



human energy®

Estándar DS&C 160
para
Control de la Electricidad
Estática para la
Transferencia de Materiales

26 de febrero de 2019

Version	Date	Primary Author or Approver
1.0	3/19/19	

© 2018 Chevron. Todos los derechos reservados.

Confidencial de la Compañía - No Controlada al Imprimir

Este documento contiene información confidencial y de propiedad de Chevron. Queda prohibido cualquier uso de este documento sin el permiso expreso, previo y por escrito de Chevron y/o sus filiales.

Contenido

1	Propósito	
2	Objetivo	
3	Ámbito de aplicación	
3.1	En Ámbito	
3.2	Fuera del ámbito de aplicación	
4	Requisitos	
4.1	Resumen general	2
4.2	Vagones cisterna	4
4.3	Camiones para GLP y Camiones Cisterna	6
4.4	Camiones Cisterna	7
4.5	Bombas Portátiles y Sistemas de Bombeo (incluidos Aditivos Químicos)	9
4.6	Herramientas de Aislamiento	10
4.7	Operaciones de Desgasificación de Tanques o Recipientes	10
4.8	Transferencias a Contenedores Portátiles (Actividades minoristas de clientes fuera del alcance)	11
4.9	Equipo de Reabastecimiento del Campo	12
4.10	Hidrogranallado, Pintura, Granallado con Abrasivos y Limpieza de Tanques y Recipientes	13
4.11	Transferencias a Contenedores/Recipientes Recubiertos o Revestidos	13
4.12	Transferencias de Sólidos, Polvos y Polvos Combustibles	14
4.13	Camiones y Sistemas de Vacío	15
4.14	Traslados que Involucran Buques Marítimos a/desde Tierra	15
4.15	Llenado a Tanques y Mezclado de Tanques/Mezcladores	17
4.16	Abastecimiento de aeronaves	18
4.17	Gasolineras y estaciones de servicio	18
4.18	Estática en Actividades Humanas Rutinarias	19
5	Términos y Definiciones Clave	19
6	Verificación	22
7	Referencias	23
8	Historial de Documentos	23
Appendix A:	Tabla de Conductividad de Productos Comunes ^(Note1)	25
Appendix B:	Datos de Conductividad para Líquidos Específicos	25
Appendix C:	Datos Comunes de Materiales de Oronita	27
Appendix D:	Restricciones de Velocidad de Carga	30
Appendix E:	Primer Llenado - Arranque Lento por Etapas	32

Lista de Tablas

- Tabla 1: Generadores Típicos de Electricidad Estática**4
- Tabla 2: Requisitos de Tiempo de Residencia**4
- Tabla 2: Llenado de Contenedores Conductores (metálicos) (Detal)**11
- Tabla 3: Llenado de contenedores no conductores**12
- Tabla 4: Términos y Definiciones**19
- Tabla 5: Normas y Referencias de la Industria para Riesgos de Estática** 23
- Tabla 6: Normas Existentes y SOPs para Riesgos de Estática** 23
- Tabla 7: Historial de Documentos** 24
- Tabla 8: Tabla de Conductividad de Productos Comunes**25
- Tabla 9: Datos de Conductividad para Tabla de Líquidos Específicos** 25
- Tabla 10: Tabla de Datos de Materiales Oronítricos Comunes**27
- Tabla 11: Restricciones de Velocidad de Carga Inicial en BBLs/HORA**30
- Tabla 12: Restricciones de velocidad de carga inicial en LITROS/MIN**30
- Tabla 13: Restricciones de velocidad de carga máxima en BBLs/HORA**31
- Tabla 14: Restricciones de velocidad de carga máxima en LITERS/MIN**31
- Tabla 15: Tabla de Conversión del Caudal en BBLs/HORA**32
- Tabla 16: Tabla de Conversión del Caudal en LITROS/MIN**32

Lista de figuras

- Figura 1: Ejemplo de Riesgos de Estática en un Tanque Conectado a Tierra**2
- Figura 2: Requisitos de Puesta a Tierra y Conexión de Camiones Cisterna**5
- Figura 3: Conexión de Camiones Cisterna para Carga Superior**7
- Figura 4: Conexión y Puesta a Tierra de Sistemas de Tuberías Temporales o Portátiles**9
- Figura 5: Llenado de Contenedores Conductores Portátiles**11
- Figura 6: Aislamiento de Línea de Carga de Buque Marítimo respecto a Tierra**16

1 Propósito

El propósito de esta Norma DS&C es prevenir lesiones, daños materiales o impactos medioambientales adversos debidos a incendios y explosiones causados por la ignición estática generada por la transferencia de materiales capaces de acumular una carga estática.

2 Objetivo

Esta norma define los requisitos mínimos de Downstream & Chemicals (DS&C) para realizar transferencias de materiales que tengan el potencial de generar, acumular y/o descargar electricidad estática, dando lugar a un incendio o explosión. Los requisitos enumerados en este documento se derivan principalmente de la API 2003, la NFPA 77, las lecciones aprendidas, las mejores prácticas de la industria y diversos escritos o de expertos en la materia.

En algunos lugares, los códigos de seguridad, reglamentos o SBU locales exigen prácticas más estrictas que las definidas en esta norma.

3 Alcance

El alcance de esta norma se aplica a la transferencia de materiales que tienen el potencial de generar, acumular y descargar electricidad estática cuando existe o puede desarrollarse la posibilidad de una atmósfera inflamable o nieblas combustibles.

3.1 Dentro del Alcance

Los peligros estáticos abordados en esta norma incluyen:

- Carros cisterna, camiones cisterna
- Bombas portátiles/sistemas de bombeo (incluidos los trasvases de productos químicos o aditivos montados en camiones/remolques)
- Herramienta de aislamiento
- Desgasificación de tanques y recipientes
- Transferencias a contenedores portátiles
- Reabastecimiento de equipos de campo
- Pintura, hidrogranallado y granallado abrasivo de equipos
- Limpieza de tanques y recipientes
- Transferencias a recipientes revestidos o recubiertos
- Manipulación de sólidos, polvos y polvos combustibles
- Camiones de vacío y sistemas de vacío portátiles
- Transferencias con buques marítimos a/desde tierra
- Llenado de tanques
- Abastecimiento de combustible de aeronaves
- Gasolineras y estaciones de servicio
- Estática en las actividades humanas rutinarias

3.2 Fuera del Alcance

Esta norma no aborda:

- El mantenimiento de toilets portátiles y contenedores sanitarios similares.
- Las operaciones de transferencia de materiales mediante cintas/carriles transportadores.
- Actividades de clientes en estaciones de servicio minoristas
- Peligros para los componentes eléctricos debidos a la electricidad estática
- Corrientes eléctricas parásitas
- Sistemas fijos de ingeniería en funcionamiento según el diseño

NOTA: Las referencias a las Normas DS&C en esta Norma sólo se aplican a Manufactura, Lubricantes, Productos de América y Productos Internacionales. Las versiones corporativas de estas normas se aplican a Oronite.

4 Requisitos

4.1 Resumen general

1. Comprender y Abordar los Riesgos de Estática

La acumulación estática y los potenciales de riesgo de descarga dependen de varios factores que incluyen, entre otros, las propiedades de conductividad del equipo implicado, el material que se mueve, la velocidad del material, el grado de agitación implicado y la cantidad/duración del movimiento del material.

La carga electrostática se genera cuando dos superficies diferentes entran en contacto y se separan, como cuando caminamos o nos deslizamos en una silla. Una de estas superficies tiende a donar electrones (y, al hacerlo, se carga positivamente), mientras que la otra los recibe (se carga negativamente). Cuando las dos superficies son conductoras (como el metal), las cargas se recombinan rápidamente dando como resultado que no hay carga neta. Los materiales no conductores y de baja conductividad son propensos a acumular electricidad estática y presentan un mayor riesgo de descarga electrostática.

Cuando haya la posibilidad de que exista o se produzca una atmósfera inflamable en el equipo de transferencia o en sus proximidades (por ejemplo, cuando se opere en una zona clasificada peligrosa), deberán tenerse en cuenta los posibles riesgos de acumulación estática y descarga electrostática.

Static Charge Conditions

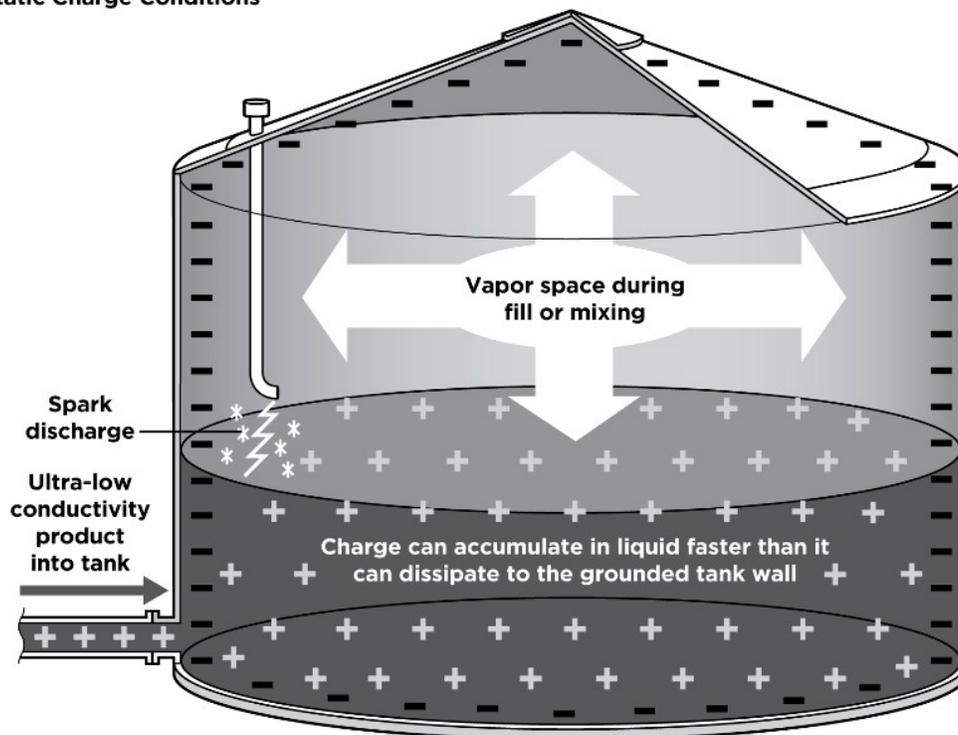


Figura 1: Ejemplo de riesgos estáticos en un depósito conectado a tierra

2. Puesta a Tierra, Conexión

La puesta a tierra y/o la conexión de los equipos conductores que intervienen en las transferencias de

materiales es una salvaguarda fundamental para evitar la acumulación de electricidad estática y el desarrollo de potenciales eléctricos capaces de producir una descarga eléctrica. Deben utilizarse pinzas o conectores adecuados y homologados para lograr y asegurar un buen contacto con el metal cuando se requiera la conexión a tierra (véase la Sección 5, Términos clave y definiciones, "Puesta a Tierra" y "Conexión").

3. Verificación y Consideraciones Adicionales

Además de utilizar conectores homologados para la conexión a tierra, algunas actividades de transferencia requieren pruebas o verificaciones específicas de la conexión y puesta a tierra.

- a. Las mangueras y el equipo utilizados deberán ser adecuados para su finalidad.
 - 1) Las inspecciones visuales de mangueras, cables de conexión y pinzas se realizarán antes de la instalación para su uso. Los intervalos de inspección posteriores se establecerán en función del servicio y el plazo de uso.
 - 2) La conductividad se verificará antes del primer uso y, a menos que se especifique en las secciones respectivas de este documento o en las Normas de Chevron existentes, los intervalos de verificación de conductividad subsiguientes se determinarán mediante un programa desarrollado en el sitio y/o utilizando el proceso de MOC / análisis de riesgos con cada aplicación.
- b. Cuando se requiera conexión a tierra, el punto utilizado deberá ser aprobado y verificado (véase la Sección 5, Tabla 4 Términos clave y Definiciones).

