

Boletín

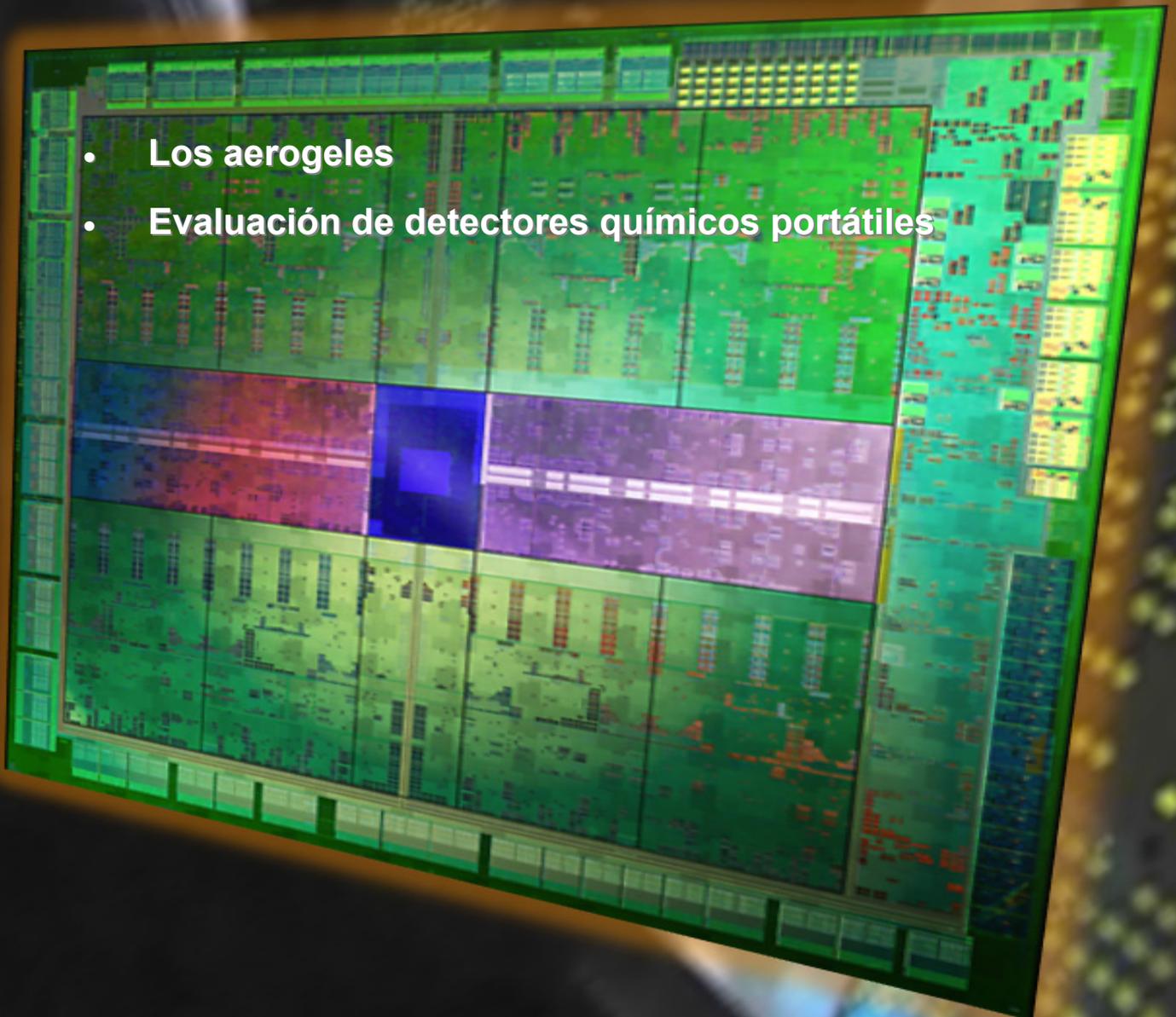
DE OBSERVACIÓN TECNOLÓGICA EN DEFENSA



SUBDIRECCIÓN GENERAL DE TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN
Boletín de Observación Tecnológica en Defensa nº 37 • 4º Trimestre de 2012

Procesamiento en paralelo mediante *General Purpose Graphic Processing Units,* GPGPU

- Los aerogeles
- Evaluación de detectores químicos portátiles





Edita:



NIPO papel: 083-12-040-9
NIPO en línea: 083-12-041-4
NIPO libro electrónico: 083-12-039-6
Depósito legal: M-8179-2009

Autor: Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica (SOPT), Subdirección General de Tecnología e Innovación (SDG TECIN) de la Dirección General de Armamento y Material (DGAM). C/ Arturo Soria 289, 28033 Madrid; teléfonos: 91 395 46 31 (Dirección), 91 395 46 87 (Redacción); observatecno@oc.mde.es.

Director: CF. Ing. José María Riola Rodríguez.

Redacción: Patricia López Vicente.

Consejo Editorial: Cap. Aurelio Hinarejos Rojo, Oscar Jiménez Mateo, Tomás A. Martínez Piquer, José Agrelo Llaverol. **Equipo de Redacción:** Nodo Gestor: Guillermo González Muñoz de Morales, David García Dolla; Observatorio de Armas, Municiones, Ballística y Protección (OT AMBP): Jorge Lega de Benito; Observatorio de Electrónica (OT ELEC): Yolanda Benzi Rabazas, Fernando Iñigo Villacorta; Observatorio de Energía y Propulsión (OT ENEP): Héctor Criado de Pastors; Observatorio de Defensa NBQ (OT NBQ): Angélica Acuña Benito; Observatorio de Materiales (OT MAT): Luis Requejo Morcillo; Observatorio de Óptica, Optrónica y Nanotecnología (OT OPTR): Ing. D. Fernando Márquez de Prado Urquía, Pedro Carda Barrio; Observatorio de UAVs, Robótica y Sistemas Aéreos (OT UAVs): Ing. D. José Ramón Sala Trigueros; Observatorio de Sistemas Navales (OT SNAV): CF Ing José María Riola Rodríguez, Juan Jesús Díaz Hernández; Observatorio de Sistemas Terrestres (OT STER); Observatorio de Tecnologías de la Información, Comunicaciones y Simulación (OT TICS): Ing. D. Francisco Javier López Gómez, Fernando Cases Vega, Nuria Barrio Santamaría.

Portada: imagen tarjeta gráfica GeForce GTX 680, artículo "Procesamiento en paralelo mediante General Purpose Graphic Processing Units, GPGPU". (Fuente: NVIDIA)

El Boletín de Observación Tecnológica en Defensa es una publicación trimestral en formato electrónico del Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica orientado a divulgar y dar a conocer iniciativas, proyectos y tecnologías de interés en el ámbito de Defensa. El Boletín está abierto a cuantos deseen dar a conocer su trabajo técnico. Los artículos publicados representan el criterio personal de los autores, sin que el Boletín de Observación Tecnológica en Defensa comparta necesariamente las tesis y conceptos expuestos.

Colaboraciones y suscripciones:

observatecno@oc.mde.es

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

[areasTematicas/investigacionDesarrollo/sistemas/](http://www.defensa.gob.es/areasTematicas/investigacionDesarrollo/sistemas/)



DGAM
Subdirección General de Tecnología e Innovación

CONTENIDOS

3 Editorial

Actualidad

- 4 Jornada sobre configuraciones de popa F-100
- 5 EDA JIP-FP: Proyecto GUARDED
- 6 Financiación y resultados del I+D en Defensa y Seguridad
- 7 Futuras oportunidades para el I+D público en Defensa y Seguridad
- 9 Congreso de Ingeniería Naval e Industria Marítima
- 9 TNT 2012: nanotecnología en seguridad y defensa
- 10 Grupo de usos de hidrógeno de la PTE HPC
- 11 Jornada Estrategias Tecnológicas en Defensa y Seguridad
- 11 Presentación del Portal de Tecnología e Innovación del Ministerio de Defensa
- 12 Riesgos de la munición por desmilitarizar en la Armada: logística inversa verde

Tecnologías Emergentes

- 13 Procesamiento en paralelo mediante *General Purpose Graphic Processing Units*, GPGPU
- 16 Los aerogeles
- 18 Evaluación de detectores químicos portátiles

El Horizonte 2020

Los Programas Marco (PM) constituyen los principales instrumentos de financiación por medio de los cuales la Unión Europea (UE) apoya las diversas actividades de investigación y desarrollo y, con ello, a la base tecnológica e industrial europea, abarcando la casi totalidad de disciplinas científico-tecnológicas. Estos "grandes programas" que tienen gran volumen económico, son periódicamente propuestos por la Comisión Europea (CE) y aprobados por el Consejo y el Parlamento Europeo siguiendo un procedimiento de decisión conjunta. Sin duda, los mayores avances tecnológicos europeos han sido conseguidos gracias a estos programas.

Un aspecto básico de estos programas es considerar la cooperación internacional como elemento clave de la competitividad científica y tecnológica en un mundo cada vez más globalizado. Un ejemplo de ello es el último de los programas en marcha (FP7), que contempla la posibilidad de incluir a entidades de terceros países.

A finales de 2011, la CE presentó al Consejo, al Parlamento y a los Estados Miembros su propuesta para la preparación de un nuevo Programa Marco de duración entre los años 2014 y 2020, conocido como HORIZONTE 2020 (H2020), que reúne por primera vez en un solo paquete los principales instrumentos europeos de financiación destinados a la investigación, el desarrollo y la innovación, con unas reglas iguales y más sencillas para todos los participantes, una burocracia más simplificada, mayor énfasis en la innovación en todas sus formas y con una dotación presupuestaria de alrededor de 80.000 millones de euros. La CE ha definido, dentro de la prioridad de H2020 denominada 'Retos sociales', el objetivo específico 'Sociedades seguras', con el que se pretende, entre otros objetivos más concretos, reforzar la dimensión social de las soluciones de seguridad. Equivale al tema de 'Seguridad' del FP7, que tuvo una dotación de

1.400 millones de euros. En la actual propuesta, el monto total de este objetivo se aproxima a 3.500 millones.

La cuestión de las tecnologías de doble uso va a estar muy presente en la investigación en 'Sociedades seguras', especialmente en estos tiempos de crisis económica. Además, se prevé la utilización de la Cooperación Marco Europea (EFC) en I+T como ámbito en el se facilitarán entendimientos con defensa para probables coordinaciones. Las grandes prioridades de 'Sociedades seguras' van a ser la lucha contra el delito y el terrorismo, la protección de infraestructuras críticas, la gestión de fronteras, la mejora de la resistencia a las crisis y desastres, la mejora de la dimensión social de la seguridad y la mejora de la estandarización e interoperabilidad de sistemas. A lo largo de los últimos meses, las negociaciones entre las partes citadas han conducido al claro afianzamiento de la autonomía de este objetivo en el conjunto de HORIZONTE 2020.

Con la aprobación en su momento del Tratado de Lisboa, el I+D de defensa tiene la consideración de una investigación más en el seno de la UE. Por ello, estos momentos son decisivos para todos los actores involucrados en la preparación de la contribución nacional a la definición final de HORIZONTE 2020.

En este proceso de traslación de intereses nacionales en I+D+i, la DGAM, a través de la Subdirección de Tecnología e Innovación, está presente en representación del Ministerio de Defensa para incorporar las tecnologías de carácter dual contempladas en la Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa (ETID) con el fin último de apoyar el tejido científico, tecnológico e industrial nacional de defensa durante todas las fases del ciclo de vida de HORIZONTE 2020.

