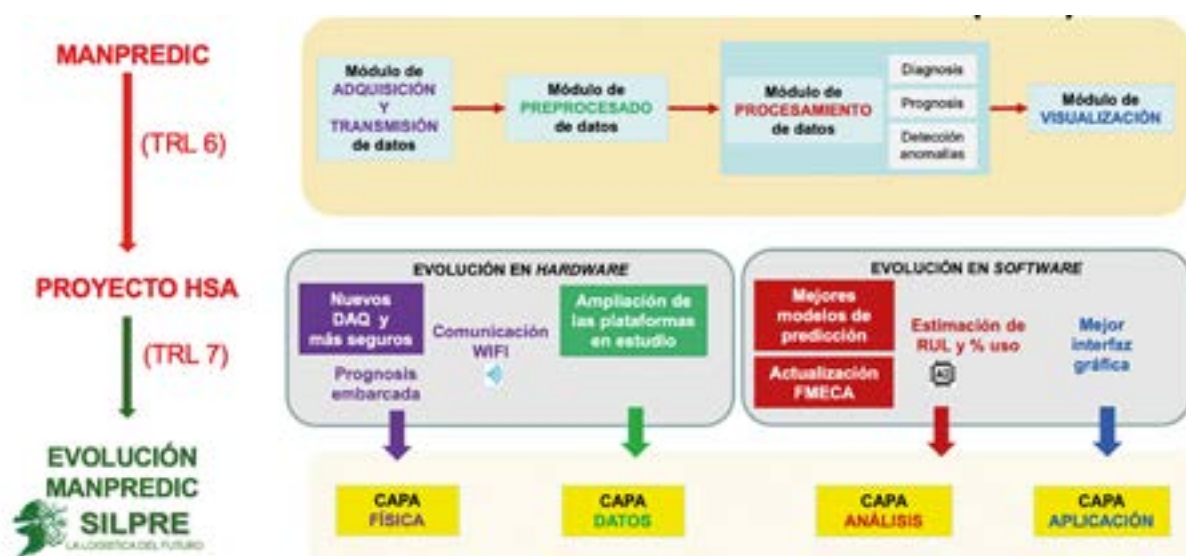


Ilustración 5. Evolución del proyecto coincidente MANPREDIC mediante la HSA. Fuente: JIMALE

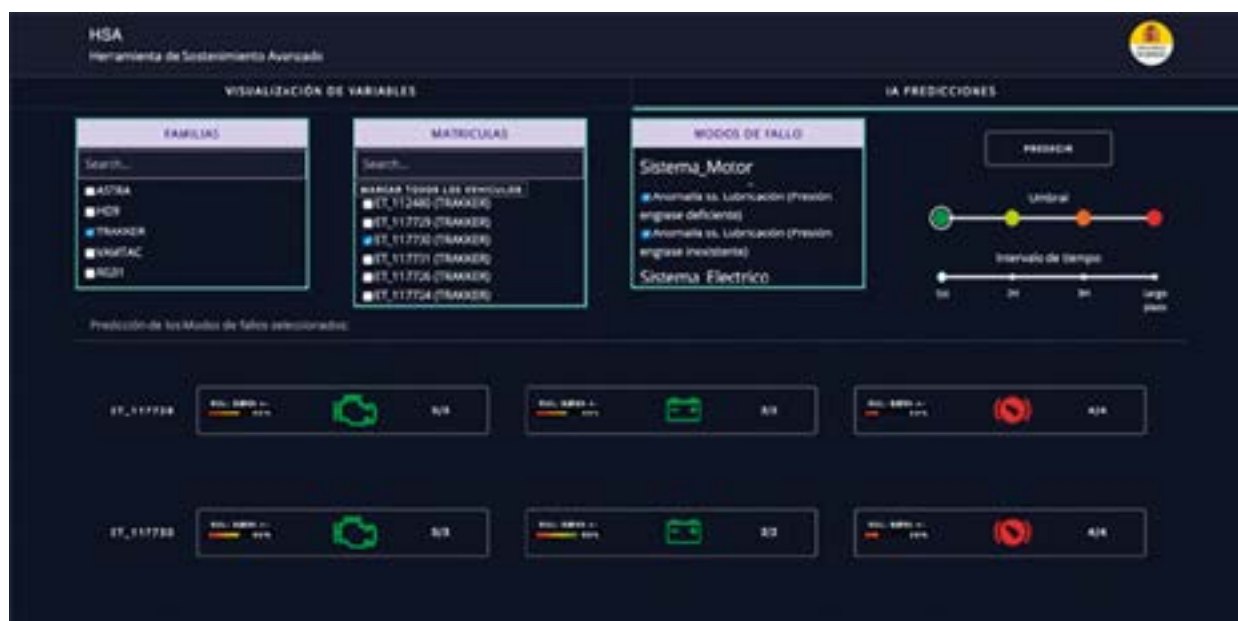


 Ilustración 6. Predicción de vida útil por sistemas. Fuente: Universidad de Córdoba

2.1 Conjunto de actividades realizadas

Se realizaron el conjunto de actividades que se indican a continuación:

- Análisis y evolución de los sistemas hardware y software de MANPREDIC.
- Plan de evolución de la interfaz de usuario: garantiza que los datos operativos estén disponibles tanto en el propio sistema embarcado como en sistemas offline del ET.
- Análisis y evolución de modelos de predicción, anomalías y vida remanente. Se llevaron a cabo mejoras que permiten una evaluación más precisa y temprana de los riesgos de fallos.
- Desarrollo de un sistema de análisis embarcado que, permite la implementación de modelos de análisis en la capa de inteligencia embarcada, lo que facilita la generación de alarmas y diagnósticos utilizados en la toma de decisiones relacionadas con el mantenimiento de las plataformas terrestres.

FAMILIA	PLATAFORMAS SELECCIONADAS
CP 15TM VEMPAR IVECO AD410T45	63
CNLTT 4TM IVECO M170.33WM	11
TRACTO C/P IVECO ASTRA HD9.66.56 T	11
V ALTO BLN PN RG31 MK5 NYALA	9
CNLTT 1,5TM URO ST5	6

□ Tabla 1. Familias y número de plataformas seleccionadas en HSA

Cabe destacar que, en el marco de este programa, se ha ampliado la cobertura de las plataformas terrestres (consultar Tabla 1) en las cuales se ha implementado un registrador de señales procedentes de los sensores instalados en el sistema de comunicación CANBUS de cada una de ellas. Los datos que deben capturarse siguen las normas SAE J1939 y SAE J1708. Esta ampliación ha abarcado un total de 100 plataformas.

HSA se caracteriza por su interfaz gráfica de usuario amigable, que ofrece información detallada sobre el estado de toda una flota de vehículos. Esta

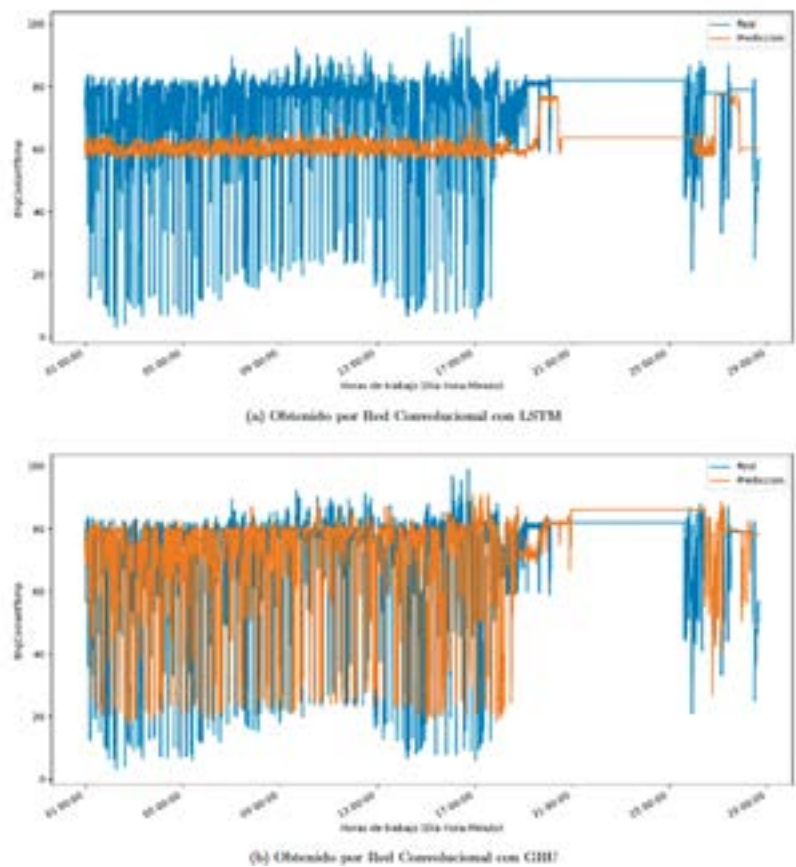


Ilustración 7. Representación de la señal predicha y real de la temperatura del refrigerante (horizonte largo plazo).
Fuente: Universidad de Córdoba



Ilustración 6. Predicción de vida útil por sistemas. Fuente: Universidad de Córdoba

característica facilita en gran medida la planificación operativa y logística en el contexto de la supervisión de flotas.

HSA presenta una serie de notables ventajas en comparación con su predecesor, MANPREDIC. HSA emplea modelos de predicción de riesgo de fallos de una estructura más simple, basados en la arquitectura de red neuronal denominada Unidad Recurrente con Compuertas (GRU), en contraste con los modelos LSTM utilizados en MANPREDIC. Asimismo, HSA es capaz de proporcionar información acerca del Tiempo de Vida Remanente (RUL) de los sistemas monitorizados, lo que representa un hito cualitativo de gran relevancia en la investigación. La eficacia de las redes LSTM, CNN y las bidireccionales en el modelado de series temporales es bien conocida. Sin embargo, se considera la inclusión de redes GRU debido a su simplicidad y eficiencia computacional. Las GRU poseen una arquitectura más sencilla en comparación con las LSTM y son adecuadas para aplicaciones en sistemas embebidos. Las LSTM, en cambio, son más capaces de modelar dependencias a largo plazo en secuencias de datos debido a su puerta de olvido. La investigación y el desarrollo se han centrado en dos tipos de modelos predictivos: basados en redes convolucionales GRU y modelos de vida útil remanente.

