

NORMA G E N° 1- 144
AÑO 1991

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA LA REVISIÓN PERIÓDICA DE CILINDROS DE
ACERO SIN COSTURA PARA GNC, BASADA EN LA NORMA IRAM 2529.

GAS DEL ESTADO

NORMALIZACIÓN E INFORMACIÓN TÉCNICA

Exclusivamente para uso interno de Gas del Estado

OBJETO

1.1 El objeto principal de la revisión periódica obligatoria programada con sus ensayos a realizar en cada cilindro, es la verificación de los requerimientos necesarios para lograr un nivel de confiabilidad aceptable del mismo de acuerdo a la tecnología aplicable, de tal manera que pueda ser puesto nuevamente en servicio por un período conforme a la frecuencia establecida.

2. ALCANCE

2.1 La presente norma se ocupa de los cilindros de acero sin costura, destinados a contener Gas Natural Comprimido.

3. DEFINICIONES

3.2. Revisión periódica: verificación de las condiciones técnicas para considerar segura y adecuada la utilización de un cilindro, transcurrido el período de uso, continuo o esporádico, que exige la norma para su nueva verificación.

Consistirá en un Examen Obligatorio Programado cualquiera sea el estado, o cuando se solicite a consecuencia de otras inspecciones o requerimiento de la autoridad de aplicación.

3.2 GNC: Gas Natural Comprimido, hidrocarburo compuesto preponderantemente de metano.

a) Para uso automotor, a una presión normal de trabajo de 200 bar a $21 + o - 1^{\circ} C$ (Norma GE N° 1-115, Pto. 3.1.1)

b) Para uso de boca de expendio, a una presión normal de trabajo de 250 bar y a $21 + o - 1^{\circ} C$ (norma GE N° 1-118, pto. 4.2.1.8)

3.3. Periodicidad de la Revisión: intervalo comprendido entre revisiones periódicas. La frecuencia para la Revisión Periódica Obligatoria Programada será de cinco años, siendo la primera a partir de los cinco años de la fecha de fabricación.

3.4. Masa o tara del cilindro: Aquella expresada en Kg., y décimas de Kg. del cilindro y elementos constructivos permanentes fijados (gollete, etc.). No se debe considerar la válvula.

3.5. Abolladura: depresión o cavidad permanente en la superficie del cilindro, consecuencia de golpe recibido y que no afecta el espesor del cuerpo.

- 3.6. Estría: Raya o corte – con falta de material – en la superficie del cilindro, consecuencia de golpe o roce recibido y que disminuye el espesor del cuerpo.
- 3.7. Globo: Saliente o protuberancia permanente en la superficie del cilindro, consecuencia de una deformación de ésta hacia fuera por acción de la presión interna.
- 3.8. Abolladura conteniendo estría: Deformación o depresión en el cilindro dentro de la cual hay cortes o erosiones.
- 3.9. Fisura: Grieta, profunda o superficial.
- 3.10. Laminación: Defecto que puede aparecer como grieta o desgarramiento debido al proceso de fabricación del cilindro (plegado, cerrado, etc.) y/o la materia prima (tubería) y generalmente como consecuencia de la existencia de inclusiones durante el proceso de manufactura.
- 3.11. Pliegue: Defecto de fabricación que puede propagarse bajo la acción de la presión o la corrosión.
- 3.12. Desgaste del cuerpo del cilindro: Remoción del material como resultado del movimiento relativo del cilindro con respecto a su anclaje u otros elementos.
- 3.13. Daño por fuego: Calentamiento excesivo, general o localizado, de un cilindro usualmente indicado por:
 - a) Pintura quemada o chamuscada (ampollada)
 - b) Metal base quemado
 - c) Distorsión del cilindro
 - d) Partes de la válvula fundida
- 3.14. Punto de soldadura o soplete: Defecto que consiste en quemado del metal del cilindro, endurecimiento de zonas afectadas por el calor, puntas con metal adicionado o la remoción de metal por la acción de arco eléctrico o soplete (socavadura).
- 3.15. Ovalización: Deformación o aplastamiento del cilindro que afecta su simetría.

3.16. Espesor:

- a) Nominal (EN): Espesor del material con que se fabricó el cilindro (valor suministrado por el fabricante).
- b) De Diseño o de Cálculo (EC): Es el que resulte del cálculo. Es el que se utiliza en esta Norma en relación a los criterios de aceptación o rechazo.

3.17. Corrosión generalizada: Zona amplia atacada por la corrosión con grado de ataque variable.

3.18. Corrosión local: Aquella que causa una reducción del espesor sobre una zona pequeña, externa o interna. No incluye otros tipos de corrosión como los indicados en 3.19 y 3.20.

3.19. Picadura: Corrosión en una zona muy pequeña o cavidad aproximadamente circular y de profundidad variable (externa o interna). Puede llegar a perforar el espesor de la pared y ocasionar pérdidas. Cuando la concentración de picaduras es mayor que 1 cada 500 mm² se considerará como corrosión local (3.18)

3.20. Banda *: Conjunto de picaduras, cercanas entre sí y agrupadas de manera de formar una línea, faja o banda continua. Este defecto es más grave que la picadura y puede llegar a debilitar peligrosamente la pared del cilindro especialmente cuando la línea o banda se encuentra a lo largo del cilindro.
Nota: Denominada comúnmente "línea de corrosión".

