

RESOLUCIÓN 501 DE 2017

(agosto 4)

Diario Oficial No. 50.328 de 17 de agosto de 2017

Ministerio Vivienda, Ciudad y Territorio

Por la 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.

La Ministra de Vivienda, Ciudad y Territorio, en ejercicio de sus atribuciones legales y, en particular, las contenidas en el artículo 59, numeral 3 de la Ley 489 de 1998, numeral 67.1 del artículo 67 y el numeral 162.9 del artículo 162 de la Ley 142 de 1994 y el artículo 2º, numeral 13 del Decreto 3571 de 2011, y

CONSIDERANDO:

Que el numeral 17 del artículo 19 del Decreto 3571 de 2011, "*por el cual se establecen los objetivos, estructura, funciones del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y se integra el Sector Administrativo de Vivienda, Ciudad y Territorio*", señala dentro de las funciones del Despacho del Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico: "*Proponer los reglamentos técnicos del sector de agua potable y saneamiento básico*".

Que conforme a lo dispuesto en el artículo 67, numeral 67.1 y artículo 162, numeral 162.9 de la Ley 142 de 1994, es competencia del Ministerio de Desarrollo Económico (hoy Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio) "*señalar los requisitos técnicos que deben cumplir las obras, equipos y procedimientos que utilicen las empresas de servicios públicos del sector, cuando la comisión respectiva haya resuelto por vía general que ese señalamiento es realmente necesario para garantizar la calidad del servicio, y que no implica restricción indebida a la competencia*".

Que de conformidad con el artículo 73, numeral 73.5 concordante con el artículo 74 de la Ley 142 de 1994, la Comisión de Regulación de Agua Potable y

Saneamiento Básico, mediante Resolución 344 de 2005, solicitó al escindido Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (función atribuida hoy al Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio), *"la expedición de un Reglamento Técnico de Tuberías de Acueducto y Alcantarillado y sus Accesorios, para ser aplicado por las personas prestadoras de los servicios de acueducto y alcantarillado, en los aspectos de composición química de los materiales y la estandarización de la información mínima sobre los requisitos técnicos que deben ser exigibles por parte de los prestadores, con el fin de garantizar la calidad del servicio"*.

Que la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico motivó y circunscribió la necesidad de la expedición del reglamento en dos aspectos:

1. La composición química de los materiales utilizados en las tuberías y accesorios destinados a la prestación del servicio público de acueducto y alcantarillado, con el fin de proteger objetivos legítimos tales como la vida, la salud y la seguridad humana, animal, vegetal y el medio ambiente.
2. La estandarización de la información sobre los requisitos técnicos que deben ser exigibles, de tal manera que los prestadores tengan a su disposición la misma calidad y cantidad de información, y se prevengan prácticas que puedan inducir a error a los prestadores.

Que por su parte el Decreto 3571 de 2011 establece como funciones del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio en su artículo 2º entre otras: *"1. Formular, dirigir y coordinar las políticas, planes, programas y regulaciones en materia de vivienda y financiación de vivienda, desarrollo urbano, ordenamiento territorial y uso del suelo en el marco de sus competencias, agua potable y saneamiento básico, así como los instrumentos normativos para su implementación; "2. Formular las políticas sobre renovación urbana, mejoramiento integral de barrios, calidad de vivienda, urbanismo y construcción de vivienda sostenible, espacio público y equipamiento"; "14. Articular las políticas de vivienda y financiación de vivienda con las de agua potable y saneamiento básico, y a su vez, armonizarlas con las políticas de ambiente, infraestructura, movilidad, salud y desarrollo rural"*.

Que el Decreto 1077 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio", en lo relacionado con los lineamientos de construcción sostenible para edificaciones, estableció en su artículo 2.2.7.1.2. *"El Gobierno nacional por conducto del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, adoptará mediante resolución, los parámetros y lineamientos técnicos para la Construcción Sostenible"*.

Que dentro de las medidas de ahorro en agua en las nuevas edificaciones, se considera como una medida de “construcción sostenible” el cumplimiento de los requisitos de composición química por parte de las tuberías y accesorios a utilizar en las instalaciones hidráulicas y sanitarias de las viviendas.

Que el acceso al agua potable y saneamiento básico son factores determinantes para mejorar las condiciones de habitabilidad de las viviendas, e impactar positivamente en la pobreza y salud de la población, así como contribuye a incrementar los índices de competitividad y crecimiento del país.

Que de conformidad con lo dispuesto en el artículo 2.2.1.7.6.7 del Decreto 1074 de 2015 (Decreto Único Reglamentario del Sector Comercio, Industria y Turismo) *"(...) No serán parte del ordenamiento jurídico los reglamentos técnicos que transcurridos cinco (5) años de su entrada en vigencia no hayan sido revisados y decidida su permanencia o modificación por la entidad que lo expidió"*.

Que de conformidad con el párrafo transitorio del artículo 5º del Decreto 1595 de 2015, los artículos 2.2.1.7.6.7 y 2.2.1.7.6.8 del Decreto 1074 de 2015, entrarán a regir veinte (20) meses después de su publicación.

Que de conformidad con el artículo 7º del Decreto 2897 de 2010, se consultó a la Superintendencia de Industria y Comercio sobre la incidencia en la libre competencia en los mercados del presente instrumento normativo, la cual emitió concepto de abogacía de la competencia, remitiendo recomendaciones que fueron acogidas por este Ministerio.

Que teniendo en cuenta estos considerandos se hace necesaria la actualización del Reglamento de Tuberías, la incorporación de las nuevas normas técnicas nacionales e internacionales y de los materiales utilizados en sistemas de acueducto y alcantarillado, así como la incorporación de nuevas tecnologías de instalación y de ampliación del alcance para instalaciones hidrosanitarias.

Que en mérito de lo expuesto,

RESUELVE:

TÍTULO 1

OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Artículo 1°. *Objeto*. Con el fin de prevenir la presentación de riesgos para la seguridad, la vida y la salud humana, animal y vegetal, el medio ambiente, y la realización de prácticas que puedan inducir a error, durante el horizonte de planeamiento para el cual fueron diseñados, la presente resolución tiene por objeto señalar los requisitos técnicos mínimos asociados con la composición química de los materiales y la estandarización de la información mínima sobre los requisitos técnicos que deben tener presentes los prestadores de servicios públicos domiciliarios, constructores y urbanizadores, con el fin de garantizar la calidad del servicio, para los tubos de acueducto y sus accesorios, integrantes en su conjunto de los sistemas de conducción y distribución de agua para consumo humano y para los tubos y accesorios integrantes en su conjunto de los sistemas de conexión, recolección y transporte final y tratamiento de las aguas residuales domésticas, industriales, pluviales o combinadas.

Se incluyen también requisitos sobre composición química e información técnica que debe suministrarse para ductos conformados *in situ*, los tubos utilizados en los métodos de renovación de instalaciones existentes como: Fractura de tubería, reentubado, revestimiento deslizante continuo, tubería polimerizada en sitio, tubería fundida y accesorios, y otras tecnologías de instalación sin zanja, que conforman en su conjunto los sistemas de acueducto y de alcantarillado.

Del mismo modo incluye las instalaciones hidrosanitarias en viviendas y edificaciones en general.

Artículo 2°. *Ámbito de aplicación*. La presente resolución técnica debe ser aplicada por parte de las personas prestadoras de los servicios públicos domiciliarios, en el marco de la Ley 142 de 1994 y demás normas que la adicionen, modifiquen o reglamenten, así como urbanizadores y constructores de vivienda que requieran en sus sistemas de redes internas hidrosanitarias, acueducto y alcantarillado, de tubos con sus uniones, sellos y accesorios, sus revestimientos internos y pinturas de protección interna, así como ductos prefabricados, conformados o contruidos en sitio (entre ellos túneles, box culvert, canales), tubos y accesorios utilizados en los métodos de renovación de instalaciones existentes y métodos constructivos tecnología sin zanja. En general, a todos los elementos de transporte o conducción de agua cruda, agua potable, aguas residuales domiciliarias, aguas lluvias y aguas combinadas, de acuerdo con las especificaciones definidas en los proyectos.

Parágrafo 1°. Entiéndase por accesorios, cubiertos por esta resolución, los elementos componentes de un sistema de tuberías, diferentes de los tubos.

En el caso de acueductos y redes hidráulicas al interior de las viviendas, son los elementos prefabricados que debidamente instalados con los tubos, permiten cambios de dirección, empalmes, derivaciones, reducciones, conexiones y uniones con otros elementos o accesorios de control de las tuberías para acueducto, tales como: uniones, codos, semicodos, tees, cruces, yees, reducciones, acoples, empaques, sellos y cauchos para uniones, adaptadores, sillas, galápagos, collares de derivación, tapones, uniones de montaje, válvulas, medidores, hidrantes, sistemas para purga, ventosas, pitómetros, bypass, bocas de acceso, uniones bridadas, hidrantes, equipos de bombeo y presurización, y tanques domiciliarios de almacenamiento, entre otros elementos que estén en contacto con el agua de suministro.

En el caso de sistemas de alcantarillado y de redes de drenaje y desagües al interior de las viviendas, son los elementos que debidamente instalados con los tubos, que permiten cambios de dirección, empalmes, conexiones y uniones con otros elementos o accesorios de las tuberías para alcantarillado, tales como: sillas, derivaciones, galápagos, yees, codos, semicodos, tees, acoples, adaptadores, uniones de montaje, válvulas, pozos, cámaras y cajas de inspección, conexiones domiciliarias; elementos prefabricados como sumideros, tanques de amortiguamiento, pozos y cámaras de inspección o acceso y rejillas entre otros elementos que estén en contacto con el agua de drenaje y/o desagüe.

Parágrafo 2°. Contempla además los materiales o combinación de materiales, destinados a los recubrimientos externos y/o revestimientos internos de los tubos de instalaciones hidrosanitarias al interior de las viviendas, de acueducto y de alcantarillado y sus accesorios de instalación. Dentro de recubrimientos y revestimientos se incluyen los materiales de conformación y revestimiento de túneles.

