EM 385-1-1

Capítulo 29

Voladuras

Traducción de cortesía — la edición oficial y la única con validez es la edición en inglés del U.S. Army Corps of Engineers (15 de marzo de 2024). En caso de diferencia, prevalece el texto en inglés.

Este capítulo aplica a las actividades de voladura realizadas por civiles del Departamento de Defensa (DoD) o por contratistas bajo la dirección del U.S. Army Corps of Engineers (USACE) para trabajos que involucren explosivos comerciales en proyectos de construcción civiles y militares.

29-1. Referencias.

a. Alcohol, Tabaco y Armas de Fuego (ATF) P 5400.7, Publicación de las Leyes y Reglamentos Federales sobre Explosivos (https://www.atf.gov/explosives/docs/report/publication-federal-explosives-laws-and-regulations-atf-p-54007) (29-1.a)

b. ANSI/ASSP A10.7, Requisitos de Seguridad y Salud para el Uso, el Almacenamiento, la Manipulación y el Movimiento en el Sitio de Explosivos Comerciales y Agentes de Voladura en la Construcción y la Demolición (https://webstore.ansi.org/) (29-1.b)

c. DA Pam 385-64, Normas de Seguridad para Municiones y Explosivos (https://armypubs.army.mil/ProductMaps/PubForm/PAM.aspx) (29-1.c)

d. Reglamento de Seguridad de Explosivos de la Defensa (Defense Explosives Safety Regulation) 6055.09 (https://denix.osd.mil/) (29-1.d)

e. Instituto de Fabricantes de Explosivos (Institute of Makers of Explosives, IME) SLP-14, Manual para el Transporte y la Distribución de Materiales Explosivos (https://www.ime.org/products/category/safety_library_publications_slps) (29-1.e)

f. IME SLP-3, Código de Reglamentos Sugerido para la Fabricación, el Transporte, el Almacenamiento, la Venta, la Posesión y el Uso de Materiales Explosivos (https://www.ime.org/products/category/safety_library_publications_slps) (29-1.f)

g. IME SLP-20, Guía de Seguridad para la Prevención de los Peligros de la Radiación de Radiofrecuencia en el Uso de Detonadores Eléctricos Comerciales (Fulminantes) (https://www.ime.org/products/category/safety_library_publications_slps) (29-1.g)

h. NFPA 495, Código de Materiales Explosivos (https://www.nfpa.org/Codes-and-Standards) (29-1.h)

i. UFGS 31 23 00.00, Excavación de Túneles - Voladuras (https://www.wbdg.org/ffc/dod/unified-facilities-guide-specifications-ufgs/ufgs-31-23-00-00) (29-1.i)

j. 27 CFR 555, Comercio de Explosivos (https://www.govinfo.gov/content/pkg/CFR-2020-title27-vol3/pdf/CFR-2020-title27-vol3-part555.pdf) (29-1.j)

k. 29 CFR 1910.109, Explosivos y Agentes de Voladura (https://www.govinfo.gov/content/pkg/CFR-2020-title29-vol5/pdf/CFR-2020-title29-vol5-sec1910-109.pdf) (29-1.k)

l. 29 CFR 1926 Subparte U, Voladuras y el Uso de Explosivos (https://www.govinfo.gov/content/pkg/CFR-2020-title29-vol8/pdf/CFR-2020-title29-vol8-part1926-subpartU.pdf) (29-1.l)

m. 49 CFR 177.835, Materiales de la Clase 1 (https://www.govinfo.gov/content/pkg/CFR-2020-title49-vol2/pdf/CFR-2020-title49-vol2-sec177-835.pdf) (29-1.m)

29-2. Definiciones.

a. Asistente (Attendant). Una persona autorizada que tiene los explosivos o el uso de explosivos dentro de su campo de visión y con la capacidad de responder apropiadamente. (29-2.a)

b. Área de Voladura (Blast Area). El área de una voladura que está dentro de la influencia de la roca y los fragmentos proyectados, los gases y la conmoción que pueden causar lesiones a las personas o daños a la propiedad. (29-2.b)

c. Sitio de Voladura (Blast Site). El área donde se maneja material explosivo durante la carga de los barrenos, incluidos 50 pies (15.2 m) en todas las direcciones desde el perímetro formado por los barrenos cargados. Un mínimo de 30 pies (9.1 m) puede sustituir el requisito de 50 pies (15.2 m) si el perímetro de los barrenos cargados está marcado y separado de las áreas ajenas al sitio de voladura mediante una barrera. Los requisitos de distancia de 50 pies (15.2 m) o 30 pies (9.1 m), según aplique, rigen en todas las direcciones a lo largo de toda la profundidad del barreno. En minas subterráneas, al menos 15 pies (4.6 m) de costilla, pilar o roca quebrada sólida pueden sustituir la distancia de 50 pies (15.2 m). (29-2.c)

d. Volador (Blaster). Una persona calificada que ayuda con el diseño, la carga y el disparo de explosivos. (29-2.d)

e. Volador a Cargo (Blaster-in-Charge). El volador que está a cargo de y es responsable del diseño, la carga y el disparo de explosivos en un sitio de trabajo específico. (29-2.e)

f. Fondos de Barreno (Bootlegs). La parte de un barreno perforado que permanece cuando la fuerza de la explosión no quiebra la roca por completo hasta el fondo del barreno. (29-2.f)

g. Detonador Eléctrico (Electric Detonator). Un detonador diseñado para ser iniciado por medio de una corriente eléctrica y capaz de ello. (29-2.g)

h. Detonador Electrónico (Electronic Detonator). Un detonador que utiliza energía eléctrica almacenada como medio para alimentar un elemento/módulo electrónico de retardo de tiempo y que proporciona la energía de iniciación para disparar la carga base. (29-2.h)

i. Roca Proyectada (Flyrock). Material propulsado desde el área de voladura por la fuerza de una explosión. (29-2.i)

j. Persona Calificada (Qualified Person, QP). Ver los párrafos 1-2 o 2-2, según aplique. (29-2.j)

k. Voladura Subterránea (Underground Blasting). El uso controlado de explosivos y otros métodos en la construcción subterránea, tiros y cajones (caissons). (29-2.k)

29-3. Calificación y Capacitación Requeridas del Personal.

a. General. (29-3.a)

- (1) El personal que participa en las operaciones de voladura debe estar capacitado en lo siguiente:
- (a) Los requisitos para el manejo, el transporte y el almacenamiento de explosivos.
- (b) Los programas de capacitación y las certificaciones de los empleados, según lo requieran el estado o la compañía.
- (c) Los tipos de explosivos.
- (d) El programa de actividades y los procedimientos de carga.
- (e) El programa detallado de voladuras.
- (f) La ruta de transporte de los explosivos.
- (g) Las señales, los métodos y los lugares de seguridad.
- (h) El despeje del área de voladura.

