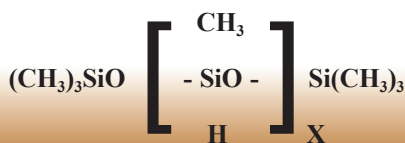


## **Manipulación segura de hidruros de silicona con polisiloxanos**

---

## Descripción

Los hidruros de silicona con polisiloxanos constituyen una clase general de polímeros del siloxano, el más común de los cuales es el poli (metil hidrógeno) siloxano. Este polímero lineal, que contiene enlaces reactivos de hidrógeno con silicona (hidruro de silicona) a lo largo de una cadena de polisiloxano, se representa mediante:



Está identificado con el número 63148-57-2 del Chemical Abstracts Registry. Dow Corning® tipifica los polímeros de siloxano de esta clase como fluido 1107, líquido claro con una viscosidad de 30 centistokes y un punto de inflamación de copa cerrada de 150 °F (65,5 °C).

Los poli (metil hidrógeno) siloxanos se utilizan en la formulación de varios recubrimientos y tratamientos como los suavizantes y repelentes de agua de textiles. Pueden mezclarse con otros materiales o emulsionarse para crear productos de una amplia variedad de usos. También pueden emplearse como material de inicio reactivo para crear otros polímeros orgánicos de silicona y siliconas. Otros siloxanos de hidruro de silicona pueden incluir una mezcla de dimetil y metil hidrógeno, así como siloxanos terminales de SiH.

## Riesgos para la salud

Los poli (metil hidrógeno) siloxanos, como el fluido 1107, no tienen efectos adversos para la salud conocidos. El contacto directo con los ojos puede causar ligeras incomodidades, como enrojecimiento suave y sequedad. Para aliviar los síntomas bastaría con enjuagar los ojos con agua durante unos 15 minutos. Los usuarios deberán consultar el documento técnico de seguridad de materiales para conocer las recomendaciones de manipulación. Es necesario evaluar los efectos para la salud que presentan los materiales derivados de los poli (metil hidrógeno) siloxanos como mezclas, emulsiones o productos reactivos; basándose en todos los componentes o productos de reacción presentes.

## Reactividad química

Los poli (metil hidrógeno) siloxanos, como el fluido 1107, son materiales estables a temperatura ambiente que no se polimerizarán, descompondrán ni condensarán violentamente si se mantienen en la FORMA EN QUE SE DISTRIBUYEN. El valor de estos polímeros como fuente de productos industriales es la extraordinaria reactividad química del enlace de hidruro de silicona con una variedad de otros productos químicos. Entre ellos se incluyen los alcoholes, aldehídos, cetonas, olefinas, catalizadores ácidos, bases y silanol. Muchos metales como el zinc, el estaño, el níquel, el cromo, el cobalto y el platino y sus haluros metálicos catalizan la reacción con agua, alcohol o silanol. Estas reacciones pueden ser muy rápidas y extremadamente exotérmicas. Todas las reacciones, excepto las producidas con olefinas, aldehídos y cetonas tienen como subproducto el hidrógeno gaseoso inflamable. Este hecho debe tenerse muy en cuenta cuando se procesa y almacena dicho material.

### Acerca de este documento

Este documento contiene información sobre riesgos y reactividad química junto con información sobre control de incendios y vertidos del material de hidruro de silicona con polisiloxanos, además de recomendaciones para el diseño de equipos y para un manejo seguro. El objetivo de Dow Corning al compartir esta información con sus clientes es asegurarse de que su material se utiliza de forma segura y eficaz.

Dos de las reacciones más empleadas son:



Una reacción secundaria muy común e involuntaria, causada por la presencia de agua o alcohol, es:



Donde ROH es agua o alcohol

Incluso en ausencia de una fuente de hidrógeno activa, los productos SiH pueden suponer riesgos. Los procesos de polimerización, depolimerización y equilibrado pueden producir reacciones secundarias que generan gases o vapores inflamables diferentes del hidrógeno.

En presencia de catalizadores ácidos o básicos (como bases o ácidos de Lewis, arcillas, etc.), e incluso sin presencia de humedad, se ha observado la asociación entre la redistribución de la cadena de siloxano y la formación de productos secundarios altamente inflamables como Me<sub>3</sub>SiH, Me<sub>2</sub>SiH<sub>2</sub> y MeSiH<sub>3</sub>, dependiendo de la naturaleza de la estructura del siloxano.