En los gráficos de la ilustración 7, se presentan los valores reales (en color azul) y los valores predichos por el modelo (en color naranja) para la variable «Temperatura del refrigerante» en la familia de vehículos Trakker empleando modelos basados en redes convolucionales GRU. El primer gráfico en la Ilustración 6 corresponde a los resultados obtenidos mediante MANPREDIC, mientras que el segundo muestra los resultados obtenidos mediante HSA, aplicados a los mismos datos. Es evidente la significativa mejora en los resultados lograda en el proyecto HSA, dado que las señales reales y las generadas por el modelo de inteligencia artificial prácticamente se superponen.

En la ilustración 8 se representa la información de la vida útil remanente de varios sistemas de forma visual e intuitiva. Para cada vehículo se muestra el estado de los sistemas de motor, eléctrico y frenos mediante un código de colores según la vida útil remanente expresada en porcentaje.

El clúster distribuido de datos (DDS) actual empleado para Manpredic y HSA se compone de cuatro máquinas o nodos (1 nodo maestro y 3 nodos esclavos). Para lograr un análisis embarcado, en la siguiente evolución del proyecto se desea incorporar un procesador que sea capaz de ejecutar un modelo predictivo sin necesidad de conexión externa y poder generar alarmas predictivas sin depender de una conexión con el exterior. En el proyecto HSA se ha realizado un estudio comparativo de diversos procesadores: Jetson Nano, VIM3 Pro, Raspberry Pi 4 modelo B, Mini PC.

3. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS.

El SILPRE constituye un avance de importancia significativa, al impulsar la capacidad operativa de las plataformas terrestres del Ejército y, consiguientemente, mejorar su eficacia en el desempeño de sus funciones. Este sistema desempeña un papel crucial en la toma de decisiones relacionadas con operaciones militares, al permitir la selección de las plataformas que participarán en las distintas operaciones. Además, SILPRE conlleva la reducción de costos y el incremento de la eficiencia en el mantenimiento tanto de plataformas vehiculares como no vehiculares.

Gracias a la HSA, SILPRE es capaz de aprovechar la información generada a partir de los sensores de las plataformas y analizada por el órgano logístico. Esto posibilita la generación de solicitudes de mantenimiento, facilitando la gestión de la adquisición y suministro de repuestos en todas las unidades del Ejército. El futuro del SILPRE se encamina hacia la expansión a nuevos sistemas del alcance del mantenimiento predictivo basado en sensores y análisis de

datos, con el objetivo de mejorar la disponibilidad operativa de los sistemas en cuestión.

Las líneas de trabajo futuras se centran en los siguientes aspectos:

- Mejora en la calidad del etiquetado de los datos: Se busca minimizar los sesgos derivados de la disponibilidad y el entrenamiento de los datos, con el propósito de obtener predicciones más precisas y fiables.
- Adición de nuevos sensores: Se contempla la inclusión de sensores adicionales en las plataformas, especialmente para la monitorización de subsistemas como el análisis de aceites y lubricantes. Estos sensores permitirán la aplicación de técnicas de aprendizaje automático (Martínez-Heredia, Ochando, Cantero & Ventura, 2022), sin necesidad de recurrir a un laboratorio, lo que agilizará el proceso de obtención de resultados.
- Incorporación de procesadores embarcados: Se pretende integrar procesadores capaces de ejecutar modelos predictivos sin requerir una conexión externa. Estos procesadores serán entrenados con los datos recopilados por los sensores, lo que permitirá una operación autónoma y en tiempo real.
- Ampliación de algoritmos de predicción: Donde existan evidencias académicas y científicas que respalden su eficacia, se expandirán los algoritmos de predicción con el fin de obtener resultados óptimos.

4. REFERENCIAS.

- [1] Bakdi A., Kristensen N. B., Stakkeland M. (2022) Multiple instance learning with random forest for event logs analysis and predictive maintenance in ship electric propulsion system. IEEE Transactions on industrial informatics
- [2] Directiva 03/2018 «Proyecto Fuerza 2035» del Estado Mayor del Ejército.
- [3] Directiva 02/2022 «Proyecto Fuerza 2035» del Estado Mayor del Ejército.
- [4] Especificación del sistema de logística predictiva del ET Edición nº 1. (2022) de la JIMALE.
- [5] Estrategia para la tecnología y la defensa. Extraído el 17 de octubre de 2023 desde <https://publicaciones.defensa.gob.es/estrategia-de-tecnologia-e-innovacion-para-la-defensa-etid-2020-libros-pdf.html>
- [6] Egea R., Álvarez E., Rodríguez J.L., Luna C., Zafra A., Luna J.M., Martínez Heredia A.M., Mateo M., Cebrián M., Aparicio M., Molina A., Ventura S. (2023) Herramienta de Sosténimiento Avanzado del Ejército de Tierra. X Congreso Nacional de i+d en Defensa y Seguridad (DESEI+D).
- [7] Esteban A., Moyano J.M., Luna J.M., Molina A., Ventura S. (2022, Noviembre 15-17). MANPREDIC: un sistema para el mantenimiento predictivo de plataformas terrestres del Ejército de Tierra. IX Congreso Nacional de i+d en Defensa y Seguridad (DESEI+D).
- [8] Esteban A., Zafra A., Ventura S. (2022) Data mining in predictive maintenance systems: A taxonomy and systematic review. WIREs Data Mining and Knowledge Discovery. p. 1-45.
- [9] Mateo M., Barca A.F., Escudero M.A., Ochando F. (2022) Sistema Logístico Predictivo del Ejército. Memorial del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos, 9.
- [10] Norma General 03/13 Subsistema de Mantenimiento.
- [11] Martínez Heredia A.M., Ochando Terreros F.J., Cantero Obregón A., Ventura Soto S. (2022) Diseño, implementación, entrenamiento y validación de un sistema de clasificación automático de las muestras de aceites lubricantes y de líquidos hidráulicos basado en Redes de Neuronas Artificiales aplicado al Programa de Análisis de Aceites del ET. IX Congreso Nacional de i+d en Defensa y Seguridad (DESEI+D).

[12] Ochando Terreros F.J., and Martínez Heredia A.M. (2023) Adquisición de datos para la condición

y uso en vehículos blindados: prueba de concepto. X Congreso Nacional de i+d en Defensa y Seguridad (DESEI+D).

[13] SAE J1708/J1587 para vehículos pesados

[14] Sherstinsky A. (2020) Fundamentals of Recurrent Neural Network (RNN) and Long Short-Term Memory

(LSTM) network. Physica D: Nonlinear Phenomena, volume 404.

[15] STANAG 4628 Ed.1 CONTROLLER AREA NETWORK (CAN) PROTOCOLS FOR MILITARY APPLICATION.

[16] STANAG 4754 Ed. 2 NATO GENERIC VEHICLE ARCHITECTURE (NGVA) FOR LAND SYSTEMS -AEP-4754 VOL I, IV and VII EDITION A & VOL II, III, V and VI EDITION B

[17] Theissler A., Pérez-Velázquez J., Kettelgerdes M., Elger G. (2021) Predictive maintenance enabled by machine learning: Uses and challenges in the automotive industry. Reliability Engineering and System Safety.■



EL CÓMO Y EL POR QUÉ DEL SERVICIO MILITAR DE CONSTRUCCIONES



*JOSÉ MANUEL PADILLA BARRERA
TCOL DEL CIP(R)
Que fue
INGENIERO JEFE DE ZONA
de la que fue
ZONA DE CANARIAS
del que fue
SERVICIO MILITAR DE CONSTRUCCIONES*

A todos los que compartieron conmigo, desde los compañeros del Cuerpo hasta el personal civil, el mismo entusiasmo por el Servicio Militar de Construcciones



 Don Juan Cámpora

Hace unos años, por los finales de los años 90 del siglo pasado un malhadado vendaval que dicen procedía del Norte, del Plan Norte se entiende, se llevó por delante una buena parte del Servicio Militar de Construcciones, más tarde continuó el temporal hasta su desaparición completa. El que esto escribe, en el ya lejano año de 1998, se vio en la triste obligación de apagar la luz y cerrar por fuera la puerta de la Zona de Canarias. La razón última de toda esta movida, permítaseme la expresión, es cosa que no se sabe de fijo. Lo decía Baltasar Gracián hace más de trescientos años. «No se estima una decisión si se hace pública. Es mejor imitar el proceder divino.»

El Servicio Militar de Construcciones ha desaparecido en el mayor de los silencios, a pesar de haber sido parte fundamental en el devenir de nuestro Cuerpo; por eso me parece oportuno recordar el cómo y el por qué y en qué circunstancias nació. Dispongo para ello de una fuente de información inmejorable, los apuntes que a modo de memorias dictó su creador el general don Juan Cámpora Rodríguez, a partir de ahora don Juan, luego sabremos por qué.

Además, mantuve con él muchas charlas durante sus estancias veraniegas en Tenerife, y a don Juan, como era notorio, le encantaba contar sus peripecias.

Para encontrar el hilo conductor que nos lleve a conocer cómo se gestó el Servicio Militar de Construcciones, hemos de trasladarnos en el tiempo y en el lugar, hasta el azaroso mes de julio de 1936, y a la Academia de Artillería, entonces también de Ingenieros, de Segovia. Allí se encontraba como profesor, don Juan, entonces capitán de Ingenieros, tenía treinta y un años. Su fuerte personalidad se hace notar, hombre con inquietudes, investiga, estudia y pretende mejorar la materia que imparte, por lo que acaba escribiendo un libro en colaboración con el comandante Sanchez Tembleque titulado «Empleo de Ingenieros y su enlace con las demás Armas». Rápidamente llovieron las críticas, se les censuraba duramente que no se atenían a los reglamentos. Dos años después escribieron un nuevo libro sobre el mismo tema, y el prólogo del mismo comenzaba: ***Lamentando mucho los comentarios de nuestros compañeros, nos seguimos saliendo de los reglamentos.*** De hecho, toda su vida la pasó saliéndose de los reglamentos.

Cuando ya estaba decidido su traslado por el Ministro de la Guerra, debido a un incidente en la sala de banderas, estalla la guerra civil y comenta don Juan:

Debido a la situación creada tuve la oportunidad de, con los medios humanos que teníamos, tratar de organizar una unidad de trabajo.

Pues bien, esta unidad que se organizaba en los primeros días de la guerra civil, con voluntarios en la provincia de Segovia, es el embrión que a lo largo de casi siete años fue evolucionando, siempre de la mano de don Juan, hasta llegar a ser el Servicio Militar de Construcciones.

