



GICHD

AMAT - AN INITIATIVE OF THE GICHD AND UN SAFERGUARD

Número 1 Septiembre 2020

AMAT

INSIGHTS



Reducir los riesgos asociados con
el nitrato de amonio



GICHD

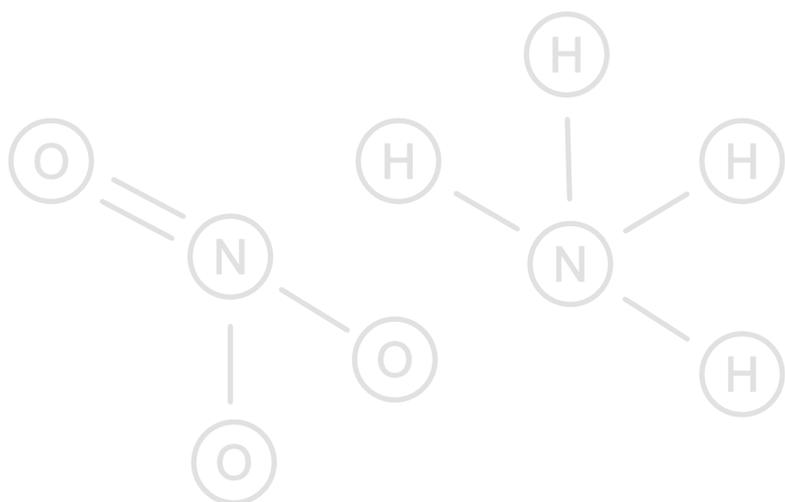


UN SaferGuard ✓
Securing ammunition, protecting lives

INTRODUCCIÓN

Los materiales explosivos como el nitrato de amonio, que hayan sido fabricados, transportados, manipulados o almacenados incorrectamente, presentan un riesgo de seguridad para las comunidades locales y constituyen, además, una amenaza para la protección de los Estados y las sociedades. El nitrato de amonio se utiliza habitualmente como fertilizante o explosivo industrial. El nitrato de amonio es un poderoso oxidante y puede reaccionar de forma violenta con materiales incompatibles. Es muy importante manipular, almacenar y supervisar correctamente el nitrato de amonio.

Cuando se trata de forma incorrecta y se expone a condiciones extremas (como calor o presión), el nitrato de amonio puede hacerse cada vez más inestable y explotar. Además de los riesgos de accidentes, existen también consideraciones importantes relativas a su vigilancia. La disponibilidad comercial del nitrato de amonio como fertilizante lo ha convertido en una sustancia atractiva para los terroristas y grupos armados, que lo utilizan como la principal carga explosiva en dispositivos explosivos improvisados (IED, por sus siglas en inglés).



¿QUÉ ES EL NITRATO DE AMONIO?

El nitrato de amonio es un sólido cristalino de color blanco, formado por iones de amonio y nitrato, que puede adquirirse en el mercado. Es muy soluble en agua e higroscópico (absorbe humedad del aire). Predominantemente se utiliza en agricultura como fertilizante de alto contenido en nitrógeno, y también puede utilizarse como nutriente para elaborar antibióticos y levadura.ⁱ También se utiliza en mezclas de explosivos industriales para actividades de minería, explotación de canteras y construcción civil.ⁱⁱ Su disponibilidad en el sector comercial se debe en gran parte a su utilización en el fuelóleo de nitrato de amonio (ANFO, por sus siglas en inglés) y en materiales comerciales altamente explosivos a base de agua, que han reemplazado en

gran medida la dependencia de la industria respecto de materiales altamente explosivos basados en nitroglicerina, tales como la dinamita.ⁱⁱⁱ Además, el nitrato de amonio se utiliza con fines militares, principalmente para la creación de materiales altamente explosivos (**Recuadro 1**).^{iv}

Aunque en su estado puro el nitrato de amonio no arde fácilmente, actúa sustentando y acelerando la velocidad de combustión cuando se contamina o mezcla con material combustible. Esta reacción tendrá lugar incluso en la ausencia de oxígeno en la atmósfera. El nitrato de amonio también acelerará la combustión del material combustible.

LOS RIESGOS QUE PLANTEA EL NITRATO DE AMONIO

Explosiones industriales

La explosión del 4 de agosto de 2020 en Beirut es el caso más reciente en una larga historia de desastres relacionados con el nitrato de amonio. Tras el suceso, el Equipo Asesor en Gestión de Municiones (Ammunition Management Advisory Team, AMAT) recopiló una serie de datos sobre importantes casos de explosiones relacionadas con el nitrato de amonio ocurridas durante los últimos 100 años.^v El análisis de estos datos sugiere que la mala gestión del nitrato de amonio aumenta la probabilidad de que la sustancia se vea expuesta al calor y a la presión, lo que a su vez aumenta el riesgo de explosión.

No implementar prácticas de gestión adecuadas y eficaces puede tener consecuencias devastadoras. El nitrato de amonio gestionado inadecuadamente puede inflamarse, lo que resultaría en una detonación, destruyendo y contaminando el entorno. Dado que los depósitos industriales de nitrato de amonio a menudo alcanzan los miles de toneladas, una sola explosión puede causar una considerable pérdida de vidas, destrucción de infraestructura y contaminación ambiental extensas, y graves repercusiones en la economía y la política locales y nacionales.

1 **OPPAU, ALEMANIA –**
21 de septiembre de 1921

MUERTOS: 507 / HERIDOS: 2000+

La mañana del 21 de septiembre de 1921, cientos de toneladas de fertilizante de sulfato nitrato de amonio (ASN) que se almacenaban en un silo de la fábrica de Oppau, se desintegraron de forma explosiva cuando se intentaba romper, con la ayuda de explosivos, montones de fertilizante endurecido.^{vi}

Explosiones industriales relacionadas con el nitrato de amonio, de 1921 a 2020 >

2 **TEXAS CITY, EE. UU. –**
16 de abril de 1947

MUERTOS: 581 / HERIDOS: 5000+

El buque de mercancías Grandcamp estaba realizando la carga cuando se inició un incendio en la bodega; a bordo del barco ya había 2300 toneladas de nitrato de amonio en sacos. El capitán respondió cerrando la bodega e inyectando en el interior vapor a presión. A las 9:12, el barco explotó, causando la muerte de varios cientos de personas y provocando un incendio en otro barco, el High Flyer, que estaba amarrado a 250 metros de distancia y que contenía 1050 toneladas de azufre y 960 toneladas de nitrato de amonio. El High Flyer explotó al día siguiente. También ardieron 500 toneladas de nitrato de amonio situadas en el muelle, aunque sin explotar.^{vii}

5 **BEIRUT, LÍBANO –**
4 de agosto de 2020

MUERTOS: 190+ / HERIDOS: 6000+

El 4 de agosto se inició un incendio en un almacén del puerto de Beirut. El fuego se extendió a 2750 toneladas de nitrato de amonio que habían quedado confiscadas y almacenadas durante seis años después de la incautación en 2014 de un barco abandonado. La explosión sucedió a las 18:10 y causó daños inmensos en toda la ciudad.^x



4 **PUERTO DE TIANJIN, CHINA –**
12 de agosto de 2015

MUERTOS: 165 / HERIDOS: 798

Nitrocelulosa almacenada en un almacén de mercancías peligrosas entró en combustión espontánea tras haber quedado excesivamente seca y sobrecalentarse. Esto provocó un incendio que, 40 minutos más tarde, causó la detonación de aproximadamente 800 toneladas de nitrato de amonio almacenadas en las proximidades. Las estructuras y otros productos del puerto sufrieron daños extensos, los bloques de apartamentos próximos resultaron afectados y una estación de tren sufrió daños graves. El 15 de agosto de 2015 se produjeron más explosiones.^{ix}

3 **TAROOM, AUSTRALIA –**
30 de agosto de 1972

MUERTOS: 3 / HERIDOS: –

Al norte de Taroom, un camión que transportaba 12 toneladas de nitrato de amonio sufrió un fallo eléctrico y se incendió. El conductor detuvo el camión y lo aparcó. Dos hermanos que vivían en una propiedad ranchera cercana y habían visto el fuego se acercaron en moto para ayudar. Los tres hombres fallecieron cuando el camión explotó alrededor de las 18:15. La explosión quemó más de 800 hectáreas (2000 acres) de bosque autóctono y dejó un profundo cráter en el lugar donde había estado aparcado el camión.^{viii}