- (i) Los métodos para asegurar el sitio.
- (2) Todo el personal que trabaje con explosivos debe estar en buena condición física para realizar las tareas necesarias. El personal debe poder entender y dar órdenes escritas y verbales.
- (3) Todas las personas que participen en el transporte, el almacenamiento, la manipulación o el uso de explosivos o agentes de voladura deben tener al menos 21 años de edad. Si las regulaciones nacionales, estatales o locales aplicables lo permiten, los trabajadores de al menos 18 años de edad que solo manejen materiales explosivos deben ser supervisados por un volador con licencia.
- (4) Todas las personas que participen en el transporte, el almacenamiento, la manipulación o el uso de explosivos o agentes de voladura deben estar capacitadas y ser capaces de leer y entender instrucciones en inglés.
- (5) Todas las personas que manejen materiales explosivos deben estar capacitadas en las siguientes áreas:
- (a) Los peligros físicos y para la salud de los materiales explosivos.
- (b) Las actividades operativas relacionadas con el uso de los explosivos.
- (c) Los planes de procedimientos de emergencia en caso de incendio o explosión.

b. Transporte de Materiales Explosivos. (29-3.b)

- (1) Los operadores de vehículos que transporten materiales explosivos deben estar físicamente aptos, ser cuidadosos y confiables, y poder leer y entender las instrucciones de seguridad (ver el párr. 18-3).
- (2) Solo el conductor autorizado y su ayudante pueden viajar en cualquier medio de transporte que transporte materiales explosivos o detonadores.
- (3) El conductor debe estar capacitado en el uso de un extintor portátil (ver el capítulo 9).
- (4) Los conductores deben estar capacitados en las normas aplicables del Departamento de Transporte (DOT) o del Departamento de Defensa (DoD).

c. Voladores. Los voladores deben estar capacitados y certificados para el tipo de voladura que se realice en el sitio. (29-3.c)

- (1) Los voladores deben estar calificados, por su capacitación, conocimiento o experiencia, en el campo del transporte, el almacenamiento, la manipulación y el uso de explosivos. Deben tener un conocimiento práctico de las leyes y regulaciones estatales y locales relacionadas con los explosivos.
- (2) Los voladores deben contar con licencia, según aplique, de acuerdo con las regulaciones estatales y locales.
- (3) Los voladores deben presentar evidencia satisfactoria de su competencia en el manejo de explosivos y en realizar de manera segura el tipo de voladura que se requerirá.
- (4) Los voladores deben conocer el uso de cada tipo de material explosivo y de circuito de voladura que se emplee.

d. Volador a Cargo. El Volador a Cargo debe contar con licencia otorgada por la Autoridad con Jurisdicción (AHJ). Cuando trabaje en una jurisdicción sin un programa de licencias aplicable administrado por la AHJ, el Volador a Cargo debe ser una Persona Competente (CP). Ver los párrafos 1-2 o 2-2, según aplique, para la definición de CP. (29-3.d)

e. Asistentes. Los asistentes deben: (29-3.e)

- (1) Estar al tanto de la clase de material explosivo que lleva el vehículo de motor y de sus peligros inherentes.
- (2) Estar familiarizados con las medidas y los procedimientos a seguir para proteger al público de los peligros inherentes.
- (3) Estar familiarizados con el vehículo que se les asigne atender.

- (4) Estar capacitados, autorizados y habilitados para mover el vehículo cuando se requiera.
- (5) Estar despiertos y alertas y no ocuparse en otros deberes o actividades como conversaciones telefónicas, mensajes de texto, escuchar música u otras actividades electrónicas o de internet que desvíen la atención del Asistente del vehículo y los explosivos.

29-4. Funciones y Responsabilidades.

a. Volador. (29-4.a)

- (1) Para los detonadores eléctricos y electrónicos, los Voladores deben probar todos los circuitos de voladura utilizando únicamente galvanómetros de voladura u otros instrumentos que hayan sido diseñados específicamente para este propósito.
- (2) Mantener un registro exacto y actualizado de los explosivos, agentes de voladura y suministros de voladura utilizados en cada voladura.

b. Volador a Cargo. El Volador a Cargo es responsable de llevar a cabo lo siguiente: (29-4.b)

- (1) Retirar los circuitos eléctricos.
- (2) Asegurar la iluminación segura del sitio de voladura.
- (3) Cargar los barrenos de disparo.
- (4) Conectar los circuitos de voladura.
- (5) Desalojar el sitio de voladura.
- (6) La ubicación segura del personal durante la voladura.
- (7) Detonar la ronda.
- (8) Realizar una inspección minuciosa de los componentes de la voladura después de la conexión de los detonadores, de acuerdo con el Plan Maestro de Voladuras.
- (9) Asegurar que se sigan las prácticas adecuadas de cortocircuitado (shunting) y/o conexión y que los cables de voladura no se conecten a la fuente de energía, la máquina de voladura u otro dispositivo de iniciación hasta que la voladura esté lista para dispararse.
- (10) Inspeccionar el sitio de voladura después de la detonación para verificar que todas las cargas hayan detonado, determinar que es seguro y dar la señal de todo despejado (all-clear).
- (11) Desarrollar un procedimiento para resolver la falla de detonación y comunicar ese plan al personal esencial antes de que comience el trabajo. El procedimiento se detallará en el Plan Maestro de Voladuras.
- (12) Supervisar el transporte, la manipulación, el almacenamiento y el uso de explosivos, agentes de voladura y equipo de voladura, lo que incluye supervisar a los Voladores, dirigir y supervisar toda la carga y el disparo, y supervisar la perforación realizada para neutralizar las fallas de detonación. Asegurar que todo el personal esté físicamente apto y sea capaz de realizar las tareas según sea necesario.

c. Trabajadores/Manipuladores de Explosivos. Todas las personas que participen en el transporte, el almacenamiento, la manipulación o el uso de explosivos o agentes de voladura no deben estar bajo la influencia de intoxicantes, narcóticos u otras sustancias que reduzcan su capacidad de funcionar normalmente. (29-4.c)

29-5. Requisitos de Inspección.