Se organizó la unidad a base de especialistas de todas clases, arquitectos e ingenieros, aparejadores, peritos, alumnos de los últimos cursos de escuelas técnicas y con profesionales de más edad de la normal, que se constituyeron en sus mandos naturales, pero a todo esto había que darle un carácter oficial. Don Juan lo resolvió:

Ante la necesidad de darle forma militar, les di la categoría de capitán, teniente, y sargento de Ingenieros, con la esperanza de dar situación legal en su día a los problemas.

Y así fue, al poco tiempo visita la unidad, en el Espinar, el teniente coronel de la Llave, allí se encuentra a más de doscientos hombres perfectamente organizados, trabajando en las serrerías y carpinterías que don Juan, también por su cuenta, las había incautado. Se preparaba entonces un puente de treinta metros sobre el Alberche. Ante una labor bien hecha y una eficacia demostrada, al mando no le queda más que admitir los hechos consumados e intentar resolver de la mejor manera posible el embrollo jurídico planteado. Y efectivamente, se nombra a los mandos de la unidad, Oficiales y Suboficiales honorarios del Arma de Ingenieros. Este tipo de situaciones son una constante a lo largo de la vida de don Juan.

A partir de esta unidad en junio de 1938 se crea el Servicio Militar de Puentes y Caminos. En una oscura noche de enero de 1939, regresaba don Juan a las

dos de la madrugada de una reunión en el Puesto de Mando de la División Trece, y en un puente recién volado, cae al fondo del barranco. Los accidentes tuvieron mucha importancia en su vida, éste le dejó una cojera con un peculiar balanceo que le caracterizaba. Alguien le saludó

¿Cómo anda don Juan?

Cojeando. ¡Coño! ¿No lo ve?

Como me lo contaron lo cuento. Y, conociendo a don Juan, me lo creo.

Terminada la guerra el **Servicio Militar de Puentes y Caminos** se transforma en el **Servicio Militar de Puentes y Caminos de Cataluña**, región donde va a desarrollar su actuación, con la misión de restablecer la red viaria, tremendamente dañada. Nada menos que mil quinientas voladuras habían sufrido la zona.

El Servicio no cesa de hacer obras, consigue resultados imposibles de alcanzar por la empresa privada. Los medios no eran muchos. Había que tomar decisiones que en muchas ocasiones podrían considerarse como poco ortodoxas. Un ejemplo: era preciso reconstruir un puente sobre el río Ter, en Torroella de Montgrí. Como ocurría casi siempre el presupuesto era cortísimo, y se había comprometido a acabar la obra. «**Me pusieron en el disparadero**», dice don Juan. Había que buscar la solución económica. La encontró aguas arriba. Allí existía un gran puente, de hierro, que como tantos otros había sido volado. Asunto resuelto, se vende la chatarra y con eso se financia el nuevo puente.

El Servicio seguía creciendo, había desbordado su primitivo cometido de puentes. Tenía obras civiles de todas clases y cada vez la situación administrativa era más conflictiva. Para hacer la Ciudad Militar de Lérida, existía una gran escasez de materiales, pero como siempre prima la eficacia, se compra una fábrica de ladrillos, donde además de los propios ladrillos, se fabrican pavimentos, piedra artificial, carpintería de madera y metálica etc., etc.... Comenta don Juan: “**Ya**

 Figura 2: Puente de Torroella de Montgrí



que de otro modo no hubiéramos podido cumplir nuestro cometido a la marcha que se nos pedía...»

Todo esto estaba muy bien, sólo había un, pero, que el Servicio no tenía personalidad jurídica para hacer lo que hacía. Continúa don Juan: «El peligro que teníamos era que el día que saliera el general en esos momentos nos apoyaba, no sabíamos como íbamos a responder ni como íbamos a enfocar el problema». Estaba claro que la situación era insostenible y hasta peligrosa.

Es en esos días cuando nace realmente en la mente de don Juan el Servicio Militar de Construcciones: ***«Tuve que decidirme a intentar crear una empresa de Estado que tuviera y conservara la historia del antiguo Puentes y Caminos y que pudiera ser de gran utilidad al Ejército».***

Pensado y hecho, agobiado por los problemas, se desplaza a Madrid y pide audiencia al General Subsecretario, que nada menos era don Camilo Alonso Vega, famoso por su rigidez. Incierto y oscuro, como el reinado de Witiza, se presentaba el porvenir de don Juan y su Servicio.

A la una de la tarde de un lunes le recibe don Camilo. El general era otro personaje al que siempre se le

conoció por su nombre de pila. Dice don Juan: ***«Mi recibimiento fue un poco especial».*** No le faltaba sentido del humor, no.

De modo que usted es el famoso comandante Cámpora. Usted es de los que no saben lo que es la ley y de los que se la saltan cuando les viene en gana.

Más que especial el recibimiento fue frío, brusco, desabrido y desagradable, peor imposible. Pero don Juan no se arredra.

Mi general: Si no respetar la ley es hacer cosas razonables, aunque no estén escritas y respetarla es hacer justo lo legislado, para atenerse a lo preciso del deber, aunque resulte un disparate. Entonces, sí mi general, es cierto, no cumplo la ley.

Esta actitud firme desconcierta a don Camilo

Bueno, bien. Pero: ¿Por qué viene a verme? ¿Qué es lo que quiere?

Mi general: Crear un nuevo organismo que se llamará Servicio Militar de Construcciones, que recoja y continúe la labor de mi Servicio, y le dé forma legal.

A lo que el general le contesta:

Eso precisamente es lo que me temía que iba a proponer. Pero mire, Cámpora.

Y fue poniendo lentamente sobre la mesa cinco expedientes. Cinco expedientes gordísimos según los califica don Juan.

Todos estos informes son sobre usted y su Servicio, son de Fortificación y Obras, de Intervención, de la Asesoría Jurídica, de Intendencia, y alguno más. Todos coinciden en que hay que disolver el Servicio de Puentes y Caminos. Usted me dirá, con estos antecedentes, cómo voy a llevar lo que usted propone al ministro.

Los que conocimos a don Juan ya mayor y sabemos de su entereza y fuerza de carácter, podemos imaginarnos cómo sería con treinta y ocho años, que entonces tenía. Después de escuchar al general, permanece por unos momentos callado, pero pronto saca a relucir todo su ímpetu y su genio. Se le achican los ojos, las mejillas se le enrojecen y la voz se le hace más aguda, lo que siempre le ocurría cuando algo le molestaba.

Mi general: Durante la guerra he mandado un batallón de 1500 hombres. No sé si los señores que han escrito esos informes habrán hecho lo mismo. He hecho, mi general, más de cuatrocientas obras, puentes, carreteras, y edificaciones de todo tipo. Esos informes son totalmente injustos.

Continúa con una larga y apasionada exposición de los logros conseguidos por su Servicio. Habla en primera persona, nunca acompañaron a don Juan las falsas modestias. Cuenta las dificultades que ha encontrado, el poco apoyo recibido, y concluye: Y todo esto, mi general, sin pedir ni un solo duro al Ejército. Sin embargo, reconozco que mi situación es insostenible y que hay que tomar una decisión.

Se hace un silencio que a don Juan se le antoja eterno. Don Camilo permanece por unos momentos

pensativo, está claro que el vehemente alegato le ha impactado.

Cámpora, me deja usted impresionado. Creo que estos señores están equivocados. Hablaré con el ministro. Vuelva a las cinco.

Ni que decir tiene que aquel día don Juan no comió, ni siquiera salió del palacio de Buenavista. El tiempo, en estos casos, pasa despacio, pero al fin después de haber recorrido, a pesar de su cojera, mil veces los alfombrados pasillos, llegaron las cinco de la tarde y con la ansiedad reflejada en su cara, entra de nuevo en el antedespacho de don Camilo. Pero ¡sorpresa! en el mismo momento lo hace también el general Asensio, el propio Ministro del Ejército ¿Encuentro casual? Nunca lo sabremos. Después de los saludos de rigor el ministro le comenta:

Comandante: El general Alonso y yo hemos hablado de su asunto, su situación es difícilísima, pero hay que mantenerla, su organización ha prestado un servicio muy grande al Ejército y habrá que conseguir que lo siga haciendo en el futuro. Mañana martes, a las nueve, venga usted que se reunirá una ponencia para tratar este tema.

Han transcurrido apenas diez minutos, don Juan sale francamente contento del edificio del Ministerio del Ejército, sólo le queda una leve preocupación, porque ya se sabe, lo mejor para conseguir que algo no salga adelante es nombrar una comisión. Pero la actitud del general Asensio le ha parecido sincera.

Al día siguiente, un poco antes de las nueve, entra don Juan en el antedespacho del general Alonso Vega. Allí se encuentra con los que supone que van a formar la ponencia, que no son otros que los autores de los informes en su contra. Situación tirante, saludos protocolarios y silencio absoluto. Al momento les recibe don Camilo.

Señores: He hablado con el ministro y aprueba lo que propone el comandante Cámpora. A la una deberá estar redactado el decreto ley creando el Ser-

vicio Militar de Construcciones. El preámbulo de la ley que justifique su razón, quiero que sea un canto lo más bonito posible a la actuación del Servicio Militar de Puentes y Caminos de Cataluña. El comandante les dirá lo que pretende, con lo que yo estoy de acuerdo y el Ministro también. Pueden retirarse.

Don Juan no era vengativo, pero la satisfacción le debió rebosar por todos sus poros. Los que habían querido suprimir su Servicio se encontraban ahora redactando un decreto ley para darle continuidad y encima estaban obligados a hacer un canto a sus méritos.

A la una de la tarde, todos de nuevo ante don Camilo, con el decreto redactado como era natural.

Cámpora: ¿Está usted de acuerdo con lo que dice el decreto?

Sí, mi general

Entonces, pueden ustedes retirarse y usted Cámpora regrese a Barcelona

Aquella noche en el tren que le llevaba a Barcelona don Juan durmió como un niño.

El sábado de esa misma semana, a las once de la noche, sonaba el teléfono en la casa de don Juan.

Mi comandante, le habla el General Subsecretario

Cámpora: Ya tiene usted su Servicio Militar de Construcciones. Ahora mismo me acaba de entregar el ministro el decreto de aprobación. Qué sea enhorabuena. Vuelva usted a Madrid.

