

# “ TECNOLOGÍA DE COMPROBACIÓN A RESISTENCIA Y HERMETICIDAD PARA RECIPIENTES SOMETIDOS A PRESIÓN ”

I. Sobrado, A. Bubaire, M.Alfonso.  
Centro de investigación Naval, CIDNAVAL. Cuba.

## RESUMEN

La tecnología de comprobación a resistencia y hermeticidad para recipientes sometidos a presión por los métodos de líquido penetrante, hidráulicas y de hermeticidad con aire constituye un documento donde se detallan los tres tipos de pruebas a realizar después de la construcción o reparación de recipientes que por sus características de explotación así lo requieran, que son de hermeticidad de las uniones soldadas con líquido penetrante, de resistencia hidráulica y de hermeticidad con aire, en este trabajo se explica el orden de realización de las pruebas, las medidas de seguridad con sus prohibiciones, se detallan la preparación para las pruebas y los instrumentos y herramientas necesarias y se hace una descripción de cada una de las pruebas a realizar, las comprobaciones etc. Así como los modelos necesarios para la certificación de las pruebas. Constituyendo un documento de gran aplicación en la industria en la esfera de la construcción y reparación naval.

## INTRODUCCIÓN.

Se persigue con este documento establecer una tecnología por la cual se realizaran las pruebas de resistencia y hermeticidad por los métodos de líquido penetrante, hidráulicas y de hermeticidad con aire a recipientes sometidos a presión y que su rama de aplicación será la naval específicamente en aquellas embarcaciones que por sus exigencias constructivas así lo requieran. Dichas pruebas se realizaran en las diferentes partes del proceso constructivo siguiendo las instrucciones del proyecto.

## **1 TIPOS DE PRUEBAS A REALIZAR A LOS RECIPIENTES SOMETIDOS A PRESIÓN DE USO EN LA RAMA NAVAL. SE REALIZARAN 3 TIPOS DE PRUEBA DE HERMETICIDAD:**

- 1.1 Prueba de hermeticidad de las uniones soldadas con líquido penetrante.
- 1.2 Prueba de resistencia hidráulica.
- 1.3 Prueba de hermeticidad con aire.

## **2. Orden de realización de las pruebas**

- 2.1 Se realizará la prueba de hermeticidad con líquido penetrante en la medida que se construyan, una a una, las partes soldadas
- 2.2 Se le realizara prueba con líquido penetrante a todas las uniones soldadas del recipiente que se someterá a presión y que no se le realizaron pruebas con rayos X.
- 2.3 Se realizará prueba hidráulica a cada tanque una vez que se concluya con la prueba del líquido penetrante.
- 2.4 Se realizara prueba hidráulica siguiendo los pasos de la siguiente metodología
- 2.5 Una vez realizado el montaje de sistema de sentina se realizara junto con la prueba del sistema (hermeticidad) la prueba de hermeticidad de cada uno de los tanques.

## **3. Medidas de seguridad durante las pruebas.**

- 3.1 Todo el personal que participe en las pruebas debe tener conocimiento de las medidas de seguridad y haber firmado el acta de conformidad de las pruebas.

3.2 Durante las pruebas es necesario tener acceso a todas las estructuras. Para la comprobación de estructuras de mas de 2 metros es necesario colocar andamios.

3.3 Comprobar antes de cerrar registros y escotillas que no queden personas dentro.

3.4 Los registros se cerraran con todos sus espárragos y tuercas, las tapas provisionales también se les montara todos sus espárragos y tuercas.

3.5 **Se prohíbe** categóricamente la utilización de extensiones de llaves para el apriete de registros.

3.6 **Se prohíbe** durante la prueba usar lamparas de voltaje mayor a 24 volt.

3.7 **Se prohíbe** dar golpes sobre las estructuras de los recipientes sometidos a presión máxima de prueba hidráulica y durante toda la prueba con aire.

3.8 **Se prohíbe** que personal ajeno a las pruebas se acerque ó este en el lugar de las mismas.

3.9 **Se prohíbe** la utilización de manómetros sin el cuño de verificación actualizado y sin sellar.

3.10 Para la corrección de los defectos utilizar medios en correcto estado técnico con su respectiva certificación del departamento de calidad de la entidad o empresa en cuestión

3.11 Se usaran extractores para la ventilación de las cisternas una vez realizado los trabajo de corrección de los defectos.