3.21. Canal de corrosión: forma más concentrada de la línea de corrosión formada como consecuencia de la erosión del metal. Puede crearse externa o internamente.

3.22. Cilindro aprobado: Aquel que ha pasado satisfactoriamente la revisión y puede continuar en servicio.

3.23. Cilindro rechazado: Aquel que luego de una revisión se saca de servicio, hasta que una verificación o control posterior permita continuar la Revisión Periódica o condenar dicho cilindro.

3.24. Cilindro condenado: Aquel que no satisface la totalidad de los parámetros establecidos en la presente Especificación Técnica y para la cual es obligatoria su destrucción total, para asegurar que no podrá ser puesto en servicio. En su destrucción no se podrá eliminar su marcación original.

- 3.25. Carta-compromiso de conformidad del propietario del cilindro: Es el documento por el cual el propietario o apoderado legal da la conformidad para la destrucción del cilindro en caso que este sea condenado.

4. GENERALIDADES

- 4.1 La Inspección será realizada en el 100% de los cilindros de GNC solamente por personal técnico idóneo y entrenado perteneciente a los centros de revisión de cilindros habilitados por GAS DEL ESTADO, que posean como mínimo el equipamiento indicado en el anexo 1.
Para su habilitación el Centro de Revisión presentará el manual de Organización y el de Procedimiento adecuado a la presente especificación. Estos documentos deberán cumplimentar los lineamientos del sistema de aseguramiento de calidad establecidos en las normas IRAM- IACC E20 subsiguientes y las concordantes.
- 4.2. El proceso y control de calidad de los Centros de Revisión de Cilindros será supervisado por GAS DEL ESTADO o delegado a otros Entes de Certificación que satisfagan los lineamientos de la norma IRAM Experimental 352 y 354 u otras equivalentes. No obstante GAS DEL ESTADO podrá realizar, verificar o auditar la supervisión efectuada por estos Entes de Certificación de acuerdo con el espíritu de las normas de GAS DEL ESTADO N° 1-115 puntos 3 y siguientes, 3.2 y siguientes y los cuadros 1, 2, 3 y 4.
- 4.3. Antes de ser retirado el cilindro de GNC de la instalación que lo mantiene fijo al automotor y en concordancia con la Norma de Gas del Estado N° 1-116 Parte 1, Pto. 4.4 y Parte 2 (Ptos: 1.1.3 y 1.1.3.2.a), deberá identificarse con una línea trazada con marcador indeleble la generatriz inferior del cilindro desde la ojiva hasta la base del mismo a los efectos de poder detectar tipos de corrosión y su relación con la ubicación del cilindro de GNC en el automotor, como asimismo usos previos del cilindro en cuestión.
- 4.4. El cilindro de GNC será remitido al Centro de Revisión de Cilindros indicado en 4.1 conjuntamente con su válvula, en las mismas condiciones en que está instalada, cualquiera sea su estado o haya sido su uso.
- 4.5. Precauciones en el manejo y uso del cilindro:
- 4.5.1. El transporte y el manipuleo durante la Revisión Periódica Obligatoria Programada se hará con cuidado para no producir daños.
- 4.5.2. No se permitirá que el cilindro caiga violentamente sobre el piso u otra superficie dura.

- 4.5.3. Si se usare un elemento de izaje, se utilizará un diseño apropiado que garantice la integridad del cilindro.
- 4.5.4. En todos los casos se tomarán las precauciones necesarias para que los cilindros no se suelten de la plataforma o eslinga.
- 4.5.5. Nunca se utilizará un cilindro como rodillo para su transporte.

5. FRECUENCIA Y TIPO DE INSPECCIÓN (Según 3.1 y 3.3)

5.1 General: Tabla I

5.1.1. Se realizará una Revisión Periódica Obligatoria Programada, cualquiera sea el estado o haya sido el uso del cilindro, que consistirá de los siguientes pasos:

- a) Control de identificación y Carta Compromiso de Conformidad.
- b) Vaciado del contenido.
- c) Desvalvulado e inertización.
- d) Limpieza exterior.
- e) Inspección visual externa.
- f) Control de roscas.
- g) Control de los accesorios fijos y desmontables.
- h) Control del funcionamiento de la válvula.
- i) Inspección de la válvula.
- j) Control de los defectos en el cuello del cilindro.
- k) Limpieza interior.
- l) Inspección visual interna.
- m) Control de la masa o tara.
- n) Medición de espesores de la pared del cilindro por ultrasonido.
- o) Ensayo hidráulico de expansión volumétrica del cilindro.
- p) Secado del cilindro.
- q) Remarcado del cilindro (en la ojiva, fecha de revisión).
- r) Pintura del cilindro.
- s) Documentación del cilindro aprobado, su verificación.
- t) Destrucción del cilindro condenado.
- u) Anexos a la presente Especificación Técnica para la Revisión de Cilindros de Acero sin Costuran para GNC.

Anexo 1: Equipamiento mínimo necesario para poder realizar la Revisión Periódica de cilindros de acero sin costura para GNC.