En condiciones extremas, donde hay unidades HSiO<sub>1.5</sub> trifuncionales presentes, es posible que se forme gas silano (SiH<sub>4</sub>). El SiH<sub>4</sub> es un gas altamente volátil (punto de ebullición de -112 °C) y pirofórico (gas de combustión espontánea) en el aire.

Los poli (metil hidrógeno) siloxanos como el fluido 1107 pueden descomponerse a temperaturas elevadas y liberan rápidamente grandes cantidades de gas hidrógeno que pueden provocar un exceso de presión en el equipamiento. Por ello, deben aplicarse medidas técnicas para evitar situaciones en las que los siloxanos se calienten por encima de los 270 °C.

## Diseño del equipo

Deberá completarse un análisis de riesgos del proceso para todos aquellos procesos que utilicen el siloxano SiH, especialmente cuando se realicen reacciones exotérmicas similares a las indicadas. El objetivo de este análisis es identificar las situaciones en las que puedan producirse reacciones incontroladas o contaminación cruzada, así como identificar las medidas técnicas y los procedimientos que deben instaurarse. Los clientes que no sepan cómo proceder con este tipo de análisis de riesgos deberán ponerse en contacto con Dow Corning para recibir asistencia a través de su representante de ventas. Si van a provocarse reacciones químicas exotérmicas, se recomienda contar con un sistema de refrigeración automatizado de alta seguridad. Además, deberá contarse con la instrumentación adecuada para supervisar y controlar variables críticas del proceso como son la temperatura y la presión.

El poli (metil hidrógeno) siloxano no es corrosivo tal y como se distribuye, por lo que el acero es un material de construcción aceptable. Si se desea, el acero inoxidable puede utilizarse como una medida adicional de protección de la calidad del producto. La adecuación de este y otros materiales de construcción depende tanto de los componentes presentes en el procesamiento como de las condiciones de procesamiento, entre las que se incluye la temperatura. Cada situación debe evaluarse para determinar los materiales de construcción óptimos.

Deben establecerse procesos para que los siloxanos SiH cuenten con sistemas de carga exclusivos (lancetas, tuberías, conductos y bombas) para evitar la contaminación con otros materiales que pudieran provocar reacciones secundarias y generar gas hidrógeno.

Los reactores y tanques de almacenamiento deben contar con sistemas de ventilación que liberen el hidrógeno que haya podido generarse y otros gases de las operaciones de procesamiento normales. Debe prestarse gran atención para evitar una contaminación involuntaria de los depósitos de almacenamiento y los tanques de procesamiento con álcalis o ácidos, por ejemplo por flujos de retorno de los sistemas de limpieza de ventilación cáusticos. Este procedimiento podría provocar una generación de presión excesivamente rápida por evolución del hidrógeno, que resultaría imposible de evacuar a través de los sistemas de liberación estándar.

Los tanques deben contar con un sistema de purga de gases inertes (como el nitrógeno) que aseguren que la concentración de oxígeno se mantiene por debajo del 2 % antes de cargar el material en el tanque y durante todas las operaciones de procesamiento. (La concentración mínima de oxígeno necesaria para permitir la combustión del hidrógeno es del 5 %, por lo que se recomienda aplicar un factor de seguridad adecuado a este valor.)

Los niveles de oxígeno pueden comprobarse y controlarse mediante el uso de un sistema de supervisión continua de oxígeno que tome muestras del espacio de vapor del tanque. A lo largo del tiempo, los compuestos con silicona volátil pueden afectar a la precisión de algunos analizadores de oxígeno, por lo que deberá consultar al fabricante del analizador para conocer las recomendaciones de mantenimiento y de esta aplicación específica.

Todo el equipo de procesamiento y almacenamiento (tanques) debe contar con las conexiones eléctricas y tomas de tierra adecuadas para evitar la aparición de electricidad estática, ya que el hidrógeno necesita relativamente poca energía de ignición. Para evitar la generación de electricidad estática también se recomienda cargar y descargar el material mediante tubos de inmersión o realizar un llenado desde el fondo. Se recomienda que todo el equipo, embalaje y contenedores se llenen con materia inerte como el nitrógeno, para evitar que una carga estática deflagre una atmósfera potencialmente inflamable. Deberá aplicarse ventilación local a las aplicaciones en las que el material se vea expuesto a aire.

El proceso de fabricación debe estar diseñado para evitar situaciones en las que el siloxano SiH vaya a calentarse por encima de 270 °C. Debe prestarse especial atención a los sistemas de bombeo en los que la acción de una bomba contra una válvula cerrada pueda provocar el calentamiento del líquido de la bomba hasta este nivel de temperatura.

