

Carbon Composite Cylinder
USER MANUAL
Alternative Fuel Cylinders

Guide to the use, maintenance and periodic
inspection of Luxfer carbon composite AF cylinders

TABLA DE CONTENIDOS

1.0	INTRODUCCIÓN	3
1.1	Distribución y uso adecuado de este manual	3
2.0	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	3
3.0	MANIPULACIÓN, ALMACENAMIENTO E INSTALACIÓN DE LA BOTELLA	5
3.1	Manipulación	5
3.2	Almacenamiento	5
3.3	Instalación	5
3.3.1	Instalación y protección de la botella	5
3.3.2	Montaje de las botellas	6
3.4	Liberador de presión de la válvula (PRD), montaje y desmontaje	7
3.4.1	Instalación de la válvula	7
3.4.2	Retiro de la válvula	8
3.4.3	Liberador de presión (PRD)	9
4.0	LLENADO Y VACIADO DEL COMBUSTIBLE DE LA BOTELLA	10
4.1	Llenado	10
4.1.1	Llenado inicial (de combustible)	10
4.1.2	Llenado estándar	11
4.2	Vaciado	11
5.0	INSPECCIÓN	12
5.1	Inspección de montaje	12
5.2	Inspección del sistema de combustible	12
5.3	Inspección de la botella	12
5.3.1	Inspección general del sistema	13
5.3.2	Inspección periódica de re-certificación	13
5.3.3	Formación para la inspección	13
5.4	Equipo recomendado	14
5.4.2	Tomar la medida del corte	15
5.4.3	Tomar la medida de la abrasión	16
5.5	Tipos de daños	18
5.5.1	Cortes, rasguños y muescas	18
5.5.2	Daños causados por el fuego y el calor	20
5.5.3	Agresión química	21
5.5.4	Desgaste	22
5.5.5	Abrasión	22
5.5.6	Daños causados por impactos	24
5.5.7	Desunión y deslaminado	24
5.6	Tabla de niveles de daños	25
6.0	REPARACIÓN	26
6.1	Herramientas de reparación	26
6.2	Procedimiento de reparación	26
6.3	Reparación del deslaminado	29
7.0	DESTRUCCIÓN DE BOTELLAS CONDENADAS O CADUCADAS	34
8.0	RESUMEN	34
8.1	Cuidado y mantenimiento	34
APÉNDICE 1: ETIQUETA DE MUESTRA DE UNA BOTELLA CA.		35
APÉNDICE 2: FORMULARIO DE INSPECCIÓN DE UNA BOTELLA CA (VER PÁGINA SIGUIENTE)		35

1.0 Introducción

Las botellas de compuesto de carbono completamente revestidos (Tipo 3) y las semi revestidas (Tipo 2) resultan ser uno de las botellas de gas más ligeros disponibles para su aplicación en combustibles alternativos. Estos productos, que satisfacen las necesidades de la mayoría de usuarios finales para aplicaciones de combustibles alternativos (CA), ofrecen una solución ligera para el almacenamiento de gas natural comprimido (GNC).

Las botellas de compuesto de carbono de alta presión están diseñados para ser duraderos teniendo en cuenta el uso exigido. Sin embargo, como cualquier otro componente de un equipo de gas comprimido, las botellas han de ser debidamente sujetados y utilizados adecuadamente. Esta guía está pensada para ayudar al personal habilitado a garantizar la seguridad de funcionamiento, el correcto funcionamiento de las válvulas, de la instalación y de la inspección de las botellas de compuesto de carbono CA Luxfer.

El personal, no sólo debe estar familiarizado con las instrucciones del fabricante de su equipo para un llenado adecuado y seguro de las botellas de compuesto de carbono Luxfer, sino también con todas las directrices aplicables para el llenado, normativas, requisitos y leyes de todas las autoridades locales y/o nacionales competentes y organizaciones industriales.

El diseño, el desarrollo, la aprobación, la fabricación y las pruebas de las botellas de compuesto de carbono Luxfer son llevados a cabo por la División de Botellas para Combustibles Alternativos Luxfer en Riverside, California (EEUU).

1.1 Distribución y uso adecuado de este manual

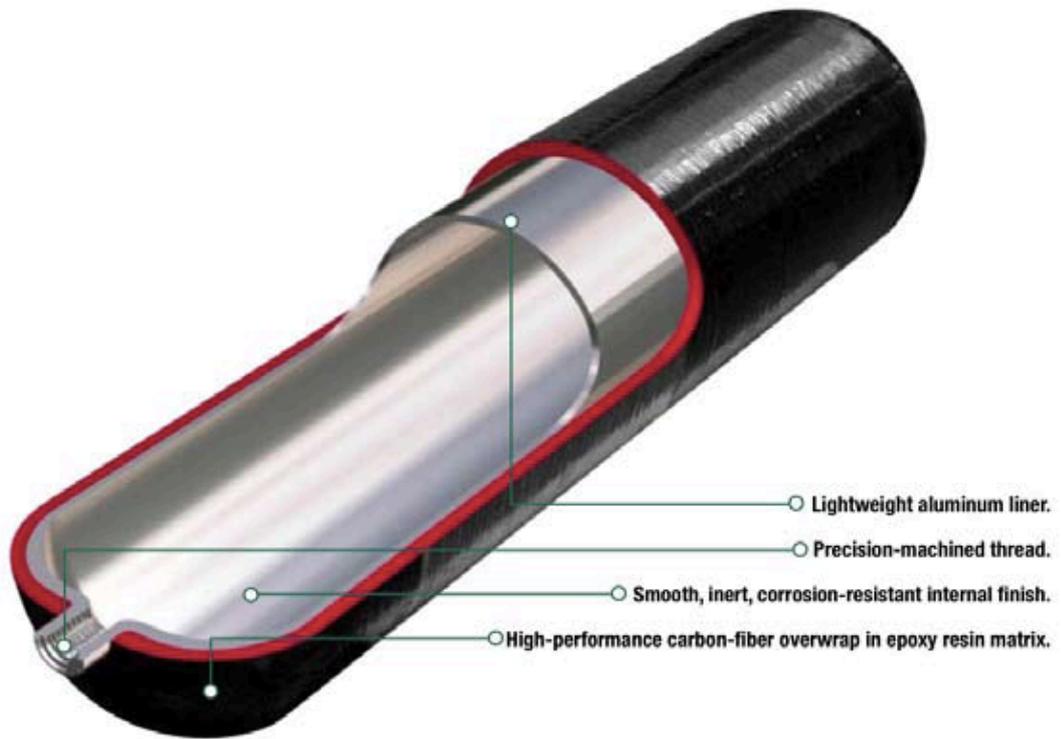
Este documento ha de ser facilitado a todas las partes involucradas en la distribución, manipulación, instalación, inspección y uso de botellas de compuesto de carbono CA Luxfer. El manual puede ser reproducido con el propósito de disponer de las copias necesarias para tal objetivo, pero los contenidos no podrán ser alterados de ninguna manera. Luxfer no asume la responsabilidad de las consecuencias resultantes de las alteraciones de este manual sin autorización previa o por no seguir las instrucciones de este documento.