Uso en ataques terroristas y dispositivos explosivos improvisados

La disponibilidad comercial del nitrato de amonio en muchos países ha contribuido a que sea utilizado de forma extensa por criminales, terroristas y otros grupos armados, para la fabricación de IED. La siguiente ilustración ofrece una perspectiva general de algunos de los principales ataques terroristas cometidos utilizando nitrato de amonio entre 1995 y 2017. Una de las mayores incautaciones de nitrato

de amonio presuntamente almacenada con fines terroristas tuvo lugar en mayo de 2015, cuando la policía chipriota realizó un arresto tras descubrirse indicios, como resultado de una operación de vigilancia, de que un sospechoso estaba almacenando explosivos. La policía incautó más de 8 toneladas de productos químicos de nitrato de amonio en el hogar de la persona sospechosa.^{xi}

Principales ataques terroristas relacionados con el nitrato de amonio, 1995 a 2017 >

1

2

5

1

OKLAHOMA CITY, EE. UU. STATES – 19 de abril de 1995

MUERTOS: 168 / HERIDOS: 500

La explosión de una bomba fabricada con 4800 libras (2200 kg) de fertilizante y fuelóleo. Se descubrió que el nitrato de amonio era el principal componente.^{xii}

5

MARRAKECH, MARRUECOS – 28 de abril de 2011

MUERTOS: 17 / HERIDOS: 23

La explosión de un IED abandonado en una bolsa destruyó el café Argana en la plaza Jemaa El-Fnaa, un popular rincón turístico. Los agentes de seguridad declararon que la bomba contenía nitrato de amonio y triperóxido de triacetona (TATP), un explosivo de fácil fabricación que es popular entre los fabricantes de IED en Oriente Medio.^{xvi}

2**MANCHESTER, REINO UNIDO –**

15 de junio de 1996

MUERTOS: – / HERIDOS: 212

Un vehículo equipado con un IED se hizo detonar en el centro de Manchester. La carga principal consistía en aproximadamente 3300 libras (1497 kilos) de explosivo a base de nitrato de amonio. Se evitó que se produjeran muertes gracias a la rápida evacuación del área antes de que se produjera la explosión.^{xiii}

4**OSLO, NORUEGA –**

22 de julio de 2011

MUERTOS: 8 / HERIDOS: –

Se utilizó nitrato de amonio en un coche bomba situado en el recinto del gobierno de Oslo.^{xv}

6**HYDERABAD, INDIA –**

23 de febrero de 2013

MUERTOS: 16 / HERIDOS: 100+

Se produjeron dos explosiones a una distancia de menos de 100 metros una de otra, en un breve período de tiempo. Las bombas, que se cree que estaban compuestas por una mezcla de TNT y nitrato de amonio, fueron llevadas al lugar en bicicleta.^{xvii}

7**7****MOGADISCIO, SOMALIA –**

Octubre de 2017

MUERTOS: 500+ / HERIDOS: –

Un camión bomba explotó en un cruce en el que había gente vendiendo gasolina. La explosión provocó un incendio en un tanque de gasolina. Se cree que la principal carga del IED estaba formada por una mezcla de explosivos obtenidos de municiones convencionales y nitrato de amonio, aunque este dato no se ha confirmado oficialmente.^{xviii}

3**3****BALI, INDONESIA –**

12 de octubre de 2002

MUERTOS: 202 / HERIDOS: –

Una serie de atentados con bombas en discotecas. De acuerdo a los investigadores, el principal ingrediente de la bomba de mayor envergadura que explotó en la discoteca del distrito de Kuta era nitrato de amonio^{xiv} (otras fuentes indican que se utilizó clorato potásico).

Los grupos armados a menudo utilizan fertilizantes ricos en nitrato de amonio en zonas afectadas por conflictos. Por ejemplo, en Afganistán, el talibán ha utilizado históricamente varios tipos de fertilizantes, entre ellos el clorato potásico, el nitrato de amonio y el nitrato de calcio y amonio (CAN), para la fabricación de IED. Para ayudar a combatir este fenómeno, se puso en marcha el Programa Global Shield en 2010. El objetivo de este programa es monitorizar el movimiento lícito de 13 de los precursores químicos más corrientes y otros materiales que podrían utilizarse para la fabricación de IED, con el fin de combatir el desvío y el tráfico ilícitos de estos materiales.^{xix}

Cuando no se aplican las normativas internacionales, los grupos armados pueden obtener nitrato de amonio de forma legítima. Un informe de del grupo de investigación Conflict Armament Research (Investigación de Armamento en Conflictos) que analiza el suministro de componentes de IED a Irak y Siria, indica que el Estado Islámico utiliza casi exclusivamente explosivos fabricados de forma casera a partir de fertilizantes, tales como nitrato de amonio y urea, mezclados con otros precursores químicos. Además, parece que el Estado Islámico obtiene fácilmente nitrato de amonio, detonadores y otros materiales precursores por medios legales, comerciando con minoristas regionales y empresas de distribución.^{xx}



RECUADRO 1.

Orientación proporcionada por las Directrices Técnicas Internacionales sobre Municiones (IATG, por sus siglas en inglés) sobre municiones convencionales que contengan explosivos de nitrato de amonio.

El nitrato de amonio ha sido utilizado como ingrediente para la fabricación de municiones convencionales desde principios del siglo XX. Se mezcla con sustancias altamente explosivas y se utiliza para incorporar más oxígeno durante la detonación. Por ejemplo, el amatol, que es una mezcla de nitrato de amonio y trinitrotolueno (TNT), se utilizó de forma extensa durante la Primera y Segunda Guerra Mundial como relleno explosivo en bombas, proyectiles, morteros, así como minas y cargas navales de profundidad. El uso de amatol y de otros explosivos similares a base de nitrato de amonio en la munición militar ha disminuido a medida que se han desarrollado compuestos explosivos más potentes y eficaces.

Aún es posible encontrar en muchos Estados municiones que contienen nitrato de amonio como relleno explosivo.

Las IATG se desarrollaron en 2011 y se estableció el Programa SaferGuard de las Naciones Unidas como su plataforma correspondiente para la gestión de conocimientos. Las IATG constituyen un marco de referencia para cumplir y demostrar niveles eficaces de condiciones de seguridad y medidas de protección de los existencias de municiones. Proporcionan un enfoque coherente, están basadas en información científica sólida y aceptada sobre explosivos, recomiendan un sistema de gestión integrado de riesgos y calidad, y permiten mejoras progresivas e integradas en materia de seguridad y protección.

Las IATG ofrecen directrices sobre municiones que contienen explosivos de nitrato de amonio:

El párr. 9.1.c.(1) del Módulo 06.30 de las IATG describe medidas generales que deben adoptarse para la manipulación y el almacenamiento seguros de nitrato de amonio:

«la eficiencia, el tiempo de almacenamiento y la seguridad de algunos explosivos, en particular los propulsores, se ven afectados negativamente por el almacenamiento a temperaturas altas. Se debería considerar el uso de ventilación adecuada, aire acondicionado aprobado o aislamiento para mantener las temperaturas en los almacenes al mínimo. Los tipos de munición que contienen nitrato de amonio/TNT (amatol) o TNT deberían almacenarse en el lugar más fresco posible.»

Los Anexos T y AA del Módulo 06.80 de las IATG proporcionan orientación para la inspección de municiones que contengan explosivos de nitrato de amonio.

Debe señalarse que las áreas de almacenamiento para municiones no deben utilizarse de forma habitual para el almacenamiento de nitrato de amonio y de explosivos de nitrato de amonio (a menos que esté integrado como relleno, por ejemplo amatol, en un artículo de munición convencional).