Parágrafo 3°. Para efectos de la presente resolución ni los fabricantes de tuberías, ni los urbanizadores, ni los constructores de vivienda y obras civiles, por este solo hecho se consideran prestadores de los servicios públicos domiciliarios.

Artículo 3°. Certificado de Conformidad de los productos con los requisitos técnicos, objeto de esta resolución. Para demostrar el cumplimiento de lo dispuesto en la presente resolución, las personas prestadoras de los servicios públicos, constructores y urbanizadores exigirán el Certificado de Conformidad de los productos señalados en el artículo 2° de la presente resolución a los fabricantes, importadores, proveedores, comercializadores de tubos y accesorios y constructores o instaladores de ductos, cuando estos se ensamblen en sitio.

Dicho Certificado, deberá ser expedido por un organismo de certificación de producto acreditado de acuerdo con lo dispuesto en los numerales 1 y 2 del artículo 2.2.1.7.9.2 "*Procedimiento para la evaluación de la conformidad de*

productos”, del Decreto 1595 de 2015, compilado en el Decreto 1074 de 2015, o la norma que lo modifique, adicione o sustituya.

El certificado deberá contener como mínimo:

a) Para los productos señalados en el artículo 2° de la presente resolución utilizados en acueducto, o en las instalaciones hidráulicas de la vivienda, el cumplimiento del artículo 5° de conformidad con el artículo 6°.

b) Para los productos señalados en el artículo 2° de la presente resolución utilizados en alcantarillado, o en las instalaciones sanitarias y de desagües de las viviendas, el cumplimiento del artículo 7° de conformidad con el artículo 8°.

c) Así mismo deberá darse constancia del cumplimiento de los requisitos mínimos de rotulado e información técnica, de acuerdo con lo establecido en el título 4 de la presente resolución.

TÍTULO 2

REQUISITOS TÉCNICOS PARA TUBERÍAS Y OTROS DUCTOS DE ACUEDUCTO Y REDES HIDRÁULICAS AL INTERIOR DE LAS VIVIENDAS Y SUS ACCESORIOS, COMO PRODUCTOS TERMINADOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA

Artículo 4°. Requisitos para conservación de la calidad del agua. Con el fin de proteger a los usuarios de un posible efecto negativo sobre la vida, la salud y la seguridad humana, animal, vegetal y el ambiente, derivado de una decisión de compra de tuberías y accesorios, por parte de las personas prestadoras del servicio al fabricante o proveedor, o al constructor, en el caso de la construcción o ensamble de otros conductos señalados en el artículo 2°, para el transporte y distribución de agua para consumo humano, con información incompleta, se deben atender los requerimientos del presente título.

Para impactar en la construcción de las instalaciones hidrosanitarias de viviendas nuevas y modificaciones en las existentes, se requiere por parte de las curadurías urbanas o la autoridad municipal o distrital competente, según sea el caso, exigir al propietario o su representante el certificado de cumplimiento de la presente resolución técnica en lo referente a los materiales a utilizar en la intervención de la vivienda.

Artículo 5°. *Valores máximos admisibles para la conservación de la calidad del agua.* Los tubos, accesorios y demás ductos, sus revestimientos internos y pinturas de protección interna, no deben exceder los valores máximos admisibles de las concentraciones de los elementos y compuestos químicos aluminio, antimonio, cobre, arsénico, bario, cadmio, cromo, plomo, mercurio, níquel, selenio y plata, de reconocido efecto adverso a la salud humana, que puedan migrar al agua que transportan los sistemas de tuberías para conducir agua potable, indicados a continuación:

Contaminante	Expresado como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Aluminio (*)	Al	0,2
Antimonio	Sb	0,0006
Arsénico	As	0,001
Bario	Ba	0,2
Cadmio	Cd	0,0005
Cobre	Cu	0,13
Cromo total	Cr	0,01
Mercurio	Hg	0,0002
Níquel	Ni	0,02
Plata	Ag	0.01
Plomo	Pb	0,0005

Selenio	Se	0,005
---------	----	-------

Fuente: norma ANSI/NSF 61: 2016.

(*) El valor máximo aceptable para el Aluminio corresponde a la Resolución 2115 de 2007.

Parágrafo. Cuando se trate de tuberías y accesorios o revestimientos interiores de PVC o PVCO, el Certificado debe incluir el resultado de la cantidad de cloruro de vinilo monómero residual, el cual garantice que esta es menor o igual a 3,2 mg/kg.

El Certificado de la cantidad de cloruro de vinilo monómero residual presente, se hará con base en las certificaciones de todos los lotes de resina de PVC o PVCO que se utilizaron para la fabricación de las tuberías y accesorios o revestimientos internos expedidas por el proveedor de la resina, en cada una de las cuales se garantice que la cantidad residual en esta es menor o igual a 3,2 mg/kg.

Artículo 6°. *Ensayo para evaluar la conformidad con el requisito de conservación de la calidad del agua destinada al consumo humano.* Los Certificados que deberán exigir las personas prestadoras del servicio público de acueducto, así como los constructores y urbanizadores, a los fabricantes, importadores, proveedores o comercializadores, constructores y ensambladores de ductos en sitio, deberá contener su conformidad con los siguientes ensayos:

1. Para evaluar la capacidad de lixiviación de metales al agua, procedentes de tuberías o accesorios listados en el artículo 2° de la presente resolución de cualquier material o de los revestimientos internos de tubos y accesorios, cuando se usan en contacto con agua destinada al consumo humano, estos deberán cumplir con los procedimientos indicados en la norma ANSI/NSF 61:2016.

2. Las tuberías y accesorios de concreto o de metal con revestimiento interno de mortero de cemento, además de la evaluación de la capacidad de lixiviación de metales al agua, deberán ser sometidos a ensayo de Atoxicidad cuando usen aditivos controladores de fraguado en la mezcla de concreto o en el mortero de revestimiento, de acuerdo con lo dispuesto en la sección 4.4.4 -Aditivos, de la

norma NTC 747:2005 (Documento de referencia ANSI/AWWA C303/2008) siguiendo los procedimientos indicados en la normas ASTM C 494/2016.

TÍTULO 3

REQUISITOS TÉCNICOS DE CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD DE TUBOS, ACCESORIOS Y OTROS DUCTOS PARA ALCANTARILLADO Y PARA REDES SANITARIAS Y DE DESAGÜE EN VIVIENDAS, COMO PRODUCTOS TERMINADOS

Artículo 7º. Resistencia química. Las tuberías y accesorios y otros ductos, utilizados en los sistemas de alcantarillado y/o las redes sanitarias de las viviendas, deberán resistir, durante el horizonte de planeamiento para el cual fueron diseñados, la acción química agresiva de las aguas que deben transportar y la de los suelos donde van a ser instalados o emplazadas las obras. Para demostrar lo anterior, se deberán realizar las pruebas tipo de los ensayos a la resistencia química de que trata el artículo 8º de la presente resolución.

Artículo 8º. Ensayo para evaluar la conformidad con el requisito de resistencia química. El Certificado a exigir deberá contener su conformidad con los ensayos establecidos en las Tablas A y B que tienen como fin determinar la resistencia de los tubos y accesorios de alcantarillado y los de uso sanitario y aguas lluvias, a la acción de las sustancias químicas disueltas que se puedan encontrar en las aguas residuales que transportan y/o en los suelos de instalación:

Tabla A. Materiales, normas de fabricación y ensayos para tuberías de alcantarillado pluvial y sanitario e instalaciones interiores de drenaje y desagüe de aguas residuales

ID	MATERIAL	NORMA PARA ENSAYO DE CUMPLIMIENTO	TIPO DE ENSAYO
A1	Tubos de Arcilla Vitrificada y sus accesorio- GRES	NTC 3796:95 ASTM C301: 2013	Resistencia Química

A2	Tubos de concreto sin refuerzo y sus accesorios –CP. Tubos de concreto reforzado y sus accesorios- RCP. Tubería metálica corrugada con revestimiento interno en concreto para alcantarillado pluvial y sus accesorios PCSP Tubería de Concreto Reforzado sin cilindro de acero para presión y sus accesorios RCPP. Box Culvert Prefabricado Pozos de Inspección prefabricados Cámaras Prefabricadas Accesorios de concreto reforzado. Tubería de concreto reforzado con revestimiento interno de Polietileno o de PVC y sus accesorios - RCP+PE o RCP + PVC o RCP+HDPE	NSR-10(Cap C4 y C23) (AC1 318-14 (Cap.19)	Durabilidad del Concreto
A3	Juntas flexibles para unión de tubos de concreto	NTC 1328:1999 ASTM C443M:2015	Resistencia Química
A4	Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio para alcantarillado y sus accesorios – GRP	ASTM D 3681 NTC 3870:2013 ASTM D3262:2016	Resistencia química
A5	Tubería de PVC con pared estructural interior lisa y exterior y sus accesorios PVC. Tubería de PVC de perfil abierto para alcantarillado y sus accesorios- PVC-OP. Tubería de PVC de perfil cerrado	No se requiere ensayos de resistencia química	No se requiere ensayos de resistencia química

	para alcantarillado y sus accesorios PVC-CP Tubería de PVC de doble Pared y sus accesorios interior lisa y exterior corrugada		
A6	Tubería de PVC rígido para uso sanitario, aguas lluvias y ventilación PVC-S y sus accesorios	NTC 1087:2016 ASTM D2665:2014 ASTM D2949:2010 NTC 1341:2006	Resistencia química
A7	Pozos de Inspección prefabricados en plástico	No se requiere ensayos de resistencia química	No se requiere ensayos de resistencia química
A8	Cámaras de Inspección prefabricados en plástico	No se requiere ensayos de resistencia química	No se requiere ensayos de resistencia química
A9	Tubería de Hierro Dúctil HD	NTC 4592;2001 ISO 2531:2009	Resistencia química

ID	MATERIAL	NORMA PARA ENSAYO DE CUMPLIMIENTO	TIPO DE ENSAYO
A10	Tubería de polietileno de alta densidad con pared estructural corrugada.	No se requiere ensayos de resistencia	No se requiere ensayos de resistencia