Documento: v1.2

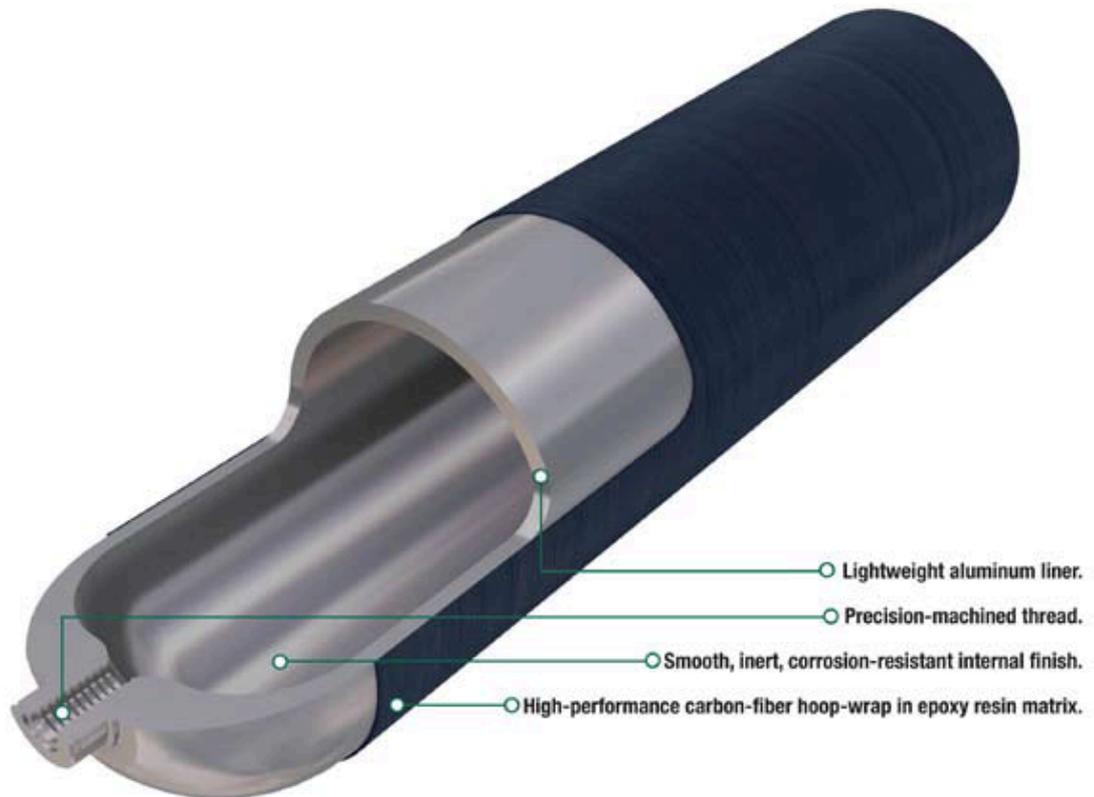
Copyright © 2008 by Luxfer Inc. Todos los derechos reservados. Con la excepción de lo permitido por la Ley de Derechos de Autor de 1976 de Estados Unidos y en virtud de las disposiciones citadas en el precedente apartado 1.1, la reproducción total o parcial de este libro está formalmente prohibida sin autorización expresa por escrito de Luxfer Inc. Publicado en EEUU por Luxfer Inc. 3016 Kansas Avenue, Riverside, CA 92507 USA tel: (951) 684-5110 Fax: (951) 781-6596 www.luxfercylinders.com

2.0 Descripción del producto

Botella CA de Tipo 3



Botella CA de Tipo 2



3.0 Manipulación, almacenamiento e instalación de la botella

Utilice las siguientes instrucciones para instalar una botella CA Luxfer en vehículos.

3.1 Manipulación

Para evitar daños en la botella, Luxfer recomienda lo siguiente:

- Manipule solamente botellas CA con equipos que no puedan dañarlos
- No manipule botellas con una presión interna superior a 3 bares (40 psi)
- No arrastre, deje caer o manipule bruscamente las botellas
- Proteja el etiquetado de la botella para garantizar su buena visibilidad
- Cuando transporte un con válvula, proteja la válvula y asegure adecuadamente la botella.

Nunca manipule las botellas por sus accesorios, válvulas, liberadores de presión o por los tubos.

3.2 Almacenamiento

Conserve las botellas en un medio seco a temperaturas que oscilen entre – 40°F y 180°F (– 40°C y 82°C). Proteja las botellas de contaminantes y posibles daños.

Almacenamiento a corto plazo (menos de seis meses) — Evite que la botella o el montaje rueden. Manténgalos a temperatura ambiente en un lugar seco alejado de productos químicos, fuentes de calor y ambientes corrosivos. Coloque tapas o tapones en la botella o en las salidas de la válvula para mantener la botella limpia y seca, evitando que pueda entrar en la botella humedad, polvo o residuos.

Almacenamiento a largo plazo (seis meses o más) — Instale la válvula o el O-ring de acuerdo con las recomendaciones del fabricante (ver apartado 3.4). Conserve la botella con su válvula a temperatura ambiente en un entorno seco y proteja adecuadamente la válvula de cualquier daño. Conserve la botella con una pequeña cantidad de presión positiva (no más de 3 bares o 40 psi). Proteja la botella contra productos químicos, fuentes de calor artificiales y ambientes corrosivos. (Siempre y cuando la válvula no esté instalada, coloque tapas o tapones en la botella o en las salidas de la válvula para mantener la botella limpia y seca, evitando que entre en la botella humedad, polvo o residuos.)

3.3 Instalación

3.3.1 Instalación y protección de la botella

Cuando la botella está instalada en un vehículo, utilice protecciones para evitar cualquier daño en la botella causado por residuos de la carretera y cualquier contacto con componentes o con la carga del vehículo. Se recomienda como protección la malla abierta que, no solo protege la botella, sino que también permite la lectura rápida del etiquetado de la botella.

Para evitar daños en la botella :

- Evite el contacto directo entre las protecciones y la botella.
- Evitar que queden atrapados residuos sólidos o líquidos entre las protecciones y la botella.
- Evite el contacto de la botella con componentes de la válvula (p.ej: las tuberías de freno, etc.)
- Evite la exposición al calor del vehículo.
- Evite la exposición a líquidos y gases nocivos.
- Evite la exposición prolongada a la luz solar.

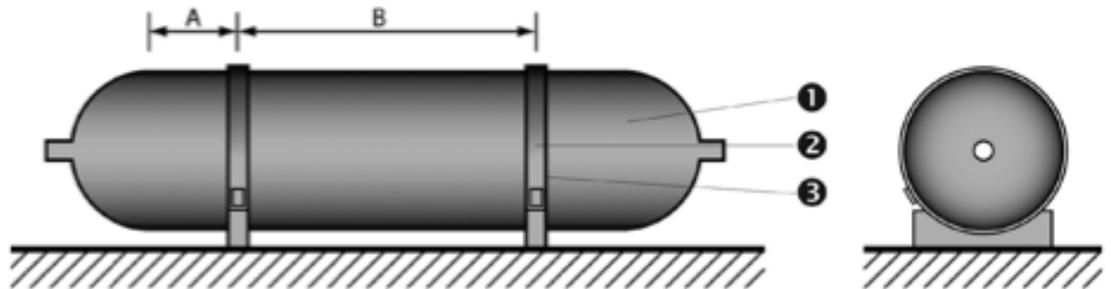
3.3.2 Montaje de las botellas

Se pueden usar diversos métodos de montaje con las botellas Luxfer. El método de montaje adecuado, así como los accesorios para el montaje suelen ser especificados por el fabricante del sistema de combustible y pueden ser suministrados por Luxfer. Pese a ser lo más habitual, los métodos de montaje y la lista de piezas que se muestran a continuación, se comunican únicamente con fines informativos generales y no anulan ni sustituyen los requisitos del fabricante del sistema de almacenamiento de combustible o las instrucciones específicas, ya sean proporcionadas por los fabricantes del sistema o por Luxfer para configuraciones específicas de montaje. Antes de tratar de montar botellas, consulte las instrucciones y especificaciones aplicables facilitadas por el fabricante del sistema de combustible.



PRECAUCIÓN: Durante la presurización y des-presurización de una botella de compuesto de carbono, es normal que la botella se dilate y se contraiga. El sistema de montaje elegido debe permitir la dilatación y contracción, de lo contrario, el sistema de almacenamiento de combustible y las botellas podrían sufrir daños.