## Procedimientos operativos

Deben diseñarse procedimientos operativos que dediquen una atención especial a minimizar la posibilidad de reacciones descontroladas. En el caso de las reacciones exotérmicas, se recomienda regular la reacción añadiendo de forma controlada poli (metil hidrógeno) siloxano al resto de reactivos del tanque de reacción. De esta forma se reduce la cantidad de hidruro de silicona disponible en el tanque, lo que permite a los reactivos actuar como sumidero térmico en la reacción.

En el caso de las reacciones exotérmicas, es importante controlar la temperatura desde el principio de la reacción para asegurarse de que ésta se ha iniciado, evitando así el peligro de una adición excesiva de poli (metil hidrógeno) siloxano al reactor. Si la reacción no se inicia o se detiene tras empezar, deberá interrumpirse inmediatamente la adición de poli (metil hidrógeno) siloxano para evitar la acumulación de reactivos en el tanque, y la subsiguiente reacción exotérmica descontrolada. La adición no deberá retomarse hasta que no se comprendan y corrijan las causas de esa situación.

Es muy importante mantener un entorno homogéneo cuando se realicen reacciones con materiales que contengan SiH. La falta de agitación puede provocar la acumulación de materiales sin reacción en las zonas de procesos que pueden reaccionar de forma descontrolada si el fluido se mezcla o bombea posteriormente. Las reacciones descon-

troladas pueden generar calor extremadamente exotérmico, una alta producción de gases o la combinación de ambos.

Si se intenta realizar una “adición en orden inverso”, en la que se carga en primer lugar toda la cantidad de poli (metil hidrógeno) siloxano en el tanque y después se añaden el resto de reactivos, deben conocerse perfectamente todas las situaciones que podrían desembocar en reacciones secundarias no deseadas, y deben aplicarse las medidas oportunas al diseño y a los procedimientos operativos para evitar que se produzcan dichas situaciones. Es muy importante controlar el pH de las emulsiones acuosas de poli (metil hidrógeno) siloxano para minimizar la evolución de gas de hidrógeno. Trabajos realizados en laboratorio demuestran que, para una estabilidad máxima, el pH de la fase acuosa debe estar en el intervalo de 4,0 a 6,0. Cualquier desviación de este intervalo, especialmente hacia el lado alcalino, puede provocar una evolución extremadamente alta de gas de hidrógeno.

Deben implantarse medidas operativas que garanticen que sólo se utilice equipamiento adecuado en el uso de los siloxanos SiH. Deberá prestarse especial atención para controlar el uso de equipamiento que pudiera tener un uso compartido, como los conductos o bombas portátiles. El equipo dedicado exclusivamente a la manipulación de SiH debe estar claramente etiquetado para ayudar a su identificación.

Se deberá prestar especial atención a los procedimientos de limpieza de los equipos para asegurarse de que todos los tanques y sistemas de conducción asociados están limpios y secos antes de su uso. Deberán retirarse los ácidos y bases traza antes de provocar reacciones o llenar los tanques de almacenamiento y embalsarse. No deben utilizarse alcoholes primarios para limpiar equipos utilizados con siloxanos SiH.

## Envasado

Teniendo en cuenta las posibilidades de que se generen pequeñas cantidades de hidrógeno durante el transporte y almacenamiento, Dow Corning ha elegido envasar algunos materiales con poli (metil hidrógeno) siloxano en pequeños contenedores de plástico o en contenedores provistos con un sistema de ventilación. La ventilación forma parte del cierre del contenedor y permite la liberación del exceso de presión interna, que puede estar causada por la formación de hidrógeno, con lo que se evita que el envase se deforme o deteriore. El material peligroso empaquetado en contenedores ventilados no se puede transportar por aire. (Consulte la Reglamentación sobre mercancías peligrosas 5.0.2.13.2 de la IATA.)

No se recomienda el almacenamiento de fluidos con SiH en contenedores de cristal cerrados debido a la posibilidad de acumulación de presión de hidrógeno sin que haya una indicación visual de la alta presión del contenedor antes de que éste falle.

Los tambores que hayan contenido otro material no deberán volver a utilizarse para almacenar siloxanos de SiH debido a la posibilidad de contaminación y las reacciones químicas resultantes no deseadas. De la misma forma, se recomienda encarecidamente evitar el reenvasado de poli (metil hidrógeno) siloxanos para reducir los riesgos de contaminación.

## Protección contra incendios

Por definición, el fluido 1107 está clasificado como líquido combustible de clase IIIA. Deberán seguirse las precauciones normales de almacenamiento y manipulación de líquidos combustibles, prestando especial atención al control de los peligros de incendios derivados de la generación de hidrógeno, Me<sub>3</sub>SiH o Me<sub>2</sub>SiH<sub>2</sub>.

