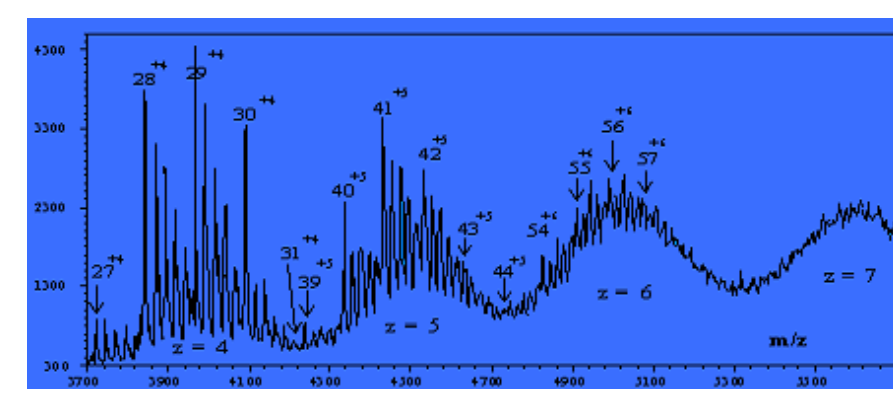


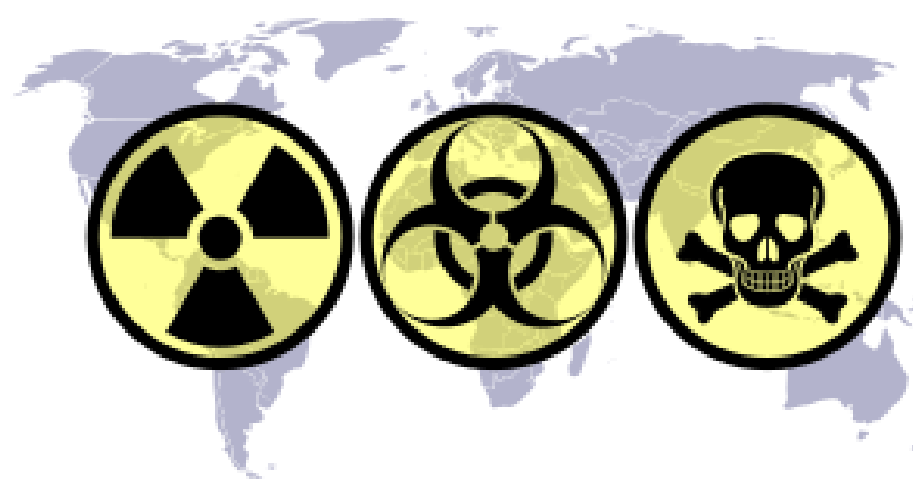
Detección de sustancias NBQRE en contenedores marítimos (Proyecto COSMIC – H2020)

G. Fernández de la Mora,^{1,*} D. Zamora,¹ J. Fernández de la Mora²

¹SEADM S. L., Boecillo, Spain; ²Yale University, Mech. Eng. Dept., New Haven, CT 06520-8286, USA



SEADM



Enfoque.

Los posibles atentados a través de medios NBQRE perpetrados por terroristas son una de las mayores preocupaciones de las fuerzas de seguridad tanto en Europa como en el resto del mundo.

Dado que hoy en día existe un vacío de seguridad importante en la cadena de inspección de contenedores y vehículos para este tipo de amenazas, ello podría ser aprovechado por terroristas, tanto para introducir material NBQRE en el interior de las fronteras de los países amenazados, como para provocar actos terroristas desde los propios contenedores y vehículos con fatales consecuencias.

Tanto los actos terroristas del pasado que son recopilados por Wm Robert Johnston en "Summary of historical attacks using chemical or biological weapons", donde se detallan 23 ataques con armas químicas y biológicas desde 1994 [1] como las numerosas encuestas [2] donde se refleja la gran preocupación por parte de la ciudadanía respecto a posibles amenazas en los centros de las ciudades o en grandes centros públicos, han promovido en la Unión Europea la necesidad de lanzar programas de investigación sobre nuevas técnicas de detección de compuestos NBQRE, y el más relevante es el área de Seguridad 05-DRS-2016-2017-b denominado "Chemical, biological, radiological and nuclear (CBRN) cluster" comprendido en el programa de investigación H2020.