Actualidad

Jornada sobre configuraciones de popa F-100

Juan Jesús Díaz Hernández OT SNAV

Palabras clave: Fragatas F-100, colas de pato, CEHIPAR

Metas tecnológicas relacionadas: MT 3.5.1

El pasado miércoles 10 de octubre tuvo lugar en la Jefatura de Apoyo Logístico (JAL) la presentación de los resultados del "Programa de Ensayos para Diferentes Configuraciones de Popa de la Fragata F-100". Este programa de I+D surge de la materialización de un Acuerdo de Entendimiento de Gestión entre la Dirección General de Armamento y Material (DGAM) y el Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo (CEHIPAR) para proporcionar al Ministerio de Defensa y en concreto a la Armada de una información totalmente fiable sobre la estimación de la curva velocidad-potencia de un buque tipo Fragata F-100 en cada una de las configuraciones que recogía el plan de trabajos, en comparación con la curva de velocidad-potencia del buque actual. La presentación contó con la asistencia del Director de

Construcciones Navales de la JAL, VA. Antonio Sánchez Godínez y el Subdirector de Tecnología e Innovación de la DGAM, CA. Jesús Manrique Braojos, así como representantes de NAVANTIA, del Estado Mayor de la Armada (EMA), de la Dirección de Mantenimiento de la JAL (DIMAN) y de la Dirección de Construcciones de la JAL (DIC).

El programa pretendía dar respuesta a los objetivos perseguidos y recogidos en las normativas vigentes (Plan 01/2010 de 7 de Mayo de 2010 del 2º AJEMA de racionalización del combustible y Directiva 07/2009 de 18 de noviembre del AJEMA sobre medidas de austeridad y eficiencia en el gasto).

Durante la presentación que corrió a cargo del personal técnico del CEHIPAR y de NAVANTIA, se presentaron el esquema de trabajo y los resultados del mismo. Durante el transcurso del programa se llevó a cabo la construcción de un modelo a escala en madera de la carena original con sus correspondientes apéndices; la construcción de 7 configuraciones de popa variando ángulos y longitudes de la misma; un extenso programa de ensayos en el Canal de Aguas Tranquilas que incluían ensayos de propulsor aislado, remolque de

la carena original, autopropulsión de la carena original, remolque de las 7 configuraciones de popa, y autopropulsión de la configuración definitiva. De estos trabajos se concluyó que la incorporación de un conjunto cola de pato + cuña supondría una importante ventaja hidrodinámica, cuantificándose una mejora en el orden de un 7% de reducción de la potencia en toda la gama de velocidades ensayada (15 a 28 nudos). Así mismo este programa de I+D ha servido para validar los cálculos de simulación realizados con el CFD viscoso STAR-CCM+ que se empleó para los cálculos de resistencia. De la comparación de los datos de simulación con los obtenidos en canal se concluye la bondad de ambos métodos, coincidiendo plenamente en las predicciones de potencia, predicción del hundimiento (sinkage) y trimados dinámicos.

El programa de I+D ha servido para confirmar que la instalación de este tipo de configuraciones (cola de pato más cuña) son ventajosas desde el punto de vista hidrodinámico, aunque es necesario para ello definir claramente el perfil operativo del buque ya que las soluciones que son más óptimas para elevadas velocidades pueden no serlo cuando el buque opera fuera de ellas.



Fig. 1. Detalle constructivo de las distintas configuraciones de colas de pato

EDA JIP-FP: Proyecto GUARDED

Angélica Acuña Benito,
OT NBQ

Palabras clave: NRBQE, plataformas móviles robotizadas automatizados para intervención NRBQE.

Metas Tecnológicas relacionadas:
MT 4.2.1.

El proyecto GUARDED “*Generic Urban Area Robtized Detection of CBRNE Devices*”, comenzado en enero del 2008 y finalizado en diciembre del 2011, fue gestionado y financiado en el marco del JIP-FP (*Joint Investment programme on Force Protection*) de la EDA. El proyecto ha sido desarrollado por un consorcio internacional formado por industria (ECA, líder del consorcio, Environics, Ionicon) y usuarios finales (Direction de la Défense et de la Sécurité Civiles - DDSC-, de Francia, y la International Postgraduate School -IPS-, de Eslovenia) de cuatro países, Austria, Finlandia, Francia y Eslovenia.

Objetivo

El proyecto tenía como objetivo demostrar la viabilidad de una plataforma móvil controlada a distancia, equipada con un conjunto de sensores NRBQE (nuclear, radiológico, biológico, químico y explosivos) complementarios y con capacidad para almacenar y diseminar información sobre una posible amenaza o un área contaminada. En el marco del proyecto también se ha llevado a cabo una revisión del estado de arte de las tecnologías de detección NRBQE, y la definición de los escenarios en base a los que se han definido los requisitos de usuario y operativos. Por otro lado, se ha definido un concepto de Sistema de Asistencia Automatizado para Intervenciones NRBQE, basado en tres tipos de plataformas de diferente tamaño (pequeña, mediana y grande), en función del tipo de misión, que portarán un conjunto de sensores y herramientas a través de interfaces estandarizadas.



Demostradores

Como resultado final del proyecto se han realizado dos demostradores. En uno de ellos la plataforma empleada es modular y fácilmente reconfigurable y está centrada en la detección e identificación NRBQE. Este demostrador incorpora una cámara de observación, sensores de detección química y radiológica, un sistema de recogida de muestras líquidas y de gas, muestreadores biológico y químico, interfaces de sensores comerciales, un brazo extensible ligero para manipulación de muestras, un radar de penetración terrestre (GPR) y un software de fusión de datos. Los datos obtenidos de los sensores son recogidos, almacenados, y enviados al operador, quien los visualiza a través de una interfaz hombre-máquina fácil de usar. Por último, señalar que este demostrador, que puede ser transportado por los vehículos militares existentes y es fácilmente integrable con el resto del equipamiento de las unidades de primera intervención, ha sido evaluado tanto en laboratorio como en campo, empleando simulantes de agentes de guerra química.

El segundo demostrador desarrollado incorpora un prototipo de un detector basado en tecnología PTR-MS (reacción de transferencia de protones acoplado a un espectrómetro de masas) para la detección y análisis de TICs (compuestos tóxicos industriales), agresivos químicos y explosivos. Se trata de un nuevo instrumento desarrollado durante el proyecto por Ionicon Analytik, y que ha sido evaluado en condiciones de laboratorio. La tecnología PTR-MS proporciona poca información espacial (forma del objeto observado, etc.) pero aporta más detalles de la composición química.

Avance tecnológico

Evitar la exposición del personal a amenazas o peligros y salvaguardar su seguridad es una prioridad, no sólo de nuestras FAS sino de los Cuerpos y Fuerzas de Seguridad del Estado y de los Servicios de Emergencias. En este sentido el proyecto GUARDED ha permitido incrementar la capacidad existente en cuanto a este tipo de sistemas, permitiendo operaciones más precisas y eficaces, manteniendo la seguridad de los operativos que no tienen que entrar en áreas contaminadas o sospechosas, sino que se mantienen fuera de la zona caliente manejando la plataforma y obteniendo los datos enviados desde los diferentes sensores, a partir de la cual se tomaran las decisiones y medidas más adecuadas.

En el futuro, sería necesario evaluar las plataformas desarrolladas con agentes reales, y no sólo con simulantes. Así mismo, habría que buscar tecnologías alternativas que mejoren las capacidades alcanzadas e incluso que permitan disponer de capacidad de detectar agresivos biológicos en tiempo real, hoy por hoy inalcanzable debido al estado de arte de la tecnología.

A nivel nacional, la obtención de capacidad de detectar este tipo de amenazas a distancia está incluida en una de las metas tecnológicas del área de Protección Personal, dentro de la línea de actuación funcional de Protección NBQR.

Financiación y resultados del I+D en Defensa y Seguridad

Patricia López Vicente, Isdefe, y Luisa E. Reyes Recio, URJC

Palabras clave: Evaluación I+D, financiación I+D, Defensa y Seguridad, competitividad, cooperación

Metas tecnológicas relacionadas:
MT 0.1, MT 0.3, MT 0.4

El presente artículo recoge un extracto de los planteamientos y conclusiones recogidos en el Trabajo Fin de Máster en Administración de los Sistemas de Seguridad y Defensa titulado "I+D en Defensa y Seguridad: Estudio de la Financiación y de sus Resultados" (septiembre 2012, Universidad Rey Juan Carlos).

En el sector de la seguridad y la defensa, la justificación a la intervención pública a favor de las empresas se basa en la existencia de factores asociados a los fallos de mercado. Es decir, si no existiera intervención pública en el gasto directo realizado por las empresas en estas actividades, la inversión en I+D sería inferior al socialmente óptimo.

Si se analizan los estudios de evaluación de los resultados de la I+D que examinan los distintos programas públicos de apoyo a la I+D, se puede concluir que el problema se presenta a la hora de convertir los argumentos teóricos en indicadores manejables en el mundo real.

El análisis y evaluación de la I+D financiada en el caso del sector de la defensa debe plantearse no sólo en términos de intereses empresariales de las organizaciones que lo desarrollan, sino también desde la óptica de la necesaria dotación de capacidades de defensa nacional. Por ello, ha de definirse un modelo de ajuste entre los intereses institucionales y los intereses empresariales de forma que la I+D financiada sea evaluada tanto *a priori*, en términos de objetivos tecnológicos que dotan de capacidad como *a posteriori*, en términos de competitividad del tejido industrial, partiendo del análisis de la eficacia de las herramientas para su gestión.

La necesidad de evaluar el impacto de las actividades de I+D alcanza tanto al sector público como al privado, de forma que se evite la duplica-



ción de esfuerzos tanto en materia de política tecnológica industrial como de proyectos de I+D financiados.

La motivación principal del estudio realizado ha sido la consideración del resultado de la innovación. En este sentido, el resultado debe obedecer al cumplimiento del objetivo, el de la financiación pública en términos de objetivo tecnológico e incremento de competitividad y productividad de la industria de la defensa.

Tradicionalmente, la innovación en el sector de la defensa ha sido el motor de la innovación para otros sectores. En este sentido, la implantación del Planeamiento por Capacidades en Defensa implicó una evolución de la I+D, pasando de ser considerada un soporte al desarrollo de sistemas de armas, a ser uno de los pilares estratégicos para la transformación de las FAS y para la evolución de las capacidades militares. Sin embargo, dicha transformación ha de entenderse en el ámbito de la cooperación. Cooperación entre instituciones públicas y privadas así como entre empresas.

En el primero de los casos es necesario mencionar la última iniciativa para el fomento de la I+D en Defensa: el Portal de Tecnología e Innovación del Ministerio de Defensa. El principal cambio que presenta el portal frente a otras iniciativas llevadas a cabo es que está planteado como un espacio abierto para el encuentro de los diferentes agentes relacionados con el I+D de defensa, con los objetivos de

la cooperación entre la base tecnológica industrial nacional en torno a la ETID. Además, se pretende potenciar la difusión de información relativa a la I+D del Ministerio de Defensa. Sin embargo, entendemos que es necesaria la gestión del portal como una plataforma de búsqueda de socios para la cooperación en investigación y desarrollo.

