

“La Seguridad en el Almacenamiento de Municiones y Explosivos en el Ecuador”

Capitán de Ingeniería Miguel Araque Salazar, Egresado de la “Maestría en Gerencia de Seguridad y Riesgos”, Prom. II.

Resumen— Las municiones y explosivos por su naturaleza intrínseca generan un riesgo potencial de afectación al entorno circundante, además son muy apreciadas por grupos ilegales armados y delictivos. Con la finalidad de evitar que una nueva explosión accidental afecte a la población civil y a la vez preservar de la mejor forma los activos del Estado, el Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas se encuentra ejecutando un proyecto de inversión, el cual se está complementando progresivamente con estándares técnicos de seguridad integral (seguridad física + seguridad y salud ocupacional); lo que permitirá realizar una gestión eficaz y segura de las municiones y explosivos de las tres ramas de las Fuerzas Armadas. Luego de la explosión ocurrida en el norte de Quito a finales del año 2011, nace la necesidad que estos conocimientos técnicos - científicos de protección trasciendan de la institución militar y se divulguen a las demás instituciones públicas y privadas que fabriquen, manejen y almacenen municiones y explosivos, con el objeto de precautelar la salud e integridad de quienes efectivamente las manipulan, proteger a terceros de posibles daños y evitar su sustracción ilegal.

I. INTRODUCCIÓN

La explosión accidental ocurrida el 8 de diciembre de 2011, en un polvorín ubicado en el cuartel del Grupo de Intervención y Rescate de la Policía Nacional al norte de Quito, la cual tuvo como resultado más de cien heridos, nuevamente puso de manifiesto la necesidad de realizar la reubicación de las instalaciones de almacenamiento de municiones y explosivos en sitios localizados fuera de los perímetros urbanos de ciudades y poblaciones.



Figura 1. Fotografía de los daños materiales causados en una de las urbanizaciones adyacentes al cuartel del GIR. Fuente: ©Diario El Comercio.

Las estadísticas mundiales indican que en promedio aproximadamente cada mes y medio sucede una explosión accidental en un área de almacenamiento de municiones y explosivos en algún lugar del globo. En Sudamérica,

Ecuador es el país en donde han sucedido la mayor cantidad de eventos en los últimos 25 años, mientras que en el Mundo es Rusia. El análisis de los acontecimientos mundiales ha determinado que los incendios y el mal manejo de municiones se constituyen como las principales causas conocidas de las explosiones.

Esta nueva explosión accidental se suma a las ocurridas en el Ecuador en años anteriores. La Balbina en 1997 (Batallón de Ingenieros No. 69 “Chimborazo”, Riobamba en 2002 (Brigada de Caballería Blindada No. 11 “Galápagos”, Guayaquil en 2003 (Base Naval Sur) y Sangolquí en 2009 (Fábrica de Municiones “Santa Bárbara”) fueron los lugares en donde se suscitaron estos trágicos acontecimientos los cuales tuvieron por efectos negativos pérdidas humanas, económicas y materiales.

En abril de 2003 se publica en el Registro Oficial el texto de la LEY REFORMATORIA A LA LEY DE FABRICACIÓN, IMPORTACIÓN, EXPORTACIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y TENENCIA DE ARMAS MUNICIONES, EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS, luego de que el Congreso Nacional la discutiera y aprobara. En el artículo 24-A de la mencionada Ley, principalmente se dispone que la producción y almacenamiento de armas de guerra, pólvora, bombas, explosivos y afines debe efectuarse en locales definidos por el Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas en coordinación con el Municipio y el Cuerpo de Bomberos de la jurisdicción y autorizados por el Ministerio de Defensa Nacional; también exige que los mismos no deberán estar ubicados en centros poblados ni en propiedad comunitaria o de posesión ancestral de los pueblos indígenas. Finalmente, indica que en dichos locales permanecerá personal especializado de las Fuerzas Armadas o de la empresa autorizada para realizar el cuidado y mantenimiento de los mismos y bajo estrictas medidas de seguridad.

El Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas Ecuatorianas desde septiembre de 2008, se encuentra ejecutando el proyecto “Protección y Seguridad de la Población Civil en el Almacenamiento y Manejo de Municiones y Explosivos de FF.AA.” con el objetivo de implementar un sistema de protección que permita reducir la probabilidad de ocurrencia de una nueva explosión accidental durante las actividades de gestión de municiones y explosivos en las Fuerzas Armadas, así como eliminar y/o minimizar el riesgo de afectación a la población civil, militar y sus bienes en caso de su ocurrencia; mediante el diseño, la construcción, el equipamiento y la operación de Depósitos Conjuntos de Municiones, hacia los cuales serán reubicadas las municiones que actualmente se encuentran distribuidas en las diferentes unidades del país.

Como parte de las metas propuestas de este proyecto de inversión, hasta la presente fecha han entrado en operación dos Depósitos Conjuntos de Municiones, lo que ha permitido reubicar municiones que se encontraban en las unidades militares localizadas en los cantones de: Latacunga, Manta, Guayaquil, Mera y Mejía (parcialmente), protegiendo a 404.479 habitantes que viven o trabajan en las inmediaciones de las unidades militares.

Para el diseño y la construcción de los depósitos de municiones y los polvorines que los conforman se han cumplido estándares de seguridad internacionales, especialmente los fijados por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de América, los cuales proporcionan un determinado grado de protección.

Luego de realizada la reubicación de las municiones es imprescindible disminuir al mínimo la posibilidad que se suscite una explosión accidental durante el transporte, almacenamiento, manejo, mantenimiento o disposición final, por esta razón, también se han desarrollado y se están aplicando paulatinamente exigentes estándares de seguridad.

Entonces si Fuerzas Armadas han aprendido con el dolor de las tragedias ocurridas, es el momento de que el trabajo realizado trascienda a otras instituciones de orden público y privado las cuales manipulan de acuerdo a su especificidad municiones y explosivos.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

De las inspecciones realizadas en polvorines de las unidades de las tres ramas de las Fuerzas Armadas y del análisis de las explosiones accidentales ocurridas en el Ecuador, inclusive la última, se han establecido las siguientes vulnerabilidades:

- Existen polvorines en donde se almacenan de municiones y explosivos ubicados en sitios cercanos a: áreas pobladas, vías de comunicación y a las instalaciones administrativas de las unidades militares y policiales.
- El 90% de las estructuras de los polvorines y bodegas de almacenamiento de municiones no brindan la protección, ni la seguridad física e industrial debido a que:
 - No fueron diseñadas ni construidas bajo estándares técnicos de seguridad para contener los efectos de una explosión accidental.
 - No cuentan con un sistema de descargas eléctricas atmosféricas (pararrayos), puesta a tierra de la estructura, ni descarga personal y vehicular.
- Cuando existen dos o más polvorines, no están ubicados uno del otro a una distancia de seguridad calculada en base a la cantidad de municiones y/o explosivos almacenados.
- La cantidad de instalaciones destinadas al

almacenamiento de municiones es menor al requerimiento establecido, por lo que:

- En la mayoría de los casos se dificulta o impide la distribución por grupos de compatibilidad de almacenamiento mixto.
 - Se supera la altura máxima de apilamiento.
 - Se reduce el volumen de aireación y el área de circulación en su interior.
- Almacenamiento de municiones y explosivos que han excedido el tiempo de vida útil o cuya condición es desconocida.
 - Falta de equipamiento especializado para el manejo, transporte y almacenamiento de municiones y/o explosivos, así como para el combate de incendios (vehículos, maquinarias y equipamiento); lo cual no permite que las tareas se efectúen en forma completamente segura.
 - Se privilegia la seguridad física por sobre la seguridad industrial.
 - Durante el almacenamiento y manipulación de municiones y explosivos prevalecen los conocimientos y experiencias de empleo táctico sobre los estándares de seguridad y mejores prácticas establecidas en el ámbito técnico-científico.

Los riesgos que amenazan a las áreas de almacenamiento de municiones y que han sido identificados tomando como base el estudio de las explosiones accidentales en el mundo durante los últimos 25 años son:

Tabla 1.