SEADM (Sociedad Europea de Análisis Diferencial de Movilidad SL), participa en el consorcio de empresas creado para el proyecto "CBRNE Detection in Containers (COSMIC)" que ha ganado recientemente un proyecto dentro de la línea de investigación H2020 citada. Dicho consorcio está liderado por la empresa israelí Lingacom, y por parte española, además de SEADM, están presentes el CSIC, ATOS Spain y la Guardia Civil. España es la nación con mayor participación en el proyecto, con el 39% del presupuesto total. El proyecto tiene una duración de 30 meses y comenzará en octubre de 2018.

El objetivo del proyecto es crear una cadena de inspección rápida de vehículos y contenedores para la detección de sustancias NBQRE ocultos entre la mercancía. Esta cadena de inspección se divide en **3 etapas (primaria, secundaria e inspección manual)**, y SEADM tiene un papel fundamental en el desarrollo de tecnología de detección dentro de los tres subsistemas.



La empresa.

SEADM es una PYME tecnológica española fundada en 2005 con el objetivo de ser un centro de excelencia en el desarrollo de instrumentación analítica para la detección y caracterización de trazas en la atmósfera. Los desarrollos están basados en los principios desarrollados por el catedrático de la Universidad de Yale (EEUU) y cofundador de la empresa, Juan Fernández de la Mora.

SEADM tiene una amplia experiencia en proyectos europeos y nacionales de investigación con resultados punteros a nivel internacional en diferentes campos, como son la detección de explosivos mediante trazas de vapor en concentraciones de 0,01 ppq dentro de contenedores marítimos [3], caracterización de nanopartículas en las emisiones de motores de automóviles dentro del proyecto SUREAL-23 [4] o la detección de contaminantes atmosféricos.

La empresa SEDET, adjudicataria del proyecto DIEDE dentro del programa COINCIDENTE en 2015, es una empresa del grupo SEADM.

Toda la tecnología desarrollada por SEADM está protegida mediante patentes internacionales registradas en EE.UU.

[1] <http://www.johnstonsarchive.net/terrorism/chembioattacks.html>

[2] https://ec.europa.eu/home-affairs/sites/homeaffairs/files/e-library/documents/policies/security/pdf/cbrn_case_study_cs_en.pdf

[3] Reaching a Vapor Sensitivity of 0.01 Parts Per Quadrillion in the Screening of Large Volume Freight. D. Zamora, M. Amo, M. Lanza, G. F. de la Mora[†], and J. F. de la Mora. Anal. Chem., 2018, 90 (4), pp 2468–2474 / DOI: 10.1021/acs.analchem.7b00795 / Publication Date (Web): November 9, 2017