En este sentido un estricto análisis de la cooperación en materia de investigación puede servir de base y orientación al sector empresarial nacional para el desarrollo de sus redes de relaciones con empresas de los países en los que existen dichos acuerdos, no sólo en el ámbito europeo sino también en el ámbito no europeo y cuyas posibilidades puedan proporcionar ventajas en términos de capacidades nacionales, y además ventajas competitivas para las empresas del sector. Los mercados emergentes son objetivo de análisis, planteando las posibilidades a través de la elaboración de radares tecnológicos para cada uno de estos mercados. En ellos se analizan las posibilidades comerciales como consecuencia de la colaboración empresarial, fundamentalmente articulada por el apoyo institucional de forma que los esfuerzos en el desarrollo de relaciones bilaterales tengan como objetivo el incremento de la competitividad industrial del sector.

El informe "Principales resultados de la evaluación de la 1ª convocatoria (2006) del programa CENIT", publicado en 2011 por el CDTI es el único referente encontrado en la



Fig. 1. Las tres áreas para una evaluación completa del I+D+i. (Fuente: elaboración propia, incluida en el trabajo I+D en Defensa y Seguridad: Estudio de la Financiación y de sus Resultados).

evaluación de los resultados de la financiación de la I+D con fondos públicos para el caso español. Por tanto, la práctica de evaluación de la I+D en nuestro país es reciente; y como indica la página 3 del documento, "Esta evaluación es una iniciativa muy ambiciosa por su grado de profundidad y alcance y, de alguna forma, pionera en el marco de la administración pública española. La relevancia de esta iniciativa de evaluación estriba en lo que supone en cuanto al compromiso por la transparencia en el mayor programa de I+D realizado nunca en España". Por otro lado, en el informe SISE 2010, "Análisis de las convocatorias del Plan Nacional 2008-2011 correspondiente al año 2010", como conclusión se afirma la necesidad de elaborar indicadores de seguimiento y cumplimiento de los objetivos además de considerar un análisis de los resultados de los proyectos y no de las convocatorias. De esta forma, tomando como base las premisas anteriores definimos el modelo de análisis de la I+D subvencionada con fondos públicos en el sector de la seguridad y defensa atendiendo principalmente a las siguientes áreas:

1. Incremento de la competitividad o productividad.
2. Disposición a colaborar tras el proyecto.
3. Incremento o desarrollo de la actividad comercial internacional.
4. Desarrollo de iniciativas de cooperación internacional o comunitarias tras la participación en el proyecto de cooperación nacional.
5. Integración de la I+D en las organizaciones o sistematización de las actividades de I+D.

Los argumentos anteriores permiten elaborar de un modelo de análisis de la financiación de la I+D en el sector de la seguridad y defensa que como se ha anotado anteriormente no sólo responde a la consecución del objetivo tecnológico sino que incorpora indicadores relativos al aprovechamiento maximizado de los resultados de I+D, en términos de idoneidad y de impacto. Idoneidad medida con indicadores relativos a la dotación y mejora de capacidades, ajuste entre el inventario tecnológico y el sistema de inteligencia tecnológica así como de ajuste entre el planeamiento y las prioridades. Estos indicadores de im-

pacto son los que incorporan el elemento innovador de la medición del resultado de la I+D, y se definen en términos de imagen de las FAS españolas, impacto en la industria nacional, de impacto internacional, calidad y viabilidad frente al precio y de viabilidad económica y financiera.

En definitiva, la selección de propuestas de I+D en seguridad y defensa que atendiendo a la dotación o mejora de las capacidades de defensa además responda al objetivo de competitividad industrial permite al Ministerio de Defensa utilizar la compra pública innovadora como un instrumento de demanda que permite dinamizar la innovación y la internacionalización, además de promover nuevos modelos y segmentos empresariales. Por el lado de la demanda, las Administraciones Públicas, como impulsoras de la innovación, deben desarrollar su estrategia desde la demanda del gestor público que saca a licitación contratos de compra pública innovadora. Y por el lado de la oferta, las empresas deberían competir en las licitaciones favoreciendo así la competitividad, al participar y presentar ofertas innovadoras.

Futuras oportunidades para el I+D público en Defensa y Seguridad

Juan Alberto Herrería García, Isdefe

Palabras clave: Financiación I+D público, Defensa y Seguridad, cooperación

Metas tecnológicas relacionadas: MT 0.1, MT 0.3, MT 0.4

Este artículo resume los trabajos de investigación desarrollados y los resultados derivados en el Trabajo Fin de Máster en Administración de los Sistemas de Seguridad y Defensa titulado "Futuras Oportunidades para el I+D Público en Defensa y Seguridad" (septiembre 2012, Universidad Rey Juan Carlos).

La actual crisis económica, que provoca, entre otras medidas, fuertes recortes presupuestarios generalizados, también deja sentir sus efectos en el área de I+D de defensa y, en particular por el propósito de este artículo, en los objetivos planteados en la ETID, cuya consecución queda



en serio riesgo. También se ve afectada la actividad investigadora de los tres organismos del MINISDEF intensivos en I+D (INTA, ITM y CEHIPAR), con los consiguientes riesgos de abandono de actividades, pérdida de competitividad, pérdida de oportunidades para avanzar en las capacidades tecnológicas, pérdida de posicionamiento y relevancia en el ámbito internacional, desmotivación del personal, huida de talentos, etc.

Para mitigar estos riesgos y alcanzar el máximo posible de objetivos definidos en la ETID, es necesario potenciar formas alternativas de financiar el I+D de defensa. Una de ellas es a través de los Programas Marco de I+D de la CE, en particular en actividades enmarcadas en la temática de seguridad y en forma de tecnologías duales, que pudieran tener aplicación en las misiones encomendadas a la UE en el marco de la Política Común de Seguridad y Defensa; misiones cada vez más al uso en los últimos tiempos, como son las desarrolladas por nuestras FAS siguiendo

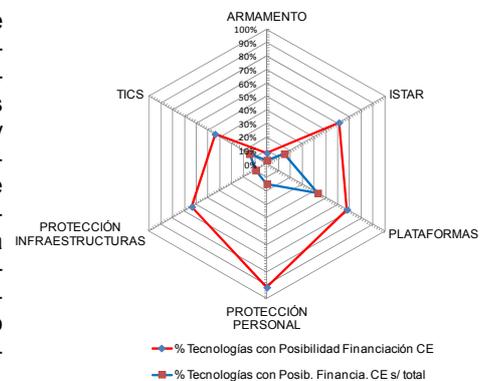


Fig. 1. Porcentajes de tecnologías de las AAF potencialmente financiadas por la CE. (Fuente: elaboración propia).

mandatos de ONU, o en misiones para el mantenimiento de la paz, humanitarias, fortalecimiento de la ley, búsqueda de víctimas en desastres naturales o ayuda a la extinción de grandes incendios.

El trabajo "Futuras Oportunidades para el I+D Público en Defensa y Seguridad" analiza las interacciones existentes entre las tecnologías propuestas en las metas tecnológicas (MT) consideradas en la ETID y los

temas propuestos por la CE en diversas convocatorias del FP7, concluyendo cómo metas de la ETID con carácter dual pueden desarrollarse en este marco. El trabajo también realiza una pequeña incursión en un similar análisis de los objetivos que se están planteando en el próximo programa marco, HORIZON 2020, y cómo se puede influir en su elaboración.

El análisis de las interacciones entre las tecnologías propuestas en las MT de la ETID y los objetivos de las convocatorias del FP7 se ha basado en un conjunto de indicadores de entre los que destacan dos: la aceptación por parte de la CE de esas tecnologías y la aplicabilidad de las mismas a usos duales civil-militar. El análisis arroja que en las AAF de la ETID existen tecnologías afines a las que se tratan en el FP7, las cuales podrían verse beneficiadas a la hora de ser financiadas en este marco. Bien es cierto que los resultados arrojan también grandes variaciones en el porcentaje de tecnologías contenidas en las AAF afines con tecnologías del FP7.

Así, los rangos varían desde el 8% para el AAF Armamento hasta el 92% para el AAF Protección Personal. La fig. 1 presenta los porcentajes de tecnologías en cada AAF que son similares a las establecidas en el FP7 y el porcentaje que éstas suponen sobre el total de tecnologías contenidas en la ETID.

Una vez identificadas las tecnologías de la ETID con afinidades en el Programa de la CE, se enlazan estas tecnologías con los tópicos contenidos en las distintas convocatorias actualmente abiertas en el FP7, y en los objetivos específicos que la CE está preparando para HORIZON 2020. El enlace entre las tecnologías y las convocatorias de programas de I+D de la CE se realiza seleccionando los tópicos de las convocatorias abiertas en la actualidad, que resultan más cercanos a los objetivos de desarrollo de las tecnologías propuestas en las MT, y pueden facilitar en mayor medida la participación en proyectos que desarrollen estas tecnologías (en todo o en parte). En la mayoría de los casos la relación no es directa, por lo que en el tópico se podrán desarrollar partes facilitadoras del objetivo final, pero rara vez se conseguirá el desarrollo en su

totalidad. Esta limitación no debe servir de freno, pues se han de tener en cuenta los beneficios que suponen estos proyectos, como son el aumento o mantenimiento de la capacidad investigadora de los organismos participantes, la proyección internacional que otorgan los mismos y el acceso a nuevas capacidades que faciliten el desarrollo de tecnologías posteriores. La figura 2 presenta el listado de tópicos de las convocatorias de la CE más favorables y su relación con las MT.

Por último, se analiza el enlace entre las tecnologías de la ETID que pueden estar más relacionadas con los contenidos tecnológicos del Programa Marco y los organismos y entidades adscritos a MINISDEF con capacidad para desarrollar I+D en estas tecnologías: ITM, INTA, CEHIPAR, Isdefe e INSA. De estos enlaces, resulta qué organismos son los más apropiados para participar en qué tópicos de las convocatorias analizadas. La figura 3 presenta el enlace entre las entidades de MINISDEF con capacidad de ejecución de I+D y los tópicos más favorables para el desarrollo de las MT previamente indicados en la figura 2.

El momento actual supone una oportunidad que MINISDEF no puede dejar pasar de largo. Los fondos que la CE destina a I+D son amplios, y en HORIZON 2020 se aumentarán con respecto a los destinados en FP7. Considerando que la CE va a financiar líneas tecnológicas de carácter

Framework and tools for (semi-) automated exploitation of massive amounts of digital data for forensic purposes		MT 2.2.1 MT 2.2.2 MT 2.2.3 MT 2.2.5	MT 3.4.5			
Information Exploitation		MT 2.2.1 MT 2.2.2 MT 2.2.3 MT 2.2.5				MT 6.1.2
Pre-Operational Validation (POV) on land borders		MT 2.1.2 MT 2.3.1	MT 3.7.2			
Sensor technology for under foliage detection		MT 2.1.2 MT 2.1.3	MT 3.4.5 MT 3.7.2			
Phase II demonstration programme on aftermath crisis management	MT 1.6.1	MT 2.2.1 MT 2.2.3 MT 2.2.5 MT 2.3.1 MT 2.4.1	MT 3.4.7	MT 4.2.1 MT 4.3.3		MT 6.1.2 MT 6.1.3 MT 6.1.4 MT 6.5.3
Preparedness for and management of large scale forest fires		MT 2.4.1	MT 3.1.4 MT 3.4.6 MT 3.4.7 MT 3.5.5	MT 4.3.3	MT 5.5.1	MT 6.1.3 MT 6.1.4 MT 6.5.3
Fast rescue of disaster surviving victims: Simulation of and situation awareness during structural collapses including detection of survivors and survival spaces		MT 2.1.2 MT 2.4.1	MT 3.1.4 MT 3.4.5 MT 3.4.7 MT 3.5.5 MT 3.7.2	MT 4.3.3		MT 6.1.3 MT 6.5.3
Definition of interoperability specifications for information and meta-data exchange amongst sensors and control systems		MT 2.2.1 MT 2.2.2 MT 2.2.3 MT 2.4.1	MT 3.4.5			MT 6.5.1
Integrated downstream service activities and applications			MT 3.7.3			
Robotics, Cognitive Systems & Smart Spaces, Symbiotic Interaction			MT 3.1.2 MT 3.4.3 MT 3.6.3	MT 4.3.4		
EU-Japan research and development Cooperation		MT 2.3.2				MT 6.2.3 MT 6.4.4 MT 6.5.1
Increasing Europe's resilience to crises and disasters		MT 2.3.1 MT 2.4.1		MT 4.2.1 MT 4.2.4		MT 6.1.2 MT 6.1.3 MT 6.5.3

Fig. 2. Enlace tópicos favorables de la última convocatoria de FP7 con MT. (Fuente: Elaboración propia).

dual por las razones expuestas, las capacidades tecnológicas, humanas y operativas de los cuerpos de MINISDEF, y la necesidad actual de vías alternativas de financiación, parece recomendable que se potencien las acciones de MINISDEF enfocadas a participar activamente en el diseño estratégico del programa HORIZON 2020. Las pautas y metodologías aplicadas en el trabajo resumido en este podrían servir como referencia para trabajos futuros, en particular cada vez que se abra una convocatoria dentro del programa HORIZON 2020, considerando las variaciones que surjan en la ETID, y los niveles de evolución de las tecnologías y sistemas desarrollados.