3.12 Al concluir la prueba con aire o agua realizar el vaciado de la cisterna.

3.13 Antes de entrar a los locales o tanques que se le realizaron pruebas o antes de realizar algún trabajo se procederá a eliminar la presión (botar el aire o el agua).

3.14 Durante el llenado de los locales o tanques con aire no se permite el incremento brusco de la presión.

3.15 La sustancia que se elija para la preparación de la solución de prueba no debe tener propiedades corrosivas.

3.16 En la prueba con aire comprimido la presión de comprobación debe ser, para presiones de trabajo hasta 3 kf/cm<sup>2</sup> de 0.5 sobre la presión de trabajo y para más de 3 kf/cm<sup>2</sup> el exceso de la presión será del 15 %.

#### **4. Preparación para las pruebas.**

4.1 Todas las uniones y superficies de las construcciones a probar deben estar limpias de suciedades, secas y sin pintar.

4.2 Que estén con sus tapones y juntas todos los insertos a los cuales se les montara tuberías posteriormente.

4.3 Las válvulas montadas en la cisterna o tanques y que no se usaran durante la prueba permanecerán cerradas y con todos los elementos de fijación y juntas originales.

4.4 Las tuberías interiores estarán montadas definitivamente con sus presillas de fijación según plano de montaje.

4.5 Para medir la presión deben ser utilizado instrumentos de medición certificados (manómetros).

4.6 Para incrementar la garantía de la medición de la presión así como la ejecución sin peligro de las pruebas se instalaran dos manómetros.

4.7 La ubicación de los manómetros se hará de forma tal que el operario que realice el suministro de aire pueda efectuar la lectura del instrumento.

4.8 Para el suministro de aire comprimido se utilizará una válvula reductora la cual se ubicará cerca de la cisterna a probar.

4.9 Para que la presión de aire permisible no sobrepase la permisible por las condiciones de las pruebas se deben instalar válvulas de seguridad reguladas a 25% por encima de la presión permisible.

4.10 La revisión de la superficie a comprobar se realizará dos veces, una al llegar a la presión de prueba, y otra al finalizar el tiempo de prueba.

4.11 Durante la comprobación se les prestará especial atención a los cordones de soldaduras

realizados manualmente y que tengan superficies irregulares y a los cordones que se realizaron en lugares de difícil acceso.

4.12 Para la solución de salideros primero se le eliminará completamente la presión interior.

4.13 Cuando se realice el soplado con aire (prueba de hermeticidad) una vez que se logre la presión de comprobación, se dejaran pasar 10 minutos y se volverá a inyectar más aire hasta alcanzar la presión de comprobación nuevamente.

4.14 En el caso que se realice prueba con aire para identificar los posibles salideros se empleará una solución de jabón que se preparará en un recipiente de capacidad de 4 a 5 litros y periódicamente se realizará el batido de la misma y se aplicara con brochas sobre la superficie de la unión que se pruebe.

4.15 Los cordones de soldaduras verticales se probaran de abajo hacia arriba evitando que la solución chorreante no estorbe la inspección de otra zona.

### **5. Instrumentos y herramientas para las pruebas**

Los instrumentos a utilizar durante las pruebas dependerán en gran medida del uso en específico para el cual se ha concebido los tanques o compartimentos siendo los que se relacionan a continuación una guía aproximada.

5.1 Prensa hidráulica para crear presión de 0 kgf/cm<sup>2</sup> a 30 kgf/cm<sup>2</sup>.

5.2 Mangueras de gomas resistentes a 10 kg. con diámetro nominal DN=10 mm y longitud L=20 metros también pueden ser utilizados tubos.

5.3 Mangueras para agua con diámetro nominal Dn=50 mm y longitud L=20 metros.

5.4 Extensiones eléctricas portátiles de 24 V con sus respectivos protectores.

#### **5.5 Manómetros**

- a) La instalación de los manómetros se hará según la NC 90-07-13:83 'Aseguramiento metrológico. Manómetros de deformaciones elásticas. Instalación y utilización.
- b) Los manómetros tendrán una escala de precisión no superior a la indicada en la tabla 1
- c) En la escala del manómetro se marcará en rojo la presión máxima permisible del recipiente.
- d) El manómetro se instalara en lugar visible, en un plano vertical o con inclinación hacia delante de 30°.
- e) El diámetro nominal de los manómetros que se instalan hasta una altura de 2 m desde el nivel del punto de observación será como mínimo de 100mm. Cuando dicha altura sea superior y hasta 5 m el diámetro será como mínimo de 150mm.
- f) Entre el manómetro y el recipiente se instalará una válvula de 3 vías u otro dispositivo con toma para manómetro de control.