3.3.3 Montaje de abrazaderas o bandas en el cuerpo de la botella



^ Figura 3.3.3

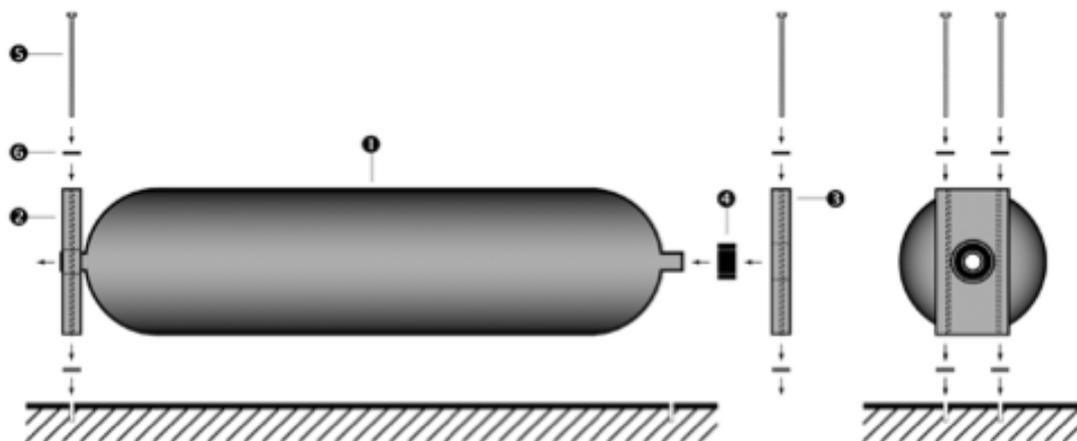
Dimensiones mínimas: A = 25mm (0.984”), B = 1/3 de la longitud de la botella

LISTA DE PIEZAS	
Artículo	Descripción
1	Botella de compuesto de carbono
2	Abrazadera o banda montada en el cuerpo
3	Tira de goma



PRECAUCIÓN: Al utilizar el método de montaje de la abrazadera o banda en el "cuerpo" de la botella, se debe instalar una tira de goma entre la botella y las abrazaderas de metal para proteger el exterior de la botella a base de compuesto de carbono. El montaje también debe ser lo suficientemente flexible para permitir la dilatación longitudinal y la contracción de la botella.

3.3.4 Montaje del cuello



^ Figura 3.3.4.

LISTA DE PIEZAS	
Artículo	Descripción
1	Botella de compuesto de carbono
2	Bloque fijado en el cuello
3	Bloque deslizante en el cuello
4	Funda interior
5	Tornillo
6	Arandela

Inspeccione visualmente el montaje final de los bloques con regularidad para detectar signos de corrosión y de desgaste prematuros. Cuando sea necesario lubricar el bloque del cuello, utilice un lubricante a base de silicona compatible con el aluminio.

3.4 Liberador de presión de la válvula (PRD), montaje y desmontaje

Use únicamente válvulas aprobadas y Liberadores de presión que cumplan todas las normas y reglamentos aplicables (p.ej: NGV 3.1 y PRD-1). Encontrará una lista de válvulas aprobadas en www.luxfercylinders.com.



ATENCIÓN: No utilice válvulas o liberadores de presión que no hayan sido probados y aprobados por Luxfer.

3.4.1 Instalación de la válvula

Antes de la instalación, inspeccione la válvula de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de la válvula. No instale una válvula que no haya pasado una inspección.

La rosca de la válvula debe estar intacta. Utilice el calibre apropiado para asegurarse de que las roscas cumplan las especificaciones. Asegúrese de que la superficie de contacto de la válvula esté lisa y libre de daños.

Las roscas de válvulas dañadas o deformadas pueden dañar las roscas de la botella. El daño en la superficie de contacto puede impedir el sellado y causar daños en las superficies de sellado de la botella.

Asegúrese de que el O-Ring y la rosca de la botella se mantengan limpios y libres de daños. Instale un O-Ring nuevo en la válvula de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de la válvula. Luxfer recomienda lubricar el O-Ring antes de la instalación con un lubricante compatible con el material del O-Ring.

Aplique una pequeña cantidad de lubricante a base de silicona compatible con el aluminio en las últimas tres roscas de la válvula, teniendo cuidado de no aplicar lubricante en la parte inferior del cuerpo de la válvula. Basta con una ligera aplicación de lubricante, un exceso de lubricante puede causar problemas de sellado.

Inserte la válvula en el cuello de la botella y apriete con la mano para que las roscas estén correctamente alineadas. A continuación, apriete la válvula con el esfuerzo de torsión recomendado por el fabricante de la válvula.

Nota: Las siguientes indicaciones del esfuerzo de torsión de la válvula se comunican únicamente con fines informativos generales y, en ningún caso, anularán o sustituirán las recomendaciones de los niveles de esfuerzo de torsión proporcionados por el fabricante, cuyo uso es preferible a los siguientes valores indicados.

Tabla I — Indicaciones del esfuerzo de torsión de la válvula

TABLA DE VALORES DEL ESFUERZO DE TOSIÓN DE LA VÁLVULA		
Rosca	Min. N-m (ft.lb.)	Max. N-m (ft.lb)
1.125 — 12 UNF	129 (95)	176 (130)
2.00 — 12 UNF	271 (200)	339 (250)

3.4.2 Retiro de la válvula

En una zona adecuadamente ventilada, vaya abriendo lentamente la válvula para liberar la presión de la botella. Cuando la botella se haya vaciado completamente del gas a presión (ver sección 4.2), retire la válvula utilizando las herramientas adecuadas de acuerdo con las indicaciones del fabricante de la válvula. Durante este proceso, mantenga segura la botella para que las fibras de la botella y la válvula no sufran daños.



ATENCIÓN: Si tiene dificultades para retirar la válvula, DETÉNGASE. Si por cualquier motivo sospechara que la válvula está defectuosa, no trate de quitarla - puesto que una válvula dañada o que no funciona correctamente puede dar la impresión errónea de que la botella está vacía al no oír salir el gas. ¡Manipule todas las botellas con válvulas, incluso aquellas que piense que estén vacías, como si estuvieran presurizadas! Para comprobar que una válvula difícil de retirar funciona correctamente, añada a la botella una pequeña cantidad del gas especificado en la etiqueta de la botella para comprobar que el gas entra y sale a través de la válvula. Si la válvula funciona correctamente durante esta revisión, despresurice completamente la botella y luego retire con cuidado la válvula. Si tiene preguntas acerca de la función de la válvula o requiere instrucciones complementarias, póngase en contacto con el fabricante de la válvula.

Una vez que la válvula haya sido retirada, inspecciónela a fondo. Revise la rosca de la válvula en busca de eventuales daños y la rosca de la botella para verificar que el corte esté limpio y en buen estado. Limpie la ranura donde se instala el O-Ring.



RECHAZAR las botellas con roscas dañadas.



RECHAZAR las botellas cuya ranura en el O-Ring esté dañada y que impida un sellado eficaz y seguro.

3.4.3 Liberador de presión (PRD)

Utilice únicamente liberadores de presión que cumplan con las normas y reglamentos aplicables (p.ej: PRD-1). Visite www.luxfercylinders.com para obtener una lista de liberadores de presión y configuraciones adecuadas.

Algunos liberadores de presión están integrados en la válvula, mientras que otros deben instalarse por separado. Si se necesitara algún tubo de ventilación para evacuar el gas fuera de la botella, tenga en cuenta que no se permiten válvulas o restricciones de flujo en cualquier punto de entrada o en el paso del flujo de salida de un liberador de presión. A continuación se muestran métodos de instalación de los liberadores de presión.