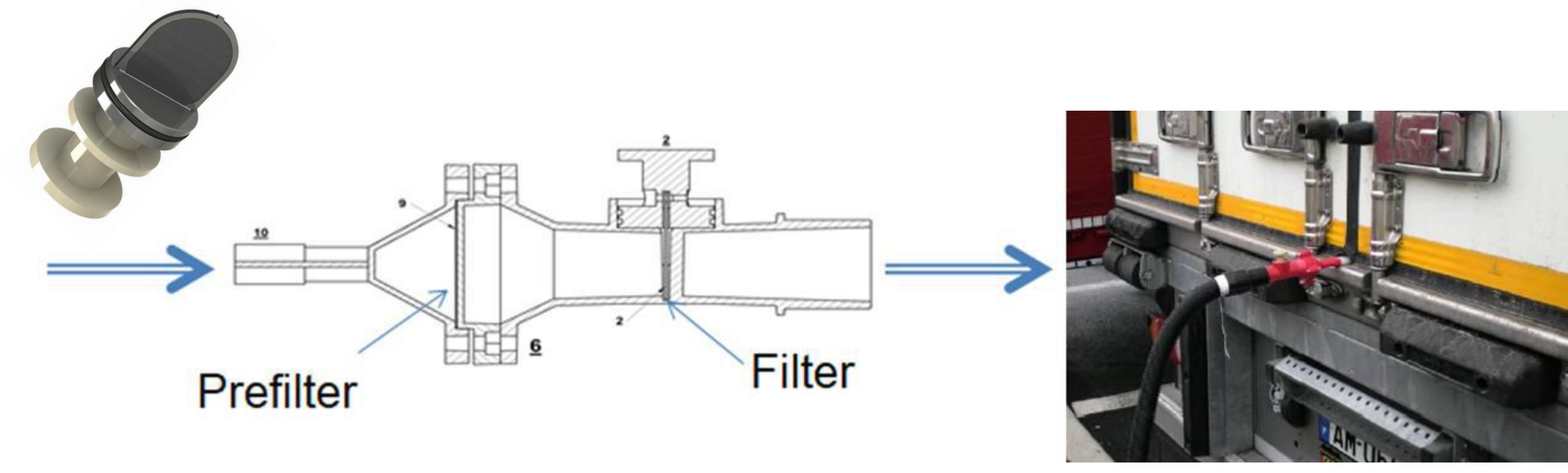
[4] <http://surreal-23.cperi.certh.gr/>

Toma de muestras.

Tanto para las tecnologías de detección primaria como secundaria del proyecto COSMIC, el sistema de toma de muestra es común, y se basa en un método de absorción de vapores mediante un **absorbente químico (TENAX)** a través de un portafiltras que permite tomar muestras representativas del aire dentro del contenedor.

El aire del interior del contenedor pasa por la superficie del filtro donde los vapores quedan atrapados y almacenados hasta su posterior análisis. Este sistema está desarrollado íntegramente por SEADM, habiendo sido probado en el análisis de explosivos en miles de contenedores, y será el método de toma de muestras para todas las tecnologías del proyecto.

Para el sistema de inspección manual para el análisis de virus, se desarrollarán técnicas específicas durante el proyecto.



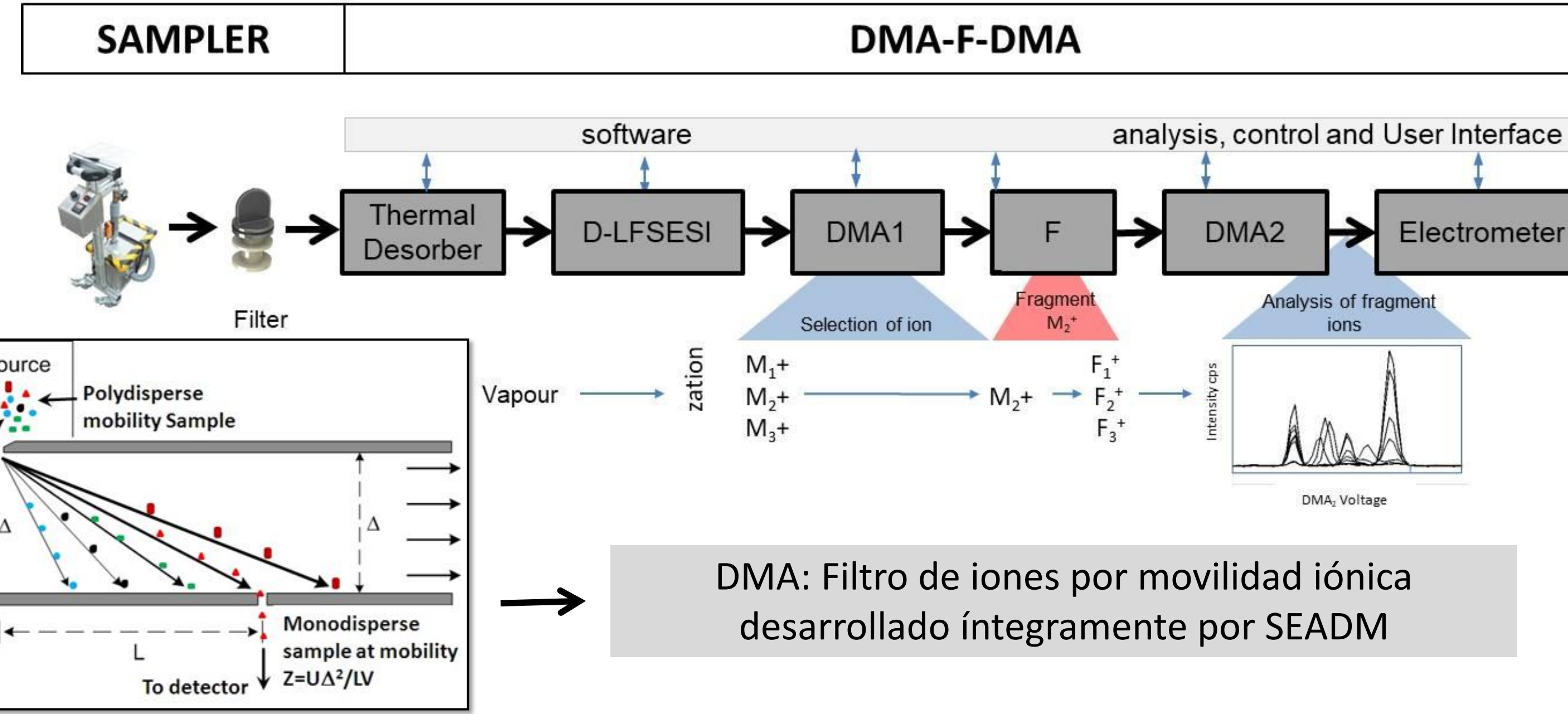
Detección Primaria.