a. Máquinas de Voladura. Inspeccionar las máquinas de voladura de acuerdo con las instrucciones del fabricante. (29-5.a)

b. Todos los barrenos o cargas cargados deben verificarse y localizarse, y todas las conexiones de cordón detonante deben inspeccionarse antes de disparar la voladura. (29-5.b)

c. Volador. El Volador debe inspeccionar el sitio de voladura para determinar que todas las cargas hayan detonado. Una evaluación del sitio de voladura debe incluir la identificación de los componentes que pueden inspeccionarse de manera segura y la determinación de las acciones apropiadas de acuerdo con el Plan Maestro de Voladuras. (29-5.c)

d. Vehículo de Motor. Los vehículos de motor utilizados para transportar materiales explosivos deben inspeccionarse cada día antes de su uso para determinar que están en condiciones adecuadas para un transporte seguro. La inspección debe verificar que: (29-5.d)

- (1) Los extintores de incendio están cargados y listos para usarse.
- (2) Todo el cableado eléctrico está protegido y sujeto para prevenir cortocircuitos.
- (3) El chasis, el motor, la bandeja y la parte inferior de la carrocería están razonablemente limpios y libres de exceso de aceite y grasa.
- (4) Los tanques de combustible, las líneas de alimentación y las líneas de cruce están seguros y no tienen fugas.
- (5) Los frenos, las luces (incluidas las luces de reversa), las alarmas, las bocinas, los limpiaparabrisas, los desempañadores y el mecanismo de dirección funcionan correctamente.
- (6) Las llantas están infladas correctamente, se encuentran en condiciones de servicio y están libres de defectos y disparidades que pudieran causar sobrecalentamiento o falla.
- (7) Se exhiben las señales/rótulos de seguridad.

e. Inventario del Polvorín. Inspeccionar los inventarios del polvorín para verificar el contenido y las cantidades, incluidos: (29-5.e)

- (1) Fecha de adquisición.
- (2) Nombre/marca del fabricante.
- (3) Marcas/identificación del fabricante.
- (4) Cantidad.
- (5) Descripción.
- (6) Nombre, dirección y número de licencia de quien lo entrega.
- (7) Transacciones diarias con documentación disponible a solicitud.
- (8) Que el polvorín se inspeccionó al menos cada siete días, con documentación disponible a solicitud.

f. Polvorines. Inspeccionar los polvorines para verificar: (29-5.f)

- (1) Que el polvorín y los candados cumplen los requisitos de la ATF P 5400.7.
- (2) Que todos los caminos de acceso a las instalaciones de almacenamiento de materiales explosivos están señalados con un letrero que indica que no se deben combatir los incendios de explosivos, que se almacenan explosivos en el sitio y un número de contacto.
- (3) Que todos los letreros están ubicados de modo que una bala que atraviese el letrero no impacte un polvorín.
- (4) Que los polvorines se utilizan únicamente para almacenar materiales explosivos y otros materiales de voladura.
- (5) Que el peso explosivo neto total almacenado no excede la cantidad para la cual el polvorín es adecuado.
- (6) Que el polvorín está conectado a tierra adecuadamente.
- (7) Que el departamento de bomberos local ha sido notificado del tipo, la capacidad del polvorín y la ubicación de cada sitio donde se almacenan materiales explosivos.

g. Registros de Voladura. Inspeccionar los registros de voladura para verificar que contienen: (29-5.g)

- (1) Los nombres del Volador a Cargo y de los miembros individuales de la cuadrilla.
- (2) Los nombres de todo el personal presente en el sitio de voladura durante la carga.
- (3) La ubicación exacta del sitio de voladura y las condiciones del tiempo.
- (4) Información individual específica de cada voladura, que incluya la carga de los barrenos, datos geológicos como los cambios en las condiciones de la roca observados en los barrenos de perforación y datos de cumplimiento de vibraciones.
- (5) Un croquis del sitio de voladura que muestre las ubicaciones y el número de detonadores y cebos, y las libras de explosivo.
- (6) La hora de la voladura.
- (7) La firma del Volador a Cargo.

29-6. Requisitos del Análisis de Peligros de la Actividad (AHA).

Desarrollar los Análisis de Peligros de la Actividad (AHA) de acuerdo con los párrafos 1-6 o 2-6, según aplique. El AHA debe incluir disposiciones para las actividades de voladura que se realicen, incluidos el transporte y la manipulación.

29-7. Requisitos Mínimos de los Planes.

a. Plan de Seguridad del Sitio de Explosivos (Explosives Site Safety Plan, ESSP). Se requiere un ESSP cuando se almacenan explosivos en el sitio. El plan debe desarrollarse de acuerdo con ANSI/ASSP A10.7 y las regulaciones federales y estatales aplicables antes de colocar explosivos en el sitio o de iniciar operaciones relacionadas con explosivos. Si el sitio es una instalación militar, el ESSP debe ser aprobado por la Junta de Seguridad de Explosivos del DoD (DoD Explosives Safety Board). (29-7.a)

b. Plan Maestro de Voladuras. Desarrollar un Plan Maestro de Voladuras antes de colocar explosivos en el sitio o de iniciar cualquier operación relacionada con explosivos. Presentar el Plan Maestro de Voladuras al supervisor del USACE para su aprobación por el experto en la materia (SME) de voladuras, o al Oficial de Contratación (KO) o al Representante del Oficial de Contratación (COR) para su aceptación por el SME de voladuras. Como mínimo, debe contener lo siguiente: (29-7.b)

- (1) Los nombres, las calificaciones, las certificaciones y las responsabilidades del personal que participa con explosivos; ver el párrafo 29-3. Incluir, como mínimo, al Volador a Cargo.
- (2) Los requisitos del contratista para el manejo, el transporte y el almacenamiento de explosivos.
- (3) Los programas de capacitación y las certificaciones de los empleados.
- (4) Los tipos de explosivos.
- (5) El programa de actividades y los procedimientos de carga.
- (6) El programa detallado de voladuras.
- (7) La ruta de transporte de los explosivos.
- (8) Los métodos y lugares de las señales de seguridad.
- (9) El despeje del área de voladura.
- (10) Un diagrama de cableado de ejemplo.
- (11) Los métodos para asegurar el sitio.
- (12) Sismógrafo, vibración y control de daños.
- (13) Disparos de prueba, inspección posterior a la voladura y procedimientos para fallas de detonación.
- (14) Disposiciones para la disposición de explosivos, agentes de voladura y material no utilizado y asociado.
- (15) Requisitos de ventilación posteriores a la voladura.