La verificación puede considerarse necesaria en otras operaciones de transferencia, según sea determinado por unidades de negocio individuales. Algunos ejemplos que justifican esta verificación son:

- Las superficies de contacto están sucias o recubiertas por una película, óxido o
- sujetas a otro tipo de corrosión externa. En caso de materiales volátiles, carga de interruptores y/o acumuladores estáticos.
- Los materiales implicados son de componentes mezclados o se agitarán o introducirán en un entorno de vacío.

La velocidad de generación de estática está

- influenciada por la: La conductividad de los líquidos,
- Cantidad de turbulencia en el líquido,
- Superficie interfacial entre los líquidos y otras superficies,
- Velocidad del líquido y
- Presencia de impurezas.

Para las conductividades típicas de los productos, véase el apéndice A, B o C (Oronita)

Para que una carga electrostática sea una fuente de ignición, deben darse cuatro condiciones:

1. un medio de generar una carga electrostática,
2. un medio de acumular una carga electrostática capaz de producir una chispa incendiaria,
3. una brecha de chispas, y
4. una mezcla de vapor y aire inflamable en el chispero.

NOTA: Se requiere una atención especial en la manipulación de materiales de conductividad ultrabaja. La conexión y la puesta a tierra por sí solas pueden no ser suficientes para disipar la acumulación peligrosa de electricidad estática (véase la ilustración de ejemplo a continuación). Los requisitos de manipulación de los materiales de conductividad

ultrabaja se especifican en las siguientes subsecciones, según corresponda

Los sistemas que transfieren productos de Conductividad Baja o Ultrabaja al almacenamiento, tanques de carga, vagones cisterna o buques requieren Tiempo de Residencia (véase la Sección 5, Tabla 4 Términos y Definiciones Clave) cuando existe la posibilidad de una atmósfera inflamable o la generación de nieblas combustibles. Algunos lugares específicos donde esto es de especial interés se enumeran en la Tabla 1 a continuación. Véase la Tabla 2, Requisitos de Tiempo de Residencia para aplicaciones de conductividad específicas de producto y equipos de sistemas de transferencia:

Tabla 1: Generadores Típicos de Electricidad Estática

Ubicación	Descripción
Sistemas de Tuberías	En los sistemas de tuberías, además de la estática generada en el producto por la bomba, la tasa de generación y la posterior acumulación de carga estática son función del caudal, la velocidad del líquido, el diámetro y la longitud de la tubería.
Operaciones de Llenado	La turbulencia experimentada en las operaciones de llenado, causada por grandes caudales, salpicaduras o líquidos en caída libre.
Filtración	Microfiltros, pueden generar hasta 200 veces la carga electrostática generada en el mismo sistema de tuberías sin filtración.

Tabla 2: Requisitos de Tiempo de Residencia

Conductividad	Tamaño de Poro del Microfiltro (micras)		Bombas
	= o <300	>300	
> 50 pS/m	No requerido	No requerido	No requerido
2 a 50 pS/m	30 segundos	No requerido	No requerido
< 2 pS/m	100 segundos	No requerido	30 segundos
Desconocido	100 segundos	No requerido	30 segundos
Combustibles AV 2 a 50 pS/m	No requerido*	No requerido	No requerido
Combustibles AV < 2 pS/m	30 segundos*	No requerido	No requerido
Desconocido	100 segundos	No requerido	30 segundos

* Además de cumplir todos los requisitos especificados en las secciones 4.2 y 4.4, requiere garantías para evitar la carga por conmutación y un historial de manipulación del combustible sin incidentes. Para más detalles, véase API 2003, Sección 4, Tabla 2.

4.2 Vagones Cisterna

1. Carga Superior

- Véase la tabla 2, sección 4.1 para los Requisitos de Tiempo de Residencia
- El sistema de carga, los brazos de carga y sus componentes metálicos deben estar conectados eléctricamente (unidos) con el armazón del carro cisterna. La estructura del bastidor también debe estar conectada eléctricamente a los rieles (véase la figura 2).

- Los brazos de carga deberán ser conductores mediante el uso de brazos/mangueras conductores y/o sistemas de conexión (véase la Figura 2).

NOTA: Muchas carcasas de vagones cisterna están aislados eléctricamente de sus conjuntos de ruedas y raíles por componentes no conductores (generalmente material plástico o polímero). API 2003 recomienda que los conjuntos de ruedas y los rieles estén unidos a la coraza del vagón cisterna.

- c. El sistema de carga deberá estar conectado a tierra y deberá existir un programa de pruebas que garantice la continuidad del brazo de carga y la conexión a tierra del sistema. Estas pruebas deben realizarse anualmente y documentarse.
- d. Antes de abrir la cubierta de la cúpula, el sistema de carga deberá estar adherido al tanque receptor. Esta unión deberá mantenerse hasta que se cierre la cubierta del domo.
- e. Se prohíbe el llenado por salpicadura. La bajante del brazo de carga de los vagones cisterna que no estén equipados con tuberías fijas que descarguen por la parte inferior, deberá formar una trayectoria conductora a través del brazo de carga y estar en contacto con el fondo del compartimento de la cisterna. La salida de la bajante estará equipada con un deflector de salpicaduras para evitar salpicaduras y reducir al mínimo las turbulencias.
- f. La velocidad inicial en el punto de descarga del bajante se limitará a un máximo de 1 m/s (3 f/s) hasta que la salida del bajante esté sumergida al menos dos diámetros del bajante. La velocidad máxima de carga no superará los 7 m/s.

Tank Car Loading Platform

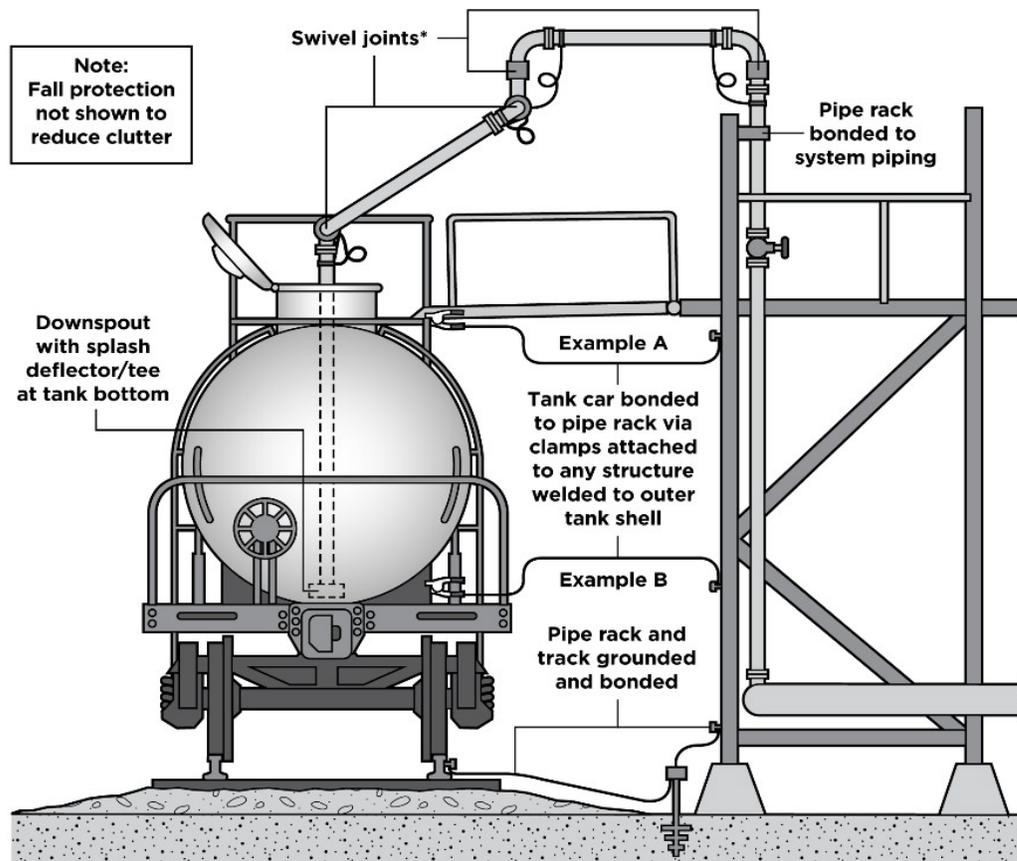


Figura 2: Requisitos de Puesta a Tierra y Conexión de Vagones Cisterna

* Se requieren cables de conexión alrededor de las uniones giratorias cuando su continuidad no esté certificada por el fabricante.

- g. Evite los promotores de chispas, como objetos no adheridos o conductores (es decir, latas de muestras metálicas objetos conductores sueltos), dentro de un compartimento de tanque.

- h. Deje transcurrir al menos 1 minuto de espera antes de calibrar o tomar muestras a través de la cúpula o la escotilla después de que haya cesado la carga. Los materiales de conductividad Ultrabaja por debajo de 2 pS/m pueden necesitar un tiempo de espera más largo. Consulte el Anexo A.5 de API 2003 para obtener orientación.

2. Vagones Cisterna de Carga Inferior

NOTA: El requisito b. siguiente se aplica a la descarga de productos en zonas de Clase 1, División 1 y 2.

- a. Véase la tabla 2, sección 4.1 para los Requisitos de Tiempo de Residencia
- b. El vagón cisterna receptor deberá estar unido al sistema de llenado.
- c. La pulverización ascendente del producto puede aumentar la generación de cargas y debe evitarse reduciendo la velocidad de llenado.
- d. La velocidad inicial en la línea de llenado y el punto de descarga se limitará a un máximo de 1 m/s (3 f/s) hasta que la salida de la línea de llenado esté sumergida al menos dos diámetros de la línea de llenado.
- e. La velocidad máxima del flujo no debe superar los 7 m/s (23 f/s).

4.3 Camiones y carros cisterna para GLP

1. Carga/Descarga de GLP

- a. Los carros y camiones cisterna de GLP deben estar libres de aire/oxígeno antes de la carga (según NFPA 58) y normalmente quedan con presión residual de GLP después de la descarga.
- b. Los carros y camiones cisterna de GLP con vacío o sin presión no se cargarán con GLP hasta que se verifique que la atmósfera interna está libre de aire/oxígeno y es segura para la carga.
- c. El sistema de llenado de GLP no tendrá piezas metálicas sin unir (por ejemplo, bridas metálicas entre dos secciones de manguera no conductora).
- d. El carro o camión cisterna deberá estar unido a la tubería de carga (o al bastidor si éste está unido a la tubería) antes de conectar los accesorios o brazos de carga.

4.4 Camiones cisterna

1. Carga Superior Mediante Cubierta Abierta

En la carga de productos en los que exista o pueda generarse la posibilidad de ambientes inflamables, incluidas las nieblas por salpicadura/agitación de productos más pesados, es esencial la conexión y puesta a tierra del camión y las tuberías.