[Puede encontrarse más información sobre las IATG en <https://www.un.org/disarmament/convarms/ammunition/>](https://www.un.org/disarmament/convarms/ammunition/)

PROPIEDADES Y PELIGROS DEL NITRATO DE AMONIO

El nitrato de amonio es estable en forma sólida, fundido o en solución, y no explotará como resultado de un impacto o roce ocasionado por una manipulación normal. Sin embargo, en determinadas condiciones, el nitrato de amonio puede sufrir una reacción explosiva, una descomposición explosiva o una detonación. Es más probable que esta sustancia detone debido a la presencia de contaminantes combustibles o incompatibles,^{xxi} si se ha compactado, o si se ha visto expuesta a altas temperaturas (superiores a 160 °C) o si sufre un golpe intenso.^{xxii}

En el caso de que se haya producido un incendio, el nitrato de amonio puede fundirse. Si la masa fundida queda en un lugar confinado (por ejemplo, desagües, tuberías, instalaciones o maquinaria) podría explotar. Es especialmente probable que se produzca una explosión si esta sustancia se mezcla con contaminantes.^{xxiii} A medida que arde, el nitrato de amonio se funde, descompone y emite vapores irritantes o gases tóxicos, entre ellos óxidos de nitrógeno y amoníaco gaseoso.^{xxiv}

El nitrato de amonio que no se haya almacenado correctamente puede aglutinarse o apelmazarse. Esto sucede cuando se permite que se contamine con agua o cuando se almacenan grandes cantidades de nitrato de amonio en un montón apilado, de forma que el peso lo comprime hasta formar una masa sólida. Este efecto compactante, o apelmazante, como se denomina, aumenta la probabilidad de una detonación si el nitrato de amonio se ve expuesto al calor o a golpes.^{xxv}

El nitrato de amonio generalmente se clasifica en diferentes grados, que normalmente reflejan el porcentaje de nitrógeno que contiene la sustancia. Dependiendo del grado, el nitrato de amonio puede clasificarse como:

- ◇ Nitrato de amonio con riesgo para la seguridad (SSAN, por sus siglas en inglés).
- ◇ Nitrato de amonio de grado técnico (TGAN, por sus siglas en inglés), para uso en la fabricación de explosivos y agentes de detonación de aplicación civil.
- ◇ Nitrato de amonio de grado fertilizante (FGAN, por sus siglas en inglés), para uso en la fabricación de fertilizantes.

El grado del nitrato de amonio está relacionado con las propiedades explosivas de la sustancia. No obstante, es posible mezclar nitrato de amonio de cualquier grado con contaminantes y debe considerarse un material altamente explosivo capaz de detonar por combustión o por explosión de materiales explosivos adyacentes.^{xxvi} Las naciones han desarrollado distintos criterios de clasificación de los productos de nitrato de amonio y es posible que clasifiquen como SSAN todos los que estén por encima de un cierto porcentaje de contenido. Por ejemplo, Australia clasifica como SSAN todos los productos de nitrato de amonio (incluyendo TGAN y FGAN, y emulsiones y mezclas de nitrato de amonio) con más del 45 % (de masa) de contenido de nitrógeno.^{xxvii}

GESTIÓN SEGURA DEL NITRATO

DE AMONIO

Como resultado de la función del nitrato de amonio en explosiones industriales y su uso en ataques terroristas y por grupos armados, algunas naciones han puesto mayor hincapié

en reforzar los procedimientos de seguridad y protección relacionados con la producción y distribución del nitrato de amonio (Recuadro 2).

RECUADRO 2.

Las normativas nacionales sobre el nitrato de amonio

Muchos Estados cuentan con legislación sobre el nitrato de amonio. Las directrices pueden abarcar varios departamentos gubernamentales que abordan la materia desde diferentes perspectivas, tales como salud pública, protección medioambiental, protección civil, transporte y almacenamiento, fabricación, importación/exportación, seguridad, eliminación y explotación de minas/canteras. Es responsabilidad de las personas que se ocupan del nitrato de amonio aplicar todas las normativas y directrices nacionales pertinentes.

Los enlaces que incluimos a continuación son ejemplos de documentos accesibles al público publicados por EE. UU., Reino Unido, Australia, India, Abu Dabi y Sudáfrica.

- ◇ United States Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration (1910), Guidance on the Ammonium Nitrate Storage Requirements in 29 CFR 1910.109(i). Disponible en: <https://www.osha.gov/laws-regs/standardinterpretations/2014-12-03>.
- ◇ Government of Western Australia, Department of Mines and Petroleum (2013) CODE OF PRACTICE, Safe storage of solid ammonium nitrate, Third edition. Disponible en: https://www.dmp.wa.gov.au/Documents/Dangerous-Goods/DGS_COP_StorageSolidAmmoniumNitrate.pdf.
- ◇ United Kingdom Health and Safety Executive (2007) Ammonium nitrate [Online]. Disponible en: <https://www.hse.gov.uk/explosives/ammonium/index.htm>.
- ◇ Australian Standard (1995) The storage and handling of oxidizing agents, AS 4326—1995. Disponible en: <https://www.saiglobal.com/pdftemp/previews/osh/as/as4000/4300/4326.pdf>.
- ◇ Queensland Government (2020), Storage requirements for security sensitive ammonium nitrate (SSNA), Explosive information bulletin no. 53, Version 6. Disponible en: <https://www.dnrme.qld.gov.au/business/mining/safety-and-health/alerts-and-bulletins/explosives/storage-req-security-sensitive-ammonium-nitrate-ssan>.
- ◇ United Kingdom Health and Safety Executive (1996) Storing And Handling Ammonium Nitrate <https://www.hse.gov.uk/pubns/indg230.pdf>.
- ◇ India, Department of Commerce and Industry, Ammonium Nitrate Rules (2012). Disponible en: https://peso.gov.in/PDF/Ammonium_Nitrate_Rules_2012_English_Version.pdf
- ◇ South Africa, Consolidated Regulations, Explosives Regulations (2003). Disponible en: http://www.saflii.org/za/legis/consol_reg/er266/
- ◇ Abu Dhabi Occupational Safety and Health System Framework, Code of Practice 1.0, Hazardous Materials (2018). Disponible en: <https://www.oshad.ae/Lists/OshadSystemDocument/Attachments/6/1.0%20-%20Hazardous%20Materials%20v3.1%20English.pdf>

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y RIESGOS

De acuerdo con las prácticas de gestión de riesgo existentes, siempre que se fabrique, transporte ([para transporte, ver el Recuadro 3](#)) y almacene nitrato de amonio, debe llevarse a cabo una evaluación de las condiciones de seguridad y medidas de protección. Los propietarios y operadores de un lugar donde se almacene o utilice nitrato de amonio deberían también desarrollar un Plan de Respuesta de Emergencia (PRE), basado en las conclusiones de la evaluación.

Evaluación de riesgo de seguridad

La evaluación de riesgo de seguridad debería:

- ◆ Identificar los peligros que presenta el nitrato de amonio en el contexto en que se manipula, transporta, almacena o utiliza.
- ◆ Determinar la naturaleza, probabilidad y gravedad de un incidente (por ejemplo, derrame, fuego o explosión) y sus consecuencias para las personas, la infraestructura y el medioambiente.
- ◆ Informar sobre el desarrollo y la implementación de medidas preventivas y mitigantes para reducir al mínimo el riesgo para las personas, la infraestructura y el medioambiente.

Evaluación de riesgo a la protección

La evaluación de riesgo a la protección debería:

- ◆ Identificar las medidas de protección existentes y examinar el nivel y el tipo de riesgos de protección (internos y externos) en relación a los depósitos de nitrato de amonio.
- ◆ Considerar si las medidas de protección actuales dejan el nitrato de amonio expuesto a riesgos de desvío (robo o pérdida), fraude o interferencia deliberada, y considerar las mejoras apropiadas en materia de protección para contrarrestar el riesgo evaluado.
- ◆ Orientar el desarrollo de un plan de protección que identificará los riesgos relacionados con la protección y las medidas para identificar y abordar estos riesgos.

Plan de respuesta a emergencias

El Plan de respuesta a emergencias debería incluir lo siguiente:

- ◇ Lista de las señales o indicadores de anomalías en el nitrato de amonio y en sus proximidades (por ejemplo, descubrimiento de humo o fuego, derrame de nitrato de amonio). Esta información debe estar a libre disposición de los trabajadores y los servicios de intervención inmediata.
- ◇ Respuesta inicial a un incidente, teniendo en cuenta las conclusiones de las evaluaciones sobre las condiciones de seguridad y medidas de protección. Los empleados serán, con toda probabilidad, quienes primero perciban humo, fuego u otra anomalía. Deben recibir formación sobre cómo y cuándo responder.
- ◇ Procedimientos de respuesta específicos (y su simulacro).
- ◇ Equipos profesionales de respuesta a emergencias; tienen que ser conscientes de los peligros del sitio y es necesario realizar prácticas de coordinación rutinarias junto con una formación conjunta.
- ◇ Proyección a la comunidad.
- ◇ Cómo están señalizados los peligros y el equipo de emergencia.
- ◇ Un plano del sitio que muestre los peligros, el equipo de emergencia, los puntos de reunión y las áreas de evacuación.
- ◇ Cantidades y ubicaciones actualizadas de los materiales peligrosos.
- ◇ Cualquier otra información relevante sobre el sitio.