Riesgos identificados de acuerdo a su fuente

Riesgos Puros		
Riesgos personales, de responsabilidad civil y patrimoniales		
Riesgos de la Naturaleza	Riesgos Tecnológicos	Riesgos Antisociales
<ul style="list-style-type: none"> • Caída de rayo • Elevada temperatura. • Fuego (incendio forestal no provocado) 	<ul style="list-style-type: none"> • Mal manejo de municiones. • Fuego / incendio. • Falla eléctrica. • Auto-ignición de componentes (combustión espontánea). • Desmilitarización y disposición final de municiones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de seguridad física y sabotaje.

Fuente: Estándares de seguridad para la Gestión de Municiones en las Fuerzas Armadas del Ecuador.

El proyecto "Protección y Seguridad de la Población Civil en el Almacenamiento y Manejo de Municiones y Explosivos de FF.AA." tiene por finalidad resolver las

vulnerabilidades detectadas, mediante la materialización de cada uno de sus componentes que son:

- Poseer los estudios y diseños del Puerto Militar y de los Depósitos Conjuntos de Municiones;
- Construir obras de ingeniería destinadas al almacenamiento y manejo seguro de municiones y explosivos;
- Adquirir el equipamiento para el manejo, transporte y almacenamiento seguro de las municiones;
- Reubicar las municiones, operar los Depósitos Conjuntos de Municiones y administrar el proyecto.

Transversalmente a la ejecución del proyecto, se están implementando estándares de seguridad integral, eso quiere decir que abarcan tanto la seguridad física, como la seguridad y salud ocupacional, de nivel internacional, que garanticen el cumplimiento de su objetivo y que sitúen a las Fuerzas Armadas Ecuatorianas a la altura de las de Estados Unidos de América y Europa en la gestión segura de municiones.

En base a lo citado anteriormente, la intención propuesta por el Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas y expuesta en las diferentes reuniones mantenida en diciembre de 2011 en la Secretaría de Seguridad del Municipio de Quito, es transmitir estos conocimientos y experiencias hacia otras instituciones de nuestro país, para erradicar la posibilidad que los efectos desastrosos de las explosiones accidentales de municiones y explosivos almacenados afecten nuevamente a la población civil y sus bienes.

III. EVALUACIÓN DE RESULTADOS

Cuando sucede un acontecimiento como el último ocurrido en el polvorín del GIR, inmediatamente se vislumbra la necesidad de la reubicación de las instalaciones que contienen municiones y explosivos fuera de las áreas urbanas, sin embargo, el simple hecho de llevarlos a un lugar totalmente alejado no disminuye la posibilidad de una explosión accidental en su nueva localización, solamente traslada los efectos fuera de los sitios habitados.

Si sucediera una explosión en una instalación de abastecimiento de combustible, la cual causara daños humanos y materiales, ¿se pensaría en reubicar todas las gasolineras fuera de la ciudad? La respuesta es negativa, debido a que son necesarias dentro de la ciudad, pero su ubicación debe corresponder a un estudio técnico y a un análisis de riesgos con las respectivas acciones para minimizarlos. Antes de su funcionamiento las autoridades municipales y los bomberos deben inspeccionarlas para determinar la factibilidad de su operación.

De forma similar, las instalaciones que almacenen municiones y/o explosivos técnicamente podrían ubicarse cerca de zonas pobladas. Normativamente y previo a su funcionamiento, su ubicación debe ser conocida y aprobada por el Departamento de Control de Armas de la Dirección de Logística del Comando Conjunto de las FF.AA., esto en cumplimiento al Art. 24-A de la LEY DE FABRICACIÓN,

IMPORTACIÓN, EXPORTACIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y TENENCIA DE ARMAS MUNICIONES, EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS; además, es necesario que cuenten con las instalaciones y el equipamiento que proporcione las condiciones necesarias para su funcionamiento seguro, las mismas que deberán ser verificadas por el Cuerpo de Bomberos y el Departamento de Control de Armas. Finalmente, se informará su localización al Municipio del Cantón, para que sea tomada en cuenta en la planificación del ordenamiento territorial y uso del suelo de las áreas circundantes.

