



Buenas prácticas en Pruebas hidrostáticas en tuberías de plástico para Sistemas Contra Incendio en Plantas Envasadoras de GLP

INDICE

1. Alcance
2. Representantes
3. Documentos y equipos
4. Desarrollo
 - 4.1 Verificaciones preliminares
 - 4.2 Desarrollo de la prueba
5. Datos registrados
6. Evaluación
7. Inspección y mantenimiento
8. Resultados

1. Alcance.-

El presente documento contempla los requisitos mínimos a tomarse en cuenta para realizar las pruebas hidrostáticas en la red de tuberías principales de plástico¹ del sistema de contra incendio en las Plantas Envasadoras de GLP.

Para ello se deberá considerar lo señalado en el artículo 73º del D.S. 027-94-EM, la cual hace referencia al cumplimiento de las normas NFPA, por lo que en concordancia a ello es posible la aplicación de la norma NFPA 24, Edición 2019.

El propietario de la planta es responsable del cumplimiento de todo lo indicado en las normas NFPA que corresponden al diseño, materiales e instalación de las tuberías principales del Sistema Contra Incendios. En caso existieran discrepancias entre lo indicado en el presente documento y lo requerido por NFPA, primará lo que se indique en la norma NFPA correspondiente.

2. Representantes presentes durante la prueba².-

Los representantes presentes durante las pruebas deben contar con los equipos de protección de personal adecuados (chaleco, casco, orejeras, etc.) y deben estar debidamente capacitados para atender cualquier contingencia.

- 2.1 Representante de la Empresa Envasadora de GLP.** – Personal designado por el representante legal de la empresa Envasadora de GLP, a fin de garantizar la realización y conformidad de las pruebas en coordinación con la contratista y empresa responsable de las pruebas.
- 2.2 Representante de la empresa encargada de la Instalación.**- Personal designado por la empresa encargada de la instalación de las tuberías y equipos que conforman el sistema contra incendios. En coordinación con el personal de la Planta Envasadora de GLP, realizarán el programa de las actividades a ejecutar durante las pruebas, a fin de evitar la ocurrencia de no conformidades.
- 2.3 Representante de la empresa encargada de las Pruebas.** – Ingeniero Colegiado designado por la empresa encargada de realizar las pruebas. Encargado de velar el cumplimiento de las buenas prácticas en pruebas de aceptación y cubrir las necesidades de materiales, equipos, instrumentos y accesorios, así como la ejecución y/o inspección de todos los trabajos relacionados con esta actividad y tomar las medidas necesarias para aceptación de la prueba.
- 2.4 Por Osinermin.**- Empresa Supervisora contratada por Osinermin y/o personal designado por Osinermin para presenciar las pruebas que se realicen.

¹ En concordancia con el numeral 3.3.13 de la NFPA 24, Edición 2019, la tubería principal incluye:

- a) Tubería de succión y descarga de la bomba contra incendios.
- b) Entre la válvula de control en la descarga de la BCI y la válvula de control de los aspersores.
- c) Entre la válvula de control en la descarga de la BCI y la válvula de mangueras.
- d) Entre la válvula de control en la descarga de la BCI y el codo base de los hidrantes y/o monitores.

² La presencia de los representantes indicados permite que, de verificarse problemas en la instalación, equipos o el desempeño del sistema de enfriamiento por aspersores, estos sean identificados y corregidos a satisfacción del propietario, Osinermin o cualquier otra parte involucrada.

3. Documentos y equipos. -

3.1 Documentos

- Procedimiento detallado para el desarrollo de la prueba, que incluya aspectos de seguridad y operación de contingencia a ser aplicados durante la prueba.
- Diagrama de tuberías e instrumentación (DTI) indicando las secciones de tuberías donde se realizará la prueba.
- Plano isométrico de las tuberías principales del SCI.
- Datos técnicos de la tubería (presión de diseño, presión máxima de trabajo permisible).
- Certificado de calibración del manómetro utilizado.
- Reporte de lavado de tuberías.

3.2 Equipos

- Manómetro calibrado.
- Bomba de presión.

4. Desarrollo de la prueba. –

Se debe documentar la metodología aplicada, el personal que la aplica y los resultados obtenidos.

4.1 Verificaciones preliminares.

Verificación de la tubería o sistema de prueba.

La tubería de plástico, incluye según la NFPA 24, Edición 2019:

<i>Materiales y dimensiones</i>	<i>Standard</i>
<i>Tubería de presión de cloruro de polivinilo (PVC) de 4 pulg. a 12 pulg., para distribución de agua</i>	<i>AWWA C900</i>
<i>Tubería de presión de cloruro de polivinilo (PVC) de 14 pulg. a 48 pulg., para distribución de agua</i>	<i>AWWA C905</i>
<i>Tubería y accesorios a presión en poli etileno (PE), desde 4 pulg. (100 mm) hasta 63 pulg. (1575 mm.) para distribución y transporte de agua</i>	<i>AWWA C906</i>
<i>Cloruro de polivinilo de orientado (PVCO), desde 4 pulg. (100 mm) hasta 24 pulg. (600 mm.) para agua, aguas residuales y servicio de agua recuperada</i>	<i>AWWA C909</i>

- 4.1.1 La purga de aire durante el llenado del sistema debe realizarse aflojando bridas o usando dispositivos adecuados.
- 4.1.2 Revisar visualmente que los platos ciegos y válvulas que aíslan el sistema a probar se encuentren adecuadamente instalados. Los equipos o secciones de tubería que no

sean sometidos a la prueba, serán desconectados o aislados por medio de platos ciegos o válvulas.