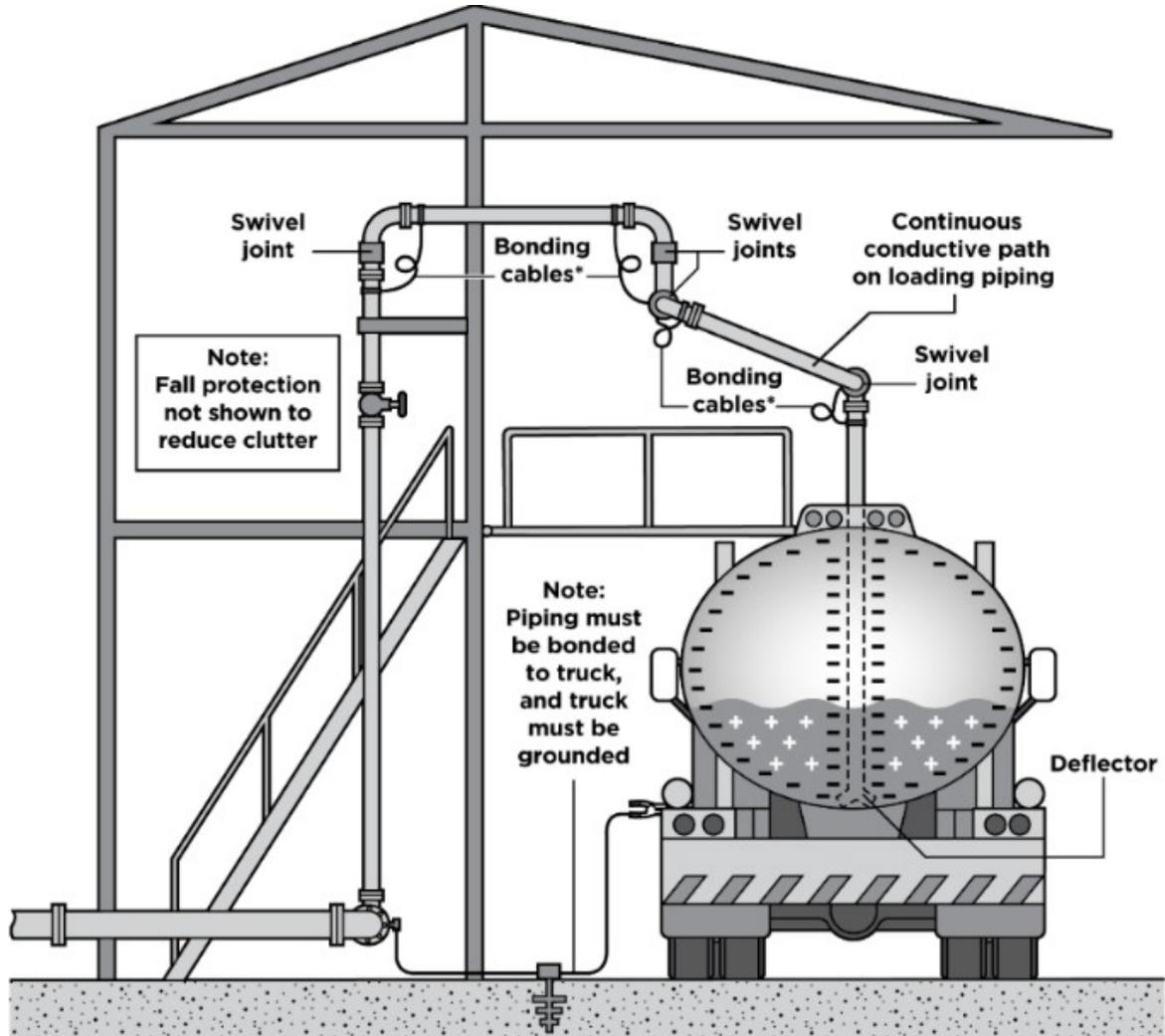


Figura 3: Unión de Camiones Cisterna para Carga Superior

* Se requieren cables de unión alrededor de las uniones giratorias cuando su continuidad no esté certificada por el fabricante.

- a. La tubería de carga, el brazo, las juntas giratorias y el bajante deberán estar conectados eléctricamente y unidos a la cisterna del camión receptor mediante sistemas de unión.
 - 1) La continuidad del brazo de carga a través de sus articulaciones giratorias se comprobará al menos una vez al año.
 - 2) Las tuberías de carga deberán estar conectadas a tierra. Esto puede conseguirse conectando directamente a tierra las tuberías o conectándolas al bastidor de carga y conectando a tierra el bastidor de carga. La rejilla de carga se conectará a las tuberías para evitar que pueda provocar chispas.
- b. El cable que une la tubería de carga al camión debe conectarse al camión antes de la apertura del domo y permanecer conectado a tierra hasta que finalicen todos los trabajos de transferencia, muestreo y aforo y se cierre el domo.

- c. Se prohíbe el llenado por salpicadura. La bajante estará en contacto con el fondo del compartimento del depósito. La salida de la bajante estará equipada con un deflector de salpicaduras para evitar salpicaduras y minimizar las turbulencias.
- d. En los camiones con compartimentos interconectados, todas las válvulas de interconexión deben estar cerradas para que cada compartimento individual se cargue a través de una bajante o conexión del brazo de carga.
- e. Evite el uso de promotores de chispas, como objetos conductores no adheridos (es decir, latas de muestras metálicas, objetos metálicos sueltos), dentro de un compartimento de tanque.
- f. Espere al menos 1 minuto antes de calibrar o tomar muestras a través del domo o la escotilla una vez que haya cesado la carga. Los materiales de conductividad Ultrabaja por debajo de 2 pS/m pueden necesitar un tiempo de espera más largo. Consulte el Anexo A.5 de API 2003 para obtener orientación.
- g. Se utilizará SDA (aditivo disipador de estática) según sea necesario para mantener una conductividad mínima de 50 pS/m en el ULSD (gasóleo ultra bajo en azufre) para la carga a camiones fuera de EE.UU..
 - 1) Se requieren controles de ingeniería, medidas de procedimiento adicionales y la aprobación por escrito del Gerente de la BU para cualquier excepción a la g. anterior.
- h. Para las transferencias de ULSD a camiones en EE.UU., se utilizará SDA según sea necesario para cumplir o superar la conductividad mínima de acuerdo con los requisitos actuales de ASTM.
- i. Véanse los requisitos de Tiempo de Residencia en la Tabla 2, Sección 4.1.
- j. La velocidad inicial en la bajante y en el punto de descarga se limitará a aproximadamente 1 m/s (3 pies/s) hasta que la salida de la bajante esté sumergida al menos dos diámetros de bajante. La velocidad máxima de carga no superará los 7 m/s (23 f/s) o el valor $0,5/d$ m/s (d = diámetro interior de la tubería en metros), el que sea menor.
- k. Para los camiones cisterna que carguen Gasóleo (con conductividad desconocida o conductividad inferior a 10 picosiemens/metro (pS/m)), el caudal máximo no superará los 23 f/s (7 m/s) o $0,38/d$ m/s, lo que sea menor.

2. Carga Inferior

NOTA: Consulte la Sección 4.3.1 para transferencias de GLP y la Sección 4.12.1 para transferencias de Sólidos o Polvo.

- a. Conecte la carretilla al bastidor de carga para la puesta a tierra antes de conectar el brazo de carga o la manguera a la carretilla.
- b. Las entradas inferiores estarán equipadas con deflectores de pulverización para evitar salpicaduras y minimizar las turbulencias.
- c. La velocidad del flujo en la línea de llenado se limitará a 1 m/s (3 pies/s) como máximo hasta que la entrada esté sumergida dos veces el diámetro de la tubería de llenado antes de aumentar la velocidad del flujo.
- d. Todas las válvulas que conectan compartimentos adyacentes en el remolque o camión (compartimentos colectores) deben estar cerradas durante la carga.
- e. Un conductor central, como un cable o una varilla de al menos 2 mm (0,08 pulg.) de diámetro, se colocará cerca del centro de cada compartimento y se conectará desde el techo hasta el fondo del depósito.
- f. Véase la tabla 2, sección 4.1 para los Requisitos de Tiempo de Residencia
- g. El Aditivo Disipador de Estática (SDA) se utilizará según sea necesario para mantener una conductividad mínima de 50 picosiemens/metro (pS/m) en el gasóleo ultra bajo en azufre

(ULSD) para la carga a camiones fuera de EE.UU..

- 1) Se requieren controles de ingeniería, medidas de procedimiento adicionales y la aprobación por escrito del Gerente de la BU para cualquier excepción a la letra h. anterior.
- h. Para las transferencias de ULSD a camiones en EE.UU., se utilizará SDA según sea necesario para cumplir o superar la conductividad mínima de acuerdo con los requisitos actuales de ASTM.
- i. La velocidad inicial en la tubería de carga y en el punto de descarga se limitará a aproximadamente 1 m/s (3 f/s) hasta que la entrada esté cubierta por al menos dos diámetros de tubería de entrada. La velocidad máxima de carga no superará los 7 m/s (23 f/s) o el valor $0,5/d$ m/s (d = diámetro interior de la tubería en metros), si éste es inferior.
- j. Para los camiones cisterna que carguen Gasóleo [con conductividad desconocida o conductividad inferior a 10 pS/m], el caudal máximo no excederá de 7 m/s (23 f/s) o $0,38/d$ m/s, lo que sea menor.

4.5 Bombas Portátiles y Sistemas de Bombeo (incluidos los Aditivos Químicos)

1. Sistemas de Transferencia Temporal

Temporary Portable Piping System Bonding and Grounding

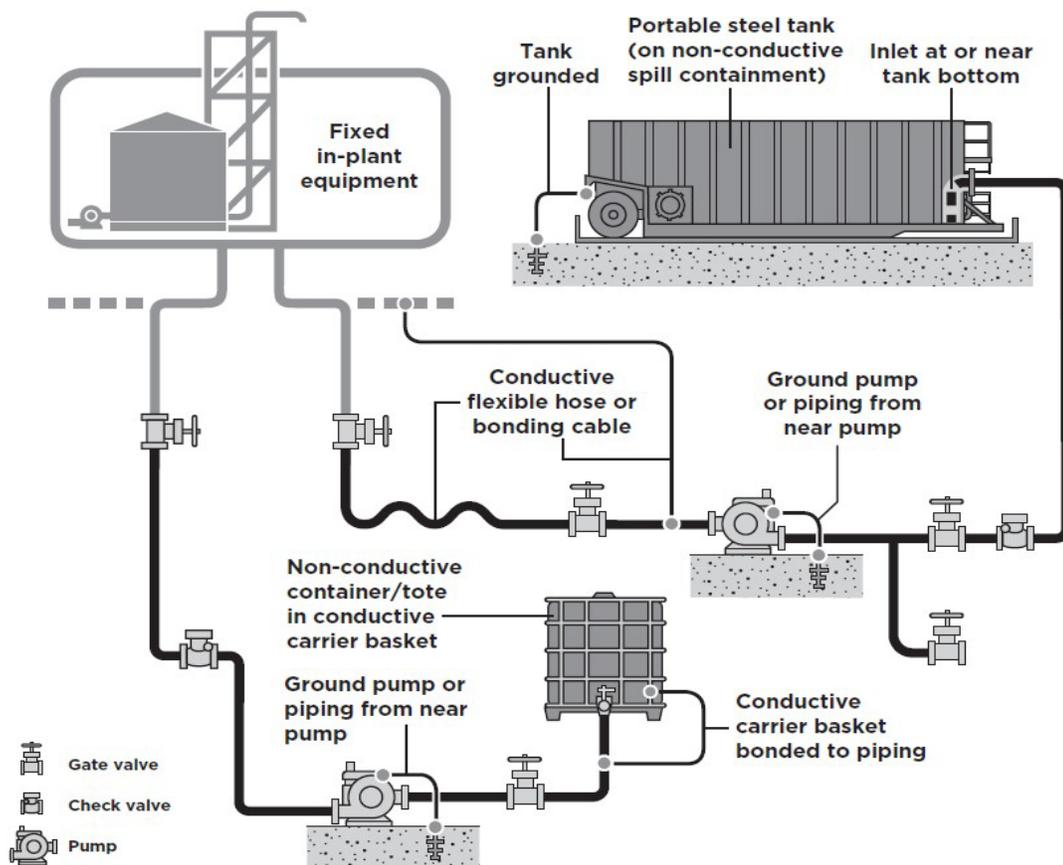


Figura 4: Conexión y Puesta a Tierra de Sistemas de Tuberías Temporales o Portátiles

Los requisitos de mitigación estática se aplican a los sistemas de bombeo en los que intervienen inflamables, combustibles en los que la agitación o mezcla puede desarrollar un entorno inflamable o transferencias en un Área de Clase 1, División 1 ó 2. Estos sistemas suelen instalarse o añadirse a equipos fijos con carácter temporal para paradas/limpieza, mantenimiento de la producción durante tareas de mantenimiento imprevistas, inyección de productos químicos u otras actividades no

rutinarias.

