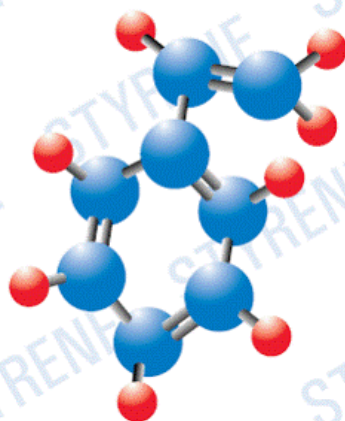


Manejo y Almacenamiento Seguro del Monómero de Estireno



Política de Salud, Seguridad y Medio Ambiente

Americas Styrenics está comprometida con la excelencia en la seguridad. Nos esforzamos por hacer un uso óptimo de los recursos que utilizamos y por reducir al mínimo las emisiones y los residuos.

Nos planteamos el reto de ser una organización más segura y por tener una actitud más consciente hacia el medio ambiente. Estamos comprometidos con la fabricación, el manejo, transporte y la disposición de nuestros productos químicos de una manera segura. Americas Styrenics se preocupa por las comunidades en las que vivimos y lo demostramos a través de la creación de una cultura en la que la seguridad está por encima de todo y la promulgación de prácticas ambientales responsables.

TABLA DE CONTENIDO

POLÍTICA PARA LA ADMINISTRACIÓN DE PRODUCTOS	1
INTRODUCCIÓN	2
PARTE 1 PROPIEDADES DEL MONÓMERO DE ESTIRENO	
Propiedades Físicas del Monómero de Estireno	3
Referencias	7
Métodos Analíticos	8
PARTE 2 TOMA DE MUESTRAS Y MANIPULACIÓN	
Entrenamiento	9
Práctica Recomendada Para la Toma de Muestras del Estireno	9
Elementos Para el Muestreo	10
Electricidad Estática y Conexiones a Tierra	10
Requisitos Para la Carga y Descarga de Productos	11
Referencias de Seguridad	12
PARTE 3 ALMACENAMIENTO DEL MONÓMERO DE ESTIRENO	
Polimerización Durante el Almacenamiento	13
Prevención de la Polimerización	13
Manejo de la Polimerización Fuera de Control	14
Tarjeta para la Comparación de Pruebas del Inhibidor TBC	14
Inhibición	14
Requisitos de Oxígeno	16
Adición de TBC al Monómero Almacenado	18
Formación de Polímero Durante el Almacenamiento	19
Problemas con el Color	19
Material Particulado	20
Tambores	20
Tanques	20
Tuberías	24
Bombas	24
Válvulas	25
Empaques/Juntas	25
Filtros	25
Mangueras	25
Juntas Tóricas	26
Procedimiento Para Revestimiento de Tanques	26
Referencias de Diseño API	27

PARTE 4 *DESCARGAS ACCIDENTALES, INCENDIO Y SALUD*

Medidas en Caso de Vertidos Accidentales	28
Derrames	29
Disposición	29
Riesgo de Incendios	29
Inflamabilidad	30
Mezclas Explosivas	30
Incendios	31
Equipo de Protección Personal y Límites de Exposición Ocupacional	31
Riesgos Para la Salud y Primeros Auxilios	32
Riesgos Ambientales	33

PARTE 5 *INFORMACIÓN SOBRE EL TRANSPORTE Y PERFIL DE LAS REGLAMENTACIONES*

Información Sobre el Transporte	34
Tambores	35
Perfil de las Reglamentaciones	36
Información Sobre las Revisiones	38

PARTE 6 *ANEXO*

Glosario de Terminos, Abreviaturas y Organizaciones	39
---	----

POLÍTICA PARA LA ADMINISTRACIÓN DE PRODUCTOS

Americas Styrenics LLC está comprometida con una buena administración de nuestros productos. Manejaremos los temas relacionados con la administración de los productos suministrando a nuestros clientes, distribuidores y comercializadores la información relacionada con los peligros potenciales y el uso adecuado y manejo seguro de nuestros productos. Revisaremos continuamente los aspectos sobre la salud, seguridad, medio ambiente y reglamentaciones que estén relacionados con los clientes y los mercados de Americas Styrenics.

Cumpliremos nuestros compromisos sobre la administración de nuestros productos a través de la implementación efectiva de nuestro Sistema de Gestión de la Disciplina Operativa (ODMS). La implementación exitosa de este sistema de gestión garantizará que la salud, la seguridad y la protección del medio ambiente sean una parte integral del diseño, la manufacturación, comercialización, distribución, uso, reciclaje y disposición final de nuestros productos.

La información contenida en este boletín técnico no tiene como objetivo ni pretende modificar o sustituir la Información sobre la Seguridad del Producto (SDS) para el Monómero de Estireno. La información más actualizada sobre la Seguridad del Producto puede ser solicitada a través de Americas Styrenics llamando al Teléfono +1.844.512.1212 o a través de la página web de Americas Styrenics (www.AmSty.com). Esta información deberá ser revisada cuidadosamente antes de trabajar con este producto.

INTRODUCCIÓN

Americas Styrenics LLC es el tercer mayor productor de monómero de estireno en América del Norte y uno de los mayores productores de poliestireno.

El Estireno fue desarrollado por primera vez en 1928 y en la actualidad es uno de los monómeros más importantes producidos por la industria química. Se utiliza como uno de los componentes fundamentales de la industria de los plásticos. El método convencional para la producción del estireno implica la alquilación del benceno con el etileno para producir etilbenceno, seguido por la deshidrogenación del etilbenceno a estireno. El estireno es sometido a un proceso de polimerización con el fin de producir una amplia variedad de polímeros y copolímeros. El estireno se polimeriza y co-polimeriza fácilmente tanto por lotes (“*batches*”) o mediante procesos continuos (polimerización de la masa, emulsión, suspensión y solución).

Americas Styrenics fabrica Monómero de Estireno en su planta de St. James, Louisiana. La planta de St James fue originalmente propiedad de la Gulf Oil Chemical Company y ha estado en operación desde 1971. La planta cuenta con la certificación ISO 9001 desde el año 1994. St. James ha sido un “Site OSHA VPP Star” desde el año 2000.

NOTA:

ESTE GUÍA NO MODIFICA NI SUSTITUYE LAS PUBLICACIONES OFICIALES, NI LAS NORMAS DE SEGURIDAD VIGENTES, LAS HOJAS DE DATOS DE SEGURIDAD O LOS TÉRMINOS COMERCIALES DE VENTA. AMERICAS STYRENICS LLC NO GARANTIZA LA EXACTITUD DEL CONTENIDO DE ESTE GUÍA NI SE HACE RESPONSABLE POR NINGUNA GARANTÍA DE NINGÚN TIPO, YA SEA EXPRESA O IMPLÍCITA, EN RELACIÓN CON EL USO DE ESTA INFORMACIÓN O DE SU APLICABILIDAD. EL USUARIO ASUME TODOS LOS RIESGOS Y LAS RESPONSABILIDADES ASOCIADOS CON LA INFORMACIÓN SUMINISTRADA EN ESTE GUÍA.

PARTE 1

PROPIEDADES DEL MONÓMERO DE ESTIRENO

Propiedades Físicas del Monómero de Estireno

Los datos que se incluyen en esta sección han sido obtenidos a través de experimentos o fueron tomados de la literatura química que se referencia al final de esta sección.

Propiedad	Valor		
Temperatura de Autoignición (en aire) ¹	490 °C (914 °F)		
Punto de Ebullición: ^{2,10}	760 mm Hg	145.14 °C (293.25 °F)	
	100 mm Hg	82.4 °C	
	30 mm Hg	54.7 °C	
	10 mm Hg	33.6 °C	
	1 mm Hg	-1.6 °C	
Color	Incoloro		
Corrosividad	No es corrosivo a los metales excepto para el cobre y las aleaciones de cobre.		
Presión Crítica (p _c) ³	39.5 atm (580 psia)		
Temperatura Crítica (t _c) ³	374.4 °C (706 °F)		
Volumen Crítico (V _c) ³	0.369 L/mole		
Coeficiente Cúbico de Expansión (por °C) ⁴	9.710 x 10 ⁻⁴ at 20 °C		
	9.805 x 10 ⁻⁴ at 30 °C		
	9.902 x 10 ⁻⁴ at 40 °C		
Temperatura de Descomposición	Datos no disponibles		
Densidad del Líquido, (en el aire) ⁵	<u>Temp. (°C)</u>	<u>g/cc</u>	<u>lb/US Gal.</u>
	0	0.9230	7.7031
	10	0.9138	7.6263
	20	0.9046	7.5496
	30	0.8954	7.4728
	40	0.8862	7.3960
	50	0.8770	7.3192
Constante Dieléctrica del Líquido ⁶	<u>Temp. (°C)</u>	<u>ε</u>	
	20	2.4257	
	40	2.3884	
	60	2.3510	
Conductividad Eléctrica a 25 °C	2.8 x 10 ⁻¹⁴ mhos/cm		
Entropía del Gas a 25 °C (S°) ²	82.48 kcal/(g-mole)-dy.		

Propiedad	Valor	
Promedio de Evaporación (Butil Acetato = 1)	0.49	
Inflamabilidad (Sólido, Gas)	No Aplica	
Limite de Inflamabilidad – Superior	6.1 % (V)	
– Inferior	1.1 % (V)	
Punto de Inflamación: ⁷ (Mét. Tag de Copa Cerrada)	31 °C (88 °F)	
(Método Tag de Copa Abierta)	37 °C (98 °F)	
Energía Libre por Formación de Gas a 25 °C (ΔG_f°) ²	51.10 kcal/g-mole	
Punto de Congelación ²	-30.628 °C (-23.13 °F)	
Calor del Gas de Combustión a Presión Constante, 25 °C, para formar productos gaseosos (ΔH_o) ²	-1018.83 kcal/(g-mole)	
Calor de la Formación: ² gas a 25 °C (ΔH_f°)	35.22 kcal/(g-mole)	
líquido a 25 °C (ΔH_f°)	24.83 kcal/(g-mole)	
Calor de la Polimerización a 90 °C (ΔH) ⁸	-17.8 kcal/g-mole	
Calor de la Vaporización a 145.1 °C ¹⁰	8.82 kcal/(g-mole)	
Constante de la Ley de Henry a 25 °C ¹¹	0.00275 atm m ³ /(g-mole)	
Viscosidad Cinemática	0.8 mm ² /s	
Peso Molecular	104.14 g/(g-mole)	
Olor	Aromatic	
Umbral del Olor	0.1 ppm	
Coefficiente de Partición: n-Octanol / Agua a 25 °C	2.95 log P(o/a)	
pH	No Aplica	
Estado Físico a Temperatura Ambiente Physical	Líquido	
Índice de Refracción: ⁴	<u>Temp. (°C)</u>	<u>n_D</u>
	0	1.5579
	10	1.5523
	15	1.5495
	20	1.5467
	25	1.5439
	30	1.5410
	40	1.5354
	50	1.5298
	60	1.5242

Propiedad	Valor	
Densidad Relativa ²	(°C)	<u>g/cc</u>
	0	0.9241
	10	0.9149
	20	0.9057
	30	0.8965
	40	0.8873
	50	0.8781
	60	0.8689
	70	0.8597
	80	0.8505
	90	0.8413
100	0.8321	
Densidad Relativa de Vapor (Aire = 1) a 20 °C	3.6	
Solubilidad del Oxígeno (del aire) en el Estireno	<u>Temp. (°C)</u>	<u>ppm</u>
	15	53
	25	50
	35	45
Solubilidad: Estireno en Agua ⁹	<u>Temp. (°C)</u>	<u>(g/100 g H₂O)</u>
	0	0.018
	20	0.029
	40	0.040
	60	0.051
	80	0.062
Solubilidad: Agua en el Estireno ⁹	<u>Temp. (°C)</u>	<u>(g/100 g Estireno)</u>
	0	0.020
	20	0.060
	40	0.100
	60	0.140
	80	0.180
Solubilidad en: ¹⁰	Acetona	∞
	CS ₂	∞
	Benceno	∞
	Éter	∞
	n-Heptano	∞
	Etanol	∞
Calor Específico ⁸	(°C)	<u>(cal/g-°C)</u>
	0	0.4004
	20	0.4131
	40	0.4269
	60	0.4421
	80	0.4590
	100	0.4774