		ORGANISMOS DE I+D MINISTERIO DE DEFENSA				
SEC-2013.1.6-1	Framework and tools for (semi-) automated exploitation of massive amounts of digital data for forensic purposes	ITM			ISDEFE	
SEC-2013.1.6-4	Information Exploitation	ITM			ISDEFE	
SEC-2013.3.2-1	Pre-Operational Validation (POV) on land borders	ITM	INTA		ISDEFE	INSA
SEC-2013.3.2-2	Sensor technology for under foliage detection	ITM	INTA			INSA
SEC-2013.4.1-1	Phase II demonstration programme on aftermath crisis management	ITM			ISDEFE	
SEC-2013.4.1-6	Preparedness for and management of large scale forest fires	ITM	INTA	CEHIPAR	ISDEFE	
SEC-2013.4.2-1	Fast rescue of disaster surviving victims: Simulation of and situation awareness during structural collapses including detection of survivors and survival spaces	ITM	INTA	CEHIPAR	ISDEFE	INSA
SEC-2013.5.3-1	Definition of interoperability specifications for information and meta-data exchange amongst sensors and control systems	ITM			ISDEFE	
SPA-2013.1.2-01	Integrated downstream service activities and applications					INSA
ICT-2013.2.1	Robotics, Cognitive Systems & Smart Spaces, Symbiotic Interaction	ITM	INTA			
ICT-2013.10.1	EU-Japan research and development Cooperation	ITM	INTA		ISDEFE	
HORIZON2020-6.3.4	Increasing Europe's resilience to crises and disasters	ITM			ISDEFE	

Fig. 3. Enlace tópicos favorables de la última convocatoria de FP7 con entidades I+D de MINISDEF. (Fuente: elaboración propia).

Congreso de Ingeniería Naval e Industria Marítima

CF. Ing. José M^a Riola, Jefe
Unidad de Observatorios Tecnológicos
Juan Jesús Díaz, OT SNAV

Palabras clave: Ingeniería Naval,
Seakeeping, Human Performances

Metas tecnológicas relacionadas:
LAF 3.5.

Se ha celebrado durante los pasados días 17, 18 y 19 de octubre el 51º Congreso de Ingeniería Naval e Industria Marítima en Gijón. El congreso se desarrolló con el objetivo puesto en la tecnología como generadora de futuro y congregó a más de 150 personas además de una veintena de ponentes entre los que podemos destacar el papel representado por el Ministerio de Defensa a través de su trabajo "Los factores humanos en el proceso de selección y diseño del casco" que pretendía abordar la caracterización del factor humano como suma de una combinación de efectos en la etapa previa de diseño constructivo de embarcaciones no convencionales optimizando el comportamiento o *seakeeping* de acuerdo a estándares OTAN.

Durante el congreso se incide en que la ingeniería debe tomar parte activa sobre decisiones de modelos de crecimiento admisibles y contribuyentes a generar empleo y bienestar social, el lema de este año fue "El futuro marítimo de España y de su papel en Europa", y bajo el mismo el congreso estuvo abierto a todos los profesio-



Fig. 1. Presentación del trabajo "Los Factores Humanos en el Proceso de Selección y Diseño del Casco"

nales, empresas e instituciones que impulsan esta industria estratégica para España.

Los trabajos presentados y las ponencias que se realizaron contaron con un alto nivel tecnológico sobre temas que hoy día son vitales no sólo para mantener sino para mejorar los conocimientos y la competitividad de nuestra industria marítima.

Las cuatro líneas que centraron la actividad del congreso fueron las autopistas del mar y su logística de transporte como vías preferentes para el transporte de mercancías y pasajeros, haciendo hincapié en los aspectos de explotación y legislación. La eficiencia energética en el transporte marítimo, orientada a la reducción de emisiones, buques ecológicos o energéticamente eficientes en base a la nueva normativa IMO que regula las emisiones de gases contaminantes. La explotación sostenible de los recursos marinos. Los desafíos

asociados a aspectos formativos, productivos y de competitividad en el sector, su convergencia con Europa y desarrollo de nuevos modelos más eficientes.

Como conclusión del mismo, se destacó la necesidad de generar nuevos modelos para la revalorización de la ingeniería y tecnología española en productos europeos de alta tecnología que compiten en el mercado global. Y como gracias a la experiencia demostrada por esta industria para convertir los resultados de la actividad de I+D en bienes y servicios ha sido una de sus fortalezas de cara a asegurar su competitividad en los nuevos mercados globales. Finalmente se extrae que uno de los retos es orientar la base tecnológica disponible hacia nuevos mercados que bien podrían aprovechar la dualidad de las capacidades adquiridas y el empleo masivo de las nuevas tecnologías que soportan sus productos.

TNT 2012: nanotecnología en seguridad y defensa

Pedro Carda Barrio, OT OPTR

Palabras clave: I+D, nanociencia, nanotecnología, Defensa y Seguridad

Metas tecnológicas relacionadas:
MT 2.1.6, MT 4.2.3, MT 4.2.4, MT 4.3.2

La Fundación Phantoms es una asociación europea que enfoca sus actividades en los campos de la Nanociencia y Nanotecnología. Tiene como objetivos el fomentar el intercambio de conocimiento, catalizar la cola-

boración entre grupos de I+D a nivel internacional e impulsar el lanzamiento de nuevos proyectos. El Grupo Atenea representa a la Fundación Phantoms en España, en el área de nanotecnología y nanociencia en Seguridad y Defensa, y por ello organizó la Jornada "TNT 2012, tendencias de nanotecnología en seguridad y defensa" en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (ETSII - UPM) en Madrid, el día 11 de septiembre de 2012.

Durante la jornada se realizaron diferentes presentaciones por parte de centros de I+D, empresas y organismos oficiales, y su objetivo fue dar

una visión global del estado del arte, aplicaciones y tecnologías específicas de las aportaciones presentes y futuras de soluciones en seguridad y defensa relacionadas con nanotecnología.

En particular, hubo una importante participación del Ministerio de Defensa a través de la Dirección General de Armamento y Material (DGAM), que realizó tres de las ponencias. Julio Plaza, por parte del Instituto Tecnológico "La Marañosa" (ITM), describió la actividad que realizan en sus laboratorios específicos (el ITM cuenta con una sala limpia clase 1000), principalmente en temas

relacionados con detectores optoelectrónicos y filtros. También describió la participación del ITM en el proyecto CANARIO de la Agencia Europea de Defensa (EDA), cuyo objetivo consistió en el estudio y desarrollo de sensores para la detección de agentes químicos. Carlos Rivera, también del Área de Optrónica y Acústica del ITM, centró su presentación en las posibles aplicaciones del grafeno, especialmente en Espacio y Seguridad, así como en sus propiedades mecánicas. El Jefe del Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica (SOPT), el CF. José María Riola, describió el futuro potencial de la nanotecnología en seguridad y defensa, la necesidad de establecer puentes entre la investigación básica y las aplicaciones finales, y los principales problemas de las FAS que la nanotecnología puede contribuir a resolver.

La Policía Nacional, que participó en la Jornada a través del Laboratorio de Genética de la Policía Científica, y la Guardia Civil, explicaron que trabajan con nanotecnología para, entre otras cuestiones, realizar identificaciones de personas mediante pruebas de ADN.

Grupo de usos de hidrógeno de la PTE HPC

Héctor Criado de Pastors, OT ENEP

Palabras clave: Hidrógeno, pilas de combustible, PTE HPC, Plataformas tecnológicas

Metas tecnológicas relacionadas:
MT 3.3.1, MT 3.3.4, MT 4.3.4

La SDG TECIN lleva varios años participando en la Plataforma Tecnológica Española del Hidrógeno y las Pilas de Combustible (PTE HPC) con el fin de mejorar su conocimiento de las capacidades nacionales en este ámbito, y poder difundir las actividades y los posibles nichos de actividad que existen en el ámbito de Defensa para el sector (ver artículo sobre la relación entre el Plataformas Tecnológicas Españolas y el SOPT en el Boletín nº34).

El pasado 30 de octubre se celebró en el INTA una reunión del Grupo de Usos del Hidrógeno de la PTE HPC.



Fig. 1. Mesa redonda. (Fuente: Grupo Atenea).

Respecto de la participación de empresas, AlphaSIP, Nanotec red y el Centro Tecnológico Tecnan, hicieron un resumen de sus productos de todo tipo (desde plantillas para botas de campaña hasta sensores para controlar la coagulación de la sangre) y explicaron sus potenciales aplicaciones en seguridad y defensa.

En resumen y en la mesa redonda posterior a las presentaciones, la Jornada concluye que todo indica que la nanotecnología será de vital impor-

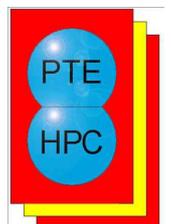
tancia en seguridad y defensa. Los futuros sistemas de armas que se crearán gracias a las distintas ramas de la nanotecnología tendrán enormes ventajas respecto de los sistemas actuales.

Se concluye también que todo el I+D relacionado con la nanotecnología debe abordarse en colaboración. Los importantes esfuerzos de financiación en un campo tan transversal, requieren de una coordinación, tanto a escala nacional como internacional.

Dada la madurez del trabajo de la plataforma, que en los últimos años ha generado estudios sobre el estado del arte y estrategias de I+D, el MINECO ha solicitado a la plataforma que centre sus actividades en el desarrollo de mercados para sus productos. Para ello, el grupo de usos de hidrógeno está trabajando en la identificación de una serie de posibles nichos de mercado. Cabe destacar el interés de aplicaciones duales de interés para defensa, como pueden ser los sistemas de back up para infraestructuras, cargadores portátiles de baterías, APUs para plataformas, o sistemas de energía para UAVs, todos ellos alineados con la Estrategia de Tecnología e Innovación en Defensa.

