

DIVISION DE INGENIERIA DE COMBUSTIBLES

PROTOCOLO DE ANALISIS Y/O ENSAYOS
PARA LA INSPECCION PERIODICA

PROTOCOLO	:	SC N° 11: 2025
FECHA	:	octubre 2025
PRODUCTO	:	CILINDROS PORTATILES DE MATERIAL COMPUESTO TOTALMENTE RECUBIERTO CON VALVULAS INCORPORADAS PARA GLP.
NORMAS DE REFERENCIA	:	UNE EN ISO 11623, Julio 2016, Versión corregida Mayo 2017, Botellas para el transporte de gas. Fabricación de botellas con materiales compuestos. Inspecciones periódicas y ensayos. UNE EN 12245:2009+A1, Febrero 2012, Versión Corregida, Diciembre 2015, Botellas para el transporte de gas. Botellas de material compuesto totalmente recubiertas. UNE-EN ISO 14245:2011 Botellas de gas. Especificaciones y ensayos de las válvulas de las botellas de GLP. Cierre automático. UNE EN ISO 15995:2011 Botellas de gas. Especificaciones y ensayos de las válvulas de las botellas de GLP. Accionamiento manual. (ISO 15995:2006). UL 125 Standard for Safety, Flow Control Valves for Anhydrous Ammonia and LPG UL 565 Standard for Liquid-Level Gauges for Anhydrous Ammonia and LP-Gas UNE-EN ISO 25760, Botellas de gas. Procedimientos para la extracción segura de las válvulas de botellas de gas.
DISPOSICIÓN LEGAL	:	Ley N° 18.410 de 1985, Crea la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. Decreto Supremo N° 108 de 2013, del Ministerio de Energía, Aprueba Reglamento de Seguridad para las Instalaciones de Almacenamiento,

Transporte y Distribución de Gas Licuado de Petróleo y Operaciones Asociadas.

Resolución Exenta SEC N° 527, de 1985 y sus modificaciones o la disposición que la reemplace.

Protocolo PC13/2 Protocolo de Análisis y/o Ensayos de Seguridad de Productos de Gas, Cilindros Portátiles de Material Compuesto totalmente recubierto con válvulas incorporadas para GLP.

1. OBJETIVO

Establecer los ensayos, pruebas y verificaciones para la inspección periódica de cilindros portátiles de material compuesto, totalmente recubiertos, con válvulas de accionamiento manual o automático incorporadas para gas licuado de petróleo (GLP), con el fin de determinar su aptitud para continuar en servicio.

2. ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN

2.1 Este protocolo especifica las exigencias mínimas para la inspección periódica y la inspección adelantada, de cilindros portátiles de material compuesto, completamente envueltos con fibras y con camisa no metálica, equipados con:

- a) Válvulas automáticas incorporadas para uso domiciliario, o
- b) Válvulas manuales incorporadas para uso vehicular.

2.2 Es de aplicación para cilindros de material compuesto de procedencia nacional o extranjera, que cumplan con lo siguiente:

- a) Cilindros de uso domiciliario: Diseñados y fabricados conforme a la norma UNE EN 12245, con válvulas automáticas que cumplan con UNE EN ISO 14245.
- b) Cilindros de uso vehicular: Diseñados y fabricados conforme a la norma UNE EN 12245, con válvulas manuales que cumplan con UNE EN ISO 15995, UL 125 o UL 565.

2.3 El período para la inspección periódica de los cilindros de material compuesto es de 10 años, contados desde su fecha de fabricación o desde la última inspección periódica realizada. No obstante, podrá efectuarse una inspección adelantada cuando el cilindro sea evaluado antes de cumplir dicho período, conforme a las pruebas y verificaciones establecidas en el presente protocolo. La inspección adelantada tendrá los mismos efectos que una inspección periódica aprobada para el cómputo del siguiente intervalo de 10 años.

2.4 Solo podrán someterse a inspección periódica aquellos cilindros que:

- a) Demuestren poseer la condición de "vida útil no limitada" mediante un certificado de fabricación y/o informe de ensayo, según corresponda, y
- b) Tengan 30 años o menos desde su fecha de fabricación.

2.5 Los cilindros de material compuestos deberán cumplir con las exigencias que establece el Decreto Supremo N° 132 de 1978, "Establece Normas Técnicas, de Calidad y de Procedimiento de Control Aplicables al Petróleo Crudo, a los Combustibles Derivados de Éste y a Cualquier Otra Clase de Combustibles", del Ministerio de Minería, según corresponda.

2.6 La inspección periódica deberá ser realizada por un Organismo Técnico de Inspección (OTI) autorizado por la Superintendencia, el cual emitirá un certificado de inspección periódica o un informe de rechazo para cada cilindro evaluado.

3. TERMINOLOGÍA

Para los efectos del presente protocolo, los siguientes términos, relativos a cilindros de material compuesto, tendrán el significado y alcance que se indica a continuación:

- 3.1 Corte, muesca o ranura: Daño superficial localizado y penetrante, producido por el impacto o roce con un objeto de arista aguda. Resulta en una discontinuidad física y una reducción del espesor efectivo del material compuesto en esa zona, debido al corte o ruptura de las fibras
- 3.2 Camisa: parte interna del recipiente a presión, diseñada tanto para contener el gas como para transmitir la presión de gas a la envolvente compuesta.
- 3.3 Camisa no metálica: Camisa compuesta de materiales termoplásticos, termoestables o de elastómeros.
- 3.4 Carcasa exterior: Elementos protectores poliméricos, totalmente integrados al cilindro de material compuesto, que protegen al recipiente a presión. Corresponde a base, cuerpo cilíndrico y asas.
- 3.5 Cilindro de material compuesto (cilindro portátil de plástico): cilindro destinado al almacenamiento y transporte de gases licuados de petróleo, que consta de un recipiente a presión y carcasa exterior; diseñado y fabricado según UNE EN 12245:2009 + A1, Febrero 2012, Versión Corregida, Diciembre 2015.
- 3.6 Cilindro de vida útil no limitada: cilindro de material compuesto, que cumple con el ensayo 5.2.6.1 de UNE EN 12245:2009 + A1, Febrero 2012, Versión Corregida, Diciembre 2015.
- 3.7 Cilindro de vida útil limitada: cilindro de material compuesto, que cumple con el ensayo 5.2.6.2 de UNE EN 12245:2009 + A1, Febrero 2012, Versión Corregida, Diciembre 2015.
- 3.8 Cuerpo del Cilindro: cilindro a presión diseñado para contener el gas.
- 3.9 Daño nivel 1: Daño menor que se puede producir durante el uso.
- 3.10 Daño nivel 2: Daño que requiere que el cilindro de material compuesto esté fuera de servicio, es decir, no apto para el servicio continuo.
- 3.11 Delaminado: Daño interno y de área extensa, caracterizado por la separación o despegue de las capas de fibra y resina que forman la envolvente compuesta. Suele ser causado por un impacto contundente. Puede no ser visible superficialmente o manifestarse como un abultamiento, un área de sonido hueco o una pérdida local de rigidez.
- 3.12 Envasador: Persona natural o jurídica que llena o envasa con gas licuado de petróleo un cilindro de material compuesto.