<u>Propiedad</u>	<u>Valor</u>	
Calor Específico (vapor) ²	<u>Temp. (°C)</u>	<u>C_p (cal/g-°C)</u>
	0	0.256
	25.0	0.280
Tensión de Superficie ⁸	<u>(°C)</u>	<u>dynes/cm</u>
	0	34.5
	20	32.3
	40	30.0
	60	27.8
	80	25.6
	100	23.5
Conductividad Térmica	<u>Temp. °C (°F)</u>	<u>BTU/(hr.ft²°F)</u>
	0 (32)	0.080
	25 (77)	0.079
	50 (122)	0.076
	75 (167)	0.0735
	100 (212)	0.0708
	150 (302)	0.063
Presión de Vapor ²	<u>Temp. (°C)</u>	<u>mm/Hg</u>
	0	1.15
	10	2.34
	20	4.50
	30	8.21
	40	14.30
	50	23.87
	60	38.41
	70	59.78
	80	90.31
	90	132.82
	100	190.63
	110	267.62
	120	368.22
	130	497.39
	140	660.64
	150	864.00
160	1113.97	
Viscosidad ⁴	<u>Temp. (°C)</u>	<u>(Centipoise)</u>
	0	1.040
	20	0.763
	40	0.586
	60	0.470
	80	0.385
	100	0.326
120	0.278	
Encogimiento Volumetrico Shrinkage después de la Polimerización (típico)	17%	

Referencias

1. G. W. Jones, G. S. Scott, and W. E. Miller, Bureau of Mines Report of Investigations 3630.
2. American Petroleum Institute Research Project 44, "Selected Values of Properties of Hydrocarbons and Related Compounds".
3. "Physical Constants of Hydrocarbons C₁ to C₁₀", ASTM Special Technical Publication No. 109A (1963).
4. "Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology", (2nd Ed.), Vol. 19, Interscience, New York, 1968, p. 56-57.
5. Calculado usando las tablas ASTM D1555-09.
6. J. Petro and C. P. Smyth, J. Amer. Chem. Soc., 80, 73 (1958).
7. Manufacturing Chemists Association Chemical Safety Data Sheet SD-37 (Rev. 1971), p. 5.
8. R. H. Boundy and R. F. Boyer (Eds.), "Styrene: Its Polymers, Copolymers, and Derivatives", Reinhold, New York, 1952, Ch. 3.
9. W. H. Lane, Ind. Eng. Chem. (Anal. Ed.), 18, 295, (1946).
10. R. R. Dreisbach, "Physical Properties of Chemical Compounds", Vol. 1, Am. Chem. Soc., 1955, p. 159.
11. K. Bocek, Experimentia, Suppl 23: 231-40 (1976).

Métodos Analíticos

Los siguientes son los Métodos ASTM que se recomiendan para el análisis del Monómero de Estireno:

1. D1209 Color de Líquidos Transparentes (Escala de Platino – Cobalto)
2. D1364 Agua en Solventes Volátiles (Método de Titulación con Reactivos de Karl Fischer)
3. D2119 Aldehídos en Monómero de Estireno
4. D2121 Contenido de Polímero del Monómero de Estireno
5. D2340 Peróxidos en el Monómero de Estireno
6. D4052 Densidad y Densidad Relativa de Líquidos por Densitómetro Digital
7. D4176 Agua Libre y Contaminación Particulada en Combustibles Destilados (Procedimientos para Inspección Visual)
8. D4590 Determinación Colorimétrica del p-tert-Butilcatecol en el Monómero de Estireno por Espectrofotometría ^(a)
9. D5135 Análisis del Estireno por Cromatografía Capilar de Gases
10. D5386 Color de Líquidos usando Colorimetría Triestímulo
11. D6229 Método de Prueba Estándar para Detección de Benceno en Solventes de Hidrocarburos por Cromatografía Capilar de Gases
12. D7375 Traceo de Cantidades de Agua en Hidrocarburos Aromaticos y sus Mezclas por Titulación Coulométrica de Karl Fischer
13. D7504 Método de Prueba Estándar para Detectar Impurezas a Nivel de Trazas en Hidrocarburos Aromáticos Monocíclicos por Cromatografía de Gases y Número Equivalente de Carbono
14. D7704 Método de Prueba Estándar para Detectar Aldehídos Totales en el Monómero de Estireno por Titulación Potenciométrica
15. D8005 Método de Prueba Estándar para Detectar Colores en Líquidos Transparentes (Escala de Platino – Cobalto)
16. E1064 Método de Prueba Estándar para Detectar Agua en Líquidos Orgánicos por titulación coulométrica mediante el método de Karl Fischer (KF)

(a) Normalmente AmSty proporciona a sus clientes (por solicitud de los interesados) las tarjetas de pruebas para la estimación de los niveles de inhibidores. Si desea mayor información le rogamos contactar su Account Management Specialist o a su Representante de Ventas.

PARTE 2

TOMA DE MUESTRAS Y MANIPULACIÓN

Entrenamiento

En cualquier lugar de trabajo en el que se manipule, use, almacene o transporte el Estireno, se deberá contar con la implementación de un programa de entrenamiento con el fin de garantizar que los trabajadores estén familiarizados con las propiedades del estireno, sean conscientes de su toxicidad y conozcan los procedimientos de seguridad que se deben tener en cuenta. El programa de entrenamiento deberá incluir lo siguiente:

1. Las propiedades del estireno y los peligros que representa para la salud.
2. Los peligros físicos que presenta el Estireno, incluyendo su potencial de incendio y explosión.
3. Las rutas primarias de ingreso del Estireno al cuerpo humano.
4. La ejecución de un trabajo seguro y las buenas prácticas de orden y limpieza.
5. La importancia de la protección personal para evitar el contacto directo con el Estireno; la ropa de protección adecuada y los requisitos de limpieza.
6. Los signos y síntomas de la exposición al Estireno, las medidas que deben tomarse y los problemas de salud que son agravados por la exposición al Estireno.
7. El cuidado que hay que tener cuando y donde se utilice, manipule, almacene y/o transporte Estireno.
8. Los procedimientos de emergencia cuando haya la presencia de fugas, derrames e incendios, incluyendo la ropa de protección que debe ser usada en tales casos.
9. La disponibilidad de documentación escrita sobre el uso del Estireno, los

peligros que representa para la salud y los procedimientos del programa de entrenamiento.

Se recomienda que este programa de entrenamiento sea parte de la formación inicial que reciba el trabajador y deberá ser programado por lo menos una vez al año partir de ese momento.

En una sección posterior de este guía se puede consultar información adicional detallada relacionada con la salud, derrames accidentales e incendios.

Práctica Recomendada para la Toma de Muestras del Estireno

Esta información se proporciona para sea utilizada cuando se establezca los procedimientos para la toma de muestras y manipulación del producto. Esta información sólo deberá ser utilizada en combinación con un programa de seguridad y de salud existente y no se podrá ser utilizada como sustituto de las recomendaciones de seguridad de los expertos ni podrá reemplazar las recomendaciones médicas.

Tenga mucho cuidado para evitar derrames. En caso de que ocurran derrames del material, lave profusa y cuidadosamente el área contaminada con grandes cantidades de agua. El líquido deberá recogerse en el sistema de residuos químicos de la planta.

MUESTREO:

Las muestras se pueden tomar a través de la abertura del tanque (*manway*) usando una botella de vidrio de 1-L (1 cuarto) que esté seca y limpia. La botella se debe sostener en una funda limpia y seca -de níquel o de acero inoxidable- unida a una varilla larga o a una cadena ligera del mismo material. Colóquela a la botella un tapón sostenido por una cadena de metal liviano. Baje la botella hasta cerca

del fondo del tanque y extraiga el tapón tirando fuertemente de la cadena. Suba la botella a una velocidad que le permita llenarla aproximadamente hasta unas tres cuartas partes cuando emerge del líquido. Tape la botella antes de intentar enjuagar el material que quede en su exterior. Rotule la la botella de la muestra colocándole una etiqueta de acuerdo con los reglamentos de OSHA.

Nota: Dependiendo de los límites de exposición predeterminados, es posible que se requiera de aire fresco y otros equipos de protección personal.

Se debe hacer énfasis en las condiciones de limpieza y sequedad. Tanto la botella de la muestra como su soporte deberán estar LIMPIOS Y SECOS. Si va a almacenar la muestra, transfiera el contenido a una botella marrón oscuro que esté seca. Una botella adecuada para el almacenamiento de la muestra se conoce como la "Boston Round". El cierre debe ser con tapa de rosca con recubrimiento de Teflon® o de papel de aluminio.

Si se utilizan botellas nuevas, primero enjuáguelas bien con acetona o metanol y después séquelas en un horno de aire caliente. Mantenga las botellas en un desecador mientras son enfriadas a la temperatura ambiente. Protéjalas de la suciedad o la humedad colocándolas dentro de bolsas de polietileno. Enjuague muy bien las botellas que hayan sido utilizadas con agua, detergente y disolventes y luego trátelas como si fuesen botellas nuevas.

Antes de proceder a la toma de la muestra, el sistema de muestreo deberá tener conexión a tierra a través de la abertura del tanque (*manway*) del depósito (por ejemplo, colocando la cadena en el borde de la abertura del tanque).

DOCUMENTOS DE REFERENCIA:

ASTM D3437: Práctica para el Muestreo y Manipulación de Compuestos Cíclicos.

ASTM E300: Práctica para el Muestreo de Químicos Industriales

ANSI Z 288.1: Código de Líquidos Inflamables y Combustibles

API RP 500A: Clasificación de Sitios para Instalaciones Eléctricas en Refinerías de Hidrocarburos

Reglamentaciones de OSHA, 29 CFR, Secciones 1910.1000 y 190.2000

Reglamentaciones del Departamento de Transporte de EE. UU. DOT, 49 CFR, Transporte Capítulos B y C, Secciones 171 - 179

Elementos para el Muestreo

El control de calidad tiene una importancia fundamental para la industria de procesos. Esto exige controles estrictos, no sólo de los productos terminados, sino también a lo largo de las diferentes etapas de la producción, distribución y uso.

La necesidad de obtener muestras representativas juega un papel esencial para poder garantizar la calidad del producto. Sin embargo, el muestreo realizado de manera directa con frecuencia implica riesgos de exposición para el operador, así como la contaminación y polución para el medio ambiente. El uso de un sistema como el método de muestreo DOPAK™ para la toma de muestras de proceso y HERMetric™ Sampler para las muestras de tanques reducen estos riesgos de manera significativa. Texas Sampling Inc. también comercializa sistemas de muestreo de lazo cerrado.

Electricidad Estática y Conexiones a Tierra

La electricidad estática puede causar problemas tales como incendios y explosiones a menos que se tengan en cuenta ciertas precauciones. El Monómero de Estireno tiene un valor alto de resistividad y puede recoger y mantener una carga estática durante las operaciones de transferencia. Entre las operaciones claves que tienen el potencial de generar una atmósfera inflamable y / o cargas estáticas tenemos el

llenado de carro - tanques y recipientes, las salpicaduras durante el llenado, la limpieza de tanques, la toma de muestras, las calibraciones, el cambio de cargas, el filtrado, mezclado / agitación y las operaciones con los camiones de vacío. Con el fin de reducir al mínimo el peligro de la electricidad estática durante estas operaciones, se pueden necesitar conexiones y puestas a tierra. Sin embargo, es posible que estas no sean suficientes por sí solas. Para obtener mayor información, consulte la Norma OSHA 29 CFR 1910.106, "Líquidos Inflamables y Combustibles" de la National Fire Protection Association (NFPA) 77, y la "Práctica Recomendada sobre Electricidad Estática" de la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA) 77, y/o la Práctica Recomendada 2003 "Protección Contra Igniciones Causadas por Estática, Tormentas Eléctricas y Corrientes Errantes del Instituto Americano del Petróleo (API)".

No se recomienda el uso de bridas aislantes o de mangueras no - aislantes para las conexiones de embarcaciones marinas / conexiones en puertos.

Se recomienda el llenado sumergido para todos los líquidos inflamables. La línea de entrada deberá descargar en, o cerca al fondo y deberá hacer contacto eléctrico con el tanque para eliminar descargas eléctricas no controladas.

Los operadores que utilicen zapatos de suela de goma, sobre todo en ciertos suelos hechos con materiales compuestos con aislantes de buena calidad, pueden recoger una cantidad considerable de electricidad estática.

Requisitos para la Carga y Descarga de Productos

Al cargar o descargar buques o barcas:

Consulte las reglamentaciones vigentes de la Guía Internacional de Seguridad para Petroleros y Terminales (ISGOTT) y de la Guardia Costera de los EE. UU. (USCG).