Posteriormente, se celebró un taller para analizar las expectativas de creación de empleo en el sector. Las conclusiones de este taller, puestas en común con los resultados de talleres similares realizados por el resto de grupos de trabajo de la plataforma, estarán disponibles a principios de 2013.

La reunión finalizó con la visita a varias instalaciones del INTA de gran importancia a nivel nacional en el ámbito de hidrógeno y pilas de combustible:



- Bancos para el ensayo de monoceldas y stacks de distintas potencias.
- Últimos avances del proyecto Avizor: aplicación de un sistema de pila de combustible a un UAV. Para más información sobre este proyecto, se puede consultar el artículo publicado en el Boletín nº26.
- Proyecto Hidrosolar H2. Este proyecto consiste en el desarrollo de una instalación autónoma alimentada a partir de energía renovable, que combina energía solar fotovoltaica, generación, almacenamiento y uso de hidrógeno.
- Equipo de compresión y llenado de botellas de hidrógeno a 350 bar.

Jornada Estrategias Tecnológicas en Defensa y Seguridad

Juan Jesús Díaz Hernández, OT SNAV

Palabras clave: Estrategias Tecnológicas, Defensa y Seguridad

Metas tecnológicas relacionadas: MT 0.3, MT 0.4

La Fundación Círculo de Tecnologías para la Defensa y la Seguridad ha organizado en las instalaciones de la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre durante los días 23 y 24 de octubre las 15 Jornadas de Tecnologías para la Defensa y la Seguridad "Estrategias Tecnológicas en Defensa y Seguridad, nuevas respuestas a nuevos desafíos".

El acto fue inaugurado por el Ministro de Defensa D. Pedro Morenés Eulate y contó con la asistencia y participación de diversas personalidades del Ministerio de Defensa, otros Organismos Estatales y actores empresariales. Durante las mismas se analizó la actual coyuntura del sector y se debatió sobre las posibles alternativas y soluciones para superarla, todo ello con el objetivo de incrementar la eficacia y eficiencia de las Fuerzas Armadas y Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado así como del entramado empresarial que existe alrededor de las mismas.

Las jornadas se estructuraron en intervenciones, conferencias y mesas redondas, que se agruparon en cinco sesiones de acuerdo con algunas de las líneas de actuación en las que el sector se juega su futuro: eficiencia en la acción del Estado; competitividad; nuevas estrategias industriales multinacionales; innovación; internacionalización.

Presentación del Portal de Tecnología e Innovación del Ministerio de Defensa

Jorge Lega de Benito, Unidad de Estrategia e Innovación, SDGTECIN

Palabras clave: Portal, ETID, Ministerio de Defensa, I+D



Fig. 1. Presentación durante la jornada "Estrategias Tecnológicas en Defensa y Seguridad, nuevas respuestas a nuevos desafíos" (Fuente: <http://www.defensa.gob.es/gabinete/multimedia/fototeca/2012/10/DGC-121023-Jornadas-Seg-Def-01.html>).

Durante la mañana del primer día y tras la apertura oficial por parte del Ministro de Defensa, el Ex-Ministro de Defensa y actual Presidente de la Asociación Española de Tecnologías de Defensa, Aeronáutica y Espacio (TEDAE), D. Julián García Vargas, pronunció la conferencia inaugural a la que siguió la primera sesión sobre eficiencia en la acción del Estado, moderada por el Almirante General Jefe de Estado Mayor de la Defensa (JEMAD) D. Fernando García Sánchez y en la que participaron el Jefe del Mando de Apoyo Logístico del Ejército de Tierra, D. Luis Villanueva Barrios; el Almirante Jefe de Apoyo Logístico de la Armada, D. Estanislao Pery Paredes; el Jefe del Mando Aéreo General, Fernando Lens Astray; el Teniente General de la Guardia Civil Subdirector de Apoyo, D. Francisco Gabella Maroto; y el Comisario Principal Subdirector General de Logística de la Dirección General de la Policía, D. José María Rodríguez Calderón. A la conclusión de esta primera sesión el programa incluyó la intervención del Secretario de Estado de Defensa (SEDEF), D.

Pedro Argüelles Salaverría, el cual pronunció una conferencia sobre los nuevos retos en la industria de Defensa.

Como principal conclusión se pudo extraer que a pesar del difícil momento que estamos viviendo, es vital y así lo han reconocido todos los intervinientes, incrementar la competitividad de nuestras empresas, apostando como factor clave por los aspectos duales de la tecnología, aumentando sinergias entre el mundo de la Defensa y el Civil, con objeto de optimizar recursos que junto con la innovación forjarán el principal motor de salida de la actual crisis. En la conferencia hubo muchas referencias a otro concepto muy importante, la internacionalización, es decir, incrementar el tamaño del potencial mercado intensificando la presencia en el exterior de forma que, aprovechando el alto nivel competitivo de nuestras entidades, puede tener mayores oportunidades que en el estricto mercado doméstico. En este sentido, las Administraciones están preparando nuevas medidas de apoyo.

Metas tecnológicas relacionadas: MT 0.1

Con motivo del reciente lanzamiento del nuevo *Portal de Tecnología e Innovación del Ministerio de Defensa* www.tecnologiaeinovacion.defensa.gob.es, la Dirección General de Armamento y Material (DGAM) realizó una jornada informativa organizada por la Fundación Círculo de Tecno-

logías para la Defensa y la Seguridad, que tuvo lugar el 3 de octubre en el Centro Superior de Estudios de la Defensa Nacional (CESEDEN).

Tras la conferencia inaugural a cargo del Subdirector General de Tecnología e Innovación (SDGTECIN) de la DGAM, que resaltó la importancia de la innovación abierta en defensa, se repasó primeramente el estado ac-

tual de implantación de la Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa (ETID) de la cual deriva el portal. A continuación se describió el portal, sus secciones, sus contenidos y funcionalidades, para finalmente presentar los distintos modos de aprovechar y participar en él.

El portal se encuadra dentro de las iniciativas de fomento de las actividades de I+D de interés para la defensa y de apoyo a la competitividad de la base industrial y tecnológica de defensa. Se caracteriza por su orientación a integrar conocimientos y capacidades de todos los actores de la comunidad tecnológica nacional en el ámbito de defensa y a través del mis-

mo se hace frente a gran parte de los desafíos de la I+T de defensa que ya se identifican en la ETID, ofreciendo una vía de comunicación más directa, más ágil y más accesible con todos los interlocutores del Ministerio. Permitirá acercar la I+D de Defensa a todos aquellos que, teniendo un potencial valioso en este ámbito, no han sabido o no han podido encaminarlo por los cauces adecuados. Asimismo, permite también simplificar trámites, reducir tiempos y ofrecer flexibilidad en múltiples tareas de interacción con el Ministerio y entre los propios agentes proveedores de tecnología, y con los usuarios, configurándose como un instrumento de utilidad para aprovechar sinergias y oportunidades.

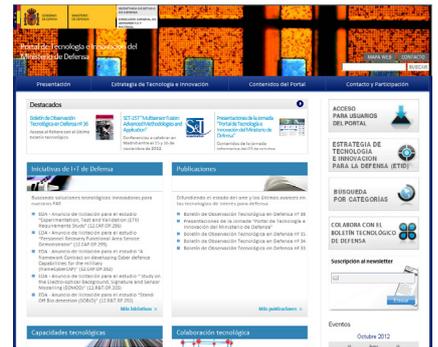


Fig.1 . Portal de Tecnología e Innovación del Ministerio de Defensa.

El contenido de las jornadas está accesible en el propio portal en <https://www.tecnologiaeinnovacion.defensa.gob.es/es-es/Contenido/Paginas/detallepublicacion.aspx?publicacionID=23>

Riesgos de la munición por desmilitarizar en la Armada: logística inversa verde

C.C. Ing. Juan Felipe López Merenciano

Palabras clave: munición, desmilitarización, análisis de riesgos

Metas tecnológicas relacionadas: MT 0.3

Este trabajo de investigación fue presentado como Trabajo Fin de Máster de la tercera promoción del Máster en Logística para los Sistemas de Seguridad y Defensa en la Universidad Rey Juan Carlos. En este trabajo se plantea el problema al que se enfrentan los ejércitos de gestión en relación con la acumulación de munición obsoleta o que no está en condiciones de ser utilizada, por lo que deben deshacerse de ella. Esta acción se conoce como “desmilitarizar”, pero no necesariamente implica su destrucción. La innovación en la gestión, obliga a una revisión de los diversos métodos para eliminar munición. Actualmente, parece recomendable la utilización de aquellos que respetan el medio ambiente, aplicando los criterios de las seis erres: reutilización, reventa, reparación, re-manufactura, reciclaje y rediseño.



Algunas de estas tareas deben ser realizadas por industrias externas, lo que implica la dedicación de recursos y procedimientos administrativos que alargan el proceso.

Si además los recursos no son suficientes, surge la necesidad de realizar un buen análisis de riesgos de todo el proceso, al objeto de tomar las medidas más acertadas y con la consecuencia de dejar en espera aquella munición que implique menor riesgo.

Dicho análisis de riesgos se realiza aplicando dos métodos diferentes: uno semi-cuantitativo y el MEPTRI. Ambos utilizan un proceso similar basado en cuatro fases: identificación, evaluación, clasificación y tratamiento de cada uno de los riesgos encontrados. No obstante, el algoritmo de evaluación del segundo método ha permitido una mejor gradación y clasificación de dichos riesgos.

Uno de los factores principales del cálculo de nivel de riesgo que utiliza método MEPTRI es el factor de probabilidad (P) u ocurrencia del riesgo y asigna un valor en función de su frecuencia. Dados los pocos datos que afortunadamente se disponen de este tipo de accidentes en nuestro entorno cercano, se ha ampliado el estudio a un entorno mundial y se han analizado los accidentes ocurridos desde

el año 2000 hasta el primer trimestre del 2012. Como fuente de información se ha utilizado la revista trimestral que publica la Agencia de la OTAN MSIAC (*Munition Safety Information and Analysis Center*).

En este estudio de investigación se han analizado más de 1500 accidentes y se han extraído únicamente aquellos ocurridos con motivo de una ignición espontánea surgidos en almacenamiento, transporte o manipulación, dado que se ha considerado que el riesgo de autoignición puede estar potenciado por munición clasificada para desmilitarizar respecto a una munición normal en servicio, debido a la posible degradación físico-química. Se han estudiado las causas, lugar, tipo de almacenamiento, tipo de transporte, tipo de munición, y efectos producidos.

Con los datos obtenidos se han aplicado los métodos de evaluación a las condiciones particulares de los Polvorines en la Armada (almacenamiento, exposición, valor y seguridad) y se ha elaborado una lista con los distintos agrupamientos de munición pendiente de desmilitarizar priorizados por nivel de riesgo.

El trabajo se ha ampliado con el análisis de los riesgos de transporte y manipulación de la munición pendiente de desmilitarizar lo que ha permitido incluir un capítulo para su tratamiento, donde además se indican diversas medidas para su optimización y mitigación.

