

NORMA DE CONSTRUCCIÓN PARA PRUEBA DE PRESIÓN HIDROSTÁTICA EN REDES DE AGUA POTABLE





CONTROL DE CAMBIOS									
Fecha			Elaboró	Revisó	Aprobó	Descripción	Entrada en vigencia		
DD	MM	AAAA					DD	MM	AA
06	03	2017	SAOV	CBV	LFAG	Creación	01	01	2018
11	10	2018	SAOV	CVB	LFAG	Modificación	11	10	2018

AGUAS	INFRAESTRUCTURA LINEAL ACUEDUCTO	NC-AS-IL01-31	REV. 0
	PRUEBA DE PRESIÓN HIDROSTÁTICA EN REDES DE AGUA POTABLE	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: CBV
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada		PÁGINA: 1 de 17

CONTENIDO

1.	OBJETO	3
2.	ALCANCE	3
3.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	3
4.	REQUISITOS TÉCNICOS	4
4.1.	DESCRIPCIÓN GENERAL.....	4
4.1.1.	Aspectos generales de la prueba de presión hidrostática	4
4.1.2.	Manómetros.....	7
4.1.3.	Procedimiento para la prueba de presión hidrostática según el material de la tubería	7
4.1.3.1	Tubería PVC.....	8
4.1.3.2	Tubería de hierro dúctil (HD)	9
4.1.3.3	Tubería de concreto (cilindro de acero con refuerzo de varilla CCP) y tubería de acero WSP	11
4.1.3.4	Tubería de polietileno	13
4.1.4.	Registro de resultados de la prueba de presión hidrostática.....	13
4.1.5.	Cierre final	14
5.	LISTA DE ACTIVIDADES NECESARIAS PARA LA PRUEBA DE PRESIÓN HIDROSTÁTICA.....	14
6.	LISTA DE MATERIALES NECESARIOS PARA LA PRUEBA DE PRESIÓN HIDROSTÁTICA.....	14
ANEXO 1 – FORMATO PARA CONTROL Y REGISTRO DE PRUEBA DE PRESIÓN HIDROSTÁTICA		16

AGUAS	INFRAESTRUCTURA LINEAL ACUEDUCTO	NC-AS-IL01-31	REV. 0
	PRUEBA DE PRESIÓN HIDROSTÁTICA EN REDES DE AGUA POTABLE	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: CBV
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 2 de 17

1. OBJETO

Esta norma tiene como propósito establecer los requisitos técnicos que se deben cumplir en la realización de la prueba de presión hidrostática en las redes de tubería para agua potable de EPM, con el fin de garantizar el correcto ensamble entre tramos de tubería, válvulas, accesorios y demás elementos de la red, con la ausencia de fugas y posibles defectos.

2. ALCANCE



Esta norma aplica para las redes nuevas de acueducto que ingresan al sistema de EPM.

Esta norma reemplaza en su totalidad la norma y especificación general de construcción NEGC-704-04 "Prueba hidrostática de tuberías"

3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Los reglamentos, las normas técnicas nacionales e internacionales y demás documentos empleados como referencia en esta norma de construcción, deben ser considerados en su versión más reciente.

DOCUMENTO	NOMBRE
NDA EPM 2013	Norma de Diseño de Sistema de Acueducto de EPM
AWWA C605	Underground installation of polyvinyl chloride (PVC) and molecularly oriented polyvinyl chloride (PVCO) pressure pipe and fittings
AWWA C600	Installation of ductile-iron mains and their appurtenances
AWWA C604	Installation of buried steel water pipe – 4 in (100 mm) and larger
AWWA C303	Concrete Pressure Pipe, Bar-Wrapped Steel-Cylinder Type
Manual AWWA M9	Concrete Pressure Pipe
Manual AWWA M55	PE Pipe – Design and Installation
ASTM E1003	Standard Practice for Hydrostatic Leak Testing.
ASTM F2164	Standard Practice for field Leak Testing of Polyethylene (PE) and Crosslinked Polyethylene (PEX) Pressure Piping Systems Using Hydrostatic Pressure.
ISO 10802	Ductil Iron Pipes. Hydrostatic testing after installation
NTC 2263	Metrología. Manómetros indicadores de presión, manómetros de vacío y manómetros de presión - vacío para usos generales.
NTC 3742	Práctica normalizada para instalación subterránea de tubos termoplásticos de presión
NTC 5184	Tuberías de hierro dúctil. Pruebas hidrostáticas después de la instalación

AGUAS	INFRAESTRUCTURA LINEAL ACUEDUCTO	NC-AS-IL01-31	REV. 0		
	PRUEBA DE PRESION HIDROSTATICA	ELABORÓ: CET N y L	REVISÓ: SAOV		
		APROBÓ: RHOT	FECHA:		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 3 de 17