- (16) Requisitos de relaciones públicas antes y después de la voladura (por ejemplo, comunicación con la comunidad y protección de estructuras y personal).
- (17) Procedimientos para fallas de detonación.
- (18) La distancia segura de alejamiento para el personal durante la voladura y la remediación de fallas de detonación. La distancia debe basarse en la distancia de separación física y/o en barreras naturales o construidas.
- (19) Procedimiento para peligros de rayos y estática; las especificaciones del proyecto detallarán lo que se requiere para cada uno en un proyecto.

c. Plan de Monitoreo de Vibraciones. Preparar un plan escrito para monitorear las vibraciones y la onda aérea (air blast) antes de iniciar las operaciones de voladura controlada, para el supervisor del USACE para su aprobación o el KO o COR para su aceptación. El plan, como mínimo, debe incluir:

- (1) Las estructuras que requieren un levantamiento previo a la voladura.
- (2) Los lugares para la instrumentación de monitoreo.
- (3) Los tipos y el número de instrumentos.
- (4) Informes de ejemplo para mostrar los resultados del monitoreo.

29-8. Requisitos Generales.

a. General. (29-8.a)

- (1) Prerrequisitos. Obtener permiso escrito del supervisor del USACE/KO o COR antes de traer materiales explosivos al sitio de trabajo. El reabastecimiento periódico de suministros previamente aprobados no requiere una nueva aprobación.
- (2) Un Volador a Cargo debe supervisar el transporte, la manipulación, el almacenamiento y el uso de explosivos, agentes de voladura y equipo de voladura. Los Voladores deben trabajar bajo la supervisión del Volador a Cargo.
- (3) Proporcionar letreros de advertencia en los puntos de acceso al área de voladura.
- (4) Suspender las operaciones que involucren el manejo o el uso de materiales explosivos y mover al personal a un área segura durante la aproximación o el desarrollo de una tormenta eléctrica o una tormenta de polvo. Establecer e implementar controles para prevenir la descarga accidental de los fulminantes eléctricos por electricidad extraña.
- (5) No realizar operaciones de voladura cerca de líneas aéreas de energía, líneas de comunicaciones, servicios públicos u otras estructuras hasta que los operadores y/o propietarios hayan sido notificados y se hayan tomado medidas para un control seguro.
- (6) El Volador a Cargo dirigirá y supervisará toda la carga y el disparo.
- (7) Utilizar un sistema positivo para detectar y medir la probabilidad de rayos o de descargas masivas de electricidad estática.
- (8) Seguir los procedimientos del Plan Maestro de Voladuras cuando exista peligro de rayos o estática o cuando un dispositivo de detección de estática indique un peligro potencial.
- (9) Utilizar una máquina de voladura eléctrica o una fuente de energía diseñada adecuadamente para iniciar cualquier voladura disparada con detonadores eléctricos.
- (a) Utilizar una máquina de voladura o un dispositivo de arranque de acuerdo con las instrucciones del fabricante para iniciar cualquier voladura disparada con detonadores no eléctricos.
- (b) Utilizar un sistema de iniciación no eléctrico aprobado, de acuerdo con las instrucciones del fabricante y los requisitos del sistema, cuando se realicen voladuras cerca de instalaciones de transmisión de radar o radio o cerca de fuentes de energía eléctrica donde las pruebas hayan mostrado que la energía de

radiofrecuencia (RF) o la corriente eléctrica parásita pueden presentar un peligro para la voladura eléctrica.

- (c) Cuando se utilicen detonadores eléctricos, cortocircuitar (shunt) los cables de las patas hasta conectarlos al circuito para el disparo.
- (10) Iniciar el cordón detonante mediante detonador no eléctrico (fulminante y mecha), detonador eléctrico, detonador de tubo de choque o detonador iniciado por gas, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- (11) Utilizar detonadores eléctricos de retardo, detonadores de retardo no eléctricos, conectores de cordón detonante o detonadores electrónicos para todas las voladuras con retardo, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- (12) Después de disparar el tiro, desconectar de inmediato el cable entre los interruptores y bloquear ambos interruptores en la posición abierta.
- (13) El Volador debe mantener en su posesión las llaves de la máquina de voladura en todo momento.
- (14) Utilizar cables de núcleo sólido aislados, del tamaño apropiado y en buenas condiciones, para todas las líneas.
- (15) Proporcionar suficiente línea de disparo para permitir que el volador se ubique a una distancia segura de la voladura. Considerar los siguientes factores al determinar la distancia segura del área de voladura:
- (a) La geología o el material a volar.
- (b) El patrón de voladura.
- (c) El burden, la profundidad, el diámetro y el ángulo de los barrenos.
- (d) La experiencia previa de voladuras en el sitio.
- (e) El sistema de retardo, el factor de carga (powder factor) y las libras por retardo.
- (f) El tipo y la cantidad de material explosivo.
- (g) El tipo y la cantidad de retacado (stemming).
- (16) No operar equipo mecanizado (incluidas las perforadoras) dentro de 50 pies (15.2 m) de un barreno cargado, a menos que se coloquen esteras de voladura o cobertura posterior.
- (17) El uso de pólvora negra está prohibido.
- (18) Ningún desecho de la carga de explosivos, como cajas vacías, papel y empaques de fibra, puede reutilizarse para ningún propósito. Borrar todas las marcas de explosivos y desechar los residuos en un lugar aprobado o hacerlos inutilizables por un método aprobado por el supervisor del USACE o aceptado por el KO o COR.

b. Máquinas de Voladura. (29-8.b)

- (1) Operar, mantener, probar (antes de su uso y periódicamente después) e inspeccionar las máquinas de voladura de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- (2) Asegurar las máquinas de voladura de modo que solo sean accesibles para el Volador. Solo el Volador puede conectar el cable principal a la máquina.
- (3) No conectar ninguna línea de disparo a una máquina de voladura u otra fuente de energía hasta que el tiro vaya a dispararse. La línea de disparo debe verificarse con un instrumento de voladura aprobado antes de conectarla a la máquina de voladura u otra fuente de energía.

c. Suministro de Energía para Voladuras. Cuando la energía para la voladura se toma de circuitos de energía, el voltaje no debe exceder 550 voltios. (29-8.c)

- (1) El interruptor de voladura debe ser un interruptor de doble polo y doble tiro, sin conexión a tierra, listado por UL (u otro Laboratorio de Pruebas Reconocido a Nivel Nacional, NRTL), cerrado y operado externamente, que cortocircuite las líneas de disparo cuando esté bloqueado en la posición abierta.