Para efectuar el almacenamiento de municiones y explosivos, tanto la legislación vigente como las ordenanzas son claras y deben cumplirse a cabalidad, no obstante, hay que tomar en cuenta una variable técnica, la cual define el grado de protección que brinda una instalación y los efectos esperados en caso de suscitarse una explosión accidental, ésta es la distancia de seguridad.

Para calcular esta variable la fórmula tipo establecida es: $D = K * Q^{1/3}$, en donde D es la distancia de seguridad en metros, K es el factor dependiente del riesgo asumido o permitido y Q es la cantidad de explosivos expresada en peso neto.

De acuerdo al factor K se establecen diferentes distancias de seguridad, así tenemos de menor a mayor las siguientes:

- Distancia entre polvorines (*intermagazine distance*).- Es la mínima distancia permitida entre dos polvorines que almacenan municiones y/o explosivos. Esta distancia tiene por finalidad impedir una detonación simultánea, por lo tanto, no debe omitirse.
- Distancia hacia instalaciones de manejo de municiones (*inraline distance*).- Es la distancia que debe ser mantenida entre un polvorín en servicio y un edificio en donde se realizan tareas de mantenimiento y vigilancia de municiones.
- Distancia hacia vías de tráfico públicas (*public traffic route distance*).- Es la mínima distancia permitida entre una vía de tráfico pública y una instalación que contiene municiones y explosivos. Considerando que esta puede ser una carretera, una línea de ferrocarril o un río navegable.
- Distancia hacia edificios habitados (*inhabited building distance*).- Es la mínima distancia permitida entre un edificio habitado y una instalación que contiene municiones y explosivos. Esta distancia intenta evitar un daño estructural grave por la onda explosiva, la llama y las proyecciones.
- Distancia de seguridad humana (*human safety*).- Es la distancia a la cual las personas pueden estar al descubierto, sin ser afectadas por los efectos de una explosión.

El factor K también varía de acuerdo al grado de protección que brinda la estructura de la instalación que contiene explosivos frente a un evento accidental, por lo tanto, también cambiará la distancia de seguridad; es por ello que cuando se dispone de polvorines cubiertos por tierra las distancias de seguridad se reducen, a diferencia que cuando se cuenta con polvorines superficiales. La construcción de bermas de protección, también disminuye el factor K y por ende las distancias de seguridad.

Otro de los factores presentes en la ecuación para determinar las diferentes distancias de seguridad es Q, el cual corresponde a la cantidad total de explosivos que contiene o puede contener una instalación en un momento dado. La unidad empleada para su aplicación en la fórmula será el kilogramo. Este factor es imprescindible para efectuar la ubicación y el diseño técnico de las instalaciones de almacenamiento de municiones y/o explosivos, empleándola como una constante que fija la máxima cantidad que puede ser almacenada. El peso neto de los explosivos militares e industriales será igual al valor equivalente en TNT. En el caso de las municiones será la cantidad total de sustancias explosivas o altos explosivos contenidos en ellas.

Para realizar la ubicación técnica de los Depósitos Conjuntos de Municiones y determinar las correspondientes, distancias de seguridad, se estableció una cantidad de diseño de 45.359 kilogramos de peso neto de explosivo, considerando la situación más crítica, esto es que todas las municiones almacenadas pertenezcan a la división considerada como la más peligrosa, es decir la 1.1.

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) para promover un almacenamiento y transporte seguro de materiales peligrosos, concibió un “Sistema de Clasificación Internacional” de acuerdo a su peligrosidad. Dentro de esta clasificación, todas las municiones y explosivos convencionales forman parte de la Clase 1.