Configuración simple del liberador de presión— Cuando se requiera un único liberador de presión, utilice una de las siguientes configuraciones aprobadas por Luxfer para el modelo específico de dicha botella:

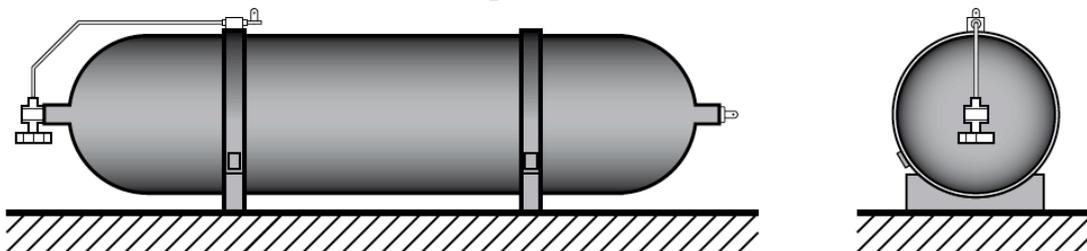
Válvula GNC con liberador de presión integrado

Válvula con un liberador de presión adaptado

Liberador de presión con tapón integrado

Configuración doble del liberador de presión — Cuando se requiera una configuración doble del liberador de presión, utilice una válvula GNC con un liberador de presión integrado o una válvula con un liberador de presión adaptado combinado con un liberador de presión con tapón integrado.

Configuración múltiple del liberador de presión — La figura 3.4.3 (a continuación) es un ejemplo de botella configurada con tres liberadores de presión: el primero integrado en la válvula, el segundo liberador con tapón integrado en el lado opuesto de la botella y el tercero, en forma de L, conectado a la válvula con un tubo en una posición central. También se pueden instalar liberadores de presión adicionales en forma de T en serie a lo largo del conducto desde la válvula.



^ Figura 3.4.3

Indicaciones generales aplicables a todas las instalaciones de liberadores de presión:

- Asegúrese de que las roscas estén en buen estado.
- Limpie las roscas a fondo.
- Seque las roscas y asegúrese de que la zona esté libre de residuos.
- Seleccione un O-Ring o arandela de cobre adecuada especificada por el fabricante del liberador de presión.
- Si el fabricante del liberador de presión lo recomienda, aplicar lubricante en el O-Ring o en la arandela de cobre.
- Coloque un O-Ring o arandela de cobre de forma adecuada en el empalme, procurando no dañar el O-Ring o la arandela de cobre.
- Enrosque el empalme en la superficie de contacto.
- Aplique el esfuerzo de torsión adecuado recomendado por el fabricante del liberador de presión.

4.0 Llenado y vaciado del combustible de la botella

La siguiente sección únicamente proporciona indicaciones estándar y no anula ni sustituye cualquier reglamentación aplicable, normas industriales o requisitos del fabricante del sistema de almacenamiento de combustible.

Nota: Durante el llenado y vaciado del combustible, la dilatación o contracción de la botella a veces podría causar chasquidos o ruidos. Esto es normal y no es un motivo de preocupación.



ATENCIÓN: Mantenga siempre la botella, el sistema de suministro de combustible o el vehículo conectados a la tierra siempre que llene o vacíe las botellas de combustible. De lo contrario podría producirse una explosión o incendio.

Antes de llenar la botella, es imprescindible ser consciente de las características y peligros del gas natural, que incluyen explosiones, incendios y asfixias.

Para trabajar con gas natural en toda seguridad, no permita que se formen concentraciones peligrosas de gas dentro del entorno de trabajo. Pruebe todos los sistemas en un área adecuadamente ventilada sin fuentes de ignición.



ATENCIÓN: Cuando se trabaja con gases inflamables en un área cerrada, utilice siempre un equipo de control de gases.

4.1 Llenado



ATENCIÓN: ¡Retire siempre de la botella todos los agentes oxidantes (incluido el aire) antes de llenar la botella con gas inflamable! Esté alerta al hecho de que el aire puede penetrar en la botella cuando ésta haya sido ventilada o expuesta a la presión ambiente, incluso durante el llenado inicial, tras la instalación de la válvula o en cualquier momento en que el sistema haya sido purgado a una presión cero.

4.1.1 Llenado inicial (de combustible)



ATENCIÓN: ¡El incumplimiento de las instrucciones del fabricante del sistema de combustible durante el llenado puede provocar lesiones importantes o incluso la muerte!

Un "llenado inicial" es la primera presurización que tiene lugar después de que la botella haya sido ventilada o expuesta a la presión ambiente, incluso durante el llenado inicial, tras la instalación de la válvula o en cualquier momento en que el sistema haya sido purgado a una presión cero.

A continuación, presentamos una guía general para eliminar el oxígeno (incluido el oxígeno del aire) de la botella. Por favor, consulte las instrucciones del fabricante del sistema de combustible para los procedimientos detallados.

Instrucciones:

1. Presurizar la botella por lo menos a 5 bares (72,5 psi) con un gas seco e inerte como el nitrógeno.
2. Ventile la botella lentamente para evitar cualquier condensación en la botella o en la válvula.
3. Una vez que el sistema haya sido ventilado, cierre la válvula para evitar que el aire vuelva a penetrar en la botella. Ahora puede llenar la botella con gas natural de acuerdo con las instrucciones del fabricante del sistema de combustible.

4.1.2 Llenado estándar



PRECAUCIÓN: usuarios norteamericanos — Llenar la botella de tal manera que la presión estabilizada no supere la presión de servicio (de trabajo) indicada a 21 °C (70 ° F).

Todas las demás zonas — Llenar la botella de tal manera que la presión estabilizada no supere la presión de servicio (de trabajo) indicada a 15°C (60°F).

4.2 Vaciado



ATENCIÓN: Siempre y cuando trabaje con gases inflamables en un área cerrada, utilice siempre un equipo de control de gases y cables de tierra en todos los equipos.

Durante el vaciado asegúrese de que la presión es lo suficientemente baja para que aquellos que realizan el procedimiento no se vean afectados por un escape de gas o un sellado defectuoso. No obstante, la presión de vaciado debe ser ligeramente superior a la presión atmosférica para impedir la entrada de aire en la botella en caso de que el sellado estuviera defectuoso. Evacúe el gas adecuadamente a través de un tubo o quemador para evitar la contaminación del ambiente y para impedir una acumulación de gases potencialmente peligrosa. Asegúrese siempre de que todo el equipo está correctamente conectado a la tierra (masa).

5.0 Inspección

Utilizando el equipo apropiado y dispositivos de seguridad, inspeccionar rutinariamente las botellas para determinar cualquier daño que hayan podido sufrir. Limpiar a fondo las botellas con una solución suave de jabón y agua antes de efectuar la inspección. No utilice disolventes, productos de limpieza fuertes o abrasivos. Siempre es importante verificar a fondo las botellas de un vehículo que haya sufrido un accidente.

5.1 Inspección de montaje

Asegúrese de que todos los bloques de montaje, abrazaderas o bandas y otros componentes estén en buenas condiciones y debidamente mantenidos. Si las fijaciones estuviesen flojas, vuelva a apretarlas siguiendo los procedimientos especificados por el fabricante del sistema de combustible. Si el montaje del sistema estuviese dañado, debe realizar una inspección de re-certificación. Si faltaran piezas o se necesitaran recambios, póngase en contacto con el fabricante del sistema de almacenamiento de combustible.

5.2 Inspección del sistema de combustible



PRECAUCIÓN: Nunca permita que entre aire o residuos en una botella. Cuando desconecte los accesorios (sellados) durante el mantenimiento o la inspección, asegúrese de que no entre aire o residuos a través de la apertura.

La inspección del sistema de combustible incluye la comprobación de todos los componentes conectados, tales como válvulas, tubos, tapones, accesorios y liberadores de presión (PRD). Durante la inspección, asegúrese de que cada dispositivo esté conectado de manera segura. Si alguno de ellos estuviese suelto, apriételo de acuerdo con las instrucciones del fabricante del sistema de combustible. Si faltara algún componente, póngase en contacto con el fabricante del sistema de combustible y no vuelva a poner el sistema en funcionamiento.

5.3 Inspección de la botella



IMPORTANTE: El criterio de "aceptación" o "rechazo" de Luxfer que figura en este manual no reemplaza ni sustituye los criterios establecidos por las autoridades reguladoras, tanto en la actualidad como en el futuro.

Las botellas de combustible alternativo están diseñados y fabricados para una vida útil limitada que figura en la etiqueta de la botella. Revise siempre primero la etiqueta para asegurarse de que la botella no haya excedido su fecha de caducidad.