- (2) Instalar un interruptor con conexión a tierra entre el interruptor de voladura y el circuito de energía, a una distancia no menor de 15 pies (4.6 m) del interruptor de voladura.
- (3) Proporcionar una separación por rayos (lightning gap) de al menos 15 pies (4.6 m) entre los dos interruptores. Usar cable, enchufe y receptáculo para hacer la conexión de la separación.

d. Almacenamiento de Explosivos. (29-8.d)

- (1) Cuando esté en una instalación del DoD, almacenar los explosivos de acuerdo con los requisitos del ESSP.
- (2) Cuando esté en una instalación ajena al DoD, almacenar los explosivos de acuerdo con los requisitos de la ATF P 5400.7.
- (3) Mantener dos copias de un inventario corriente y exacto de todos los explosivos y agentes de voladura almacenados en el sitio del proyecto. Mantener una en el polvorín y otra en una instalación que esté al menos a 50 pies (15.2 m) del polvorín.

e. Seguridad de los Explosivos. (29-8.e)

- (1) Vigilar las áreas de los polvorines para controlar el acceso a los explosivos y asegurar que nadie manipule los explosivos durante las horas no laborables.
- (2) No abandonar materiales explosivos.
- (3) Si los explosivos se pierden o son robados, informar de inmediato (dentro de 24 horas) las circunstancias y los detalles del incidente a la oficina de la ATF más cercana, a las autoridades locales del orden público y al supervisor del USACE/KO o COR.

f. Transporte de Materiales Explosivos. (29-8.f)

- (1) Cumplir con los siguientes requisitos federales y con cualquier requisito estatal aplicable al transportar materiales explosivos por los siguientes medios.
- (a) Cumplir con los requisitos del DOT al transportar por carreteras públicas.
- (b) Cumplir con los requisitos de la Guardia Costera de EE. UU. (USCG) al transportar por embarcación.
- (c) Cumplir con los requisitos de la Administración Federal de Aviación (FAA) al transportar por aeronave.
- (2) No cargar los vehículos utilizados para el transporte de materiales explosivos más allá de su capacidad nominal. Asegurar los materiales explosivos para prevenir el desplazamiento de la carga o su desprendimiento del vehículo. Cuando los materiales explosivos se transporten en un vehículo de carrocería abierta, montar de forma segura un polvorín o contenedor cerrado sobre la plataforma para contener la carga.
- (3) Exhibir los rótulos, las letras y/o la numeración requeridos por el DOT en todos los vehículos que transporten materiales explosivos.
- (4) No transportar materiales explosivos y suministros de voladura con otros materiales o cargas. No transportar detonadores en el vehículo o medio de transporte junto con otros explosivos, realizado de acuerdo con 49 CFR 177.835.
- (5) Los vehículos utilizados en el transporte de explosivos deben ser de construcción sólida, estar en buen estado de reparación y tener plataformas herméticas para prevenir que los explosivos caigan del vehículo. Los extremos y los lados de los vehículos deben ser lo suficientemente altos para prevenir que los contenedores se caigan.
- (6) No llevar herramientas que produzcan chispas, carburos, aceites, cerillos, armas de fuego, baterías eléctricas de almacenamiento, sustancias inflamables, ácidos ni compuestos oxidantes o corrosivos en la plataforma o la carrocería de ningún vehículo que transporte materiales explosivos.
- (7) Equipar los vehículos que transporten materiales explosivos con dos extintores de incendio con una clasificación de 4A-40B:C según NFPA 495 y el IME SLP-3, y colocarlos en puntos estratégicos (ver el párr.

9-7).

- (a) Los extintores deben ser de un tipo listado por un NRTL y deben estar listos para usarse.
- (b) Capacitar al conductor sobre cómo usar el extintor de incendio (ver el párr. 29-3.b).
- (8) No conducir un vehículo que contenga materiales explosivos a un taller o garaje de reparación, ni estacionarlo en áreas congestionadas, ni almacenarlo por ningún tiempo en un garaje público o edificio similar.
- (9) Operar con extremo cuidado los vehículos que transporten materiales explosivos. Los conductores deben detenerse en los accesos a todos los cruces de ferrocarril y carreteras principales, y los vehículos no pueden avanzar hasta que se sepa que el camino está despejado.
- (10) Reabastecer de combustible los vehículos cargados con explosivos de acuerdo con la DA Pam 385-64.
- (11) Las personas empleadas en el transporte, la manipulación u otro uso de materiales explosivos no deben fumar ni llevar consigo o en el vehículo cerillos, armas de fuego, municiones o dispositivos productores de flama.
- (12) Hacer previsiones para la transferencia segura de materiales explosivos a embarcaciones polvorín (por ejemplo, rampas o pasarelas sólidas y libres de riesgos de tropiezo).
- (13) No dejar sin atención los vehículos que transporten materiales explosivos.
- (14) Notificar al operador del malacate antes de transportar materiales explosivos en un transporte de tiro.
- (15) Para el trabajo subterráneo, izar, bajar o transportar los materiales explosivos en un carro de pólvora. No transportar ningún otro material, suministro o equipo en el mismo transporte al mismo tiempo.
- (16) No permitir que ninguna persona viaje en ningún transporte de tiro que transporte materiales explosivos. Cargar y descargar solo cuando el transporte esté detenido.
- (17) No transportar materiales explosivos en ninguna locomotora. Al menos dos largos de carro deben separar la locomotora del carro de pólvora.
- (18) No transportar materiales explosivos en un viaje de transporte de personal.
- (19) Jalar, no empujar, el carro o transporte que contenga materiales explosivos siempre que sea posible.
- (20) Colocar un letrero reflectorizado en cada carro de pólvora o transporte. El letrero debe ser reflectorizado, con un fondo de contraste marcado y la palabra «EXPLOSIVES» (EXPLOSIVOS) en letras de no menos de 4 pulgadas (10.2 cm) de altura en cada lado.

g. Manejo de Materiales Explosivos. (29-8.g)

- (1) No fumar ni usar luces abiertas o fuego de ningún tipo dentro de 50 pies (15.2 m) de cualquier área donde se manejen explosivos. No se permiten fuentes de ignición, excepto los medios necesarios para encender mechas o disparar detonadores eléctricos, en un área que contenga barrenos cargados.
- (2) Utilizar únicamente herramientas o instrumentos que no produzcan chispas para abrir los contenedores de materiales explosivos. Pueden usarse cortadores de metal para abrir cajas de cartón, bolsas de papel o tubos de plástico.
- (3) Retirar los materiales explosivos de los contenedores solo a medida que se necesiten para su uso inmediato.
- (4) Los materiales explosivos y los detonadores o cebos deben llevarse por separado al área de voladura en los contenedores originales, polvorines Tipo 3 o contenedores de acuerdo con 49 CFR 177.835.
- (5) No preparar cebos por adelantado ni en exceso de la necesidad inmediata para un barreno que se esté cargando.
- (6) No preparar cebos en los polvorines o cerca de ellos, ni cerca de cantidades excesivas de materiales explosivos.