Cuando se carguen o descarguen carro - tanques:

1. Utilice sólo herramientas e implementos que estén limpios, libres de aceite y de suciedad y que sean resistentes a las chispas.
2. Asegúrese de que la presión interna del carro - tanque haya sido aliviada antes de retirar la tapa del acceso (*manhole*) o de la válvula de salida.
3. Realice una inspección visual de las mangueras y accesorios antes de proceder a utilizarlos.
4. Instale la puesta a tierra del carro-tanque antes de conectar cualquier parte de este a las líneas o equipos de descarga. Las líneas de carga y descarga deberán estar conectadas de forma continua durante las operaciones de carga / descarga.
5. Si purga todas las líneas con nitrógeno antes de la transferencia del producto reducirá el riesgo de incendios repentinos.
6. Descargue el carro - tanque a través de la conexión de la cúpula (domo) o a través de la salida del fondo. Verifique cuidadosamente que no haya ninguna fuga.
7. No se recomienda el uso de aire a presión para descargar los carro - tanques. Si es necesario utilizar presión, el operador deberá demostrar precaución y sólo utilizar un gas inerte como el nitrógeno.
8. Use bombas aprobadas para la descarga de carro - tanques. Si el vehículo no dispone de un tubo eductor (descarga), inserte un tubo a través de la cúpula abierta y bombee su contenido a través de la tubería.
9. Ventee el carro-tanque cuidadosamente a través de un supresor de llama durante la descarga.
10. Si se interrumpe la descarga, desconecte todas las conexiones de descarga, cierre

bien todas las válvulas y accione todos los demás dispositivos de cierre.

11. Los carro-tanques deberán ser limpiados y preparados para el transporte de productos, de acuerdo con las reglamentaciones del Departamento de Transporte de EE. UU. (DOT) antes de que se dé la orden para su salida.

Referencias de Seguridad

Las siguientes publicaciones son una excelente referencia para obtener información relacionada con el manejo del Monómero de Estireno:

**Manual Sheet TC - 4,
Chemical Manufacturer's Association**
Práctica Recomendada para la Descarga de Líquidos Inflamables de Carro - Tanques

NFPA 30
Código de Líquidos Inflamables y Combustibles

NFPA 70
Código Eléctrico Nacional®

NFPA 77
Práctica Recomendada Sobre Electricidad Estática

API RP 2003
Protección Contra Igniciones Causadas por Electricidad Estática, Tormentas Eléctricas y Corrientes Errantes.

PARTE 3

ALMACENAMIENTO DEL MONÓMERO DE ESTIRENO

La prevención de la acumulación de polímeros es la principal preocupación durante el almacenamiento del Monómero de Estireno. La prevención de la formación de color también es importante, pero esto normalmente es causado por contaminación. Como ejemplo podemos citar la causada por el óxido. Factores como mantener bajas temperaturas, los niveles adecuados del inhibidor apropiado y del oxígeno disuelto, lo mismo que materiales de construcción apropiados y un buen mantenimiento son factores importantes para lograr una vida útil larga.

Contacte a AmSty (Tel. +1.844.512.1212) si tiene preguntas relacionadas con la inhibición y las pruebas para inhibidores del Monómero de Estireno.

Polimerización Durante el Almacenamiento

El estireno se polimeriza lentamente a temperatura ambiente normal pero muy rápidamente a temperaturas elevadas. La polimerización del estireno es iniciada por el calor, la falta de inhibidor y el oxígeno disuelto y el contacto con peróxidos y otros iniciadores de radicales libres, iniciadores iónicos e iniciadores redox. La polimerización puede producirse bajo condiciones dadas durante el almacenamiento, lo mismo que bajo condiciones más controladas. El proceso de polimerización es exotérmico y libera unas 17,8 kcal/g-mole (288 BTU/lb). Si este calor desprendido no puede ser disipado lo suficientemente rápido, la temperatura del monómero aumentará, aumentando también la velocidad de la polimerización y con esta, la tasa de evolución de calor. La temperatura puede aumentar hasta el punto en que la reacción se vuelve muy rápida y autosostenible (es decir, una polimerización fuera de control).

Normalmente, se necesitan temperaturas superiores a 65 °C (149 °F) para iniciar polimerizaciones fuera de control.

Durante una polimerización fuera de control, la temperatura alcanzará y superará el punto de ebullición del Estireno. El vapor puede entrar en erupción violentamente por las rejillas de ventilación del tanque, o, si las rejillas de ventilación están taponadas o son demasiado pequeñas, se podría acumular una presión suficiente capaz de romper el tanque. En la medida en que el líquido se polimeriza y se torna más viscoso, las burbujas de vapor pueden quedar atrapadas, expandiendo el líquido y causando derrames o la ruptura del tanque.

El punto a destacar aquí es que la polimerización puede producirse de manera espontánea en los tanques de almacenamiento. Dependiendo de la cantidad de material que se encuentre almacenado, las consecuencias pueden ser muy graves.

Prevención de la Polimerización

La polimerización durante el almacenamiento se puede evitar prestando mucha atención a los siguientes aspectos: temperatura del monómero, nivel del inhibidor, contenido del polímero y contenido de oxígeno. Se deberá realizar la determinación del contenido del inhibidor, el nivel de oxígeno en el espacio del vapor, el contenido de polímero y la temperatura del monómero de forma rutinaria. Los recipientes que se utilicen para el almacenamiento del Estireno deberán estar protegidos de las fuentes externas de calor. Se debe evitar el uso de bombas que funcionen en contra de válvulas cerradas (válvulas que estén trabajando sin succión). Se debe tener el cuidado de evitar que los respiraderos, las válvulas, los dispositivos de alivio de presión, los calibradores / medidores y los controles no se taponen con el polímero.

Manejo de la Polimerización Fuera de Control

La acción correctiva a implementar dependerá de hasta qué punto ha avanzado el descontrol. El comienzo de una polimerización fuera de control puede ser identificado por un aumento de la temperatura del monómero (particularmente si la temperatura del monómero excede la temperatura ambiente o se eleva más de 1,6 °C (3 °F) en un día). Mientras más alta sea la temperatura, más habrá progresado el descontrol y será más difícil de detener. Se deberán tomar decisiones de inmediato sobre las acciones a tomar, pero se puede contactar a AmSty para solicitar asesoría al Teléfono +1.844.512.1212. A continuación, se presenta una lista serie con las sugerencias enumeradas en el orden aproximado que se recomienda seguir para detener una polimerización fuera de control y hacer frente a una polimerización descontrolada en estado avanzado:

1. Añada hasta un 0,5% de TBC y airee. La aireación puede llevarse a cabo forzando burbujeo de aire o agitando el producto mientras este se expone al aire. Las instalaciones que almacenen y manipulen Monómero de Estireno deberán tener inhibidor TBC a la mano para casos de emergencia.
2. Reduzca la temperatura del tanque rociando con agua pulverizada. Si es un tanque que tiene aislamiento, este deberá ser retirado tan pronto como sea posible y antes de rociar con agua. Use hielo, si es factible, pero no en el producto directamente, ya que este tenderá a eliminar el TBC. Si se coloca en el producto, el hielo debe estar en un contenedor metálico sellado.
3. Mantenga el recipiente venteado.
4. Diluya con etil - benceno o con tolueno, si el tanque no está ventilando y la temperatura del producto está por debajo de 110 °C (231 °F), con el fin de retardar la polimerización y reducir la viscosidad.

5. Si es posible, retire el producto del tanque antes de que se solidifique, para salvar el tanque. Use tambores, un área con dique de contención o hágalo flotar sobre agua en un estanque o en un área confinada.

Inhibidor TBC Tarjeta para la Comparación de Pruebas

Se puede utilizar la tarjeta de pruebas de comparación inhibidor TBC de AmSty con el fin de estimar los niveles del inhibidor bajo las condiciones de laboratorio y de campo. Esta tarjeta de prueba de comparación puede obtenerse contactando a su representante de ventas o enviando una solicitud por correo a la siguiente dirección:

Americas Styrenics LLC
24 Waterway Avenue
Suite 1200
The Woodlands, TX 77380 USA

Nota: El análisis de las especificaciones TBC deberá ser realizado utilizando el Método ASTM D4590.

Inhibición

Normalmente se añade TBC (4-terc-butil catecol) al Estireno para evitar la formación de polímero y la degradación oxidativa durante el transporte y su posterior almacenamiento.

Los inhibidores previenen la polimerización de dos maneras: (1) ellos pueden reaccionar y desactivar el radical libre en una cadena en crecimiento, y (2) pueden actuar como un antioxidante y prevenir la polimerización mediante la reacción con productos de la oxidación en el monómero. **Nota:** Es necesario señalar que se debe contar con la suficiente presencia de oxígeno para que se pueda producir la inhibición. En ausencia de oxígeno, la polimerización continuará como si el inhibidor no estuviese presente.

El nivel de TBC deberá ser comprobado a intervalos regulares (Ver Tabla 2B de esta sección). Se debe agregar una cantidad adicional de inhibidor para mantener un nivel seguro.

El tiempo necesario para que las concentraciones de TBC disminuyan a un nivel peligrosamente bajo varía en gran medida de acuerdo con las diferentes condiciones de almacenamiento y manejo. Las tasas de agotamiento durante el almacenamiento real pueden ser considerablemente más rápidas o más lentas dependiendo del conjunto de condiciones ambientales. Entre los factores que afectan el agotamiento del TBC están el calor, el agua y el aire; siendo el calor el más importante de todos.

Si el inhibidor se ha agotado y ha comenzado la polimerización, se deberá añadir inmediatamente el inhibidor. Si un monómero inestable no se trata rápidamente, puede llegar a ser insalvable.

Cuando los niveles del inhibidor caigan por debajo de 10 ppm se deberá añadir inhibidor adicional con el fin de mantener la inhibición adecuada. Los niveles normales son de 10 - 15 ppm, pero algunos clientes pueden requerir hasta 100 ppm, debido a sus condiciones especiales de almacenamiento o por los requisitos particulares de su proceso. Después de la adición, el tanque de almacenamiento deberá ser recirculado hasta que el inhibidor se mezcle uniformemente y las pruebas demuestren que los niveles que se tenían como objetivo han sido alcanzados. El depósito también deberá ser aireado para proporcionar la cantidad adecuada de oxígeno disuelto. Consulte la Tabla 3A o 3B

para determinar la cantidad apropiada de inhibidor que debe agregarse.

Las cantidades relativamente pequeñas de TBC que se requieren para elevar el nivel del inhibidor en el monómero almacenado se pueden añadir más fácilmente usando una mezcla de 85 % de TBC / 15 % de Metanol o una solución patrón concentrada (stock) en el monómero o en otro disolvente. La solución patrón concentrada tiene una vida de almacenamiento indefinida cuando se almacena en un sitio oscuro a temperatura ambiente normal.

El TBC concentrado que se necesite para aumentar el nivel del inhibidor en el Monómero de Estireno puede ser preparado disolviendo 704 gramos de TBC puro en 1 galón de Monómero de Estireno (186 gramos por litro). A esta concentración, 1 cc del concentrado aumentará el nivel del inhibidor en 1 ppm en un tambor de Estireno que tenga un peso neto de 186 kg (410 libras). La Tabla 3A muestra las cantidades de concentrado que se necesitan para aumentar el nivel del inhibidor en cantidades a granel en 10 ppm.

Los vapores del estireno en los tanques de almacenamiento no son inhibidos y pueden polimerizarse en los techos de los tanques de almacenamiento y alrededor de los venteos. Los inhibidores de la capa de vapor están disponibles, pero no se considera que los resultados sean lo suficientemente efectivos.

Tabla 1

Efecto del Inhibidor y del Oxígeno en la Vida Útil del Estireno a Diferentes Temperaturas

Temperatura del Monómero	12 ppm TBC		50 ppm TBC
	Saturado con Aire	Menos de 3 ppm O ₂	Saturado con Aire
15.6 °C (60 °F)	6 meses	10 a 15 días	1 año
29.4 °C (85 °F)	3 meses	4 a 5 días	6 meses
43.3 °C (110 °F)	8 a 12 días	Menos de 24 horas	Menos de 30 días

Tabla 2A

Monitoreo Sugerido para el Monitoreo del Almacenamiento de Estireno a Granel

Temperatura del Monomero	Diariamente
--------------------------	-------------

Tabla 2B

Programación Sugerida para la Realización de Pruebas para el Almacenamiento de Estireno a Granel

Temperatura del Monómero	Frecuencia	Propiedades Principales	
		26.7 °C (80 °F) o más	Dos veces a la semana
21.1 – 26.1 °C (70 – 79 °F)	Semanalmente	Inhibidor	ASTM D4590
		Color	ASTM D5386
Por debajo de 21.1 °C (70 °F)	Cada dos semanas	Aldehídos	ASTM D2119
		Peróxidos	ASTM D2340
		Apariencia	ASTM D4176

Tabla 2C

Programación Sugerida para la Inspección de Almacenamiento de Estireno a Granel

Inspección	Frecuencia
Venteos de Aire	Trimestralmente
Alivio de la Presión de Vacío	
Placa Corta-Fuegos	
Depósito de Espuma -debe ser inspeccionado para verificar que no haya presencia de polímero-	
Interior del Tanque	Cada tres (3) años, si tiene recubrimiento. Una vez al año, si no tiene recubrimiento

Requisitos de Oxígeno

El problema causado por el aire es complejo. El TBC no es un inhibidor eficaz para el Monómero de Estireno si hay una ausencia completa de oxígeno disuelto. Por otra parte, la presencia de cantidades excesivas de oxígeno en el tanque de almacenamiento, puede dar lugar a otros

graves problemas durante el almacenamiento y la manipulación.