La planificación y preparación adecuadas son la clave para garantizar seguridad y protección de cualquier sitio peligroso. La planificación también es esencial para que la reacción sea eficaz y oportuna en caso de que se produzca un accidente o un incidente de seguridad. Las evaluaciones sobre riesgos de seguridad y protección deberían revisarse periódicamente y deben revisarse después de un accidente o incidente de desvío. Los planes de respuesta a emergencias también deberían revisarse periódicamente y actualizarse para reflejar los cambios recogidos en las evaluaciones sobre riesgos de seguridad y protección.

Almacenamiento no planificado/inesperado de nitrato de amonio

Las autoridades portuarias, funcionarios de aduana, centros logísticos y centros de distribución pueden experimentar situaciones en las que, de forma inesperada, sea necesario almacenar cargas de materiales peligrosos, incluyendo nitrato de amonio. Una planificación adecuada para este tipo de situaciones facilitará la adopción de procedimientos iniciales correctos para la manipulación y almacenamiento seguros, así como para la comunicación y la seguridad adecuadas, contribuyendo de esta forma a minimizar los riesgos. Si no existen normativas nacionales o planes viables para la mitigación de riesgos, se han de usar como referencia las evaluaciones sobre riesgos de seguridad y protección mencionadas anteriormente y las directrices de los Volúmenes 02, 05, 06 y 09 de las IATG.

CONSIDERACIONES DE ALMACENAMIENTO ESPECIALES PARA EL NITRATO DE AMONIO

Las siguientes medidas proporcionan una perspectiva de las buenas prácticas generales para reducir y manejar los peligros y riesgos que emanan del nitrato de amonio, basadas en la legislación nacional existente (ver el Recuadro 2).

Almacenamiento

- ◇ Los edificios de almacenaje deberían ser de una sola planta y estar contruidos con materiales ignífugos como el ladrillo, el hormigón o el acero.
- ◇ Los edificios de almacenaje deberían estar bien ventilados para evitar la presurización en caso de incendio.
- ◇ Los suelos deben estar contruidos con materiales ignífugos y no tener canalizaciones abiertas, fosos o huecos, para evitar la acumulación de nitrato de amonio fundido.
- ◇ Si el nitrato de amonio se almacena en el exterior, debe protegerse del tiempo, esto es, debe estar empaquetado herméticamente con material impermeable.
- ◇ El nitrato de amonio debe mantenerse seco, ya que el riesgo de explosión aumenta si se apelmaza.
- ◇ Es necesario mantener los edificios protegidos de las inclemencias del tiempo y bien ventilados. La presencia de agua da lugar al apelmazamiento del nitrato de amonio, lo que aumenta el riesgo de explosión.
- ◇ El nitrato de amonio debe almacenarse alejado de fuentes de calor, fuego y explosiones (por ejemplo combustibles, gases comprimidos, fuegos artificiales, municiones).
- ◇ La maquinaria eléctrica debe estar en buen estado de funcionamiento y revisarse periódicamente.
- ◇ El nitrato de amonio debe almacenarse en un edificio independiente que no contenga otros posibles contaminantes o materiales incompatibles, y especialmente que no contenga productos inflamables o explosivos. Si esto no es posible, el nitrato de amonio no debe almacenarse en la misma pila que otros productos, y debe facilitarse una separación adecuada. El riesgo de incendio y explosión aumenta si hay otros materiales presentes.
- ◇ Los materiales combustibles (como palés de madera y paquetes vacíos) deben almacenarse alejados del nitrato de amonio o separados por una barrera ignífuga adecuada. Estas medidas también deberían aplicarse dentro de una distancia designada en el exterior del edificio.



El Ejecutivo de la Salud y Seguridad del Reino Unido (Health and Safety Executive o HSE) ha elaborado una lista de comprobación de autoayuda para asistir a las personas responsables de almacenar nitrato de amonio y garantizar la manipulación y el almacenaje seguros de esta sustancia. La lista de comprobación está disponible en: <https://www.hse.gov.uk/explosives/ammonium/chklist.pdf>

Apilamientos

- ◇ Los apilamientos de nitrato de amonio deben ser de un tamaño máximo especificado, en conformidad con las leyes, regulaciones y normativas nacionales.
- ◇ Las normativas nacionales sobre el nitrato de amonio deben definir las dimensiones de los apilamientos del nitrato de amonio. En general, se recomienda que la pila no tenga más de 2 metros de altura y 3 metros de anchura.
- ◇ Deben existir pasillos/espacios de un mínimo de 1 m de ancho entre los apilamientos de nitrato de amonio, así como entre los apilamientos y las paredes, el techo y las luces del almacén (esto mantiene el nitrato de amonio alejado de las fuentes de contaminación y calor). Estas separaciones también permiten el acceso a profesionales autorizados en caso de emergencia.
- ◇ Proporcionar al menos 1 m de distancia alrededor de los apilamientos ayuda a liberar la presión atmosférica en caso de fuego.
- ◇ Los apilamientos deben ser estables para evitar que se derrumben.
- ◇ El nitrato de amonio (incluido el nitrato de amonio fundido en caso de fuego) no debe entrar en contacto con materiales tales como líquidos inflamables, metales en polvo, ácidos, cloratos, nitratos, zinc, cobre y sus sales, aceites, grasas, cilindros de gas y productos químicos de propiedades incompatibles o desconocidas.
- ◇ Para facilitar su transporte y conseguir una mayor estabilidad de las pilas, las bolsas y contenedores con nitrato de amonio deben estar paletizados siempre que sea posible.



El almacenaje de nitrato de amonio en apilamientos de gran tamaño puede incrementar el riesgo de que toda la pila explote en caso de incendio. Las pilas deben estar limitadas a la cantidad mínima necesaria y cumplir con la legislación nacional en materia de salud, seguridad y protección.

Limpieza

- ◇ El mantenimiento proactivo y preventivo y las reglas rigurosas de limpieza son fundamentales para minimizar los riesgos asociados al nitrato de amonio.
- ◇ Debe mantenerse el área limpia. Debe limpiarse rápidamente cualquier vertido y eliminarse el material de desecho de acuerdo con las directrices nacionales.
- ◇ Durante el proceso de limpieza no deben utilizarse materiales orgánicos, como por ejemplo serrín. Los contenedores con fugas deben recubrirse con un embalaje exterior para evitar más vertidos.
- ◇ Antes de realizar cualquier labor que pueda producir calor (dejar al descubierto sistemas eléctricos, cortar, soldar, etc.), el nitrato de amonio debe trasladarse a una distancia segura y se debe limpiar el área. Deben aplicarse precauciones contra incendios adecuadas mientras se lleva a cabo el trabajo.
- ◇ Los vehículos y equipos de manipulación mecánica deben encontrarse en buenas condiciones y haberse revisado adecuadamente para evitar que el nitrato de amonio entre en contacto con combustible, aceite o grasa.
- ◇ Los puntos de carga eléctrica y de repostaje deben estar alejados del área de almacenaje. No deben dejarse motores en marcha sin supervisión. Debe garantizarse que los vehículos y otros equipos mecánicos se mantengan limpios, para evitar la contaminación por combustible, aceite o grasa.

Precauciones contra incendios



Las estrategias de protección contra incendios para los depósitos de nitrato de amonio deben diseñarse teniendo en cuenta las propiedades químicas de la sustancia, es decir: no arde, pero es un potente coadyuvante de la combustión de cualquier material combustible (tales como palés) que pueda haber presente.