6. PREPARACIÓN PARA LA REVISIÓN PERIÓDICA.

6.1 Control de la identificación:

a) Se verificará la existencia, corrección y legibilidad de las siguientes marcas identificatorias acuñadas en el cilindro (ver Norma IRAM 2643 y/o las aplicables).

b) Identificación

1. Fabricante
2. Mes y año de fabricación
3. N° del cilindro
4. Tara o masa original
5. Capacidad y GNC
6. Sello de aprobación de GAS DEL ESTADO o sello IRAM o sello de algún Organismo o Ente extranjero, si el cilindro fuera importado.
7. Presión de prueba y de trabajo
8. Ultimo valor de la tara o masa
9. Ultima fecha del ensayo de presión hidrostática e identificación del Centro de Revisión de cilindros.

6.1.2. La falta o duda de los datos 1, 2, 3 y 7 (cualquiera de ellos) será razón suficiente para condenar el cilindro.

6.1.3. No se modificarán o borrarán los datos estampados originalmente en el cilindro.

6.1.4. El cilindro que no venga acompañado con: la Carta – Compromiso de Conformidad del propietario del mismo, la documentación correspondiente a la conversión y el comprobante entregado por el taller al desmontarlo (de modo de garantizar que los cilindros sean parte de un equipo de conversión) no iniciará la Revisión.

6.2. Vaciado y verificación del contenido:

6.2.1. Previo a la Revisión Periódica Obligatoria Programada se realizará un vaciado completo del cilindro, para lo cual se lo someterá a un sistema de eliminación adecuado a la legislación vigente en la materia.

6.2.2. A continuación se procederá a remover y quitar la válvula, colocando en su lugar un tapón adecuado a la rosca del cilindro que realice un cierre hermético del mismo, para evitar la entrada de elementos extraños.

- 6.2.3. Una pequeña cantidad de líquido o sustancias indeseables podrán no ser detectadas de otra manera que inclinando el cilindro hacia abajo, dejando caer cualquier posible contenido en un recipiente para su posterior análisis.
- 6.2.4. Para hacer más efectivo el control del posible contenido, será necesario introducir gas inerte con una manga por el orificio de la válvula, desarrollando una leve presión en el interior del cilindro y dejando salir libremente el contenido junto con el escape de gas.
- 6.2.5. Si la rutina de Revisión no continúa y el cilindro queda en espera se asegurará que el tapón quede bien cerrado para evitar la entrada de aire húmedo.

6.3. LIMPIEZA EXTERIOR

- 6.3.1. Previo a la Revisión, si en la inspección visual externa se observaran elementos que afecten las condiciones de evaluación de la superficie del cilindro, se limpiará adecuadamente eliminando la suciedad (tierra, aceite, rótulos, etc.) por métodos convencionales como agua, vapor, etc.
En los casos que en la inspección visual externa se detecten signos de enmascaramiento de corrosión, abolladuras, picaduras, o que a criterio del personal técnico del Centro comprometa la seguridad del cilindro se procederá a la remoción de la pintura por métodos adecuados como granallado, arenado, cepillo de acero, etc. excepto lavado químico corrosivo, hasta llegar al metal base en la zona dudosa.

7 INSPECCIÓN VISUAL EXTERNA

- 7.1. Luego de la limpieza exterior del cilindro, se procederá a inspeccionar y evaluar los principales defectos siguientes, aunque la experiencia del inspector podrá distinguir cualquier otro no indicado, pero que a su criterio necesite evaluación.
- 7.2 Los defectos de material o físicos siguientes, serán los más frecuentemente encontrados y podrán afectar la vida útil del cilindro (ver Tabla II):
 - 1. Globos
 - 2. Abolladuras
 - 3. Estrías
 - 4. Abolladuras conteniendo estrías
 - 5. Fisuras
 - 6. Laminación
 - 7. Desgaste del cuerpo

8. Daños por fuego o calor
9. Puntos de soldadura o soplete
10. Ovalización
11. Defectos de marcado o estampado
12. Corrosión
13. Otros
14. En cuanto a los accesorios permanentes, estos y la porción asociada del cilindro recibirán una inspección cuidadosa. No están permitidas las soldaduras y el collar será eliminado cuando sea causa de corrosión del cilindro.

T A B L A II
LIMITES DE RECHAZO EN RELACIÓN A DEFECTOS MATERIALES Y FÍSICOS

Defecto	Límite para rechazo o condena
1) Globos	Todos
2) Abolladuras	Todas, cuando la profundidad de cualquier abolladura sea mayor que 2 mm. o cuando el diámetro de cualquier abolladura sea menor que 30 veces su profundidad.
3) Estrías	Cuando el largo de cualquier corte sea mayor que el 2% del largo del cilindro o su profundidad sea mayor que el 5% del espesor de la pared del cilindro. Cualquier corte que tenga un fondo agudo será un punto de concentración de tensiones y podrá ser eliminado por amolado verificando el espesor remanente.
4) Abolladuras conteniendo estrías	Cuando el tamaño de la abolladura o del corte o de la escisión sea mayor que la medida del rechazo como defecto individual (ver 2 y 3). Cuando la profundidad de cualquier abolladura sea mayor que 1.5 mm, o el diámetro de cualquier abolladura sea menor que 35 veces su profundidad y el largo del corte sea como mínimo igual al diámetro de la abolladura.
5) Fisuras	Todas
6) Laminación	Todos
7) Desgaste del cuerpo	Cuando el espesor del cuerpo en el punto de mayor desgaste alcance o sea menor que el mínimo requerido por diseño. Nota: Este defecto puede alcanzarse también por corrosión para lo cual se tomará el mismo límite señalado.
8) Daños por fuego o calor	Cuando la evidencia del daño por fuego esté acompañada por (b) o (c) (ver definición 3.13) deberá condenarse.