- 3.13 Envoltente de material compuesto: componente formado por fibras enrolladas de vidrio, carbono o aramida (o una mezcla de éstas) embebidas en una matriz polimérica.
- 3.14 Fibra: Parte de la envoltente de material compuesto que soporta la carga.
- 3.15 Recipiente (recipiente a presión): camisa no metálica, con anillo portaválvula, reforzado con un envoltente de material compuesto.
- 3.16 Fibra seccionada: se refiere a una fibra que ha sido cortada o interrumpida, excluyendo cualquier término habitual del bobinado utilizado durante la fabricación del cilindro de material compuesto. No se refiere a las terminaciones normales del proceso de fabricación, sino a interrupciones no deseadas.
- 3.17 Grieta externa a la Carcasa: discontinuidad del material visible exteriormente.
- 3.18 Inutilización del cilindro: generar abertura en el cuerpo del cilindro mediante corte, u otro método que imposibilite su uso.
- 3.19 Inspección periódica de cilindros: es aquella inspección que se efectúa a los cilindros de material compuesto en servicio cada 10 años, contados desde la fecha de su fabricación o desde la fecha de su última inspección periódica, para evaluar su aptitud para continuar en servicio, de acuerdo con las pruebas y verificaciones establecidas en el presente protocolo.
- 3.20 Inspección adelantada: Inspección realizada a un cilindro de material compuesto antes de cumplir 10 años desde la fabricación o última inspección periódica, de acuerdo con las pruebas y verificaciones indicadas en el presente protocolo.
- 3.21 Matriz: Material utilizado para unir las fibras y mantenerlas en su lugar.
Nota: Algunas veces a la matriz se le denomina resina.
- 3.22 Organismos Técnicos de Inspección (OTI): para los efectos de este procedimiento, aquellos autorizados para realizar la inspección periódica de los cilindros de material compuesto de gas licuado de petróleo, de acuerdo con los procedimientos establecidos por la Superintendencia.
- 3.23 Propietario: Persona natural o jurídica que tiene derecho de dominio sobre un cilindro de material compuesto.
- 3.24 Tara: suma de la masa del cilindro de material compuesto vacío, la masa de la válvula y las masas de todas las partes que están fijas permanentes en dichos cilindros.

Para otras definiciones relativas a materias contenidas en este protocolo, se deberá consultar la terminología específica contenida en las normas técnicas nacionales y extranjeras referidas en este protocolo, las normas chilenas aplicables y las disposiciones complementarias de la Superintendencia. En caso de definiciones contradictorias, prevalecerá lo indicado por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

4. RESPONSABILIDADES

4.1 Superintendencia:

- a) Fiscalizar que los propietarios, envasadores y OTI den cumplimiento al presente protocolo y a las disposiciones legales vigentes.

- b) Autorizar y fiscalizar a los Organismos Técnicos de Inspección (OTI) que realizan la inspección periódica.

4.2 Propietario:

- a) Asegurar que todos sus cilindros de vida útil no limitada sean sometidos a inspección periódica cada 10 años, desde su fabricación o última inspección aprobada.
- b) Contratar los servicios de un OTI autorizado para ejecutar las inspecciones periódicas o adelantadas.
- c) Entregar al OTI toda la información técnica de los cilindros (certificados de fabricación, informes de inspección anteriores, etc.).
- d) Dar de baja los cilindros rechazados por el OTI.
- e) Mantener un registro actualizado de los cilindros dados de baja y de los enviados a inspección.

4.3 Envasador:

- a) Retirar del sistema de llenado y entregar al propietario los siguientes cilindros, los cuales no deben ser envasados:
 - Cilindros de vida útil no limitada con 30 años o más desde su fabricación.
 - Cilindros de vida útil limitada que hayan superado su fecha de vencimiento.
- b) Antes del llenado, si detecta problemas exclusivamente en la válvula, podrá reemplazarla por una válvula nueva, certificada y del mismo tipo. En caso contrario, deberá entregarlo al propietario para su envío a un OTI.
- c) Antes del llenado, si detecta problemas exclusivamente en el asa, podrá reemplazarla por una nueva. En caso contrario, deberá entregarlo al propietario para su envío a un OTI.
- d) En cualquier otro caso de deterioro (carcasa, cuerpo del cilindro), debe abstenerse de intervenir el cilindro y entregarlo al propietario para su envío a un OTI.

4.4 Organismo Técnico de Inspección (OTI):

- a) Ejecutar los ensayos, pruebas y verificaciones de este protocolo a los cilindros que cumplan los criterios de ingreso.
- b) Verificar y rechazar cilindros no elegibles (vida útil limitada, o con 30 años o superior de servicio).
- c) Emitir Certificado de Inspección periódica o Inspección adelantada, o Informe de Rechazo, según sea el caso, junto con un Informe Técnico detallado.
- d) Reportar los resultados a la Superintendencia según los procedimientos que ésta establezca.
- e) Contar con personal competente, instrumentos calibrados e instalaciones autorizadas para realizar las inspecciones.
- f) Utilizar un distintivo de marcado indeleble aprobado por la Superintendencia.
- g) Gestionar el suministro de accesorios de reemplazo certificados (carcasas, válvulas).

5. Operaciones para la Inspección

Todos los cilindros de material compuesto recepcionados por el OTI que cumplan con los criterios de ingreso deben ser sometidos a la siguiente secuencia de operaciones. El cilindro será rechazado de inmediato si no cumple con los criterios de cualquiera de las inspecciones o ensayos.

a) Recepción y Evaluación de Elegibilidad

5.1 Verificación de certificación, inspección periódica y clasificación de cilindros.

5.2 Verificación de frecuencia de inspección y vida útil.

b) Preparación para Inspección

5.3 Identificación, recepción y evaluación inicial.

5.4 Vaciado de cilindro y extracción segura de la válvula.

c) Inspecciones y Ensayos

5.5 Inspección visual externa.

5.6 Ensayo de presión hidrostática simple.

5.7 Vaciado, limpieza y secado.

5.8 Inspección visual interna.

5.9 Inspección de las roscas y superficie de sellado del anillo portaválvula.

d) Reacondicionamiento y Verificación Final

5.10 Instalación de la válvula en el cilindro.

5.11 Control de la tara del cilindro.

5.12 Prueba de estanquidad.

5.13 Marcado.

5.1 Verificación de certificación, inspección periódica y clasificación de cilindros

5.1.1 Objetivo

Determinar la elegibilidad del cilindro para ingresar al proceso de inspección periódica, verificando la existencia de la documentación reglamentaria y su clasificación de vida útil, de acuerdo con los requisitos establecidos.

5.1.2 Procedimiento de verificación

Previo al ingreso del cilindro al proceso de inspección, el OTI debe verificar secuencialmente los siguientes requisitos:

a) Documentación Reglamentaria:

- Verificar que el cilindro cuenta con el Certificado de aprobación o conformidad emitido conforme al Decreto Supremo N° 298, de 2005 o, en su defecto, con la Autorización de Comercialización emitida por la Superintendencia y los antecedentes técnicos establecidos en dicho reglamento.

- Verificar la existencia de informes de inspección periódica o adelantada previos, en caso de que el cilindro haya sido inspeccionado con anterioridad según este protocolo.

b) Clasificación de Vida Útil:

Verificar la clasificación del cilindro como de "Vida útil no limitada", según lo indicado en 3.6 o "Vida útil limitada", según lo indicado en 3.7. Esta clasificación debe estar respaldada por documentación trazable proporcionada por el propietario (certificado de fabricación, informes previos, marcas en el cilindro).

5.1.3 Criterios de decisión

Con base en la verificación, se debe proceder de la siguiente manera:

a) Cilindro Aprobado para Inspección:

El cilindro sólo podrá ingresar al proceso de inspección si cumple las siguientes condiciones:

- Cuenta con la documentación reglamentaria exigida en el punto 5.1.2 a).
- Está clasificado como de "Vida útil no limitada", según lo indicado en 5.1 b).

b) Cilindro No Aceptado para Inspección:

El cilindro no debe ingresar al proceso de inspección y debe ser rechazado en los siguientes casos:

- Falta de documentación: Si carece de la documentación reglamentaria exigida.
- Vida útil limitada (dentro de plazo): Si está clasificado como de "Vida útil limitada" pero se encuentra dentro de su vida útil vigente. Se debe notificar al propietario para su retiro.
- Vida útil limitada (vencida): Si está clasificado como de "Vida útil limitada" y ha superado su fecha de vencimiento. Se debe notificar al propietario para su retiro y posterior baja, de acuerdo con el punto 7 del presente protocolo.