DOCUMENTO	NOMBRE
Resolución 0330 de 2017 Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009
Resolución 501 de 2017 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	Por el cual se expiden los requisitos técnicos relacionados con composición química e información, que deben cumplir los tubos, ductos y accesorios de acueducto y alcantarillado, los de uso sanitario y los de aguas lluvias, que adquieran las personas prestadoras de los servicios de acueducto y alcantarillado, así como las instalaciones hidrosanitarias al interior de las viviendas y se derogan las Resoluciones 1166 de 2006 y 1127 de 2007

4. REQUISITOS TÉCNICOS

4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

Procedimiento de control de calidad que se realiza una vez que la tubería ha sido instalada y antes de ser puesta en servicio. La prueba consiste en someter un tramo de tubería a una presión determinada, con el fin de determinar fugas o defectos en la instalación, para que éstos sean corregidos y de esta manera poder dar aceptación del tramo instalado.

4.1.1. Aspectos generales de la prueba de presión hidrostática


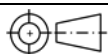
La prueba de presión hidrostática debe efectuarse en todas las redes nuevas, antes de realizar el empalme o conexión a las redes existentes y en servicio, bien sea a un ramal principal o a una derivación.

La red nueva puede contener en su longitud instalada, collares de derivación, llaves de incorporación, bridas, tramos de tubería con soldaduras, zonas de empalme tipo espigo-campana, válvulas, hidrantes, anillos, entre otros. Para reparaciones en tramos de red instalada no se exige la prueba de presión hidrostática.


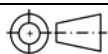
La presión de prueba debe aplicarse con una bomba de émbolo provista de manómetro, instaladas en la parte baja de la tubería, dicha presión de prueba debe medirse en el punto más bajo del tramo.

Para cualquier tipo y material de tubería se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se debe garantizar la seguridad de las personas, el bien o propiedades públicas y privadas y condiciones ambientales existentes del entorno. Las zonas de trabajo deben ser señalizadas correctamente con el objeto de reducir el riesgo de accidentes y hacer más ágil y expedito el tránsito de los usuarios y la movilidad de peatones.

AGUAS	INFRAESTRUCTURA LINEAL ACUEDUCTO	NC-AS-IL01-31	REV. 0
	PRUEBA DE PRESION HIDROSTATICA	ELABORÓ: CET N y L	REVISÓ: SAOV
		APROBÓ: RHOT	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 4 de 17

- La prueba de presión debe realizarse únicamente utilizando agua, no se permite que se realice con aire debido a los riesgos involucrados. El tramo debe ser llenado lentamente, teniendo cuidado de impedir una oleada o una trampa de aire. Toda trampa de aire debe ser liberada. Si es necesario el sistema debe permitir una salida de aire y válvulas de expulsión de aire al vacío (ventosas) apropiadas. Las válvulas o aberturas de aire al vacío deben proveerse en todos los puntos altos de la tubería para expulsar las bolsas de aire mientras se realiza el llenado. En lo posible, el llenado debe hacerse en los puntos bajos del sistema, los cuales pueden aprovecharse para purgar posteriormente la tubería.
- La temperatura del fluido de ensayo no debe ser inferior a 5°C (40°F), ni mayor a 30°C (90°F). El fabricante de la tubería y accesorios, debe ser consultado sobre las recomendaciones y la protección para cuando se tenga que realizar la prueba por fuera de este rango.
- La prueba de presión debe hacerse bajo la vigilancia y aprobación de la Interventoría y de EPM, y si es necesario, se podrán efectuar ensayos adicionales.
- Cada prueba de presión hidrostática se debe llevar a cabo en tramos con una longitud máxima de 500 m de tubería instalada. En las redes de distribución primaria, las longitudes para la prueba hidrostática son definidas desde el diseño, al igual que el dimensionamiento de los anclajes y tapones requeridos.
- En todos los caos se deben tener en cuenta las recomendaciones del fabricante de la tubería en lo relacionado con la forma, duración y otros aspectos que deban tenerse en cuenta durante la prueba de presión.
- El contratista debe proveer los elementos necesarios para la prueba, incluyendo bomba, tuberías, conexiones y otros aparatos que se requieran.
- Cuando se utilicen tuberías existentes para suministrar agua en la prueba, éstas deben protegerse de la contaminación del flujo de retorno, mediante la instalación temporal de un conjunto de válvulas de retención entre la tubería de prueba y la tubería principal de suministro o por otros medios aprobados por la Interventoría y EPM.
- La tubería debe contar con la profundidad especificada en el diseño y los anclajes deben tener la resistencia adecuada para soportar las cargas de la prueba.
- Durante el proceso de instalación de la tubería se recomienda dejar identificadas las uniones y demás puntos donde se puedan presentar fugas. La Interventoría y EPM deben determinar cuáles uniones y acoplamientos deben permanecer expuestos, para facilitar la inspección de la prueba de presión hidrostática.
- La prueba se debe llevar a cabo una vez la tubería se haya llenado de agua y el aire se haya evacuado completamente.