	Tubería de polietileno de alta densidad de doble pared, exterior corrugado e interior liso	química	química
A11	Tubería de Polipropileno para alcantarillado - (PP). Tubería de Polipropileno para alcantarillado doble pared - (PP) Tubería de polipropileno triple pared (PP)	No se requiere ensayos de resistencia química	No se requiere ensayos de resistencia química

Tabla B. Materiales, normas de fabricación y ensayo para tuberías de alcantarillado pluvial y sanitario utilizadas en métodos de instalación sin zanja

ID	MATERIAL	NORMA PARA ENSAYO DE CUMPLIMIENTO	TIPO DE ENSAYO
B1	Tubos de Arcilla Vitrificada y sus accesorio- GRES	NTC 3796:95 (núm. 8) [ASTM C301: (2013)	Resistencia Química
B2	Tubería de concreto no reforzado Tubería de concreto no reforzado diseñados para resistencia específica. Tubería de concreto reforzado. Tubería de concreto reforzado diseñado para resistencia específica.	NSR-10(Cap C4 y C23) (AC1 318-14 (Cap.19)	Durabilidad del Concreto

	Tubería de arco de concreto reforzado Tubería de concreto reforzado de forma elíptica. Box culverts concreto reforzado. Tubería de concreto Polímero. Tubería de hierro dúctil con revestimiento de cemento y accesorios		
B3	Juntas flexibles para unión de tubos de concreto	NTC 1328:1999 ASTM C443M:2015 ASTM 1628:2017	Resistencia Química
B4	Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio para alcantarillado y sus accesorios – GRP	NTC 3870:2013 ASTM D3262:2016 ISO 25780	Resistencia química
B5	Tubería de PVC (Cloruro de Polivinilo). Tubería plegada de poli (cloruro de vinilo) (PVC)	No requiere ensayos de resistencia química	No requiere ensayos de resistencia química
B6	Tubería previamente doblada – CP	No requiere ensayos de resistencia química	No requiere ensayos de resistencia química
B7	Tubería curada en sitio CIPP	No se requiere ensayos de resistencia	No se requiere ensayos de resistencia
B8	Tubería de Polietileno de alta	No se requiere ensayos de	No se requiere ensayos de

	densidad (HDPE)	resistencia	resistencia
B9	Tuberías fundidas para revestimiento de polietileno deformado (PE)	No se requiere ensayos de resistencia	No se requiere ensayos de resistencia
B10	Tubería de hierro dúctil fundido de forma centrífuga. Accesorios y empaquetaduras para hierro dúctil. Box culvert en hierro dúctil. Tubería de hierro dúctil con recubrimiento de polietileno. Accesorios para tubería de hierro dúctil para servicio de agua. Accesorios para tubería de hierro dúctil	NTC 4952:2001 ISO 4179:2005	Resistencia Química

TÍTULO 4

ESTANDARIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN MÍNIMA SOBRE LOS REQUISITOS TÉCNICOS

Artículo 9°. Información sobre requisitos técnicos mínimos. La información contenida en los artículos 10 y 11 sobre requisitos técnicos mínimos de las tuberías y accesorios debe ser exigida por los organismos de certificación acreditados de los que habla el artículo 3° de la presente resolución, de forma que pueda ser ampliamente conocida, evaluada y utilizada en la toma de decisiones que deben realizar para su selección y adquisición, tanto las personas prestadoras de servicios públicos domiciliarios, en el caso de las redes de sistemas de acueducto y alcantarillado, como los constructores y urbanizadores, en el caso de las instalaciones hidrosanitarias de las viviendas.

Los requisitos técnicos mínimos para otros ductos tales como túneles y box culvert construidos o ensamblados en situ, que deben ser exigidos por la

interventoría a los constructores de estas obras, son los indicados en el artículo 11 de la presente Resolución.

Artículo 10. *Rotulado*. Los tubos y accesorios de acueducto, alcantarillado e hidrosanitarias deberán llevar de manera visible y mediante un sistema apropiado, un rótulo en caracteres perfectamente legibles, durable y resistente a las condiciones normales de funcionamiento.

El color del rótulo impreso deberá permitir un evidente contraste con la tubería o accesorio, de manera que su lectura sea clara y fácil durante las pruebas de verificación de las características y especificaciones indicadas en los catálogos y durante el proceso de instalación.

Este rótulo debe contener como mínimo lo siguiente:

1. Uso del tubo o accesorio.
2. Reglamento técnico, norma técnica colombiana o internacional o cualquier otro tipo de referente técnico utilizado para la fabricación del producto.
3. Diámetro Exterior o Nominal.
4. Presión de trabajo, en el caso de tuberías que trabajarán a presión.
5. Fecha de fabricación del tubo o accesorio (año-mes-día) e identificación del lote de fabricación.

Parágrafo 1°. Para el caso de los accesorios, los requisitos de rotulado previstos en la presente resolución, deberán estar marcados en la unidad de empaque cuando no sea posible marcarlos o grabarlos en el cuerpo del producto.

Parágrafo 2°. Los tubos y accesorios termoplásticos aligerados con superficie interna lisa y externa perfilada y en general los tubos de pared estructural para alcantarillado, podrán ser rotulados internamente cuando el ancho presente en el valle (entre costillas) de la superficie exterior, no lo permita.

Artículo 11. *Catálogo o información técnica*. Los organismos de certificación acreditados verificarán que los catálogos de los fabricantes, importadores y comercializadores de las tuberías de acueducto, alcantarillado y sus accesorios, contengan como mínimo información suficiente y precisa sobre las características, propiedades y especificaciones técnicas referidas. Se exigirá que la información técnica de estos productos contenida en los catálogos esté vigente. En los catálogos se indicará la fecha de su edición y la versión que actualiza.

Los catálogos tendrán como mínimo la siguiente información:

a) **Aspectos generales:** Referencia del reglamento técnico, norma técnica colombiana o internacional o cualquier otro tipo de norma o referente técnico utilizado para la fabricación del producto, si fuere el caso. En el evento de utilizar un referente técnico, deberá incluirse su descripción en el catálogo.

b) **Descripción del producto:**

1. Tuberías, ductos conformados en sitio y accesorios de acueducto, las sustancias que se están controlando por ser nocivas para la salud, de acuerdo con el artículo 4º de la presente resolución. En el caso de alcantarillado, las sustancias agresivas al material o materiales con los que están fabricadas las tuberías, y para las cuales se garantiza su resistencia a las mismas.

2. Diámetro nominal, diámetro interno y diámetro externo. Así mismo, deben especificarse las longitudes en las cuales se ofrece el producto normalmente.

3. Presiones de trabajo en el caso de tuberías que trabajarán a presión.

4. Comportamiento frente a condiciones extremas para el material y cuidados que deben tenerse en cuenta en caso de ser utilizado, los cuales deben ser consultados con el fabricante.

5. Vida útil estimada bajo condiciones normales de operación y transporte.

6. Uso recomendado.

7. Descripción de cada uno de los tipos de juntas y accesorios compatible con la tubería.

8. Recomendaciones del fabricante para el manejo en el cargue y descargue, el transporte, el almacenamiento, la instalación de las tuberías y sus accesorios y la puesta en servicio.

9. Recomendaciones sobre el lubricante, cementos solventes, limpiador, acondicionador y adhesivos que deben emplearse, si procede.

10. Descripción del tipo de ensayos que se tuvieron en cuenta para evaluar el comportamiento hidráulico.

11. Instrucciones para realizar los procedimientos del mantenimiento preventivo y correctivo con el empleo de los accesorios y herramientas específicas para realizarlo en cada caso.

12. Contenido mínimo del rotulado.

Artículo 12. *Información sobre requisitos técnicos mínimos para ductos de alcantarillado contruidos o ensamblados in situ.* Los requisitos técnicos mínimos para ductos contruidos o ensamblados *in situ*, que deben ser exigidos y aprobado por la interventoría de las obras a los constructores de las mismas, con el fin de garantizar el cumplimiento de la presente resolución en los aspectos de composición química de los materiales empleados, serán como mínimo los señalados a continuación:

1. Los ductos contruidos con elementos prefabricados o *in situ*, deberán cumplir con los ensayos de resistencia química y durabilidad, señalados en el artículo 7º de la presente resolución, según sea el caso.

2. Todos los revestimientos deben cumplir con los ensayos y límites máximos permisibles en las normas de resistencia química, señalados en el artículo 7º de la presente resolución, según sea el caso.

TÍTULO 5

CONTROL, VIGILANCIA Y OTRAS DISPOSICIONES

Artículo 13. *Competencia del control, inspección y vigilancia.* Compete de manera general a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, en los términos del artículo 79 de la Ley 142 de 1994, numeral 79.12, verificar que las obras, equipos y procedimientos de las empresas cumplan con los requisitos técnicos previstos en la presente resolución, sin perjuicio de la función de control, inspección y vigilancia que corresponde a las entidades competentes en relación con los reglamentos técnicos vigentes.

Corresponderá a la interventoría de las obras, el control de los requisitos técnicos previstos en la presente resolución en las adquisiciones y construcción de los sistemas de acueducto y alcantarillado, así como en la modificación, renovación o construcción de redes internas hidrosanitarias en vivienda, esto último sin perjuicio de la función de control y vigilancia de las alcaldías municipales y distritales señalada en el artículo 109 de la Ley 388 de 1997.

Para impactar en la construcción de las instalaciones hidrosanitarias de viviendas nuevas y modificaciones en las existentes, se requiere por parte de las curadurías urbanas o la autoridad municipal o distrital competente, según sea el caso, exigir al propietario o su representante el certificado de cumplimiento de la presente Resolución Técnica en lo referente a los materiales a utilizar en la intervención de la vivienda.

Artículo 14. *Responsabilidad y sanciones.* La responsabilidad civil, penal y/o fiscal originada en la inobservancia de las disposiciones contenidas en la presente resolución, así como sus respectivas sanciones, serán las previstas en la legislación y reglamentación vigentes en la materia.