- 4.1.3 La zanja debe ser rellenada entre uniones antes de la prueba para evitar movimientos de la tubería³. Las pruebas hidrostáticas deberían hacerse antes de tapar las uniones, de modo que cualquier fuga pueda detectarse fácilmente. Los bloques de empuje deberían estar suficientemente endurecidos antes que comience la prueba hidrostática⁴.

Verificación del fluido de prueba:

- 4.1.4 Se debe contar con la cantidad suficiente de agua para efectuar la prueba.
- 4.1.5 Se recomienda utilizar agua libre de aditivos y químicos corrosivos con una temperatura mínima entre 40 °F y 120 °F (4 °C y 48.9 °C)⁵. El agua puede ser agua cruda o agua tratada a la temperatura ambiente, limpia y libre de materia en suspensión.

4.2 Desarrollo de la prueba

Se deben tomar las precauciones necesarias, a fin de proteger al personal en caso de ruptura de la tubería.

Todos los sistemas nuevos, incluyendo tuberías de patio y conexiones de bomberos, deben ser probadas hidrostáticamente. La presión de prueba se aplicará usando una bomba pequeña.

El procedimiento de prueba de fugas hidrostática consiste en 4 fases:

Fase de Llenado

Se deberá llenar la sección de prueba completamente con el líquido de prueba. Se debe asegurar que no haya aire atrapado en la sección de prueba, ya que al ser presurizado podría ocasionar accidentes. Utilice venteos en los puntos altos para eliminar el aire⁶.

Fase de expansión inicial

Presurizar gradualmente la sección de prueba hasta la presión de prueba, La presión debe ser aplicada lenta y uniformemente, incrementada en aumentos de 50 psi (3.4 bares) hasta que se obtenga la presión de prueba. Es recomendable que esta presión se mantenga durante tres (3) horas⁷.

³ Numeral 10.10.2.2.4* y A.10.10.2.2.4 de la NFPA 24, edición 2019.

⁴ Numeral 10.10.2.2.5 de la NFPA 24, edición 2013. Donde sea requerido por medidas de seguridad a causa de los peligros de zanjas abiertas, debe permitirse que la tubería y uniones sean rellenadas, siempre que el contratista de la instalación asuma la responsabilidad de ubicar y corregir fugas.

⁵ En concordancia con el numeral 12.2.3 de la de la NFPA 24, edición 2019.

⁶ Numeral A.10.10.2.2.1 de la NFPA 24, Edición 2019.

⁷ En concordancia con el numeral A.10.10.2.2.6 de la NFPA 24, Edición 2019.

Durante la fase de expansión inicial, la tubería de plástico se expandirá ligeramente y se requerirá agregar fluido de prueba para mantener la presión. No es necesario monitorear la cantidad de agua agregada durante la fase de expansión inicial. Asimismo, se debe estar atento a que la presión no aumente en exceso debido al suministro de fluido de prueba.

Inmediatamente después de la fase de expansión inicial, dejar de añadir líquido de prueba.

Fase de prueba

La presión se aumentará gradualmente en etapas hasta que se alcance una presión no menor a los 200 psi o 50 psi por encima de la presión de trabajo del sistema (el que sea mayor). Alcanzada la presión de prueba, y debe mantenerse esa presión a ± 5 psi (0.35 bares) por 2 horas.⁸

Se verifica que la presión de prueba se mantenga dentro del rango permitido (± 5 psi de la presión de prueba). La pérdida de presión se debe determinar por la caída en la presión manométrica o por filtraciones visibles⁹. Cualquier reducción de presión durante la prueba (mayor a 5 psi) se considerará la presencia de una fuga, a menos que dicha reducción se puede atribuir fácilmente a alguna otra causa.

En el caso que la presión de prueba ha disminuido y se ha verificado que no existen fugas, se puede agregar agua al sistema para mantener las presiones de prueba y monitorear la cantidad de agua de reposición necesaria para mantener la presión de prueba por dos (2) horas.