	<p>Cuando la evidencia sea solamente del tipo (a) o (d) podrá ser sometido a tratamiento térmico.</p> <p>Nota: Según se presente la superficie del cilindro (pintura quemada, chamuscada o ahumada) la decisión de aceptar, reparar o rechazar el cilindro será responsabilidad del personal técnico. Cuando se decida su reparación, el tratamiento térmico y el ensayo de presión serán realizados según la norma de fabricación.</p> <p>Cuando el recipiente esté solamente oscurecido o ahumado o la pintura ligeramente ampollada, no se considerará dañado para el objeto de esta Especificación.</p>
9) Puntos de soldadura o soplete	Cuando cualquier cilindro muestre evidencia de daño por arco eléctrico o soplete, debe ser rechazado y evaluado.
10) Ovalización	Cuando la diferencia entre los dos diámetros de una misma sección sea mayor que el 1 % para diámetros menores que 140 mm y mayor que el 1,5% para diámetros mayores.
11) Falta o defectos de marcado o estampado	<p>Cuando cualquier cilindro tenga su marcado inadecuado o ilegible o ha sido alterado, debe ser rechazado.</p> <p>Nota: Podrá ser remarcado solo cuando pueda ser claramente demostrado - con documentos o ensayos - que el cilindro cumple con los requerimientos de la norma de fabricación correspondiente.</p>

NOTA: Bajo ningún concepto se admitirá el amolado de defectos que pudiesen afectar marcas de identificación.

7.3. CORROSIÓN

7.3.1. En ciertas circunstancias, la pared exterior de los cilindros podrá estar sujeta a la acción de los agentes atmosféricos, de sustancias corrosivas presentes en los diferentes lugares en los que pueda permanecer el cilindro como también el daño físico provocado por el ripio y los golpes si están montados debajo de la carrocería. De la misma manera la pared interior podrá sufrir corrosión por agentes extraños.

7.3.2. Cuando el producto de la corrosión pueda esconder la verdadera profundidad de la misma, será necesario removerlo por medio mecánico hasta el metal base.

7.3.3. Tipos de corrosión

- a) Picaduras
- b) Líneas de corrosión
- c) Canales de corrosión
- d) Corrosión local
- e) Corrosión generalizada
- f) Corrosión generalizada con picaduras

Nota: Esta forma f) de presentarse la corrosión, combinando a) con e), es muy frecuente y presenta serias dificultades para su evaluación. Aunque sin seguir un patrón definido, cuando hay una apreciable cantidad de picaduras en una zona de corrosión generalizada, la profundidad de las picaduras "p" con bastante aproximación es el doble de la pérdida de espesor por corrosión general "c".

7.3.4. Límites para la corrosión:

Los límites serán usualmente establecidos considerando el tipo, diseño, norma etc. del cilindro considerado y podrán referirse al espesor mínimo (sin adicional por corrosión) dado por la Norma correspondiente o cálculo y estarán íntimamente ligados con el tipo de corrosión que los afecte. Como regla general, cuando un defecto pueda ser evaluado, el cilindro será aprobado o rechazado, según el caso, pero cuando la evaluación tenga una gran incertidumbre se deberá derivar el cilindro para una más detallada inspección usando equipo adecuado si fuera necesario. Por el contrario si la corrosión no puede ser evaluada aún con inspección generalizada, el cilindro deberá ser condenado.

7.3.5. a) Cilindro que presente corrosión generalizada: El cilindro será rechazado:

- 1) Si la pérdida de espesor es mayor que la definida en la Tabla III

- 2) Si la superficie original no es reconocible.
 - 3) Si cumple con 1) o 2), un ensayo hidráulico con expansión volumétrica no mostrará una deformación permanente mayor que el 5% de la expansión volumétrica total.
- b) Cilindro que presente corrosión local: El cilindro será rechazado:
- 1) Si la pérdida de espesor es mayor que la definida en Tabla III
 - 2) Si la superficie original no es reconocible
 - 3) Si cumple con 1) o 2), un ensayo hidráulico con expansión volumétrica no mostrará una deformación permanente mayor que el 5% de la expansión volumétrica total.
- c) Cilindro que presente línea o canal de corrosión: El cilindro será rechazado:
- 1) Si el largo de corrosión en cualquier dirección es mayor que la circunferencia del cilindro.
 - 2) Si la profundidad de la corrosión es mayor que la definida en Tabla III, para su verificación se eliminará la zona por amolado.
- d) Cilindro que presenta picaduras aisladas: El cilindro será rechazado:
- 1) Si la profundidad de las picaduras de diámetro mayor que 5 mm es mayor que la definida en Tabla III.