Los vapores del monómero por encima del nivel del líquido en el tanque no pueden ser inhibidos. Estos vapores no inhibidos, lo mismo que las pequeñas gotas de monómero condensado, se oxidan fácilmente al contacto con el aire. Estas gotitas que contienen

productos de oxidación se polimerizarán muy rápidamente y se fijarán a las superficies oxidadas, porosas de los tanques de acero sin revestimiento. Las gotas formarán estalactitas en el techo y cubrirán las paredes laterales por encima del nivel del líquido.

La eliminación completa del oxígeno de la fase gaseosa dará lugar a una reducción del oxígeno disuelto en el monómero líquido. Si este oxígeno disuelto se reduce a un mínimo, el inhibidor TBC se vuelve ineficaz dando lugar a una rápida polimerización del monómero almacenado. Si

se utiliza una capa de gas inerte (como, por ejemplo, nitrógeno), se deberán adoptar medidas para airear el monómero una vez a la semana durante unos 30 minutos o hasta que el nivel de oxígeno alcance de nuevo el punto de saturación. Una alternativa es hacer recircular el producto e inyectar aire a una velocidad aproximada de 0.06-0.12 m³ / hr / millón de kg (1-2 pies³ / hr / millón de libras) de Monómero de Estireno (el analizador de oxígeno de Orbisphere Laboratories es adecuado para medir el contenido de oxígeno disuelto).

TABLA 3A

**cc de Concentrado (TBC en el Estireno) Requerido para 10 ppm de TBC en el Estireno*
(186 g TBC/litro de Estireno)**

Litros de Estireno	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900
	cc de Concentrado Requerido									
0	—	5.4	10.8	16.1	21.5	26.9	32.3	37.6	43.0	48.4
1000	53.8	59.1	64.5	69.9	75.3	80.6	86.0	91.4	96.8	102.1
2000	108	113	118	124	129	134	140	145	151	156
3000	161	167	172	177	183	188	194	199	204	210
4000	215	220	226	231	237	242	247	253	258	263
5000	269	274	280	285	290	296	301	306	312	317
6000	323	328	333	339	344	349	355	360	366	371
7000	376	382	387	392	398	403	409	414	419	425
8000	430	435	441	446	452	457	462	468	473	478
9000	484	489	495	500	505	511	516	522	527	532
10000	538	543	548	554	559	565	570	575	581	586

* Cálculo realizado usando la densidad del Estireno en el aire a 20 °C

TABLA 3B

**cc de Concentrado Requerido para Aumentar TBC en el Estireno en 1 ppm
(85 % TBC y 15 % Metanol)**

Litros de Estireno	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900
	cc de TBC Requerido									
0	—	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
1000	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9
2000	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9
3000	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9
4000	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9
5000	5.0	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9
6000	6.0	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9
7000	7.0	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9
8000	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9
9000	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9
10000	10.0	10.1	10.2	10.3	10.4	10.5	10.6	10.7	10.8	10.9

*** Cálculo realizado usando la densidad del Estireno en el aire a 20 °C**

Ejemplo: Nivel Actual de TBC = 8 ppm; Nivel de TBC deseado = 15; Diferencia = 7 ppm
Volumen = 5600 litros de Estireno

5.6 (de la Tabla) X 7 = 39.2 cc de TBC requerido

Adición de TBC al Monómero Almacenado

Se debe revisar periódicamente el contenido de TBC en el Monómero de Estireno cuando se encuentre almacenado y se deberá añadir el inhibidor adicional según sea necesario (Consulte la sección anterior sobre Inhibición). Una buena práctica es añadir el inhibidor

adicional cuando el nivel descienda al nivel mínimo de la especificación. Nunca se debe permitir que el contenido de TBC del Monómero de Estireno almacenado se agote o se mantenga por debajo de un nivel de 10 ppm. El tanque (o tambor) de almacenamiento siempre deberá ser recirculado o mezclado después de añadir el inhibidor. De esta manera se garantiza que la mezcla del TBC sea uniforme y se suministre una cantidad

adecuada de oxígeno disuelto en el monómero para una inhibición efectiva. Se debe tener precaución cuando se realice la manipulación del TBC. Consulte la información sobre las propiedades toxicológicas y la manipulación segura del TBC lo mismo que la Hoja de Información de Seguridad (SDS) que le sea suministrada por el fabricante.

La Tabla 3B registra las cantidades de concentrado que se necesitan para aumentar la cantidad a granel en 1 ppm. La cantidad de inhibidor requerida para conseguir el nivel de inhibición asegurada también se puede calcular utilizando la Tabla 3A.

Formación de Polímero Durante el Almacenamiento

El polímero que se forma bajo condiciones de almacenamiento se decolora, es reticulado y tiene alto contenido de peróxidos, aldehídos y otros productos de la oxidación. Los depósitos del polímero contaminado podrían, con el tiempo, llegar a producir graves problemas de color y de polímero en el monómero almacenado bajo aire en tanques de acero sin revestimiento. El reflujo interno (es decir, la vaporización y condensación debido a las diferencias normales de temperatura) hará que se disuelvan pequeñas cantidades de este polímero y las arrastrará de regreso al tanque. Esto hará que aumente tanto el contenido de polímero como el color del monómero almacenado.

El polímero que se forme en los tanques también ocasiona dificultades para su remoción y limpieza. Si se permite el crecimiento de estalactitas, el peso de estas puede llegar a dañar el techo o la estructura que soporte el techo de los tanques grandes de almacenamiento vertical.

Problemas con el Color

El estireno que se encuentra almacenado de vez en cuando desarrolla color el cual puede llegar al producto de la polimerización. Por esta razón, se ha fijado una especificación de color de máximo 15 de acuerdo con el ASTM D5386 para muchos usos finales del Estireno.

El color se puede desarrollar de diferentes maneras:

1. El cobre, o las aleaciones que contengan cobre, pueden formar sales solubles de cobre cuando entran en contacto con el estireno. Estas sales producirán en el monómero un color verde o azul-verdoso y también pueden inhibir su polimerización.
2. En el monómero líquido se pueden formar productos de oxidación de estireno que son altamente coloreados. Estos también pueden ser introducidos por polímero que caiga o que se haya disuelto en las paredes o en el techo del tanque de almacenamiento.
3. El TBC puede oxidarse formando productos de reacción altamente coloreados.
4. El hierro, que por lo general se origina a partir del óxido de los tanques o de las tuberías, puede reaccionar o combinarse con el TBC a nivel de ppm dándole al estireno un color amarillo o amarillo-verdoso.
5. El Estireno que permanezca estancado en una tubería puede desarrollar color y si se después se descarga a un tanque puede alterar por completo el color de dicho tanque.

Los problemas de color durante el almacenamiento pueden minimizarse así:

1. Evitando el uso de cobre o materiales con aleaciones de cobre que entren en contacto con el Monómero de Estireno.
2. Prestando especial atención y cuidado al nivel del oxígeno en el Estireno y a la capa de vapor que está encima del Estireno.
3. Utilizando un diseño adecuado para los tanques y realizándoles el debido mantenimiento para evitar la oxidación y la acumulación de polímero en sus paredes y techos.
4. Implementando buenas prácticas durante las transferencias.

El color del Monómero de Estireno puede ser reducido a límites aceptables así:

1. Destilando el monómero coloreado.
2. Mezclando con estireno no coloreado. Sin embargo, se debe tener sumo cuidado, ya que el color no siempre se mezcla de manera proporcional. Por lo tanto, se deben hacer pequeñas mezclas de ensayo para determinar la viabilidad de esta práctica.
3. Pasando el estireno por gel de sílice o alúmina. Este método tiene la desventaja de eliminar el inhibidor TBC, el cual que deberá ser reemplazado. La alúmina ácida o altamente activada puede hacer que el Estireno se polimerice. Se debe verificar la aplicabilidad del material seleccionado mediante el uso de una prueba de laboratorio a pequeña escala.

Material Particulado

El Estireno deberá estar libre de material particulado cuando se polimerice. Aun cuando cierta cantidad de material particulado en el Estireno se origina por la contaminación externa a través del sistema de recepción de la transferencia, este también se forma por la reacción de las soluciones de TBC concentrado con el hierro. Esto puede ocurrir en las líneas que hayan contenido Estireno, pero han sido sometidas a secado por soplado.

Se puede evitar el material particulado en el Estireno así:

1. Prestando especial atención y cuidado a la limpieza.
2. Recubriendo adecuadamente el interior de los tanques y las líneas de transferencia que puedan tener altas concentraciones de TBC o que puedan ser secadas mediante soplado después de transportar estireno inhibido con TBC. También se recomienda que los recipientes que se usen para el almacenamiento lo mismo que las líneas sean de acero inoxidable.
3. Filtrar el Estireno para eliminar las partículas antes de su almacenamiento, transporte o uso.

Tambores

No se debe permitir que los tambores de Monómero de Estireno permanezcan bajo el sol por más de un corto período de tiempo. Tan pronto como sea posible después de haber sido recibidos, los tambores deberán ser trasladados a un lugar fresco y a la sombra. En climas cálidos, los tambores se pueden enfriar rociándolos con agua pulverizada. También es recomendable que los inventarios se reduzcan a un mínimo durante meses de verano y que no se almacene más monómero del necesario. También se recomienda añadir TBC adicional durante las épocas de calor. El Estireno deberá ser almacenado en tambores blancos que reflejen la luz del sol como un medio para controlar la temperatura.

Tanques

Cuando se diseñen las instalaciones para el almacenamiento a granel, se deberán tener en cuenta ciertos factores básicos. El monómero de estireno puede ser almacenado durante períodos de tiempo relativamente largos si se cumple con ciertas condiciones. Estas condiciones, aun cuando son simples, han sido establecidas cuidadosamente. Además de las precauciones acostumbradas que se deben tomar en relación con los líquidos inflamables para evitar los riesgos de incendio y explosión, se deben tomar provisiones contra las condiciones que promuevan la formación del polímero y productos de la oxidación. Para lograr esto, el diseño y la construcción de un sistema satisfactorio para el almacenamiento del Estireno a granel requiere de una cuidadosa atención con el fin de eliminar temperaturas excesivas y para evitar la contaminación con el polímero proveniente de líneas de uso poco frecuente y de otros equipos. Las figuras 1 y 2 muestran dos tipos diferentes de instalaciones para el almacenamiento.

Para los almacenamientos verticales se recomienda el uso de tanques con techo tipo cúpula auto-soportada. Este tipo de construcción simplifica la instalación de los revestimientos y permite que el drenaje rápido de los vapores de condensación no inhibidos los regrese al monómero líquido, reduciendo

de este modo el problema del polímero y de las estalactitas. Las aberturas en el techo y las paredes laterales por encima de los niveles normales del líquido en el tanque deberán ser de un gran diámetro y el número de las mismas deberá reducirse al mínimo.

Las aberturas de gran diámetro pueden ser revestidas con facilidad y también pueden ser utilizadas para propósitos de doble servicio donde sea factible.

Se recomienda el recubrimiento aislante y la refrigeración de aquellos tanques de almacenamiento que se encuentren en entornos cuyas temperaturas excedan los 23.9 °C (75 °F) durante largos períodos de tiempo.

La mayoría de las instalaciones donde se utiliza el producto colocan aislamiento a los tanques de almacenamiento para amortiguar el efecto de las altas temperaturas durante el día, sin embargo, no instalan refrigeración debido a los altos costos.

Generalmente se utilizan tanques con revestimiento de acero al carbón para el almacenamiento de Monómero de Estireno a granel. Comúnmente se utilizan tanques de almacenamiento vertical para el almacenamiento de grandes volúmenes. Los tanques horizontales son igualmente satisfactorios para el almacenamiento de producto a granel, sin embargo, se utilizan generalmente para instalaciones más pequeñas. Las líneas de entrada y salida para estos tanques normalmente se encuentran ubicadas cerca del fondo. Para facilitar la mezcla cuando se emplea refrigeración externa, se recomienda que la línea de salida o la línea de entrada operen a través de un tubo flotante flexible, ajustado de manera tal que el monómero pueda siempre ser retirado o descargado unas pocas pulgadas por debajo de la superficie. El monómero caliente es retirado por la parte superior, circulado a través de un enfriador y descargado por la parte inferior. El enfriamiento del tanque se realiza de abajo hacia arriba.

Este tipo de instalación también tendrá un desempeño satisfactorio en aquellas instalaciones en las que las líneas de salida y de entrada se invierten y la bomba extrae el

monómero por el fondo, lo circula a través del enfriador y lo descarga a través de la tubería flexible cerca de la superficie. Las corrientes de Foucault inducidas por las diferencias de temperatura entre el monómero refrigerado y el monómero almacenado dan como resultado una mezcla relativamente uniforme.