AGUAS	INFRAESTRUCTURA LINEAL ACUEDUCTO	NC-AS-IL01-31	REV. 0
	PRUEBA DE PRESION HIDROSTATICA	ELABORÓ: CET N y L	REVISÓ: SAOV
		APROBÓ: RHOT	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 5 de 17

- Si se presentan cambios de posición inaceptables de cualquier parte de la tubería y/o aparición de fugas, la tubería debe ser despresurizada y las fallas deben ser localizadas y reparadas, para nuevamente repetir la prueba de presión hidrostática hasta que se alcancen los resultados satisfactorios.
- La presión de prueba no debe exceder en ningún caso la presión de diseño de la tubería, válvulas, accesorios y bloques de anclaje; además durante el desarrollo de la prueba, se deben realizar chequeos de fuga del sistema en puntos tales como válvulas, hidrantes y otros accesorios expuestos.
- Cualquier fuga de agua cuando se detecte su localización debe ser reparada aun cuando los resultados de la prueba hayan sido satisfactorios en cuanto a mantener la presión de prueba y el caudal límite de fuga.
- Nunca se debe intentar reparar una fuga mientras la tubería esté presurizada, siempre se debe despresurizar el sistema antes de cualquier reparación.
- En cada prueba debe estar presente personal de la Interventoría y de EPM, para dar a aprobación de la ejecución adecuada del procedimiento y dar la aceptación de los resultados obtenidos con la declaración de “prueba de presión hidrostática conforme”.
- Se debe elaborar el registro de la prueba de presión hidrostática en los formatos pertinentes (Ver ANEXO 1)



Trabajos preliminares:

Se deben contar con la bomba capaz de elevar la presión en la tubería al valor de la presión de prueba, tanque de agua con volumen calibrado y medidor de caudal calibrado, manómetros calibrados según recomendaciones dadas en el numeral 4.1.2, cronómetro y los elementos de conexión entre la bomba y la tubería.

Se debe preparar la conexión de toma de agua limpia para lavado, llenado y para la prueba. El contratista debe seleccionar el sistema más funcional y económico para el suministro de agua. Adicionalmente se deben revisar la instalación y el funcionamiento adecuado de los accesorios de la tubería tales como: tapones, válvulas, ventosas, purgas, anclajes. En caso de existir accesorios que no sean capaces de soportar la presión de prueba se deben aislar.

La tubería debe ser limpiada de manera manual, y de ser necesario lavada con agua drenando hacia las purgas suciedades y materias extrañas que hayan quedado en el interior de la tubería. El agua producto de este lavado debe ser bombeada a los pozos húmedos a diferentes puntos de alcantarillado existentes o a los drenajes naturales, previa autorización de la Interventoría. Los lodos, arenas y sedimentos deben ser retirados y depositados en los lugares adecuados.

Se pueden utilizar tapones insertos en la tubería, soldados (en los casos de tuberías con cilindro de

AGUAS	INFRAESTRUCTURA LINEAL ACUEDUCTO	NC-AS-IL01-31	REV. 0
	PRUEBA DE PRESION HIDROSTATICA	ELABORÓ: CET N y L	REVISÓ: SAOV
		APROBÓ: RHOT	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 6 de 17

acero) en los extremos de la misma o con junta flexible, restringidos contra movimiento por alguno de los siguientes sistemas:

- Soldadura de una longitud de tubería, calculada para equilibrar por fricción con el suelo circundante el empuje del tapón.
- Bloque de anclaje de concreto o acodamiento.
- Anillos de concreto para restricción en las juntas, equivalentes a las soldaduras.

Notas:

- En redes primarias no deben emplearse válvulas de línea para aislar el tramo de la prueba de presión.
- La ubicación de los tapones debe ser enviada al diseñador del proyecto para su aprobación

4.1.2. Manómetros


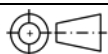
Los manómetros a utilizar durante la prueba de presión hidrostática, deben contar con las siguientes características:

- Indicación digital
- Clase 1 a 1.6
- Presión máxima 1000 PSI
- Resolución 1 PSI máximo
- Caratula 3" mínimo
- Protección IP 65
- Registro presión máxima
- Conexión rosca NPT 1/2"
- Certificado de calibración vigente, con un periodo de calibración no mayor a un año en el momento de realizar la prueba.