Nota: La profundidad de las picaduras de diámetro menor que 5 mm. podrán ser evaluadas en tanto sea practicable, para asegurar que el espesor de pared remanente sea adecuado para la finalidad prevista del cilindro.

7.3.6. La Tabla III indica el valor límite para los distintos grados de corrosión a ser usado como guía de evaluación para condena.

7.4. CONTROL DE FUNCIONAMIENTO DE LA VÁLVULA

7.4.1. PROCEDIMIENTO Y CONTROL

- a) Al desmontarse la válvula, se le colocará un rótulo en el que conste lo siguiente:

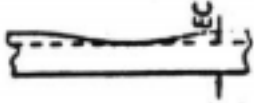

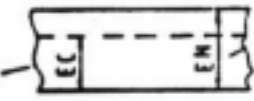
- N° de cilindro
- Propietario
- Taller de Montaje
- Fecha
- Observaciones

b) Se controlará que la apertura y cierre de la válvula se realice sin dificultad, así como el estado del vástago, sin torceduras ni desgastes. Las válvulas que muestren signos de deformación, torceduras o daño, serán rechazadas. Un excesivo desgaste o daño será causa para su reemplazo.

c) Se controlará la no existencia de corrosión o daño en el cuerpo de la válvula y el estado de las roscas (diámetros, flancos, forma y largo que cumplan con las Normas aprobadas por GAS DEL ESTADO).

7.4.2. Las válvulas que satisfagan con estos requisitos se devolverán juntamente con el cilindro correspondiente para su revalvulado en el Taller de Montaje.

TABLA III LÍMITES DE CORROSIÓN: CILINDROS PARA GNC

		Pérdida de espesor continua, que abarca superficies amplias respecto a la superficie del cilindro.	Valor mínimo permitido en función de EC
CORROSIÓN GENERALIZADA O PICADURA	Rechazar	Cuando la pared remanente en la zona de corrosión es igual o ligeramente a: 	$\begin{cases} = EC \\ > 0,95 EC \end{cases}$
	Condenar	Cuando la pared remanente en la zona de corrosión es igual a: 	$\leq 0,95 EC$
		<p>EC = espesor mínimo de norma o por cálculo</p>  <p>espesor del cilindro original</p>	

7.4.3. Las válvulas rechazadas, con el informe respectivo, serán devueltas al Taller de Montaje.

Nota: La verificación del funcionamiento de la válvula bajo presión es de responsabilidad del Taller de Montaje.

7.5. PROCEDIMIENTO A ADOPTAR CUANDO LA VÁLVULA DE UN CILINDRO ESTÁ APARENTEMENTE OBSTRUIDA.

ATENCIÓN: SE RECUERDA QUE LA OPERACIÓN DE MANIPULAR VÁLVULAS OBSTRUIDAS O TRABADAS CON GAS A PRESIÓN ES SUMAMENTE PELIGROSA, DEBIENDO SER REALIZADA POR PERSONAL ENTRENADO Y ADVERTIDO. SE TOMARÁN PRECAUCIONES DE SEGURIDAD APROPIADAS PARA EVITAR IMPREVISTOS POR LA DESCARGA DESCONTROLADA DE G.N.C. RESIDUAL.

7.5.1. Cuando exista cualquier duda, al abrir la válvula de un cilindro de gas, que el GNC no ha sido liberado y que el cilindro pueda aún contener GNC residual bajo presión, se hará una o varias determinaciones para establecer que el pasaje libre a través de la válvula no está obstruido. El método adoptado será un procedimiento reconocido tal como el siguiente, o uno equivalente que provea una salvaguardia similar. Se introduce gas inerte a una presión de 5 bar y se verifica su descarga.

7.5.2. Cuando se establezca que no exista obstrucción para el flujo de GNC en la válvula del cilindro, se podrá remover la misma.

7.5.3. Cuando se establezca que un cilindro tiene la válvula obstruida por el pasaje del GNC, se lo pondrá aparte para una atención especial, aplicando un sistema adecuado previamente aprobado.

7.5.4. Estos procedimientos solo los efectuará personal entrenado.

7.6. DEFECTOS EN EL CUELLO

7.6.1. En el cuello del cilindro se controlarán fisuras, grietas, solapaduras, etc.

7.6.2. Normalmente estos defectos podrán ser detectados con ayuda de un ensayo no destructivo y ensayo hidráulico de expansión volumétrica.

7.6.3. Cuando se quite la válvula, se controlará el estado de la rosca de la válvula del cilindro.

7.6.4. Los cilindros se rechazarán cuando el número de hilos efectivos sea menor que el 80 % del número normal de acuerdo a la Norma IRAM 2539 o la Norma de origen de fabricación.

7.6.4.1. El control del estado de la rosca se realizará con calibres previa preparación de la misma.

7.6.4.2. Las roscas se limpiarán cuidadosamente antes de ser verificadas con el calibre.

Nota: Los defectos más comunes en rosca son: desgaste o corrosión de crestas, roturas, melladuras, cortes o arrastre de la misma.

