EL DESMINADO CON FINES HUMANITARIOS

TÉCNICAS NUCLEARES PUEDEN AYUDAR EN LA BÚSQUEDA DE MINAS TERRESTRES

POR ULF ROSENGARD, THOMAS DOLAN, DMITRI MIKLUSH, Y MASSOUD SAMIEI

Existen aproximadamente 60 millones de minas terrestres abandonadas, distribuidas en más de 70 países por todo el mundo. Son los vestigios letales de conflictos armados, ya olvidados en muchos casos, que ocurrieron durante el último siglo. Cada año las minas terrestres matan alrededor de 26 000 personas y mutilan a un número mayor, dejando una secuela de víctimas lisiadas que requieren atención médica y rehabilitación durante mucho tiempo.

Las víctimas suelen ser mujeres, niños y campesinos de países en desarrollo. Por ejemplo, en Angola una de cada 334 personas está lisiada por causa de las minas terrestres y en Camboya existen más de 25 000 mutilados por explosiones de minas. Además, el problema de las minas terrestres tiene amplias consecuencias socioeconómicas, ya que socava la paz y la estabilidad en regiones completas por el desplazamiento de personas que provoca, y porque impide el uso de la tierra para fines agrícolas. Las minas terrestres abandonadas afectan directa y diariamente la vida de más de 22 millones de personas.

En diciembre de 1997, en Ottawa, Canadá, 123 países firmaron la "Convención sobre la prohibición del empleo, almacenamiento, producción y transferencia de minas antipersonal y sobre su destrucción". Desde entonces, otros 16 países han firmado la Convención.

La Convención dispone, entre otras cosas, que todo Estado Parte que esté en condiciones de hacerlo deberá prestar asistencia en la remoción de minas y actividades conexas. Reconociendo que algunos países no tienen la capacidad necesaria para ello también se señala que los Estados Partes podrán solicitar a las Naciones Unidas, a otros Estados Partes, a las organizaciones regionales y a otras organizaciones intergubernamentales o no gubernamentales competentes que colaboren con sus autoridades en la elaboración de programas nacionales de desminado.

MÉTODOS DE DETECCIÓN DE MINAS

El desminado militar tiene por objeto limpiar lo más rápido posible el campo minado aplicando métodos de fuerza, y generalmente se acepta un porcentaje de despeje del 80% al 90%.

Por otra parte, el desminado con fines humanitarios, es más difícil y peligroso, ya que exige la eliminación completa de todas las minas y el retorno del campo despejado al uso normal. Actualmente, la mayor parte del desminado con fines humanitarios se realiza utilizando detectores de metales portátiles o perros detectores de minas o ambas cosas. Los detectores de metales encuentran objetos que contienen metales mediante un campo electromagnético de tiempo variable para inducir corrientes de Foucault en el objeto, que a su vez generan un campo magnético detectable. Las minas terrestres antiguas contienen metales (por ejemplo, el percutor), pero las modernas contienen una cantidad muy pequeña de metal o ninguna.

El aumento de la sensibilidad de los detectores para que perciban cantidades de metal más pequeñas también los hace muy sensibles a la chatarra que suele encontrarse en las zonas donde puede haber minas. Además, los detectores de metales, por avanzados que sean, sólo detectan anomalías en el terreno y no indican si existe o no un agente explosivo.

Un problema importante que se presenta en el desminado con fines humanitarios es poder distinguir entre una "falsa mina" y una mina terrestre. La identificación y eliminación de objetos inofensivos es un proceso costoso que requiere mucho tiempo. Los perros tienen el sentido del olfato sumamente desarrollado y se les puede adiestrar para que detecten explosivos en cantidades ínfimas. Ahora bien, esa técnica exige un extenso período de entrenamiento de los perros y capacitación de sus entrenadores, y el limitado lapso de atención del perro dificulta el mantenimiento de operaciones continuas.

También se utilizan rastreadores químicos electrónicos que imitan

El Sr. Rosengard es funcionario de la Sección de Física de la División de Ciencias Físicas y Químicas del OIEA. El Sr. Dolan es Jefe de la Sección. El Sr. Miklush es funcionario de la Sección de Europa del Departamento de Cooperación Técnica del OIEA. El Sr. Samiei es Jefe de la Sección.

los sentidos naturales del perro. Sin embargo, con frecuencia los campos de minas están saturados de vapores de explosivos detonados, y ello limita el uso de técnicas de rastreo para la detección de minas.