4.1.3. Procedimiento para la prueba de presión hidrostática según el material de la tubería

Una vez ejecutadas las actividades preliminares y las recomendaciones del numeral 4.1.1, se debe proceder a realizar el llenado de la tubería, para lo anterior se debe realizar el taponamiento de las válvulas de purga con elementos ciegos, y apertura de su mecanismo. Se debe revisar la apertura de las válvulas de guarda, válvulas ventosas o elementos de venteo.

Se deben instalar mínimo dos (2) manómetros para lecturas de la prueba en la abscisa acordada con la Interventoría y EPM. En caso de que éstos no se puedan instalar en el punto de la elevación más baja, se deben instalar en otro punto y se deben realizar las correcciones matemáticas de la diferencia de cabeza hidrostática. Además, se debe tener un (1) manómetro de repuesto en el momento de la prueba, adicionalmente se deben presentar los certificados de calibración de los instrumentos de medición.

AGUAS	INFRAESTRUCTURA LINEAL ACUEDUCTO	NC-AS-IL01-31	REV. 0
	PRUEBA DE PRESION HIDROSTATICA	ELABORÓ: CET N y L	REVISÓ: SAOV
		APROBÓ: RHOT	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 7 de 17

Una vez llena la tubería, se debe verificar que no existan fugas durante el llenado y si existen deben ser corregidas de inmediato mediante el ajuste de bridas y accesorios. Adicionalmente se debe verificar la ausencia de aire dentro de la tubería, lo cual se evidencia por la salida de agua y cierre automático de las ventosas.

Para un mejor manejo de la información se definen los siguientes términos:

- Pt: En conducciones, la presión de trabajo del sistema corresponde a la presión hidrostática a la cual la tubería estará sometida, sin incluir sobrepresiones o golpe de ariete. En impulsiones la presión de trabajo del sistema corresponde a la presión dinámica a la cual la tubería estará sometida sin incluir sobrepresiones o golpe de ariete.
- Pn: Es la presión nominal para la cual fueron fabricadas las tuberías o los accesorios de un sistema.
- Pp: Es la presión de prueba con la cual se va a probar un tramo.

De acuerdo con la resolución 0330 de 2017, *artículo 87 Presiones hidrostáticas y estanqueidad*, se deben llevar a cabo las pruebas sobre las tuberías, válvulas y accesorios tomando como referencia los métodos reconocidos por las normas NTC, AWWA (americanas), UNE (europeas). Teniendo en cuenta lo anterior, a continuación, se dan los requisitos para cada tipo de material de tubería según referente normativo.

El objetivo de la prueba de presión es verificar la correcta instalación de la tubería y los accesorios. Las tuberías y accesorios son probados en fábrica.



4.1.3.1 Tubería PVC

De acuerdo con la norma AWWA C605, la prueba de presión hidrostática debe ejecutarse siguiendo el siguiente procedimiento:

Presión de prueba (Pp): La presión de prueba no debe ser menor que 1.25 veces la presión de trabajo (Pt) de la tubería medida en la elevación más alta a lo largo del tramo de prueba, y no menos de 1.5 veces la presión de trabajo en la elevación más baja del tramo. Sin embargo, en ningún caso la presión de prueba (Pp) podrá exceder la presión de diseño de los anclajes, accesorios, tuberías y válvulas del tramo ensayado.

Duración de la prueba: La duración de la prueba de presión hidrostática sostenida debe ser de 2 horas.

Tolerancia de la prueba: Durante el tiempo de la prueba de presión, se requiere que el contratista evalúe la cantidad de agua que se inyecta al tramo de tubería para mantener la presión de prueba (Pp) con una variación de ± 5 psi (34 kPa). Si la cantidad de agua agregada es menor que el valor predeterminado por la ecuación que se presenta más adelante, la prueba se considera aceptable. La adición de agua mantiene la presión de prueba (Pp), que puede caer debido al aire atrapado en la tubería, a la absorción de agua por las paredes de la tubería y a las variaciones de temperatura durante

AGUAS	INFRAESTRUCTURA LINEAL ACUEDUCTO	NC-AS-IL01-31	REV. 0
	PRUEBA DE PRESION HIDROSTATICA	ELABORÓ: CET N y L	REVISÓ: SAOV
		APROBÓ: RHOT	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 8 de 17

la prueba.

Para mantener la presión de prueba en el valor deseado, se debe bombear agua con una bomba de pistón desde un recipiente calibrado que permita tomar lecturas de volumen empleado o se debe insertar un medidor volumétrico calibrado. Se debe presentar el certificado de calibración del medidor en el momento de la prueba.