El lunes, de regreso en Madrid, comienza la organización del nuevo Servicio. Nada más presentarse, el Ministro le pide o le ordena, no lo sé. Qué todo el personal con titulación técnica que pasara

destinado al Servicio, se integrase en el Cuerpo de Ingenieros de Armamento y Construcción, creado sólo tres años antes. De esta manera solicitan su ingreso en el nuevo Cuerpo el propio don Juan y los comandantes Laguna, Descárrega y Asensio. Importante visión de futuro la del Ministro, porque a partir de ese momento el Servicio ha sido, uno de los pilares fundamentales del Cuerpo.

El decreto preveía los cargos de gerente y director técnico. Pretende el Ministro que don Juan desempeñe los dos, porque considera que para sacar adelante al nuevo organismo había que conocerlo y tener un entusiasmo como el suyo. Como es natural no deseaba otra cosa, pero advirtió que siendo gerente iba a tener a sus órdenes a compañeros más antiguos que él.

Alguien encontró una solución salomónica:

Usted mismo dice que el Servicio va a funcionar como si fuese una empresa civil, pues bien, vista de paisano y hágase llamar don Juan.

Esta es la razón, que habíamos prometido explicar, por la que a don Juan se le ha conocido desde entonces, como eso, como don Juan.

Al fin, el 2 de marzo de 1943 se promulgaba el Decreto Ley que creaba el Servicio Militar de Construcciones. «**Hijo de un sueño que se hizo realidad**», dice don Juan.

Don Juan permaneció en el Servicio durante muchos años, simultaneando los cargos de gerente y director técnico o sólo en esta última función. Ascendido a general en el año 1967 su vida siguió por otros derroteros. Como era de esperar su espíritu inquieto le planteó un nuevo reto, la construcción de un gran hospital.

Pero esa es otra historia, que ya conté en nuestro memorial del año 2019.■



 Figura 1: Vista aérea Fábrica Nacional de la Marañosa

CENTENARIO DE LA FÁBRICA DE LA MARAÑOSA

*Manfredo Monforte Moreno
GD (retirado) Dr. Ingeniero de Armamento (XLII). Artillero (267)
De la Academia de las Ciencias y las Artes Militares
Comisario de los actos de celebración del centenario de la FPQJ*

El 22 de febrero de 2023 se cumplieron cien años de la creación de la Fábrica de Productos Químicos del Jarama en los altos de La Marañosa, Madrid. La historia de su creación y las vicisitudes a lo largo de este siglo ha sido protagonizada por artilleros primero y, tras la Guerra Civil, por ingenieros de armamento.

La historia de la Fábrica de Productos Químicos del Jarama arranca dos años antes de febrero de 1923 con el inicio de las conversaciones para instalar en España una fábrica de productos tóxicos de guerra. La factoría fue proyectada para producir armas químicas, pero se quedó en un proyecto fallido. Los sucesos vividos durante sus diez primeros años de vida marcaron su futuro.

Para entender cualquier historia es necesario situarse en el contexto del momento. En el caso de la fábrica de La Maraños, hay que recordar que a principios de la década de los veinte del siglo pasado estaba muy reciente la I G.M. en la que las armas químicas y los medios para protegerse de ellas se habían mostrado como capacidades estratégicas para cualquier ejército.

Ante la complicada situación en Marruecos, Alfonso XIII planteó al Ministerio de la Guerra la necesidad de contar con capacidad nacional de fabricación de armas químicas y del correspondiente equipo de protección individual, pues temía que hubiese que recurrir a ellos en las guerras

del norte de África cuyo final se antojaba incierto. El 16 de agosto de 1921 el Consejo de Ministros destinó los fondos necesarios para la instalación de una nueva fábrica para satisfacer las necesidades manifestadas por la Corona. Por discreción se encargó la tarea al Museo de Artillería. Todos los informes técnicos y militares que se solicitaron desaconsejaban el proyecto haciéndose eco de la prohibición de uso de tales ingenios. También se opuso a la orden, al denunciar los términos del contrato, el coronel Adolfo Tolosa, director del museo, en un informe muy negativo que acabó en la mesa del Consejo de Ministros. Desoído por el ministerio, se reiteró la orden y el coronel pidió el pase a la reserva. El proyecto había vencido las últimas trabas y arrancó finalmente.

Antes de la compra de los terrenos en los que instalar la nueva fábrica, en junio de 1922 se firmó con la casa alemana Zimmerman la construcción y entrega llave en mano de una instalación para la producción de gases de guerra y la carga de bombas. En las conversaciones participó el ministro de la Guerra, Luis de Marichalar y Monreal, vizconde



 *Figura 2: Aprendices.*

de Eza. Por parte de la empresa, actuó el señor Stoltzenberg, presidente de la firma.

En paralelo a las conversaciones de alto nivel se formaron varias comisiones para estudiar el proyecto. Como ya hemos dicho, todas ellas emitieron informes críticos y desfavorables a la iniciativa. A pesar de ello, el 27 de mayo de 1922 se autorizó un anticipo de 3,5 millones de pesetas como parte de los 7,5 millones en que estaban valorados los trabajos.

El emplazamiento elegido fue el paraje «La Marañososa» en el término municipal de San Martín de la Vega, en las alturas sobre el río Jarama. Se considera el 22 de febrero del año siguiente la fecha oficial de arranque de las actividades de la instalación, una vez terminadas las obras de infraestructura y el levantamiento de los talleres e instalaciones técnicas.

Uno de los puntos más polémicos del contrato era el plazo de entrega, fijado en siete meses, pero condicionado a la entrega de los terrenos donde se iba a edificar y a contar con un ramal ferroviario en uso que llegase hasta la fábrica misma. Todavía hoy pueden verse los restos de las obras de construcción del ferrocarril a la derecha de la entrada desde Madrid al poblado de La Marañososa. I

El alcance inicial de la instalación contemplaba una producción nada desdeñable (con purezas superiores al 90%): diariamente debían fabricarse 1.500 kg de fosgeno, 1.250 de etildicloroarsina y 1.000 kg de ipe-rita. Nació así la Fábrica de Productos Químicos del Jarama cuya localización debería cumplir una serie de condiciones:

- Situar-se cerca de un río con caudal suficiente (mínimo 60 l/s). Todavía hoy se explotan unos pozos situados en el valle del Jarama debidamente autorizados por la Cuenca Hidrográfica del Tajo.
- Disponer de una estación de ferrocarril, algo que no se logró en plazo.
- El terreno debía disponer de un rectángulo de 1 x 0,4 km rodeado de una zona de seguridad de

3 km para prevenir accidentes. La finca elegida debía tener un mínimo de 600 Ha, aunque lo aconsejable era contar con unas 2.500 Ha.

- Situar-se en una zona llana, despoblada y sin cultivos.
- Estar centrada en la península para estar alejado de costas y fronteras.
- Contar con una línea eléctrica de alta o media tensión o una central de unos 100 MW.

Además de La Marañososa se estudiaron otros emplazamientos, como una finca en Algodor, otra cerca de Aranjuez, también se examinaron terrenos en Tarancón, pero ninguno de ellos cumplía con todos los requisitos. Finalmente, el lugar elegido fue La Marañososa, propiedad de José Espinós y Juliá, en el término municipal de San Martín de la Vega cerca de la casa Gózquez. Relativamente próxima quedaba la estación de ferrocarril de Getafe y Madrid estaba a tan solo 20 km. Para facilitar la decisión, el precio de la finca resultaba asequible. La compra se autorizó por orden 224 de 5 de octubre de 1922. Firmada por el Rey, quedó refrendada por el ministro de la Guerra, José Sánchez Guerra. La escritura pública de compraventa la firmó el propio Espinós y Luis Masats de Tomás, coronel director del Archivo Facultativo y Museo de Artillería. El precio final fue de 180.000 pesetas. Adquirido el terreno, lo siguiente era hacer llegar el ramal de ferrocarril hasta la finca, obra que no llegó a terminarse.

¿Por qué no llegó el tren a La Marañososa? En primer lugar, la situación política del momento no era favorable al subproyecto: atentados, huelgas, manifestaciones y la situación en el Rif condujeron al golpe del general Primo de Rivera en septiembre de 1923. Por otra parte, el ferrocarril luchaba por su posición frente a los nuevos medios de transporte: el camión y como consecuencia, la mejora de las carreteras. A pesar del impulso del nuevo gobierno al ferrocarril, el proyecto de ramal hasta La Marañososa continuó en un cajón del ministerio de Fomento. Como consecuencia, a finales de 1924 no solo no

había tren, sino que ni siquiera se había comenzado la instalación de la maquinaria en los talleres de producción. ¿Qué se había hecho desde 1922?

La plantilla de personal se aprobó en febrero de 1923; unos meses después se subastó la construcción de los edificios auxiliares (viviendas y talleres), que se terminaron a lo largo del 24. Para obviar la falta de ferrocarril, el estado se comprometió a pagar todos los gastos de transporte de equipos y materias primas.

Durante 1925 se montó la maquinaria para la producción de Iperita, la etildicloroarsina y el fosgeno y comenzaron las pruebas que arrojaron unos pésimos resultados. Ante estos hechos, el director del proyecto, Stoltzemberg, regresó a España desde Alemania para intentar cobrar el 10 % que restaba por liquidar. Durante 1926 las pruebas seguían demostrando la falta de resultados en cuanto a pureza de los productos. La situación era compleja: España había incumplido los términos del contrato (el ferrocarril) y los alemanes no conseguían los resultados esperados. Como consecuencia, se fijó el 1 de marzo de 1927 como fecha límite de entrega en funcionamiento de las instalaciones. Finalmente, el Estado incautó las instalaciones tras 4 años de demora desde la firma del contrato.

En la primavera de 1925 la fábrica había pasado a denominarse Fábrica Nacional Alfonso XIII. Pero los trabajos de puesta en marcha de los procesos no daban los resultados esperados, pues la concentración y pureza del producto obtenido eran pobres en cuanto a la iverita, además de que las instalaciones presentaban un desgaste prematuro. En 1926 el doctor Stoltzemberg, máximo responsable del proyecto, confesó que su empresa carecía de la experiencia suficiente para abordar una instalación llave en mano y propuso una revisión del proyecto para retomar los trabajos de puesta a punto. Sin embargo, el nuevo planteamiento se resolvió con resultados negativos de nuevo lo que, unido a las dificultades para la obtención de materias primas, hizo que los alemanes forzasen

la liquidación del contrato y entregasen unas instalaciones que sólo cumplían de manera parcial lo que se esperaba de ellas.