- a. Los sistemas de tuberías portátiles o temporales se unirán al equipo receptor mediante el uso de conectores conductores y/o cables de unión.
- b. Bombas portátiles/sistemas de bombeo en los que el material bombeado se bombea a un entorno con presencia de aire/oxígeno, asegúrese de que se aplican las siguientes salvaguardias:
 - 1) Entrada al recipiente o depósito cerca del fondo para evitar el llenado por salpicaduras.
 - 3) La velocidad del líquido en cualquier parte del sistema de tuberías está limitada a 7 m/seg.
 - 4) El sistema de bombeo se conecta a tierra desde un punto situado en la bomba o cerca de ella.
 - 5) Se proporciona una ruta conductora desde la conexión al equipo receptor a través del sistema de bombeo, la bomba del sistema, hasta tierra. Cualquier componente o equipo conductor que se encuentre a menos de 12 pulgadas de este sistema deberá estar unido a él.
 - 6) Si el sistema incluye una bomba o un filtro, consulte la tabla 2, sección 4.1 para conocer los Requisitos de Tiempo de Residencia.

4.6 Herramientas de Aislamiento

1. Mecanismo de Sellado Expansible para Purgar Tramos de Tubería

- a. Cuando pueda haber sustancias inflamables, es necesario unir la herramienta de aislamiento a la tubería de ventilación de conformidad con MFG-610 Hydrotest y Tapones de Aislamiento, Sección 4.1.1.

4.7 Operaciones de Desgasificación de Tanques o Recipientes

1. Purga de Productos Inflamables desde los Equipos

Se generan altos niveles de estática en el punto de salida y expansión de la tubería o manguera de vapor hacia el equipo que se está purgando.

- a. No se utilizará vapor para purgar atmósferas inflamables.
- b. Todos los equipos generadores de electricidad estática deberán estar unidos al tanque o recipiente, incluidas, entre otras, las partes metálicas de los equipos de liberación de vapores/gas, desgasificación y ventilación, por ejemplo, sopladores, bocinas de aire, formadores y conductos (con hélice de alambre).
 - 1) No se utilizarán mangueras o componentes de tuberías sin conectar en la zona de purga donde exista la posibilidad de un entorno inflamable, es decir, herramientas, latas o extremos de manguera abiertos en el recipiente/tanque.
 - 7) Para conectar las boquillas de las mangueras de vapor, agua, disolventes y productos químicos se utilizarán bridas o válvulas de tuberías de tanques/recipientes.
- c. Los equipos de combustión u otros equipos de manipulación de vapores utilizados en las operaciones de desgasificación de un tanque o recipiente deberán estar conectados a tierra y unidos al tanque o recipiente que se esté desgasificando.

4.8 Transferencias a Contenedores Portátiles (actividades de clientes minoristas fuera del ámbito de aplicación)

1. Utilización de Contenedores Conductores y No Conductores

- a. Los contenedores metálicos portátiles (conductores) incluyen cisternas metálicas portátiles (cisternas tote), bidones metálicos y latas metálicas de diversos tamaños.

NOTA: Los materiales no deben transferirse cerca de una fuente de ignición.

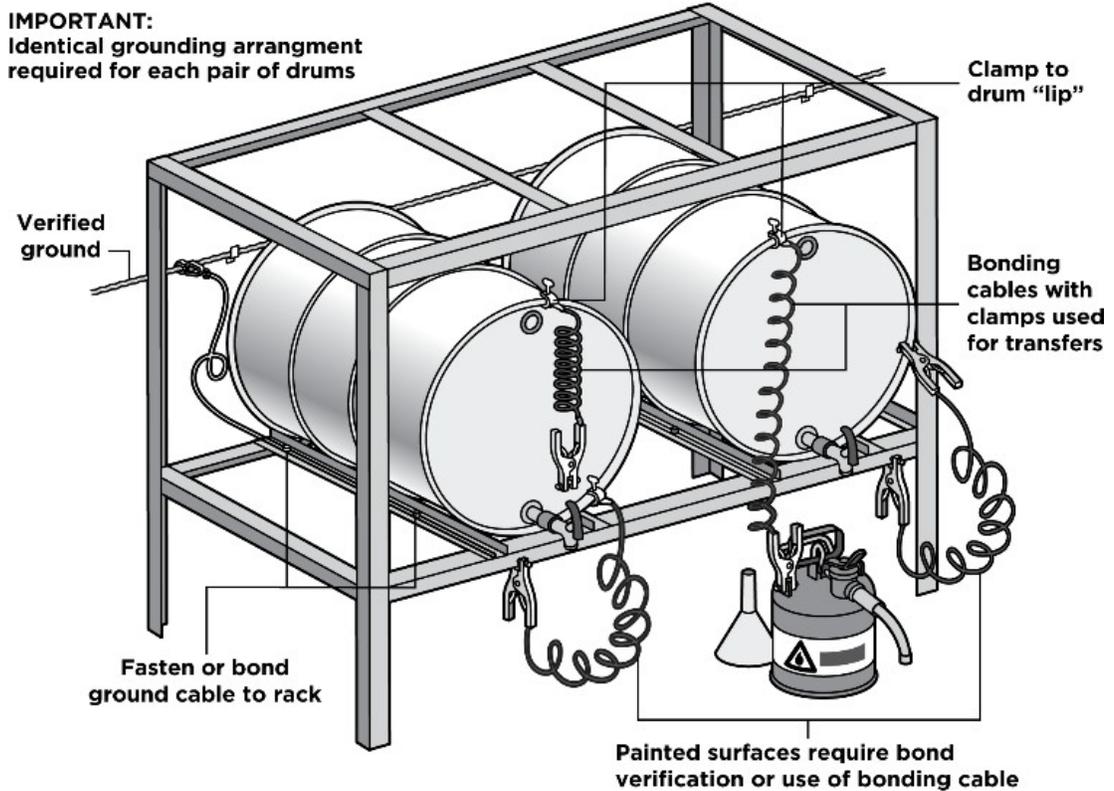


Figura 5: Llenado de contenedores conductores

portátiles **Tabla 2: Llenado de contenedores**

conductivos (metálicos) (Retail)

<p>Llenado de recipientes metálicos pequeños, hasta 5 galones</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Los cubos o cubetas abiertos sólo están permitidos para su uso como recoge gotas, u otras tareas específicas aprobadas por la BU. • El recipiente deberá estar unido al sistema de llenado y todos los componentes metálicos (incluido el embudo, si se utiliza y es conductor) del sistema de llenado deberán estar unidos. • Las estaciones de llenado designadas requieren que los sistemas de llenado estén conectados a tierra (conectados a un punto de tierra verificado (véase la figura 2)).
<p>Llenado de recipientes metálicos de más de 5 galones</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El contenedor deberá estar unido al sistema de llenado y todos los componentes metálicos del sistema de llenado deberán estar unidos. • Evite salpicaduras de líquidos inflamables. Llenar a través de la boquilla inferior (si está equipado) o tener bajante que se extiende a menos de 2" de la parte inferior. • Evitar la carga de interruptores en los que pueda haberse

	introducido aire en el recipiente (enjuagar bien y purgar los vapores antes de rellenar).
--	---

2. Utilización de contenedores portátiles no conductores, como Poly Tanks, cubos tote, bidones y pequeños contenedores manuales, es decir, cubos de plástico y bidones de gasolina.

- a. No se utilizarán "piscinas para niños" o recipientes de plástico similares para recoger materiales o contener derrames.
- b. El llenado de recipientes no conductores con cualquier líquido puede generar una carga estática en el exterior del recipiente y no debe manipularse en una zona con un entorno inflamable.

Tabla 3: Llenado de recipientes no conductores

Llenado de recipientes no conductores		
Contenedor o talla	Conductividad	Medidas de seguridad
Menos de 55 galones	Superior a 50 pS/m	<ul style="list-style-type: none"> • Debe utilizarse una boquilla de llenado conductora/metálica que mantenga el contacto con el líquido del recipiente (lo mantenga sumergido) durante el llenado. • Evitar la carga del interruptor (enjuagar bien y purgar los vapores antes de rellenar).
55 a 660 galones	Superior a 50 pS/m	<p>Además de los 2 requisitos anteriores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pegue todos los componentes metálicos que se encuentren a menos de 30 cm del recipiente para llenar el surtidor. • Evite las salpicaduras. La boca de llenado se extiende hasta 5 cm del fondo del recipiente. • La velocidad de llenado deberá ser inferior a 1 m/s (3 f/s) • La boca de llenado deberá permanecer sumergida en el líquido durante al menos 30 segundos después de que se haya detenido el llenado.
Cualquier tamaño hasta 660 gal	Inferior a 50 pS/m	<p>Además de todos los requisitos enumerados anteriormente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proporcionar al menos 30 segundos de tiempo de residencia aguas abajo de la bomba de llenado, mezcladores en línea o filtros de microporos. • El sistema de llenado deberá estar conectado a tierra. • Si el recipiente es >55 gal, la boca de llenado deberá permanecer sumergida en el líquido durante al menos 5 minutos después de que se haya detenido el llenado.
Más de 660 galones	Todos los niveles de conductividad	<ul style="list-style-type: none"> • No debe utilizarse para inflamables o combustibles de bajo punto de inflamación.

4.9 Equipo de Reabastecimiento en Campo

1. Reabastecimiento de Equipos con Camiones Cisterna

- a. Los depósitos de combustible que hayan contenido previamente cualquier combustible o material diferente no se repostarán sin haber sido previamente enjuagados a fondo con agua.
- b. Sólo los recipientes portátiles conductores (metálicos) (5 - 660 gal) se repostarán con combustible inflamable. Véase 4.9.1.e. a continuación para los requisitos de repostaje de combustibles a depósitos no conductores.

- c. El reabastecimiento de Inflamables requiere:
 - 1) El depósito receptor deberá estar conectado al camión de combustible mediante un cable de unión. El surtidor de combustible estará unido al depósito receptor o permanecerá en contacto con el cuello de combustible durante todo el repostaje.
 - 8) Los tanques receptores de más de 5 galones deberán ser llenados con el pico conductor o el cuello del tanque receptor extendiéndose a 1"-2" del fondo del tanque para evitar el llenado por salpicadura.
 - 9) Los equipos accionados por motor u otras fuentes de ignición cercanas deben apagarse o retirarse antes del llenado.
- d. El repostaje de combustibles como el diésel en depósitos de combustible conductores (<660 gal) requiere:
 - 1) La boquilla de combustible debe estar conectada al depósito de origen (manguera de combustible conductora o cable de conexión en paralelo).
 - 2) La boquilla de combustible deberá estar unida al depósito receptor o permanecer en contacto con el cuello de combustible durante todo el repostaje.
- e. El repostaje de combustibles como el gasóleo en depósitos de combustible no conductores (<660 gal) requiere:
 - 1) La boquilla de combustible deberá estar unida al depósito de origen (es decir, se utilizará una manguera de combustible conductora) y cualquier objeto conductor situado a menos de 12" del depósito de combustible se retirará o se unirá a la boquilla de combustible.
 - 10) El abastecimiento de combustible sólo tendrá lugar fuera de las zonas de clase 1, división 1 ó 2.

4.10 Hidrogranallado, Pintura, Granallado con Abrasivos y Limpieza de Tanques y Recipientes

1. Pintura y Granallado Abrasivo

- a. Deberá establecerse una conexión entre la boquilla y la superficie de trabajo. La superficie de trabajo también debe estar conectada a tierra.
- b. Las mangueras utilizadas para las operaciones de pintura o chorreado deberán ser conductoras (blindaje metálico incorporado o carbono) y proporcionar continuidad desde la pistola y la boquilla hasta la máquina.

2. Equipos de Limpieza y Hidrogranallado

- a. Se pueden generar altos niveles de estática en la punta del equipo de limpieza presurizado y la ignición por estática es una preocupación cuando puede haber o generarse un entorno inflamable durante las actividades de limpieza.
 - 1) Los sistemas de aplicación y los equipos de limpieza utilizados deberán ser conductores y estar conectados al depósito. Todo equipo u objeto conductor que se encuentre en el recipiente o en la atmósfera del recipiente o se introduzca en ellos deberá conectarse primero al recipiente o al depósito.
 - 2) El agua a presión, los pulverizadores de agua y el agua caliente o el vapor no se utilizarán en **tanques** o **recipientes** que contengan un entorno inflamable o en los que dicha actividad genere un entorno inflamable. Consulte la tabla de definiciones para el Agua a Presión.
 - a. El espacio de vapor se controlará según sea necesario para garantizar que siga siendo no inflamable durante dichas operaciones.
 - 3) Si se utiliza disolvente como agente de limpieza, deberá ser conductor (>50 pS/m) o hacerse conductor mediante el uso de un aditivo disipador de estática (SDA). También pueden

utilizarse disolventes mezclados o "ensuciados" con el lodo del tanque para aumentar eficazmente la conductividad. Se verificará la conductividad del disolvente. El disolvente utilizado deberá tener un punto de inflamación al menos 15° F (8,5° C) superior a la temperatura del tanque o recipiente.