NUEVAS TECNOLOGÍAS DEL DESMINADO CON FINES HUMANITARIOS

Están surgiendo varias técnicas de detección de minas que complementan los métodos actuales: el radar de penetración subterránea, la termografía de rayos infrarrojos y los detectores de metales avanzados. La característica común de esas técnicas es que detectan "anomalías" en la tierra, pero no pueden indicar la presencia de un agente explosivo.

Los métodos basados en la radiación penetrante poseen características que se pueden aprovechar para detectar e identificar minas terrestres. Sin embargo, a diferencia de los métodos radiográficos convencionales, no se puede utilizar la transmisión de la radiación porque ello exige acceder a los dos lados opuestos del objeto investigado. En cambio, hay que utilizar la emisión de radiación secundaria o la dispersión de la radiación de interrogación.

ANÁLISIS ELEMENTAL MEDIANTE NEUTRONES

El análisis por irradiación neutrónica es uno de los pocos métodos disponibles para la caracterización elemental de objetos ocultos. Debido a su carga cero, incluso los neutrones de baja energía pueden penetrar capas gruesas de material e interactuar directamente con los núcleos atómicos. Las interacciones de los neutrones con la materia dependen considerablemente de su energía cinética. Tanto la "dispersión" (rebote) de neutrones rápidos por el núcleo como la absorción de neutrones lentos por el núcleo pueden incrementar la energía de este último ("excitación"), lo que provoca la emisión de un rayo gamma. La probabilidad de interacción del neutrón con un núcleo (sección eficaz de captura) es muy alta en determinadas energías de neutrones incidentes, que son únicas para cada elemento.

La mayoría de las técnicas neutrónicas de detección de explosivos en grandes cantidades se basan en la detección de esos rayos gamma característicos que emiten los núcleos excitados. La medición de las energías y las intensidades de los rayos gamma permite determinar la composición elemental del objeto interrogado. Además, se conocen bien los espectros de rayos gamma característicos de la mayoría de los elementos.

Se han desarrollado diferentes técnicas de este tipo.

- El análisis por neutrones térmicos (ANT) se basa en que todos los materiales explosivos contienen una elevada proporción de nitrógeno. La captura de un neutrón térmico por un núcleo de nitrógeno motiva la emisión de un rayo gamma con energía de 10,8 MeV. Como es el rayo gamma de más alta energía emitido por un isótopo natural, éste da una indicación muy clara de la presencia de nitrógeno. En las aplicaciones del ANT con frecuencia se utiliza una fuente de neutrones isotópica, como el californio 252.
- La técnica del análisis pulsado de neutrones rápidos térmicos y rápidos (PFTNA) utiliza un pequeño generador de neutrones D-T electrostático de tubo sellado. En este método, los neutrones son emitidos en salidas bruscas de diez microsegundos. Durante las salidas bruscas se emiten rayos gamma de forma instantánea a partir de las reacciones de dispersión inelástica en el carbono y el oxígeno. Durante los intervalos de aproximadamente 100 microsegundos entre las salidas bruscas, se registran los rayos gamma provenientes de las reacciones de los neutrones térmicos.

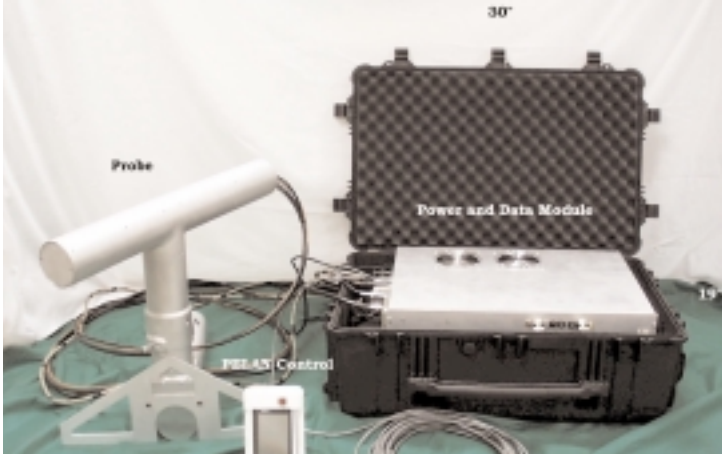
Mediante un avanzado soporte lógico (software) de análisis espectral se pueden determinar proporciones elementales como carbono/nitrógeno, carbono/oxígeno y carbono/hidrógeno. Esto permite identificar en tiempo real el material explosivo comparándolo con los datos de referencia almacenados en la computadora. La detección adicional de neutrones retrodispersados indica la densidad del hidrógeno en el suelo, dato que puede utilizarse para incrementar aún más la probabilidad de detección de minas.