La Clase 1 “Explosivos” a su vez está dividida en seis divisiones que indican, en orden, el tipo primario de peligro que se espera al ocurrir un evento accidental:

Tabla 2.
División por la peligrosidad de la Clase 1 “Explosivos”

División	Definición
1.1	Sustancias y artículos que tienen un peligro de detonación masiva.
1.2	Sustancias y artículos que tienen un peligro de producción y proyección de fragmentos, pero no se prevé que exista una detonación masiva.
1.3	Sustancias y artículos que tienen peligro de fuego masivo y un menor peligro de onda expansiva o un menor peligro de proyección, o ambas; pero que no tiene peligro de detonación masiva.
1.4	Sustancias y artículos que no presentan un peligro significativo. Fuego moderado sin explosión.

1.5	Sustancias detonantes muy insensibles con muy poca probabilidad de iniciación, que tienen peligro de detonación masiva.
1.6	Artículos extremadamente insensibles que no tienen peligro de explosión masiva.

Fuente: Estándares de seguridad para la Gestión de Municiones en las Fuerzas Armadas del Ecuador.

Otro elemento considerado muy importante para garantizar la seguridad y prevención de accidentes en una instalación que contiene municiones y explosivos, es que durante su operación se realice el almacenamiento conforme a la “compatibilidad de almacenamiento mixto”. Las municiones y explosivos son considerados compatibles cuando pueden ser almacenados o transportados juntos, sin que esto implique un incremento significativo en la probabilidad de accidente o la magnitud del efecto de tal accidente. En el caso de las municiones existen 13 de grupos de compatibilidad de almacenamiento, basados en la similitud de sus características, propiedades y efectos potenciales en caso de accidente.

Por otro lado, para reducir la posibilidad de un evento accidental en las instalaciones de almacenamiento de municiones (polvorines), es necesario que éstas al menos cuenten con las siguientes características:

- Toda la estructura deberá estar debidamente descargada a tierra (aterrizada), inclusive sus elementos accesorios como puertas y ventanas. Esto con la finalidad de reducir la posibilidad de conducir electricidad estática.
- El piso debe ser liso, sin grietas, de forma que impida la filtración de posibles exudaciones de los explosivos.
- Debe existir una placa o manija de cobre conectada a tierra, que permita la descarga de la electricidad estática del personal que ingrese al polvorín.
- Debe disponer de elementos para la ventilación del polvorín, que faciliten la renovación del aire en el interior y el escape de los gases producidos por la degradación de los materiales energéticos de los explosivos y municiones. Para polvorines cubiertos por tierra y subterráneos serán necesarios louvers de ingreso de aire y chimeneas con extractores para su salida.
- La iluminación debe contar con especificación anti-explosión (*explosión proof*), cuando por costos no sea factible su instalación se deberá optar por reflectores exteriores o iluminación natural.
- Para el apantallamiento contra descargas atmosféricas, al exterior deberán montarse torres con pararrayos, considerando que su cobertura debe abarcar por completo la estructura.

Finalmente, para asegurar la seguridad y salud ocupacional

de los operarios de los polvorines, será significativo contar con el siguiente equipamiento:

- Montacargas para el interior de los polvorines con la especificación EE (electrical enclosed) en el caso de que cuenten con motor eléctrico y DS (diesel safety) en caso de los de motor a combustión.
- Extintores de CO₂ y PQS para el exterior e interior de cada polvorín.
- Prendas de protección personal como:
 - Overol de tela NOMEX® III A, especialmente para el manejo de municiones incendiarias, de iluminación, fumígenas y pirotécnicas;
 - Overol de tela 65% poliéster y 25% algodón con tratamiento ignífugo;
 - Botas de media caña con punta de acero;
 - Guantes de seguridad;
 - Gafas de seguridad resistentes al impacto de fragmentos;
 - Respiradores purificadores de aire de media máscara y dos cartuchos o mascarillas de filtrado desechables con filtro de carbón activo;
 - Protección de cabeza, mediante casco liviano tipo gorra;
 - Chaleco tipo malla con cinta reflectiva;
 - Faja de soporte lumbar.

IV. PUBLICACIONES RELACIONADAS

En Latinoamérica no se publican artículos relacionados con el almacenamiento técnico de municiones y explosivos ni en el ámbito militar ni civil.