- 4) Para la limpieza con agua a presión o disolventes en ambientes inflamables sólo se utilizarán boquillas de paso liso.
- b. El hidroganallado requiere la conexión a tierra de la bomba y el uso de lanza y boquilla conductoras, unidas a través de la pistola o el mango a una manguera trenzada de acero.

4.11 Transferencias a Contenedores/Recipientes Recubiertos o Revestidos

1. Recipientes Conductores Revestidos o con Recubrimiento Interno

Esta sección no se aplica a tanques o recipientes con revestimientos de material conductor o revestimientos que no superen un espesor de 2 mils. (Consulte la sección 4.8 de esta norma para las transferencias a recipientes conductores o 4.15 para el llenado de tanques).

- a. El revestimiento del recipiente receptor debe conectarse a la tubería de llenado o al equipo fuente si la tubería no es conductora.
- b. La boquilla de la línea de llenado deberá dispensar líquido dentro de un diámetro de manguera del fondo del recipiente o contenedor receptor.
- c. No conmute la carga.
- d. No permita que haya ningún generador de chispas (objetos metálicos sueltos/no adheridos) en el espacio de vapor del tanque/recipiente durante el llenado. Deje pasar al menos 1 minuto antes de tomar muestras o introducir objetos conductores en el espacio de vapor una vez finalizado el llenado.
- e. Los siguientes requisitos adicionales se aplican a la manipulación de líquidos de baja conductividad (<50 pS/m) en cisternas/recipientes recubiertos o revestidos:
 - 1) El tanque o recipiente puede estar diseñado con placas internas de puesta a tierra que proporcionan una ruta eléctrica a la coraza del tanque o recipiente. Si no está equipado como está diseñado, una placa metálica con una superficie no inferior a 30 pulg.²/100 gal (194 cm²/379 L) situada en el fondo del tanque y conectada a una toma de tierra externa deberá insertarse antes de las operaciones de llenado.
 - 5) Espere al menos 5 minutos antes de tomar muestras o introducir cualquier objeto conductor en el espacio de vapor después de que haya cesado el llenado.

4.12 Transferencia de Sólidos, Polvos y Polvos Combustibles

1. Sólidos, polvos y polvo

El movimiento de materiales sólidos, granulados y en polvo a través de equipos de proceso, transferencia, carga, descarga u otros puede generar una carga estática y dar lugar a una descarga estática. La generación de estática puede esperarse en cualquier momento en que un polvo entre en contacto con otra superficie, como en el tamizado, el vertido, el desplazamiento, la molienda, la micronización, el deslizamiento y el transporte neumático. La carga estática puede tardar horas o días en disiparse.

La manipulación de polvos a menudo implica una presencia significativa de polvo que puede quedar suspendido en el aire y crear una atmósfera inflamable o explosiva. Según la norma NFPA 77, "*un polvo combustible se define como una partícula sólida combustible que presenta un riesgo de incendio o deflagración cuando está suspendida en el aire o en otro medio oxidante en un rango de concentraciones, independientemente del tamaño o la forma de la partícula*". Los polvos pueden clasificarse por su resistencia eléctrica (en contraposición a su conductividad, como se mide en los líquidos).

Por lo tanto, la transferencia de sólidos, gránulos y polvos requiere prácticas de diseño y

funcionamiento de los equipos para mitigar el riesgo de generación y descarga de electricidad estática, así como la posible presencia de materiales y atmósferas inflamables.

- a. Los sistemas de transferencia de sólidos, gránulos y polvo deberán estar diseñados y concebidos para proporcionar una conexión a tierra contra los riesgos de generación y descarga de electricidad estática.
- b. El polvo no se transferirá a/desde un contenedor o recipiente no conductor en presencia de o con una atmósfera inflamable.
- c. Se determinará el período de descanso necesario para la disipación de la estática acumulada. El período de reposo requerido se observará antes de iniciar actividades que puedan generar una chispa (desenganche de mangueras o equipos de transferencia, muestreo, calibrado).
- d. Cuando se generen polvos inflamables a partir de la transferencia de sólidos, gránulos o polvos, la atmósfera del recipiente deberá estar inerte.
 - 1) Inertizar la atmósfera, saturar el polvo con agua y minimizar/eliminar la generación de polvo son métodos típicos para eliminar el riesgo de ignición estática.
- e. Los filtros y las cámaras de bolsas son lugares habituales de explosiones iniciadas por electricidad estática. Sólo se utilizarán componentes del sistema conectados a tierra y medios y bolsas conductores. Entre los métodos adicionales para reducir los riesgos de ignición estática en los servicios de polvo combustible se incluyen:
 - 1) Uso de revestimientos conductores en componentes.
 - 6) Realización de inspecciones y mantenimiento periódicos, incluidas las garantías de conductividad.
 - 7) Instalación de detección de chispas, aislamiento del sistema y extinción de incendios para mitigar el impacto de las igniciones estáticas.
- c. Las mangueras no conductoras no se utilizarán para la transferencia de sólidos, pellets o polvo en áreas de Clase 1, División 1 o donde pueda existir o generarse una atmósfera inflamable durante el proceso de transferencia.

4.13 Camiones y Sistemas de Vacío

1. Transferencia de Líquidos con Camiones de Vacío

Las transferencias de líquidos pueden incluir líquidos inflamables, combustibles y corrosivos, lodos, fangos y algunos sólidos/polvos. El término "Líquido" en el contexto de esta norma se refiere al tipo de camión y su bomba de vacío/equipo relacionado con la bomba utilizado según sea necesario donde haya o pueda haber inflamables.

- a. Las transferencias que impliquen hidrocarburos o que tengan lugar en áreas de Clase 1, División 1 ó 2 requieren lo siguiente de conformidad con la Norma de Camiones de Vacío de DS&C:
 - 1) continuidad del sistema desde el extremo abierto de las mangueras (líquido y vapor), a través del camión hasta el punto de tierra/puesta a tierra verificado.
 - 8) El tanque o recipiente de la fuente, el contenedor de recogida y/o el equipo de escape de vacío adjunto, es decir, el depurador, deberán estar debidamente conectados y puestos a tierra.
 - 9) se observarán las prácticas de minimización y mitigación de la estática según API 2219.

2. Transferencias de vacío en Seco (con Bombas Lobulares Rotativas/de Alto Volumen)

Las transferencias de vacío en seco implican una amplia variedad de materiales no combustibles que no contienen hidrocarburos, utilizando bombas de gran volumen. Ejemplos de materiales incluyen, entre otros, catalizadores, materiales de embalaje, lodos, excavación de suelos, limpieza de tuberías de alcantarillado y drenaje. (Consulte la norma DS&C sobre camiones de vacío para conocer todos los requisitos).

- a. Las transferencias con estos sistemas de gran volumen generan altos niveles de estática y calor. No se permite el uso de camiones o sistemas de vacío con bomba lobular rotativa para su uso con materiales combustibles o inflamables (incluyendo polvos, polvos o sólidos combustibles que puedan generar dicho polvo) o para su uso en un entorno inflamable sin la revisión y aprobación del Consejero de Seguridad de DS&C o del SME de DS&C.
- b. El camión de vacío o el sistema de vacío deberán conectarse a tierra antes de las actividades de transferencia.
- c. Cuando se utilicen mangueras no conductoras para transferencias de vacío en seco, se considerará la posibilidad de utilizar PPE o equipos para evitar descargas estáticas a los manipuladores.

Nota: Debido a la naturaleza abrasiva de muchos de los materiales aspirados por estas carretillas o sistemas, en aplicaciones no peligrosas, las mangueras pueden estar construidas de plástico duradero no conductor y, por lo tanto, pueden generar altos niveles de estática.

4.14 Transferencias que involucran buques marítimos a/desde tierra

Todas las transferencias en las que intervengan buques o embarcaciones marítimas deberán cumplir los requisitos ISGOTT. Los emplazamientos individuales o las agencias reguladoras locales pueden especificar requisitos adicionales o más estrictos.

1. Sistemas de Transferencia de Tierra a Barco/Recipiente

- a. Los sistemas de tuberías en tierra estarán aislados del buque marítimo y de sus sistemas de carga. Los buques no estarán conectados a tierra. Debe haber un único tramo de manguera no conductora o una brida aislante en las tuberías del pantalán/muelle para aislar eléctricamente el lado de tierra del buque. Podrán instalarse bridas aislantes en los brazos de carga en lugar de tuberías (véase la figura 6).
 - 1) Las bridas aislantes se probarán al menos una vez al año y se verificará que tienen una resistencia eléctrica mínima de 1000 ohmios.
 - 10) Las mangueras discontinuas se probarán al menos una vez al año y se comprobará que tienen una resistencia no inferior a 25.000 ohmios de un conector extremo al otro.
 - 11) Las mangueras eléctricamente continuas se probarán al menos una vez al año y se comprobará que tienen una resistencia no superior a 0,75 ohmios/metro de un conector de manguera al otro.

12) Las mangueras se marcarán/identificarán como "discontinuas" o "continuas". Se mantendrán registros de pruebas de todas las mangueras y bridas aislantes.

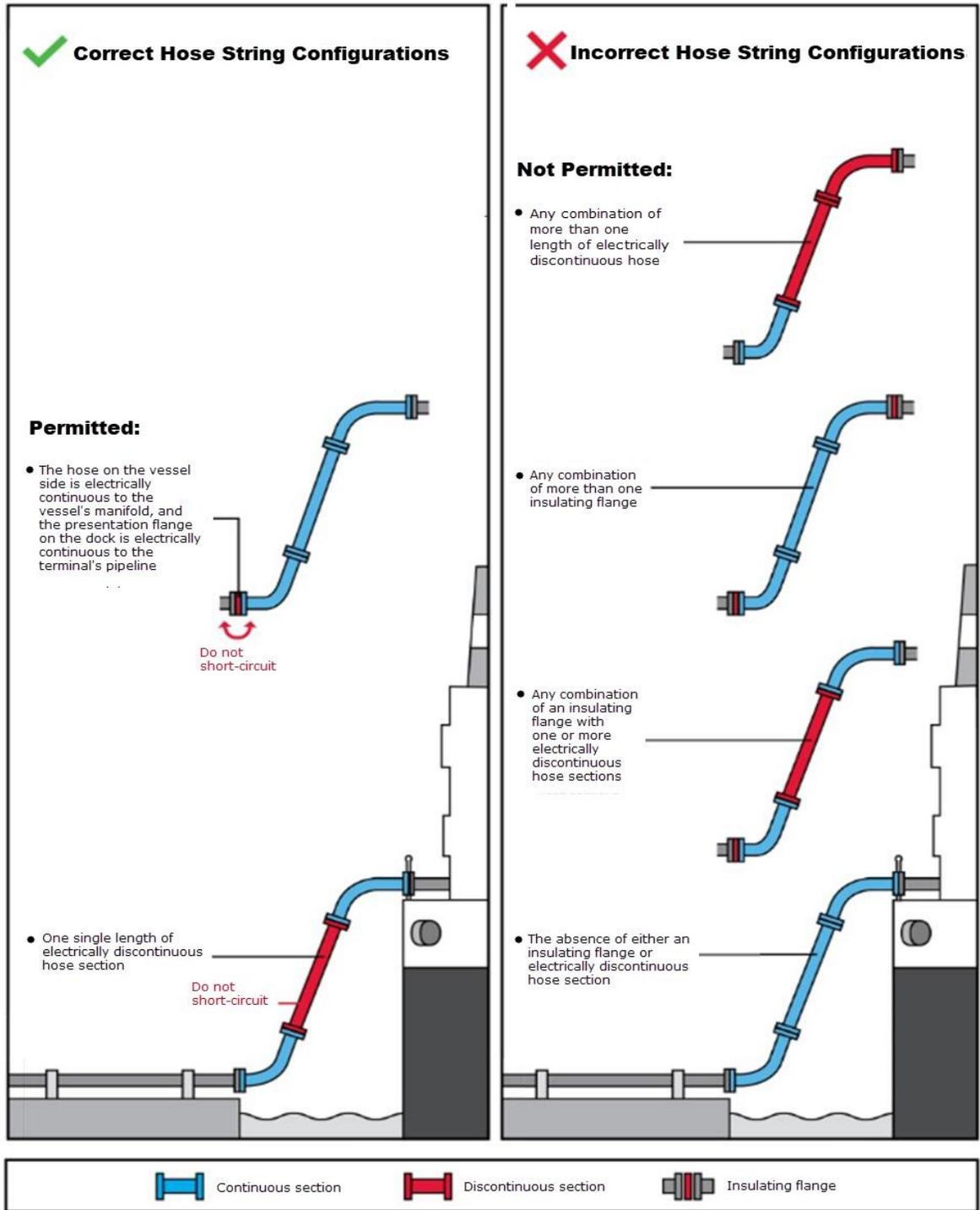


Figura 6: Aislamiento de la Línea de Carga del Buque Marítimo desde la costa

- b. Véase la tabla 2, sección 4.1 para los Requisitos de Tiempo de Residencia
- c. Todos los componentes metálicos del sistema de carga del lado del mar deberán ser eléctricamente continuos con el casco del buque. Los sistemas del lado de tierra serán eléctricamente continuos desde la última válvula de bloqueo de la tubería hasta la brida aislante o la sección de manguera no conductora.