Durante la prueba de presión hidrostática, se deben evaluar las fugas de agua que se presenten en el tramo ensayado, las fugas no deben exceder los límites aceptables determinados por la siguiente expresión:

$$Q_f = \frac{L \cdot D \cdot \sqrt{P_p}}{795000}$$

Donde:

- Q_f = Caudal de agua adicionada por fuga para mantener la presión de prueba (l/h)
- L = Longitud del tramo de tubería ensayado (m)
- D = Diámetro nominal de la tubería (mm)
- P_p = Presión de prueba del tramo de tubería ensayado (kPa)

Ninguna instalación de tubería debe ser aceptada si el caudal de fugas registrado durante la prueba supera el valor límite anteriormente establecido, y si la variación de la presión de prueba es superior al valor especificado anteriormente (± 5 psi).

Se puede consultar la norma ANSI/AWWA C605 para ver tolerancias típicas de fugas para diferentes diámetros y presiones de prueba.



Cuando la prueba se realiza contra válvulas cerradas con asiento metálico, se admite una tolerancia adicional por válvula cerrada de 0.0078 gal/hora/pulgada (0.0012 l/h/mm) de diámetro nominal de válvula.

Cuando existen hidrantes en el tramo de prueba, ésta debe ser realizada contra las válvulas de protección de los hidrantes cerradas.

Cualquier fuga debe ser reparada a pesar de que la cantidad de fugas no exceda el límite dado por la ecuación presentada anteriormente.

4.1.3.2 Tubería de hierro dúctil (HD)

De acuerdo con los criterios de las normas AWWA C600, ISO 10802 y NTC 5184, la prueba de presión hidrostática debe ejecutarse siguiendo el siguiente procedimiento:

AGUAS	INFRAESTRUCTURA LINEAL ACUEDUCTO	NC-AS-IL01-31	REV. 0		
	PRUEBA DE PRESION HIDROSTATICA	ELABORÓ: CET N y L	REVISÓ: SAOV		
		APROBÓ: RHOT	FECHA:		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 9 de 17

Presión de prueba (Pp): La presión de prueba no debe ser menor que 1.25 veces la presión de trabajo (Pt) de la tubería medida en la elevación más alta a lo largo del tramo de prueba, y no menos de 1.5 veces la presión de trabajo en la elevación más baja del tramo. No se deben exceder las presiones de diseño de tuberías, accesorios y anclajes del tramo ensayado.

Duración de la prueba: La duración de la prueba de presión hidrostática sostenida, debe ser de 2 horas.

Tolerancia de la prueba: Durante el tiempo de la prueba de presión, se requiere que el contratista evalúe la cantidad de agua que se inyecta al tramo de tubería para mantener la presión de prueba (Pp) con una variación de ±5 psi (34 kPa). Si la cantidad de agua agregada es menor que el valor predeterminado por la ecuación que se presenta más adelante, la prueba se considera aceptable. La adición de agua mantiene la presión de prueba (Pp), que puede caer debido al aire atrapado en la tubería, a la absorción de agua por las paredes de la tubería y a las variaciones de temperatura durante la prueba.

Para mantener la presión de prueba en el valor deseado, se debe bombear agua con una bomba de pistón desde un recipiente calibrado que permita tomar lecturas de volumen empleado o se debe insertar un medidor volumétrico calibrado. Se debe presentar el certificado de calibración del medidor en el momento de la prueba.

Durante la prueba de presión hidrostática, se deben evaluar las fugas de agua que se presenten en el tramo ensayado, las fugas no deben exceder los límites aceptables determinados por la siguiente expresión:

$$Q_f = \frac{L \cdot D \cdot \sqrt{P_p}}{795000}$$



Donde:

- Qf= Caudal de agua adicionada por fuga para mantener la presión de prueba (l/h)
- L = Longitud del tramo de tubería ensayado (m)
- D = Diámetro nominal de la tubería (mm)
- Pp = Presión de prueba del tramo de tubería ensayado (kPa)

Se puede consultar la norma ANSI/AWWA C600 para ver tolerancias típicas de fugas para diferentes diámetros y presiones de prueba.

Ninguna instalación de tubería debe ser aceptada si el caudal de fugas registrado durante la prueba supera el valor límite anteriormente establecido, y si la variación de la presión de prueba es está por fuera del rango especificado anteriormente (±5 psi).

Cuando la prueba se realiza contra válvulas cerradas con asiento metálico, se admite una tolerancia

AGUAS	INFRAESTRUCTURA LINEAL ACUEDUCTO	NC-AS-IL01-31	REV. 0
	PRUEBA DE PRESION HIDROSTATICA	ELABORÓ: CET N y L	REVISÓ: SAOV
		APROBÓ: RHOT	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 10 de 17

adicional por válvula cerrada de 0.0078 gal/hora/pulgada (0.0012 l/h/mm) de diámetro nominal de válvula.