Tecnologías Emergentes

Procesamiento en paralelo mediante *General Purpose Graphic Processing Units, GPGPU*

Fernando Cases Vega, OT TICS

Palabras clave: procesado paralelo, GPU, GPGPU, microprocesadores

Metas tecnológicas relacionadas: MT 6.1.2 MT 6.2.1. MT 6.4.1

El entorno de Defensa está comenzando a prestar atención al concepto de procesamiento o computación en paralelo mediante el uso de tarjetas gráficas. Esta tecnología utiliza los últimos y potentes procesadores gráficos (GPU *Graphic Processor Unit*) para aquellas tareas en las que se necesite una gran potencia de cálculo. Su potencial de uso va en aumento dentro y fuera del ámbito de Defensa, pudiendo abarcar áreas como el seguimiento de objetivos, la estabilización de imágenes SAR, el análisis de Big Data, el procesamiento de datos de sensores, el desarrollo de ciertos módulos de radios definidas por software (SDR) y la algoritmia de cifrado entre otros. Por último, su ámbito gráfico natural está muy extendido dentro de aplicaciones aéreas y navales donde ocupa un lugar privilegiado en simuladores de plataforma y otras aplicaciones gráficas.

Qué es el GPGPU

La tecnología GPGPU (*General Purpose GPU*) consiste en el aprovechamiento de las altas capacidades de cálculo en paralelo de los procesadores gráficos GPU, para su uso en computación mediante lenguajes de alto nivel.

Las empresas pioneras en esta tecnología son compañías como NVIDIA, AMD (que adquirió ATI), Microsoft y otras líderes del sector de las tecnologías de la información. NVIDIA, líder en procesadores y tarjetas gráficas, fue quien acuñó el término "procesador gráfico" o GPU. Las GPU son microprocesadores



Fig. 1. Comparación entre las arquitecturas de una CPU de 4 núcleos y una GPU. (Fuente: <http://gpgpu.org/sc2007> *SuperComputing Tutorial 2007*, introducción de David Luebke).

programables que conforman los motores de generación de gráficos. Las GPU son usadas principalmente en ordenadores personales y videoconsolas para representar gráficamente objetos 3D mediante cálculos de caras vistas u ocultas, sombreados, la identificación de colisión en figuras,...

mente necesitaban un superordenador (tipo Cray), una red distribuida de ordenadores y/o mucho tiempo de cálculo puedan ser albergadas en un único ordenador personal.

La arquitectura interna de una GPU consiste en un microprocesador con muchas unidades de cálculo (ALU, Unidades Lógico Aritméticas), junto con su módulo de control y caché de memoria. Cada agrupación de ALU, control y caché conforman lo que se conoce como núcleo. De esta manera se dispone de una herramienta de cálculo en paralelo en la que se realizan simultáneamente operaciones matemáticas en cada núcleo. Pero a su vez, y siguiendo una filosofía de modularidad y escalabilidad, un ordenador podría incorporar varias tarjetas para conformar una vasta red de unidades de cálculo.

Esta capacidad hace que algunas aplicaciones que tradicional-

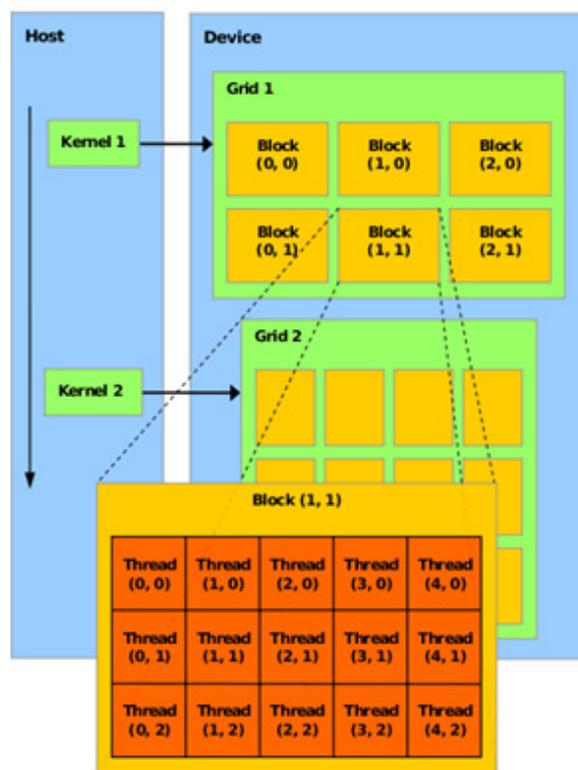


Fig. 2. Diagrama general de la arquitectura de programación CUDA. (Fuente: NVIDIA CUDA *Compute Unified Device Architecture Programming Guide Version 1.1*).

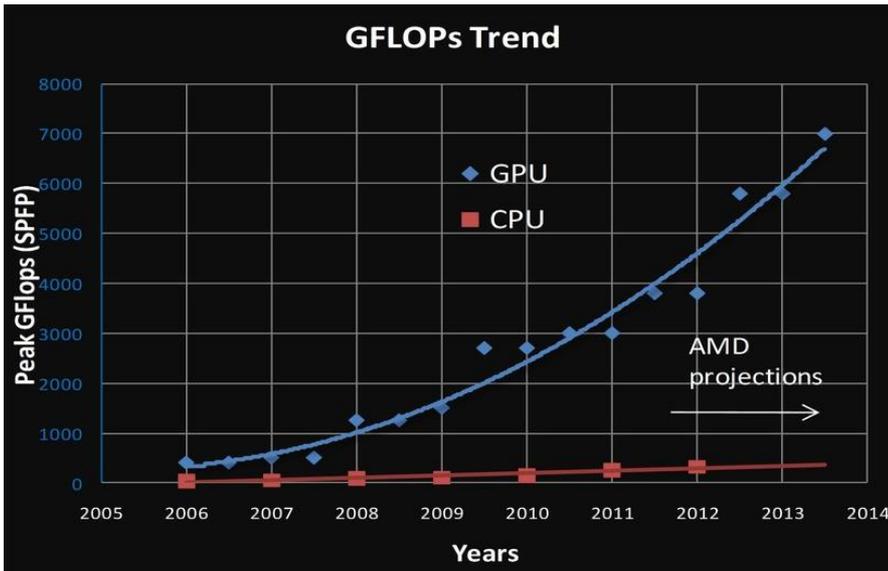


Fig. 3. Comparativa de velocidades de procesamiento entre GPU y una CPU (Fuente: <http://www.monolithic3d.com/2/post/2011/08/amd-keynoter-talks-cpu-gpu-integration-at-the-vlsi-symposium.html>, a su vez de Sam Naffziger de AMD).

Para el acceso y la programación de las GPGPU la empresa NVIDIA desarrolló una infraestructura software a la que denominaron CUDA (*Compute Unified Device Architecture*) para su serie de tarjetas gráficas. Esta infraestructura era accesible mediante el lenguaje de programación C, aunque rápidamente fue ampliado a los lenguajes más habituales del mercado (C++, Java, lenguajes .NET,...). De esta forma un programador disponía de un equipo con una gran capacidad de cálculo y unas herramientas sencillas para desarrollar aplicaciones altamente "paralelizables".

Posteriormente la competencia comenzó a desarrollar infraestructuras similares. De este modo AMD con FireStream y Microsoft con DirectCompute se sumaron a la moda del GPGPU. En un esfuerzo de unificación, las empresas más importantes del sector crearon la arquitectura OpenCL (*Open Computing Language*) en torno al Khronos Group, una organización sin ánimo de lucro. Dicho estándar se realizó con la licencia de Apple que inicialmente comenzó su desarrollo. A este grupo, además de las empresas ya citadas se incorporaron IBM e Intel, entre otras.

OpenCL se diseñó con el objetivo de crear una plataforma sencilla de programación de algoritmos "paralelizables" e independientes del

tipo de dispositivo. De este modo y saliéndose del ámbito de las GPGPU, se pueden encontrar fabricantes de tecnología FPGA (*Field Programming Gate Array*) que disponen de módulos de programación tipo OpenCL.

El funcionamiento general de estas infraestructuras consiste en escribir unas rutinas de procesamiento en un lenguaje de alto nivel, compilarlas (traducirlas a bits) y cargarlas en la GPU. Posteriormente se desarrolla la aplicación principal que se ejecuta en la CPU, la cual envía datos a la GPU y le ordena su procesamiento. El

resultado se devuelve a la aplicación principal en pocos ticks de reloj. Durante la espera, la CPU queda liberada para realizar otras tareas.

Beneficios de uso

1. Velocidad de procesamiento

La aplicación natural de las tecnologías GPGPU es el procesamiento rápido de grandes cantidades de datos. Este procesamiento puede realizarse mediante dos técnicas: el procesamiento en paralelo, donde todos los núcleos realizan el mismo procesamiento pero con diferente conjunto de datos; o el *stream processing* (o *pipeline processing*) donde un mismo conjunto de datos es transformado por cada núcleo (especializado en una tarea, como en una cadena de montaje). De este modo se logran grandes velocidades teóricas de procesamiento (figura 3), aunque la eficiencia real en tiempo de un algoritmo será muy dependiente de cómo se haya programado ese algoritmo. De ahí la importancia de la facilidad de programación de las GPGPU.

2. Facilidad de programación

La capacidad de programación en lenguajes de alto nivel facilita la implementación y acorta el ciclo de desarrollo de aplicaciones. Diversos grupos de desarrollo han realizado algoritmos de alto coste computacional mediante estas técnicas, y la mayoría están siendo utilizadas en muchas aplicaciones:

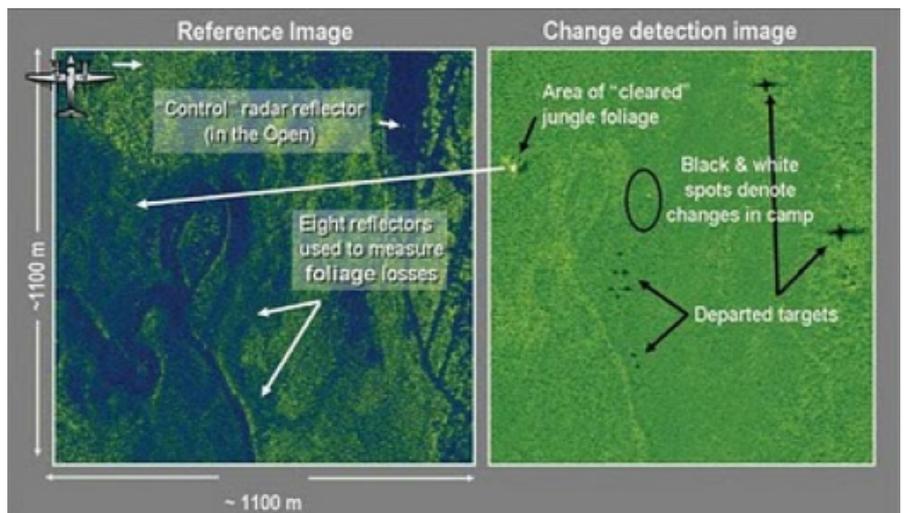


Fig. 4. Imágenes generadas por el sistema FOPEN (Fuente: <http://defense-studies.blogspot.com.es/2010/03/darpa-eyes-foliage-penetrating-radar.html>).

- CU-BLAS: para álgebra lineal,
- CU-FFT para el cálculo de transformadas de Fourier
- CU-Rand para la generación de números aleatorios, para su uso en algoritmos de cifrado,
- CUDA AI para ciertas capacidades de inteligencia artificial (optimización de caminos, estrategia en juegos, etc.).
- Otras librerías: compresión de datos, cifrado y descifrado, *image computing*, estadísticas, *codecs* de vídeo y voz, redes neuronales, convoluciones, etc.