5.2 Verificación de frecuencia de inspección y vida útil

5.2.1 Objetivo

Verificar que los cilindros clasificados como de "vida útil no limitada" cumplan con los plazos establecidos para la inspección periódica y que no hayan excedido la vida máxima de servicio de 30 años desde su fabricación.

5.2.2 Procedimiento de verificación

Para cada cilindro admitido según el punto 5.1, el OTI debe verificar:

a) Cálculo del Vencimiento de la Inspección:

- La fecha base para el cálculo es la más tardía entre: la fecha de fabricación y la fecha de la última inspección aprobada (periódica o adelantada).
- La próxima inspección debe realizarse dentro de un plazo máximo de 10 años a partir de dicha fecha base.

b) Verificación de la Vida Máxima:

Determinar la fecha en la que el cilindro cumplirá 30 años desde su fabricación.

5.2.3 Criterios de decisión

Con base en la verificación, se debe proceder de la siguiente manera:

a) Cilindro Aceptado para Inspección:

El cilindro debe ingresar al proceso de inspección si la fecha actual es anterior a la fecha en que el cilindro cumple 30 años desde su fabricación.

El cilindro puede ingresar a inspección aun cuando haya excedido el plazo de 10 años desde su última inspección, con el fin de regularizar su estado. No obstante, el OTI debe informar de estos casos a la Superintendencia, conforme los procedimientos que ésta establezca.

Para mayor claridad ver Tabla 1: “Verificación de frecuencia de inspección y vida máxima”, del Anexo del presente protocolo.

b) Cilindro Rechazado para Inspección:

El cilindro no debe ingresar al proceso de inspección y debe ser dado de baja si la fecha actual es igual o posterior a la fecha en que cumple 30 años desde su fabricación.

c) Reglas para la Emisión del Certificado (una vez aprobada la inspección):

- Si la fecha de la inspección actual más 10 años es anterior a la fecha en que el cilindro cumpla 30 años desde su fabricación, el certificado debe indicar la próxima fecha de inspección (inspección actual + 10 años).
- Si la fecha de la inspección actual más 10 años es “igual o posterior” a la fecha en que el cilindro cumpla 30 años desde su fabricación, el certificado “no” debe indicar una próxima inspección. En su lugar, debe indicar la fecha de retiro obligatorio del servicio, correspondiente al día en que el cilindro cumple 30 años desde su fabricación.

5.2.4 Inspección adelantada

Un cilindro puede ser sometido a una inspección adelantada, es decir, ingresar a inspección antes de cumplir el plazo de 10 años, por temas de seguridad. En este caso:

- Debe someterse a la totalidad de las pruebas establecidas en este protocolo.
- Se aplican los mismos criterios establecidos en el punto 5.2.3 precedente, tomando como fecha de inspección la fecha en que se realiza la inspección adelantada.

Para ejemplos de aplicación ver Tabla 2: “Ejemplos de aplicación de la frecuencia de inspección y vida máxima”, del Anexo del presente protocolo.

5.3 Identificación, recepción y evaluación inicial

5.3.1 Objetivo

Verificar la elegibilidad, identidad y condición básica de cada cilindro al momento de su recepción en las instalaciones del OTI, asegurando que cumple con los requisitos para ser ingresado al proceso de inspección periódica y estableciendo su trazabilidad.

5.3.2 Procedimiento

a) Identificación y Registro:

Cada cilindro debe ser identificado de manera única y registrarse en el sistema del OTI. La información de registro debe obtenerse principalmente de la documentación trazable

disponible, como el certificado de fabricación y sus informes de inspección, los certificados de inspección periódica previos. Se debe registrar, como mínimo, la siguiente información:

- Número de serie o código de fabricación.
- Fecha de fabricación.
- Nombre del fabricante.
- Propietario.
- Número y/o código de certificado de fabricación.
- Número y/o código de la última inspección periódica, nombre de OTI y sus fechas.
- Tara.
- Tipo y capacidad nominal.
- Clasificación de vida útil (limitada o no limitada).
- Normativa de diseño y fabricación.

b) Verificación de Marcas y Documentación:

Una vez registrado el cilindro, se deben verificar físicamente todas las marcas permanentes en él (ya sea en el anillo portaválvula, en la envoltente de material compuesto o en la carcasa exterior). Esta verificación debe contrastar que las marcas coinciden con la información registrada a partir de la documentación trazable, confirmando su legibilidad y cumplimiento con la norma de fabricación aplicable.

c) Almacenamiento Provisional:

Los cilindros recepcionados deben ser almacenados de forma ordenada en un área designada, protegidos de impactos, de condiciones climáticas adversas y de cualquier intervención que pueda afectar su integridad o alterar su estado antes de la inspección.

5.3.3 Criterios de rechazo en la recepción

El cilindro debe ser rechazado y no ingresar al proceso de inspección si se presenta alguno de los siguientes casos, procediendo a su baja de acuerdo con el punto 7 del presente protocolo:

- Falta de identificación crítica: Carecer de la identificación clara y legible del año de fabricación en sus marcas permanentes.
- Falta de identificación del propietario: No contar con la identificación clara del propietario actual.
- Daño evidente e incapacitante: Presentar daños evidentes que, a criterio del inspector, comprometan de inmediato la integridad del cilindro y lo inhabiliten para el servicio, incluso si el tipo de daño no está detallado explícitamente en otros puntos de este protocolo (ej.: fractura grave, deformación extrema).

5.4 Vaciado de cilindro y extracción segura de la válvula

5.4.1 Objetivo

Este procedimiento tiene por objetivo preparar el cilindro para las inspecciones y ensayos subsiguientes, mediante la despresurización controlada y la extracción segura de la válvula, garantizando las condiciones de seguridad para el personal y el medio ambiente.

5.4.2 Procedimiento

El procedimiento debe realizarse en la siguiente secuencia:

a) Despresurización y Vaciado:

- Conectar el cilindro a un sistema de recuperación de gas.
- Despresurizar el cilindro descargando su contenido de manera controlada y segura hacia un tanque receptor, evitando emisiones al ambiente.

b) Verificación de Presión Residual:

Una vez finalizado el vaciado, verificar que la presión interna residual sea igual o inferior a 0.7 bar (10 psi) utilizando un manómetro calibrado y adecuado para el gas de servicio.

No se debe intentar la extracción de la válvula sin haber verificado esta condición.

c) Extracción de la Válvula:

- La extracción de la válvula debe realizarse siguiendo los procedimientos seguros establecidos en la Norma ISO 25760.
- Utilizar las herramientas específicas recomendadas por el fabricante de la válvula o del cilindro.
- Aplicar el torque de desmontaje según las especificaciones del fabricante.

5.4.3 Precauciones

Durante la extracción de la válvula, se debe asegurar que el recipiente (camisa y envolvente compuesta) no gire dentro de la carcasa exterior. Para evitar su giro, se debe inmovilizar el cuerpo del cilindro utilizando métodos que no dañen la envolvente compuesta.

Todo el proceso debe realizarse en un área bien ventilada, con el personal equipado con los Elementos de Protección Personal (EPP) adecuados para el manejo de GLP, tales como:

- a) Máscara de cara completa con cartuchos para vapores orgánicos.
- b) Overol químico resistente.
- c) Guantes anticorte + guantes químicos/crionénicos.
- d) Calzado de seguridad.
- e) Protección auditiva.

5.5 Inspección visual externa

5.5.1 Objetivo

Identificar y evaluar daños en la carcasa exterior y en la superficie de la envolvente de material compuesto, para determinar su aceptación o rechazo de acuerdo con los criterios establecidos en la Tabla 3: "Criterios de aceptación/rechazo", del Anexo del presente protocolo.

5.5.2 Preparación

a) Limpieza de la Superficie: La superficie exterior del cilindro (material compuesto y su recubrimiento) debe estar limpia y libre de suciedad, grasa, residuos o cualquier cuerpo extraño que impida una inspección visual adecuada.