2. Restricciones de Velocidad de Carga desde Tierra al Buque

- a. Limitar la velocidad lineal de la carga a un máximo de 1 m/s (3 f/s) en las entradas de las cisternas individuales durante las fases iniciales de carga hasta:
 - 1) el tubo de llenado y cualquier otra estructura de la base del depósito se hayan sumergido hasta el doble del diámetro del tubo de llenado para que hayan cesado todas las salpicaduras y turbulencias superficiales, y
 - 13) se haya eliminado el agua acumulada en la tubería. Es necesario cargar a este ritmo restringido durante un periodo de 30 minutos o hasta que se hayan cargado en el tanque dos volúmenes de tubería (es decir, del tanque de tierra al tanque del buque), lo que sea menor.
- b. Se requiere un período de espera de 30 minutos antes del muestreo después de que haya cesado la carga. Todo el equipo de muestreo utilizado deberá ser conductor y estar adherido al casco.
- c. Véase el apéndice D: restricciones relativas a compartimentos múltiples.

4.15 Llenado de Tanques y Mezcla de Tanques/Mezcladores

1. Requisitos generales de llenado y velocidad de llenado para líquidos de todas las conductividades

- a. Se evitará el llenado por salpicaduras.
- b. El depósito, las tuberías de llenado y los componentes de las tuberías están conectados a tierra
- c. Todo equipo situado cerca de aberturas deberá estar conectado a tierra.
- d. La velocidad inicial del flujo hacia los tanques para todos los segmentos de la tubería de llenado aguas abajo en un plazo de 30 segundos aguas arriba de la salida de llenado de los tanques no será superior a 1 m/s durante la fase inicial de llenado del tanque.
- e. Véase la Tabla 2, Sección 4.1 para los requisitos de tiempo de residencia (productos de conductividad baja y Ultrabaja).

2. Restricciones de la velocidad de llenado de Tanque de Techo Flotante

- a. Se mantendrá una velocidad de 1 m/s (3 f/s) hasta que el techo flote

3. Restricciones de la tasa de llenado del Tanque Fijo de Techo

- a. La velocidad máxima de llenado inicial de 1 m/s (3 f/s) se mantendrá hasta que la entrada esté sumergida dos diámetros de tubería o 61 cm (2 pies), lo que sea menor.
- b. No se superará una velocidad de llenado de 1 m/s durante todo el llenado del depósito si la conductividad del líquido es desconocida o es baja (inferior a 50 pS/m) y contiene agua dispersa o perturba el agua del fondo del depósito.
- c. Una vez completada la etapa inicial de llenado, no se superará un límite máximo de 7 m/s (23 f/s) para los productos que tengan o puedan generar un espacio de vapor inflamable.

4. Período de espera de Muestra

- a. Cuando un tanque pueda contener un espacio de vapor inflamable, se requiere un período de espera de al menos 30 minutos en tanques de más de 10.000 barriles, 5 minutos para tanques de 5.000 - 10.000 y 1 minuto para tanques de menos de 5.000 barriles después de que haya cesado el flujo antes de aforar o tomar muestras, si no se utiliza un pozo aforador. Debe preverse un tiempo adicional para los líquidos de conductividad Ultrabaja.
- b. Sólo se utilizarán equipos conductores de medición y muestreo, que deberán estar unidos al depósito.

5. Mezclado de Tanques y Mezcladores

No se considera que las hélices convencionales de baja velocidad utilizadas para mezclar tanques generen niveles peligrosos de estática. Los chorros de los tanques y los mezcladores de mayor velocidad pueden agitar el agua y los residuos del fondo del tanque y generar una carga electrostática peligrosa en la superficie del líquido durante la mezcla y la sedimentación. Los tanques de techo flotante eliminan este peligro.

- a. Se evitará el uso de chorros en tanques donde los flujos de chorro rompan la superficie del líquido.
- b. Si existe o puede generarse un entorno inflamable, se prohíbe el uso de aire o vapor para agitar los tanques, ya que pueden generar una gran cantidad de estática y aumenta la probabilidad de crear un entorno inflamable.

4.16 Abastecimiento de combustible de aeronaves

1. Conexión y Puesta a Tierra de Camiones Cisterna

- a. La conexión a tierra del camión de combustible para el repostaje de aeronaves sólo es necesaria si así lo considera la Autoridad Aeroportuaria local o el cliente. Dado que cualquier operación de transferencia de combustible requiere una conexión a tierra, los camiones de combustible deberán estar equipados con dos carretes de conexión a tierra estáticos si la conexión a tierra también se requiere localmente.
- b. Cuando se requiera conexión a tierra, la pinza del cable del carrete estático del camión de combustible debe fijarse a la clavija/estaca de conexión a tierra designada en la plataforma.
- c. La (otra) pinza de cable de carrete estático del camión de combustible se conectará al punto de conexión de metal desnudo designado de la aeronave.
 - 1) Si la aeronave no está equipada, el operador/cliente deberá identificar el punto aprobado para la unión, antes de la transferencia de combustible.
 - 2) La conexión de enlace entre el chasis del vehículo de combustible o carro y la aeronave no deberá superar los 25 ohmios.
- d. La conexión entre el carrete del vehículo de abastecimiento de combustible y el punto de conexión en la aeronave se realizará antes del abastecimiento de combustible y se desconectará sólo después de que se haya completado el abastecimiento de combustible y la manguera se haya retraído y devuelto al vehículo o carro de abastecimiento de combustible.
- e. La manguera de abastecimiento de combustible será de **Tipo C**, semiconductor (con una resistencia eléctrica entre 10^3 y 10^6 ohmios/metro), o de **Tipo E**, conductora de electricidad (resistencia eléctrica requerida <100 ohmios/metro). La manguera no se utilizará para la unión entre el vehículo de combustible o carrete a la aeronave.
- f. El vehículo o carrete de combustible estará construido de metal y proporcionará una vía de unión entre el depósito de suministro, las tuberías de repostaje y el cable de unión.

4.17 Gasolineras y estaciones de servicio

1. Bombeo del Depósito de Combustible (Cambio de Servicio o Mantenimiento)

La extracción del talón de combustible de los UST (tanques de almacenamiento subterráneos) de las estaciones de servicio minoristas para el cambio de servicio o la inspección/mantenimiento del tanque se realiza normalmente con camiones de suministro de combustible que están equipados con una bomba capaz de extraer el combustible. Se asegura y mantiene una ruta eléctricamente conductora desde los componentes conductores del UST, a través de la manguera, hasta el camión.

- a. El tubo o "aguijón" de aspiración utilizado debe ser de material conductor y tener la longitud suficiente para llegar al fondo del UST, sobresaliendo de la parte superior del tanque cuando toque el fondo.

- b. La(s) manguera(s) utilizada(s) debe(n) estar equipadaa(s) con racores conductores de tipo Cam-Lok y unida(s) al agujón y a la conexión de la bomba del camión.
- c. La tubería de aspiración/el extremo deberá estar unido a los componentes conductores del UST (normalmente la brida y la escotilla) durante todo el tiempo que dure la transferencia. Cualquier otro componente conductor del UST también debe estar unido o retirado de forma segura lejos del tanque.
- d. El trasvase se detendrá en cuanto empiece a disminuir la succión para evitar una agitación excesiva y la posibilidad de que entre aire.
- e. Se utilizará un camión de vacío para la limpieza final del UST (consulte la sección 4.15).

2. Repostaje de Tanques de Estaciones de Servicio

La conexión entre los camiones cisterna y los tanques subterráneos de las estaciones de servicio durante el suministro del producto a los tanques no es necesaria siempre que la boquilla de la manguera se mantenga en contacto metálico con el tubo de llenado del tanque conectado a tierra o se utilicen conexiones estancas entre la manguera y el tubo de llenado del tanque. Si el tanque no es conductor (por ejemplo, fibra de vidrio), puede ser necesaria una conexión a tierra adicional para el tubo de llenado. La experiencia indica que no existe riesgo de ignición estática durante esta operación cuando se siguen estas precauciones.

- a. Cuando se cambie el servicio de un UST, se limpiarán los tanques para evitar la contaminación y los problemas estáticos de la "carga de conmutación" (no es necesario para los cambios de grado de combustible).
- b. Los depósitos se llenarán por gravedad desde el camión para el primer llenado.
- c. La línea de entrada de llenado del tanque también debe descargar cerca del fondo, evitando problemas de carga por salpicaduras.

4.18 Estática en Actividades Humanas Rutinarias

1. Riesgos Estáticos Diversos

Se formará a los empleados para que evalúen sus tareas y sean conscientes de las posibles descargas estáticas cuando puedan existir entornos inflamables. Esta formación deberá abordar:

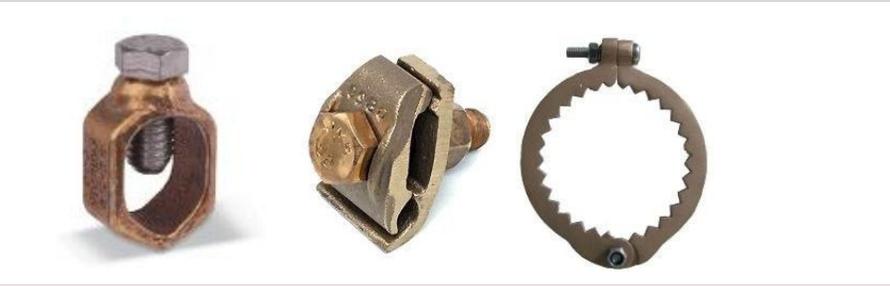
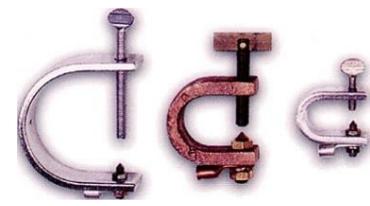
- a. Los materiales comunes que vestimos, como la lana, la seda o los sintéticos, incluidos el poliéster y el rayón, son acumuladores de estática. En los casos en los que la electricidad estática pueda ser motivo de preocupación debido al movimiento personal, la mejor medida de seguridad para evitar descargas estáticas no deseadas fuera de la zona de trabajo o el entorno inmediato potencialmente inflamable es la conexión frecuente a tierra (tocar objetos metálicos conectados a tierra).
- b. Los materiales que utilizamos habitualmente en nuestras plantas como, por ejemplo, ciertos tipos de plástico, lonas/cubiertas, PVC o materiales a base de nailon pueden generar y acumular niveles preocupantes de electricidad estática. Cuando se utilicen en áreas clasificadas, se verificará que el área afectada no es inflamable antes de realizar dicho trabajo.