3. Consumo y Tamaño

El consumo y la diferencia de tamaños entre sistemas basados en GPU y otras arquitecturas están haciendo que varios sistemas militares estén basados en las tarjetas GPU. Sirva de ejemplo de aplicación el sistema FOPEN Foliage Penetrating SAR¹. El sistema contiene 72 procesadores normales tipo PowerPC que ocupan unos 30 litros, con una capacidad de procesamiento de 600 GFlops, un peso aproximado de 50Kg y un consumo pico de 2KW. Mientras que un sistema similar basado en GPGPU se podría construir con 3 tarjetas con una capacidad de casi 800 GFlops en un espacio de 11 litros. El peso y la potencia consumida se reducen en igual proporción.

La industria de Defensa se ha beneficiado de esta reducción de espacio con tecnologías como el OpenVPX (bus de datos de interconexión de tarjetas en rack), sustituto del bus VME tan usado en el pasado. En el mercado se puede encontrar tarjetas embebidas (*rack mounted*) que contienen una arquitectura PC con su CPU y una tarjeta GPU.

Usos en Defensa

Dentro de Defensa se pueden mencionar los siguientes campos en los que se puede aplicar la capacidad de procesamiento paralelo de las GPU

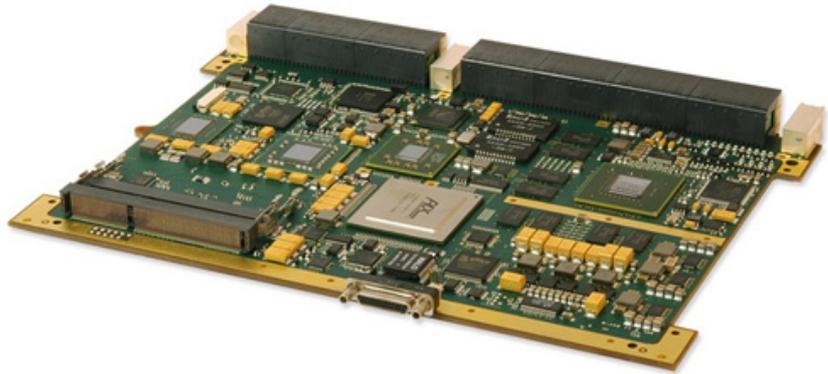


Fig. 5. Ejemplo ordenador en rack (embebido) con bus OpenVPX que combina una CPU Intel Core2 Duo y una GPU compatible CUDA de 96 núcleos, de la marca General Electric. (Fuente: <http://mil-embedded.com/articles/if-power-the-problem-gpgpu-the-solution/>).

mediante OpenCL (o lenguajes similares):

- Sistema de conciencia situacional² de 360°: Fusión de cámaras del espectro visible y el infrarrojo en tiempo real, creando una panorámica de 360°.
- Seguimiento de objetivos.
- Fusión de sensores, de datos y de información.
- Algoritmos de cifrado: firmas electrónicas (*hash*), algoritmos de cifrado en sistemas de fuerza bruta, cifradores software y criptoanálisis en general.
- Ayuda a la creación de imágenes de radares SAR.
- Módulos específicos de radios definidas por software³ (SDR).
- Sistemas embarcados en UAV que necesiten gran capacidad de cálculo.
- Sistemas de Inteligencia de Señales (SIGINT).

Conclusión y futuro

Los beneficios aportados por las GPGPU en velocidad, espacio, consumo y facilidad de programación hacen que las empresas de Defensa puedan desarrollar productos que incluyan funciones “paralelizables” de un modo sencillo y con un factor de forma adecuado. Esta tecnología reduce el ciclo de vida de desarrollo, permitiendo que las GPGPU puedan ser una alternativa relativamente barata y aplicable en diversos sistemas militares.

El futuro de esta tecnología radica en la integración en un único chip de procesadores de diferentes tecnologías. La empresa AMD junto con Intel ya fabrican un dispositivo consistente en una CPU junto con una GPU en un mismo chip. La respuesta de NVIDIA no se hizo esperar y firmó una alianza con el fabricante de micros ARM para crear un dispositivo similar. El procesamiento paralelo masivo irá aumentando de capacidad con la fusión de ambas tecnologías, con lo que el desarrollo de sistemas en Defensa que puedan hacer uso de ellas, también irá aumentando.

¹ Fuente: <http://www.cotsjournalonline.com/articles/view/101657> GPGPUs Open New Doors for Mil/Aero Applications

² General Electric Intelligent Platform: <http://defense.ge-ip.com/products/ips5100-360-situational-awareness-system/p3612>

³ A Real-Time Capable Software-Defined Receiver Using GPU for Adaptive Anti-Jam GPS Sensors http://waas.stanford.edu/~www/papers/gps/PDF/Seo_Sensors_Sep2011.pdf

Los aerogeles

Luis Miguel Requejo Morcillo, OT MAT

Palabras clave: aerogel, material, ligero, aislante

Metas tecnológicas relacionadas: MT 3.2.3, MT 4.3.2

Un aerogel es una sustancia compuesta por dos fases, una sólida y una gaseosa. Se suele decir que este tipo de material es lo más semejante a un coloide (pequeñas partículas en suspensión dentro de un líquido), con la diferencia de que mientras que en un coloide "normal" se tiene una fase líquida y otra sólida, en el aerogel, el componente líquido se ha reemplazado por un gas. Por este motivo, y debido a que es una sustancia sólida a la vista, se le suele conocer como "humo congelado".

El término aerogel no se refiere a una sustancia en particular, sino más bien a la geometría que una sustancia puede tener, del mismo modo que una escultura puede ser de arcilla, mármol, bronce, etc. Los aerogeles se pueden hacer de una amplia variedad de sustancias, incluyendo:

- Sílice.
- Óxidos metálicos.
- Ciertos polímeros orgánicos (tales como formaldehídos, poliácridatos, poliestirenos, poliuretanos, y epoxis) y biológicos (tales como gelatina y la pectina).
- Nanoestructuras de semiconductores.
- Carbono.
- Composites de aerogel, por ejemplo aerogeles reforzados con recubrimientos de polímeros o aerogeles con nanopartículas magnéticas.

La microestructura del aerogel está compuesta por una red de nanoestructuras interconectadas, pareciéndose a una piedra pómez de cristal volcánico, o a una esponja seca muy fina, pero siendo mucho más liviano que éstos. Los poros (de un tamaño en el intervalo de 1 a 100 nanómetros de diámetro y usualmente menor de 20 nm) están abiertos, es decir, el gas no queda atrapado dentro de la estructura. Al tacto, tiene una consistencia similar a la espuma plástica.

Propiedades

Los aerogeles tienen ciertas propiedades que los hacen únicos.

Lo que más destaca es su bajo peso. Se trata de materiales sólidos que debido a su gran porosidad (normalmente son aire u otro gas en un 95-99% en volumen) presentan unas densidades muy bajas que generalmente van desde 0,0011 hasta aproximadamente 0,5 g cm⁻³, o lo que es lo mismo, alrededor de 15 veces más pesado que el aire.

Para ilustrar estas cifras, decir que con esas densidades, 40 piezas del tamaño de un ladrillo de aerogel pesarían sólo 1kg. Estos materiales tienen una resistencia mecánica muy elevada, ya que pueden soportar varias miles de veces su propio peso. Aunque este dato es muy interesante, es preciso matizar la afirmación anterior.

En general, los aerogeles son bastante frágiles. Los inorgánicos se desmenuzan fácilmente y se rompen al aplicar presión y cuando se doblan o, en el caso de los aerogeles de muy baja densidad, cuando se golpean. Los aerogeles por lo general pueden soportar una carga de hasta 2.000 veces su peso y a veces mayor. Pero como son tan ligeros, no se necesita mucha fuerza para alcanzar una concentración equivalente a la presión de 2.000 veces el peso del material en un punto dado. La cantidad de presión necesaria para aplastar a la mayoría de los aerogeles con los dedos es aproximadamente la que

se necesitaría para aplastar un pedazo de cereal como los que se suelen tomar en el desayuno.

Los aerogeles orgánicos poliméricos son menos frágiles que los inorgánicos y tienen una consistencia que se parece más a la de la típica espuma de color verde que se emplea en las macetas, la cual se puede aplastar y deformar irreversiblemente.

También existen varios ejemplos de aerogeles notablemente resistentes capaces de soportar cargas de decenas de miles de veces su peso. Tales materiales son una clase de polímeros reticulados con aerogeles inorgánicos llamados X-aerogeles. Estos se pueden hacer flexibles como el caucho, además de ser mecánicamente robustos. Existe un tipo de x-aerogel hecho de óxido de vanadio que es muy resistente a la compresión, rivalizando con la de materiales tales como los compuestos de fibra de carbono.

Una de las características más importantes de los aerogeles es su capacidad como aislante térmico, siendo más aislantes que la mejor fibra de vidrio térmica que existe actualmente. El motivo de esta capacidad está fundamentada en que los aerogeles, como se ha mencionado anteriormente, están compuestos básicamente por gases, y éstos son conocidos por poseer una baja conductividad de calor. Gracias a su elevado porcentaje de aire, estos materiales anulan prácticamente la transmisión

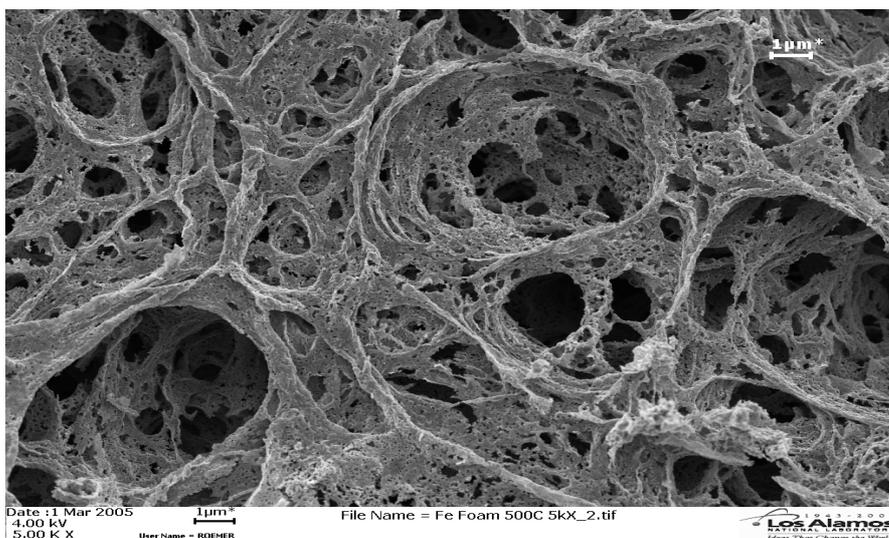


Fig. 1. Imagen obtenida por microscopía electrónica de la estructura de un aerogel metálico. (Fuente: Dr. Bryce Tappan, Los Alamos National Laboratory).

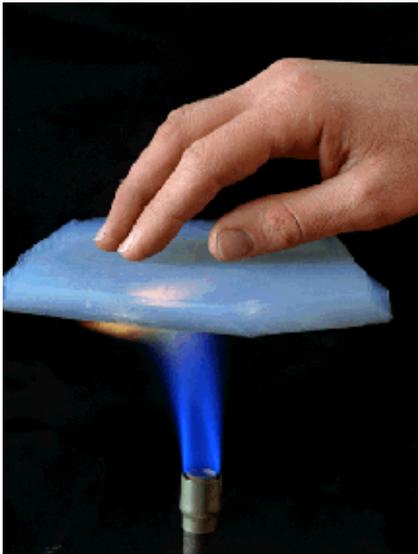


Fig. 2. El aerogel impide que la mano sea quemada por la llama (Fuente: eetd.ibl.gov).

de calor por conducción (vía sólidos), convección (vía fluidos) y radiación (por luz, por ejemplo).