TÍTULO 6

DEFINICIONES

Artículo 15. *Definiciones.* Para el propósito de la presente Resolución Técnica, se aplican las definiciones contenidas en el Reglamento Técnico del Sector – RAS adoptado por la Resolución 0330 de 2017, la Resolución 3742 del 02 de febrero de 2001 de la Superintendencia de Industria y Comercio, el Decreto 1595 de 2015 del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y las contenidas en la Norma

Técnica Colombiana NTC-ISO/IEC 17.000: 2005 o aquellas que las modifique, adicione o sustituya y además las siguientes:

Atoxicidad: Requisito de medida de la máxima concentración admisible de metales y compuestos químicos de reconocido efecto adverso a la salud humana que pueden migrar de las paredes de la tubería al agua que transportan y que no debe exceder los valores máximos indicados en el artículo 5° de la presente resolución.

Box culvert: Conducto de sección rectangular cerrada de concreto reforzado para recoger y evacuar las aguas lluvias y/o residuales.

Caja de inspección: Caja ubicada al inicio de la acometida de alcantarillado que recoge las aguas residuales, lluvias o combinadas de un inmueble, con su respectiva tapa removible y en lo posible ubicada en zonas libres de tráfico vehicular.

Calidad del agua: Es el resultado de comparar las características físicas, químicas y microbiológicas encontradas en el agua, con el contenido de las normas que regulan la materia.

Concreto: Mezcla homogénea de material cementante, agregados y agua, la cual puede contener aditivos.

Concreto reforzado: Concreto que tiene un refuerzo consistente en barras o láminas de acero liso o corrugado, estribos transversales o mallas electro soldadas, colocadas principalmente en zonas sometidas a esfuerzos de tracción.

Conformidad: Cumplimiento de un producto, proceso o servicio frente a uno o varios requisitos o prescripciones.

Construcción *in situ*: Construcción que tiene lugar en el mismo emplazamiento de la obra.

Control de calidad del agua potable: Análisis físicos, químicos y microbiológicos realizados al agua en cualquier punto de la red de distribución,

con el objeto de garantizar el cumplimiento de las disposiciones establecidas en el Decreto 1575 de 2007.

Diámetro real: Diámetro interno de una tubería determinado con elementos apropiados.

Diámetro nominal: Es el número con el cual se designa comercialmente el diámetro interno o externo de un tubo o accesorio, aun cuando su valor no coincida con el diámetro real.

Hierro dúctil: Tipo de hierro usado para tubos, acoples y accesorios, en el cual el grafito está presente principalmente en forma esferoidal.

Hinca de tubería: Es un método de tecnología sin zanja consiste en instalar tuberías subterráneas con una mínima ruptura de la superficie con este proceso se utiliza cilindros hidráulicos para empujar tuberías especialmente diseñadas para hincado a través del terreno.

Instalaciones hidráulicas y sanitarias: Son el conjunto de las instalaciones internas de acueducto, alcantarillado y aguas lluvias de los inmuebles para vivienda.

Instalación interna de acueducto del inmueble: Conjunto, de tuberías, accesorios, estructura y equipos que integran el sistema de abastecimiento de agua del inmueble, a partir del medidor. Para edificios de propiedad horizontal o condominios, es aquel sistema de abastecimiento de agua del inmueble inmediatamente después de la acometida o del medidor de control.

Instalación interna de alcantarillado del inmueble: Conjunto de tuberías, accesorios y equipos que integran el sistema de tratamiento, evacuación y ventilación de los residuos líquidos instalados en un inmueble hasta la caja de inspección que se conecta a la red de alcantarillado.

Junta: Conexión entre los extremos de los tubos y/o acoples en la cual se usa uno o varios empaques para formar un sello.

Dovelas (Lining segments): Elementos prefabricados de concreto que ensamblados conforman un ducto.

Microtunneling: Método de tecnología sin zanja la excavación se realiza con Microtuneladora, consiste en un proceso de empuje de tuberías guiada por un sistema laser y controlada remotamente, que suministra presión de manera continua al frente de excavación para equilibrar las presiones del agua subterránea y del suelo y no requiere personal dentro del túnel.

Muestra: Una muestra puede representar una línea de productos de diferentes tamaños cuando se cumpla con cualquiera de las siguientes situaciones:

- Los materiales son de la misma aleación, composición o formulación.
- Los materiales han sido sometidos al mismo proceso de manufactura (extrusión o moldeado).
- Los procesos de diseño y manufactura son análogos.
- Los materiales cumplen con los requerimientos de normalización más estrictos, entendiéndose que las condiciones de normalización más estrictas son el producto de diámetro interno más pequeño dentro del rango de diámetros nominales.

Norma internacional: Norma técnica que es adoptada por una organización internacional de normalización y que se pone a disposición del público.

Perforación horizontal dirigida (Horizontal Directional Drilling – HDD): Tecnología de instalación sin zanja, mediante la cual una maquina tuneladora perfora el suelo en forma horizontal gracias a la utilización de barras desde un pozo de apertura o pozo de entrada, la cual es guiada a través de un localizador el cual determina la posición exacta del cabezal y el sitio preciso de avance de la excavación.

Fractura de tubería (Pipe Bursting): Consiste en la instalación de una tubería nueva en el espacio ocupado por un tubo antiguo el cual se destruye.

Hincado de tubería (Pipe Jacking): Método de excavación tecnología sin zanja, consiste en la instalación de tuberías subterráneas sin apertura de zanja, en el que los tubos se montan en un pozo de acceso y, a continuación son empujados en posición con una máquina (tuneladora) que trabaja con gatos hidráulicos, cabeza cortadora y fluidos de perforación.

Perforación e hincado de tubería por golpeo o apisonamiento (Pipe Ramming): Método de excavación tecnología sin zanja, es una técnica utilizada para hincar horizontalmente tuberías de acero. La principal diferencia con respecto a la hincado de tubería normal es que el empuje se realiza mediante un martillo neumático o hidráulico, que golpea el tubo de acero.

Perforación Horizontal con tornillo sin fin (Horizontal Auger Boring-HAB): Método de excavación tecnológica sin zanja denominada también perforación horizontal con tornillo helicoidal, la perforación se realiza mediante el corte con un eje broca equipada con bordes de acero tipo cincel. Se realiza utilizando una cabeza de corte giratorio que se abre camino entre el suelo.

Técnica de instalación de tuberías que se basa en hincar (clavar) y/o apoyar tuberías en el terreno donde van a ser instaladas.

Poli (cloruro de vinilo) (PVC) rígido: Material termoplástico compuesto de poli (cloruro de vinilo), aditivos y exento de plastificantes.

Polietileno: Es un polímero termoplástico formado por varias moléculas de etileno.

Polipropileno: Es un polímero termoplástico de cadenas moleculares paralelamente distribuidas que se obtiene por polimerización de moléculas de propileno.

Prácticas que puedan inducir a error: Son aquellas que desvirtúan el buen uso y desempeño para el cual está destinado un producto.

Presión de trabajo: Es la presión nominal a la cual la tubería debería trabajar normalmente durante su vida útil.

Presión interna: Corresponde a la máxima presión interna a la que estará sometida la tubería durante su vida útil y que resulta directamente del diseño hidráulico y a la sobrepresión máxima que puede llegar a generarse por efectos de golpes de ariete en el sistema.

Procedimiento de evaluación de la conformidad: Todo procedimiento utilizado, directa o indirectamente, para determinar que se cumplen las prescripciones pertinentes de los reglamentos técnicos o normas.

Proveedor: Toda persona natural o jurídica de carácter público o privado que desarrolle actividades de producción, fabricación, importación, construcción, distribución, alquiler o comercialización de bienes, así como prestación de servicios a consumidores, por las que se cobre precio o tarifa. Esta definición incluye a quienes adquieran bienes o servicios para integrarlos a procesos de producción o transformación, así como a quienes presten servicios públicos por delegación o concesión.

Prueba tipo: Ensayo o serie de ensayos realizados con el propósito de verificar el cumplimiento del diseño de un producto dado, con los requisitos de una norma específica.

Referente técnico: Ficha o documento que contiene las características y especificaciones técnicas sobre las cuales se elabora un producto.

Revestimiento: Aplicación sobre la superficie interna de un material con el fin de protegerlo contra corrosión, erosión, etc.

Revestimiento deslizante continuo (Slip lining): Técnica de rehabilitación de tuberías sin zanja. Consiste en la inserción de un tubo nuevo empujado dentro de una tubería existente, creando un espacio anular, el cual posteriormente es llenado con grouting (mortero de relleno).

Tecnología sin zanja (Trenchless): Técnica de instalación de tuberías sin apertura de zanjas que afecten la superficie del terreno.

Toxicidad: La propiedad que tiene una sustancia, elemento o compuesto, de causar daños en la salud humana o la muerte de un organismo vivo.

Tubería o tubos: Conducto prefabricado, o construido en sitio, en materiales cuya tecnología y proceso de fabricación cumplan con las normas técnicas correspondientes. Por lo general su sección es circular.

Tubería polimerizada in situ (Cured in a place pipe CIPP): Método de excavación tecnología sin zanja, conocido como Cured in a place pipe o encamisado con manga reversible ideales para la rehabilitación de canales los tubos son fabricados con fibra de poliéster.

Tuberías curadas en sitio: Técnica de rehabilitación de tuberías sin zanja. Método de instalación de una tubería nueva dentro de otra tubería, el cual consiste en la impregnación de una felpa de poliéster o de fibra de vidrio con resina de fijación para curado, la cual se introduce a la tubería y se invierte por autopropulsión para que la resina se adhiera al tubo anfitrión. Después la felpa es curada mediante la recirculación de agua caliente para hacer que se endurezca y forme una nueva tubería dentro de la existente.

Tuberías Fundidas (Thermoformed Pipe): Es una técnica de renovación de instalaciones existentes se fabrican en material PVC y Polietileno antes de ser enrollados estas tuberías están plegadas en forma de U, C. o H. Una vez introducidas en la tubería existente se calientan y se amplían con vapor a presión y aire para expandirlas contra la tubería existente, se enfrían con el aire frío mientras se mantiene la presión de manera que se mantenga adherida al tubo.