Los revestimientos de tanques han demostrado ser bastante exitosos en el control o la reducción de formación de polímeros y estalactitas. Una superficie tensa, no porosa, impermeable y lisa evita la retención y la adherencia de las pequeñas gotas de monómero no inhibido que se condensan y son drenadas rápidamente retornando al monómero líquido inhibido antes de que se produzca la polimerización. Los revestimientos de fenólico curado, de epóxico modificado y silicatos de zinc orgánico han demostrado ser satisfactorios para este propósito. Sin embargo, los revestimientos de fenólico curado y de epóxico modificado son no conductores. Por lo tanto, se recomienda que la parte inferior y por debajo de 15 a 20 cm (6 a 8 pulgadas) en los tanques de almacenamiento vertical se coloquen revestimientos de silicato de zinc inorgánico para proporcionar conexión eléctrica a tierra.

La Tabla 4 presenta la lista de algunos proveedores y productos específicos para los diferentes tipos de revestimientos.

Se ha informado que diferentes revestimientos aplicados con TBC han sido eficaces en el control del crecimiento del polímero dentro de los tanques de almacenamiento (incluyendo la capa de vapor) y lo que ha permitido reducir el mantenimiento. La Tabla 4 proporciona la lista de revestimientos específicos y los respectivos proveedores (quienes deberán suministrar las instrucciones estipuladas para su respectiva preparación y aplicación).

TABLA 4

Tipos de Revestimientos y Proveedores

Silicato Inorgánico de Zinc

1. Dimetcote 6 PPG Industries Europe

Fenólico Curado

1. Heresite P403L Heresite Protective Coatings
2. Phenguard 930, 935, and 940 PPG Protective & Marine Coatings

Epóxico Modificado

1. Amercoat 346 PPG Coatings Europe

Epóxico Novolac

1. Devchem 253 Akzo Nobel

No hay lugar a dudas que hay otros recubrimientos equivalentes o similares que están disponibles y es posible que sean igualmente satisfactorios. Sin embargo, antes de utilizarlos sería recomendable comprobar primero sus características de resistencia y obtener información por parte del fabricante sobre su desempeño para esta aplicación. No se deberán utilizar revestimientos a base de caucho.

Requisitos para diques, el espaciamiento de tanques y otras características relacionadas con la seguridad se encuentran detallados en las guías establecidas por la Asociación Nacional para la Protección contra Incendios (Ver NFPA 30). Se deberán consultar estos requisitos, lo mismo que los códigos de construcción y las reglamentaciones del gobierno, ya que algunos requisitos varían según el tamaño y la configuración de una instalación determinada.

Todos los equipos eléctricos asociados con el tanque deberán cumplir con lo estipulado en el Código Eléctrico Nacional (NFPA 70).

FIGURA 1: Instalación para Almacenamiento de Monómero hasta 20.000 Galones

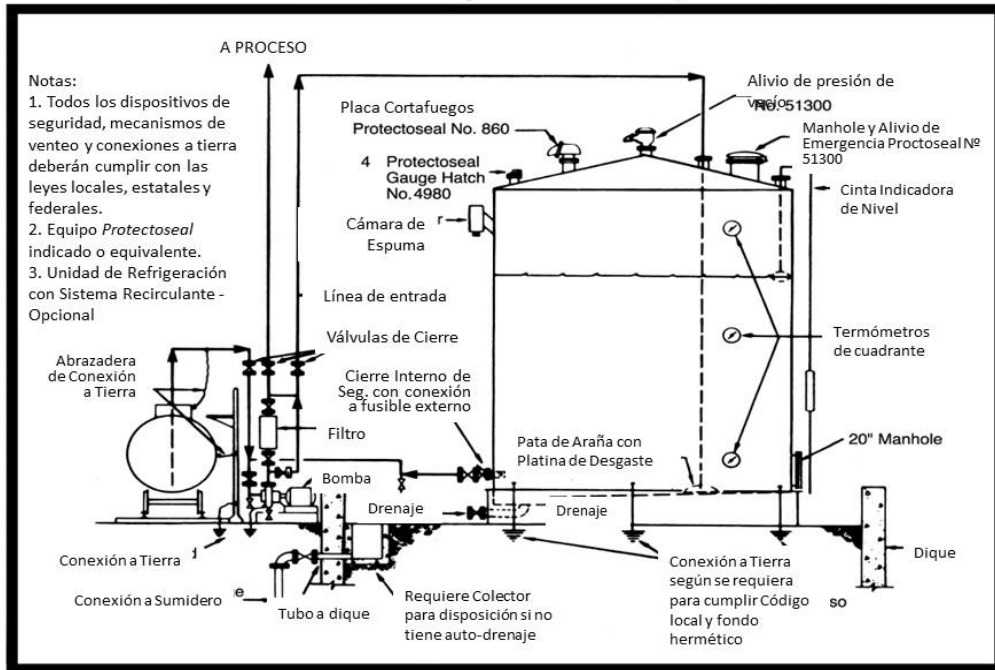
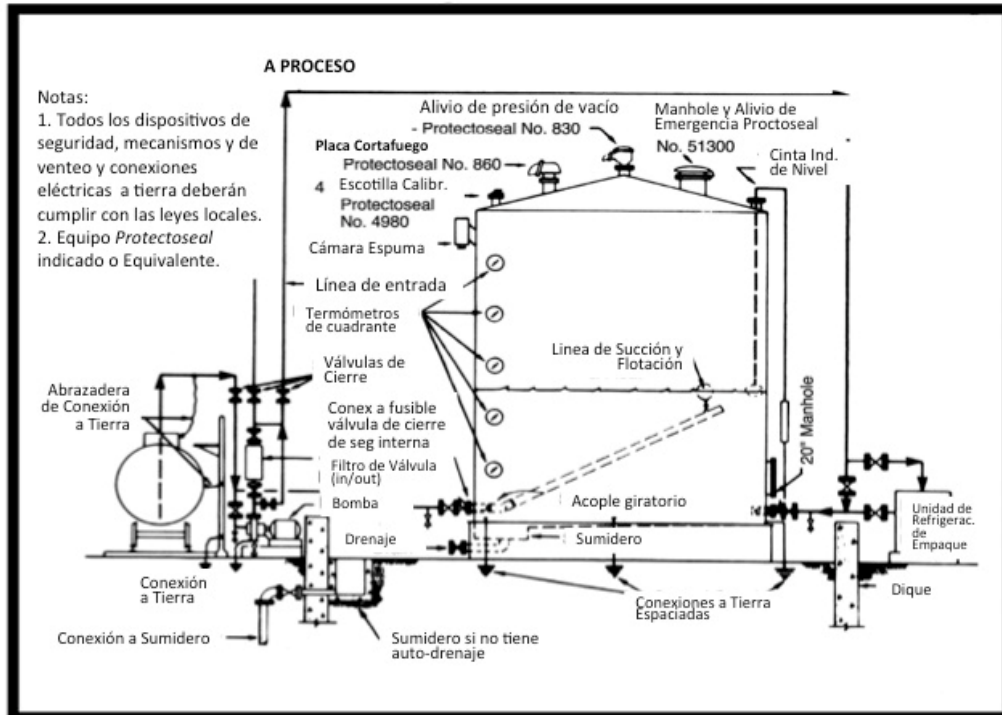


FIGURA 2: Instalación para Almacenamiento de Monómero de > 20.000 Galones



Tuberías

Las tuberías normalmente son de acero al carbón, aunque también se pueden usar el acero inoxidable y el aluminio. **Se debe evitar que el cobre o que las aleaciones que contengan cobre entren en contacto con el estireno.** Se recomienda el uso de tuberías de acero inoxidable para soluciones de TBC concentrado, pero también se pueden usar tuberías de acero con revestimiento de fenólico curado, de Teflon® o un material equivalente con el fin de reducir la formación de material particulado.

Todas las tuberías deberán estar en pendiente y estar libres de cavidades o huecos en los que se pueda estancar el estireno. Todos los puntos bajos deberán estar provistos de drenajes o de algún otro medio que sirva para retirar el Monómero. La tubería que esté por encima del suelo deberá contar con el respectivo aislamiento y conectada a tierra de la manera adecuada. Deben implementarse las medidas necesarias para hacer circular el Estireno a través de todas las líneas o para vaciarlas mediante soplado con nitrógeno. No se debe dejar el Estireno en aquellas líneas que estén bloqueadas ya que la expansión térmica podría dañar las válvulas y los sellos y es muy probable que el monómero se desoxigene y que el inhibidor se agote o empobrezca.

Se recomiendan conexiones con bridas o soldadas. Para aquellas tuberías de grandes dimensiones, se prefieren los accesorios para soldadura a tope. Para las tuberías pequeñas se prefieren los accesorios para tuberías por encastre.

Todos los tanques de almacenamiento y puntos de carga deberán estar provistos con puntos para la toma de muestras. Nunca se debe utilizar latón, bronce ni ningún tipo de material de tubería que contenga cobre.

Las siguientes son las prácticas de ingeniería recomendadas para las tuberías de Estireno:

1. No se deben usar líneas pequeñas de menos de 2.5 cm (1 pulgada).

2. Se debe utilizar el menor número posible de conexiones con bridas en las tuberías de estireno. Se deben evitar las bridas debido a las fugas potenciales.
3. Las tuberías de Estireno no deben ser enterradas debido a la dificultad para revisar y controlar las fugas.
4. Todas las líneas deberán estar instaladas en pendiente para que puedan ser drenadas por completo durante su mantenimiento.
5. Todas las tuberías de estireno recién instaladas deben ser sometidas a pruebas de presión mediante un método aprobado antes de aplicarles el aislamiento.
6. Se recomienda la instalación de válvulas de fuelle de 5 cm (2 pulgadas) y de líneas más pequeñas para eliminar las emisiones por los empaques.

Bombas

Se prefiere el uso de las bombas centrífugas para el servicio del Estireno. Estas deberán estar equipadas con rotores (impulsores) cerrados y sellos mecánicos.

El fabricante de la bomba puede recomendar la bomba adecuada si se conocen los siguientes parámetros: 1) la velocidad del flujo, 2) el tamaño y la longitud de las líneas de succión y descarga, 3) las presiones de succión y descarga, y 4) la temperatura del Monómero de Estireno. Se deberá instalar una válvula de drenaje en el punto más bajo del sistema de tal manera que la bomba y todas las tuberías puedan ser drenadas completamente antes de que se realice cualquier trabajo de mantenimiento. Se recomiendan motores con ventiladores totalmente cerrados para su enfriamiento. Sin embargo, se deben consultar las normas locales de las compañías aseguradoras y del Departamento de Bomberos para determinar si es necesario utilizar motores a prueba de explosión.

Todos los motores de las bombas deberán cumplir con las normas del Código Eléctrico Nacional (NFPA 70).

Se recomiendan las siguientes prácticas para reducir al mínimo la posibilidad de fugas de las bombas.

1. Usar sellos mecánicos de conformidad con la norma API RP 682. Se recomienda el uso de sellos en tándem con fluido de barrera.
2. Las bombas deberán estar cumplir con la Norma API 610.
3. Las bombas deben estar diseñadas de modo que los cojinetes sean capaces de resistir el empuje de la presión sin flujo. Considere la posibilidad de seleccionar anillos de desgaste no - metálicos (PEEK) para minimizar el daño en caso de que las bombas funcionen sin producto.
4. El eje de la bomba debe ser altamente pulido.
5. Las bombas no deben ser sometidas a fuerzas mayores a las tolerancias que les han sido especificadas.
6. El monitoreo de las vibraciones con desconexión automática de la bomba puede ser aplicable en ciertas situaciones.

Válvulas

El desempeño de las válvulas de bola con asientos Viton® es aceptable para servicio del Estireno bajo condiciones de almacenamiento a temperatura ambiente. El desempeño de las válvulas de compuerta es menos aceptable, pero estas son generalmente menos costosas y pueden ser utilizadas.

Empaques/Juntas

Garlock® GRAPH-LOCK®, Garlock® Gylon® 3500 Series, Teflon®, Viton®B, Durlon® 9000N, Grafoil® GHE, o sus equivalentes son adecuados para conexiones de brida en condiciones ambientales. También se recomiendan los empaques de compuestos de grafito reforzado. Sin embargo, se deben evitar los empaques de caucho o de otros materiales que sean solubles en el estireno.

Filtros

Teniendo en cuenta que pequeñas cantidades de sustancias o material extraño pueden ingresar a los tanques de almacenamiento provenientes de diferentes fuentes, se recomienda colocar un filtro en la tubería de transferencia entre el tanque(s) y el equipo de procesamiento. Se recomiendan filtros de cartucho con una bolsa o cartucho fino o mediano reemplazable. Los filtros de fibra de Poliéster, Nomex, Rayón y Nylon son compatibles con el Estireno.