Cuando existen hidrantes en el tramo de prueba, ésta debe ser realizada contra las válvulas de protección de los hidrantes cerradas.

Cualquier fuga debe ser reparada a pesar de que la cantidad de fugas no exceda el límite dado por la ecuación presentada anteriormente.

4.1.3.3 Tubería de concreto (cilindro de acero con refuerzo de varilla CCP) y tubería de acero WSP

Los siguientes requisitos para la prueba de presión hidrostáticas en tuberías (CCP y WSP), están basados en las siguientes normas y manuales AWWA:



- AWWA C303
- AWWA C604
- Manual M9 AWWA
- Manual M11 AWWA

Presión de prueba (Pp):

- **En conducciones:** La presión de prueba (Pp) no debe exceder 125% de la presión de trabajo (Pt) medida en el punto más bajo del tramo. Dicha presión de prueba (Pp) no debe exceder la presión de diseño de los anclajes, accesorios, tuberías y válvulas del tramo ensayado.
- **En impulsiones:** La presión de prueba (Pp) debe ser la mayor entre el 125% de la presión de trabajo (Pt) o el 100% de la presión de diseño del sistema (incluyendo transitorios). Sin embargo, el diseñador deberá validar la presión de la prueba hidrostática que sea definida.

Duración de la prueba: En la tubería con revestimiento interno de mortero, una vez ésta se encuentre llena de agua; y el aire se haya expulsado completamente, se debe aplicar una presión inicial no superior a 100 psi, la cual se debe mantener un mínimo de 48 horas con el fin de que el revestimiento de mortero interno de la tubería se sature de agua, garantizando que las pérdidas sean un reflejo directo del estado real de las uniones y juntas del tramo de prueba.

Terminado el procedimiento de saturación del revestimiento interior, se debe dar inicio a la prueba de presión hidrostática, elevando la presión cada 100 psi, muy lentamente, continuando ininterrumpidamente, deteniéndose cada múltiplo de 100 para examinar accesorios, anclajes, uniones bridadas, etc, hasta obtener la presión de prueba (Pp).

AGUAS	INFRAESTRUCTURA LINEAL ACUEDUCTO	NC-AS-IL01-31	REV. 0
	PRUEBA DE PRESION HIDROSTATICA	ELABORÓ: CET N y L	REVISÓ: SAOV
		APROBÓ: RHOT	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 11 de 17

Para mantener la presión de prueba en el valor deseado, se debe bombear agua con una bomba de pistón desde un recipiente calibrado que permita tomar lecturas de volumen empleado o se debe insertar un medidor volumétrico calibrado. Se debe presentar el certificado de calibración del medidor en el momento de la prueba.

Una vez alcanzada la presión de prueba (Pp) ésta se debe mantener durante un período máximo de cuatro (4) horas continuas en el punto más bajo, con una variación de ±5 psi (34 kPa), y con pérdidas (fugas) dentro de los parámetros de aceptabilidad indicados a continuación.

En las tuberías de acero que no cuenten con revestimiento de mortero interno, no se requiere realizar la saturación inicial de agua durante las 48 horas, en este caso se procede a realizar la prueba de presión hidrostática en el período de 4 horas.

Tolerancia de la prueba: Durante el tiempo de la prueba de presión, se requiere que el contratista evalúe la cantidad de agua que se agrega al tramo de tubería para mantener la presión de prueba (Pp) con una variación de ±5 psi (34 kPa).

Durante la prueba de presión hidrostática, se deben evaluar las fugas de agua que se presenten en el tramo ensayado, dichas fugas no deben exceder los límites aceptables determinados por la siguiente expresión:

$$Q_f = \frac{L \cdot D}{24000}$$



Donde:

- Qf: Caudal de agua adicionada por fuga para mantener la presión de prueba (l/hora)
- L = Longitud del tramo de tubería ensayado (m)
- D = Diámetro interno de la tubería (mm)

La ecuación anterior es equivalente a la recomendación que se presenta en el manual AWWA M9, la cual presenta un valor límite de 1 l/mm de diámetro/kilómetro/24 horas.

El tiempo de prueba máximo debe ser de 4 horas, durante las que se mide la pérdida de agua y no se debe superar el valor límite obtenido en la ecuación anterior.

Para el registro detallado de la prueba se debe diligenciar el formato presentado en el ANEXO 1, en la zona donde se efectúe el llenado y control de volumen de la prueba y en los sitios donde se instalan los manómetros.