Tolerancia a la prueba hidrostática: Donde es agregada agua al sistema para mantener las presiones de prueba, la cantidad de agua se medirá y no podrá superar los límites de la Tabla 10.10.2.2.6, que son basados en las siguientes ecuaciones:

Unidades Americanas	Unidades métricas (S.I.)
$L = \frac{SD\sqrt{P}}{148,000} \quad 10.10.2.2.6 (a)$	$L = \frac{SD\sqrt{P}}{794,797} \quad 10.10.2.2.6 (b)$
Donde: L = tolerancia de prueba (agua de reposición [gph (gal/h)]) S = longitud de la tubería probada (pies) D = diámetro nominal de la tubería (pulg) P = presión de prueba promedio durante la prueba hidrostática (psig)	Donde: L = tolerancia de prueba (agua de reposición) (L/h) S = longitud de la tubería probada (m) D = diámetro nominal de la tubería (mm) P = presión de prueba promedio durante la prueba hidrostática (kPa)

Tabla 10.10.2.2.6 de la NFPA 24, Edición 2019. Tolerancia de Prueba Hidrostática a 200 psi

Diámetro Nominal de Tubería pulg. (mm)	Tolerancia de Prueba gph/100 pies de tubería (lph/100 m de tubería)	Diámetro Nominal de Tubería pulg. (mm)	Tolerancia de Prueba gph/100 pies de tubería (lph/100 m de tubería)
2 (50)	0.019 (0.236)	14 (350)	0.134 (1.66)
4 (100)	0.038 (0.472)	16 (400)	0.153 (1.90)
6 (150)	0.057 (0.708)	18 (450)	0.172 (2.14)
8 (200)	0.076 (0.944)	20 (500)	0.191 (2.37)

⁸ Numeral 10.10.2.2.1 de la NFPA 24, Edición 2019.

⁹ Numeral 10.10.2.2.2 de la NFPA 24, edición 2019.

<i>Diámetro Nominal de Tubería pulg. (mm)</i>	<i>Tolerancia de Prueba gph/100 pies de tubería (lph/100 m de tubería)</i>
10 (250)	0.096 (1.19)
12 (300)	0.115 (1.43)

<i>Diámetro Nominal de Tubería pulg. (mm)</i>	<i>Tolerancia de Prueba gph/100 pies de tubería (lph/100 m de tubería)</i>
24 (600)	0.229 (2.84)
-	-

(1) Para otras longitudes, diámetros y presiones, utilizar la ecuación 10.10.2.2.6 (a) o 10.10.2.2.6 (b) para determinar la tolerancia de prueba apropiada.

(2) Para las secciones de prueba que contienen varios tamaños y secciones de tubería, la tolerancia de prueba es la suma de las tolerancias de prueba para cada tamaño y sección.

Se debe contar con un Registro de Presiones de Prueba Hidrostática, donde se anotarán los datos de tiempo, presión, cantidad de agua de reposición y cualquier hecho que pueda influir en el resultado de la prueba. Se recomienda que los intervalos del Registro de Presiones de Prueba Hidrostática sean de 10 min.

Fase de despresurización

Una vez terminada la prueba, se deberá retirar las conexiones temporales, manómetros, etc. y vaciar el sistema. Luego se reinstalarán las válvulas de control, placas, orificio, juntas de expansión y cualquier otro elemento retirado antes de la prueba.

Si se han encontrado fugas u otros defectos, la parte afectada del sistema de tubería deberá ser reparado o reemplazado y la prueba deberá realizarse nuevamente.

5. Datos Registrados:

Como mínimo se deben registrar los siguientes datos:

- Identificación y descripción de la tubería o sistema probado.
- Presión de diseño de las tuberías.
- Presión de prueba.
- Fluido de prueba.
- Registro de presiones de Prueba Hidrostática.
- Cantidad de agua de reposición necesaria para mantener la presión de prueba.
- Tiempo en el que se agrega el agua de reposición.
- Tiempo de duración de la prueba hidrostática.

6. Evaluación

- Registro de Presiones de Prueba Hidrostática. Las presiones registradas, en varios intervalos durante la prueba, no deberán ser menor a los 200 psi o 50 psi por encima de la presión de trabajo del sistema (el que sea mayor), y debe mantenerse esa presión \pm 5 psi (0.35 bares) por dos horas.
- Cantidad de agua de reposición necesaria para mantener la presión de prueba.

La cantidad de agua agregada para mantener las presiones de prueba requeridas por 10.10.2.2.1 de la NFPA 24, Edición 2019 no podrá exceder los límites de la Tabla 10.10.2.2.6 de la norma en mención.

7. Inspección y Mantenimiento

Las pruebas hidrostáticas de no menos de 200 psi (13.8 bar) de presión durante 2 horas, o a 50 psi (3.4 bar) por encima de la presión máxima, donde la presión máxima excede de 150 psi (10.3 bar), deben llevarse a cabo cada 5 años en los sistemas de tubería principales¹⁰.

8. Resultados de la Prueba

De haberse verificado que la tubería probada no presenta fugas y la presión final de la prueba no presenta variación de ± 5 psi respecto a la presión inicial de la prueba se deberá dar conformidad a la prueba hidrostática en tuberías de plástico para Sistemas Contra Incendio.

En caso no se cumpla con lo indicado en **6. Evaluación** se rechazará la prueba, se deberá revisar las causas, ejecutar las acciones correctivas y realizar las pruebas nuevamente.

¹⁰ Numeral 6.3.2.1* de la NFPA 25, edición 2017.