- (7) Después de la carga, retirar todos los materiales explosivos y detonadores excedentes a un lugar seguro o devolverlos de inmediato a los polvorines de almacenamiento. Seguir las mismas reglas que al llevarlos al área de voladura.
- (8) No llevar a un área subterránea de carga más materiales explosivos que la cantidad estimada necesaria para la voladura.
- (9) Llevar los detonadores a las cámaras de trabajo a presión por separado de los demás materiales explosivos.

h. Voladura Subterránea. (29-8.h)

- (1) Desarrollar y presentar un Plan Maestro de Voladuras para la voladura subterránea (ver el párr. 29-7.b).
- (2) Explosivos.
- (a) Utilizar únicamente explosivos de Clase de Humos 1 (Fume Class 1) en la voladura de túneles. Los explosivos de Clase de Humos 2 o Clase de Humos 3 pueden usarse solo si se proporciona ventilación adecuada. Solo un Volador calificado/con licencia manejará los explosivos.
- (b) Está prohibido almacenar explosivos, agentes de voladura o detonadores en túneles o áreas de trabajo subterráneas.
- (3) Circuitos de Voladura.
- (a) Utilizar un sistema de interruptor de voladura de potencia para todas las voladuras subterráneas.
- (b) Instalar interruptores de seccionamiento, o equivalentes, en la línea de disparo a intervalos de 500 pies (152.4 m).
- (4) Carga.
- (a) Desconectar todas las líneas de energía, agua y aire del jumbo de carga antes de cargar. Reubicar las líneas de energía existentes, incluidos los circuitos de iluminación, a un mínimo de 50 pies (15.2 m) del jumbo de carga.
- (b) Iluminar el área de carga a un mínimo de 10 pies-candela (108 lux), medidos a 50 pies (15.2 m) del frente. Si se necesita iluminación adicional, equipar a la cuadrilla de carga con lámparas de cabeza aprobadas por un NRTL para el ambiente donde se usarán.
- (c) El equipo utilizado para la colocación neumática de agentes de voladura no sensibles al fulminante debe estar diseñado para ese propósito y debe estar conectado a tierra mientras se usa.
- (5) Voladura.
- (a) Una Persona Calificada (QP) debe inspeccionar los soportes subterráneos en el área de voladura después de cada voladura. Asegurar los soportes deficientes antes de reanudar el trabajo. Inspeccionar las superficies de roca y desquinchar (scaling) la corona y las paredes para retirar las piezas aflojadas. Si se requiere, proporcionar apuntalamiento, arriostramiento, pernos de roca, concreto lanzado (shotcrete) o malla de eslabones, antes de la rezaga (mucking). Antes de perforar la siguiente ronda, probar los pernos de roca ubicados dentro de 100 pies (30.5 m) de la voladura anterior.
- (b) Mojar la pila de escombro antes de la rezaga y mantenerla mojada durante las operaciones de rezaga.

i. Radiación Electromagnética. (29-8.i)

- (1) No realizar operaciones de voladura ni almacenar detonadores eléctricos en las cercanías de transmisores de radiofrecuencia (RF) en operación u otros dispositivos productores de RF, excepto donde puedan mantenerse las distancias de separación de acuerdo con el IME SLP-20.
- (2) Utilizar un sistema de iniciación no eléctrico aprobado al realizar operaciones de voladura, de acuerdo con las instrucciones del fabricante y los requisitos del sistema.

j. Control de Vibraciones y Daños. (29-8.j)

- (1) Planificar cuidadosamente, con plena consideración de todas las fuerzas y condiciones involucradas, las operaciones de voladura en ataguías, muelles, estructuras submarinas, edificios, estructuras u otras instalaciones, o adyacentes a ellos.
- (2) Establecer un plan escrito para monitorear las operaciones antes de iniciar las operaciones de voladura con control de vibraciones (ver el párr. 29-7.c).
- (3) Notificar a los propietarios, ocupantes y al público la naturaleza de las operaciones de voladura a realizarse y los controles que se usarán, según lo requieran las ordenanzas estatales y locales.
- (4) Donde pueda ocurrir daño por vibración, limitar las razones de energía y las velocidades pico de partícula a los niveles establecidos por los estados o incluidos en los requisitos de NFPA 495, lo que sea más estricto. Puede otorgarse una excepción cuando la apruebe el supervisor del USACE o la acepte el KO o COR, si un análisis de ingeniería aprobado demuestra que la excedencia de vibración propuesta no causará daño y es segura. Suspender la voladura cuando cualquier registro exceda los límites de razón de energía o de velocidad pico de partícula. Notificar de inmediato la excedencia al Oficial de Seguridad y Salud Ocupacional (SOHO) local, al SME de Voladuras, al supervisor del USACE, al KO o COR y a la autoridad designada del contratista (si aplica), y no reanudar la voladura hasta que se haya determinado la causa y se hayan tomado medidas correctivas.
- (5) Donde lo requieran las regulaciones estatales, determinar las distancias escaladas antes de cada disparo e incluirlas en los registros. No exceder las limitaciones de distancias escaladas establecidas por el estado.
- (6) No exceder una presión de onda aérea de 133 dB (0.013 psi) sobre las estructuras, a menos que un análisis de ingeniería, aprobado por el supervisor del USACE o aceptado por el KO o COR, demuestre que la excedencia de onda aérea propuesta no causará daño y es segura.
- (7) Una QP debe monitorear, registrar e interpretar las vibraciones. Proporcionar una copia de los registros y las interpretaciones al supervisor del USACE/KO o COR.
- (8) Utilizar equipo de medición de vibraciones y/o de onda aérea diseñado y fabricado específicamente para ese propósito.
- (9) Utilizar patrones de barrenos, sistemas de detonación y retacado apropiados para prevenir la ventilación (venting) de las voladuras y minimizar los niveles de onda aérea y de ruido producidos por las operaciones de voladura.

k. Perforación y Carga. (29-8.k)