Con un contrato en litigio, se decidió ampliar las instalaciones para fabricar cloro líquido pues España carecía de esa capacidad. Dicha sustancia podría comercializarse fácilmente en el mercado civil para la fabricación de sosa caustica y legías. Las instalaciones para su producción se iniciaron en 1925 pero se produjeron sucesivos retrasos motivados principalmente por la elección del tipo de central eléctrica (acabaría siendo una central térmica). En enero del 30 se publicó el anuncio del concurso para construir la nueva instalación. Estaba claro que la fábrica no podía funcionar industrialmente sin energía eléctrica.

A nivel internacional, tras la Conferencia de La Haya de 1899, en 1925 se firmó en Ginebra el tratado de prohibición de armas químicas, aunque no sería hasta 1993 cuando, con el decidido impulso de Naciones Unidas, se abrió para su firma la Convención sobre las armas químicas que entró en vigor en 1997. Ese mismo año se creó la Organización para la Prohibición de las Armas Químicas con sede en La Haya, Países Bajos, encargada de velar por el cumplimiento de la Convención. Actualmente este acuerdo internacional está ratificado por 192 Estados Parte a excepción de Corea del Norte, Sudán del Sur, Egipto e Israel (este último ha firmado, pero no lo ha ratificado).

Hacia 1928 no se había producido ni un gramo de producto final, aunque se avanzaba en la puesta a punto de las instalaciones, se sucedían las pruebas sobre lotes piloto, pero, o no se conseguía la pureza requerida o fallaban los agitadores o un reactor se recalentaba... en fin, los típicos problemas asociados con proyectos ambiciosos y con escaso apoyo institucional y económico.

A pesar de no fabricar nada en La Marañosa, si se consulta en Wikipedia «*armas químicas en la guerra del Rif*» puede leerse una falsedad verificable: «En

los ataques de 1924, por primera vez el gas mostaza fue esparcido desde aviones, un año exacto antes de que se firmase la prohibición del uso en la guerra de gases asfixiantes, tóxicos o similares y de medios bacteriológicos en el Protocolo de Ginebra. El gas utilizado en dichos ataques fue producido por la Fábrica Nacional de Productos Químicos, en la Marañosa, cerca de Madrid».

No consta en las actas de la planta que se fabricasen cantidades significativas de agresivos químicos, salvo los lotes de prueba, algunos de cuyos restos afloraron en 2006 como consecuencia de la construcción del Instituto Tecnológico De la Marañosa (ITM). Aquellos vestigios en pequeñas cantidades fueron neutralizados y eliminados de acuerdo con los protocolos y la legislación medioambiental vigente. Lo que sí parece cierto es que La Marañosa proporcionó materias primas para la fabricación de ingenios con carga química a las unidades del norte de África, aunque su empleo, si es que lo hubo, debió ser escaso y de bajo efecto.

En 1930, tras la firma por España del Convenio de Ginebra, la fabricación de gases dejó de tener sentido y el centro cambió de orientación convirtiéndose en Escuela Central de Guerra Química. Con el advenimiento de la II República la fábrica pasó a denominarse «Fábrica Nacional de Productos Químicos» (FNPQ) y sus actividades se enfocaron a la investigación en procesos experimentales de «química fina» (lo que ahora se llamarían materiales energéticos: producción de humos, nieblas, elementos pirotécnicos y de protección, etc.) y a la investigación y caracterización química de los mismos. Se crearon dos subdirecciones, la de Fabricación de Productos Químicos (FPQ) y el Laboratorio Químico Central de Armamento (LQCA). En 1932 cambió de nuevo su nombre por el de Centro de Estudios y Experiencias de La Marañosa (CEELM). Con el comienzo de la guerra civil la fábrica cerró antes de caer en manos del bando sublevado.

1. Zona republicana: en agosto de 1936 se crearon las fábricas F-5 en Queralbs (Gerona) y F-6 en Torrelló (Barcelona), ambas a cargo del químico Francisco Sánchez Mur, detenido posteriormente en 1938; este hecho y la cercanía con el frente dio al traste con las dos fábricas, aunque durante su periodo de producción –algo más de dos años–, se fabricaron algunos cientos de toneladas de agentes tóxicos, entre ellos iperita. Las instalaciones de La Marañosa se trasladaron a Concellina (Alicante, denominada F-19) donde se cargaron proyectiles de 105 y 155 mm, aprovechando una fábrica de papel bajo la dirección del hijo de José Giral (ministro de Marina), que era catedrático de química orgánica de Salamanca; en mayo de ese año ya se obtuvo iperita y se cargaban proyectiles de 105 y 155 mm; permaneció activa hasta poco antes del final de la guerra.
2. Zona nacional: las instalaciones de La Marañosa fueron ocupadas en enero de 1937, pero la cercanía al frente durante la batalla del Jarama y el grado de destrucción de la fábrica la hacían inútil, por lo que el mando decidió –16 de mayo de 1937– el traslado de lo que pudiese recuperarse a la fábrica de azúcar que la compañía Ebro tenía en Cortes (Navarra, fábrica nº 5), nombrando director al coronel artillero Izquierdo Croselles (tras la guerra, ya como general, fue el primer Inspector del recién creado Cuerpo de Ingenieros de Armamento y Construcción). A primeros de julio de 1937 la fábrica estaba operativa y produjo cantidades suficientes de cloro e iperita, con previsión de fabricar fosgeno y cloropicrina. Hasta octubre de 1938 se habían producido unos 5.000 Kg de iperita y prácticamente ninguno de los otros gases. La fábrica de Cortes dependía del suministro de materias primas de otras fábricas militarizadas (Solvay, San Juan de Aznalfarache, Lucena, Química de Zaragoza, Cros, etc.)

Con el final de la guerra civil española todos los medios de producción se concentraron nuevamente en La Marañosa, donde en 1941 se creó el Centro

de Defensa Química de La Marañosa y se desechó definitivamente la idea de fabricar agresivos químicos. Como consecuencia de la reordenación de las industrias militares, pasó a denominarse Fábrica nº 1 de La Marañosa, dejando definitivamente la fabricación de gases de guerra para concentrarse en los mecanismos de defensa frente ellos (actual defensa NBQr). Las primeras acciones se dedicaron a la reconstrucción de las instalaciones, totalmente destruidas durante el conflicto, comenzando por la recuperación y descontaminación de los talleres y polvorines y de los arsenales de las fábricas temporales de Cocentaina y Cortes. La fábrica retomó, durante esos años, la fabricación de artificios fumígenos. Con la reorganización del Ejército de 1945, se cambió la denominación de la fábrica pasando a ser Fábrica Nacional de La Marañosa de Santa Bárbara, continuando centrada en sus labores de fabricación de artificios fumígenos y de ocultación, los trabajos sobre pólvoras y explosivos y los estudios toxicológicos.



 *Figura 3: Artefactos explosivos.*

Aunque sucedido durante la Guerra Civil, una historia sobre los trabajadores de la fábrica fue rescatada en 2012 por Ángel Belinchón, párroco de la capilla de Santa Bárbara de La Marañosa. Estaba el páter haciendo limpieza de unos viejos armarios de una habitación anexa a la sacristía cuando encontró un sagrario bastante deteriorado. Al comenzar su restauración y desmontar la puerta observó que en su

cara interna aparecía un listado de nombres con el encabezado «Centro de Estudios y Experiencias», que era la denominación (otra más) que tenía la fábrica en 1936. Picado en su curiosidad, el sacerdote indagó hasta encontrar una reseña en el ABC del 14 de octubre de 1936 con el título: «comienza la causa contra los oficiales de La Marañosa». En ella se procesaba a 14 oficiales, 6 de cuyos nombres coincidían con los grabados en el sagrario. Consultado el Archivo Estatal del Ministerio de Cultura, se encontró el expediente, que decía: «El 19 de julio de 1936 el teniente coronel Rafael Azuela Guerra, jefe del centro, fue requerido a entregar a los milicianos personados en el establecimiento, a lo cual puso objeciones. Al día siguiente, previa consulta, accedió a ello entregando 18 mosquetones y una pistola». El día 21 el militar tuvo que entregar el mando del centro. Por estos hechos, fueron procesados 14 oficiales y juzgados en octubre de 1936. Preguntados por su fidelidad a la República, ocho de los procesados no contestaron categóricamente, por lo cual fueron retenidos y trasladados a la cárcel Modelo. Seis de ellos salieron hacia Paracuellos en la saca del 7 de noviembre y el teniente coronel en la del 8. Sus nombres son los que aparecen en el sagrario que hoy conserva el museo de La Marañosa.

El sagrario fue una donación de una de las familias al igual que un cáliz que tiene la inscripción «familia Ocejo-Sierra 1936». La donación se hizo con la condición de que se grabara en su interior el nombre de su hijo y de los otros ejecutados.

Con el tiempo los trabajos de investigación del Laboratorio Químico Central (LQC) de la fábrica fueron creciendo en volumen e importancia, lo que hizo que en 1952 se independizase creando un nuevo centro. Esta circunstancia y la disminución de pedidos de artificios fumígenos hizo que, una vez más, la continuidad de la fábrica se cuestionase. No obstante, la llegada de nuevos materiales mecanizados y acorazados que demandaban grandes artificios de ocultación (material de ayuda americana) supuso, a partir de 1959, el resurgir de la fábrica, confirmado

con la construcción de un nuevo taller de fabricación de máscaras y cartuchos-filtro contra gases.

La fábrica contó con una Escuela de Formación Obrera en el edificio que hoy ocupa el colegio General Izquierdo a imagen y semejanza de las escuelas de aprendices de otras fábricas militares. Algunos de los alumnos entraban a trabajar en la fábrica, aunque la mayoría preferían incorporarse a empresas civiles donde su formación era muy valorada.



 *Figura 4 FNM en julio de 1960.*

En la década de los sesenta se inició la repoblación forestal de la finca con pinos carrascos y una forma curiosa de abrir los hoyos que recibirían los árboles: se usaron explosivos militares en petardos de 50 o 100 g. Por aquel entonces no había agua potable y solo se podía usar la extraída de los pozos sitos en el valle del Jarama. El agua se traía en aljibes desde Madrid cada 2 días.