Los cartuchos de los filtros deberán ser inspeccionados y reemplazados periódicamente.

Mangueras

En caso de que se necesiten mangueras para las operaciones de carga y descarga, estas deberán ser flexibles y resistentes a los productos químicos. Un tipo de manguera adecuado es la de Goodyear, de interior rugoso, tipo WH-7 con tubo de Viton® o su equivalente. También se recomiendan las de varias capas que son de polipropileno y Teflon®.

Las mangueras metálicas flexibles son ampliamente utilizadas y recomendadas. Sin embargo, estas requieren un cuidado especial para evitar los daños durante su uso.

No se debe permitir que el Monómero de Estireno permanezca dentro de ninguna manguera después de su uso ya que el monómero se polimerizará y formará productos de reacción no deseables. Se deberá proceder a drenar y limpiar cada una de estas líneas rápidamente después de cada uso. Se puede utilizar etil - benceno o tolueno para la limpieza de las líneas.

Todas las líneas deberán estar adecuadamente conectadas a tierra para descargar la electricidad estática.

Juntas Tóricas

Se recomienda el uso de juntas tóricas (O-rings) de Viton® GF-S, Viton® B, Teflon® o cualquiera de sus equivalentes.

Procedimiento Para Revestimiento de Tanques

Todas las superficies internas deberán estar recubiertas (excepto el suelo y la parte inferior o fondo de las paredes verticales por debajo del nivel normal del líquido) con el fin de evitar la acumulación de electricidad estática. Esto incluye, además del tanque, todas las superficies internas de las boquillas, bocas de acceso (manholes), tapas de los manholes, conexiones y accesorios internos y todas las superficies que pueden entrar en contacto con el contenido líquido del tanque o estar expuestas a los vapores del líquido. Si cualquiera de los accesorios internos es de metal no - ferroso, deberá ser removido y reemplazado cuando se haya completado el revestimiento.

Todos los bordes afilados y puntiagudos deberán ser suavizados y redondeados hasta llevarlos a un radio mínimo de 3.2 mm (1/8 pulgadas). Las juntas soldadas no tienen que ser lijadas al ras. Sin embargo, las soldaduras deberán estar libres de muescas o agujeros. Si existieran, deberán ser lijados, rellenados con metal de soldadura o con masilla epóxica y lijados hasta que las superficies queden lisas. Los cordones y perlas de salpicaduras de soldadura deberán ser eliminados mediante lijado o limpieza con chorro de arena a presión (sand blasting).

Todas las superficies internas a las que se les vaya a colocar revestimiento deberán ser sometidas a limpieza chorro de arena (sand blasting) en el grado definido como "Chorroado a Metal Blanco" ("White Metal Blast" de acuerdo con la Especificación SP-5-63 del Consejo para Pintura de Estructuras de Acero (*Steel Structures Painting Council*)). La profundidad del patrón de anclaje deberá cumplir con un mínimo de 1,5 mm y un máximo de 2 milésimas de pulgada. Los materiales sueltos, tales como la arena, grava, polvo o cualquier otro material extraño, deberán ser

retirados del tanque, preferiblemente mediante el uso de una aspiradora industrial.

La primera capa deberá ser aplicada ocho horas después de finalizar el proceso de sandblasting. Deberá ser aplicada antes de que aparezca cualquier señal de óxido o "torneado" en la zona de "Chorroado a Metal Blanco". De lo contrario, se deberá repetir el sandblasting hasta recuperar la condición de "metal blanco".

1. Se debe aplicar una primera capa de imprimación con brocha a todas las soldaduras, bordes redondeados y otras superficies irregulares, trabajando bien la pintura para que penetre en el metal
2. Aplicar una capa rociada completa de imprimante sobre las superficies que recibieron la primera capa de imprimación. Dejar que se seque hasta el día siguiente. El espesor de la película seca deberá ser entre 1,5 y 2,5 mils.
4. Aplicar una capa de imprimación intermedia mediante rociado a todas las superficies. Dejar que se seque hasta el día siguiente. El espesor total de la película seca de esta y de la capa anterior deberá ser de 3 y 4 mils. (**Nota:** algunos imprimantes de color pueden disolverse en el estireno y decolorarse a menos que la imprimación sea completamente cubierta por capas posteriores de pintura.)
5. Aplique una capa de pintura de acabado pulverizado a todas las superficies. Deje que se seque hasta el día siguiente. El espesor total de película seca después de este paso debe ser 4,5 y 6 mils.

Se deben cumplir las recomendaciones del fabricante de la pintura con respecto a la mezcla, dilución, etc. De igual manera, se deben cumplir los tiempos de curado y secado de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de la pintura.

El revestimiento completo deberá estar libre de picaduras, abrasiones o cualquier otra alteración o discontinuidad en la película, grumos, caídas de tensión, sobre-aplicación o exceso de rociado. Cada capa deberá ser inspeccionada después de que se haya secado y antes de la aplicación de la siguiente.

ADVERTENCIA - Los disolventes utilizados en estas pinturas pueden ser tóxicos si son inhalados o absorbidos en grandes cantidades. Estos también pueden causar dermatitis en algunas personas. Por lo tanto, se recomienda que el personal use respiradores de aire suministrado y ropa de protección durante la ejecución de los trabajos. Se deberá suministrar ventilación con aire forzado durante los trabajos de limpieza con chorros de arena y la aplicación de los revestimientos ya que los disolventes también son inflamables. Se deberá mantener la ventilación en todo momento mientras el personal se encuentre en áreas cerradas y de treinta minutos a una hora después de haber finalizado las actividades diarias del trabajo de revestimiento. Se debe realizar un número adecuado de cambios del aire con el fin de mantener los vapores de los disolventes por debajo del límite inferior de explosión. Después de que el trabajo de revestimiento se haya finalizado, se deberá mantener la ventilación con aire forzado hasta que todos los vapores del disolvente se hayan eliminado.

Nunca se deberá permitir el ingreso de personal en un tanque vacío que haya estado al servicio de almacenamiento de Monómero de Estireno hasta cuando se hayan cumplido los requisitos del Estándar de OSHA para Espacios Confinados (29 CFR 1910.146) lo mismo que las recomendaciones para ingreso seguro del Standard API 2015, incluyendo, pero no limitandose a, las concentraciones requeridas de oxígeno y las limitaciones sobre la concentración de Estireno.

Los diseños específicos para el almacenamiento a granel deberán cumplir con los códigos de las compañías reaseguradoras y con las normas locales de contra incendio y de construcción. Los requisitos esenciales de diseño, colocación, instalación y mantenimiento por lo general son tratados en estos códigos y reglamentos y por lo tanto deberán ser cumplidos.

Referencias de Diseño API

API Petroleum Institute
1220 L Street, NW
Washington, DC 20005

Parte I – Diseño

API RP 520: Dimensionamiento, Selección e Instalación de Dispositivos de Alivio de Presión en Refinerías

Parte II – Instalación

Standard API 601: Juntas Metálicas para Bridas de Tuberías de Superficie Lisa y Conexiones de Bridas (de Forro Doble Corrugado y Juntas Espiro – Metálicas)

Standard API 620: Diseño y Construcción de Tanques de Grandes Dimensiones para Almacenamiento, Soldados y de Baja Presión

Standard API 650: Tanques de Acero Soldado para el Almacenamiento de Hidrocarburos

Standard API 2000: Tanques de Almacenamiento de Baja Presión con Venteo Atmosférico; Refrigerados y No – Refrigerados

API RP 2003: Protección contra Igniciones Provenientes de Estática, Rayos y Corrientes Extraviadas

API RP 2028: Arrestadores de Llamas en Sistemas de Tuberías

API RP 2210: Supresores de Llamas para Venteos en Tanques para Almacenamiento de Productos de Hidrocarburo

API RP 2350: Protección Contra el Sobre Llenado para Tanques de Almacenamiento en Instalaciones de Hidrocarburos

API Standard 2015: Requisitos para Ingreso Seguro y Limpieza a los Tanques de Almacenamiento de Hidrocarburos

API Standard 653: Inspección, Reparación, Modificación y Reconstrucción de Tanques

PARTE 4

DESCARGAS ACCIDENTALES, INCENDIO Y SALUD

Aun cuando se considera que el manejo del Monómero de Estireno presenta un bajo grado de riesgo para la salud, siempre se deberá minimizar la exposición a este producto. Una amplia experiencia ha demostrado que este monómero puede ser manejado con seguridad si se entienden claramente sus propiedades toxicológicas y se ponen en práctica las medidas preventivas adecuadas.

Las Hojas de Datos de Seguridad (SDS) para el Estireno se encuentran disponibles en AmSty para ayudar a los clientes a satisfacer todas sus necesidades particulares de manejo y eliminación seguras y los requisitos de las Reglas para la Comunicación de Peligros de OSHA. Dicha información deberá ser solicitada y estudiada antes de proceder a trabajar con este producto. Si desea solicitar la SDS del Monómero de Estireno, comuníquese con AmSty al teléfono +1.844.512.1212 o descargue la hoja en el link www.AmSty.com.
NOTA: Este guía no reemplaza la SDS.

A continuación, se resume brevemente la información toxicológica de este producto. Las precauciones recomendadas son de carácter general porque las recomendaciones específicas se pueden formular solamente cuando se conocen las condiciones de manejo.

Medidas en Caso de Vertidos Accidentales

En caso de un incidente durante el transporte del Estireno, se deberá contactar al Centro de Emergencias de Transporte de Productos Químicos (CHEMTREC) para recibir ayuda inmediata. CHEMTREC es una organización de servicio público establecida por el American Chemistry Council para brindar asistencia en caso de incidentes con materiales peligrosos.
PARA REALIZAR UNA LLAMADA AL CHEMTREC EN CASO DE EMERGENCIA POR INCIDENTE CON PRODUCTOS QUÍMICOS LLAME EL TELÉFONO +1.800.424.9300. Esta es una llamada gratuita (toll free) en los Estados Unidos,

Canadá, Puerto Rico y las Islas Vírgenes. Para las llamadas de emergencia fuera de los Estados Unidos se debe llamar al Teléfono +1.703.741.5970.

El CHEMTREC proporcionará la asistencia de emergencia preliminar a la persona que llame mediante la información contenida en la Hoja de Datos de Seguridad (SDS). En todos los casos, una vez que el CHEMTREC determine que el incidente involucra un material de AmSty, de manera inmediata el CHEMTREC entrará en contacto con el representante de Respuesta a Emergencias de Americas Styrenics, quien se encargará de coordinar una respuesta adecuada de acuerdo con el incidente de transporte.

Elimine todas las fuentes de ignición que se encuentren cercanas al derrame o al vapor liberado. Detenga la fuente de la fuga o escape. Es necesario limpiar los derrames tan pronto como sea posible, teniendo en cuenta las precauciones de protección personal (Ver las recomendaciones que se encuentran más adelante). Hay que contener el líquido para evitar una mayor contaminación del suelo, de las aguas superficiales o subterráneas. El Estireno es considerado tóxico para los organismos acuáticos. Evite contaminar la tierra o arrojar esta sustancia a los sistemas de alcantarillado y drenajes o a los cuerpos de agua. Limpie los derrames pequeños utilizando las técnicas adecuadas, tales como materiales absorbentes o a través de bombeo. Cuando sea factible y apropiado, remueva el suelo contaminado. Siga los procedimientos establecidos para reportar y atender los derrames más grandes. La cantidad reportable (RQ) de acuerdo con la Sección 302.4 de CERCLA es de 453.6 kg (1.000 libras). Las leyes de los Estados Unidos requieren que se reporten los derrames de este material que puedan llegar hasta las aguas superficiales. El número de teléfono gratuito para comunicarse con el Centro Nacional de Respuesta de la Guardia Costera de EE.UU. es +1.800.424.8802.

Derrames

En caso de que haya ocurrido un derrame de Estireno, este se puede remover sin problemas para su eliminación. Antes de intentar limpiar el derrame, asegúrese de que se haya detenido el flujo del líquido y que se hayan eliminado todas las fuentes de ignición. Los derrames pequeños (no marinos) pueden removerse cubriendo el derrame con arena o con un absorbente adecuado. Algunos agentes absorbentes, tales como arcillas no tratadas y micas, causarán una reacción exotérmica que pueda encender el monómero. Por esta razón, se deberá realizar una prueba de los agentes absorbentes para verificar su efecto sobre la polimerización del monómero antes de ser utilizados en derrames grandes.

Póngase en contacto con las autoridades ambientales o de salud locales para la eliminación del agente absorbente mediante un método aprobado. Si el derrame se produce sobre una superficie dura, el área deberá ser lavada con agua y jabón después de que la mayor parte del monómero haya sido removida.

Los derrames grandes deberán ser contenidos dentro de un dique y se deberá bombear agua en el área de manera inmediata. Esto evitará que el monómero empape el suelo y permitirá que se extraiga mediante bombeo por encima de la capa de agua para su recuperación.