5 Términos Clave y Definiciones

Tabla 4: Términos y Definiciones

Plazo	Definición
Líquido inflamable	NFPA & OSHA - Tener un punto de inflamación inferior a 100° F/38° C
Líquido Combustible	NFPA & OSHA - Tener un punto de inflamación igual o superior a 100° F/38° C

Polvos Combustibles	Partículas sólidas combustibles que presentan un riesgo de incendio o deflagración cuando están suspendidas en el aire o en otro medio oxidante en una gama de concentraciones, independientemente del tamaño o la forma de las partículas.
Manguera Conductora	Cuando no se especifique lo contrario, las mangueras conductoras no superarán los 100 ohmios (de extremo a extremo).
Líquidos de Hidrocarburos conductores	Materiales que se considera que no acumulan estática. En lo que respecta a la transferencia de materiales, se sabe que tienen una conductividad de >10.000 pS/m.

Plazo	Definición
Hidrocarburos Líquidos de Baja Conductividad	Materiales de los que se sabe que tienen una conductividad medida <50 pS/m pero $\neq >2$ pS/m
Hidrocarburos Líquidos de Ultrabaja Conductividad	Materiales con conductividad de $\neq <2$ pS/m, medida hasta 3 pS/m
Agua a Presión	Agua o productos de limpieza aplicados a una presión suficientemente alta, o el diseño de la boquilla crea una niebla atomizada.
Recipientes para Muestras - Muestreo	Véase el capítulo 8.1 del Manual API de normas de medición del petróleo. Prácticas normalizadas para el muestreo manual de petróleo y productos petrolíferos
Conectado/Conexión	<p>Dos objetos conductores conectados o unidos de otro modo para eliminar su diferencia de potencial eléctrico. A efectos de esta norma, una conexión o conexiones unidas que requieren verificación con un ohmímetro son:</p> <p>Conexiones con pinzas o acopladas <10 ohmios (25 ohmios para el repostaje de aeronaves) de resistencia eléctrica entre ellas.</p> <p>Conexiones fijas como roscadas o atornilladas, $\neq <2$ ohmios.</p> <p>Los cables de conexión portátiles se construirán con un cable flexible de 6,35 mm de diámetro como mínimo y de un material conductor duradero como el acero inoxidable. Las abrazaderas deberán ser de 3rd, es decir, NRTL, UL u otra similar, aprobadas por el propietario, del tipo apriete para abrir construidas con resortes fuertes o del tipo atornillado. Los puntos de contacto deben ser afilados, de acero al carbono o material similar.</p> <p>Donde lo más adecuado sea un conector atornillado permanente, consulte a su electricista local.</p> <p>EJEMPLOS DE ABRAZADERAS DE UNIÓN HOMOLOGADAS (Dientes afilados y duros con conector de rosca o pinza con muelles fuertes):</p> <p>Algunos conectores fijos atornillables comunes:</p>  <p>Generalmente se utiliza para unir o conectar a tierra los bidones en las estaciones de transferencia:</p> 

Plazo	Definición
<p>Conectado/Conexión (continuación)</p>	<p>Generalmente utilizado en campo para Conectar o Poner a Tierra con Camiones</p>
	
	<p>Generalmente utilizado para bastidores de transferencia de camiones y vagones cisterna:</p>
	
	<p>Algunas combinaciones típicas:</p>
	
<p>EJEMPLOS DE PINZAS DE CONEXIÓN NO HOMOLOGADAS (dientes blandos y/o muelles débiles):</p>	
<p>NO UTILIZAR:</p>	
	

Plazo	Definición
Atmósfera Inflamable	>5% LEL. El Sitio puede revisar y aprobar el trabajo en caliente por encima del 5% de LIE utilizando el proceso de Gestión de Cambios o Desviaciones de la obra, pero el trabajo en caliente es nunca se permite por encima del 10% de LEL.
Conectado /Conectando a tierra	Objeto conductor o pieza de equipo conectada a tierra en un punto conductor, fijo/seguro en el que se sabe que la resistencia eléctrica a tierra es <1000 ohmios para permitir la disipación segura de cualquier estática generada. (Las conexiones a tierra de equipos alimentados eléctricamente no son aceptables para la conexión a tierra estática). La verificación de las conexiones a tierra para la disipación de la electricidad estática requiere uno de los métodos siguientes: <ol style="list-style-type: none"> 1. Prueba de caída de potencial, medidor manual como el AEMC 6416, u otros métodos industriales reconocidos de prueba de resistencia de tierra - Electricista cualificado u otra persona capacitada en el uso del instrumento. 2. Dispositivo móvil de verificación del suelo (MGV), es decir, Newson-Gale, como el que utilizan los camiones de vacío, de <1000 ohmios.
Tiempo de Permanencia	Tiempo necesario para la disipación estática desde un punto de generación hasta la descarga en un tanque o recipiente desde un sistema de carga/salida de tuberías. El tiempo de permanencia requerido es la base para calcular la distancia necesaria, el diámetro de la tubería y/o el caudal en un sistema de carga o transferencia en el que la generación y acumulación de estática son motivo de preocupación. Los Mezcladores Estáticos, los Filtros Finos y Microfinos y las bombas centrífugas o de paletas son ejemplos de puntos de alta generación de estática del sistema de carga.
Descarga de Chispas	Chispa que se produce entre objetos conductores de diferentes tensiones de carga y normalmente uno de los objetos no está conectado a tierra. Ejemplo: Lata flotante
Promotor de la Chispa	Objeto conductor conectado o no a tierra que sobresale en el espacio de vapor de un recipiente y que proporciona el espacio necesario para que se produzca una chispa desde la superficie de un líquido cargado. Los ejemplos incluyen una bajante de carga asentada fuera del fondo del tanque receptor, una lata de muestra, un soporte de botella o una cinta calibradora bajada a un tanque, cualquier objeto flotante suelto como una lata.
Relleno de Salpicaduras	Permitir que un líquido caiga a una distancia que cree agitación no deseada, generación electrostática y mayor potencial de generar una niebla o vapor inflamable.
Carga de interruptor	Carga de un material de baja presión de vapor y baja conductividad en un contenedor o cisterna que anteriormente contenía un material que dejaba una atmósfera inflamable.

6 Verificación

Consulte la hoja de cálculo aquí ([ENLACE](#), cargado en la carpeta Administrativa del sitio SharePoint de Recursos de Fabricación) para V7V.

7 Referencias

Tabla 5: Normas y Referencias de la Industria para Riesgos de Estática

Industria y Otras Referencias Externas
API 2003, Protection Against Ignitions Arising out of Static, Lightning, and Stray Currents (Protección contra igniciones provocadas por electricidad estática, rayos y corrientes parásitas) NFPA 77, Recommended Practice on Static Electricity (Práctica recomendada sobre electricidad estática)
ISGOTT, International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals (Guía internacional de seguridad para petroleros y terminales)
NFPA 407, Standard for Aircraft Refueling (Norma para el repostaje de aeronaves)
EI 1529 2014, Mangueras y conjuntos de mangueras para abastecimiento de combustible de aviación
API RP 2015, Guidelines and Procedures for Entering and Cleaning Petroleum Storage Tanks
Avoiding Static Hazards in Chemical Operations, LG Britton (1999).

Tabla 6: Normas y SOPs Existentes para Riesgos de Estática

Norma, instrucción o PNT de Chevron	Título y enlace (si está disponible)
DSC_200, Norma para Camiones de Vacío (aplicable a DS&C, MFG)	DSC_200 Funcionamiento del camión de vacío y del sistema de vacío (LINK)
Directriz Normas de Ingeniería de Chevron, Mantenimiento de Tanques Ventilación, sección 4.2 Desgasificación de Tanques Elevados	TAM-EN-1100 Mantenimiento de tanques (LINK) MFG-EC-DGAT EC-TDG, Desgasificación de tanques elevados Lista de comprobación esencial
Norma de Ingeniería Chevron Prevención de Incendios - Granallado con Abrasivos, Sección 336	FPM-EN-300 Actividades de prevención de incendios Nota: A partir de 2019, esta referencia ha sido archivada por CES. Los Jefes de Bomberos de cada Refinería proporcionan ahora la orientación asociada al chorreado abrasivo.
Pruebas de Bridas de Transferencia Marinas	Documento de orientación, cargado en el sitio SharePoint de recursos de fabricación. (ENLACE)
Gestión de Incendios y Emergencias en Terminales Marítimas	FPM-ES-3300 (ENLACE)
Norma Terminales Marítimos On-Shore	Equipos de puesta a tierra, conexión y aislamiento eléctrico (pendiente de aprobación)

8 Historia del Documento

Esta norma se ha revisado del siguiente modo.

Cuadro 7: Historial documental

Cambio de versión		Fecha	Resumen del cambio	Aprobado por
En	A			
0	0.1	06/13/18	Reformateo inicial y edición ligera.	
1.0	1.1	11/21/2019	Sección 6 y Tabla 6: Reparación de hipervínculos rotos. Tabla 2: Supresión de gamas redundantes (aclaración únicamente - sin efecto en la aplicación) Apéndice B: Distinción más clara entre benzol y benceno (sólo aclaración - sin efecto sobre la aplicación)	Don Mrla, Craig Hiler
1.1	1.2	3/9/2020	Cambio menor solamente. Se ha añadido la definición de agua a presión, junto con los requisitos adicionales de tiempo de permanencia en la tabla 2.	Don Mrla, Craig Hiler

Appendix A: Tabla de Conductividad de Productos Comunes (Nota 1)

Tabla 8: Tabla de Conductividad de Productos Comunes

Product o	Conductividad (pS/m) Nota 2
Benceno	0.005
Xileno	0.1
Tolueno	1
Gasolina	10 a 3000
Combustible para aviones	0,5 a <50
Diesel	0,5 a <50
Gasóleo	<50
Queroseno	<10
Aceite lubricante (base)	0,1 a 1000
Aceite lubricante (mezclado)	50 a 1000
Fuelóleos pesados "negros"	50 a 1000
Asfalto	>1000
Petróleo	>1000

API 2003 - Ref: SCE N° 8984

Note1 Los rangos de conductividad mostrados no reflejan el impacto de las impurezas

Note2 Los aditivos antiestáticos, cuando se utilizan, aumentan la conductividad del producto

Appendix B: Datos de Conductividad de Líquidos Específicos

Tabla 9: Datos de Conductividad para Líquidos Específicos

Líquido	Temp (C)	Conductividad, pS/m	Acumulador estático	Líquido	Temp (C)	Conductividad, pS/m	Acumulador estático
Acetaldehído	15	1.7×10 ⁸	No	Éter etílico	25	< 4×10 ¹	Sí
Ácido acético	25	1.1×10 ⁸	No	Isotiocianato de etilo	25	1.3×10 ⁷	No
Anhídrido acético	25	4.8×10 ⁻¹	Sí	Nitrato de etilo	25	5.3×10 ⁷	No
Acetona	25	6×10 ⁶	No	Tiocianato de etilo	25	1.2×10 ⁸	No
Acetonitrilo	20	7×10 ⁸	No	Bromuro de etileno	19	2×10 ⁴	No
Acetofenona	25	6×10 ⁵	No	Cloruro de etileno	25	3×10 ⁸	No
Bromuro de acetilo	25	2.4×10 ⁸	No	Formamida	25	4×10 ⁷	No
Cloruro de acetilo	25	4×10 ⁷	No	Ácido fórmico	25	6.4×10 ⁹	No
Alcohol alílico	25	7×10 ⁷	No	Furfural	25	1.5×10 ⁸	No
Anilina	25	2.4×10 ⁶	No	Glicerol	25	6.4×10 ⁶	No
Benzaldehído	25	1.5×10 ⁷	No	Glicol	25	3×10 ⁷	No
Benzol (benceno impuro)		7.6×10 ⁶	No	Heptano		< 1×10 ¹	Sí
Ácido benzoico	125	3×10 ⁵	No	Hexano	18	1×10 ⁻²	Sí
Benzonitrilo	25	5×10 ⁸	No	Alcohol isopropílico	25	3.5×10 ⁸	No
Alcohol bencílico	25	1.8×10 ⁶	No	Queroseno	25	1.7	Sí
Bromobenceno	25	< 2×10 ³	No	Acetato de metilo	25	3.4×10 ⁸	No
Alcohol butílico	25	1×10 ⁶	No	Alcohol metílico	25	4.4×10 ⁷	No
Disulfuro de carbono	1	7.8×10 ²	No	Metiletilcetona	25	1×10 ⁷	No
Tetracloruro de carbono	18	5×10 ⁴	No	Metil isobutil cetona	25	1.5×10 ⁸	No
Ciclohexanona		5×10 ⁵	No	Nitrato de metilo		6.7×10 ⁶	No
Ácido dicloroacético	25	1.2×10 ⁷	No	Naftaleno	82	4×10 ⁴	No