El aislamiento del poblado de La Marañosa obligaba a dotarlo de servicios, como un bar, una capilla y viviendas austeras que contaban con jardín y huerta. Completaban las instalaciones unos campos depor-

tivos y una piscina. Al quedar la fábrica sin guarnición militar la seguridad la prestaban por rotación las unidades de Madrid. Yo como teniente hice con mi unidad de El Goloso una semana de guardia en sus instalaciones (1980) y dirigí a mi batería del Grupo ATP XII (el «Expedicionario») en unas maniobras Alfa dentro de la finca. Era la época del plomo y la presencia militar en La Marañosa se consideraba disuasoria de cualquier intento terrorista.

En 1977 se creó el Ministerio de Defensa, lo que supuso el cambio de dependencia de la fábrica, que dejó de ser una unidad del Ejército para depender de la Dirección General de Armamento y Material con la denominación de Fábrica Nacional de La Marañosa. La misión en los años 90 se centró en la investigación en la defensa NBQ: tejidos, trajes, detectores y simuladores fueron motivo de estudio en esa época. Los objetivos recogidos por la directiva de racionalización de centros cristalizaron en la orden por la que se creó el Instituto Tecnológico de La Marañosa (ITM) que integró todos los centros tecnológicos dependientes de la DGAM, entre ellos la propia fábrica. La instrucción 63/08 desarrolló la orden de creación del ITM.

Dado que el lugar elegido para la concentración de los antiguos centros era precisamente el solar de La Marañosa, con su campus principal en los terrenos de la antigua fábrica, lo primero que se demolió fueron sus instalaciones para albergar el nuevo Instituto.

El 16 de febrero de 2011 su Alteza Real el Príncipe de Asturias, don Felipe de Borbón, presidió el acto de inauguración del Instituto Tecnológico de La Marañosa (ITM). En el nuevo organismo se integraron seis centros cargados de historia dependientes de la Dirección General de Armamento y Material (DGAM); el más antiguo, el Taller de Precisión y Centro Electrotécnico de Artillería (TPYCEA), fundado en 1898; la Fábrica Nacional de La Marañosa (FNM), de 1923; el Centro de Experiencias de Torregorda (CET), el

Polígono de Experiencias de Carabanchel (PEC), el Centro de Investigación y Desarrollo de la Armada (CIDA) y el Laboratorio Químico Central de Armamento (LQCA). Quedaban fuera de la integración el Laboratorio de Ingenieros (LABINGE), dependiente de la Dirección General de Infraestructura, el Laboratorio Central de Ejército (LCE) y el Centro Logístico y Experimentación del Ejército del Aire (CLAEX).

En 2014 el ITM se integró en el Instituto de Técnica Aeroespacial Esteban Terradas, junto al citado Laboratorio de Ingenieros y el Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo (Madrid).

Hoy funciona en el Campus de la Marañosa el LAVEMA, un laboratorio de verificación de armas químicas acreditado por la OPAQ. Cuenta con un equipo entusiasta y altamente cualificado que aborda los nuevos retos que continuamente se plantean, como incrementar las capacidades hasta ahora sobre muestras medioambientales a muestras biomédicas, lo que supondrá una profunda transformación en cuanto a equipos y métodos de trabajo.

Muy a nuestro pesar, el conocimiento científico de los químicos no siempre ha estado al servicio del bien común o del interés de los estados. Internet constituye hoy una poderosa herramienta para el bien y para el mal. Por la «red oscura» circulan recetas por la fabricación de sustancias de todo tipo de compuestos explosivos fabricados con reactivos disponibles en droguerías y farmacias. Tal el caso de las cargas de los terroristas suicidas, fabricadas con la «madre de Satán» (triperóxido de triacetona, TATP) que se fabrica con acetona, ácido sulfúrico, carbonato sódico y mucho hielo. El resultado es una mezcla explosiva un 60% más potente que la trilita, pero sumamente inestable y sensible a la chispa, al golpe y al roce. Hoy se fabrican en La Marañosa pequeñas cantidades de este tipo de explosivo y de otros muchos con el fin de adiestrar a los perros de las unidades cinológicas de las Fuerzas Armadas y los Cuerpos y Fuerzas de Seguridad del Estado contribuyendo con ello al incremento de la seguridad general de nuestros ciudadanos.

Los artilleros y los ingenieros de armamento podemos sentirnos orgullosos de haber protagonizado una historia secular que ha puesto la base del presente y futuro de la investigación relacionada con la defensa NBQ en nuestra gran nación.

BIBLIOGRAFÍA:

Manrique, J. M., Molina, L. «Guerra Química en España 1921-1945» Galland Books. 2012

Monforte, M. «Química y Defensa: matrimonio de conveniencia». Anales de Química núm. 12. 2016

Monforte M. «Agentes BQ: arma simple, silente y letal». www.acmi.es. 2021.

Monforte, M. «Evolución de la industria militar española. Cinco siglos de historia». Colección ACAMI nº 4. 2022

Muñoz, A. «Ciencia en Defensa. Historias de los centros integrados en el IT de La Marañosa». MINISDEF. 2015

Schneider, B. «Chemical Weapons». Enc. Británica. 2023

Zamorano, J.C. «Memoria histórica de la Fábrica Nacional de la Marañosa». TPC UNED. 2016.■



 Figura 1: Fachada Almeyda

INGENIEROS MILITARES CANARIOS EN EL SIGLO XIX

JOSÉ MANUEL PADILLA BARRERA
TCOL DEL CIP(R)

El siglo XIX español se caracteriza por lo agitado y convulso que fue. Está plagado de acontecimientos que se presentaban de forma vertiginosa y muchos de ellos irán apareciendo como hitos importantes en la peripecia vital de los personajes de los que vamos a tratar.

El más importante ingeniero militar canario es, sin duda, Agustín de Betancourt y Molina, aunque cabría perfectamente en esta exposición su actuación en España acabó en 1807, año en que se fue, primero a Francia y finalmente a Rusia, donde pudo desarrollar su gran capacidad científica y recibió los honores que merecía, no es propiamente un ingeniero militar español si se entiende por tal a los pertenecientes al Real Cuerpo de Ingenieros y por lo tanto no se incluye en la relación de ingenieros sobre los que vamos a tratar a continuación.

Es difícil estimar cuantos ingenieros militares prestaron su servicio a lo largo del siglo XIX, en España y sus colonias. En Canarias fueron unos cien, más de tres veces de los que lo hicieron en el XVIII, bien es verdad que bastantes de ellos no desempeñaron funciones técnicas. En este trabajo pretendo contarles algo sobre los ingenieros militares canarios a lo largo del siglo, todos pertenecientes al Real Cuerpo de Ingenieros, Fueron 16 aunque es posible que alguno, por falta de información, se me haya escapado.

- Gonzalo de Lorenzo Cáceres
- Diego José de Tolosa
- Domingo Rancel
- Manuel Monteverde y Betancourt
- Salvador Clavijo y Pló
- Rafael Clavijo y Pló
- Tomás Clavijo y Pló
- Nicolás Clavijo y Pló
- Tomás Clavijo del Castillo
- Juan Lezcano

- Salvador Clavijo del Castillo
- Juan Bautista Betancourt Clavijo
- Salvador Betancourt Clavijo
- José Lezcano de Mújica
- Juan Cólogan
- José Rodrigo Vallabriga

A comienzos de siglo aparecen tres ingenieros canarios, Gonzalo de Lorenzo Cáceres, de Icod, Diego José de Tolosaz, de Santa Cruz y Domingo Rancel, de Tegui, los tres tienen un denominador común el de participar en la Guerra de la Independencia, el primero fue hecho prisionero en Valencia y permaneció dos años en Francia, Tolosa estuvo a las órdenes directas del inglés Beresford, prestando grandes servicios y Rancel, que por cierto era número 1 de su promoción, se incorporó como teniente de ingenieros en 1811, una vez terminados sus estudios, y terminó la guerra siendo capitán del Real Cuerpo y Teniente Coronel de Ejército, lo que da idea de sus méritos. Los tres también prestaron sus servicios como ingenieros militares en Canarias. Cáceres llegó en 1801, y trabajó en el nuevo camino entre Santa Cruz y La Laguna, pero en 1803 fue destinado a Sevilla, pero le dio tiempo a proyectar y echar los cimientos de su casa palacio en 1802, la que hoy se conoce como la casa de los Cáceres en Icod. Tolosa que era hijo de un conocido personaje del 25 de Julio: Francisco de Tolosa, comandante del Castillo de San Pedro, en aquella noche, llegó en 1815, pero no estuvo mucho tiempo en las islas, hizo su carrera en la península y llegó a mariscal de campo. Rancel llegó a Canarias como ingeniero en 1829, tuvo a su cargo el muelle de San Telmo de Las Palmas, y en Tenerife se le recuerda especialmente porque realizó la desecación de la laguna que dio nombre a la ciudad de La Laguna.

Aparece en escena Manuel Monteverde Betancourt, sobrino carnal de Agustín de Betancourt que prestó servicios en el Regimiento provincial hasta 1819, año en que ingresó en la Academia de Alcalá que se trasladó después a Granada en 1821. Corrían difíciles tiempos en 1820, el famoso pronunciamiento de Riego de Cabezas de San Juan trajo consigo que Fernando VII no tuviera otra opción, que jurar la Constitución de 1812, pero dos años después las cortes europeas en el Congreso de Verona se preparan para reponer sus derechos, y planean enviar a España una fuerza de apoyo los realistas, los conocidos como los cien mil hijos de San Luis al mando del duque de Angulema, Monteverde vio así truncados sus estudios, y fue destinado como oficial de Estado Mayor al Ejército constitucionalista, fue apresado en Jaén por las fuerzas francesas y deportado a Francia. Allí malvivió casi un año gracias a sus conocimientos de matemáticas y música, además de fabricar con sus propias manos cuadrantes solares. En 1824 regresó a España, pero no reingresó a la Academia, porque se le exigió como a todos los que habían pertenecido al Ejército Constitucional, que tenía que someterse a lo que se denominó *la purificación*, a lo que contestó altivamente que no tenía nada que purificar, al fin en 1828 se le reconocieron sus derechos y continuó sus estudios esta vez en Arévalo, de donde salió teniente con el número 1 de su promoción en 1830, tardó por lo tanto casi 11 años en conseguir ser ingeniero militar, pero eso no fue obstáculo para tener una gran carrera tanto militar como científica, cuando murió en 1868, era mariscal de campo.