La detección primaria se basa en un conjunto de sensores NBQRE de rápida respuesta sin necesidad de apertura del contenedor. SEADM desarrollará un novedoso sistema de **detección de explosivos** basado en un **doble filtrado en movilidad eléctrica y un fragmentador térmico (DMA-F-DMA)** intercalado entre ambos filtros, basado en tecnología propia.

Además de las tecnologías desarrolladas por SEADM, se desarrollarán un detector de sustancias biológicas y agentes químicos y un sistema de detección de material radioactivo por otros socios del proyecto, todos con la característica común de ser sistemas de inspección rápidos y no intrusivos.

El detector DMA-F-DMA está en un nivel de desarrollo **TRL4**, siendo el objetivo del proyecto alcanzar un **TRL7**, lo que implica un equipo probado en un entorno operativo. Para ello se realizarán pruebas en colaboración con la Guardia Civil en el Puerto de Valencia y en otros centros fronterizos de ensayos fuera de España.

Principio de Operación: Una vez que la muestra está recogida en el filtro adsorbente, es introducida en un desorber de temperatura progresiva, donde los vapores son liberados en función de su volatilidad. Estos vapores son ionizados mediante el sistema D-LFSESI (Desolvating- LowFlow Secondary ElectroSpray Ionization) desarrollado íntegramente por SEADM. Los iones son filtrados por el primer filtro (DMA1) en función de su movilidad eléctrica y únicamente los iones con la movilidad seleccionada llegan al fragmentador térmico (F), donde aplicando temperaturas controladas de hasta 850°C se logra "romper" el ión generando varios fragmentos característicos, los cuales entran en el DMA2 donde son nuevamente clasificados en movilidad (diferente a la del ión padre), logrando una elevada selectividad que permitirá discernir la molécula del explosivo de cualquier otro interferente existente en la atmósfera, con una sensibilidad del orden de 1 picogramo.



Detección Secundaria.