- Métodos Aceptables: Para la limpieza se pueden emplear métodos como lavado con agua, cepillado ligero (con cerdas suaves) o limpieza con chorro de agua a baja presión.
- Métodos Prohibidos: Está estrictamente prohibido el uso de:

- Ácidos fuertes o disolventes químicos agresivos.
- Materiales particulados abrasivos (como arena, granalla).
- Cualquier método de limpieza o acción (lijado, raspado, pulido abrasivo) que degrade, elimine, dañe o debilite el recubrimiento protector exterior o, más críticamente, la resina y las fibras del sustrato compuesto.

b) Integridad del Diseño:

- Los accesorios permanentes que forman parte del diseño original del cilindro no deben ser retirados para la inspección visual.
- El proceso de limpieza e inspección nunca debe implicar la remoción o alteración del recubrimiento exterior de la envoltura de material compuesto como método para "limpiar" o "inspeccionar".

c) Evidencias de daños

No se deben eliminar evidencias de daños ocurridos al cilindro de material compuesto durante su servicio, como los causados por la exposición al calor o al fuego, ya que esto podría afectar los resultados de la inspección de los cilindros de material compuesto.

5.5.3 Procedimiento de inspección

a) Revisión de la carcasa exterior:

La carcasa exterior no debe retirarse a menos que se requiera revisar la envoltura de material compuesto en su totalidad según los hallazgos indicados a continuación:

a.1) Inspección Visual de la Carcasa:

Se debe evaluar si la carcasa presenta daños visibles como:

- Cortes
- Agujeros
- Protuberancias
- Grietas
- Delaminación
- Integridad de las fijaciones: si las fijaciones de la carcasa no son íntegras ni están bien fijadas.
- Decoloración o quemaduras: si se presentan signos de exposición al calor o al fuego.

a.2) Criterios para mantener la carcasa exterior:

- Si la carcasa presenta daños menores que no comprometan la integridad de la envoltura de material compuesto.
- Si los daños son superficiales y no impiden una correcta inspección visual del material compuesto a través de las aberturas de la carcasa.
- Si la carcasa cumple su función de protección.

a.3) Criterios para eliminar la carcasa exterior (para una inspección posterior de la envoltura de material compuesto):

- Si hay daños significativos en la carcasa que impiden una inspección adecuada del material compuesto.
- Si hay grietas, deformaciones o daños que comprometen la función protectora de la carcasa.
- Si hay daños que generan dudas sobre la integridad de la envoltura de material compuesto, tales como fuego o calor.

- En general, si no se puede determinar con certeza el estado de la envolvente debido al estado de la carcasa, se debe retirar la carcasa.

a.4) Procedimiento si se detectan daños en la carcasa y ésta se va a retirar:

- Se debe marcar la carcasa y la envolvente del cilindro para poder correlacionar los daños encontrados en la carcasa con la parte correspondiente en la envolvente de material compuesto.
- Luego, al evaluar la envolvente, se siguen los criterios de aceptación/rechazos indicados en la Tabla 3: “Criterios de aceptación/rechazo”, del Anexo del presente protocolo.
- Una vez finalizada la inspección de la envolvente compuesta y de haber sido aprobada, se debe volver a instalar una carcasa nueva y sin defectos en el cilindro, antes de proceder al ensayo de presión hidrostática (punto 5.6) del presente protocolo.

b) Revisión de superficie exterior del cilindro

b.1) Se deben inspeccionar las superficies exteriores de la envolvente de material compuesto, y aceptar o rechazar los daños existentes, de acuerdo con los criterios de la Tabla 3: “Criterios de aceptación/rechazo”, del Anexo del presente protocolo. Hay dos niveles de daños que se deben tener en cuenta, el Nivel 1 que son daños aceptables y el Nivel 2 que son daños no aceptables, lo que significa que el cilindro debe ser dado de baja.

b.2) Se debe utilizar una retroiluminación potente y adecuada para ver a través de la pared translúcida y detectar daños en la superficie del recipiente o dentro de la pared de la envolvente de material compuesto.

5.5.4 Daños

a) Generalidades

Los daños a la envolvente de material compuesto pueden aparecer en muchas formas, cuyos criterios de aceptación o rechazo se especifican en la Tabla 3: “Criterios de aceptación/rechazo”, del Anexo del presente protocolo, que se refiere a los niveles de daños definidos y a los tipos de daños. Se debe tener cuidado al establecer la extensión total del daño resultante de un impacto y los desprendimientos porque la apariencia de la superficie podría no indicar extensión total del daño.

Siempre que se descubra un daño en el cilindro, se debe investigar su causa probable.

Cuando el daño sea consecuencia de un manejo, transporte o almacenamiento inadecuado (como impactos, caídas o sujeción excesiva), el inspector deberá informar por escrito al propietario sobre la necesidad de adoptar medidas correctoras para prevenir daños recurrentes.

b) Niveles de daños

b.1) Generalidades

Se debe inspeccionar la superficie del cilindro para determinar los daños, los cuales deben evaluarse de acuerdo con Tabla 3: “Criterios de aceptación/rechazo”, del Anexo del presente protocolo.

b.2) Daños de Nivel 1

Los cilindros sin daños externos visibles o con daños menores se clasifican como daños de Nivel 1 y son aceptables. Tales daños normalmente no tienen efectos adversos en la

seguridad del cilindro y en su uso continuado. Los arañazos en la pintura o las mellas que no tienen una profundidad apreciable en la pintura o en la resina de un cilindro de material compuesto cuando no hay fibras rasgadas visibles, se consideran que están en este nivel de daños.

b.3) Daños de Nivel 2

Los daños de Nivel 2 son lo suficientemente graves para rechazar, retirar del servicio e inhabilitar el cilindro.

c) Tipo de daños

c.1) Daños debidos a la abrasión

Los daños debido a la abrasión se producen por el desgaste, la molienda o por fricción del material de la envolvente.

c.2) Daños por cortes

Los cortes o las estrías producidas por el contacto con objetos afilados de forma que cortan la envolvente compuesta reduciendo su espesor en ese punto.

c.3) Daños por impacto

Los daños por impacto pueden aparecer como grietas finas en la resina, o desprendimientos o cortes de la envolvente compuesta. La resina puede tener un aspecto esmerilado o aplastado.

c.4) Desprendimientos (delaminación)

Los desprendimientos son una separación de capas de fibras o de las fibras en sí mismas, de la envolvente compuesta. Pueden también aparecer como una placa blanquecina, como una burbuja o un espacio de aire bajo la superficie.

c.5) Daños por exposición al calor o al fuego

Los daños por exposición al calor o al fuego pueden dar lugar a una decoloración, una carbonización, pérdida de resina o a una calcinación de la envolvente compuesta, las etiquetas, la pintura o los componentes no metálicos de la válvula.

c.6) Daños estructurales

El daño estructural es cualquier evidencia de deformaciones, hilos deformados en las conexiones del anillo portaválvula, depresiones no diseñadas originalmente, o si por exámenes visuales del interior del recipiente, realizado mediante la introducción de cámara de 360° al recipiente, durante la inspección interna (ver 5.8 del presente protocolo), de manera de detectar claramente evidencia de daños que impliquen la deformación de la camisa.

c.7) Ataque químico

El ataque químico aparecería como la disolución de la matriz que rodea las fibras. La superficie resultante del recipiente puede estar picada, puede ser suave/pegajosa, descolorida, etc.

c.8) Accesorios permanentes sueltos

Los signos de que el anillo portaválvula, u otro accesorio permanente que forma parte del diseño, se haya soltado del recipiente, son causa suficiente para rechazar el cilindro.

c.9) Accesorio permanente dañado

Los daños en los accesorios permanentes (como el elemento de protección, revestimiento exterior, anillo portaválvula, etc.) que forman parte del diseño original del cilindro, se evaluarán según los criterios de la Tabla 3: “Criterios de aceptación/rechazo”, del Anexo del presente protocolo.