7.7. LIMPIEZA INTERIOR: (Operación posterior a la de inertizado).

7.7.1. Antes de realizar la limpieza interior se procederá a extraer el tapón que cierra la entrada, (y que fuera colocado para impedir la entrada de sustancias o gases al interior del cilindro durante todas las etapas posteriores a la extracción de la válvula); en el caso que se verifiquen detritos, productos de corrosión u otras materias indeseables, se realizará la operación de limpieza, según sea la sustancia a eliminar.

7.7.2. Cuando el cilindro muestre material suelto como polvo, escamas o partículas de óxido, una corriente de aire seco a través de una manga introducida por la abertura de la válvula, podrá eliminar todo el material indeseable proyectándolo hacia afuera, o conectada a una aspiradora, podrá extraerse dicho material hasta su completa eliminación. Estas operaciones podrán mejorarse colocando el cilindro en una posición que facilite la salida del material hacia el exterior.

7.7.3. Cuando el cilindro muestre humedad e impurezas que no puedan ser eliminadas, como se indica en 7.7.2, será necesario proceder a una limpieza o lavado más efectivo usando chorro de agua, cadenado, granallado interno o cualquier otro procedimiento, (excepto lavado químico corrosivo), que asegure la eliminación de tal material, sin afectar el acero del cilindro, su tratamiento térmico y que además sea de fácil eliminación y manejo.

7.7.4. El uso de vapor generalmente asegurará una limpieza a fondo. Se coloca el cilindro en forma vertical con la abertura de válvula hacia abajo y se introduce un tubo usado como lanza para proyectar el vapor, realizándose una limpieza hidrodinámica sobre el fondo y paredes del cilindro y arrastrando a su vez las sustancias que se deseen eliminar hacia la

abertura. De esta manera, una vez limpio, el cilindro estará lo suficientemente caliente (50 a 70° C), para que a continuación y con la misma u otra lanza el cilindro pueda secarse rápida y eficientemente con una corriente de aire seco (por ejemplo: punto de rocío = -40° C), para seguir con la inspección.

7.7.5. Granallado o cadonado: La limpieza interior del cilindro podrá ser realizada por medios mecánicos tales como proyección o lanzamiento de granallas o con cadenas. No podrá utilizarse en cambio el arenado interno del cilindro.

7.8. INSPECCIÓN VISUAL INTERNA

7.8.1. En todos los casos, después de completado el procedimiento de limpieza y secado, se aplicará una luz potente para inspección y se repetirán las operaciones si fuera necesario.

7.8.2. Se usará una sonda lumínica de inspección que permita identificar cualquiera de los defectos enumerados anteriormente y en las Tablas II y III (tales como: defectos del material o físicos, corrosión, etc.).

7.8.3. Cualquier cilindro que muestre signos de corrosión interna o suciedad, se podrá limpiar mediante los métodos detallados precedentemente, pero nunca se deberá sobrepasar una temperatura mayor de 300° C, evitando de esta manera dañar al cilindro. Después de esta nueva limpieza interna se repetirá la inspección visual.

7.8.4. Se seguirán los límites para rechazo o condena previstos para los mismos defectos que para la inspección interna.

7.9. CONTROL DE LA MASA O TARA:

7.9.1. Previamente, se constatará que:

- a. El cilindro se halle totalmente vacío, seco y libre de todo accesorio desmontable.
- b. La balanza calibrada a utilizar será de una capacidad entre 1,5 y 2 veces la masa del cilindro.

- c. La balanza deberá asegurar pesadas de fracciones de un mínimo de 100 gramos.

7.9.2. Se establecerá la masa como promedio simple de, como mínimo (3) pesadas en la misma balanza.

7.9.3. Se constatará la concordancia entre el valor hallado y el que se encuentra grabado en el cilindro.

7.9.4. Una diferencia mayor que el 2% con relación a la masa original deberá ser motivo de alerta colocando el cilindro en observación.

7.9.5. Según sea la diferencia entre ambos valores, el cilindro se clasificará como se indica en la Tabla IV.

TABLA IV, PÉRDIDA DE MASA

Pérdida de masa	Resultado
$\Delta m < 4\%$	Aprobado
$4\% \leq \Delta m < 10\%$	Rechazado
$\Delta m < 10\%$	Condenado

7.10. MEDICIÓN DE ESPESORES

7.10.1. El método para la medición de espesores será el de ultrasonido u otro igualmente idóneo.

7.10.2. Los equipos a utilizar serán de una marca reconocida, mantenidos en perfecto estado y operados por personal idóneo. Se contará con una probeta calibrada para su regulación. El instrumento permitirá leer 0,1 mm.

7.10.3. La superficie a controlar se acondicionará eliminándose pintura, suciedad, óxido e irregularidades para permitir un buen contacto entre el palpador y la pared del cilindro. Será ineludible el control de espesor de la generatriz inferior de acuerdo al punto 4.3 y de una hélice de paso a determinar, con un espaciado no mayor a 200 mm.

7.11. Medición del espesor en fondos: Se cumplirá con lo indicado en la Norma IRAM 2628.

7.11.1. El espesor en la zona de apoyo de los cilindros, se mide sobre una línea trazada perpendicularmente a los puntos de contacto entre esa zona y el piso, estando el cilindro en su posición de operación, indicada en el punto 4.3 de la presente Especificación Técnica, en tres puntos como mínimo.