Tabla No 1

Presión máxima Kgf/cm <sup>2</sup>	Escala	Cant.
1,5	0,1	2
3	0,5	2
10	1	2

5.6 Regulador de presión a 0.8 kgf/cm<sup>2</sup> siempre y cuando la presión en la línea abastecedora sea mayor que la máxima de prueba

5.7 Válvula de seguridad regulada al 25% por encima de la presión de prueba.

5.8 Entredós o racores para la instalación de válvulas de seguridad y manómetros.

5.9 Válvula de paso para el suministro de aire.

5.10 Válvula de paso para la ventilación.

- 5.11 Presillas metálicas para la fijación de las mangueras de acuerdo al diámetro de las mangueras (10 y 50) mm.
- 5.12 Juego de espárragos con sus tuercas para los registros de pruebas con sus juntas de neopreno.
- 5.13 Juego de llave española y de cubo.
- 5.14 Brochas mediana (Mas de 2)
- 5.15 Recipiente de 10 litros.
- 5.16 Trapos.
- 5.17 Insertos para el montaje en los registros de manómetros, válvulas de seguridad y válvulas de paso. Este diseño se realizará de acuerdo al equipamiento.
- 5.18 Martillo o maceta de 0,5- 1 kg.

**DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS**

**6 Prueba con líquido penetrante (Kerosene)**

- 6.1 La prueba con líquido penetrante(Kerosene) en las uniones soldadas se efectúa para comprobar la estanqueidad de las uniones soldadas. Las uniones a solape no se someten a la prueba con la aplicación con kerosene.
- 6.2 Durante la prueba uno de los lados de la costura de soldadura debe ser cubierto con una solución de yeso. La solución de kerosene se aplicará después que la solución de yeso se haya secado.
- 6.3 Durante el tiempo de duración de la prueba sobre la superficie de la costura debe haber constantemente una capa de kerosene, según este se vaya secando o chorreando las costuras se debe periódicamente humedecerse con este.
- 6.4 Tiempo de duración de las pruebas

Tabla No 2

Espesor del cateto o de la plancha en mm	Tiempo bajo la acción del kerosene en minuto	
	Disposición de la costura	
	Inferiores	Vertical y horizontal
Hasta 6 -----	40	60
Desde 6 hasta 24 -----	60	90

- 6.5 Al comprobar uniones doble T, ejecutadas con costuras por ambos lados, el tiempo de duración indicado en la tabla 1 debe ser incrementado dos veces.
- 6.6 Se considera estanca la estructura si durante el tiempo de acción del líquido penetrante sobre la superficie que se ha aplicado en la solución de yeso no aparecen manchas de kerosene.

**7 Prueba hidráulica**

**Inspección interior.**

- 1. La inspección se dirige a comprobar el estado de las superficies interiores y exteriores para la cual será necesario:
  - a) Eliminar toda suciedad y residuos de herrumbre limpiando esmeradamente con agua a presión todo el recipiente a probar.
  - b) Después de realizar la preparación inicial proceder a inspeccionar el recipiente detenidamente por dentro, para el caso de las cisternas será a través de los registros auxiliándose en ambos casos de lamparas de 24 V.

Después de haber pasado satisfactoriamente la inspección interior, el recipiente se somete a prueba hidráulica, realizando la siguiente preparación previa:

7.1 Montar para el caso de las tanques o cisternas los registros con sus juntas nuevas, las tapas ciegas y tapones según corresponda de todos los orificios de la cisterna o tanque que se probará en cuestión.

7.2 Se realizará el llenado con agua limpia del local o recipiente a comprobar hasta el reboso a través de uno de los orificios superiores.

7.3 Acoplar al orificio de suministro o toma de presión, el extremo de la manguera o tubería de suministro de la bomba hidráulica. El otro extremo de la bomba o prensa hidráulica o sea el de succión se conecta a alguna toma de agua limpia.

7.4 Antes de comenzar a levantar presión hay que cerciorarse de que existe una buena hermeticidad de los acoples y que en el interior del recipiente no queden cojines de aire. Para evitar esto último, se le suministrara un poco de agua a presión y cuando por la ventilación o algún otro tapón previamente aflojado en la parte superior, comience a derramarse agua, este se enrosca nuevamente.

7.5 Secar todo el cuerpo del recipiente con estopa o trapo.

7.6 Realizada esta operación se procederá a levantar presión hasta la de prueba de acuerdo al valor dado por el fabricante.