- (1) Todos los barrenos de perforación deben ser lo suficientemente grandes para permitir libremente la inserción de los explosivos.
- (2) No perforar en un área ya volada hasta que los fondos de barreno restantes se examinen en busca de cargas sin detonar y se examine el área total para asegurarse de que no quedan cargas sin detonar.
- (a) Nunca insertar una broca, pico o barra en los fondos de barreno, aun si el examen no revela explosivos.
- (b) No perforar barrenos donde exista el peligro de intersectar un barreno no detonado, como en un área donde hayan ocurrido fallas de detonación.
- (c) El Volador a Cargo debe supervisar la perforación realizada para neutralizar las fallas de detonación. El Volador a Cargo debe estar familiarizado con las condiciones bajo las cuales se perforaron, cargaron, cebaron e iniciaron los barrenos fallados, y con las capacidades del equipo de perforación que se usará durante la neutralización.
- (3) No llevar a cabo operaciones de perforación y carga en la misma área. Separar la perforación de los barrenos cargados por al menos la profundidad del barreno cargado, pero en ningún caso menos de 50 pies (15.2 m).
- (4) No profundizar barrenos que hayan contenido explosivos o agentes de voladura.
- (5) No perforar donde un barreno cargado pudiera ser perturbado o intersectado.

- (6) Ver el capítulo 18 para los requisitos de perforación de tierra.
- (7) Mantener el sitio de voladura libre de cualquier equipo, operación o persona no esencial para la carga. No permitir el tránsito de vehículos sobre los barrenos cargados. Proteger o barricar el sitio de voladura y señalizarlo con letreros de peligro para restringir la entrada no autorizada.
- (8) Cargar solo aquellos barrenos que se dispararán en la siguiente ronda de voladura. Después de la carga, devolver de inmediato todos los materiales explosivos y detonadores restantes a un polvorín autorizado. No dejar materiales explosivos ni barrenos cargados sin atención en el sitio de voladura en ningún momento.
- (9) No cargar barrenos ensanchados por resorte (sprung) o perforados por chorro (jet-pierced) hasta que se establezca que el barreno se ha enfriado lo suficiente para cargarse de manera segura.
- (10) No cargar ni utilizar explosivos bajo tierra en presencia de gases combustibles o polvos combustibles, a menos que una Persona Competente (CP) certifique por escrito que las condiciones de uso han sido identificadas minuciosamente y son seguras. La CP debe estar calificada por un conocimiento minucioso de los factores a evaluar o haber recibido permiso escrito de la AHJ.
- (11) No preparar cebos por adelantado. Cebar solo los cartuchos que se usarán en la siguiente ronda de voladura.
- (12) No insertar detonadores en materiales explosivos que no tengan hueco para fulminante (cap well) sin antes hacer un agujero en el cartucho con un punzón que no produzca chispas, del tamaño adecuado, o con el mango puntiagudo apropiado de una pinza de fulminantes.
- (13) Asentar los cartuchos solo con presión uniforme y constante.
- (14) Retacar con varillas de madera sin partes metálicas expuestas. Pueden usarse conectores metálicos que no produzcan chispas para los postes de unión. También puede usarse un poste de retacado de plástico, aprobado por el supervisor del USACE o aceptado por el KO o COR.
- (15) El ensanchamiento por resorte (springing) —es decir, agrandar el fondo de un barreno disparando una carga relativamente pequeña de material explosivo— de los barrenos está prohibido.
- (16) Uso del Cordón Detonante.
- (a) Manejar y usar el cordón detonante con el mismo respeto y cuidado que se da a otros explosivos, con cuidado de no dañar ni cortar el cordón durante y después de la carga y la conexión.
- (b) Cuando se use una línea descendente de cordón detonante y después de cargar el cebo en el barreno, cortar el cordón detonante del carrete de suministro antes de cargar el resto de la carga.
- (c) El cordón detonante debe conectarse de acuerdo con la recomendación del fabricante. Usar únicamente conexiones de nudo o de cordón a cordón con cordón detonante cuando el núcleo explosivo esté seco.
- (d) Todas las líneas troncales y ramales de cordón detonante deben estar libres de bucles, dobleces agudos o ángulos que dirijan el cordón de vuelta hacia la línea de detonación que se aproxima.
- (e) Al conectar un detonador al cordón detonante, fijar con cinta o asegurar de otro modo los detonadores a lo largo del costado del cordón detonante, con el extremo del detonador que contiene la carga explosiva apuntando en la dirección en que debe proceder la detonación.
- (f) No traer los detonadores para disparar la línea troncal al área de carga ni conectarlos al cordón detonante hasta que todo lo demás esté listo para la voladura.
- (17) El Volador debe mantener un registro exacto y actualizado de los explosivos, agentes de voladura y suministros de voladura utilizados en cada voladura.
- (18) Retacar los barrenos cargados hasta el collar con material no combustible.
- (19) Donde la voladura pueda causar lesiones o daños por roca o escombro volador, cubrir todas las cargas con esteras de voladura o recubrirlas por detrás antes de disparar. Donde se usen esteras, tener cuidado de proteger las líneas de voladura.

- (a) Si la roca proyectada sale del área de voladura, cesar toda voladura hasta que una QP presente un informe. El informe debe explicar la causa de la roca proyectada y los métodos que se emplearán en todas las voladuras posteriores para reducir el lanzamiento de roca proyectada.
- (b) Si la roca proyectada sale del sitio de trabajo, cesar todas las operaciones de voladura hasta que una QP revise el sitio de voladura y determine la causa y la solución del problema de la roca proyectada. Antes de que la voladura continúe, presentar un informe escrito al supervisor del USACE para su aprobación o al KO o COR para su aprobación.

l. Cableado. Cablear los sistemas de iniciación eléctrica de acuerdo con el Plan Maestro de Voladuras y las recomendaciones del fabricante. (29-8.l)

m. Disparo. (29-8.m)