7.12. MÉTODO DE ENSAYO HIDRÁULICO DE CILINDROS: General

- a) La presión de prueba será la indicada por el fabricante y estampada en el cilindro. Bajo ninguna circunstancia debe ser excedida.
- b) Antes de aplicar la presión en el cilindro, éste debe tener la superficie exterior totalmente seca.
- c) La presión de ensayo debe mantenerse durante 2 minutos como mínimo y durante dicho período la presión registrada debe permanecer sin variación.
- d) Bajo estas condiciones el cilindro no debe mostrar pérdidas, deformación visible o defecto alguno.
- e) Si hubiera pérdidas en el sistema o en la conexión con el cilindro deben ser corregidas y el cilindro nuevamente ensayado.
- f) Se tomarán precauciones en la observación de pérdidas en la parte inferior del cilindro.
- g) Una buena práctica consiste en elevar la presión hasta aproximadamente $\frac{2}{3}$ de la total y realizar la purga a través del sistema especialmente preparado para ello y luego completar la presión.

7.13. ENSAYO HIDRÁULICO DE EXPANSIÓN VOLUMÉTRICA

7.13.1. El ensayo de expansión volumétrica se realizará según lo indicado en la Norma IRAM 2587.

7.13.2. La presión de prueba será la marcada en el cilindro.

- 7.13.3. La expansión volumétrica permanente del cilindro expresada como un porcentaje de la expansión total a la presión de ensayo no será mayor que el 10%, salvo lo indicado en 7.3.5.a.3) y 7.3.5.b.3) según corresponda.
- 7.13.4. Si la expansión volumétrica permanente fuese mayor que los valores indicados en 7.13.3 o en 7.3.5.a.3) y 7.3.5.b.3) según corresponda, el cilindro será condenado.
- 7.13.5. Cualquier presión interna aplicada al cilindro previa al ensayo de expansión no debe exceder el 90 % de la presión de ensayo. Si debido a fallas en la instalación el ensayo no pueda completarse, podrá ser repetido a una presión incrementada en 10% o 0,7 MPa, cualquiera sea el menor. La presión se mantendrá como mínimo durante 1 minuto, para asegurar la expansión completa del cilindro.

7.14. SECADO DEL CILINDRO:

- 7.14.1. Luego de la inspección visual interna; de las mediciones de espesores por ultrasonido; y con posterioridad al ensayo hidráulico de expansión volumétrica y antes de la pintura del cilindro, tanto las superficies internas, como externas del mismo deben ser secadas en un grado apropiado a los requerimientos exigidos por estos ensayos e inspecciones.
- 7.14.2. Según se ha expresado en los puntos 7.7.4, 7.9.1.a., y en el 7.12.b, se han dado pautas al respecto.

No obstante, cuando no sea posible calentar el cilindro previamente o cuando sea posible obtener suficiente aire seco y caliente el procedimiento de secado podrá realizarse introduciendo dicho aire con una lanza, verificando que toda la humedad haya sido eliminada.

7.15. REMARCADO DEL CILINDRO:

- 7.15.1. Después de haberse completado la Revisión Periódica satisfactoriamente, y cuando por razones de cambio de masa, la pérdida de esta es significativamente diferente a la consignada en el cilindro, la nueva masa se estampará como se indica a continuación:

Si el cilindro pasa todos los controles y ensayos y un informe técnico lo aprueba, se grabará una nueva masa o tara con su fecha, sin eliminar la original, con el agregado de una "x"; por ejemplo:

Mx.....

7.16. PINTURA DEL CILINDRO:

- 7.16.1. Los cilindros serán repintados, si fuera necesario, según lo indicado en la norma IRAM 2641, para lo cual se preparará convenientemente la superficie hasta metal limpio.
- 7.16.2. La superficie a pintar, libre de humedad, se cubrirá primero con una película de pintura anticorrosiva (preferentemente con inhibidores de corrosión) de suficiente espesor que asegure la calidad del sistema de protección elegido. La cubierta protectora y de identificación final cumplirá con lo indicado en la Norma IRAM 2641, y con la Norma G.E. N° 1-117, Parte II, Pto. 1.5.

7.17. REVALVULADO DEL CILINDRO:

- 7.17.1. Cada cilindro debe ser revalvulado por el Taller de Montaje. Para su transporte se colocará un tapón hermético para proteger a la rosca de daños y además no permitir la introducción en el cilindro de elementos extraños o humedad.
- 7.17.2. Las tapas ciegas o tapones estarán en buen estado protegiendo la rosca de conexión.

7.18. DOCUMENTACIÓN: Cilindro aprobado

- 7.18.1. Se llevará un registro de las revisiones realizadas diariamente cuyo original legalmente firmado será enviado a GAS DEL ESTADO.

7.19. DESTRUCCIÓN DE CILINDROS CONDENADOS

- 7.19.1. Los cilindros que han sido declarados no adecuados, inservibles o peligrosos para su uso, deberán ser destruidos usando uno de los métodos siguientes, antes de lo cual el cilindro será preparado como se indica en 7.7, es decir libre de cualquier sustancia:

El cilindro se aplastará por métodos mecánicos y en caso que la distancia a cualquiera de los extremos sea mayor que 1 m se procederá a sucesivos aplastamientos con intervalos de 1 m. entre ellos.