RECHAZAR y retirar del servicio las botellas que, o bien no cuenten con una etiqueta que incluya toda la información obligatoria, o bien su etiqueta no se pueda leer. Si puede determinar con certitud que Luxfer sea el fabricante de dicha botella y si dispone de su número de serie, póngase en contacto con Luxfer para proceder a las instrucciones de cambio.

Busque los siguientes daños durante la inspección periódica:

- Cortes, rasguños y muescas
- Daños causados por el fuego y el calor
- Agresión química
- Perdida de adherencia de las fibras (debonding)
- Delaminación de la fibra
- Desgaste
- Abrasión
- Daños causados por impactos

5.3.1 Inspección general del sistema

Esta inspección, realizada generalmente por un conductor, personal de mantenimiento o por un técnico de servicio, consiste en una inspección visual básica para garantizar que la botella y el conjunto estén en buenas condiciones. La inspección incluye, como mínimo, un examen del sistema de montaje, de las botellas y tuberías, así como la detección de fugas y daños.

Realizar la inspección por lo menos cada tres meses en condiciones normales de funcionamiento y, con más frecuencia, durante las condiciones de funcionamiento más intensas.

5.3.2 Inspección periódica de re-certificación

Este es un examen detallado de la botella, del montaje del sistema y de los conductos en busca de daños externos y deterioros, incluyendo la superficie de la botella por debajo de las (abrazaderas) correas de sujeción. Esta inspección deberá ser llevada a cabo por un organismo o personal competente aprobado o acreditado por las autoridades reguladoras conforme con todas las normas aplicables y especificaciones de Luxfer. Bajo condiciones normales de funcionamiento, la inspección tendrá que ser realizada cada tres años o cada 36.000 millas, lo que ocurra primero. Además, deberá realizar una inspección de re-certificación después de un accidente o incendio, así como en el momento de cualquier reinstalación. (Esta inspección de re-certificación es obligatoria para la mayoría de los estándares de botellas y sistemas GNC. No obstante, la frecuencia prescrita puede variar entre los diferentes estándares.)



IMPORTANTE: Durante la vida útil de una botella, los registros de todas las inspecciones periódicas de re-certificación y controles deberán ser remitidos a Luxfer junto con los materiales, certificados de pruebas e informes de inspección relativos a la fabricación de la botella. La conservación de estos registros es requerida por las autoridades reguladoras.

5.3.3 Formación para la inspección

Luxfer Gas Cylinders propone un programa de entrenamiento para la inspección en sus instalaciones en Riverside, California (EEUU), o en las instalaciones propias del cliente o, de forma periódica, en centros de formación especiales (puede consultar en www.luxfercylinders.com los anuncios de los próximos programas).

5.4 Equipo recomendado

5.4.1 Herramientas de inspección



Cuando se inspeccionen zonas de difícil acceso, un espejo y una linterna pueden ser muy útiles. Un líquido burbujeante para la detección de fugas es también de gran utilidad. (*Opcional:* se puede utilizar una cámara para ilustrar la documentación de las áreas dañadas).

Rellenar un informe de inspección (disponible en Luxfer). Si una botella sufre daños irreparables, coloque en la botella una etiqueta que indique "Peligro: Inspección de Botella no superada". Si la botella supera la inspección, coloque una etiqueta que indique la fecha de la inspección.

5.4.2 Tomar la medida del corte



^ **Medida del corte** — En primer lugar, poner a cero el medidor de profundidad sobre la superficie intacta de la botella.



^ A continuación, medir la profundidad del corte.

5.4.3 Tomar la medida de la abrasión



^ **Medida de la abrasión** — Poner a cero el medidor de profundidad sobre la superficie intacta de la botella (izquierda), medir la profundidad de la abrasión en el punto más profundo (derecha).



^ También puede utilizar un medidor de profundidad digital.

5.5 Tipos de daños

5.5.1 Cortes, rasguños y muescas

Éstos son fácilmente identificables en botellas de compuesto de carbono. Busque levantamientos de la fibra y desenrollamientos de fibras causados por cortes en sentido perpendicular a la dirección de la fibra



^ Corte de Nivel 1



^ Corte de Nivel 2



^ Corte de Nivel 3



^ Levantamiento y desenrollamiento de la fibra

Método de inspección — Inspeccionar la profundidad y la longitud de los cortes, rasguños y muescas. Medir la profundidad, ya sea con un medidor de profundidad con contador clásico de esfera o con uno digital. Medir la longitud con una escala graduada o una regla.

Referencia: Tabla y método de reparación

Para este tipo de daño, la profundidad y longitud máxima permitida figura en la tabla de niveles de daños en la sección 5.6. Retire inmediatamente del servicio y destruya cualquier botella con un daño inaceptable de acuerdo a esta tabla. El método de reparación adecuado para las botellas que sean susceptibles de ser reparadas figura en la sección 6.1.

5.5.2 Daños causados por el fuego y el calor

Daños causados por calor — La elevada exposición al calor que, evidentemente, es diferente a los daños obvios causados por la exposición directa al fuego y al calor, puede producir, o no, daños permanentes a la botella. La exposición elevada al calor se produce cuando la propia botella (al margen de cualquier protección externa) ha sido sometida a una temperatura superior a la temperatura de transición vítrea o al punto de ablandamiento del material de compuesto de carbono (expresado como Tg).

Una botella de compuesto de carbono no está diseñada para un uso normal en cualquier entorno que conlleve un calentamiento prolongado de la envoltura de compuesto de carbono que supere los 82° C (180 ° F). Las temperaturas prolongadas superiores a la Tg del compuesto de carbono pueden causar decoloración del sistema de resina. Esta coloración puede variar desde un ligero tono dorado caramelo a un intenso color negro pardusco de apariencia quemada. Un envejecimiento natural inofensivo (p. ej: con el tiempo, una ligera decoloración del revestimiento exterior puede aparecer, por lo general de una coloración amarillenta debida a la continua exposición directa a la luz solar) no es el resultado de la exposición a temperaturas perjudiciales.

Por lo general, el grado y la profundidad de la decoloración de la resina dependen de la temperatura, la duración de la exposición o una combinación de ambas. Cuanto mayor sea la temperatura, o más larga sea la duración de la exposición a una temperatura inferior, más se oscurecerá el sistema de resina.

Si no está seguro acerca de la causa de la decoloración de la resina, póngase en contacto con Luxfer para recibir asesoramiento.

Daños causados por el fuego — Los materiales de compuesto de carbono, etiquetas, válvulas o demás accesorios chamuscados o fundidos son evidencias de daños causados por el fuego. La activación total o parcial del liberador de presión también es evidencia de fuego o calor excesivo. La proyección de llamas puede quemar la resina al exterior de la botella, dejando sueltas las fibras de carbono.



^ Daños causados por el fuego

Método de inspección — Inspeccionar visualmente toda la superficie de la botella en busca de pruebas de material de compuesto de carbono quemado o chamuscado. Asimismo, inspeccione todas las válvulas y accesorios en busca de pruebas de calor extremo.

Referencia: Tabla y método de reparación.

Las botellas que muestren una ligera decoloración de la resina, pero sin evidencias de una exposición a un calor extremo (p. ej: etiquetas fundidas, carbonización o daños causados por el calor a los elementos de fijación o la activación del liberador de presión), pueden ser reutilizadas sin necesidad de reparación. Si no está seguro de que la decoloración de la botella sea el resultado de la exposición a temperaturas elevadas o al desgaste natural inofensivo, póngase en contacto con Luxfer para recibir asesoramiento.



ATENCIÓN: Retirar inmediatamente del servicio cualquier botella que haya sufrido una colisión o incendio en un vehículo a motor.

Inmediatamente, **RECHACE y CONDENE** cualquier botella que muestre signos de fusión o carbonización del material de compuesto de carbono o de los accesorios. Es imposible reparar daños de este tipo. Consulte la sección 7.0 para el proceso sobre la condenación de una botella.