- (1) Antes de disparar cada tiro, advertir a todas las personas en el área de voladura de la voladura y ordenarles que se retiren a una distancia segura del sitio de voladura. No disparar las voladuras hasta estar seguro de que cada persona se ha retirado a una distancia segura y nadie permanece en un lugar peligroso.
- (2) Antes de disparar cada tiro, debe apostarse un banderero en todos los puntos de acceso del área de voladura para prevenir el acceso.
- (3) Antes de disparar cada tiro, las embarcaciones de perforación y otras embarcaciones deben moverse a una distancia segura del área de voladura.
- (a) Antes de y mientras la embarcación de perforación u otra embarcación se mueve fuera del área de voladura, emitir una serie de señales cortas con bocina o silbato, como las señales usuales de advertencia de navegación.
- (b) No disparar ninguna voladura mientras cualquier embarcación en movimiento esté a menos de 1,500 pies (457.2 m) del área de voladura submarina. Notificar a quienes estén a bordo de embarcaciones o naves amarradas o ancladas dentro de 1,500 pies (457.2 m) antes de disparar cada voladura.
- (c) No disparar ninguna voladura a menos de 250 pies (76.2 m) de una embarcación o nave que contenga un polvorín de explosivos. El personal que participe en operaciones de perforación en otra embarcación de perforación dentro de 500 pies (152.4 m) debe abandonar los marcos de perforación en busca de cobertura si se ha cargado algún barreno.
- (d) No disparar ninguna voladura mientras se esté nadando o buceando cerca del área de voladura.
- (e) Siempre que una embarcación de perforación se mueva de su lugar de perforación, disparar todos los barrenos submarinos cargados.
- (4) Señales de Seguridad.
- (a) Todas las operaciones de voladura deben utilizar las siguientes señales de seguridad:
- (a-1) SEÑAL DE ADVERTENCIA. Una serie de un minuto de señales audibles largas, emitida 5 minutos antes del disparo.
- (a-2) SEÑAL DE VOLADURA. Una serie de señales audibles cortas, emitida 1 minuto antes del disparo.
- (a-3) SEÑAL DE TODO DESPEJADO. Una señal audible prolongada, emitida después de la inspección de cada sitio de voladura.
- (b) Emitir las señales de seguridad usando un silbato de aire comprimido, una bocina o un medio equivalente. Las señales deben ser claramente audibles en el punto más distante del área de voladura. No usar el silbato de la embarcación de perforación como señal de seguridad.
- (c) Publicar el código de señales de seguridad y los letreros y banderas de advertencia en todos los puntos de acceso.
- (d) Capacitar a las personas para que estén familiarizadas con las señales de seguridad y las instrucciones.

- (5) El Volador a Cargo hará las conexiones de la línea principal y disparará el tiro. Hacer todas las conexiones desde el barreno de vuelta hacia la fuente de disparo. No conectar la línea principal a la máquina de voladura u otra fuente de energía hasta que la carga vaya a dispararse.
- (6) Después de disparar una voladura eléctrica, desconectar de inmediato los cables principales de la fuente de energía y cortocircuitarlos.
- (7) Al disparar un circuito de fulminantes eléctricos, tener cuidado de asegurar que haya disponible una cantidad adecuada de corriente suministrada, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

n. Procedimientos Posteriores a la Voladura. (29-8.n)

- (1) Inmediatamente después de disparar cada voladura, desconectar la línea de disparo de la máquina de voladura o fuente de energía y bloquear en abierto todos los interruptores de energía. Probar la atmósfera en cada espacio confinado y ventilar, según sea necesario.
- (2) No permitir que nadie, excepto el Volador a Cargo, regrese al área de voladura hasta que se dé la señal de «todo despejado».
- (3) Desquinchar las piezas sueltas de roca y otros escombros de los lados del frente del sitio de voladura y hacer segura el área de voladura antes de proceder con otro trabajo.
- (4) Fallas de Detonación.
- (a) Manejar las fallas de detonación bajo la dirección del Volador a Cargo, de acuerdo con los procedimientos del Plan Maestro de Voladuras establecido. El Volador a Cargo determinará el método más seguro para manejar los peligros de las fallas de detonación (algunas fallas pueden requerir consulta con el proveedor o el fabricante del material explosivo).
- (b) No realizar otro trabajo dentro del área de la falla, excepto el trabajo necesario para eliminar el peligro de la falla. Solo los empleados necesarios para hacer el trabajo pueden permanecer en el área de la falla.
- (c) No perforar, excavar ni picar cerca de los barrenos fallados hasta que hayan sido detonados o el Volador a Cargo haya aprobado que el trabajo puede continuar.
- (d) Dependiendo de la experiencia y la capacidad del Volador a Cargo, debe considerarse un sistema de iniciación secundario/dual para prevenir las fallas de detonación.
- (e) Cuando se declare una falla de detonación, el Volador debe esperar 30 minutos (1 hora para fulminante y mecha) antes de inspeccionar el sitio y proporcionar las salvaguardas adecuadas para excluir a todos los empleados, excepto los necesarios para hacer el trabajo, del área de voladura según se define en el Plan Maestro de Voladuras. El Volador debe establecer los límites del área fallada alrededor de la falla, de acuerdo con el Plan Maestro de Voladuras específico del sitio.

o. Voladura Submarina. (29-8.o)

- (1) Un Volador debe conducir todas las operaciones de voladura. Ningún tiro se disparará sin su aprobación.
- (2) No utilizar tubos y carcasas de carga de metales disímiles debido a las posibles corrientes eléctricas transitorias por la acción galvánica de los metales y el agua.
- (3) Utilizar únicamente fulminantes y cordones detonantes resistentes al agua para toda la voladura marina. Cargar a través de un tubo de carga rígido que no produzca chispas.
- (4) Exhibir banderas de voladura.
- (5) Cuando se cargue más de un barreno, anclar y poner a flote una línea de disparo de acero sobre la fila de barrenos cargados. Amarrar la línea descendente de detonación de cada barreno cargado a la línea de acero y amarrar el extremo suelto a la línea troncal de detonación.

Suplemento de frontera — cierre del capítulo (primera página de em385-30.pdf, p. impresa 636).

- (6) Incluir en el Plan Maestro de Voladuras los medios y métodos mediante los cuales se evitará que los barrenos se intersecten al perforar cerca o adyacente a un barreno cargado.
- (a) Perforar únicamente barrenos verticales.
- (b) Si se usa una carcasa, un sinfín o un mástil de perforación, debe aplomarse verticalmente al instalarse, cuando se agregue acero de perforación o cada 5 pies (1.5 m), lo que sea más corto, y al completarse. La carcasa, el sinfín o el mástil de perforación debe extenderse desde la barcaza y estar firmemente asentado.
- (c) Verificar la verticalidad del barreno antes de cargar.
- (d) Abandonar cualquier barreno que esté fuera de plomo por más de tres grados respecto de la vertical y ajustar la separación de los barrenos adyacentes para prevenir la intersección con otros barrenos.
- (e) Detener la perforación para verificar la alineación con un inclinómetro o dispositivo aprobado cada 5 pies (1.5 m) de profundidad del barreno.

29-9. Figuras y Tablas.

No Aplica.

29-10. Listas de Verificación y Formularios.

No Aplica.