Los procedimientos de seguridad normales incluyen el aislamiento del material de fuentes de ignición como llamas abiertas, chispas y superficies calientes. Las medidas adicionales incluyen una adecuada ventilación mecánica para reducir al máximo la concentración de emisiones de gas de hidrógeno que pueda formarse, las medidas correctas de toma de tierra/conexión y el uso de gases inertes (como nitrógeno) en los equipos y contenedores. Es vital mantener bajos los niveles de oxígeno durante los procedimientos de purga e inyección de gases inertes. Las concentraciones mínimas de oxígeno necesarias para la combustión de hidrógeno son de aproximadamente un

5 % de volumen (menos de la mitad de los hidrocarburos normales), por lo que deberán aplicarse las medidas de seguridad adecuadas.

Es importante mantener un buen nivel de ventilación en aquellos lugares en los que se almacenen o manipulen materiales que generen gas hidrógeno. Se deben ventilar las zonas superiores de los edificios o almacenes en los que se utilicen o almacenen materiales de liberación de hidrógeno, con el fin de evitar la generación de bolsas concentradas de gas hidrógeno inflamable.

Nota: Las características de inflamabilidad de otros polisiloxanos varían, y algunos poli (metil hidrógeno) siloxanos se clasifican como líquidos inflamables de clase I o II. Por ello, cada producto y cada fuente de suministro debe evaluarse según sus características exclusivas, tal y como las declare el proveedor o lo determine el usuario.

Los poli (metil hidrógeno) siloxanos como el fluido 1107 pueden suponer riesgos de incendios por combustión espontánea si entran en contacto con material absorbente como un aislamiento de celdas de absorción abierto. Se trata de un fenómeno que presentan otros polisiloxanos y otros materiales orgánicos. Aunque el fluido 1107 tiene una temperatura de autoinflamación de 311 °C, la combustión espontánea puede producirse incluso a 50 °C si entra en contacto con un conducto de celdas abierto o un aislamiento térmico. Deberá tener mucho cuidado para evitar que fugas y salpicaduras entren en contacto con dichos materiales, o instalar aislamientos de celdas cerrados en las zonas en las que puede que se produzcan dichas fugas o salpicaduras.

La temperatura de autoinflamación del Me<sub>2</sub>SiH<sub>2</sub> es de 230 °C y su punto de ebullición es de -20 °C. La temperatura de autoinflamación del MeSiH<sub>3</sub> es de 130 °C y su punto de ebullición es de -57 °C. Se deberán aplicar las medidas adecuadas en caso de que se generen estos subproductos. Ambos compuestos son gases muy volátiles e inflamables que se inflamarán en atmósferas con bajo contenido en oxígeno y con fuentes de ignición de baja energía (como chispas estáticas).

## Extinción de incendios

Los incendios en los que haya material de polisiloxanos SiH implicado pueden resultar difíciles de extinguir. Es posible llegar a controlarlos con la mayoría de productos extintores como agua pulverizada, espuma o dióxido de carbono. No se recomienda utilizar productos extintores químicos secos o en polvo seco.

Las pruebas de incendios han demostrado que la extinción de incendios, especialmente si están muy desarrollados, se realiza mejor con espumas compatibles con alcohol AFFF. Deberán evitarse los chorros directos de agua, al igual que con todos los fuegos abiertos, ya que pueden agitar y dispersar el líquido inflamado y aumentar la intensidad del fuego. Los sistemas de pulverización antiincendios automáticos liberan agua de la misma forma que las boquillas de pulverización de agua, y han demostrado ser eficaces en el control de incendios con presencia del fluido 1107.

Debe prestarse atención si se utilizan productos extintores basados en agua ya que puede liberarse hidrógeno y, una vez extinguido el incendio, acumularse en áreas mal ventiladas o cerradas y provocar deflagraciones o explosiones si se encienden. Las capas de espuma también pueden atrapar hidrógeno o vapores inflamables, con la posibilidad de explosiones bajo su superficie.

No deben utilizarse extintores químicos secos ya que suelen ser muy alcalinos o ácidos. Si se utilizan en materiales con SiH, pueden provocar la evolución del hidrógeno.

Los productos de combustión de poli (metil hidrógeno) siloxanos son el dióxido de silicona, el dióxido de carbono, vapor de agua y varios compuestos parcialmente quemados de silicona y carbono.