Líquido	Temp (C)	Conductividad, pS/m	Acumulador estático	Líquido	Temp (C)	Conductividad, pS/m	Acumulador estático
Dicloroetileno		1.7×10 ⁷	No	Nafta, VM&P, EC		< 1.3×10 ¹	Sí
Dietilamina	-33.5	2.2×10 ⁵	No	Nitroberizeno	0	5×10 ⁵	No
Dietilcarbonato	25	1.7×10 ⁵	No	Nitrometano	18	6×10 ⁷	No
Oxalato de dietilo	25	7.6×10 ⁷	No	Alcohol n-propílico	18	5×10 ⁶	No
Sulfato de dietilo	25	2.6×10 ⁷	No	Petróleo		3×10 ¹	Sí
Dimetil acetamida		1.1×10 ⁷	No	Fenol	25	1×10 ⁵	No
Sulfato de dimetilo	0	1.6×10 ⁷	No	Ácido sulfúrico	25	1×10 ¹²	No
Epiclorhidrina	25	3.4×10 ⁶	No	Tolueno		< 1	Sí
Acetato de etilo	25	1×10 ⁵	No	Ácido triclorico	25	3×10 ⁵	No
Acetoacetato de etilo	25	4×10 ⁶	No	Trimetilamina	-33.5	2.2×10 ⁴	No
Alcohol etílico	25	1.3×10 ⁵	No	Trementina		2.2×10 ¹	Sí
Etilamina	0	4×10 ⁶	No	Agua	18	4×10 ⁶	No
Bromuro de etilo	25	2×10 ⁶	No	Xileno		< 1×10 ⁻¹	Sí

Appendix C: Datos de Materiales de Oronita Comun

La siguiente lista no es exhaustiva.

Tabla 10: Tabla de Datos de Materiales de Oronita Común

Descripción del material	NFPA 704				Punto de inflamación, F (C)	Conductividad, pS/m	¿Acumulador estático?
	H	F	R	X-			
100 HC Lubricante tratado con hidrógeno	1	1	0		390 (199)	2.3	Sí
1000 MW PIB	0	1	0		390 (199)	0	Sí
1300 MW PIB	0	1	0		390 (199)	0.1	Sí
1-Hexadeceno	0	1	0		270 (132)	30	Sí
2300 MW PIB	0	1	0		360 (182)	0	Sí
AL 150	0	1	0		347 (175)	2.3	Sí
AL 304	0	1	0		338 (170)	3.3	Sí
AL 304B	0	1	0		338 (170)	2.3	Sí
AL 305B	0	1	0		338 (170)	1.5	Sí
Disolvente aromático 100 (C-9)	1	2	0		105 (40.6)	19	Sí
Aromático 150 (C-10)	1	2	0		145 (62.8)	26	Sí
Aromático 200 (C-11)	1	2	0		200 (93.3)	26	Sí
ASTM Nafta	1	3	0		-13 (-25)	12	Sí
DC200 (350 cSt)	1	1	0		482 (250)	0	Sí
Diesel	0	2	0		120 (48.9)	118	Sí
Peróxido de di-terc-amilo	1	3	3		77 (25)	0	Sí
Gasolina	1	3	0		-45 (-43)	56.4	Sí
Heptano, grado HPLC	1	3	0		26 (-3)	12.2	Sí
Hexano	1	3	0		-7 (-22)	19.3	Sí
Aceite caliente (100HC tras un servicio prolongado)	1	3	0		100 (38)	1	Sí
Ácido isosteárico	1	1	0		360 (182)	4	Sí

Descripción del material	NFPA 704				Punto de inflamación, F (C)	Conductividad, pS/m	¿Acumulador estático?
	H	F	R	X-			
Queroseno	1	2	0		120 (48.9)	6	Sí
OGA 496	2	2	0		100 (37.8)	25.4	Sí
OGA 574	2	2	0		100 (37.8)	6.7	Sí
Ácido oleico	1	1	0		364 (184)	4.2	Sí
OLOA 2504R	1	1	0		160 (71.1)	2	Sí
P ₂ S ₅	2	1	2		Polvo		Sí
Destilado PIB	0	1	0		61 (16)	0	Sí
Tetrámero de propileno	1	2	0		140 (6)	6.3	Sí
Tolueno, grado HPLC	2	3	1		39 (4)	1.2	Sí
Varasol 18	1	2	1		103 (39.4)	26	Sí
Xileno	2	3	0		-7 (-22)	7	Sí
Ácido acético						1.12×10 ⁶	No
2 Hexanol etílico	2	2	0		176 (80)	> 2000	No
Inhibidor de corrosión (OLOA 2504B)	2	3	0		93 (33.9)	589.3	No
Alcohol decílico	2	1	0		220 (104)	> 2000	No
Monooleato de glicerina (OLOA 2505M)	0	1	0		435 (224)	> 2000	No
Carbonato de etileno					302 (150)	<1×10 ⁷	No
Etilenglicol	2	1	1		232 (111)	1.16×10 ⁸	No
HPA/DETA	1	0	0			> 2000	No
HPA-x	1	0	0		282 (139)	> 2000	No
Isopropanol	1	3	0		54 (12.2)	> 2000	No
Metanol	1	3	0		52(11.1)	> 2000	No
MIBC	2	2	0		110 (43.3)	> 2000	No
OLOA 11000	0	1	0		395 (202)	575.3	No

Descripción del material	NFPA 704				Punto de inflamación, F (C)	Conductividad, pS/m	¿Acumulador estático?
	H	F	R	X-			
OLOA 11001	0	1	0		360 (182)	324.3	No
OLOA 13000	0	1	0		354 (179)	922.7	No
OLOA 13300	0	1	0		356 (180)	605	No
OLOA 15500 (PIBSA 1000)	0	1	0		372 (189)	606	No
OLOA 15667 (PIBSA 2300)	0	1	0		401 (205)	235.7	No
OLOA 15668	0	1	0		392 (200)	235.7	No
OLOA 15833 (PIBSA 2300)	0	1	0		404 (207)	162	No
OLOA 15834	0	1	0		395 (202)	893	No
OLOA 17500	0	1	0		392 (200)	> 2000	No
OLOA 17505	0	1	0		356 (180)	> 2000	No
OLOA 200	2	1	0		375 (191)	> 2000	No
OLOA 262	2	1	0			309	No
OLOA 269R	3	1	0			100	No
OLOA 340D	1	1	0		399 (204)	> 2000	No
Fenol	3	2	0		175 (79.4)	> 2000	No
Depresor del punto de fluidez (OLOA 2506F)	1	2	0		148 (64.4)	> 2000	No
s-Butanol	1	3	0		52 (11.1)	> 2000	No
TEPA	3	1	0		350 (177)	> 2000	No
Tetrámero/pentámero 80/20	1	2	0		100 (37.8)	180.7	No

Appendix D: Restricciones de la Velocidad de carga

Restricciones de la Velocidad de Carga Inicial

Tabla 11: Restricciones de Velocidad de Carga Inicial en BBLs/HORA

Diámetro crítico de la tubería (pulgadas)	Patrón de carga Un Tanque Equivale a Un Centro o Dos Alas			
	UN TANQUE (Bbls/Hora)	DOS TANQUES (Bbls/Hora)	TRES GRACIAS (Bbls/Hora)	CUATRO O MÁS TANQUES (Bbls/Hora)
4	170	240	300	350
6	400	560	700	800
8	700	1.000	1.200	1.400
10	1.100	1.550	1.900	2.220
12	1.500	2.100	2.600	3.000
14	1.000	2.700	3.300	3.800
16	2.400	3.400	4.100	4.800
18	3.100	4.400	5.400	6.300
20	3.900	5.500	6.700	7.800

Tabla 12: Restricciones de Velocidad de Carga Inicial en LITROS/MIN

Diámetro crítico de la tubería (pulgadas)	Patrón de carga Un tanque equivale a un centro o dos alas			
	UN TANQUE (Litros/Min)	DOS TANQUES (Litros/Min)	TRES GRACIAS (Litros/Min)	CUATRO O MÁS TANQUES (Litros/Min)
4	450	636	795	927
6	1.060	1.484	1.855	2.120
8	1.855	2.650	3.180	3.710
10	2.915	4.107	5.035	5.883
12	4.725	5.565	6.689	7.949
14	5.035	7.154	8.744	10.069
16	6.359	9.009	10.864	12.719
18	8.214	11.659	14.309	16.694
20	10.334	14.574	17.754	20.668

Restricciones a la Velocidad Máxima de Carga

Tabla 13: Restricciones de Velocidad Máxima de Carga en BBLs/HORA

Diámetro Crítico de Tubería (pulgadas)	Patrón de carga Un Tanque Equivale a Un Centro o Dos Alas			
	UN TANQUE (Bbls/Hora)	DOS TANQUES (Bbls/Hora)	TRES GRACIAS (Bbls/Hora)	CUATRO O MÁS TANQUES (Bbls/Hora)
4	1,300	1,800	2,300	2,700
6	3,000	4,200	5,200	6,100
8	4,700	6,700	8,200	9,800
10	6,000	8,300	10,200	12,000
12	7,200	10,200	12,400	14,300
14	8,200	11,800	15,500	16,700
16	9,700	13,700	16,600	19,300
18	10,700	15,300	18,700	21,700
20	12,000	16,800	20,700	24,000

Tabla 14: Restricciones de Velocidad Máxima de Carga en LITROS/MIN

Diámetro crítico de la tubería (pulgadas)	Patrón de carga Un tanque equivale a un centro o dos alas			
	UN TANQUE (Litros/Min)	DOS TANQUES (Litros/Min)	TRES GRACIAS (Litros/Min)	CUATRO O MÁS TANQUES (Litros/Min)
4	3,445	4,770	6,095	7,154
6	7,949	11,129	13,779	16,164
8	12,454	17,754	21,728	25,968
10	15,899	21,993	27,028	31,797
12	19,078	27,028	32,857	37,892
14	21,728	31,268	41,072	44,251
16	25,703	36,302	43,986	51,141
18	28,353	40,542	49,551	57,500
20	31,797	44,516	54,851	65,595

Appendix E: Primer llenado - Arranque Lento por Etapas

Tabla 15: Tabla de Conversión de Caudal en BBLs/HORA

Diámetro de la tubería NPS (pulgadas)	Cantidad (Bbls/hora)						
	1 m/s	2 m/s	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s
2	46	92	138	184	229	275	321
3	103	207	310	413	516	620	723
4	184	367	551	734	918	1101	1285
6	413	826	1239	1652	2065	2478	2891
8	734	1469	2203	2937	3672	4406	5140
10	1147	2295	3442	4589	5737	6884	8031
12	1652	3304	4957	6609	8261	9913	11565
14	2249	4498	6746	8995	11244	13493	15742

Tabla 16: Tabla de Conversión del Caudal en LITROS/MIN

Diámetro de la tubería NPS (pulgadas)	Cantidad (Litros/min)						
	1 m/s	2 m/s	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s
2	122	243	274	486	608	730	851
3	274	547	821	1,094	1,368	1,642	1,915
4	486	973	1,459	1,946	2,432	2,919	3,405
6	1,094	2,189	3,283	4,378	5,472	6,567	7,661
8	1,946	3,725	5,837	7,783	9,729	11,675	13,620
10	3,040	6,080	9,121	12,161	15,201	18,241	21,282
12	4,378	8,756	13,134	17,512	21,890	25,268	30,646
14	5,959	11,918	17,877	23,836	29,794	35,753	41,712