Si se encuentra que la tubería está perdiendo más agua de la establecida, se deben identificar las filtraciones o fugas y éstas deben ser controladas y reparadas, para proceder nuevamente a realizar la prueba de presión, y ésta se dará por terminada cuando se mantenga una presión igual a la de prueba (con una variabilidad máxima de ±5 psi) durante un período de cuatro (4) horas continuas en el punto

AGUAS	INFRAESTRUCTURA LINEAL ACUEDUCTO	NC-AS-IL01-31	REV. 0
	PRUEBA DE PRESION HIDROSTATICA	ELABORÓ: CET N y L	REVISÓ: SAOV
		APROBÓ: RHOT	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 12 de 17

más bajo de la línea, con pérdidas dentro de los parámetros de aceptabilidad indicados anteriormente.

Ninguna instalación de tubería debe ser aceptada si el caudal de fugas registrado durante la prueba supera el valor límite anteriormente establecido, y si la variación de la presión de prueba es está por fuera del rango especificado anteriormente (± 5 psi).

4.1.3.4 Tubería de polietileno

Los siguientes requisitos para la prueba de presión hidrostática en tuberías de polietileno, están basados en las siguientes normas y manuales:

- Manual AWWA M55
- ASTM F2164
- NTC 3742

Importante: La temperatura del fluido de ensayo no debe ser inferior a 5°C (40°F), ni mayor a 30°C (90°F). El fabricante de la tubería y accesorios debe ser consultado sobre las recomendaciones y la protección para cuando se tenga que realizar la prueba por fuera de este rango.

Presión de prueba (Pp): La presión de prueba máxima debe ser de 1.5 veces la presión de trabajo de la tubería, pero no debe ser inferior a 15 psi (103 kPa), ni exceder la presión nominal para la cual fueron fabricados la tubería o los accesorios. Debe medirse la presión a la menor elevación posible.

Duración de la prueba: La duración de la prueba de presión hidrostática sostenida debe ser de 1 hora.


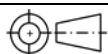
Tolerancia de la prueba: Debido a que las uniones para tuberías de polietileno se realizan por termofusión o electrofusión, la cantidad de fuga debe ser cero. (La norma ASTM F2164 no especifica un caudal límite de fuga de agua permitido en la prueba de presión hidrostática para tuberías de Polietileno).

Si alguna prueba muestra una fuga, el instalador es responsable de localizarla y repararla, y volver a realizar la prueba hidrostática hasta que el resultado sea satisfactorio. La nueva prueba se debe realizar después de despresurizar la tubería y permitir que la tubería se "relaje" durante al menos ocho (8) horas.

Nota: Nunca se debe intentar reparar una fuga mientras la tubería esté presurizada, siempre se debe despresurizar el sistema antes de cualquier reparación.

Si la presión de prueba (Pp) permanece estable (con una variación máxima del 5%) por una (1) hora se considera que la prueba es exitosa, de lo contrario debe repetirse el procedimiento después de permitir que la tubería se "relaje" durante al menos ocho (8) horas.

4.1.4. Registro de resultados de la prueba de presión hidrostática

AGUAS	INFRAESTRUCTURA LINEAL ACUEDUCTO	NC-AS-IL01-31	REV. 0	
	PRUEBA DE PRESION HIDROSTATICA	ELABORÓ: CET N y L	REVISÓ: SAOV	
		APROBÓ: RHOT	FECHA:	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 13 de 17

Los registros de la prueba deben incluir (como mínimo) la siguiente información:

- Tipo de fluido usado en la prueba
- Presión de trabajo del punto más elevado y el más bajo del tramo ensayado (Pt)
- Presión de prueba (Pp)
- Tiempo de duración de la prueba
- Tabla de registro de presiones
- Registro de los caudales agregados a la tubería por fugas
- Elevación (cota) en el punto o los puntos donde se tomen medidas de presión (manómetros)
- Tipo de tubería y sus accesorios (material, clase, diámetro y presión nominal, válvulas, etc) y fabricante de los mismos.
- Referencia normativa usada (ASTM, AWWA, etc)
- Descripción del tramo de prueba (longitud, coordenadas, y componentes)
- Descripción de problemas encontrados durante la prueba de presión hidrostática (fugas, desacoples, deformaciones, entre otros.
- Contratista encargado de realizar la prueba de presión hidrostática
- Fechas y horas de realización de la prueba de presión hidrostática

En el ANEXO 1, se presenta un tipo de formato para la prueba de presión hidrostática

4.1.5. Cierre final


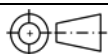
Obtenidos los resultados satisfactorios en la prueba, se debe continuar con lo siguiente:

- Se deben abrir las purgas y se desocupa la tubería. Para lo anterior, se debe reducir la presión del tramo de prueba mediante la liberación de agua a una velocidad controlada ya que la despresurización repentina puede ocasionar golpes de ariete o implosiones de la tubería.
- Se deben retirar los tapones de prueba y se debe cerrar el sistema.
- El agua producto de la prueba debe ser dispuesta en los lugares establecidos de común acuerdo entre la Interventoría, EPM y el contratista, cuidando de no realizar vertimientos en sitios que no cuenten con los permisos requeridos.