- ◇ Fumar y utilizar otros materiales que produzcan llamas debe estar prohibido en el lugar de almacenamiento. Debe haber avisos de PROHIBIDO FUMAR claramente visibles.
- ◇ Los incendios en los que el nitrato de amonio es un componente no pueden apagarse mediante la privación de oxígeno, esto es, sofocando el fuego con el producto químico seco dióxido de carbono o con espuma. En este caso, el único método eficaz de luchar contra el incendio es el agua. Se recomienda el uso de aspersores automáticos y sistemas de alarma.
- ◇ Debe contarse con extintores de polvo químico seco fácilmente accesibles para permitir una respuesta inmediata a un incendio eléctrico o en un vehículo.
- ◇ El personal debe estar formado en el uso de equipos de lucha contra incendios y debe haber recibido formación y directrices sobre cuándo participar en las acciones de lucha contra incendios.
- ◇ La elección de los extintores de incendios es importante, ya que no todos son indicados para ser utilizados cerca del nitrato de amonio.
- ◇ Deben revisarse periódicamente los sistemas fijos de extinción de incendios y las bocas de incendios, para garantizar que no tengan fugas de agua que contamine el nitrato de amonio.
- ◇ Cuando se considera que un incendio en el que hay presente nitrato de amonio está fuera de control, se recomienda llevar a cabo la evacuación de las personas a una distancia de separación adecuada.



Las autoridades a cargo del área de almacenamiento deben evaluar los riesgos de fuego y elaborar un Plan contra incendios. El Plan contra incendios debe estar a disposición de todo el personal y deben practicarse los procedimientos de emergencia de forma periódica. Si la normativa nacional de un país no proporcionase directrices eficaces para la implementación de precauciones efectivas contra incendios ni para el desarrollo de un Plan contra incendios, se puede usar como referencia el Módulo 02.50 de las IATG sobre Seguridad contra incendios, disponible en: <https://www.un.org/disarmament/un-safeguard/guide-lines/>

Consideraciones sobre protección

Hay múltiples medidas de seguridad que deben aplicarse para mantener protegido el nitrato de amonio. Estas medidas deben derivarse de la evaluación de riesgos de protección. Los requisitos mínimos de protección incluyen:

- ◇ El acceso a áreas en las que se almacena el nitrato de amonio debe estar limitado únicamente a las personas autorizadas. Se debe someter a las personas autorizadas a un riguroso sistema de comprobación de antecedentes y deben recibir la formación relevante.
- ◇ Deben desarrollarse procedimientos de acceso seguro, tanto supervisado como sin supervisar, al almacenamiento de SSAN, y deben implementarse medidas de comprobación para monitorizar la eficacia de dichos controles.
- ◇ Deben implementarse procedimientos de registro e inventario y los registros deben conservarse y ser recuperables durante un período de tiempo determinado, según lo indiquen las regulaciones y normativas nacionales.
- ◇ Los registros del nitrato de amonio deben incluir las transacciones de compra/adquisición y venta/suministro de nitrato de amonio, la pérdida de vidas causadas por fugas, los traslados del nitrato de amonio y los incidentes de seguridad (robo, pérdida).



El nitrato de amonio es una sustancia atractiva para criminales, terroristas y otros grupos armados. Deben aplicarse rigurosos controles de seguridad para evitar el acceso y el uso no autorizados del nitrato de amonio. Si la legislación y las normativas nacionales de un país no proporcionasen directrices adecuadas para la protección efectiva de los arsenales de nitrato de amonio, se puede usar como referencia el Módulo 09.10 de las IATG sobre Principios de seguridad, disponible en: <https://www.un.org/disarmament/un-safeguard/guide-lines/>

Distancias de separación

El uso de distancias de separación es una práctica corriente cuando se almacenan ciertos productos peligrosos. Por ejemplo, se utilizan de forma habitual al almacenar explosivos de Clase 1. Una distancia de separación es la distancia mínima que debe existir entre un peligro y un área a riesgo de ese peligro, de forma que el riesgo se considere tolerable.

Las distancias de separación proporcionan un nivel extra de protección si tuviera lugar un suceso catastrófico. No evitan que se produzca el incidente, pero, si se aplican adecuadamente, mitigarán sus efectos.

Las distancias de separación no son un sustituto de la aplicación diligente de los controles de prevención. Los lugares de almacenamiento de nitrato de amonio deben aplicar la distancia máxima de separación que indiquen las directrices de la legislación nacional y otras normativas aplicables.

La legislación de algunos países incluye directrices sobre el uso de las distancias de separación. Si no existe una normativa nacional eficaz, el Programa SaferGuard de las Naciones Unidas (ONU) ha desarrollado herramientas útiles, disponibles en <https://www.un.org/disarmament/un-safeguard/>.

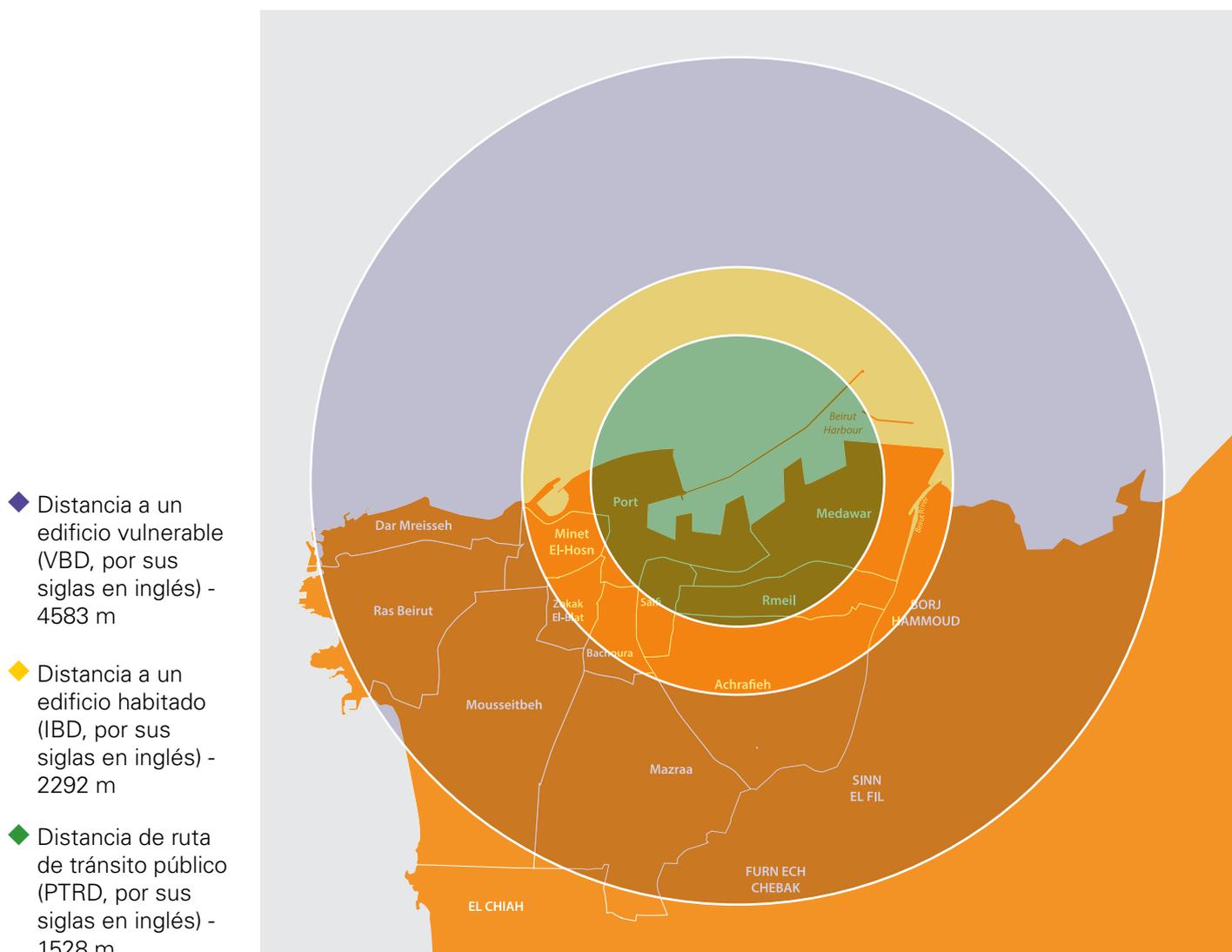
Como parte de la ejecución de una evaluación de riesgos de seguridad y del desarrollo de un Plan de Respuesta a Emergencias, es importante conocer el alcance previsto de los efectos de una explosión de las existencias de nitrato de amonio. Normalmente, la legislación estatal no incluye esta información.