El Centro Técnico del Ejército de los EE.UU. perteneciente al Centro de Municiones para la Defensa, (*Defense Ammunition Center*) publica trimestralmente boletines técnicos sobre el análisis de incidentes y accidentes ocurridos durante la manipulación de municiones con las correspondientes lecciones aprendidas, además, muestra las iniciativas para mejorar la gestión de municiones y dar solución a problemas que se presentan diariamente.

En Europa, la Small Arms Survey y el Geneva International Centre for Humanitarian Demining, han presentado algunos artículos técnicos que exponen y analizan las causas y efectos de las explosiones ocurridas alrededor del mundo, en áreas de almacenamiento de municiones, considerando también las conclusiones y recomendaciones que procuran mejorar las condiciones de seguridad.

V. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Como parte de la planificación y diseño de las áreas de almacenamiento de municiones y/o explosivos, la ubicación técnica es primordial, constituyéndose como el primer paso

para garantizar la protección requerida hacia terceros. Para efectuarla se requiere establecer como dato fundamental, una cantidad de diseño que permita determinar las correspondientes distancias de seguridad.

Los daños humanos materiales y económicos producidos por las explosiones accidentales ocurridas en el Ecuador, se debieron principalmente a que los áreas de almacenamiento de municiones y explosivos donde ocurrieron, no se encontraban ubicados técnicamente de acuerdo a las distancias de seguridad,

Sin duda alguna, las explosiones accidentales ocurridas pudieron haberse evitado, si se hubieran observado cabalmente todos los estándares de seguridad exigidos en la gestión de municiones y explosivos.

Por lo expuesto, la reubicación de las municiones hacia los nuevos Depósitos Conjuntos de Municiones, permitirá eliminar el riesgo de afectación a los pobladores que habitan en los diferentes cantones, en donde se localizan las unidades militares; mientras que la implementación de estrictos estándares de seguridad durante su gestión, minimiza la posibilidad de ocurrencia de una nueva explosión accidental. Esta iniciativa que se encuentra en marcha es la que deberá irradiarse hacia otras instituciones.

Es importante, puntualizar que los estándares que se están aplicando en la gestión de municiones en los Depósitos Conjuntos son más elevados que los establecidos en la norma técnica INEN 2 216:99 “EXPLOSIVOS. USO, ALMACENAMIENTO, MANEJO Y TRANSPORTE”, ya que las municiones son artículos que han sido específicamente diseñados para crear el mayor daño posible a sus blancos, mientras que los explosivos generan efectos mecánicos que varían de acuerdo a su tipo y empleo.

Como trabajo futuro, el cual tendrá una repercusión nacional será colaborar en la redacción de una nueva norma técnica que reemplace a la INEN 2 216:99.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Araque, Miguel – Navas, Marco. 2004. “Normativa para la Ubicación, Diseño y Construcción de Polvorines Militares”. Proyecto de Grado previo a la obtención del título de Ingeniero Civil. Quito: Escuela Politécnica del Ejército.
- [2] Araque, Miguel. 2010. Proyecto “Protección y Seguridad de la Población Civil en el Almacenamiento y Manejo de Municiones y Explosivos de FF.AA.”. Documento SENPLADES. Quito: Comando Conjunto de las FF.AA.
- [3] Araque, Miguel. 2011. Estándares de Seguridad para la Gestión de Municiones en las Fuerzas Armadas del Ecuador. Proyecto de Grado de la Maestría en Gerencia de Seguridad y Riesgos. Quito: Escuela Politécnica del Ejército.
- [4] Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas. 2011. Manual Técnico para el Transporte de Municiones y Explosivos. Quito, Ecuador.
- [5] U.S. DoD (United States Department of Defense). July, 1998. DoD Ammunition and Explosives Safety Standards. Washington D.C.
- [6] Diario El Comercio. Viernes 9 de diciembre 2011. “Explosión en el GIR”. FOTOGALERÍAS. Disponible en: http://elcomercio.com/seguridad/Explosion-GIR-casas-aledanas-cercanas_5_605389463.html, consultado el 01 de enero del 2012.