Tubería rígida: Aquella cuyos materiales derivan una parte substancial de su capacidad de carga ante las cargas del terreno a partir de la resistencia estructural del elemento asociado a la rigidez misma de la pared de la tubería.

Tubo de PVCA: Tubo fabricado a partir de compuestos de poli (cloruro de vinilo), con aditivos no plastificantes que modifican su comportamiento y resistencia para permitir mejorar sus propiedades mecánicas, con interior liso, utilizado para transportar agua para consumo humano.

Tubo de PVCO: Tubo fabricado a partir de compuestos de Poli (cloruro de vinilo), cuyas moléculas están biorientadas, con interior liso.

Tubo de PVC Reforzado formado helicoidalmente: Tubo fabricado a partir de compuestos de poli(cloruro de vinilo) rígido, con interior liso formado helicoidalmente y una pared externa perfilada con refuerzo de acero u otros materiales.

Tubo CCP: Tubo de acero con refuerzo de varilla y revestimientos interior y exterior de mortero de cemento y uniones de espigo-campana con empaque de caucho.

Tubo de concreto sin refuerzo: Tubo fabricado en concreto no reforzado.

Tubo de concreto reforzado: Tubo de concreto fabricado con acero de refuerzo como una estructura compuesta para transportar agua para consumo humano o para transportar agua residual doméstica y/o pluvial.

Tubo de gres: Tubo fabricado de arcilla o de una combinación de esta, que se ha formado, secado y quemado hasta un punto que forme el material vitrificado; se funde para adherir los diferentes granos cristalinos, utilizado para conducir agua residual doméstica y/o pluvial.

Tubo de polietileno: Tubo fabricado a partir de compuestos de resina de polietileno, que se utiliza para conducir agua para consumo humano o para conducir agua residual doméstica y/o pluvial.

Tubo de polipropileno: El Polipropileno es un termoplástico que es obtenido por la polimerización del propileno, subproducto gaseoso de la refinación del petróleo, en presencia de un catalizador, bajo un cuidadoso control de temperatura y presión.

El Polipropileno se puede clasificar en tres tipos: Homopolímero, copolímero rándom y copolímero de alto impacto, los cuales pueden ser modificados y adaptados para determinados usos, a través de múltiples técnicas de aditivación.

Tubo de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio PRFV (GRP): Tubo fabricado a partir de resina de poliéster, arena silícea y fibra de vidrio, superficie interior lisa.

Tubo de hierro dúctil: Tubo fabricado en fundición dúctil o nodular

Tubo de metal corrugado: Tubo metálico de pared perfilada.

Tubo de PVC: Tubo fabricado a partir de compuestos de Poli (cloruro de vinilo) rígido, con interior liso.

Tubo de PVC Reforzado: Tubo fabricado a partir de compuestos de Poli (cloruro de vinilo) rígido, con interior liso formado helicoidalmente y una pared externa perfilada con refuerzo de acero.

Tubo de PVCO: Tubo fabricado a partir de compuestos de Poli (cloruro de vinilo), cuyas moléculas están biorientadas, con interior liso.

Parágrafo. Las siguientes siglas que aparecen en el texto de la presente Resolución Técnica tienen el siguiente significado y así deben ser identificadas:

ANSI Por sus siglas en inglés: American National Standards Institute. Organismo de normalización de los Estados Unidos de Norteamérica.

ASTM Por su sigla en inglés: American Society for Testing and Materials. Es una entidad normalizadora de los Estados Unidos de Norteamérica.

AWWA Por sus siglas en inglés: American Water Works Association. Es una entidad normalizadora de los Estados Unidos de Norteamérica, en el campo de los acueductos.

ISO Por sus siglas en inglés: International Organization for Standardization. Es una entidad internacional de normalización.

ICONTEC Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Es el organismo nacional de normalización de Colombia.

NTC Norma Técnica Colombiana.

NSR-2010 Normas Colombianas de Diseño y Construcción sismorresistente.

RAS Reglamento Técnico del Sector Agua Potable y Saneamiento Básico.

(CCP) Por sus siglas en inglés: Concrete Cylinder Pipe. Tubería CCP.

(CP) Por siglas en inglés: Concrete Pipe. Es la tubería de Concreto sin refuerzo.

(CPP) Por sus siglas en inglés: Concrete Pressure Pipe. Tubería de concreto.

(GRP) Por sus siglas en inglés: Glass Reinforced Polyester Pipe. Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio.

(PCSP) Por sus siglas en inglés: Precoated Corrugated Steel Pipe. Tubería de Concreto reforzado pretensado.

(RCCP) Por sus siglas en inglés: Reinforced Concrete Cylinder Pipe. Tubería de Concreto Reforzado con cilindro de acero para presión.

(RCPP) Por sus siglas en inglés: Reinforced Concrete Pressure Pipe. Tubería de Concreto Reforzado sin cilindro de acero para presión.

(RCP) Por sus siglas en inglés, Reinforced Concrete Pipe. Es la tubería de Concreto Reforzado.

TÍTULO 7

CONDICIONES GENERALES

Artículo 16. *Revisión y actualización.* El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio a través del Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico, y la Junta Técnica Asesora del Reglamento Técnico - RAS, en coordinación con la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, elaborarán un informe cada dos años de seguimiento de la presente resolución, así como la pertinencia de su actualización.

Artículo 17. *Anexo.* Forma parte integral de la presente resolución, el Anexo que incorpora los numerales correspondientes a Normas Técnicas Colombianas, relativos a ensayos para evaluar la conformidad, dispuestos en los artículos 5º y 7º de la presente resolución.

Artículo 18. *Nuevos productos.* Para el caso en que se presenten en el país nuevos productos no contemplados en esta norma, ellos podrán ser utilizados siempre y cuando por el interesado se justifique y demuestre su idoneidad y conveniencia de uso. Para efectos de lo anterior, y para asegurar que los nuevos productos cumplen con lo establecido en la presente resolución, se deberá seguir como mínimo el siguiente procedimiento:

1. Acopiar los referentes técnicos de fabricación de las tuberías y accesorios.
2. Verificar que sus normas o referentes técnicos incluyan los requisitos de atoxicidad o resistencia química mencionados en la presente resolución.
3. En caso de no contar con este requisito dentro de sus referentes técnicos, deberá obtener la correspondiente norma con el Organismo de normalización para que pueda ser tomada en cuenta por los organismos de certificación acreditados.
4. Certificar su producto de acuerdo con el artículo 3º de la presente resolución.

Artículo 19. *Vigencia y derogatoria.* La presente resolución entra en vigencia seis meses después de la fecha de su publicación en el ***Diario Oficial*** y deroga las disposiciones que le sean contrarias.

Publíquese y cúmplase.

Dada en Bogotá, D. C., a 4 de agosto de 2017.

La Ministra de Vivienda, Ciudad y Territorio,

Elsa Noguera de la Espriella.

ANEXO

Cuadro resumen de ensayos para tuberías y accesorios –utilizados en acueducto

Norma	Método - Norma
Norma ANSI/NSF 61: 2016	Evaluación de la capacidad de lixiviación de metales al agua, procedentes de tuberías o accesorios de cualquier material o de los revestimientos internos de tubos o ductos contruidos o conformados en sitio, cuando se usan en contacto con agua destinada al consumo humano.
Sección 4.4.4 - Aditivos Norma NTC 747:2005 (Documento de referencia ANSI/AWWA C303/2008) siguiendo los procedimientos indicados en la norma ASTM C 494/2016.	Ensayo de atoxicidad cuando usen aditivos controladores de fraguado en la mezcla de concreto o en el mortero de revestimientos.

Cuadros resumen de ensayos de resistencia química utilizados en las tuberías y accesorios para alcantarillado

A. Materiales, normas de fabricación y ensayos para tuberías de alcantarillado pluvial y sanitario e instalaciones interiores de drenaje y desagüe de aguas residuales

Número de orden	MATERIAL	NORMAS DE REFERENCIA	NORMA PARA ENSAYO DE CUMPLIMIENTO	TIPO DE ENSAYO
-----------------	----------	----------------------	-----------------------------------	----------------

A1	Tubos de Arcilla Vitrificada y sus accesorio-GRES	NTC 4089:1997 ASTM C700:2013 NTC 3526: 1999 ASTM C425:2013	NTC 3796:95 (núm. 8) [ASTM C301: (2013)	Resistencia Química	
A2	Tubos de concreto sin refuerzo y sus accesorios – CP	NTC 1022:2014 ASTM C14M:2015	NSR-10(Cap C4 y C23) (AC1 318-14 (Cap.19)	Durabilidad del Concreto	
A3	Tubos de concreto reforzado y sus accesorios-RCP	NTC 401:2009 ASTM 76M:2016			
A4	Tubería metálica corrugada con revestimiento interno en concreto para alcantarillado pluvial y sus accesorios PCSP	NTC 4831:2001 ASTM A760M:2015 ASTM A761:2017 ASTM A979:2014			
A5	Tubería de Concreto Reforzado sin cilindro de acero para presión y sus accesorios RCPP	NTC 4594:2013 ASTM C361:2016 AWWA C302.2016			

A6	Box Culvert Prefabricado	NTC 5672:2009 ASTM C1433:2016 ASTM C1786:2016			
A7	Pozos y Cámaras de Inspección prefabricados en concreto	NTC 3789:1997 ASTM C478M:2015			
A8	Accesorios de concreto reforzado	NTC 401:2009 ASTM 76M:2016			
A9	Juntas flexibles para unión de tubos de concreto	NTC 1328:1999 ASTM C443M:2015	NTC 1328:1999 ASTM C443M:2015	Resistencia Química	
A10	Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio para alcantarillado y sus accesorios – GRP	NTC 3870:2013 ASTM D3262:2016 ASTM D3754:2014	NTC 3870:2013 ASTM D3262:2016	Resistencia química	
A11	Tubería de concreto reforzado con revestimiento interno de Polietileno o de PVC y sus accesorios - RCP+PE o RCP + PVC o	NTC 401:2009 ASTM 76M:2016 DIM 19565:1989	NSR-10(Cap C4 y C23) (AC1 318-14 (Cap.19)	Durabilidad del Concreto	