El aplastamiento cumplirá como mínimo el símil establecido en la Norma IRAM 2526 para el ensayo de aplastamiento sobre cilindros.

8 FORMULAS

- 1) Para cilindros fabricados de acuerdo a la Norma ISO se aplicará la siguiente fórmula para determinar el espesor de cálculo (EC=e)

$$e = \frac{Ph \times D}{\frac{20Re}{1.3} + Ph}$$

siendo: e = espesor de pared en mm.
 Ph = presión de prueba hidráulica en bar.
 Re = tensión de fluencia en N/ mm².
 D = diámetro del cilindro en mm.

- 2) Para cilindros fabricados de acuerdo a la norma IRAM 2526 se aplicará la siguiente fórmula:

$$e = \frac{D}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{1 - \frac{0.13 \times Ph}{\sigma_{adm}}}{1 + \frac{0.04 \times Ph}{\sigma_{adm}}}} \right)$$

donde: e = espesor de pared en mm.
 D = diámetro del cilindro en mm.
 Ph = presión de prueba hidráulica en bar
 $\sigma_{adm} = \frac{5}{6} \times \sigma_f$ para aceros clase B en N/mm²
 $\sigma_{adm} = \frac{2}{3} \times \sigma_f$ para aceros clase A en N/mm²

σ_f = tensión de fluencia

- 3) El Centro de Revisión de Cilindros dispondrá de información sobre las características de los cilindros a verificar, en los que constará para cada modelo: marca, norma de fabricación, dimensiones y material utilizado. Gas del Estado emitirá dicha información en base a la documentación técnica presentada por las firmas fabricantes e importadoras según los puntos 3.1 y 3.2 de la Norma GE N° 1 - 115.

Las firmas fabricantes o importadoras de cilindros deberán presentar además ante Gas del Estado, para cada modelo de cilindro, la declaración jurada de los siguientes valores de diseño:

- Espesor mínimo.
- Tensión de fluencia.
- Tensión de rotura.
- Dureza máxima.
- Memoria de cálculo del espesor mínimo (EC).

ANEXO 1

Equipamiento Mínimo necesario para poder realizar la Revisión Periódica de Cilindros de Acero sin Costura para GNC. GAS DEL ESTADO podrá exigir otros equipos de acuerdo a las necesidades que surjan de la experiencia.

General:

- A.1. Toda cañería, válvula, accesorio y componente que forma el sistema estará diseñado para resistir una presión doble de la máxima de presión de prueba de cualquier cilindro que pueda ser ensayado.
- A.2 Los manómetros cumplirán con lo indicado en la Norma IRAM- IAP A 51 – 65
- A.3 La instalación se diseñará para evitar y eliminar el gas atrapado en el cilindro, cumplimentando las normas legales vigentes.
- A.4 El Centro de Revisión de Cilindros deberá cumplir:
- A.4.1 Requisitos de Inscripción en el Registro de Centros de Revisión para Cilindros de GNC de Gas del Estado, contando con una organización técnico-comercial-administrativa de recursos humanos y materiales adecuada en sus aspectos de capacitación, experiencia e idoneidad en esta especialidad.

A.4.2 Planillas y documentación de: Registro, seguimiento y dictamen diario de los cilindros procesados y de sus componentes, desde su recepción por orden del Taller de Montaje hasta su reenvío. Diagrama de flujo de las tareas de acuerdo con la organización del Centro de Revisión, que haya sido aprobado.

B. Equipamiento:

B.1 - Equipo de eliminación de gases adecuado a la legislación de aplicación.

B.2 - Equipo de compresión de gases inertes de baja presión (5 bar).

B.3 - Equipo de: desvalvulado.

B.4 - Recipientes de recolección de muestras individuales de sustancias halladas en los cilindros, para su control posterior, identificando adecuadamente la muestra.

B.5 - Calibres patrones para roscas de cilindros y de válvulas.

B.6 - Equipo para extracción de válvula obstruida (bajo presión).

B.7 - Cantidad y tipo de tapones de protección adecuados a los distintos tipos de roscas aprobadas para GNC por GAS DEL ESTADO

B.8 - Cepilladora de alambre de acero o arenadora o granalladora externa lavadora química no corrosiva o cualquier tipo de equipo para sacar la pintura hasta el metal base.

B.9 – Amoladora.

B.10 - Deshumidificador ó calentador de aire, con sus correspondientes lanzas.

B.11 - Equipo para limpieza interior del cilindro y lavadora química no corrosiva.

B.12 - Equipo lumínico de inspección interna de cilindros.

B.13 - Balanza calibrada, de capacidad suficiente y precisión de cien gramos.

B.14 - Medidor de espesor por ultrasonido de marca reconocida, con calibrador de medición, que asegure 0,1 mm de lectura.

B.15 - Equipo completo de prueba hidráulica con expansión volumétrica, según Norma IRAM 2587 con registrador.

B.16 - Equipo de pintura (anticorrosiva y de terminación).

B.17 - Prensa de aplastamiento de cilindros condenados.

B.18 - Juego de cuños completos (letras y números) para remarcación de cilindros.

B.19 - Computadora PC compatible con IBM.