5. LISTA DE ACTIVIDADES NECESARIAS PARA LA PRUEBA DE PRESIÓN HIDROSTÁTICA.



- Llenado de agua en tuberías.
- Realización de la prueba.
- Disposición del agua usada

6. LISTA DE MATERIALES NECESARIOS PARA LA PRUEBA DE PRESIÓN HIDROSTÁTICA.

AGUAS	INFRAESTRUCTURA LINEAL ACUEDUCTO	NC-AS-IL01-31	REV. 0
	PRUEBA DE PRESION HIDROSTATICA	ELABORÓ: CET N y L	REVISÓ: SAOV
		APROBÓ: RHOT	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 14 de 17

- Equipo de prueba hidrostática (bomba y elementos de conexión entre la ésta y la tubería)
- Tanque de agua de volumen calibrado
- Medidor de caudal calibrado.
- Manómetros calibrados, capaces de medir la presión de prueba, y con la resolución indicada.
- Cronómetro



AGUAS	INFRAESTRUCTURA LINEAL ACUEDUCTO	NC-AS-IL01-31	REV. 0
	PRUEBA DE PRESION HIDROSTATICA	ELABORÓ: CET N y L	REVISÓ: SAOV
		APROBÓ: RHOT	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 15 de 17

ANEXO 1 – FORMATO PARA CONTROL Y REGISTRO DE PRUEBA DE PRESIÓN HIDROSTÁTICA

Fecha de Prueba: _____

Hora de inicio: _____

Hora final: _____

Fluido usado en la prueba: _____

Presión de trabajo (Pt): _____

Presión nominal de fabricación de tuberías y accesorios (Pn): _____

Presión de prueba (Pp): _____

1. ESPECIFICACIONES DE LA LÍNEA DE PRUEBA

1.1. Material de la tubería: _____

1.2. Diámetro interior de la tubería: _____

1.3. Longitud del tramo:

De Abscisa: _____, A abscisa: _____, Total (m) _____



1.4. Descripción del tramo de prueba:

1.5. Presión en puntos notables:

Descripción	Abscisa	Cota (m.s.n.m)	Presión (psi)
Punto registro			
Punto más bajo			
Punto más alto			

1.6. Accesorios instalados:

	Cantidad	Abscisas			
Tapones					
Válvulas de entrada					
Válvulas de purga					
Ventosas					
Salidas para pitómetros					
Otros					

AGUAS	INFRAESTRUCTURA LINEAL ACUEDUCTO	NC-AS-IL01-31	REV. 0
	PRUEBA DE PRESION HIDROSTATICA	ELABORÓ: CET N y L	REVISÓ: SAOV
		APROBÓ: RHOT	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 16 de 17

2. VOLUMEN DE LLENADO

Longitud (m): _____, Área (m²): _____, Volumen (m³): _____

3. LECTURAS DE PRUEBA HIDROSTÁTICA EN EL SITIO DE LLENADO Y CONTROL DE VOLUMEN DE AGUA

Caudal de pérdida máxima permitida: _____ (l/mm de diámetro/km/hora) o (l/h según ecuación)

Pérdida máxima registrada: _____ (lt/mm de diámetro/Km/hora) o (l/h)

No.	Hora	Presión de prueba (Pp)	Caudal de fugas registrado (l/mm de diámetro/km/hora)	Caudal de fugas admisibles (l/mm de diámetro/km/hora)	Observaciones
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
APROBADA: SI () , NO ()				RECHAZADA: SI () , NO ()	


3.1 Descripción de problemas encontrados durante la prueba de presión hidrostática (fugas, desacoples, deformaciones, entre otros):

3.2 Referencia normativa usada (ASTM, AWWA, etc): _____

ELABORO: _____

REVISÓ: _____

APROBÓ EPM: _____

AGUAS	INFRAESTRUCTURA LINEAL ACUEDUCTO	NC-AS-IL01-31	REV. 0
	PRUEBA DE PRESION HIDROSTATICA	ELABORÓ: CET N y L	REVISÓ: SAOV
		APROBÓ: RHOT	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS		ANSI A	ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 17 de 17