	RCP+HDPE (REVISAR)				
A12	Tubería de PVC con pared estructural interior lisa y exterior y sus accesorios PVC	NTC 3722-1:2012 ISO 21138-1:2007 NTC 3722-2:2012 ISO 21138-2:2007 NTC 3722-3:2012 ISO 21138-3:2007	No se requiere de ensayos de resistencia química	No se requiere de ensayos de resistencia química	
A13	Tubería de PVC de perfil abierto para alcantarillado y sus accesorios-PVC-OP	NTC 4764:2007 ASTM F794:2014 NTC 5055:2016			
A14	Tubería de PVC de perfil cerrado para alcantarillado y sus accesorios PVC-CP	NTC 5070:2006 ASTM F1803:2015			
A15	Tubería de PVC de doble Pared y sus accesorios interior lisa y exterior corrugada	NTC 5055:2006 ASTM F794:2014			
A16	Tubería de PVC rígido	NTC 1087:2016	NTC 1087:2016	Resistencia	

	para uso sanitario, aguas lluvias y ventilación PVC-S	ASTM D2665:2014 ASTM D2949:2010	ASTM D2665:2014 ASTM D2949:2010	química
A17	Pozos de Inspección prefabricados en plástico	NTC 5646-2 EN 13598-2	No se requiere de ensayos de resistencia química	No se requiere de ensayos de resistencia química
A18	Cámaras de Inspección prefabricados en plástico	NTC 5646-1 EN 13598-1	No se requiere de ensayos de resistencia	No se requiere de ensayos de resistencia química
A19	Tubería de Hierro Ductil HD	NTC 2587:2005 ISO 2531:2009	NTC 4952:2001 ISO 4179:2005	Resistencia química
A20	Tubería de polietileno de alta densidad con pared estructural corrugada	NTC 3722-1:2012 ISO 21138-1:2007 ASTM F667:2016	No se requiere de ensayos de resistencia química	No se requiere de ensayos de resistencia química

Número de orden	MATERIAL	NORMAS DE REFERENCIA	NORMA PARA ENSAYO DE CUMPLIMIENTO	TIPO DE ENSAYO
A21	Tubería de polietileno de alta densidad de doble pared,	NTC 3722-1:2012 ISO 21138-1:2007		

	exterior corrugado e interior liso	NTC 3722-2:2012 ISO 21138-2:2007 NTC 3722-3:2012 ISO 21138-3:2007 NTC 5447:2006 ASTM F2306:2014 NTC 6115:2015 ASTM F2947:2014 ASTM F2648:2013		
A22	Tubería de Polipropileno para alcantarillado doble pared - (PP)	NTC 5922:2012 ASTM F2736:2013 ASTM F2881:2015		
A23	Tubería de polipropileno triple pared (PP)	NTC 5942:2012 ASTM F2764:2016		

B. Materiales, normas de fabricación y ensayo para tuberías de alcantarillado pluvial y sanitario utilizadas en métodos de instalación sin zanja

Número de orden	MATERIAL	REFERENCIAS NORMATIVAS	NORMA PARA ENSAYO DE CUMPLIMIENTO	TIPO DE ENSAYO
B12	Tubería de Polietileno de alta densidad. (HDPE)	ASTM D3035:2015. ASTM F2306M:2014. AWWA C906	No se requiere de ensayos de resistencia química	No se requiere de ensayos de resistencia química
	Revestimiento Deslizante Continuo (Sliplining).			
	Perforación Dirigida Horizontal (Horizontal Directional Drilling).			
	Fractura de Tubería (Pipe Bursting)			
	Reentubado (Tunnel Lining)			
B13	Tuberías fundidas para revestimiento de polietileno deformado (PE)	ASTM F1533:2009	No se requiere de ensayos de resistencia química	No se requiere de ensayos de resistencia química
B14	Tubería PVC	ASTM D3034:2016	No se requiere de ensayos de	No se requiere

		ASTM F679:2016 ASTM F794:2014 ASTM F949:2015 ASTM F1803:2015 AWWA C907:2012 AWWA C909:2016	resistencia química	de ensayos de resistencia química
	Revestimiento Deslizante Continuo (Sliplining).			
	Perforación Dirigida Horizontal (Horizontal Directional Drilling).			
	Fractura de Tubería (Pipe Bursting)			
	Reentubado (Tunnel Lining)			
B15	Tubería plegada de poli (cloruro de vinilo) (PVC)	ASTM F1504: 2014 ASTM F1871:2011	No se requiere de ensayos de resistencia química	No se requiere de ensayos de resistencia química

B16	Tubería previamente doblada – CP	ISO 11298-1:2010 ISO 11296-4:2009	No se requiere de ensayos de resistencia química	No se requiere de ensayos de resistencia química
B17	Tubería curada en sitio CIPP	ASTM F1216:2016 ISO 11296-4:2009 NTC 5866:2011	No se requiere de ensayos de resistencia	No se requiere de ensayos de resistencia
B18	Tubería arcilla vitrificada	ASTM C-1208M:2016 UNE-EN 295-7:2013	NTC 3796:95 ASTM C301:2013	Resistencia química
	Microtunelado (Microtunneling)			
	Fractura de Tubería (Pipe Bursting)			
	Casing Deslizante Continuo (Sliplining).			
B19	Tubería de hierro dúctil fundido de forma centrifuga	ANSI/AWWA C151/A21.51 ASTM A746	NTC 4952:2001 ISO 4179:2005	Resistencia química
	Perforación dirigida horizontal (horizontal Directional			

	Drilling)			
	Fractura de tubería (Pipe Bursting).			
	Microtunelado (Microtunneling			
	Hincado de la tubería (Pipe Jacking)			
B20	Accesorios y empaquetaduras para hierro dúctil	ANSI C111 AWWA A21.11		
B21	Box colvert en hierro dúctil	ASTM A716:2014		
B22	Tubería de hierro dúctil con recubrimiento de polietileno	ANSI C105 AWWA A21.5		
B23	Accesorios para tubería de hierro dúctil	ANSI C110 AWWA A21.10		
B24	Accesorios para tubería de hierro dúctil para servicio de agua	ANSI C153 ANSI C153		

NORMA NTC 747:2005

(Documento de referencia ANSI/AWWA C303/2002) siguiendo los procedimientos indicados en la norma ASTM C 494/2008.

Tubos de concreto para presión, tipo cilindro de acero con refuerzo de varilla

1.1. ALCANCE

Esta norma describe la fabricación de tubos de concreto para presión, tipo cilindro de acero con varilla de refuerzo de acero dúctil enrollada helicoidalmente sobre el cilindro de acero, en diámetros desde 250 mm hasta 1 830 mm (10 pulgadas a 72 pulgadas) inclusive, y para presiones de trabajo hasta de 2 760 kPa (400 psi). Con base en los conceptos de esta norma, se han fabricado tubos de diámetros mayores que resisten presiones superiores. Previo acuerdo entre el comprador y el fabricante, el tubo se puede fabricar en diámetros mayores y para presiones superiores a las indicadas aquí. Esta norma no incluye requisitos para diseño, manipulación, entrega, colocación, ensayos de campo ni desinfección de los tubos y los accesorios. Véase el manual AWWA M9, Concrete Pressure Pipe, para información sobre estos temas.

4.4.4. Aditivos

El concreto, el mortero de cemento o la lechada puede contener un aditivo para reducir el agua y controlar el fraguado que cumpla lo establecido en la norma ASTM C494:2008. Ningún aditivo debe contener cantidades nocivas de cloruros. Antes de fabricar el tubo, el comprador debe ser notificado del tipo y la cantidad de aditivos (si existen), cuando así lo requieren las especificaciones del comprador.

NORMA NTC 3870:2013

Requisitos químicos en el numeral 8.2 (Documento de referencia ASTM D3262:2016), de acuerdo a los ensayos químicos de que trata la norma ASTM D3681: 2012.

Tubos de fibra de vidrio (GRP)

6.3. Requisitos Químicos

6.3.1. Largo plazo

Los especímenes de tubos, al ser ensayados de acuerdo con el numeral 8.2.1, deben ser capaces de ser deflectados sin sufrir fallas al nivel de deformación de 50 años presentado en la Tabla 4, cuando estén expuestos a ácido sulfúrico de concentración 1,0 N.

NOTA 7 Véase el Apéndice XI sobre derivación de los requisitos químicos mínimos para el alcantarillado sanitario presentada en la Tabla 4.

Tabla 4. Requisitos químicos mínimos de tubería para alcantarillado sanitario

Rigidez de la tubería, kPa (Psi)	Deformación máxima					
	6 min	10 h	100 h	1 000 h	10 000 h	50 años
62(9)	0,97 (t/d)	0,84 (t/d)	0,78 (t/d)	0,73 (t/d)	0,68 (t/d)	0,60 (t/d)
124(18)	0,85 (t/d)	0,72 (t/d)	0,66 (t/d)	0,61 (t/d)	0,56 (t/d)	0,49 (t/d)
248(36)	0,71 (t/d)	0,60 (t/d)	0,55 (t/d)	0,51 (t/d)	0,47 (t/d)	0,41 (t/d)
496(72)	0,56 (t/d)	0,48 (t/d)	0,44 (t/d)	0,41 (t/d)	0,38 (t/d)	0,34 (t/d)

En donde: t y d son el espesor nominal total de la pared y el diámetro promedio (diámetro interno más t) según lo determinado de acuerdo con el numeral 8.1.

8.2. Ensayos Químicos

La tubería se ensaya de acuerdo con la norma ASTM D 3681:2012.

8.2.1. Largo plazo

Para saber si la tubería cumple con los requisitos del numeral 6.3.1, se determinan por lo menos 18 puntos de falla de acuerdo con la norma ATSM D 3681:2012.