5.5.3 Agresión química

Los productos químicos, incluido el ácido de la batería (a las que las botellas de CA pueden estar expuestas), pueden disolver, corroer, ablandar, destruir o dañar los materiales de la botella. También puede causar la aparición de burbujas, picaduras, un deslustrado extremo de la resina o crear múltiples fracturas transversales a la dirección de las fibras. Cuando ha estado en contacto con disolventes, la superficie de la botella puede llegar a resultar pegajosa al tacto.



^ **Agresión química**

Método de inspección — Inspeccionar visualmente toda la superficie de la botella en busca de este tipo de daños. Inmediatamente, **RECHACE y CONDENE** cualquier botella con daños de este tipo.

5.5.4 Desgaste

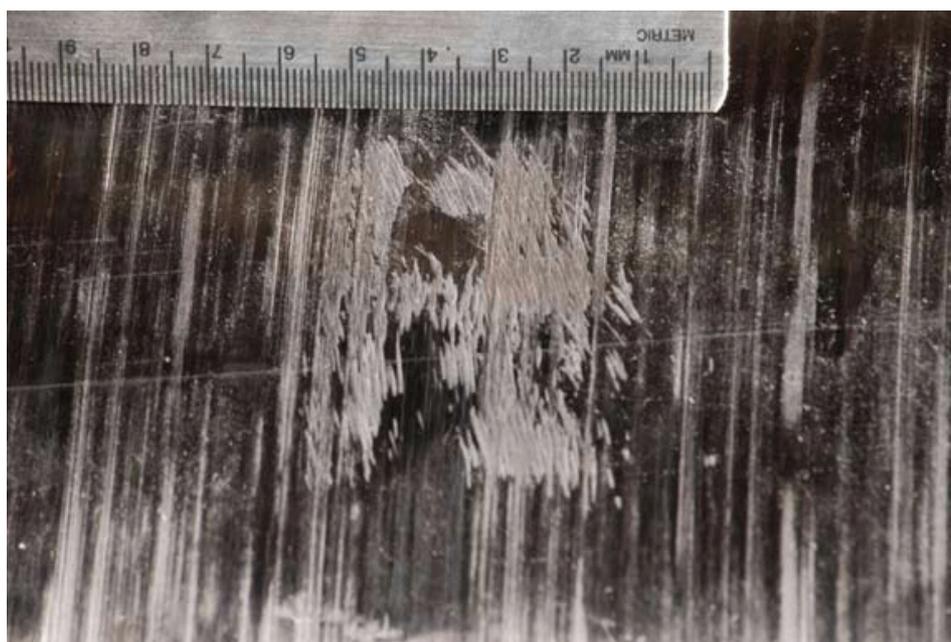
El desgaste es un cambio en la apariencia de la superficie de un material de compuesto de carbono o de las superficies de aluminio expuestas resultante de la exposición a la luz solar, la sal de la carretera y el calor y frío extremos. La exposición al sol puede decolorar el compuesto con el tiempo, lo que generalmente se caracteriza por un color amarillento en la zona expuesta (ver "daños causados por el calor y el fuego", apartado 5.5.2). La sal de la carretera puede corroer el aluminio expuesto, pero esto no suele causar daños en el material de compuesto de carbono. El calor o el frío extremo pueden causar una leve decoloración del material de compuesto de carbono o un agrietamiento de la superficie de la resina.

Método de inspección — Inspeccionar visualmente toda la superficie de la botella en busca de signos de desgaste. La decoloración o el agrietamiento de la resina están clasificados como daños de Nivel 1 y no requieren reparación. Si encontrara el aluminio expuesto corroído, póngase en contacto con Luxfer.

Referencia: Tabla y método de reparación.

5.5.5 Abrasión

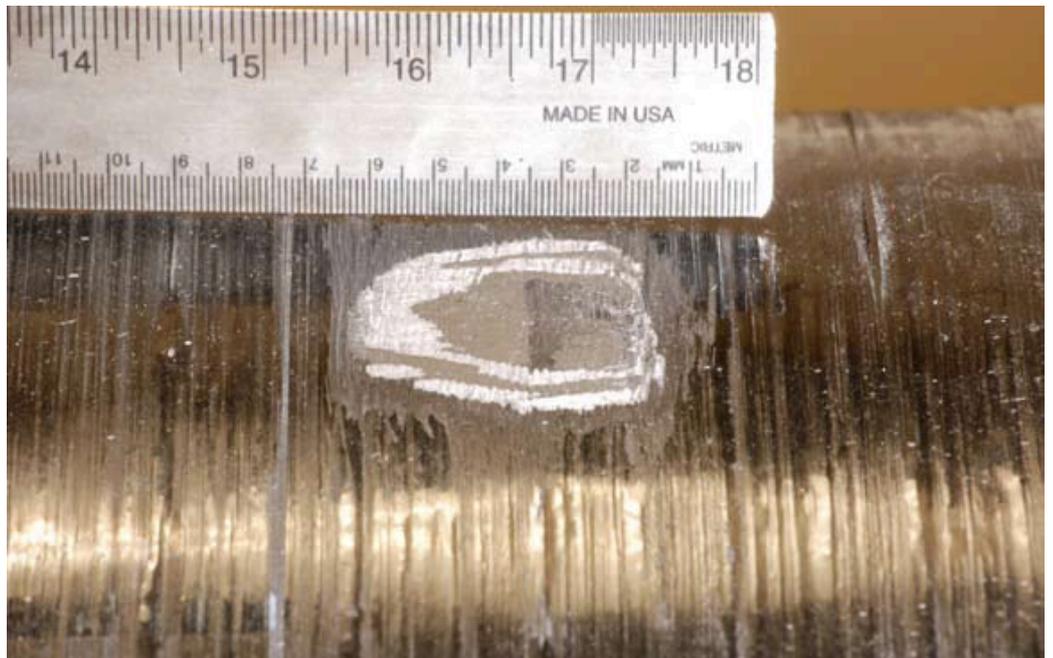
La abrasión o el desgaste localizado del material de compuesto de carbono ocurren cuando una botella se frota contra otros componentes, como las bandas de montaje, la estructura del vehículo, las protecciones, etc.



^ Abrasión de Nivel 1



^ Abrasión de Nivel 2



^ Abrasión de Nivel 3

Método de inspección — Inspeccionar visualmente toda la superficie de la botella en busca de signos de abrasión. Preste mucha atención a las zonas alrededor de las bandas de montaje u otros accesorios.

Referencia: Tabla y método de reparación.

Consulte la Tabla 5.6 para evaluar los límites de los daños causados por la abrasión. **RECHACE y CONDENE** inmediatamente cualquier botella con daños inaceptables según esta tabla.

5.5.6 Daños causados por impactos

Los daños causados por impactos pueden surgir en forma de fisuras en la resina exterior, cortes, abrasión y abolladuras en la superficie del alma de aluminio.

Método de inspección — Inspeccionar visualmente toda la superficie de la botella en busca de daños causados por impactos. Evaluar cuidadosamente todos los puntos de impacto de acuerdo a los siguientes criterios:



^ **NIVEL 1:** Daños causados por un impacto leve que no requieren reparación. Por lo general, consisten en una pequeña zona donde el compuesto de carbono está opaco y blanquecino. Cuando el impacto tiene como resultado cortes o abrasiones, evalúe estas características de acuerdo con la tabla de niveles de daño de la sección 5.6 según la máxima zona permitida en daños de Nivel 1. Las botellas con daños de Nivel 1 pueden, por lo general, volver a ser utilizados.



^ **NIVEL 3:** Un daño severo en el que el impacto ha causado una gran área opaca de color blanquecino (incluyendo cortes o abrasiones), daños en las fibras de la botella, abolladuras del alma u otros daños importantes de la estructura. **RECHACE y CONDENE** cualquier botella que muestre daños de este tipo. Consulte la tabla de niveles de daños de la sección 5.6 para los límites de daños de Nivel 3, impactos, cortes o abrasión.