El estireno es tóxico para los organismos acuáticos y deberá mantenerse alejado del sistema de alcantarillas y de drenaje y todos los cuerpos de agua.

Disposición

Se deberán implementar todos los procedimientos prescritos para la disposición dando estricto cumplimiento y de conformidad con las leyes nacionales, estatales y locales. El Monómero de Estireno y el absorbente que contenga Estireno, deberán ser incinerados en un horno cuyo diseño haya sido aprobado. Le agradecemos ponerse en contacto con AmSty si requiere de ayuda adicional.

Riesgo de Incendios

Este producto presenta riesgo de incendio. El líquido se evapora y forma gases (vapores) los cuales pueden encenderse y arder con violencia explosiva. Los vapores invisibles se extienden fácilmente y pueden ser incendiados por muchas fuentes, tales como las llamas de los pilotos, los equipos de soldadura y los motores e interruptores eléctricos.

En caso de que este material se incendie, no ingrese a ningún sitio cerrado o espacio confinado donde se esté produciendo un incendio sin el equipo de protección adecuado. Este puede incluir un aparato de respiración autónoma para la protección contra los efectos peligrosos de los productos normales de combustión y también lo protegerá si hay deficiencia de oxígeno. La combustión normal produce dióxido de carbono y vapor de agua; la combustión incompleta puede producir monóxido de carbono. Los incendios deberán ser extinguidos con espuma, polvo seco o dióxido de carbono. Si se utiliza agua debe ser en cantidades abundantes y en forma de niebla ya que los chorros sólidos de agua pueden ser ineficaces. Los recipientes expuestos deberán ser enfriados con agua.

Punto de Inflamación: 31 °C (88 °F) Copa Cerrada

Temp. de Autoignición: 490 °C (914 °F)

Límites de Inflamabilidad: 0.9 – 6.8 Vol % (en Aire)

Peligros Eléctricos: Clase 1, Grupo D

Comportamiento en Caso de Incendi: El vapor es más pesados que el aire y puede recorrer una distancia considerable hasta llegar a una fuente de ignición y ocasionar un retroceso de las llamas. A temperaturas elevadas, se ocurrir

la polimerización del producto, lo que puede ocasionar la explosión del recipiente.

Velocidad de Combustión: 5.2 mm/min.

Clasific de Peligro de
Inflamabilidad de la NFPA: 3

Inflamabilidad

El Monómero de Estireno está clasificado tanto por la Norma 29 CFR 1910.26 como por el Código 30 de la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA) como un líquido inflamable Clase IC. El Código Eléctrico Nacional (NFPA 70) se refiere al Estireno como Material Clase I, Grupo D.

El Estireno arderá por lo tanto requiere las mismas precauciones contra los riesgos de incendio y explosión que se aplican comúnmente a otros líquidos combustibles e inflamables. Las propiedades de inflamabilidad del Estireno se indican en la Sección de Propiedades Físicas (Parte 1, páginas 3 - 6).

Mezclas Explosivas

Los vapores del Estireno son más pesados que el aire y pueden desplazarse hasta una distancia considerable hasta una fuente de ignición y ocasionar un retroceso de las llamas hasta la fuente. Por lo tanto, es importante evitar la formación de mezclas explosivas o combustibles, y tomar las precauciones necesarias para evitar la ignición de cualquiera de dichas mezclas.

Las áreas para la manipulación del Estireno deben estar bien ventiladas y los motores deberán ser a prueba de explosiones. **TODOS LOS CARRO - TANQUES, LOS CAMIONES-CISTERNA, CONEXIONES DE MANGUERAS Y DEMÁS EQUIPOS DEBERÁN CONTAR CON PUESTAS A TIERRA PARA LA DESCARGA SEGURA DE LA ELECTRICIDAD ESTÁTICA.** Los tanques de almacenamiento y otros recipientes que hayan

sido vaciados de sus contenidos de monómeros deberán ser lavados y purgados con vapor de agua, nitrógeno o agua para eliminar los vapores del monómero. Se deberán realizar pruebas a las atmósferas de los tanques antes de ingresar a ellos o ejecutar trabajos con equipos de soldadura dentro de los tanques.

Los peligros de incendio y explosión son reales porque el Estireno puede formar mezclas explosivas en el aire a temperatura ambiente. Se deben tomar las precauciones que sean necesarias con el fin de garantizar que no se produzca la ignición de los vapores, especialmente cuando se experimenten temperaturas elevadas.

Entre las precauciones a tener en cuenta se incluyen las siguientes:

1. Inspecciones periódicas de los equipos
2. Reparación inmediata de las fugas
3. Una buena ventilación
4. Instalaciones adecuadas para contener los derrames rápidamente
5. Uso de aleaciones especiales y de herramientas que no produzcan chispas
6. Pruebas periódicas a los equipos bajo presión
7. Eliminación de todas las posibles fuentes de ignición

También es importante evitar en todo momento la formación de mezclas explosivas o combustibles a presiones y temperaturas que no sean las normales. Si bien las condiciones reales de operación pueden estar por fuera de los límites de explosión, el sistema de vapor puede pasar por el rango explosivo para alcanzar las condiciones de funcionamiento deseadas. Por lo tanto, una impregnación al vacío a 50 °C y 100 mm Hg de presión implica una mezcla no - explosiva de vapores de estireno y aire. Sin embargo, durante la etapa de evacuación a partir de una presión atmosférica de 100 mm de presión, el sistema pasará a través del rango de explosión. Si la

evacuación se realiza a 20 °C y después el sistema se calienta a 50 °C, el rango de explosión se evitará completamente.

Todos estos peligros se reducen si el sistema se lava y purga adecuadamente con nitrógeno u otros gases inertes (helio, dióxido de carbono) antes de la evacuación o si se utilizan dichos gases para la presurización.

Incendios

Las instalaciones que dependan de los cuerpos de bomberos locales deberán proporcionarles a estos la información relativa a las propiedades de Estireno, las operaciones que realizan y los detalles de los recipientes de almacenamiento (incluyendo los diagramas), las cantidades almacenadas y otros detalles pertinentes.

Los incendios que involucren al Monómero de Estireno podrán ser extinguidos de manera segura si se utiliza espuma, polvo químico seco o dióxido de carbono. También se puede utilizar niebla de agua. Sin embargo, las corrientes de agua no son un agente de extinción eficaz para apagar el Estireno. Si hay equipos eléctricos involucrados, como por ej: motores, placas calientes abiertas o interruptores eléctricos abiertos, entonces la espuma se debe utilizar con precaución. Cuando el Estireno se quema, emite subproductos tóxicos, como el gas de monóxido de carbono. Por esta razón, se debe evitar respirar los vapores, el humo y los gases de un incendio de Estireno. No se debe ingresar a ningún espacio cerrado o confinado sin el equipo de protección completo, el cual deberá incluir un aparato de respiración autónomo.

El personal que realice la limpieza deberá recibir el entrenamiento y la capacitación necesarios en cumplimiento a los requisitos de OSHA para Operaciones Peligrosas y el Standard para Respuesta a Emergencias CFR 29 1910.120.

Después de que el fuego haya sido extinguido, se deberá asegurar cualquier monómero residual en el almacenamiento adecuado o se deberá realizar la limpieza respectiva con el fin

de evitar su pérdida hacia el medio ambiente. Si se produce una pérdida significativa de producto se deberá entrar en contacto con la entidad encargada del medio ambiente en su localidad.

Equipo de Protección Personal y Límites de Exposición Ocupacional

Es una buena práctica el uso de gafas de seguridad con protectores laterales cuando se esté trabajando con Estireno. Se deberá usar ropa protectora impermeable para evitar el contacto con la piel. Una adecuada selección de la ropa de protección personal puede incluir guantes, delantal, botas y protección completa para la cara, dependiendo de las operaciones que se vayan a ejecutar. Cada uno de los usuarios deberá determinar las características de desempeño aceptables de la ropa de protección personal. Tenga en cuenta los requisitos físicos y las demás sustancias presentes al realizar la selección de la ropa de protección personal. Los materiales que se sugieren para los guantes protectores incluyen Viton®, película laminada de Polietileno / Etileno - Alcohol de Vinilo y Alcohol Polivinílico (PVA) (se deberá evitar su contacto con el agua ya que el PVA se deteriora con el agua).

Determine si las concentraciones aero - transportadas están por debajo de los límites de exposición recomendados. En caso contrario, seleccione un respirador para vapores orgánicos aprobado por la NIOSH / MSHA que proporcione la protección adecuada contra las concentraciones medidas de este material.

Se deberá utilizar un respirador de presión positiva, con suministro de aire si existe la posibilidad de que ocurra un derrame no controlado, en caso de que se desconozcan los niveles de exposición o si existen otras circunstancias en las que los respiradores purificadores de aire no puedan proporcionar una protección adecuada.

El Límite de Exposición Permisible establecido por la OSHA (promedio ponderado de tiempo) es de 100 ppm. La industria del Estireno, representada por la SIRC, CFR, CI, ICPA y NMMA, ha acordado establecer un programa

voluntario con OSHA para cumplir con un límite de tiempo medio ponderado de 8 horas de exposición ocupacional de 50 ppm y un límite de 15 minutos para 100 ppm. La Conferencia Americana de Higienistas Industriales del Gobierno (ACGIH) recomienda un Valor Umbral Límite (TLV) de 20 ppm (8 horas promedio ponderada en el tiempo) y un límite de exposición a corto plazo (15 min) de 40 ppm.

Límite de Exposición Permisible OSHA:
Promedio Ponderado de Tiempo (TWA) =
100 ppm

Valor Umbral Límite de la ACGIH:
Promedio Ponderado de Tiempo (TWA) =
20 ppm

Riesgos Para la Salud y Primeros Auxilios

ESTIRENO:

CONTACTO CON LOS OJOS: No se espera que el Estireno cause irritación prolongada o significativa a los ojos. **Primeros Auxilios:** Si el Estireno entra en contacto con los ojos, no se requieren medidas específicas de primeros auxilios. Como medida de precaución, retire los lentes de contacto, si los hubiere, y enjuague los ojos con agua.

CONTACTO CON LA PIEL: El contacto con la piel puede ocasionar irritación que puede incluir dolor, enrojecimiento, hinchazón y formación de ampollas. Además, el contacto con la piel puede causar resequedad o afectación del tejido graso cutáneo. Sin embargo, no se espera que el Estireno cause una respuesta alérgica en la piel. **Primeros Auxilios:** Si se produce contacto con la piel, lave inmediatamente la piel con agua y jabón y retire la ropa y los zapatos contaminados. Solicite atención médica si persiste la irritación. Deseche la ropa y los zapatos contaminados o limpie a fondo antes de volverlos a utilizar.

INGESTIÓN: Dañino o fatal si se ingiere. Debido a su baja viscosidad, el Estireno puede introducirse directamente en los pulmones cuando es inhalado o si es vomitado posteriormente. Una vez que llega a los pulmones es muy difícil de eliminar y puede

causar lesiones graves o la muerte. **Primeros Auxilios:** En caso de ingestión, no provoque el vómito. Dé a beber a la persona afectada un vaso de agua o de leche y busque atención médica inmediata. No suministre nada por la boca a una persona en estado inconsciente.

Nota para el Médico: La ingestión de este producto o los vómitos posteriores pueden producir la aspiración de líquidos de hidrocarburos livianos, lo que puede causar neumonitis.

INHALACIÓN: La mayoría de los seres humanos puede detectar el olor de los vapores del Estireno en alrededor de 2 - 5 ppm y a aproximadamente 100 ppm, comenzará a sentir molestias debido a la irritación de los ojos y la nariz. Los vapores o los gases de este material pueden irritar las vías respiratorias y ocasionar síntomas como tos o dificultad para respirar. Si se respira esta sustancia en concentraciones superiores al límite de exposición recomendado puede causar efectos en el sistema nervioso central, incluyendo somnolencia, mareos, dolor de cabeza, náuseas, vómitos, debilidad, pérdida de coordinación, visión borrosa, confusión o desorientación. Si se produce una exposición extrema, los efectos sobre el sistema nervioso central pueden incluir depresión respiratoria, temblores o convulsiones, pérdida de la conciencia, coma o la muerte. Varios estudios epidemiológicos que incluyen a más de 90.000 trabajadores de industrias conjuntas de Estireno, Poliestireno y plásticos reforzados no demostraron un aumento de riesgo de cáncer por exposición ocupacional al Estireno. El Estireno puede causar cáncer en animales de laboratorio (sólo a ratones), pero la información disponible es insuficiente para determinar si este producto puede causar cáncer en los seres humanos.