Ese mismo año en que Monteverde consigue por fin ser ingeniero militar, tienen lugar dos hechos decisivos para España, en Marzo se promulga la Pragmática Sanción, que anulaba la ley Sálica establecida por Felipe V, por la que sólo podían reinar los varones, pareciera como si Fernando VII, hubiese adivinado el sexo de lo que había de venir en el próximo parto de la Reina María Cristina, porque el segundo acontecimiento es que en octubre de ese año nace la que sería la reina Isabel II, que para no quedaran dudas, el 2 de Junio de 1833 fue jurada por las Cortes como legítima heredera del trono. Tres meses después, el 29 de septiembre muere el Rey su padre, y sólo tres

días más tarde con el pronunciamiento de Talavera estalla la primera guerra carlista, (1833-1840) en la que nuestro ingeniero tendría parte importante, y no sólo él, sino también otros cuatro ingenieros canarios de los que luego hablaremos.

Dentro de esa guerra nuestro ingeniero protagonizó un hecho que merece la pena contar. Por tres veces los carlistas habían puesto sitio a Bilbao la última en Noviembre de 1836, al mes siguiente, durante la Navidad, Espartero, al frente de los liberales, o cristianos como también se les conocía, por la reina regente M^a Cristina, decidió romper el cerco pero para eso se necesitaba un puente sobre la ría, le acompañaban como observadores dos oficiales ingleses, ingenieros militares, que se ofrecieron voluntariamente a construir ese puente, ofrecimiento que el duque de La Victoria aceptó, pero alguien le informó que había un capitán de ingenieros, que se había hecho famoso entre sus compañeros por haber sido capaz de levantar un puente de circunstancias, hacía dos años, en Navarra. En 20 horas, Espartero pensando en dar mayor rapidez a la operación le encarga también la realización de otro puente. Terminados los trabajos, el puente de los ingleses resultó pulido y de apariencia sólida, el de Monteverde, sin embargo, daba la impresión de tosco e inseguro, estaba hecho con barcas de la ría enlazadas por cuerdas y un elemental tablero. Como es natural el general felicitó a los ingleses y manifestó su descontento al oficial español. El día 24, se realizó la operación de paso de la ría, por efecto de las fuertes corrientes el puente de los ingleses se desorganizó totalmente acabando sus maderas flotando en la ría. El puente de Monteverde permitió el paso, sin problemas, de caballos, piezas de artillería y hasta el último soldado, esa misma tarde Monteverde cayó herido al pie de las murallas de Bilbao, este es un caso paradigmático del lema de los ingenieros militares que dio título mi primera conferencia en estos ciclos «*Nunc Minerva postea Palas*», Primero la ciencia después la guerra. Este brillante hecho le supuso el ascenso a comandante de Ejército. Tal como ocurría en el XVIII, existían dos escalafones, uno la del propio cuerpo y otro el de Ejército, de tal manera que se podía ser capitán en la primera y comandante en la segunda, como es el caso.

Este éxito tanto como técnico como combatiente, las dos caras del ingeniero militar, tuvo para él algún inconveniente. Pretendió pasar a la política y consiguió el nombramiento de diputado por su tierra, por Tenerife, pero Espartero le negó el pasaporte para Madrid: porque era de mayor utilidad al servicio de la patria, la permanencia en este Ejército del comandante Monteverde por sus acreditados conocimientos, experiencia de la guerra, y demás cualidades que le distinguen. Años más tarde en diciembre de 1853, consiguió por fin su asiento en el Congreso, como diputado también por Tenerife, pero su carácter íntegro y quizás demasiado rígido, no le permitieron prosperar en ese campo, incluso rechazó ofrecimientos de ser ministro de Marina y de Fomento porque no le gustaban las condiciones que se le imponían.

En realidad, Espartero no lo retuvo a su lado como ingeniero, sino como oficial de Estado Mayor, en aquella época casi todos se reclutaban entre oficiales del Real Cuerpo, el propio general Blake al que se considera fundador del Cuerpo de Estado Mayor fue Director General de Ingenieros. Monteverde después de estar prestando casi durante tres años ese servicio, en 1839 causa baja en el Real Cuerpo de Ingenieros para pasar a formar parte del de Estado Mayor, con el grado de teniente coronel. En 1840 forma parte del tribunal de examen de oficiales para acceso al de Estado Mayor, pero pronto se da cuenta que hace falta una preparación específica para ser oficial de ese cuerpo, y decide crear una escuela para la formación de oficiales de Estado Mayor, y durante un curso se encarga de la preparación de un grupo seleccionado por él, que serán los profesores de la futura escuela, y lo asombroso es que se encarga de todas las asignaturas, consiguiendo así, según sus propias palabras que los estudios obedecieran sólo plan, a una misma idea y a un pensamiento único. Uno de sus alumnos dice de él que era hombre de palabra fácil. que les hacía comprender con la mayor facilidad los problemas más arduos de las ciencias físicas y matemáticas.

Durante unos meses de 1853 se encargó de organizar el Cuerpo de Sanidad que hasta entonces sólo era un conjunto de médicos y sanitarios si un cuerpo que les integrase. Terminado este trabajo formó parte de la comisión encargada de fijar los límites entre Francia y España, cuestión espinosa que no se había conseguido a pesar de haber existido con anterioridad nada menos que 40 comisiones. Esta vez el resultado fue aceptado por ambas partes e incluso Francia, en agradecimiento por los servicios prestados, le concedió la Cruz de Comendador de la Legión de Honor. Fue académico de la de Ciencias en la que ingresó con una conferencia sobre el gran desarrollo de las matemáticas y su repercusión en la física.



 *Academia de ingenieros de Guadalajara. Ilustración publicada en la revista Flores y Abejas (1895)*

La Academia de Ingenieros de Guadalajara en 1814, publicó unos trabajos sobre ingenieros militares distinguidos, y entre ellos: Reseña de los servicios prestados por el mariscal de campo D. Manuel Monteverde y Betancourt, antiguo oficial de Ingenieros.

Irrumpen ahora con fuerza, los Clavijo, la saga de los Clavijo, que son ocho, repartidos en dos generaciones, la primera formada por los cuatro hermanos Clavijo y Pló, y la segunda por sus cuatro sobrinos dos: Clavijo Castillo Olivares y dos Betancourt Clavijo. Como ven aparece de nuevo el apellido Betancourt, aunque no he podido pre-

cisar si tenían relación familiar, con el gran ingeniero portuense. Los Clavijo son hijos de un teniente de fragata de la Real Armada, natural de Lanzarote: Salvador Clavijo Miranda. El mayor de ellos, Rafael por razón del destino de su padre, nace en Madrid, el siguiente Salvador lo hace en Lanzarote, y Tomás y Nicolás en La Laguna. Todos al cumplir los 17 años entran como cadetes en las Milicias Canarias y todos llegan a oficial. Ingresan de dos en dos en la Academia de Ingenieros de Guadalajara, los dos primeros en el año 1832 y los otros dos al año siguiente. Salen por lo tanto de tenientes con un año de diferencia, unos el 36 y los otros el 37. Como ya sabemos la 1ª guerra carlista está en plena efervescencia y por lo tanto son destinados a unidades de ingenieros de esa campaña, coincidiendo muchas veces en la misma acción. Todos son recompensados con condecoraciones y ascensos, tanto Rafael como Salvador eran en 1839, comandantes de Ejército por méritos de campaña. La primera guerra carlista se acabó teóricamente el 31 de agosto de 1839, con el famoso abrazo de Vergara entre Espartero y Maroto, pero no fue así. Cabrera endemoniado, esa es la palabra, por el absurdo fusilamiento de su madre, no acepta la paz y empieza en el Maestrazgo una guerra de desgaste a base de hacerse fuerte en distintas plazas que los liberales tenían que ir conquistando una a una. El día 15 de abril de 1840, las fuerzas liberales se encuentran ante el Castillo de Aliaga, la compañía del capitán Tomás Clavijo recibe la orden expresa de su general Leopoldo O'Donnell, ironías del destino otro canario, de abrir brechas en los muros del castillo, lo perentorio de la orden no permitía esperar hasta la noche «como prescriben las reglas del arte» dice Pinto de la Rosa. Conociendo lo peligroso de la acción Tomás se reunió con sus hermanos que también se encontraban allí, les dictó sus últimas voluntades y bajo un intenso fuego de fusilería cumplió la orden recibida, 25 bajas entre muertos y heridos sufrió la compañía entre ellas las de su capitán, pero ese mismo día el Castillo de Aliaga fue tomado por los liberales. Este tipo de acciones eran frecuentes durante las tres guerras carlistas, por eso fueron muy importantes, en ellas, los ingenieros militares. Al fin en julio de ese mismo año, Cabrera abandona la lu-

cha y acaba la guerra, que dejó más bajas sólo entre los liberales que la guerra civil del siglo siguiente en los dos bandos.



 *Tomás Clavijo*

Terminada la guerra en julio de 1840, los hermanos Clavijo, condecorados todos con la Cruz de San Fernando de 1ª clase, pasan a desempeñar destinos de tipo técnico. Los tres coinciden, durante algún tiempo, en Canarias, pero no sólo en obras militares, Rafael y Nicolás se alternaron varios años en la dirección del muelle de Las Palmas, esto, claro está, hasta que llegó su hermano Francisco, que fue el primer ingeniero de caminos jefe de Obras Públicas en Canarias. Rafael desarrolla gran parte de su carrera en América, sus hermanos salvo pequeñas temporadas en Canarias. Quizás fue Salvador fue el que mayor huella dejó: en 1859 proyectó y dirigió la obra del fuerte de Almeyda, que ha sido durante más de dos siglos el cuartel de Artillería de Santa Cruz, pero además tiene un curioso estudio sobre la fortificación de la plaza de Santa Cruz, de 1855, que completó en 1859, con su idea de hacer un punto fuerte en la montaña de San Roque. La fortificación consistía en un parapeto continuo, interrumpido por varias baterías, pero no inmediato a la costa, porque consideraba en su memoria que La Laguna era la ciudad clave a defender.