Con el uso de un generador de neutrones electrostático, esta técnica minimiza el riesgo de liberación accidental de material radiactivo al ambiente. En el mercado pueden obtenerse pequeños generadores de neutrones electrostáticos portátiles fabricados por varias compañías.

El método basado en neutrones para la caracterización elemental de un objeto enterrado, permite realizar el desminado con mucha más rapidez y con mayor eficiencia, ya que la mayoría de las alarmas, por ejemplo las de los detectores de metales, son provocadas por fragmentos de chatarra inofensivos que abundan en los antiguos campos de batalla.

ACTIVIDADES DEL OIEA

Muchas organizaciones nacionales, internacionales y no gubernamentales están asignando decenas de millones de dólares para eliminar minas terrestres y



Fotos: En Bosnia y Herzegovina, otro país que sufre los efectos de las minas terrestres, se ha descubierto una mina PMN en una escarpada ladera rocosa. *(Cortesía: Prof. James Trevelyan, Universidad de Australia Occidental, Australia.)* *En Afganistán, país profundamente afectado por la guerra y las minas, un desminador revisa el terreno con una sonda para metales cada tres centímetros.* *(Cortesía: Prof. James Trevelyan, Universidad de Australia Occidental.)* *Se está considerando la posibilidad de utilizar el sistema PELAN compacto, creado en los Estados Unidos, en un programa de pruebas de campo que recibe apoyo del OIEA.* *(Cortesía: Prof. George Vourvopoulos, Universidad de Kentucky Occidental, EE.UU.)*

ayudar a las víctimas de las minas. Atendiendo a las recomendaciones de un grupo asesor internacional, el Departamento de Ciencias y Aplicaciones Nucleares del Organismo ha iniciado un proyecto coordinado de investigación (PCI) sobre la "Aplicación de las técnicas nucleares en la identificación de minas terrestres antipersonal". En el PCI participan doce grupos de investigación procedentes de Estados Miembros desarrollados y en desarrollo.

El PCI ha demostrado que los métodos basados en la interrogación neutrónica son capaces de identificar el contenido de explosivo de una mina enterrada. Se están desarrollando varios dispositivos basados en las técnicas ANT y PFTNA, así como en la retrodispersión de neutrones. Se emplea un criterio flexible para evaluar esos y otros métodos nucleares aplicables al desminado con fines humanitarios, a medida que alcanzan madurez. Aunque varios métodos encierran posibilidades, está claro que se necesitará contar con un sistema de sensores para cualquier operación auténtica de desminado.

La creación de mejores instrumentos de desminado es una tarea ardua, porque los instrumentos tienen que ser sensibles, rápidos, fiables, rentables y fáciles de manejar y mantener en todas partes del mundo. Por ejemplo, tienen que funcionar con fiabilidad en terrenos de todo tipo, incluidos los desiertos de arenas calientes y los arrozales anegados. Con una sola tecnología no se podrá satisfacer todas las exigencias. Los métodos basados en neutrones pueden complementar las técnicas convencionales como uno de los numerosos instrumentos que lleva el desminador en su caja de herramientas. ❐

PRUEBAS DE CAMPO PARA EL DESMINADO CON FINES HUMANITARIOS MEDIANTE PROYECTOS DE COOPERACIÓN TÉCNICA DEL OIEA

El OIEA constituye uno de los mecanismos internacionales fundamentales para la cooperación científica y técnica en la promoción del uso pacífico de la energía nuclear y desempeña una importante función en la transferencia de técnicas nucleares a zonas en desarrollo del mundo para enfrentar importantes problemas. El OIEA realiza la mayor parte de la transferencia de tecnología a los Estados Miembros mediante su Programa de Cooperación Técnica. Con mucha frecuencia, en esos proyectos se utilizan técnicas nucleares desarrolladas como resultado de provechosos trabajos de investigación coordinados en los que participa el Organismo.