5.6 Ensayo de presión hidrostática simple

5.6.1 Objetivo

Este ensayo tiene por objeto verificar la integridad estructural y la estanquidad del recipiente a presión (camisa y envoltente compuesta) sometiéndolo a la presión hidrostática indicada en este ensayo. El cilindro debe ser ensayado en su configuración final, con la carcasa exterior instalada.

5.6.2 Procedimiento

a) Preparación del cilindro:

- La superficie exterior del cilindro debe estar completamente seca y limpia.
- La conexión al equipo de prueba debe realizarse utilizando la interfaz del anillo portaválvula.
- El sellado debe efectuarse con una junta tórica nueva que selle contra la superficie lisa de sellado en el interior del anillo, siguiendo las especificaciones del fabricante. Queda prohibido instalar una junta tórica o plana en la parte superior del anillo.

c) Medio y equipos:

- Se debe utilizar agua limpia y transparente, libre de sustancias que puedan degradar los materiales del cilindro.
- El manómetro utilizado debe tener una escala adecuada para la presión de prueba (30 bar) y una precisión que permita verificar su estabilidad. Dicho instrumento debe ser verificado, al menos dos veces al mes, por comparación con un manómetro patrón de resolución $\leq 0,05$ MPa (0,5 kgf/cm²), el cual debe tener un certificado de calibración vigente emitido por un laboratorio acreditado (ISO/IEC 17025).

d) Ejecución del ensayo:

- Llenar el cilindro con agua, purgando completamente el aire interior.
- Incrementar la presión de manera gradual, controlada y constante hasta alcanzar la presión de prueba de 30 bar. La desviación límite permitida al alcanzar esta presión es de +3% -0%.
- Una vez alcanzada la presión de prueba, aislar el cilindro del sistema de bombeo y mantenerla durante al menos 30 segundos.

e) Inspección:

- Durante el tiempo de mantenimiento de la presión, se debe realizar una inspección visual minuciosa de toda la superficie accesible del cilindro para detectar la formación de gotas, exudación, humedad o cualquier otro signo de fuga a través de la envoltente compuesta.
- Simultáneamente, se debe monitorizar el manómetro para verificar la estabilidad de la presión.

5.6.3 Criterios de rechazo

El cilindro debe ser rechazado si se presenta cualquiera de las siguientes condiciones:

- Evidencia visual de fuga (formación de gotas, chorros o humedad) en cualquier parte de la envolvente compuesta durante el ensayo.
- Una caída de presión significativa y continua en el manómetro durante el periodo de mantenimiento, que no pueda atribuirse a variaciones térmicas.
- La imposibilidad de alcanzar o mantener la presión de prueba dentro de la tolerancia establecida (+3% -0%).

5.7 Vaciado, limpieza y secado

5.7.1 Generalidades

El objetivo de esta operación es preparar el interior del recipiente para la inspección visual interna posterior, eliminando completamente el agua de la prueba hidrostática y cualquier contaminante, y asegurando que quede seco para permitir una evaluación concluyente.

5.7.2 Procedimiento

El procedimiento debe realizarse en la siguiente secuencia:

a) Vaciado:

- Vaciar completamente el agua del interior del recipiente proveniente de la prueba hidrostática.
- La evacuación del agua debe realizarse de acuerdo con la regulación ambiental vigente.

b) Limpieza inicial:

- Eliminar manualmente cualquier residuo sólido suelto del interior del recipiente.

c) Limpieza profunda:

- Lavar el interior del recipiente con agua limpia a presión controlada (la presión debe ser suficiente para la limpieza, pero no debe dañar la superficie de la camisa no metálica) o siguiendo un método recomendado por el fabricante del cilindro.
- Queda estrictamente prohibido el uso de ácidos fuertes, disolventes agresivos o materiales abrasivos que puedan degradar la camisa no metálica (polimérica) o la envolvente compuesta.

d) Secado:

- Secar el interior del recipiente hasta eliminar toda humedad residual. El método de secado debe ser adecuado para no dañar los materiales.
- Si se utiliza aire comprimido, este debe estar limpio y seco.
- Si se utiliza calor, la temperatura del aire o de las superficies del recipiente no debe exceder los 70 °C en ningún punto.

5.7.3 Precauciones:

- En ninguna circunstancia se debe aplicar presión de vacío al cilindro de material compuesto, ya que puede causar daños estructurales en la camisa y la envolvente.
- El proceso de limpieza y secado debe realizarse garantizando las condiciones de seguridad para el personal.

5.8 Inspección visual interna

5.8.1 Generalidades:

Se debe inspeccionar la totalidad de la superficie interna de la camisa no metálica de cada recipiente, la cual debe encontrarse limpia y seca, a fin de identificar defectos que puedan comprometer su función como barrera de estanqueidad o la integridad estructural del conjunto.

5.8.2 Procedimiento de inspección:

a) La inspección debe realizarse utilizando una cámara endoscópica que permita una visualización de 360° con resolución adecuada y una fuente de luz suficiente para iluminar toda la superficie interna y detectar anomalías.

b) La inspección debe abarcar desde el anillo portaválvula hasta el fondo opuesto del recipiente, prestando especial atención a las transiciones de forma (fondos) y a la superficie cilíndrica.

c) Verificación del giro del recipiente: Se debe inspeccionar la existencia y alineación de las marcas de referencia originales entre el recipiente y la carcasa exterior, ubicadas en la zona del anillo portaválvula. La falta de alineación de estas marcas, o la presencia de evidencia de daños por torsión o fricción que indique un movimiento relativo, será motivo de rechazo.

d) Si la visibilidad se ve comprometida por suciedad, humedad residual o condensación, el cilindro debe ser sometido a un secado y/o limpieza interior adicional antes de proceder con la inspección.

5.8.3 Criterios de rechazo

El cilindro debe ser rechazado si se encuentra alguno de los siguientes defectos en la camisa no metálica:

- Deformación permanente: Abolladuras, abultamientos o hinchazones que alteren la geometría interna.
- Grietas, fisuras o craquelamiento: Cualquier evidencia de agrietamiento o una red de microfisuras en la superficie.
- Ataque químico o degradación: Evidencias como ablandamiento, superficie pegajosa, hinchazón, erosión o decoloración significativa que indique incompatibilidad con el gas de servicio o contaminantes.
- Daño térmico: Evidencias de fusión, deformación, burbujas o carbonización de la camisa.
- Falta de integridad de la barrera: Desunión, delaminación o perforación de la camisa.
- Contaminación incompatible: Presencia de líquidos, sólidos o residuos aceitosos que no sean compatibles con el servicio del cilindro o que impidan una evaluación concluyente de su interior.

Cualquier otra condición que, a criterio del inspector calificado, represente un riesgo para la integridad o seguridad del cilindro, será motivo de rechazo, debiendo quedar debidamente registrada en el informe técnico.

5.9 Inspección de las roscas y superficie de sellado del anillo portaválvula

5.9.1 Objetivo

Verificar la integridad de las roscas y de la superficie de sellado del anillo portaválvula, para asegurar que permitan la instalación segura y estanca de la válvula nueva.

5.9.2 Procedimiento

a) Preparación:

Limpiar minuciosamente los hilos del anillo portaválvula y la superficie de sellado utilizando un cepillo de cerdas suaves u otro medio que no cause daño a los materiales.

b) Inspección Visual:

- Inspeccionar visualmente las roscas para verificar que estén limpias, enteras y libres de daños.
- Inspeccionar visualmente la superficie de sellado de la junta tórica para verificar su estado.

c) Verificación Dimensional:

Verificar que las roscas cumplan con las dimensiones y tolerancias especificadas por el fabricante. Esta verificación debe realizarse utilizando calibres de rosca específicos y debidamente calibrados que permitan confirmar que las roscas están dentro de los límites de aceptación.