El Programa SaferGuard de las Naciones Unidas cuenta con dos herramientas que pueden utilizarse como parte del proceso de evaluación de riesgos de un lugar que almacene nitrato de amonio. Estas herramientas muestran el pronóstico del impacto del peor supuesto, esto es, una explosión masiva de todo el nitrato de amonio contenido en un lugar.^{xxviii}

Primero, la herramienta de mapeo de la cantidad-distancia (Quantity Distance o QD, por sus siglas en inglés), disponible en <https://www.un.org/disarmament/un-saferguard/map/>, indica la distancia a la que debe encontrarse un edificio de un sitio de explosión potencial. Muestra tres tipos diferentes de distancia de separación.

La **Figura 1** muestra el puerto de Beirut usando la herramienta QD. Los círculos indican las distancias de separación, esto es, a qué distancia deben encontrarse las infraestructuras: el círculo verde no debe incluir rutas de tránsito público; el círculo amarillo no debe incluir edificios públicos habitados; y el círculo morado no debe incluir edificios públicos vulnerables. Este cálculo se basa en nitrato de amonio con una equivalencia del 40 % en relación con el TNT, es decir, 2750 toneladas métricas de nitrato de amonio son equivalentes a 1100 toneladas de TNT.

FIGURA 1: Uso de la herramienta de mapeo del Programa SaferGuard de las Naciones Unidas para mostrar las distancias de separación.



La Figura 2 detalla los efectos de la explosión completa de una cantidad conocida de explosivos utilizando la herramienta de análisis de consecuencias de una explosión (Explosion Consequence Analysis o ECA), disponible en <https://www.un.org/disarmament/un-saferguard/explosion-consequence-analysis/>.

El ejemplo también utiliza la cifra de 1100 toneladas de TNT.



Las herramientas de las IATG están diseñadas para ser utilizadas por los expertos en explosivos y municiones como parte del proceso de evaluación técnica de riesgos. La información que proporciona solo debe utilizarse como indicación de los efectos probables de una explosión de acuerdo con datos introducidos.

FIGURA 2: Un extracto de la herramienta ECA del Programa SaferGuard de la ONU.



RECUADRO 3.

Clase de peligro para el transporte y el almacenamiento del nitrato de amonio

Los materiales peligrosos cuentan con un sistema reconocido internacionalmente para proporcionar directrices sobre su transporte seguro. Las Recomendaciones relativas al Transporte de Mercancías Peligrosas: Reglamentación Modelo (conocido como el «Libro naranja»), publicado por la Organización de las Naciones Unidas,^{xxix} agrupa los materiales peligrosos de riesgo similar y proporciona directrices sobre cómo transportarlos de forma segura. Actualmente hay nueve (9) clases de mercancías peligrosas. Algunos sistemas de transporte específico se rigen por otras normativas. Dos ejemplos de ello son el Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas (o Código IMDG, por sus siglas en inglés)^{xxx}, y el Reglamento para el Transporte de Mercancías Peligrosas de la International Air Transport Association (Asociación Internacional de Transporte Aéreo).^{xxxi} Durante el almacenamiento, se utilizan con frecuencia las directrices de las normativas de transporte mencionadas anteriormente, en especial el sistema de clasificación de riesgo.

La composición, la finalidad y el porcentaje del nitrato de amonio en un producto basado en esta sustancia determinará la clase de peligro. La clase de peligro se subdivide a continuación en otras subclases. El nitrato de amonio puede clasificarse en dos clases de peligro:

Explosivos de Clase 1

Esta clase consta de 6 subdivisiones, entre las que el nitrato de amonio solo puede encontrarse en:

- ◇ **División de riesgos 1.1** - Sustancias y objetos que presentan un peligro de explosión en masa (una explosión en masa es una explosión que afecta de manera prácticamente instantánea a casi toda la carga).



O en:

- ◇ **División de riesgos 1.5** – Materias muy poco sensibles que presentan un peligro de explosión en masa, con una sensibilidad tal que, en condiciones normales de transporte, solo existe una probabilidad muy reducida de iniciación o de que su combustión se transforme en detonación.



Clase 5 Sustancias comburentes y peróxidos orgánicos

Esta clase tiene dos productos diferentes que se ramifican en 2 subdivisiones, entre los que el nitrato de amonio solo puede ser:

- ◇ **División de riesgos 5.1** – Sustancias comburentes – Sustancias que, sin ser necesariamente combustibles ellas mismas, pueden, por lo general al desprender oxígeno, provocar o favorecer la combustión de otras materias.

En términos generales, los productos de nitrato de amonio diseñados para uso explosivo o de detonación serán explosivos de clase 1 (debido al alto porcentaje de nitrato de amonio o de ingredientes combustibles); y los productos de nitrato de amonio diseñados para uso como fertilizante (o para uso como detonante antes de que se añadan otros ingredientes) corresponderán a la clase 5.1 de sustancias comburentes. La clasificación dependerá de las características específicas del producto.

La clasificación que debe aplicarse a un producto de nitrato de amonio se especifica mediante una serie de pruebas que se detallan en el Manual de Pruebas y Criterios de la ONU.^{xxxii} Los fabricantes deben realizar estas pruebas para poder aplicar la clase de peligro adecuada a sus productos. La información se incluirá en la Hoja de Datos de Seguridad del producto y se mostrará en el embalaje.

Debe señalarse que la clasificación solo se aplica a un producto en buenas condiciones, sin contaminar, y en su embalaje autorizado. Si el nitrato de amonio en la clasificación de riesgo 5.1 se contamina (por ejemplo, con material orgánico) o se apelmaza, puede ser susceptible de detonar con los efectos de peligro asociados con la Clase de peligro 1.

El Módulo 01.50 de las IATG Sistema y Códigos de Clasificación de Riesgos de Explosivos de la ONU^{xxxiii} también proporciona información sobre el sistema de clasificación de riesgos de la ONU.



CONCLUSIÓN

El nitrato de amonio tiene la capacidad de causar sucesos catastróficos que resulten en una pérdida significativa de vidas y bienes. Sin embargo, con la implementación de controles preventivos y mitigantes apropiados, la frecuencia de estos eventos puede reducirse radicalmente y sus efectos, si ocurren, pueden aminorarse significativamente. Las directrices dirigidas a reducir y gestionar los peligros y riesgos del nitrato de amonio deben estar basadas en la legislación nacional existente, sustentadas en los principios y la orientación que proporcionan las IATG, cuando sea pertinente.