8.2.2. Procedimiento de calificación alternativo

Se ensayan cuatro especímenes, cada uno a los esfuerzos mínimos de 10 h y 10 000 h presentados en la Tabla 4. Se considera que el producto está calificado si todos los 18 especímenes se ensayan sin falla al menos durante los tiempos prescritos en la Tabla 4 (es decir 10h, 100 h, 1 000 h o 10 000 h, respectivamente).

8.2.3. Requisitos de control

Se ensayan por lo menos seis especímenes, de acuerdo con uno de los siguientes procedimientos y se registran los resultados:

8.2.2.1. Se ensayan mínimo 3 especímenes en cada uno de los niveles de esfuerzo correspondientes a tiempos de fallas de 100 h y 1 000 h desde la línea de regresión del producto establecida en el numeral 8.2.1.

8.2.2.2. Cuando se usa el método alternativo descrito en el numeral 8.2.1.1 para calificar el producto, se ensayan mínimo tres muestras, cada una a esfuerzos mínimos a 100 h y 1 000 h dadas en la Tabla 4 por lo menos 100 h y 1 000 h respectivamente.

8.2.2.3. Los procedimientos de ensayo de control del numeral 8.2.2.2 pueden ser usados como una alternativa del procedimiento de reconfirmación descrito en la norma ASTM D 3681:2012 para aquellos productos evaluados por el procedimiento alternativo descrito en el numeral 8.2.1.1.

RESISTENCIA QUÍMICA TUBERÍA DE POLICLORURO DE VINILO (PVC)

NORMA NTC 1087:2011: Método de ensayo para determinación de la resistencia química indicados en el numeral 6.7 (Documento de referencia ASTM D 2665:2014).

Tubos de poli(cloruro de vinilo) (PVC) rígido. PVC-S, PVC-U, PVC-O

6.7. Resistencia Química

Los tubos para uso “sanitario-aguas lluvias”, cuando sean sometidos al ensayo indicado en el numeral 8.8, no deben presentar un incremento o pérdida de masa de 0,5 % y finalizado el ensayo, deben cumplir con el requisito de resistencia al aplastamiento transversal (véase el numeral 6.3).

6.8. Determinación de la Resistencia Química

Reactivos se efectúa empleando cada una de las sustancias indicadas en la Tabla 4.

Especímenes de ensayo. Se cortan especímenes de 50 mm de longitud. Deben ensayarse tres especímenes por cada sustancia, seleccionados de la totalidad de la muestra tomada.

6.9. Procedimiento

Se determina la masa de los especímenes con aproximación de 0,1 g y se sumergen completamente (usando una pesa si es necesario) en la sustancia durante un periodo de 72 h.

En ningún caso, una proporción significativa de las superficies de las probetas, puede tener contacto con la superficie de otra probeta, con las paredes del recipiente, o con cualquier pesa que sea utilizada.

Finalizado el periodo de ensayo se retiran los especímenes del líquido, se lavan con agua corriente, se secan con un trapo seco, limpio, suave y absorbente, se acondicionan durante 120 min a 130 min y se determina la masa de nuevo con aproximación a 0.1 g.

8.8.3. Expresión de los resultados

Para cada espécimen se calcula el porcentaje de incremento o pérdida en masa con aproximación al 0,01 %, por medio de la siguiente expresión:

En donde:

m_1 = masa del espécimen antes de la inmersión, en g

m_2 = masa del espécimen después de la inmersión, en g

Tabla 4. Sustancias utilizadas para determinar resistencia química

Sustancias químicas	Concentración en solución acuosa
Carbonato de sodio (Na_2CO_3)	0,1 N
Sulfato de sodio (Na_2SO_4)	0,1 N

Cloruro de sodio (NaCl)	5 %
Ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄)	0,1 N
Ácido clorhídrico (HCl)	0,2 N
Ácido acético (CH ₃ COOH)	5 %
Hidróxido de sodio (NaOH)	0,2 N
Jabón de tocador	5 %
Detergentes caseros	5 %

RESISTENCIA QUÍMICA ACCESORIOS DE PVC

NORMA NTC 1341 - Séptima Actualización: Accesorios de poli(cloruro de vinilo) (pvc) rígido para tubería sanitaria-aguas lluvias y ventilación. PVC-S, PVC-U, PVC-O

6.2. Resistencia Química

Los accesorios sometidos al ensayo indicado en el numeral 8.4 no deben presentar un incremento o pérdida de masa mayor al 0,5 %.

8.3. Determinación de la Resistencia Química

8.4.1. Reactivos Se efectúa empleando cada una de las sustancias indicadas en la Tabla 2.

8.4.2. Especímenes de ensayo: Se debe ensayar un accesorio o una fracción de cada accesorio por sustancia, seleccionados de la totalidad de la muestra tomada.

8.4.3. Procedimiento: Se determina la masa de los especímenes con aproximación de 0,1 g y se sumergen completamente (usando una pesa si es necesario) en la sustancia durante un periodo de 72 h.

En ningún caso, una proporción significativa de las superficies de las probetas, puede tener contacto con la superficie de otra probeta, con las paredes del recipiente, o con cualquier pesa que sea utilizada.

Finalizado el período de ensayo se retiran los especímenes del líquido, se lavan con agua corriente, se secan con un trapo seco, limpio, suave y absorbente, se acondicionan durante 120 min a 130 min y se determina la masa de nuevo con aproximación a 0.1 g.

8.4.4. Expresión de los resultados: Para cada espécimen se calcula el porcentaje de incremento o pérdida en masa con aproximación al 0,01 %, por medio de la siguiente expresión:

En donde:

m_1 = masa del espécimen antes de la inmersión, en g

m_2 = masa del espécimen después de la inmersión, en g

Tabla 2. Sustancias utilizadas para determinar resistencia química

Sustancias químicas	Concentración en solución acuosa
Carbonato de sodio (Na_2CO_3)	0,1 N
Sulfato de sodio (Na_2SO_4)	0,1 N
Cloruro de sodio (NaCl)	5 %
Ácido sulfúrico (H_2SO_4)	0,1 N
Ácido clorhídrico (HCl)	0,2 N
Ácido acético (CH_3COOH)	5 %
Hidróxido de sodio (NaOH)	0,2 N
Jabón de tocador	5 %
Detergentes caseros	%

7.4.1. Se debe ensayar un accesorio o fracción de accesorio por cada sustancia.

7.4.2. Se determina la masa de los accesorios o fracciones de accesorios con aproximación a 0,1 g y se sumergen completamente en la sustancia durante 72 h. Finalizado este periodo, se retiran, se lavan con agua corriente, se secan con un trapo limpio y seco, se acondicionan entre 120 min y 130 min y se determina la masa de nuevo.

7.4.3. La diferencia de masa se calcula con aproximación al 0,01% con base en la masa inicial.

REQUISITOS DE REVESTIMIENTO TUBERÍA EN HIERRO DÚCTIL (HD)

NORMA NTC 4952:2001: (Documento de referencia ISO 4179:2005). Requisitos de revestimiento tubos de hierro dúctil para tuberías con o sin presión. Revestimiento interno con mortero de cemento centrifugado. Requisitos generales

0. Introducción

Esta norma es equivalente a su documento de referencia excepto:

En el numeral 2 se mencionan las NTC que son equivalentes a las normas ISO, ASTM, adicionalmente se agregaron las NTC que se aplican en Colombia para el cemento y arena que va ser utilizado en el mortero de cemento.

En el numeral 3.1 se mencionan las NTC que se utilizan en Colombia para el cemento.

En el numeral 3.2 se mencionan las NTC que se utilizan en Colombia para la arena, específicamente el muestreo.

1. Objeto

Esta norma tiene por objeto especificar la naturaleza, el método de aplicación, la condición de la superficie y el espesor mínimo del revestimiento interno con mortero de cemento centrifugado de los tubos de hierro dúctil para tuberías con o sin presión, como se define en la NTC 2587:2005 y la norma ISO 7186:2011.

Nota. Cuando se utiliza este revestimiento para el transporte de fluidos agresivos, se puede admitir, ya sea por separado o en combinación:

- un aumento en el espesor del revestimiento
- la modificación del tipo de cemento
- la aplicación de un recubrimiento sobre el revestimiento

2. Normas que deben consultarse

Las siguientes normas contienen disposiciones que, mediante la referencia dentro de este texto, constituyen la integridad del mismo. En el momento de la publicación eran válidas las ediciones indicadas. Todas las normas están sujetas a actualización; los participantes, mediante acuerdos basados en esta norma, deben investigar la posibilidad de aplicar la última versión de las normas mencionadas a continuación:

NTC 30:1966, Cemento Portland. Clasificación y nomenclatura.

NTC 77: 1994, Ingeniería civil y arquitectura. Método para el análisis por tamizado de los agregados finos y gruesos. (ASTM C136).

NTC 121:1982, Ingeniería civil y arquitectura. Cemento Portland.

Especificaciones físicas y mecánicas. (ASTM C150)

NTC 174 :2000, Concretos. Especificaciones de los agregados para concreto. (ASTM C33)

NTC 321 :1982, Ingeniería civil y arquitectura. Cemento Portland. Especificaciones químicas. (ASTM C150).

NTC 2587: 1999, Tubos, acoples y accesorios de hierro dúctil y sus juntas, para aplicaciones en gas o agua (ISO 2531).

NTC 2629: 1989, Tubería metálica. Tubería de hierro dúctil. Revestimiento de mortero-cemento centrifugado. Controles de composición del mortero recientemente aplicado (ISO 6600).

ISO 6708, Pipe components. Definitions of nominal size.

ISO 7186, Ductile iron pipes and accessories for sewers and drains without pressure.

3. Materiales

3.1. Cemento

El cemento utilizado como revestimiento debe guardar conformidad con las NTC 30, NTC 121 y NTC 321, aplicables a este tipo de producto.

El fabricante podrá utilizar el tipo de cemento que mejor le convenga, según su parecer, sin embargo, debe informarle al comprador.

3.2. Arena

La arena utilizada debe tener una distribución granulométrica controlada, desde los elementos más finos hasta los más gruesos. Debe encontrarse limpia y estar compuesta por partículas granulares inertes, duras, resistentes y estables.

El muestreo se debe efectuar de acuerdo con la NTC 77 aplicable a los materiales de construcción.