Referencia: Consulte la tabla de niveles de daños en la sección 5.6.

5.5.7 Desunión y deslaminado

La **desunión** es una separación física entre las capas del compuesto de carbono (a menudo, una separación entre capas de vidrio y carbono). Por lo general, causada por un impacto, la desunión aparece como una zona blanquecina.

El **deslaminado** es la separación de las capas del compuesto de carbono, pero difiere de la desunión en que los *cortes de las fibras* son evidentes. El deslaminado es generalmente causado por un fuerte impacto.

Referencia: Consulte la tabla de niveles de daño de la sección 5.6.

5.6 Tabla de niveles de daños

Abrasión	Nivel 1	Área de abrasión de cualquier tamaño con una profundidad inferior a 0.01" (0.254mm).
	Nivel 2	Cualquier abrasión de una profundidad entre 0.01" (0.254mm) y 0.03" (0.762mm) y un área menor de 1.0 sq.in.(645.16mm ²).
	Nivel 3	Cualquier abrasión superior al Nivel 2.

Corte/Muesca	Nivel 1	Cualquier cantidad de desperfectos de cualquier longitud con una profundidad inferior a 0.01" (0.254mm).
	Nivel 2	Cualquier cantidad de desperfectos de cualquier longitud con una profundidad entre 0.01" (0.254mm) y 0.03" (0.762mm). O un único desperfecto con una profundidad entre 0.03" (0.76mm) y 0.05" (1.27mm) y una longitud inferior a 1.0" (25.4mm).
	Nivel 3	Cualquier desperfecto con una profundidad superior a 0.03" (0.762mm) y una longitud superior a 1.0" (25.4mm). O múltiples desperfectos con una profundidad entre 0.03" (0.762mm) y 0.05" (1.27mm) y una longitud inferior a 1.0" (25.4mm). O cualquier desperfecto con una profundidad superior a 0.05" (1.27mm).

Impacto	Nivel 1	Un área pequeña, opaca y blanquecina con una superficie inferior a 1.5 sq.in. (967.74mm ²).
	Nivel 2	N/D
	Nivel 3	Cualquier daño causado por un impacto que supere el Nivel 1 (abolladuras del alma, deslaminado de las fibras en la ojiva de la botella, daños importantes de la estructura).

Desunión	Nivel 1	Se permite la desunión entre la envoltura exterior de vidrio y el carbono, puesto que la envoltura de vidrio es únicamente una protección. Cualquier desunión requiere ser controlada para asegurarse de que no haya sido causada por un impacto.
	Nivel 2	N/D
	Nivel 3	N/D (ver Impacto).

Deslaminado	Nivel 1	N/D
	Nivel 2	Únicamente limitado a la parte enrollada de la zona exterior plana de la botella (Hoop-wrap). La anchura del deslaminado no puede ser superior al daño original causado por un corte, raspadura o abrasión.
	Nivel 3	Cualquier deslaminado que supere el Nivel 2.

Fuego/Calor	Nivel 1	Ligera decoloración
	Nivel 2	N/D
	Nivel 3	Signos de resina quemada o chamuscada.

6.0 Reparación

Nota: No se pueden reparar botellas que muestren indicios de agresión química, incendio y daños por calor.

Consulte la sección 7.0 para obtener instrucciones acerca de cómo condenar botellas en estas condiciones.

6.1 Herramientas de reparación



Estas herramientas son necesarias para reparar daños de Nivel 2 (de izquierda a derecha): papel de lija de grano 120 (fino), un recipiente para mezclar la resina epoxi, un aplicador de resina, resina epoxi de dos componentes (resina + endurecedor) y una brocha que puede ser necesaria para retirar residuos y polvo. También pueden ser útiles trapos limpios o toallitas de rollo de papel de uso intenso.

6.2 Procedimiento de reparación

En cualquier botella con daños del Nivel 2, utilice el siguiente procedimiento de reparación.



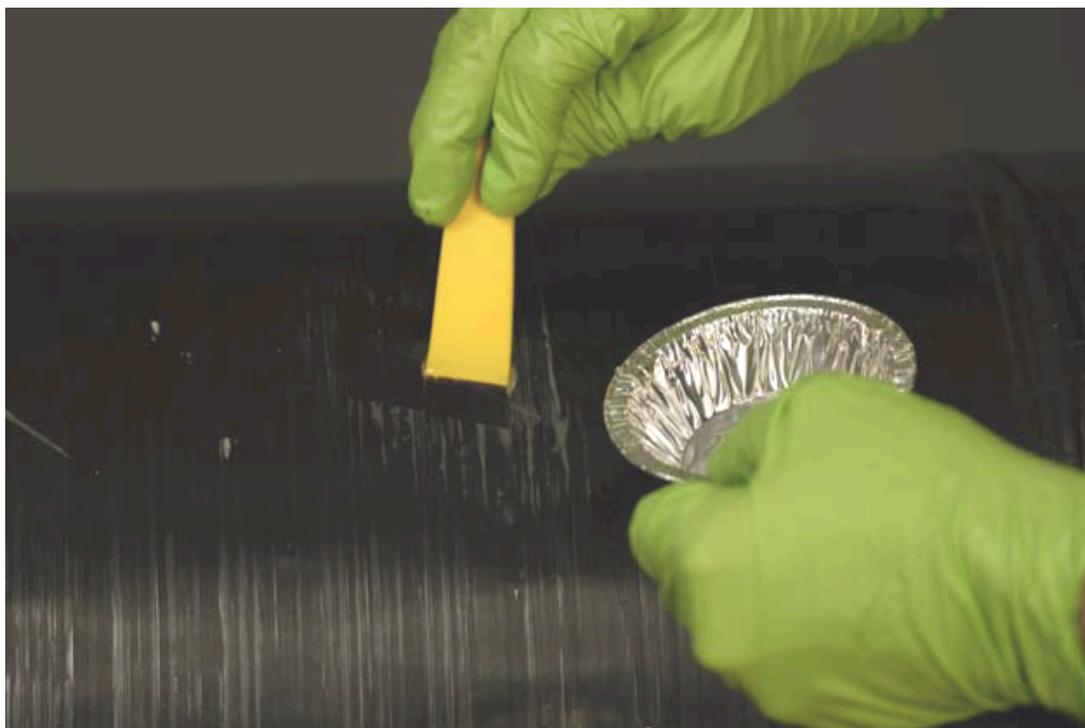
^ Limpiar y lijar la zona dañada con un papel de lija de grano 120 (fino).



^ Limpie el polvo del lijado.



^ Mezcle la resina epoxi siguiendo las instrucciones del fabricante.



^ Aplique la resina a la zona dañada, asegurándose de que la resina cubra plenamente cualquier daño. Dejar que se seque siguiendo las instrucciones del fabricante.

Pasos opcionales para mejorar el aspecto de la botella:



^ **Opcional:** Cuando el epoxi esté completamente endurecido y seco, lijar la superficie de nuevo.



^ **Opcional:** Aplicar sobre la zona reparada un esmalte transparente acrílico brillante que se seque al aire.