NOTAS FINALES

- i Lewis, R.J. Sr. (2007) *Hawley's Condensed Chemical Dictionary 15th Edition*. New York, John Wiley & Sons, Inc., p. 70.
- ii National Center for Biotechnology Information (2020). PubChem Compound Summary for CID 22985, Ammonium nitrate. Disponible en: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Ammonium-nitrate>
- iii Kirk-Othmer (1980) *Encyclopedia of Chemical Technology*. 3rd ed., Volumes 1-26. New York, NY: John Wiley and Sons, 1978-1984, p. V9 600.
- iv El nitrato de amonio se utiliza en la fabricación de explosivos militares tales como amatol, amonal y amatex, y como sustituto parcial para el alfa-2,4,6-trinitrotoloueno (TNT) o de ciclotrimetileno-trinitramina (RDX). Ver: National Centre for Biotechnology Information, PubChem Compound Summary for CID 22985, Ammonium nitrate.
- v La serie de datos de AMAT no incluye explosiones accidentales relacionadas con el nitrato de amonio que hayan tenido lugar durante el curso de actividades de minería y de construcción.
- vi Kristensen Tor E. (2016) A factual clarification and chemical-technical reassessment of the 1921 Oppau explosion disaster: the unforeseen explosivity of porous ammonium sulfate nitrate fertiliser, FFI-rapport: FFI-RAPPORT 16/01508. Disponible en: <https://ffi-publikasjoner.archive.knowledgegearc.net/bitstream/handle/20.500.12242/1259/16-01508.pdf>
- vii The Editors of Encyclopaedia (2020) Texas City explosion of 1947, Encyclopædia Britannica, inc. Disponible en: <https://www.britannica.com/event/Texas-City-explosion-of-1947>
- viii Three die in chemical blast (1972) The Canberra Times (ACT: 1926 - 1995) [Online] Disponible en: <https://trove.nla.gov.au/newspaper/article/102002031>
- ix Tianjin blast probe suggests action against 123 people (2016) The State Council The People's Republic of China [Online] Disponible en: http://english.www.gov.cn/news/top_news/2016/02/05/content_281475284781471.htm
- x El informe en línea de la BBC «Beirut explosion: What we know so far» stated «Lebanon's Prime Minister, Hassan Diab, blamed the detonation on 2,750 tonnes of ammonium nitrate that he said had been stored unsafely at a warehouse in the port». Disponible en: <https://www.bbc.com/news/world-middle-east-53668493>
- xi Overton I. (2017) Addressing the threat posed by IEDs: national, regional and global initiatives. Action on Armed Violence. London, p. 12. Disponible en: <https://aoav.org.uk/wp-content/uploads/2018/05/2018-Addressing-the-threat-posed-by-IEDs.pdf>
- xii Tabor Linenthal E. (1995) Oklahoma City Bombing, The Encyclopedia of Oklahoma History and Culture, Disponible en: <https://www.okhistory.org/publications/enc/entry.php?entry=OK026>
- xiii Williams J. (2016) Manchester bomb: June 15, 1996. A day that changed our city forever, Manchester Evening News, Disponible en: <https://www.manchestereveningnews.co.uk/news/greater-manchester-news/manchester-ira-bomb-20-years-11425324>
- xiv Beirut blast: How does ammonium nitrate create such devastating explosions? (2020) Live Science [Online] Disponible en: <https://www.livescience.com/28841-fertilizer-explosions-ammonium-nitrate.html>
- xv Norway Terror Attacks Fast Facts (2020) CNN International [Online] Disponible en: <https://edition.cnn.com/2013/09/26/world/europe/norway-terror-attacks/index.html>
- xvi Marrakesh blast was remote-controlled bomb: France (2011), Reuters [Online] Disponible en: <https://www.reuters.com/article/us-morocco-blast/marrakesh-blast-was-remote-controlled-bomb-france-idUSTRE73R39T20110430>
- xvii Chaturvedi A. (2013) Hyderabad blasts: six detained for questioning, NDTV [Online] Disponible en: <https://www.ndtv.com/cheat-sheet/hyderabad-blasts-six-detained-for-questioning-514277>
- xviii Houreld K. (2019) Exclusive: U.N. says Somali militants using home-made explosives to step up attacks, Reuters [Online] Disponible en: <https://www.reuters.com/article/us-somalia-un-exclusive/exclusive-u-n-says-somali-militants-using-home-made-explosives-to-step-up-attacks-idUSKCN1SN0ZL>

- xix <<http://www.wcoomd.org/en/topics/enforcement-and-compliance/activities-and-programmes/security-programme/programme-global-shield.aspx>>
- xx Conflict Armament Research (2016) TRACING THE SUPPLY OF COMPONENTS USED IN ISLAMIC STATE IEDs: Evidence from a 20-month investigation in Iraq and Syria. Conflict Armament Research, p.16. Disponible en: <https://www.conflictarm.com/wp-content/uploads/2016/02/Tracing_The_Supply_of_Components_Used_in_Islamic_State_IEDs.pdf>
- xxi Los siguientes contaminantes pueden causar que el nitrato de amonio pierda estabilidad y sea más susceptible a detonar: cloruros metálicos, como cromo, cobre, cobalto y níquel. La estabilidad de nitrato de amonio también puede verse afectada por una disminución en el pH (aumento de la acidez), y si se permite la formación de burbujas en nitrato de amonio fundido o en soluciones de nitrato de amonio. Ver: Workplace Health and Safety Electrical Safety Office Workers' Compensation Regulator (2017) Ammonium nitrate.[Online]. Disponible en: <<https://www.worksafe.qld.gov.au/injury-prevention-safety/hazardous-chemicals/specific-hazardous-chemicals/ammonium-nitrate#:~:text=Solutions%20and%20ammonium%20nitrate%20products,also%20include%20non%2Ddangerous%20goods>>
- xxii Health and Safety Executive (2007) Ammonium nitrate [Online], Disponible en: <<https://www.hse.gov.uk/explosives/ammonium/index.htm>>
- xxiii Ibid.
- xxiv Ibid.
- xxv Government of Western Australia, Department of Mines and Petroleum (2013) Code of practice: Safe storage of solid ammonium nitrate. Third Edition, Appendix 2. Disponible en: <https://www.dmp.wa.gov.au/Documents/Dangerous-Goods/DGS_COP_StorageSolidAmmoniumNitrate.pdf>
- xxvi Guy R. Colonna P.E. (2010) Fire Protection Guide to Hazardous Material. 14th Edition. Quincy, MA, p. 491-2.
- xxvii Sin embargo, esto excluye soluciones y productos de nitrato de amonio clasificados como explosivos de Clase 1.
Ver: Queensland Government (2020), Storage requirements for security sensitive ammonium nitrate (SSNA), Explosive information bulletin no. 53, Version 6. Disponible en: <<https://www.dnrme.qld.gov.au/business/mining/safety-and-health/alerts-and-bulletins/explosives/storage-req-security-sensitive-ammonium-nitrate-ssan>>
- xxviii Las naciones utilizan periódicamente las herramientas de SaferGuard de la ONU para estimar áreas que correrían peligro en caso de explosión. Por ejemplo, ver Kaltenborn B, (2020) «Ammonium Nitrate: Civil utility and consideration of the accident in Beirut». (artículo sin publicar).
- xxix The United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), UN Recommendations on the Transport of Dangerous Goods - Model Regulations Nature, Purpose and Significance of the Recommendations [Online] Disponible en: <https://www.unece.org/trans/danger/publi/unrec/rev13/13nature_e.html>
- xxx International Maritime Organisation (2018) International Maritime Dangerous Goods Code, 2018 Edition, IMO Publishing. Disponible en: <<http://www.imo.org/en/Publications/Documents/IMDG%20Code/IMDG%20Code,%202018%20Edition/IL200E.PDF>>
- xxxi The International Air Transport Association (2020), IATA Dangerous Goods Regulations, 61st Edition, Disponible en: <<https://www.iata.org/en/publications/dgr/>>
- xxxii The United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), UN Manual of Tests and Criteria, Disponible en: <https://www.unece.org/trans/danger/publi/manual/manual_e.html#:~:text=The%20Manual%20of%20Tests%20and%20Criteria%20contains%20criteria%2C%20test%20methods,presenting%20physical%20hazards%20according%20to>
- xxxiii United Nations Office of Disarmament Affairs (2015) Guide to International Ammunition Technical Guidelines, 2nd Edition, UNODA, Disponible en: <<https://unoda-web.s3.amazonaws.com/wp-content/uploads/2020/02/iatg-v3-combined.pdf>>

REFERENCIAS

Australian Standard (1995) *The storage and handling of oxidizing agents*, AS 4326—1995. Disponible en: <https://www.saiglobal.com/pdftemp/previews/osh/as/as4000/4300/4326.pdf>

Beirut blast: How does ammonium nitrate create such devastating explosions? (2020) *Live Science* [Online] Disponible en: <https://www.livescience.com/28841-fertilizer-explosions-ammonium-nitrate.html>

Chaturvedi A. (2013) Hyderabad blasts: six detained for questioning, *NDTV* [Online] Disponible en: <https://www.ndtv.com/cheat-sheet/hyderabad-blasts-six-detained-for-questioning-514277>

Conflict Armament Research (2016) TRACING THE SUPPLY OF COMPONENTS USED IN ISLAMIC STATE IEDS: Evidence from a 20-month investigation in Iraq and Syria. *Conflict Armament Research*, p.16. Disponible en: <https://www.conflictarm.com/wp-content/uploads/2016/02/Tracing-The-Supply-of-Components-Used-in-Islamic-State-IEDs.pdf>

Government of Western Australia, Department of Mines and Petroleum (2013) Code of practice: Safe storage of solid ammonium nitrate. Third Edition. Disponible en: https://www.dmp.wa.gov.au/Documents/Dangerous-Goods/DGS_COP_StorageSolidAmmoniumNitrate.pdf

Guy R. Colonna P.E. (2010) Fire Protection Guide to Hazardous Material. 14th Edition. Quincy, MA.