5.9.3 Criterios de rechazo

El cilindro debe ser rechazado si se encuentra alguno de los siguientes defectos en el anillo portaválvula:

- Daños en la rosca: Grietas, roturas, desgaste excesivo, hilos aplanados o cruzados, o la presencia de rebabas que impidan el correcto engrane.
- No conformidad dimensional: Las roscas no cumplen con las dimensiones y tolerancias especificadas, verificadas mediante el uso de calibres de rosca calibrados.
- Daños en la superficie de sellado: Rayaduras profundas, picaduras, deformaciones, rebabas o cualquier imperfección que comprometa el sellado efectivo de la junta tórica.

5.10 Instalación de la válvula en el cilindro

5.10.1 Objetivo

Instalar una válvula nueva certificada en el cilindro inspeccionado, aplicando el torque de apriete correcto para garantizar una sujeción mecánica segura y un sellado estanco mediante la junta tórica, permitiendo el retorno del cilindro al servicio.

5.10.2 Procedimiento

El procedimiento debe realizarse en la siguiente secuencia:

a) Preparación de Componentes:

- Utilizar únicamente válvulas nuevas y certificadas de acuerdo con las normas referenciadas en el punto 2 de este protocolo.
- Inspeccionar visualmente la junta tórica de la válvula y la superficie de sellado en el anillo portaválvula (ya verificada según lo dispuesto en el punto 5.9 del presente protocolo) para confirmar que están limpias y libres de daños.
- Lubricar la junta tórica con un lubricante compatible con GLP y de base de silicona.

b) Instalación y Apriete:

- Instalar manualmente la válvula en el anillo portaválvula para asegurar un inicio correcto de la rosca, evitando el cruce de hilos.
- Apretar la válvula aplicando el par de torque especificado por el fabricante. En caso de no existir una especificación del fabricante, se debe aplicar un torque dentro del rango de 80 N·m a 100 N·m.
- Durante el apriete, se debe evitar que el recipiente gire dentro de la carcasa exterior, inmovilizando el cuerpo del cilindro si es necesario.

5.10.3 Requisitos de equipos y materiales

a) Herramientas de torque: Las llaves de torque utilizadas deben estar en buen estado. La llave de torque de referencia (patrón) debe calibrarse anualmente, o con una frecuencia máxima de 6 meses si así lo determina el programa de calibración, por un laboratorio acreditado (ISO/IEC 17025). Su certificado debe incluir incertidumbre de medición y trazabilidad.

b) Lubricante: Se debe utilizar exclusivamente lubricante compatible con GLP y de base de silicona.

c) Prohibiciones:

- No se deben utilizar herramientas de impacto para el apriete final.
- No se deben utilizar elementos sellantes (pastas) o fijadores de rosca. El sellado se realiza exclusivamente mediante la junta tórica.

5.11 Control de tara del cilindro

5.11.1 Objetivo

Verificar que la masa real del cilindro vacío (tara) se encuentra dentro de las tolerancias admisibles respecto de su valor marcado originalmente, para garantizar la correcta dosificación de gas durante el llenado y la seguridad del proceso.

5.11.2 Procedimiento

a) Preparación del Cilindro:

- El cilindro debe estar completamente vacío, con la válvula nueva instalada y todos sus accesorios permanentes.
- Antes de la medición, el cilindro debe ser limpiado y secado exteriormente para eliminar cualquier contaminante que afecte la precisión de la pesada.

b) Medición:

Determinar la masa (tara) del cilindro utilizando una báscula que cumpla con los requisitos especificados en el punto 5.11.3 siguiente:

5.11.3 Requisitos de los equipos de medición:

La báscula utilizada debe cumplir con los siguientes requisitos:

a) Clase de Exactitud: La báscula debe tener una clase de exactitud suficiente para garantizar la seguridad en el pesaje de los cilindros, debiendo cumplir como mínimo, con la Clase II de la Recomendación OIML R76-1, o clases de exactitud definidas por otras

normativas internacionales, siempre que puedan demostrar un nivel de desempeño metrológico igual o superior.

b) Legibilidad Mínima:

- 20 g para cilindros de 5 kg de capacidad nominal.
- 50 g para cilindros de 11 kg y 15 kg de capacidad nominal.
- 100 g para cilindros de 33 kg y 45 kg de capacidad nominal.

c) Capacidad: Debe ser adecuada para el rango de peso de los cilindros a inspeccionar.

d) Calibración: Debe contar con un certificado de calibración vigente, con una frecuencia anual o menor, emitido por un laboratorio acreditado (ISO/IEC 17025).

e) Verificación Diaria: Antes de su uso, se debe verificar: control de cero, repetibilidad y sensibilidad (utilizando masas patrón).

f) Masas Patrón: Las masas utilizadas para la verificación deben cumplir con la Clase F2 (o superior) de la Recomendación OIML R111-1, o con clases equivalentes de otras normativas internacionales que puedan demostrar un nivel de desempeño metrológico igual o superior. Además, deberán tener un certificado de calibración vigente y ser mantenidas en condiciones que preserven su exactitud.

5.11.4 Criterios de aceptación y acciones

a) Criterio de Aceptación:

La diferencia entre la tara medida y la tara original marcada no debe exceder los valores establecidos en la Tabla 4: “Desviación admisible en la tara de la botella”, del Anexo del presente protocolo, en función de la capacidad de agua (V) del cilindro.

b) Acción por No Conformidad:

Si la desviación excede el valor permitido por la Tabla 4: “Desviación admisible en la tara de la botella”, del Anexo del presente protocolo y, esto no se debe a daños o reparaciones (ej.: cambio de válvula), se debe cancelar la tara original y marcar la nueva tara de manera permanente y legible en el cilindro.

5.12 Prueba de estanquidad

5.12.1 Objetivo

Verificar la estanquidad del conjunto cilindro-válvula, asegurando que no existan fugas del producto contenido a través de la válvula, sus conexiones o el cuerpo del cilindro.

5.12.2 Procedimiento

a) Preparación:

- El cilindro debe tener la válvula nueva instalada según el punto 5.10 del presente protocolo.
- Conectar el cilindro a una fuente de aire comprimido seco.
- Sumergir el cilindro completo en un tanque de prueba lleno de agua, de modo que quede completamente cubierto.

b) Ejecución de la Prueba:

- Aplicar una presión interna de 6 bar (manométricos) al cilindro.
- Mantener esta presión durante al menos 30 segundos.
- Durante este tiempo, realizar una inspección visual minuciosa de todo el conjunto sumergido, enfocándose en:
 - El cuerpo de la válvula y sus uniones.
 - La zona de sellado del anillo portaválvula.
 - La superficie de la envolvente compuesta.

c) Pruebas Específicas por Tipo de Válvula:

- Válvulas Manuales: La prueba debe realizarse y superarse en ambas posiciones: con la válvula cerrada y con la válvula abierta.
- Válvulas Automáticas: La prueba debe realizarse siguiendo las instrucciones específicas del fabricante para verificar la estanquidad en sus diferentes estados funcionales (abierto/cerrado), siempre que dicha práctica esté autorizada.

5.12.3 Requisitos de los equipos

- Fuente de Aire: Debe suministrar aire comprimido seco y limpio, libre de aceite y partículas, a la presión de prueba requerida.
- Manómetro: El instrumento utilizado para medir la presión de prueba debe cumplir con los siguientes requisitos:
 - Exactitud: Clase de exactitud 1,0 o superior (según ISO 5171, ASME B40.100 o norma equivalente).
 - Rango: Su escala debe ser tal que la presión de prueba (6 bar) se lea preferentemente en el tercio medio superior de la misma (ej., manómetro de 0-10 bar).
 - Verificación y Calibración: El manómetro de trabajo debe ser verificado, como mínimo, cada 15 días por comparación directa con un manómetro patrón de mayor exactitud.
 - Estado Metrológico: Debe encontrarse dentro de su período de validez de calibración o verificación de acuerdo a normativa internacional.
- Manómetro Patrón (para verificaciones): Las verificaciones periódicas del manómetro de trabajo se realizarán contra un manómetro patrón cuya exactitud sea al menos cuatro veces mayor que la del instrumento a verificar. El patrón debe contar con un certificado de calibración vigente emitido por un laboratorio acreditado (ISO/IEC 17025).
- Tanque de Inmersión: Debe ser de material transparente o permitir la observación clara y sin obstáculos de todo el cilindro sumergido. El agua debe mantenerse limpia para facilitar la detección de burbujas.