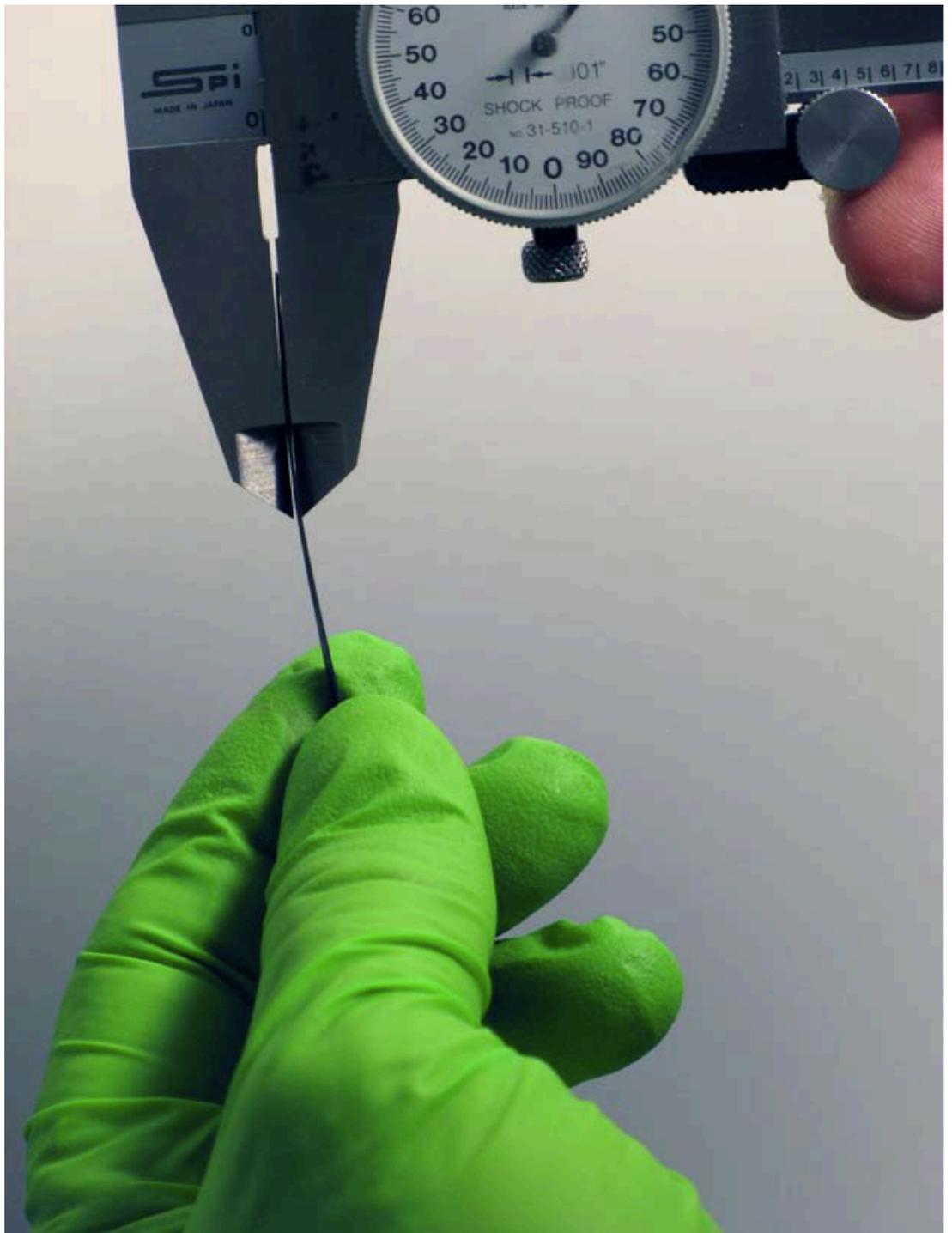
6.3 Reparación del deslaminado



^ Corte la fibra deslaminada en su punto más ancho y profundo. *Nota:* Sólo se puede reparar el deslaminado del enrollamiento exterior (Hoop). La anchura del deslaminado no puede superar la superficie original de los daños causados por cortes, abolladuras o abrasión (consultar la sección previa 5.6).



^ Mida la anchura del segmento recortado para asegurarse de que la superficie deslaminada esté dentro de los límites aceptables para la reparación.



^ Asimismo, medir el espesor del segmento recortado para asegurarse de que cumple con los criterios de reparación previamente mencionados en la tabla 5.6.



^ Seguir los procedimientos mencionados previamente en la página 27, para mezclar la resina epoxi. Aplicar en cantidad en la grieta dejada al retirar la fibra del envoltorio exterior.



^ Seguir aplicando resina hasta que la grieta dejada por el deslaminado haya sido completamente rellena. Dejar que se seque siguiendo las instrucciones del fabricante.



^ No deben quedar fisuras o grietas en la zona reparada, que debe extenderse ligeramente por encima de la superficie original de la botella.

7.0 Destrucción de botellas condenadas o caducadas

Para destruir las botellas condenadas o caducadas, perforo un agujero de un mínimo de 1/2-inch (13mm) a través del revestimiento y del alma de la botella para que ésta no pueda retener el gas.



ATENCIÓN: Aunque haya vaciado completamente la botella, ¡ésta todavía puede contener una cantidad residual significativa de gas inflamable que podría incendiarse! Purgue completamente la botella con un gas inerte (como nitrógeno) antes de destruirlo. ¡No utilice aire comprimido para purgar la botella!

Deshágase siempre de las botellas condenadas o caducadas según las directrices actuales GNV-2.

8.0 Resumen

8.1 Cuidado y mantenimiento

SIEMPRE:

Siempre esté alerta para detectar fugas durante cada llenado.

Siempre mantenga secas y sin aceite, suciedad y otros contaminantes las roscas y el interior de la botella

Siempre llene las botellas con el gas correcto.

Siempre siga las recomendaciones de inspección.

Siempre siga los procedimientos y recomendaciones del fabricante del sistema de combustible.

Siempre siga los procedimientos y recomendaciones del fabricante de la válvula.

Siempre mantenga todo el equipo y los accesorios conformes a las recomendaciones del fabricante.

NUNCA:

Nunca llene una botella si tiene fugas.

Nunca llene una botella defectuosa.

Nunca vacíe por completo una botella (salvo cuando haya previsto retirar la válvula), puesto que puede provocar que la humedad del aire penetre en la botella.

Nunca llene o llene parcialmente una botella con un gas que no esté debidamente identificado en la etiqueta.

Nunca caliente artificialmente una botella.

Nunca llene una botella que haya excedido su fecha de inspección periódica obligatoria para su recertificación.

Nunca llene una botella de compuesto de carbono que haya pasado la fecha de vida útil.

Nunca sobre pase el esfuerzo de torsión de la válvula.

Nunca retire, oculte o altere el etiquetado o marcas estampadas del fabricante.

Nunca utilice una botella después de que haya estado expuesta a una atmósfera o entorno extremadamente corrosivos, sin que haya superado su inspección periódica de re-certificación.

Nunca utilice una botella que haya estado implicada en un accidente o incendio.

Apéndice 1: Etiqueta de muestra de una botella CA.



CNG ONLY



Luxfer Part Number: A2085C-001

Serial Number: ADJ 12345

Service Pressure: 24820 kPa (3600 psig)
at 21°C (70°F)

Date of Manufacture: 7  2007

DO NOT USE AFTER: 07/2027

Capacity: 200 Liters

Empty Weight: 170 lb.

DOT FMVSS 304 / NGV2-00 / TYPE 3

**FOR USE ONLY WITH THE CONTAINER
MANUFACTURER'S APPROVED PRD
AND VALVES.**

For more information, visit the Luxfer Gas Cylinders website at www.luxfercylinders.com
or call Luxfer customer service at (800) 764-0366, Fax (951) 781-6598.

WARNING: Improper handling, use, filling, storage or disposal of this container may result in personal injury, death and/or property damage!

WARNING: Do not puncture or drop container. Do not modify container in any way. Never expose container to temperature exceeding 180°F (82°C).

WARNING: This container must be visually inspected after a motor vehicle accident or fire and at least every 36 months or 36,000 miles, whichever comes first for damage and deterioration. For visual inspection after a motor vehicle accident or fire, contact Luxfer Gas Cylinders at (800) 764-0366.

If there is a question about proper use, installation, or maintenance of this container contact Luxfer Gas Cylinders, 3016 Kansas Ave., Riverside, CA 92507; call (800) 764-0366 or fax (951) 781-6598.

Apéndice 2: Formulario de inspección de una botella CA (ver página siguiente)

El Formulario de Inspección de Botellas CA puede ser utilizado como copia maestra para reproducir formularios adicionales.

FORMULARIO DE INSPECCIÓN DE BOTELLAS DE COMBUSTIBLE ALTERNATIVO