Health and Safety Executive (2007) Ammonium nitrate [Online]. Disponible en: <https://www.hse.gov.uk/explosives/ammonium/index.htm>

Health and Safety Executive (2007) Ammonium nitrate [Online], Disponible en: <https://www.hse.gov.uk/explosives/ammonium/index.htm>

Health and Safety Executive (1996) Storing And Handling Ammonium Nitrate <https://www.hse.gov.uk/pubns/indg230.pdf>

Hourelid K. (2019) Exclusive: U.N. says Somali militants using home-made explosives to step up attacks, Reuters [Online] Disponible en: <https://www.reuters.com/article/us-somalia-un-exclusive/exclusive-u-n-says-somali-militants-using-home-made-explosives-to-step-up-attacks-idUSKCN1SN0ZL>

International Maritime Organisation (2018) International Maritime Dangerous Goods Code, 2018 Edition, IMO Publishing. Disponible en: <http://www.imo.org/en/Publications/Documents/IMDG%20Code/IMDG%20Code,%202018%20Edition/IL200E.PDF>

Kirk-Othmer (1980) Encyclopedia of Chemical Technology. 3rd ed., Volumes 1-26. New York, NY: John Wiley and Sons, 1978-1984.

Kristensen Tor E. (2016) A factual clarification and chemical-technical reassessment of the 1921 Oppau explosion disaster: the unforeseen explosivity of porous ammonium sulfate nitrate fertiliser, FFI-rapport: FFI-RAPPORT 16/01508.

Lewis, R.J. Sr. (2007) Hawley's Condensed Chemical Dictionary 15th Edition. New York, John Wiley & Sons, Inc.

Marrakesh blast was remote-controlled bomb: France (2011), Reuters [Online] Disponible en: <https://www.reuters.com/article/us-morocco-blast/marrakesh-blast-was-remote-controlled-bomb-france-idUSTRE73R39T20110430>

National Center for Biotechnology Information (2020). *PubChem Compound Summary for CID 22985, Ammonium nitrate*. Disponible en: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Ammonium-nitrate>

Norway Terror Attacks Fast Facts (2020) *CNN International* [Online] Disponible en: <https://edition.cnn.com/2013/09/26/world/europe/norway-terror-attacks/index.html>

Overton I. (2017) Addressing the threat posed by IEDs: national, regional and global initiatives. *Action on Armed Violence*. London. Disponible en: <https://aoav.org.uk/wp-content/uploads/2018/05/2018-Addressing-the-threat-posed-by-IEDs.pdf>

Overton I. (2017) Understanding the regional and transnational networks that facilitate IED use. *Action on Armed Violence*. London. Disponible en: <https://s3.amazonaws.com/unoda-web/wp-content/uploads/2017/05/Understanding-the-regional-and-transnational-networks-that-facilitate-IED-use.pdf>

Queensland Government (2020), Storage requirements for security sensitive ammonium nitrate (SSNA), *Explosive information bulletin no. 53*, Version 6. Disponible en: <<https://www.dnrme.qld.gov.au/business/mining/safety-and-health/alerts-and-bulletins/explosives/storage-req-security-sensitive-ammonium-nitrate-ssan>>

Sax, N.I. (1984) *Dangerous Properties of Industrial Materials*. 6th ed. New York, NY: Van Nostrand Reinhold.

Tabor Linenthal E. (1995) Oklahoma City Bombing, *The Encyclopedia of Oklahoma History and Culture*, Disponible en: <<https://www.okhistory.org/publications/enc/entry.php?entry=OK026>>

Tara J. et al. (2020), Beirut explosion rocks Lebanon's capital city, *CNN International*, Disponible en: <https://edition.cnn.com/middleeast/live-news/lebanon-beirut-explosion-live-updates-dle-intl/h_3891a1125d747fc58e9ae75892122257>

The Editors of Encyclopaedia (2020) Texas City explosion of 1947, *Encyclopædia Britannica, inc.* Disponible en: <<https://www.britannica.com/event/Texas-City-explosion-of-1947>>

The International Air Transport Association (2020), *IATA Dangerous Goods Regulations*, 61st Edition, Disponible en: <<https://www.iata.org/en/publications/dgr/>>

The United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), *UN Manual of Tests and Criteria*, Disponible en: <https://www.unece.org/trans/danger/publi/manual/manual_e.html#:~:text=The%20Manual%20of%20Tests%20and%20Criteria%20contains%20criteria%2C%20test%20methods,presenting%20physical%20hazards%20according%20to>

The United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), *UN Recommendations on the Transport of Dangerous Goods - Model Regulations Nature, Purpose and Significance of the Recommendations* [Online] Disponible en: <https://www.unece.org/trans/danger/publi/unrec/rev13/13nature_e.html>

United Nations Office of Disarmament Affairs (2015) *Guide to International Ammunition Technical Guidelines*, 2nd Edition, UNODA, Disponible en: <<https://unoda-web.s3.amazonaws.com/wp-content/uploads/2020/02/iatg-v3-combined.pdf>>

Three die in chemical blast (1972) *The Canberra Times* (ACT: 1926 - 1995) [Online] Disponible en: <<https://trove.nla.gov.au/newspaper/article/102002031>>

Tianjin blast probe suggests action against 123 people (2016) The State Council The People's Republic of China [Online] Disponible en: <http://english.www.gov.cn/news/top_news/2016/02/05/content_281475284781471.htm>

United States Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration (1910), *Guidance on the Ammonium Nitrate Storage Requirements in 29 CFR 1910.109(i)*. Disponible en: <<https://www.osha.gov/laws-regs/standardinterpretations/2014-12-03>>

Unplanned Explosions at Munitions Sites (Updated March 2020), *Small Arms Survey*, disponible en: <<http://www.smallarmssurvey.org/weapons-and-markets/stockpiles/unplanned-explosions-at-munitions-sites.html>>

Williams J. (2016) Manchester bomb: June 15, 1996. A day that changed our city forever, *Manchester Evening News*, Disponible en: <<https://www.manchestereveningnews.co.uk/news/greater-manchester-news/manchester-ira-bomb-20-years-11425324>>

Workplace Health and Safety Electrical Safety Office Workers' Compensation Regulator (2017) Ammonium nitrate. [Online]. Disponible en: <<https://www.worksafe.qld.gov.au/injury-prevention-safety/hazardous-chemicals/specific-hazardous-chemicals/ammonium-nitrate#:~:text=Solutions%20and%20ammonium%20nitrate%20products,also%20include%20non%2Ddangerous%20goods>>



GICHD

AMAT - AN INITIATIVE OF THE GICHD AND UN SAFERGUARD

Sobre AMAT Insights

AMAT Insights cumple con el cometido de analizar y aclarar temas relativos a la gestión segura y sostenible de las municiones, al tiempo que proporciona una fuente de asesoramiento técnico y orientación para los representantes estatales, responsables de la toma de decisiones operativas y profesionales. AMAT Insights apoya la diseminación y aplicación práctica de las Directrices Técnicas Internacionales sobre Municiones (IATG) en contexto.

Sobre AMAT

El Equipo Asesor en Gestión de Municiones (Ammunition Management Advisory Team o AMAT) es una iniciativa compartida del Centro Internacional de Desminado Humanitario de Ginebra (Geneva International Centre for Humanitarian Demining o GICHD) y la Oficina de Asuntos de Desarme de la Organización de las Naciones Unidas (United Nations Office of Disarmament Affairs o UNODA). AMAT supone una respuesta a la urgente necesidad de proporcionar a las naciones un apoyo técnico práctico, experto y sostenible para la gestión segura y eficaz de las municiones, de acuerdo con las IATG. AMAT trabaja para reforzar las capacidades con las que los Estados cuentan para mejorar la seguridad y protección de los existencias de municiones (en consonancia con las IATG), para contribuir así a la reducción mundial del riesgo de explosiones accidentales y desvíos ilícitos, garantizando comunidades más seguras y Estados y sociedades más estables.

AUTOR:

Andrew Grantham MIEpE, Asesor técnico de AMAT

COLABORADORES:

Jovana Carapic, Samuel Paunila y Martina Salini

DISEÑO Y MAQUETACIÓN:

www.acw.uk.com