Sin embargo, respecto de las técnicas de desminado con fines humanitarios se está aplicando un nuevo enfoque debido al largo tiempo previsto para llevar a la práctica los resultados de la investigación, teniendo en cuenta la complejidad de la identificación de minas terrestres y la magnitud del problema que plantean. El nuevo proyecto de cooperación técnica regional en Europa, denominado "Prueba de campo y uso del generador de impulsos de neutrones para el desminado con fines humanitarios", es un paso adelante hacia la aplicación práctica y la transferencia de conocimientos especializados donde sean necesarios. Este proyecto se concentra en una técnica solamente y en una región geográfica para que sea más viable y realista. La técnica seleccionada para el proyecto es el análisis pulsado de neutrones térmicos y rápidos (PFTNA).

La primera reunión de planificación y coordinación del proyecto se celebró en Viena del 12 al 14 de febrero de 2001 y contó con la asistencia de especialistas de más de 20 Estados Miembros. En esa reunión se examinaron varias alternativas y se llegó a la conclusión de que en el marco del proyecto debía adquirirse un instrumento del tipo PFTNA llamado PELAN, y utilizarse en un amplio programa de pruebas de campo. El PELAN se creó y se ha utilizado con éxito en los Estados Unidos para detectar artefactos explosivos no detonados (UXO), agentes de guerra química y artefactos explosivos improvisados. Sin embargo, es necesario adaptarlo para la identificación de minas terrestres, según las condiciones locales, y en ese sentido el proyecto de cooperación técnica puede ser valioso.

Ya están en marcha los trámites de adquisición del sistema PELAN. El proyecto comenzó en 2001 con actividades de familiarización y capacitación en el Instituto de Física Aplicada de Bowling Green, Kentucky, Estados Unidos. Después que los expertos de los Estados Miembros conozcan cabalmente el funcionamiento de cada uno de los componentes del PELAN, estarán en condiciones de sugerir cambios en el soporte físico (hardware) y el software para adaptar ese instrumento a la identificación de minas terrestres.

En una etapa posterior, el PELAN será transferido a un Estado Miembro de Europa que tenga un laboratorio de investigación adecuado, y se realizarán pruebas de laboratorio con varios tipos de suelo, falsas minas y explosivos. Posteriormente, mediante ensayos en el terreno se cuantificarán la velocidad, sensibilidad, exactitud y fiabilidad de los instrumentos en campos de minas simulados y reales.

Si los resultados de la adaptación son positivos, se prevé utilizar ampliamente el PELAN en el desminado con fines humanitarios como parte de un sistema de sensores múltiples. A ese fin, el proyecto regional del OIEA se ha complementado con el proyecto de cooperación técnica nacional que se ejecuta en Croacia, denominado "Instalación para el ensayo de métodos nucleares de detección e identificación de minas terrestres y artefactos explosivos no detonados".

Croacia es un caso especial situado exactamente en el centro de Europa. Se calcula que 6900 kilómetros cuadrados, o el 13% del territorio croata, están contaminados con minas terrestres y artefactos explosivos no detonados. Por conducto del Centro Croacia de Actividades Relativas a las Minas (CROMAC), el Gobierno dirige un programa nacional de desminado en gran escala, pero el proceso es muy lento y costoso. El Instituto Rudjer Boskovic de Zagreb, que goza de una larga tradición de logros en la ciencia y la tecnología nucleares, va a establecer un laboratorio destinado a ensayar diversos métodos nucleares que podrían ayudar a detectar e identificar minas terrestres y artefactos explosivos no detonados, lo cual acelerará el proceso y reducirá los costos. El OIEA apoyará tanto al Instituto como al CROMAC en sus trabajos relacionados con el ensayo de técnicas nucleares para el desminado.

Si tienen éxito los proyectos nacionales y regionales del OIEA, ayudarán a aumentar de manera significativa la eficacia y la rapidez del desminado con fines humanitarios. De ese modo, contribuirán a restablecer más pronto la vida normal en los terrenos minados y a reducir el número de personas que podrían morir o quedar lisiadas a causa de las minas terrestres abandonadas que todavía no se han encontrado.