Con los Clavijo y Pló todavía en plena actividad, se incorporan al Real Cuerpo sus cuatro sobrinos: Tomás y Salvador Clavijo Castillo Olivares, lanzaroteños, hijos de José, marino como su padre y Juan Bautista y Salvador Betancourt y Clavijo, laguneros, hijos de una hermana de ellos. Después de pasar por las Milicias Canarias, como era casi reglamentario, ingresan todos en la Academia de Guadalajara del Arma de Ingenieros. y primero Tomás en 1866, su hermano al año siguiente, dos después Juan Bautista y finalmente en 1869, ya son todos Tenientes del Real Cuerpo. Tomás fue el ingeniero que construyó el edificio de mayor prestancia y presencia de Santa Cruz de Tenerife: La Capitanía General de Canarias, promovido por el general Weyler, Capitán General de Canarias entonces. Tomás Clavijo también fue el encargado del proyecto del nuevo hospital en Santa Cruz, puesto que el viejo hospital militar había sido demolido para la construcción de la Capitanía General.

Weyler conocedor de los enfrentamientos entre las dos grandes islas, Tenerife y Gran Canaria, decide que en Las Palmas se haga un edificio militar de similar empaque al construido en Tenerife y también encarga el proyecto mismo ingeniero, a Tomás Clavijo, en 1881 se compran los terrenos en la calle de Triana, frente al parque que se denominaba de Cervantes, hoy San Telmo. Pero en ese momento llega a su ciudad natal, Las Palmas, otro ingeniero militar, que engrosa nuestra lista: José Lezcano de Mújica y Acosta, casualmente de la misma promoción que Clavijo, aunque 5 años mayor, como todos pasó por las Milicias Canarias y en 1855 era alférez del Batallón Provincial de Guía. A Lezcano no le gustaron los planos de su compañero y redactó un nuevo proyecto para Gobierno Militar, cuyos planos, algo no habitual, se expusieron al público en diciembre de 1881. El edificio para Maria del Carmen Fraga, catedrática de Arte, llama la atención por su nobleza pétrea y el clasicismo de los elementos de ornato y añade que se echa de menos una disposición volumétri-

ca de mayor empaque, pero el solar no daba para más.

Salvador Clavijo en 1891, siendo teniente coronel fue premiado con la Cruz de Carlos III, por su obra del hospital militar de Vitoria. Más tarde fue nombrado ponente de una comisión encargada de redactar una propuesta de cuarteles tipo, a la que se atuvieran, desde entonces, las instalaciones militares de toda España y territorios de Ultramar.

Cuando Clavijo y Lezcano discutían sobre sus proyectos del Gobierno Militar de Las Palmas, nos encontramos con un nuevo ingeniero militar nacido en el Puerto de la Cruz: Juan Cólogan y Cólogan, no trabajó en Canarias, pero si tuvo un destacada actuación en Filipinas, pero como Jefe de Obras Públicas, porque a pesar de existir, como sabemos un cuerpo de ingenieros de caminos, los ingenieros militares seguían, como tiempo atrás, desempeñando esa funciones, en muchos lugares, especialmente en Ultramar. Proyectó un puente que no pudo realizar, porque tuvo que abandonar Manila, obligado por la paz de París que dio fin a una desigual guerra con los EEUU, que le costó a España la pérdida de Cuba, Filipinas y Puerto Rico. El puente lo construyeron los americanos de acuerdo con su proyecto.

Cierra el siglo, aunque sea por muy poco tiempo José Angel Rodrigo Vallabriga. Que llegó como ingeniero a Canarias en abril de 1899. Nació Vallabriga en Calabazar; Cuba, de madre herreña, se educó de niño en Las Palmas, y de allí salió para ingresar en la Academia de Ingenieros de Guadalajara, él se consideraba herreño, por lo que no es erróneo decir que era canario e incluirle en esta lista. Fue un adelantado a su tiempo, en 1905, sólo 6 años desde su salida de la Academia acomete como ingeniero civil, la reconstrucción de la Catedral de La Laguna, con una técnica desconocida en Canarias e incipiente en toda Europa: el hormigón armado.■

PRESIDENCIA DEL GENERAL DIRECTOR DE INGENIERÍA DEL MALE EN EL ACTO DE RELEVO DE LA GUARDIA DEL CUARTEL GENERAL DEL EJÉRCITO



 *Figura 1.—Acto Institucional del CIP extraordinario, atrasado por la pandemia y correspondiente a 2021.*

El Regimiento de Infantería «Inmemorial del Rey» nº1, considerado como la unidad militar más antigua del mundo al datar de 1248, todos los viernes de cada mes (salvo en diciembre, julio y agosto), realiza el solemne acto de relevo de la guardia del Palacio de Buenavista con la finalidad de conservar aquellas tradiciones y costumbres que mantienen vivo el espíritu e historial del Ejército y acercar los valores castrenses al pueblo de Madrid.

El día 22 de marzo de 2024, el Director de Ingeniería del MALE, General de Brigada CIPET Exmo. Sr. D. José Vicente Haro Martínez presidió el acto solemne del relevo de la guardia, que se dedicó a la conmemoración del centenario de «La Maraños», en representación del Subdirector de Sistemas Terrestres del INTA, General de División CIPET Exmo. Sr. D. Jesus Carlos Gómez Pardo.

En la formación participaron dos Secciones de fusileros, Escuadra de Gastadores y Banda de Guerra luciendo uniformes de la época de Carlos III, así como la Unidad de Música del Regimiento, luciendo en esta ocasión el uniforme de la época de Alfonso XIII.

Al acto asistieron funcionarios civiles, personal laboral y personal militar de la Marañoso quienes pudieron disfrutar de la siguiente programación:

- Visita guiada a las dependencias del Palacio de Buenavista
- Concierto en el Patio de Asamblea, ofrecido por la Unidad de Música del Regimiento Inmemorial del Rey nº 1.
- Acto del relevo solemne de la guardia ■



ACTO DE IMPOSICIÓN DE FAJA AL GENERAL DE BRIGADA EXCMO. SR. D. JOSÉ LUIS REQUENA SANTOS



El día 26 de enero de 2024, a las 12:45 h. se celebró, en el Salón de Actos de la Escuela Politécnica Superior del Ejército, el acto de imposición de faja al GB Excmo. Sr. D. José Luis Requena Santos, General Subdirector de la Dirección de Infraestructura de la Inspección General del Ejército de tierra.

El acto fue presidido por el Teniente General Inspector General del Ejército, Excmo. Sr. D. Manuel Busquier Sáez, acompañado en la mesa de presidencia por el General de División Excmo. Sr. D. Joaquín de la Torre Fernández, Director de Infraestructura, quien ejerció de padrino de faja y por el General de División Excmo. Sr. D. José Ramón Domingo Tudó en situación de retiro.

El acto contó con la presencia de generales del CIP, la IGE, el MALE, ITM, y otros compañeros de promo-

ción y de destinos en las Comandancias de obras nº2 y nº5 y la Dirección de Infraestructura, así como de familiares y amigos del general Requena.

Se inició con la lectura del artículo 20.2 de la ley de la carrera militar, el Real Decreto de ascenso y una reseña histórica sobre el uso de la faja. A la finalización de la lectura, el General de la Torre, padrino de faja, procedió a la imposición de la faja a su apadrinado el General Haro.

A continuación, tras la lectura de una reseña sobre el bastón de mando, el Teniente General Busquier le hizo entrega del bastón de mando.

Finalmente, el General Tudó, hizo lo propio con el sable, tras la lectura de una reseña histórica sobre el sable de general.

Acto seguido, tuvo lugar la alocución del General Requena, marcada por el agradecimiento a todos sus jefes, compañeros y subordinados, repasando los destinos de su carrera militar, reconociendo la importancia del apoyo recibido de su familia y solicitando a todos los que le habían acompañado hasta alcanzar el empleo de General su ayuda y colaboración para mejor servir a todos los Ingenieros Politécnicos, al Ejército y a Dios.

Posteriormente, el General de la Torre, padrino de faja, se dirigió a su ahijado destacando en primer lugar sus virtudes, tanto profesionales como personales, posteriormente, como es costumbre en estos actos, le dio unos consejos remarcando la importancia del apoyo de sus padres, mujer e hijos y finalmen-

te le deseó salud, suerte y aciertos como ingredientes necesarios para su éxito, que a la postre será el de todos.

Finalmente, el Teniente General Busquier pronunció unas palabras y procedió a clausurar el acto.

Tras la alocución del general De la Torre se realizó el acto de homenaje a los que dieron su vida por España. A continuación, se cantó el himno del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos.

Finalizó el acto militar con la retirada de la Enseña Nacional y el desfile de la fuerza. Posteriormente hubo un acto social. ■



 Asistentes al acto



 *Imposición de la faja*



 *Entrega del bastón*



 *Entrega del sable*



 *Alocución del General Requena*



 *Alocución del General de la Torre*



 *Clausura del acto*

CONMEMORACIÓN DE LA CREACIÓN DEL CUERPO DE INGENIEROS POLITÉCNICOS DEL EJÉRCITO DE TIERRA



El 27 de septiembre se celebró en nuestras instalaciones el acto institucional anual, con motivo de la celebración del LXXXIV aniversario de la creación del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos (CIPET) y de la Escuela Politécnica Superior del Ejército (ESPOL).

El acto estuvo presidido por el segundo jefe de estado mayor del ejército (SEJEME), teniente general Alejandro Escámez Fernández, que fue recibido por el general director de la dirección de enseñanza, general de división Javier Miragaya Prieto, el general inspector del CIPET, general de división Joaquín de la Torre Fernández y por el coronel director de la Escuela, José Ignacio Yenes Gallego.

Tras recibir los honores de ordenanza, el SEJEME pasó revista a la fuerza, formada por una compañía de honores del regimiento de infantería Asturias 31 y por la unidad de música de la academia de infantería.

El acto consistió en la renovación del juramento a la bandera de las promociones que celebraban el 50, 40 y 25 aniversario de su egreso de la Escuela; despedida de la bandera del personal que ha pasado a la reserva en el último año; entrega de títulos de ingeniero otorgados durante el último año a siete alumnos.

A continuación, las alocuciones del componente más caracterizado de la LIX promoción del CIPET Ilmo. Sr. Coronel D. Ignacio Barbero Arrabe y del representante institucional del CIPET, Excmo. General de División D. Joaquín De la Torre Fernández; acto de homenaje a los que dieron su vida por España, himno del cuerpo de ingenieros politécnicos y desfile de la fuerza.

Tras el acto, El SEJEME firmó el libro de honor de la escuela. ■



 *Rejura*



 *Entrega de títulos*



 *Alocución*



 *Acto a los caídos*



 *Desfile de la fuerza*



 *Firma del Libro de honor*

FACHADAS, PRINCIPAL Y POSTERIOR



FACHADAS LATERALES