Un hecho muy interesante de estos materiales es que el proceso de producción¹ es adaptable, de modo que muchas de las propiedades de un aerogel se pueden ajustar. Propiedades como la transparencia, el color, la resistencia mecánica y la susceptibilidad al agua dependerán principalmente de la composición del aerogel. Otras como la densidad y la conductividad térmica dependen además del gel precursor usado para hacer el aerogel. Así, por ejemplo, los aerogeles inorgánicos son excelentes aislantes térmicos y eléctricos, mientras que la mayoría de los aerogeles de carbono son buenos aislantes térmicos y conductores eléctricos.

Aplicaciones

Desde el punto de vista civil y militar, estos materiales tienen una serie de aplicaciones muy interesantes, como las que se citan a continuación, en las que destaca su empleo por su gran capacidad aislante.

Actualmente existen aerogeles en el mercado que se emplean como aislantes térmicos para edificios, tuberías, tanques calentadores de agua y otros dispositivos. Estos aislantes son más delgados y eficaces que el resto de aislantes empleados en la actualidad. En este mismo sentido, se podrían emplear en la fabricación



Fig. 3. Aerogel flexible desarrollado en la NASA. (Fuente: www.rdmag.com).

de frigoríficos y congeladores con paredes más delgadas, permitiendo aumentar la capacidad de almacenamiento.

Otra aplicación que se está barajando es el empleo de los aerogeles flexibles en la fabricación de ropa para proteger de las condiciones de frío extremo y de las inclemencias del tiempo. Se trataría del desarrollo de un nuevo género de ropa súper aislante, con menos volumen que las tradicionales prendas térmicas. Tiendas de campaña y sacos de dormir tendrían las mismas ventajas. Sin embargo, parece poco probable que estos aerogeles flexibles fueran adecuados para las prendas de vestir utilizadas en la extinción de incendios, ya que requieren de protección más allá de los 350°C, que es la temperatura límite de empleo de los actuales.

La NASA ha trabajado bastante en el desarrollo de este tipo de materiales y está investigando el uso de aerogeles para fabricar un escudo térmico como sistema de reentrada de las naves espaciales que regresan a la Tierra desde la Estación Espacial Internacional (ISS), y tal vez en otras misiones².

Ya se están comenzando a realizar experimentos muy interesantes aprovechando su poco peso para la construcción de estructuras y plataformas aéreas. Su alta capacidad como aislante térmico podría permitir que las estructuras aéreas pudieran flotar sobre la superficie terrestre, al causar diferencias de temperatura considerables entre el interior y el exterior de las mismas (el aerogel translúcido no permite la fuga de calor pero sí la entrada de radiación solar, tal como lo hace un cristal). Por ello, globos o dirigibles que se

construyesen con aerogel translúcido podrían ser elevados a miles de metros de altura y gracias a esta diferencia de temperaturas (unos 80°C a 8.000 metros) flotarían indefinidamente mientras les diese el sol.

Actualmente no se cree que pueda ser utilizado en blindajes, pero ya se está estudiando su uso como parachoques de automóviles, ya que amortigua la intensidad de los golpes en un 89%.

Conclusiones

Este tipo de materiales son de interés para defensa, ya que presentan características muy útiles, por ejemplo para la fabricación de plataformas ligeras o en textiles. Estas prestaciones aparecen recogidas en la Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa (ETID) en las Metas Tecnológicas 3.2.3 "Reducir el peso de las plataformas mediante el uso de materiales más ligeros sin pérdida de prestaciones" y 4.3.1 "Aumentar la efectividad del personal desplegado en operaciones en entornos asimétricos a través de aspectos relacionados con la ergonomía y los factores humanos".

Además, tienen la gran ventaja de que mediante el ajuste de parámetros de procesado y de nuevas composiciones, se pueden hacer materiales muy versátiles en cuanto al ajuste de propiedades y capacidades.

¹ El aerogel se crea mezclando compuestos químicos que reaccionan para formar un gel húmedo, similar a un postre de gelatina. El gel se seca posteriormente en un autoclave, a unas determinadas condiciones de presión y calor.

² Las naves necesitan un escudo térmico para evitar que se quemen debido al calentamiento por fricción de la atmósfera terrestre.

Evaluación de detectores químicos portátiles

Javier Marcelino Arias Abuín y Esther Gómez Caballero, Área NBQ y Materiales, ITM; Blanca Crespo Martínez y Julia Hontoria Suárez, INSA

Palabras clave: NBQ, Evaluación detectores químicos, CWAs, ITM, TICs

Metas tecnológicas relacionadas: MT 4.2.1

El buen funcionamiento de los detectores químicos portátiles es de vital importancia para las Fuerzas Armadas (FAS) y las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado. Se pueden presentar distintos tipos de amenazas, ya sea mediante la utilización de agresivos de guerra química (CWAs) o de compuestos tóxicos industriales (TICs).

El riesgo principal de exposición a CWAs y TICs es la inhalación de vapores y gases, además de su penetración por vía dérmica. Por tanto, es muy importante disponer de detectores fiables que respondan, en tiempo real (< 5 s), a concentraciones por debajo de los límites de toxicidad de los agentes químicos, a fin de tomar las medidas de protección adecuadas e indicar las zonas donde se debe realizar la toma de muestra. Los límites de toxicidad para la mayoría de los CWAs, son del orden de partes por millón (ppm). Los dispositivos de evaluación de dichos detectores deberán tener límites de detección muy bajos.



Fig. 2. Equipo GACED. (Fuente: elaboración propia).

Otras características importantes que deben cumplir los detectores de agentes químicos son tener un bajo nivel de falsos positivos, un corto tiempo de recuperación o vuelta a cero tras la detección y la no alteración de la respuesta del detector debido a la presencia de altas concentraciones de interferentes, como por ejemplo, vapores de hidrocarburos.

Las FAS y los cuerpos de seguridad del Estado (Policía, Guardia Civil, Regimiento NBQ, UME, etc) disponen de detectores químicos portátiles (modelo CAM, AP4C, Chempro, LCD, etc.). Es de gran importancia realizar una comprobación y evaluación

periódica de la respuesta de los detectores químicos portátiles frente a una atmósfera contaminada a fin de asegurar su fiabilidad ante una amenaza real. Esta evaluación se debería realizar tanto a detectores nuevos (para asegurar que cumplen las especificaciones de los fabricantes) como a detectores con varios años en funcionamiento. La evaluación del detector comprenderá, como mínimo, la determinación de 4 parámetros, su respuesta frente a la concentración del contaminante, el límite de detección, el tiempo de respuesta y el tiempo de recuperación.



Fig. 1. Detectores químicos portátiles comerciales



Fig.3. Sistema inyección automático. (Fuente: elaboración propia).

La Unidad Química del Instituto Tecnológico "La Marañosa" (ITM) dispone de la capacidad técnica para evaluar dispositivos de detección química frente a simulantes de agresivos químicos (CWAs) y ciertos compuestos tóxicos industriales (TICs). Esta evaluación se realiza en la cámara de generación de atmósferas



Fig. 4. Cámara de mezcla. (Fuente: elaboración propia).



Fig. 5. Cámara climática. (Fuente: elaboración propia).



Fig. 6. Cromatógrafo de gases. (Fuente: elaboración propia).

contaminadas, obtenida a través del proyecto de I+D GACED (Figura 2).

Una vez introducido el detector en la cámara climática se inicia el proceso de evaluación, que consta de tres etapas: generación de la atmósfera contaminada, exposición del equipo a dicha atmósfera y análisis cuantitativo del contaminante presente en dicha atmósfera.

ETAPA 1. En esta etapa, se vaporiza el agente contaminante líquido para generar la atmósfera contaminada (figura 3).

Posteriormente, el agresivo químico, en forma de vapor, es arrastrado y diluido por medio de una corriente de aire produciéndose la homogeneización de los componentes de la atmósfera generada, en una cámara de mezcla a temperatura y humedad adecuadas (Figura 4).

ETAPA 2. A continuación, el detector a evaluar se expone a esta atmósfera contaminada en una cámara climática, (figura 5) con temperatura y humedad relativa controladas. De esta manera se evalúa la respuesta del detector en función de la concentración del contaminante, así como el tiempo de respuesta y de recuperación.

ETAPA 3. La concentración exacta de la atmósfera contaminada a la que el detector ha sido expuesta se verifica mediante muestreadores de adsorción (tubos Tenax) y posterior desorción térmica para su análisis cuan-

titativo por cromatografía de gases (GC) (Figura 6)

La realización de los ensayos de evaluación de detectores portátiles requiere un control muy preciso de parámetros como la temperatura, humedad relativa, presiones, caudales, estabilidad de la atmósfera generada, adsorción del agente químico en las conducciones, etc.

En función del detector a evaluar, se utilizan distintos compuestos químicos para generar las atmósferas contaminadas. Si bien, se intenta utilizar el mismo compuesto químico recomendado por el fabricante, a fin de poder comparar los datos de respuesta frente a la concentración y poder evaluar en cada caso la pérdida de sensibilidad del dispositivo en función del tiempo.

A modo de ejemplo, se representa en la siguiente gráfica, la evaluación de la respuesta de tres detectores frente a la concentración de un simulante de agresivo químico.

La Unidad de Defensa Química, espera, a corto plazo, poder ampliar la capacidad de evaluación de detectores químicos portátiles. Esta capacidad técnica de evaluación del ITM se encuentra a disposición de la industria, así como de los Servicios de Emergencias y Cuerpos y Fuerzas de Seguridad del Estado.

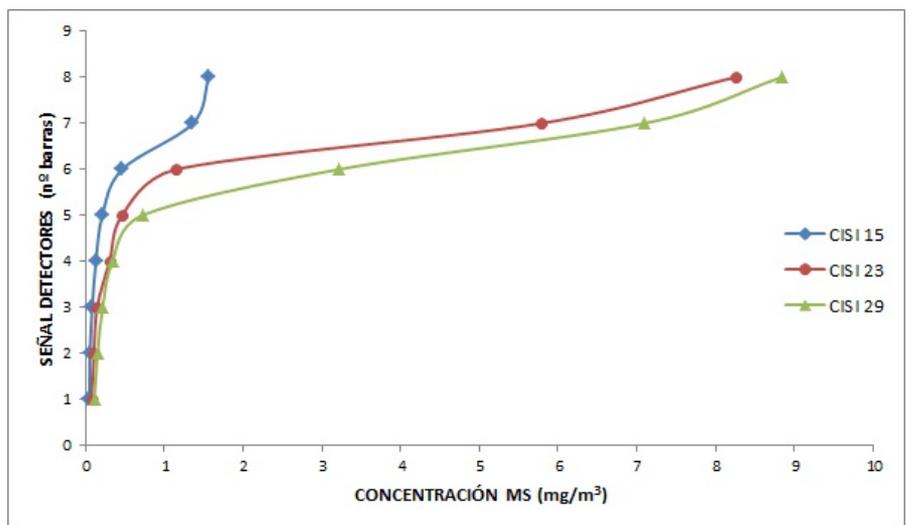


Fig. 7. Respuesta de detectores frente a simulantes de agresivo químico. (Fuente: elaboración propia).

Boletín de Observación Tecnológica en Defensa

Disponible en <http://www.defensa.gob.es/areasTematicas/investigacionDesarrollo/>



 **SOPT**
SISTEMA DE OBSERVACIÓN Y
PROSPECTIVA TECNOLÓGICA