5.12.4 Criterios de aceptación y rechazo

- Aceptación: El cilindro se considera apto si, durante los 30 segundos de prueba en todas las condiciones requeridas (según su tipo de válvula), no se observa ninguna burbuja o fuga de aire.
- Rechazo: El cilindro debe ser rechazado si se observa cualquier fuga o formación de burbujas.
 - Acción ante el rechazo: En caso de fuga, se debe reemplazar la válvula o ajustar el sellado. El cilindro debe ser sometido a una nueva prueba de estanquidad completa. Si la fuga persiste o se origina en el cuerpo del cilindro, el cilindro debe ser rechazado definitivamente.

5.13 Marcado

5.13.1 Objetivo

Identificar de manera permanente, legible y trazable todos los cilindros que han sido aprobados en la inspección periódica, indicando el organismo inspector y el año de la inspección.

5.13.2 Procedimiento y requisitos del marcado

a) Aplicación:

- El marcado debe realizarse antes de que el cilindro salga de las instalaciones del OTI.
- Debe utilizarse un método permanente (grabado, inkjet indeleble, etc.) que no comprometa la integridad de la envoltura compuesta.
- La marca debe ubicarse en la zona exterior superior del recipiente, en un área que permanezca visible con la carcasa exterior instalada, y debe quedar centrada y legible.

b) Contenido y característica de la marca:

La marca debe contener, como mínimo, la siguiente información:

- El símbolo o identificación del OTI responsable de la inspección.
- El año de la inspección, indicado con los dos últimos dígitos (ej.: "24" para 2024).
- La nueva tara, si corresponde, de acuerdo con lo señalado en el punto 5.11 del presente protocolo.
- Todos los caracteres que conforman esta marca deben tener una altura mínima de 8 mm.

5.13.3 Caso especial: Reemplazo de elementos de identificación

Si durante la inspección se reemplaza el asa de identificación o cualquier otro elemento que contuviera las marcas originales de fabricación, la nueva pieza debe reproducir las marcas prescritas por la norma de diseño. Esto incluye: nombre del propietario, fabricante del cilindro, fecha de fabricación, número de serie y tara. Estas marcas de fabricación reproducidas no están sujetas a la altura mínima de 8 mm, pero deben ser legibles.

6. Procedimientos Especiales

6.1 Cambio de Carcasa, Asas y Bases

6.1.1 Objetivo

Establecer el procedimiento para el reemplazo seguro y correcto de la carcasa exterior, asas o bases del cilindro, cuando estos elementos han sido dañados durante el servicio o la inspección, garantizando que se mantenga la protección del recipiente y la integridad del conjunto.

6.1.2 Condición de aplicación

Este procedimiento aplica cuando, durante la inspección visual externa (punto 5.5 del presente protocolo), se determina que la carcasa exterior debe ser retirada para una inspección más profunda de la envolvente compuesta, de acuerdo con los criterios establecidos en el punto 5.5.3 a) de este protocolo.

6.1.3 Procedimiento

a) Preparación y Verificación:

- Una vez retirada la carcasa dañada, se debe realizar una inspección visual minuciosa del área de la envolvente compuesta que quedó expuesta, de acuerdo con lo indicado en 5.5.3 a.4 de este protocolo).
- Inspeccionar la nueva carcasa, asa o base en busca de defectos de fabricación o daños antes de proceder con el montaje.

b) Montaje:

- Instalar la nueva carcasa, asegurándose de que todas las conexiones y cierres por presión encajen y queden posicionados correctamente.
- Verificar que todas las partes queden firmemente unidas al cuerpo del cilindro y entre sí, sin holguras.

c) Verificación del Montaje:

Realizar una prueba de seguridad del montaje sujetando el asa y aplicando movimientos firmes y controlados en diferentes planos (vertical y de rotación), para comprobar la solidez del ensamblaje y la ausencia de desconexiones o desplazamientos anómalos.

d) Control de Seguridad:

Para detectar cualquier rotación futura no deseada del recipiente dentro de la carcasa, se puede realizar una marca de alineación con un método indeleble tanto en la envolvente compuesta como en la carcasa exterior.

6.1.4 Precauciones

Queda prohibido reutilizar las carcasas, asas o bases provenientes de cilindros que han sido rechazados en la inspección periódica.

7. Inutilización o Destrucción de Cilindros

7.1 Objetivo

Establecer el proceso para la disposición final segura y ambientalmente responsable de los cilindros de material compuesto que han sido rechazados durante la inspección periódica, garantizando su inhabilitación irreversible para el servicio.

7.2 Decisión y Notificación

a) La decisión de rechazar un cilindro, procediendo a su inutilización o destrucción, puede tomarse en cualquier etapa del proceso de inspección al detectarse una no conformidad invalidante.

b) El OTI debe generar y enviar un listado detallado de los cilindros rechazados:

- A la empresa propietaria, con el detalle completo de cada cilindro.
- A la Superintendencia, según el procedimiento que ésta determine.

7.3 Plazo y Ejecución

a) Si transcurridos 10 días hábiles desde la notificación, la empresa propietaria no presenta objeciones al listado, el OTI procederá con la inutilización o destrucción de los cilindros.

b) La responsabilidad última de la disposición final recae sobre el propietario del cilindro. La ejecución material por parte del OTI se entenderá como un servicio delegado.

7.4 Métodos de Inutilización o Destrucción

La inhabilitación irreversible del cilindro debe realizarse mediante alguno de los siguientes métodos, elegido según la practicidad y seguridad:

- a) Aplastamiento del cilindro utilizando medios mecánicos.
- b) Corte del cuello del cilindro.
- c) Corte del cilindro en dos o más piezas de forma irregular.
- d) Presurización hidráulica del cilindro hasta provocar su fallo estructural.

7.5 Precauciones de Seguridad y Ambientales

a) Seguridad Operacional: Cualquier método utilizado debe ejecutarse bajo estrictos protocolos de seguridad para proteger al personal y las instalaciones.

b) Responsabilidad Ambiental: El método de destrucción y la disposición final de los residuos deben cumplir con la normativa ambiental vigente, asegurando que no se genere un peligro medioambiental.

8. Evaluación de la Conformidad y Emisión de Certificados

8.1 Objetivo

Consolidar los resultados de todas las inspecciones y ensayos, evaluar la conformidad global de cada cilindro con el presente protocolo y emitir la documentación final que acredita su aptitud para el servicio o su rechazo definitivo.

8.2 Procedimiento de evaluación y decisión

a) Una vez finalizadas todas las actividades de inspección y ensayos indicadas en el punto 5 del presente protocolo, el OTI debe revisar integralmente los resultados de todos los informes parciales.

b) Criterio de Aprobación: Un cilindro se considerará “Aprobado” si, y solo si, ha cumplido con todos y cada uno de los requisitos establecidos en los ensayos, pruebas y verificaciones del punto 5 de este protocolo.

c) Criterio de Rechazo: Un cilindro se considerará “Rechazado” si presenta una o más no conformidades en cualquiera de los ensayos, pruebas o verificaciones del punto 5 del presente protocolo.

8.3 Emisión de documentación

Con base en la evaluación del punto 8.2, el OTI debe emitir la siguiente documentación para cada cilindro:

- a) Para Cilindros Aprobados:
 - Certificado de Inspección Periódica.
 - Informe Técnico detallado.

b) Para Cilindros Rechazados:

- Informe de Rechazo.
- Informe Técnico detallado.