7.7 El aumento de presión se realiza lenta y escalonadamente hasta **la presión de prueba** manteniéndose constante por **un período de 5 minutos**, durante el cual se revisará detenidamente las costuras soldadas, las tapas, registros, los fondos, los laterales etc. A fin de detectar salideros y lagrimeos en las uniones soldadas y cuerpo, deformación residual, roturas etc.

7.8 **Pasado los 5 minutos** se procederá a disminuir la presión hasta la **máxima de trabajo** (ver valor de comprobación del constructor) y se continua la inspección, auxiliándose de un martillo o maceta de hasta 1 kg para golpear levemente las costuras soldadas, el cuerpo etc.

7.9 Las cisternas que se le realizará la prueba hidráulica con presión de agua aparecen en la documentación de proyecto.

7.10 **El tiempo necesario de duración para la prueba hidráulica** se determina por el tiempo necesario de revisión de la misma pero **nunca será menor a 1 hora**.

7.11 **La cisterna o el tanque se considerará estanco sí:**

**a) No se observan en él señales de roturas.**

**b) No se detectan fugas en las costuras.**

**c) No se detectan deformaciones residuales visibles.**

**d) Si durante el tiempo de 1 hora no hay caída de presión.**

7.12 Terminado el tiempo de la prueba se desciende la presión lenta y escalonadamente hasta la presión atmosférica procediendo al desmontaje de todo el equipamiento si los resultados son satisfactorios.

## **8 Prueba con aire comprimido (hermeticidad).**

### **Inspección interior.**

1. La inspección se dirige a comprobar el estado de las superficies interiores y exteriores para la cual será necesario: njm

c) Eliminar toda suciedad y residuos de herrumbre limpiando esmeradamente con agua a presión todo el recipiente a probar.

d) Después de realizar la preparación inicial proceder a inspeccionar el recipiente detenidamente por dentro, para el caso de la cisterna será a través de los registros auxiliándose de lamparas de 24 V.

Después de haber pasado satisfactoriamente la inspección interior, el recipiente se somete a comprobación de hermeticidad, realizando la siguiente preparación previa:

8.1 Montar para el caso de las cisternas o tanques los registros con sus juntas nuevas, las tapas ciegas y tapones según corresponda de todos los orificios de la cisterna que se probará

en cuestión.

8.2 Las presiones de comprobación se determinan por la documentación de proyecto.

8.3 Se realizará la desconexión de los tramos o partes de tuberías que no se comprobaran, para lo cual se taponearan todas las tomas y si existiera algún dispositivo de cierre y regulación se apretara bien los preñes estopa y empaquetaduras.

8.4 El llenado del recipiente se hará con la ayuda de un compresor especial o por medio de una línea de producción. Si la presión en la línea puede sobrepasar la presión de trabajo del recipiente, es necesario instalar en la tubería una válvula reductora, regulada a una presión que no sobrepase el exceso de la presión de comprobación del recipiente.

8.5 Después de la válvula de cierre o sobre el mismo recipiente se instalará un manómetro verificado y sellado, cuya escala se corresponda con las presiones de comprobación según las tablas y documentación de proyecto.

8.6 El aumento de la presión en el recipiente tiene que ser lento y escalonado.

8.7 La detección de salideros a la presión de trabajo se realizará con la aplicación de una solución jabonosa sobre las costuras soldadas, prensaestopa. De producirse caída de presión hay que disminuir lenta y escalonadamente la presión hasta la atmosférica, después de lo cual, se eliminarán las causas de la caída.

8.8 Se instalarán dos manómetros, uno de trabajo y otro de control los cuales serán del mismo rango.

8.9 El aire se suministrará a través de válvulas reductoras de baja presión hasta 1 kgf/cm<sup>2</sup>.

8.10 Los manómetros y válvulas de seguridad deben ser comprobados y estar sellados por el departamento de calidad de la empresa.

8.11 La escala del manómetro se escoge de una escala adecuada que permita la lectura de pequeñas magnitudes de caída de presión (0,1 kgf/cm<sup>2</sup>).

## **BIBLIOGRAFÍA**

- 1 Colectivo de autores- Reglas de explotación de cascos metálicos, mecanismos y sistemas navales de buques.
- 2 Casillas, A.L Máquinas. Edit: Científico-Técnica, La Habana 1989.
- 3 Normas cubanas.
- 4 Goshkin, Serguei. Sistemas Navales Especiales, Edit Progreso, Moscú 1987