La inhalación repetida de este material en concentraciones por encima del límite de exposición recomendado puede causar daños al hígado de acuerdo con los datos de estudios en animales. Aun cuando se han encontrado daños en las células olfativas de la nariz de ratones y ratas, los trabajadores de plásticos reforzados expuestos a un promedio de 26 ppm de Estireno no mostraron evidencia de deterioro en su capacidad para detectar o

identificar olores. La información que se tiene de la experiencia con humanos y los resultados de estudios en animales sugieren que no hay riesgo significativo de defectos de nacimiento o de toxicidad reproductiva causada por el Estireno en los seres humanos. **Primeros Auxilios:** Si una persona accidentalmente sufre los efectos tóxicos o experimenta efectos negativos causados por la inhalación del Estireno, deberá ser llevada al aire libre. Si no está respirando, se le deberá dar respiración artificial. Si respira con dificultad, proporcionele oxígeno. Consulte un médico si los síntomas persisten.

Consulte la SDS del Estireno si requiere mayor información sobre la toxicidad del Estireno.

4-TERC-BUTIL CATECOL (TBC):

Generalmente se agrega TBC al Monómero de Estireno con el fin de inhibir la formación del polímero y la degradación oxidativa durante su almacenamiento y transporte. Normalmente, el producto se inhibe cuando los niveles de TBC son de 10 a 15 ppm, pero si se estiman largos tiempos de almacenamiento o altas temperaturas, el producto se inhibe hasta a 100 ppm. Muchos clientes almacenan cantidades limitadas de TBC concentrado o de TBC sólido para su uso en casos de emergencia.

El TBC es extremadamente corrosivo para la piel y los ojos y puede ser absorbido por la piel en cantidades tóxicas. Está comprobado que el TBC es un sensibilizador de la piel y puede causar despigmentación de la piel. Una vez que una persona se vuelve sensible, incluso la exposición a cantidades muy pequeñas puede desencadenar una respuesta. Es de esperar que las soluciones concentradas del Estireno causen una irritación mayor de lo que causaría únicamente el monómero. Se han reportado daños ligeros en el hígado a partir de un estudio realizado sobre la alimentación de las ratas.

El personal deberá utilizar gafas de seguridad y / o careta completa y ropa de protección personal, incluyendo guantes y delantal hechos de Viton® cuando trabaje con TBC o con sus soluciones concentradas. No debe aspirado con la boca cuando se trabaje con

pipetas en el laboratorio. En caso de que ocurriera un contacto accidental con el TBC o sus soluciones concentradas, este producto deberá ser retirado inmediatamente de la piel lavándola con mucha agua y jabón; en caso de contacto con los ojos, lávelos con abundante agua durante al menos 30 minutos y busque atención médica inmediatamente.

CONSULTE LA SDS PARA EL TBC ANTES DE MANIPULAR ESTE PRODUCTO QUÍMICO.

Riesgos Ambientales

Se considera que el Estireno es tóxico para los organismos acuáticos. Se prevé que el Estireno sea fácilmente biodegradable.

PARTE 5

INFORMACIÓN SOBRE EL TRANSPORTE Y PERFIL DE LAS REGLAMENTACIONES

Información Sobre el Transporte

ETIQUETADO:

Los contenedores deberán ser etiquetados de acuerdo con los requisitos de OSHA y del Departamento de Transporte que apliquen.

Es necesario colocar los números de identificación a cada lado y en los extremos si la capacidad del embalaje es de 1000 galones o más. Si la capacidad del embalaje es de más de 119 galones, pero menos de 1000 galones entonces los números de identificación se deberán colocar en los dos lados opuestos. Las marcas de los embalajes que no sean a granel (119 galones o menos) deberán incluir el nombre del transportador, el número de identificación precedido por UN o NA, el nombre técnico, en caso de que aplique y el nombre y la dirección del consignatario o del remitente.

Es necesario colocar etiquetas en los empaques que no son a granel. Estas se deberán colocar en la misma superficie y cerca de las marcas.

Es necesario colocar rótulos en cada uno de los lados y en cada uno de los extremos de los empaques a granel.

Los requisitos de las marcas, etiquetado, rotulación y preparación de la documentación de transporte varían dependiendo del modo de transporte, configuración del empaque y la cantidad de material peligroso que vaya a ser transportado.

Los requisitos relacionados con las marcas, etiquetado y rotulación se encuentran explicados detalladamente en 49 CFR 172 Literales D, E y F respectivamente. Los Literales E y F muestran ejemplos de etiquetas y rótulos. En el caso del Monómero de Estireno se requieren las etiquetas y los rótulos que aplican a líquidos inflamables. Los contenedores a granel deberán permanecer rotulados cuando están vacíos a menos que cumplan con los requisitos especiales especificados en el Literal F.

NOMENCLATURA QUÍMICA:

Clase de Compatibilidad Guarda Costas de EE. UU.:	Hidrocarburo Aromático
Fórmula:	$C_6H_5CH=CH_2$
Denominación UNI/UN:	3.0/2055
Nº de ID del DOT.:	2055
Nº de Registro CAS:	100-42-5

ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL (IMO):

Designación Oficial para el Transporte:	Monómero de Estireno, estabilizado
Clase:	3
Número UN:	UN 2055
Símbolo:	Líquido Inflamable
Categoría de Contaminación:	C
Clasificación Comportamiento Europeo	F, E, R (Flotador, Evaporador, Reactivo)

INFORMACIÓN DEL ENVÍO:

Grados de Pureza:	99.9%
Temperatura de Almacenamiento:	Ambiente
Atmósfera Inerte:	No hay requisitos
Venteo:	Abierto (Placa corta - fuegos)

Clasificaciones de Peligros:

Código de Regulaciones Federales Categoría	Clasificación de Peligro NAS de Líquido Inflamable Para Transporte a Granel por Agua
<u>Fuego</u>	3
<u>Salud</u>	
Vapor Irritante	2
Líquido o Sólido Irritante	2
Venenos	2
<u>Contaminación del Agua</u>	
Toxicidad para Humanos	1
Toxicidad para Acuáticos	3
Efecto Estético	2
<u>Reactividad</u>	
Con otros Químicos	2
Agua	0
Auto-Reacción	3

CLASIFICACIÓN DE PELIGRO DE LA NFPA:

Categoría	Clasificación
Peligro para la Salud (azul)	2
Inflamabilidad (Rojo)	3
Reactividad (Amarillo)	2

CONTAMINACIÓN DEL AGUA:

Peligrosos para la vida acuática en concentraciones muy bajas.
Ensuciamiento de la línea costera.
Puede ser peligroso si ingresa a las tomas de agua
Notificar a las autoridades locales de Salud y de Fauna y Flora Silvestre.
Notificar a los operadores de las tomas de agua cercanas

Tambores

Para el transporte del Monómero de Estireno se deben utilizar tambores de acero de tapa no desmontable según el estándar UN 1A1. Los estándares orientados por el desempeño para 1A1 se describen en el 49 CFR 178 Literal M. Para el Monómero de Estireno se deben llevar a cabo las siguientes pruebas de Nivel 3: Presión Hidrostática, Prueba de Estanqueidad, Caída, Apilamiento y Vibración.

Cuando los tambores utilizados para el transporte del Monómero de Estireno hayan sido vaciados, deberán ser enjuagados inmediatamente tres veces con un disolvente adecuado. Los tambores no deberán ser cortados ni perforados antes de finalizar su limpieza.

Si se utiliza más embalaje, el tambor interno deberá ser aislado del tambor exterior según lo estipulado en 49 CFR 173 Literal E y deberán ir separados dentro del vehículo según lo estipulado en 49 CFR 177 Literal C.

Perfil de las Reglamentaciones

ESTIRENO:

1) **ODCs:** ¿Contiene Químicos que Debilitan la Capa de Ozono (ODCs) Clase 1 o Class 2? **NO**

2) **TSCA:** Este producto o sus componentes está sujeto a cualquiera de los siguientes requisitos de TSCA CFR 40, Parte:

707	(Notificaciones de Exportación) (12b)	NO
712	(Reporte de Información Química) (8a)	NO
716	(Reporte de Datos de Salud y Seguridad) (8d)	NO
721	(Uso Nuevo Significativo) (5e)	NO
723.50	(Exoneración por Bajo Volumen)	NO
720.36	(Exoneración por R&D)	NO
720.38	(Exoneración por Prueba de Marketing)	NO
723.25	(Exoneración para Polímeros)	NO
790	(Pruebas sobre Efectos en la Salud y/o Medio Ambiente (4e)	NO

¿La Distribución de este material está bajo las limitaciones de la Orden de Consentimiento 5(e) o 5(f)? **NO**

¿Se han realizado solicitudes de la Sección 8(e) para este material? **SÍ**

3) **Registro Internacional:** ¿Todos los componentes de este material se encuentran listados en los siguientes inventarios internacionales?

TSCA	(Estados Unidos)	SÍ	
DSL	(Canadá)	SÍ	
EINECS	(Europa)	SÍ	(EINECS reg. no. 202-851-5)
METI	(Japón)	SÍ	
AICS	(Australia)	SÍ	
PICCS	(Filipinas)	SÍ	
KMOE	(Corea)	SÍ	(KMOE reg. no. 3-1289)

4) **FDA:** ¿Permiten las reglamentaciones de la FDA el uso de este material como aditivo alimentario directo o indirecto?

INDIRECTO **SÍ** (21 CFR 177.1640)

Se limita a 1.0 WT% como Monómero de Estireno Residual en Poliestireno para Uso General (GPPS) o 0.5 WT% en Poliestireno de Alto Impacto (HIPS).

5) **METALES PELIGROSOS:** ¿La suma de los niveles de concentración de plomo, cadmio, mercurio y cromo hexavalente presentes en este material excede las 100 ppm en peso? **NO**

- 6) **INFORMACIÓN ADICIONAL SOBRE LAS REGLAMENTACIONES:** Consultar la SDS de AmSty para el Monómero de Estireno, Sección 15 para la información adicional sobre las reglamentaciones.

Información Sobre las Revisiones

Julio 2011

1. Actualización de la Política de EH&S, portada interior
2. Actualización de la Página 8 con Valores de las Especificaciones de Ventas
3. Actualización de la lista de métodos de prueba ASTM Analíticos, Página 9
4. Actualización de los Límites de Inflamabilidad, Página 28
5. Diversas correcciones en la redacción

Noviembre 2016

1. Actualización del logo de AmSty, números telefónicos y formato en general
2. Actualización de la Política de EH&S
3. Especificaciones de venta eliminado
4. Actualización de la Política sobre Administración del Producto (Product Stewardship)
5. Actualización de la Introducción
6. Actualización de la lista de Propiedades Físicas
7. Actualización de la lista de Referencias
8. Actualización de la lista de Métodos Analíticos
9. Actualización de las Tablas 1, 2B, 3A y 3B
10. Actualización de las listas de materiales aprobados para Empaques y Juntas Tóricas (o Anillos en "O" ("O-rings"))

PARTE 6

ANEXO

Glosario de Términos, Abreviaturas y Organizaciones

ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienists / Conferencia Americana de Higienistas Industriales del Gobierno
ANSI	American National Standards Institute / Instituto de Estándares Nacionales de EE UU
API	American Petroleum Institute / Instituto Americano de Petróleos
ASTM	American Society for Testing and Materials / Sociedad Americana para Pruebas y Materiales
CERCLA	Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act / Ley de Responsabilidad, Compensación y Recuperación Ambiental
CFR	Code of Federal Regulations / Código de Reglamentaciones Federales
CG	Guardia Costera
CHEMTREC	Chemical Transportation Emergency Center / Centro de Emergencia para el Transporte de Sustancias Químicas
Conexión	La unión entre dos o más objetos conductivos mediante un conductor (más comúnmente un cable o platina de metal)
DOT	Department of Transportation / Departamento de Transporte de los EE. UU
EPA	Environmental Protection Agency / La Agencia de Protección del Medio Ambiente de EE. UU
FDA	Food & Drug Administration / La Agencia para la Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos
IMO	International Maritime Organization / Organización Marítima Internacional
ISGOTT	International Safety Guide for Oil Tanker and Terminals / La Guía Internacional de Seguridad para Buque Tanques y Terminales de Petróleo
ISO	International Organization of Standardization / Organización Internacional de Normalización
MSHA	Mine Safety and Health Administration / Administración de Salud y Seguridad en las Minas
NFPA	National Fire Protection Association / Asociación Nal. de Protección contra el Fuego
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health / El Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional de EE. UU

OSHA	Occupational Safety and Health Administration / Administración de Seguridad y Salud Ocupacional
ppm	Partes por millón
RQ	Cantidad Reportable
SDS	Safety Data Sheet / La Hoja de Datos de Seguridad
SIRC	Styrene Information and Research Center / El Centro de Investigación e Información sobre el Estireno
SQC	Statistical Quality Control / Control Estadístico de la Calidad
TWA	Time-Weighted Average / Promedio Ponderado de Tiempo
UN	Naciones Unidas
USCG	United States Coast Guard / Guardia Costera de los EE. UU
WT%	Porcentaje en Peso