8.4 Contenido de Certificados e Informes de Rechazo

El Certificado de Inspección Periódica, y el Informe de Rechazo deben incluir, como mínimo, la siguiente información:

a) Identificación del Cilindro:

- Nombre del propietario.
- Nombre del fabricante.
- Año y país de fabricación.
- Número de serie.
- Volumen interior (dm³).
- Tara (incluyendo la válvula).
- Tipo de cilindro (ej.: 5 kg, 11 kg, 15 kg).
- Uso (domiciliario o vehicular).
- Norma de diseño.
- Número de certificado de aprobación o conformidad y organismo de certificación (cilindro nuevo).
- Número y fecha de certificados de inspecciones anteriores, si corresponde.

b) Identificación del OTI: Nombre y símbolo del organismo técnico de inspección.

c) Identificación del Documento: Número y fecha de emisión.

d) Declaración de Conformidad/ No Conformidad: Una declaración explícita de conformidad (para certificados) o no conformidad (para informe de rechazo) con el presente protocolo.

8.5 Contenido del Informe Técnico

El Informe Técnico debe contener, como mínimo:

a) La identificación del cilindro, del OTI y del documento, según los puntos 8.4 a, b y c de este protocolo.

b) La identificación, los procedimientos aplicados y los resultados detallados de cada uno de los ensayos, pruebas y verificaciones ejecutadas, de acuerdo con la secuencia del punto 5 del presente protocolo.

8.6 Comunicación a la Superintendencia

El OTI debe enviar la información resumida de los resultados de la inspección (cilindros aprobados y rechazados) a la Superintendencia, de acuerdo con el procedimiento que ésta determine.

MCV/NMM/MLZ/PLS/HCM/ceac

Anexo

Tabla 1- Verificación de frecuencia de inspección y vida máxima

Condición del Cilindro	¿Dentro del plazo de 10 años?	¿Menos de 30 años de edad?	Decisión (¿Ingresa a Inspección?)
Cilindro al día	Sí	Sí	Sí
Cilindro atrasado (fuera del plazo de 10 años)	No	Sí	Sí (Para regularizar)
Cilindro con 30+ años de edad	(No importa)	No	NO (Rechazado)

Notas:

- La tabla 1 ilustra la aplicación de los criterios establecidos en 5.2.3 a) del protocolo, mostrando cómo se determina la aceptación del cilindro en función de la “edad” y frecuencia de inspección, por comparación entre la fecha de fabricación y la de inspección.
- El único criterio de rechazo en esta etapa es **haber cumplido o superado los 30 años de vida desde la fabricación**. El cumplimiento del plazo de 10 años es una obligación de mantenimiento, pero su incumplimiento no inhabilita al cilindro para ser inspeccionado y, de aprobar, volver a un estado regular.
- Esta tabla aplica tanto para los cilindros que ingresan a inspección periódica, como aquellos que ingresan por inspección adelantada.

Tabla 2 - Ejemplos de aplicación de la frecuencia de inspección y vida máxima

Fecha Fabricación	Inspecciones Realizadas	Próxima Inspección	Retiro	Observación
2000	2005 (adelantada), 2015, 2025	2035 → No aplica	2030	Al calcular 2025 + 10 = 2035, supera los 30 años (2000 + 30 = 2030). Retiro en 2030.
2010	2020 (10 años), 2030 (20 años)	2040 → No aplica	2040	Última inspección en 2030; próxima sería 2040, pero coincide con el retiro a los 30 años.
2015	2025 (10 años), 2035 (20 años)	2045 → No aplica	2045	Última inspección en 2035; próxima sería 2045, pero se retira al cumplir 30 años.

La tabla 2 ilustra la aplicación de los criterios establecidos en 5.2.3 b), c) y 5.2.4 del protocolo, mostrando cómo se determinan la elegibilidad para la inspección, la próxima fecha de inspección y la fecha de retiro en distintos escenarios.

Tabla 3 – Criterios de aceptación/rechazo

Tipo de daño	Nivel de daños	
	Nivel 1 Daño aceptable	Nivel 2 Daño invalidante
Daño por abrasión o daño por cortes	Los daños con la siguiente profundidad son aceptables: Inferiores a 0,25 mm (a)	Los daños mayores al 15% del espesor de la envolvente de material compuesto de los cilindros. Si presenta abrasión que provoque una rotura del manojo de la fibra. Si presenta alguna fibra seccionada debido a la abrasión. Si se detectan cortes, grietas o perforaciones que comprometen al cuerpo del recipiente.
Daño por impacto	Los daños por impacto, que provocan una apariencia escarchada o fisuras muy finas en la zona de impacto que son inferiores a 25 mm en diámetro sin deformación permanente, son aceptables (b)	Daños por impacto que provocan una deformación permanente (por ejemplo, mella) Daños como grietas finas en la resina, o desprendimientos o cortes de la envolvente compuesta. La resina puede tener un aspecto esmerilado o aplastado.
Desprendimientos	Sin desprendimientos visibles	Todo tipo de fibras sueltas, incluyendo aquellos extremos sueltos de fibras del borde de la envoltura. si existe algún manojo de fibra que esté seccionado. si existe alguna delaminación en combinación con daños a la superficie (cortes de fibra) o que la delaminación cubra el 50% del cilindro de material compuesto. si existe deterioro debido a un impacto que aparece en formas de grietas finas en la resina, delaminación o cortes en el cilindro material compuesto.

Daño por exposición al calor o al fuego	Cuando la envoltura compuesta está solamente sucia por el humo u otros residuos y se constata que es adecuada para más servicios (b).	Cilindros que presentan evidencia de daños debidos a una exposición al calor o al fuego mayores que el Nivel 1 se deben retirar del servicio. Evidencia de decoloración, carbonización, pérdida de resina o a una calcinación o degradación de la envoltura compuesta, afectación de las etiquetas, la pintura o los componentes no metálicos de la válvula, válvula fundida o quemada.
Daños estructurales	Cuando se considera que el cilindro es apto para más servicios (b)	Todos los recipientes. cualquier evidencia de deformaciones, hilos deformados en anillo portaválvula, depresiones no diseñadas originalmente.
Ataque químico	Cuando se considera que el recipiente es apto para más servicios (b) Si se conoce la naturaleza química, el fabricante del recipiente debe proporcionar documentación confirmando el Nivel 1.	Si se conoce la naturaleza química, el fabricante del recipiente debe proporcionar documentación confirmando el Nivel 2. Todos los recipientes, si se desconoce el producto químico. Cualquier ataque de la fibra. Si existe disolución de la matriz de la resina que rodea las fibras, donde el recipiente resulta pegajoso al tacto. Si presenta pintura en el recipiente que no puede ser removido con lavado normal.
Etiquetas de identificación o marcados desaparecidos / ilegibles	No se aplica	Todos los cilindros que no se pueden identificar.
Accesorios permanentes sueltos	No se aplica	Todos los cilindros.

Otros daños (de naturaleza estética)	- Daños menores que se consideran normales. Tales daños no deberían tener efectos adversos en la seguridad del cilindro y en su uso continuado. - Daños sin profundidad apreciable.	No se aplica
Accesorios permanentes dañados	- Daños menores (muescas, arañazos) compatibles con el desgaste normal. - El accesorio dañado puede sustituirse por uno nuevo sin afectar la integridad del recipiente. - No hay daños adyacentes en el recipiente.	- Daños que impiden la sustitución segura del accesorio. - Daños estructurales en el accesorio que comprometen su función protectora o de sujeción. - Daños en el recipiente adyacentes al área del accesorio. - Falta de identificación o identificación ilegible en el anillo portaválvula que impide la trazabilidad.
(a) La medición de la profundidad comienza en la superficie del recipiente, incluyendo el revestimiento en su caso.		
(b) Esto tiene que establecerse por investigaciones posteriores.		

Tabla 4 – Desviación admisible en la tara de la botella

Capacidad de agua de la botella (V) L	Desviación máxima admisible en la tara G
$0,5 \leq V < 5,0$	± 50
$5,0 \leq V \leq 20$	± 200