Esta inspección se aplicará únicamente a los contenedores clasificados como sospechosos en la inspección primaria. Esta segunda fase se basa también en un conjunto de **detectores rápidos sin necesidad de apertura de contenedores** cuyo objetivo es mejorar la eficiencia del sistema completo de inspección en términos de rendimiento y fiabilidad. Para ello SEADM aplicará su tecnología basada en DMA-MS (MS: Espectrómetro de Masas) de alta sensibilidad y resolución en tres campos:

- 1. Detección de EXPLOSIVOS.** SEADM ha desarrollado un detector de explosivos en fase vapor logrando sensibilidades de 0.01 ppq para explosivos de baja volatilidad como el RDX [3]. SEADM incorporará la tecnología de detección de explosivos, actualmente en TRL7, al conjunto detector de COSMIC, lo que permitirá reducir la tasa de falsa alarma a niveles inferiores al 1% y una probabilidad de detección mayor del 90%.
- 2. Detección de AGENTES QUÍMICOS.** SEADM aplicará la tecnología DMA-MS desarrollada para explosivos para el caso de agentes químicos. Para ello un conjunto de expertos del consorcio seleccionará una lista de agentes químicos potencialmente peligrosos, que serán caracterizados y añadidos a la lista de detección del sistema DMA-MS. SEADM también desarrollará un nuevo filtro de adsorción de agentes químicos para este proyecto basado en el mismo principio que el original de TENAX.
- 3. Detección de BACTERIAS.** De manera similar al caso de agentes químicos, SEADM aplicará la tecnología de detección DMA-MS para la detección de catabolitos de bacterias con el objeto de detectar colonias de bacterias en el interior de contenedores marítimos. Para la identificación y caracterización de estos productos de desecho de bacterias, SEADM desarrollará un sistema de emisión controlada de vapores de diferentes colonias. Esta tarea se llevará a cabo en colaboración con el CSIC.

Principio de Operación: La tecnología de detección DMA-MS comparte los conjuntos de desorción, ionización y primer filtrado iónico (DMA1) con el sistema DMA-F-DMA, pero se sustituye el fragmentador térmico y el segundo DMA por un espectrómetro de masas comercial de tecnología triple cuadrupolo, lo que proporciona un nivel extra de resolución necesario para la detección a niveles de sub-ppq.


Inspección manual.

Si el contenedor necesitara una tercera fase de inspección, la misma se llevaría a cabo de manera manual, en la que el contenedor sospechoso sería abierto por personal acreditado. Como apoyo a esta inspección manual, SEADM desarrollará un sistema de **detección de virus** en muestras biológicas. Los distintos tipos de virus serán filtrados por tamaño mediante un nuevo DMA que SEADM desarrollará dentro del citado proyecto COSMIC, que permitirá el filtrado y la identificación de partículas con un rango de tamaños desde 10 hasta varios cientos de nm, rango de tamaños de la gran mayoría de los virus. Acoplado al nuevo DMA, se instalará un CPC (Condensation Particle Counter) para cuantificar con alta sensibilidad las partículas clasificadas por el DMA. Este CPC está siendo actualmente desarrollado íntegramente por SEADM dentro del marco de investigación de otro proyecto H2020.

Las primeras pruebas para la detección de virus ya han sido realizadas en la Universidad de Yale y el objetivo es terminar el desarrollo del sistema de detección de virus con un TRL6 para poder ser ensayado dentro de los laboratorios acreditados dentro del consorcio.

Fase de Ensayos.

La segunda fase del proyecto se basa en la demostración del conjunto de técnicas de detección en entorno real, para ello es vital la participación de importantes socios en el proyecto como son las Aduanas Holandesas y el Puerto de Rotterdam, la Guardia Civil Española con la colaboración del Puerto de Valencia y Aduanas Españolas (actualmente en fase de negociación), el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y el Puerto Fronterizo de Albania. SEADM participará en los ensayos aplicando su tecnología desde la fase de muestreo y análisis de contenedores hasta la definición del CONOPS (Concept of Operation) del sistema final del proyecto COSMIC.

 **Agradecimiento** a la Unión Europea dentro del programa de investigación del H2020 por la financiación que prestará al proyecto COSMIC.

VI Congreso Nacional de I+D en Defensa y Seguridad, Valladolid, 20, 21 y 22 de Noviembre de 2018