Deberán evitarse los productos de la combustión, y será necesario llevar el equipo de protección adecuado cuando se intente extinguir incendios en los que este compuesto esté presente.

## Control de vertidos

Los vertidos de poli (metil hidrógeno) siloxanos deben limpiarse con rapidez para evitar posibles caídas por resbalamiento y para minimizar el peligro de incendios. Para recoger el material con SiH vertido puede utilizarse material absorbente, neutro e incombustible como la arena. El material absorbido debe desecharse inmediatamente o recibir una ventilación adecuada para evitar su combustión espontánea. No deberá añadirse ningún otro residuo al material absorbido. También es posible utilizar equipos de succión para retirar los vertidos, pero dicho equipo debe estar diseñado y emplearse de forma similar al empleado para los compuestos inflamables, debido a la posibilidad de evolución del hidrógeno. El material empleado para la recogida de residuos debe dedicarse a este uso de forma exclusiva o se debe limpiar profusamente antes de utilizarlo en otra aplicación. El material recogido debe desecharse respetando todas las normativas locales, regionales y gubernamentales.

## Cuestiones medioambientales y procedimientos de eliminación

Debe consultar el documento técnico de seguridad de materiales para conocer las condiciones adecuadas de eliminación de residuos de poli (metil hidrógeno) siloxanos. Debido a que la reacción produce geles, genera calor y libera gases inflamables como el hidrógeno, no deben emplearse métodos de almacenamiento, recogida, tratamiento y eliminación de residuos que posibiliten que los hidruros de silicona se mezclen con otros residuos. El método de eliminación recomendado es su destrucción térmica en un incinerador de material peligroso con la debida licencia.

Nota: La información de este documento se ofrece de buena fe y como procedimiento habitual, y no representa recomendaciones específicas para situaciones concretas. Se cree que los procedimientos recomendados pueden aplicarse de forma general. Sin embargo, cada usuario debe revisar estas recomendaciones en el contexto específico en el que vaya a utilizar el compuesto para determinar si son adecuadas.

## Referencias

Si desea información adicional sobre la gestión segura de los productos con SiH, visite los sitios de Internet de las asociaciones de productores de silicona:

- o Centro Europeo de Siliconas, Safe Handling of SiH Products (Manipulación segura de productos con SiH, [http://www.silicones-safety.com/files/SiH\\_manuel\\_22b.PDF](http://www.silicones-safety.com/files/SiH_manuel_22b.PDF))
- o Consejo de seguridad, salud y medio ambiente de América del Norte, Guía de manipulación de materiales: Hydrogen-Bonded Silicon Compounds (Compuestos de silicona con enlaces de hidrógeno, [http://www.sehsc.com/PDFs/SiH\\_Manual\\_Revised\\_01\\_Aug\\_07.pdf](http://www.sehsc.com/PDFs/SiH_Manual_Revised_01_Aug_07.pdf))

### INFORMACIÓN DE GARANTÍA LIMITADA - SÍRVASE LEERLA CON ATENCIÓN

La información de este folleto se ofrece de buena fe en la confianza de que es exacta. Sin embargo, debido a que las condiciones y métodos de uso de nuestros productos se encuentran fuera de nuestro control, no será posible utilizar esta información como sustituta de las pruebas que deberá realizar el cliente para asegurar que los productos de Dow Corning son seguros, efectivos y totalmente satisfactorios para su uso final. Las sugerencias de empleo no deben tomarse como estímulo para infringir ninguna patente.

La única garantía de Dow Corning es que el producto cumplirá con las especificaciones de venta de la empresa, vigentes en el momento de la expedición. Su único recurso por incumplimiento de esta garantía se limita a la devolución del importe o a la sustitución de todo producto que no sea el garantizado.

**DOW CORNING NIEGA ESPECÍFICAMENTE TODA OTRA GARANTÍA EXPRESA O IMPLÍCITA DE APTITUD PARA UNA FINALIDAD O COMERCIALIZACIÓN DETERMINADA. DOW CORNING NO ACEPTA RESPONSABILIDAD ALGUNA POR DAÑOS INDIRECTOS O CONSECUENTES.**

Dow Corning es una marca comercial registrada de Dow Corning Corporation.

*WE HELP YOU INVENT THE FUTURE* es una marca comercial de Dow Corning Corporation.

©Agosto de 2008 Dow Corning Corporation. Reservados todos los derechos.

Impreso en EE.UU. FPH 33079 Número de formulario 24-711B-05

DOW CORNING

**WE HELP YOU INVENT  
THE FUTURE.™**

[www.dowcorning.com](http://www.dowcorning.com)