La curva granulométrica de la arena se debe establecer por medio de tamices normalizados y debe cumplir los siguientes requisitos:

- NTC 174

- la fracción fina (partículas que pasan por un tamiz de una abertura de malla de 0,125 mm) no debe ser superior a un 10% de la masa.

- la fracción compuesta por granos hasta un diámetro máximo equivalente a la tercera parte del espesor normal del revestimiento de mortero, no debe ser inferior a un 50 %, de la masa.

- la fracción de los granos más gruesos del mortero (partículas que no pasan a través del tamiz cuya abertura de malla es la más cercana de la mitad del espesor normal del revestimiento de mortero), no debe ser superior de un 5 %, de la masa.

La limpieza de la arena se considera, desde el punto de vista del contenido de impurezas orgánicas y materias arcillosas, teniendo en cuenta los métodos que se mencionan a continuación.

El ensayo de las impurezas orgánicas se debe hacer aplicando el método colorimétrico, según las Normas Técnicas Colombianas vigentes (usando este método, la arena no debe producir una coloración más oscura que la de la solución de referencia).

La determinación del contenido de materias arcillosas y otras partículas finas en la arena (de dimensión inferior a 80 μ m), para la fabricación del revestimiento de mortero de cemento, se debe hacer aplicando las Normas Técnicas Colombianas. El porcentaje no debe exceder el 2 % de la masa.

3.3. Agua

El agua utilizada para la preparación del mortero no debe contener ningún elemento o sustancia capaz de perjudicar la calidad del mortero o la del agua que eventualmente el tubo esta finalmente destinado a transportar. La presencia de partículas minerales sólidas se puede admitir, sin embargo, dentro de los límites que respeten debidamente estos requisitos.

3.4. Mortero

El mortero del revestimiento debe estar compuesto por cemento, arena y agua. Se pueden usar aditivos, que deben ser especificados, con la seguridad de no perjudicar la calidad del revestimiento ni la calidad del agua transportada, y, del mismo modo, que el revestimiento guarde siempre conformidad con todos los requisitos de esta norma.

El mortero se debe mezclar lo más perfectamente posible y su consistencia debe dar lugar a la obtención de un revestimiento denso y homogéneo. El mortero debe contener, en masa, una proporción de cemento de por lo menos, la que corresponde a 3,5 partes de arena (o sea $A/C = 3,5$ el peso en el mortero)⁽¹⁾.

4. Requisitos de la superficie interior del tubo antes de la aplicación del revestimiento

La superficie sobre la cual se va aplicar el revestimiento no debe contener ningún cuerpo extraño, calamina no adherida o cualquier otro material capaz de oponerse al correcto contacto entre el metal y el revestimiento.

Adicionalmente, la superficie interior del tubo debe estar libre de proyecciones de metal que formen protuberancias que sobrepasen un 50 % del espesor del revestimiento.

5. Aplicación del revestimiento

El mortero de cemento del revestimiento se debe aplicar por centrifugación en el interior de los tubos.⁽²⁾

A excepción de la superficie interna de la unión, las partes del tubo que están destinadas a permanecer en contacto con el agua transportada deben quedar totalmente revestidas de mortero.

El mortero no debe presentar cavidades o burbujas de aire visibles, y debe ser preciso darle una densidad máxima en todos sus puntos. La consistencia del mortero, así como la duración y velocidad de centrifugación del tubo se deben siempre ajustar de tal modo que la segregación de la arena en el revestimiento sea reducida a lo mínimo posible.

Una vez finalizada la centrifugación, el curado del revestimiento debe hacerse a temperaturas superiores a 0°C. La posible pérdida de agua del mortero, por evaporación, debe ser lo suficientemente lenta para no impedir su endurecimiento.

(1) Los métodos para la determinación de la relación arena/cemento (A/C), se deben consultar en la NTC 2629.

(2) Esta norma se puede aplicar, en forma análoga, para aquellos procedimientos en que el revestimiento de la capa de mortero de cemento se aplica mediante una cabeza de proyección centrífuga.

Se permiten las reparaciones de las áreas dañadas o defectuosas. Eliminando entonces, en primer lugar, el mortero dañado de las áreas correspondientes. A continuación, se repararán las áreas defectuosas utilizando, por ejemplo, una paleta para aplicar mortero fresco, de tal modo que se obtenga un revestimiento continuo de espesor constante.

Para tal fin, se utilizará un mortero de consistencia adecuada, al que se le agregarán así se requiere, aditivos para obtener una buena adherencia contra el mortero no dañado.

6. Espesor del revestimiento

El espesor normal del revestimiento y los valores mínimos admisibles en promedio y locales son los establecidos en la tabla 1.

En los extremos del tubo, el revestimiento puede reducir a valores inferiores del espesor mínimo. La longitud de la parte achaflanada debe ser lo más reducida posible, pero en ningún caso debe ser inferior a 50 mm.

7. Determinación del espesor del revestimiento

El control del espesor del revestimiento se efectúa en el mortero recién centrifugado, por penetración de un alfiler de acero o, en el mortero una vez endurecido, por aplicación de un método de medición no destructivo.

El espesor del revestimiento se debe medir en ambos extremos del tubo, y al menos una sección perpendicular al eje del tubo.

En cada sección que debe estar como mínimo a una distancia de 200 mm a partir del extremo del tubo, la medición se debe efectuar en cuatro puntos espaciados a intervalos de 90°.

Los valores del espesor del revestimiento se deben aproximar a la 0,1 mm más cercana.

El espesor del revestimiento medido en cualquier punto del tubo no debe ser inferior al valor mínimo indicado en la Tabla 1.

La media aritmética de las cuatro medidas en cada sección, no debe ser inferior al valor promedio mínimo que se indica en la Tabla 1.

8. Condición de la superficie del revestimiento endurecido

La superficie del revestimiento de mortero de cemento debe ser uniformemente lisa. Los granos de arena únicamente podrán sobresalir superficialmente y de forma aislada en la superficie del revestimiento.

El revestimiento no debe ser desmoronable, ni presentar rugosidades o surcos que puedan dar lugar a espesores locales inferiores a los valores nominales en un cualquier punto, tal como se especifica en la Tabla 1.

Como consecuencia de la contracción del revestimiento, resulta imposible evitar la formación de grietas. Tanto las grietas de contracción como las grietas aisladas que puedan derivarse de la fabricación o del transporte de los tubos, se pueden aceptar hasta un ancho de 0,8 mm.

La estructura del revestimiento guarda relación con el proceso de centrifugación.

En la pared interna del revestimiento se forma una capa delgada de arena fina y cemento que puede alcanzar, aproximadamente, la cuarta parte del espesor total del mortero.

9. Condiciones de ensayo

Los diversos controles especificados en esta norma se deben realizar bajo las siguientes condiciones.

9.1. Arena

Generalmente, se considera suficiente la determinación de la curva granulométrica de la arena por medio de una muestra promedio que corresponda para cada procedencia de aprovisionamiento a la cantidad necesaria para una semana de producción.

El control de las impurezas orgánicas y del contenido en cuanto a materias arcillosas podrá ser efectuado únicamente mediante una muestra promedio representativa de las cantidades necesarias para un mes de fabricación.

Se podrán modificar las frecuencias de estos controles acorde a la regularidad de los suministros, y aumentadas por lo menos provisionalmente, en caso de cambio de la procedencia del suministro o bien, de irregularidades comprobadas en los aprovisionamientos de la misma procedencia.

9.2. Espesor del revestimiento

El espesor del revestimiento se debe verificar, por lo menos, en un tubo por turno y por instalación de centrifugación, y para cada diámetro fabricado.

9.3. Aspecto del revestimiento

Se debe someter cada tubo a un control para observar el aspecto del revestimiento, con una referencia especial al estado de superficie y el acabado de los extremos.

De ser necesaria alguna reparación después de este examen, se debe realizar de acuerdo con el método descrito en el numeral 5.

Tabla 1. Espesor de capa del revestimiento con mortero de cemento

Dimensiones en milímetros

Grupo de DN	Diámetro nominal ₁ * (DN)	DE	Espesor de capa e	Masa por m lineal aproximadamente ₂ * kg		
				Valor medio mínimo	Valor mínimo en un punto	
I	40	56	3	2,5	1,5 ₍₃₎	0,8
	50	66				1
	60	77				1,3
	65	82				1,4
	80	98				1,7
	100	118				2,1
	125	144				2,7
	150	170				3,2
	200	222				4,2

	250	274				5,2
	300	326				6,3
II	350	378	5	4,5	2,5	12,3
	400	429				14
	500	532				17,5
	600	635				20,9

Grupo de DN	Diámetro nominal ₁ * (DN)	DE	Espesor de capa e	Masa por m lineal aproximadamente ₂ * kg		
				Valor medio mínimo	Valor mínimo en un punto	
III	700	738	6	5,5	3,0	29,3
	800	842				33,4
	900	945				37,6
	1 000	1048				41,7
	1 200	1 255				5
IV	1 400	1 462	9	8,0	4,0	87,6

	1 600	1 668				100,1
	1 800	1 875				112,5
	2 000	2 082				125
V	2 200	2 288	12	10,0	5,0	183,5
	2 400	2 495				200
	2 600	2 702				216,6

1. De conformidad con la norma ISO 6708.

2. Masa calculada con base en el espesor normal y un diámetro interior equivalente al valor del diámetro nominal, tomando como densidad 2 200 kg/m₃.

3. El valor mínimo 1,5 mm se puede considerar suficiente, según la literatura técnica, para garantizar la protección de las tuberías contra la corrosión.

Documento de Referencia

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Ductile Iron Pipes for Pressure and Non-Pressure Pipelines. Centrifugal Cement Mortar Lining. General Requirements. Geneva: ISO, 1985, 4 p. il (ISO 4179).

RESISTENCIA QUÍMICA TUBERÍA DE ARCILLA VITRIFICADA (GRES)

NORMA NTC 3796: Ingeniería civil y arquitectura. Métodos de ensayo para tubos de gres. Método de ensayo de resistencia a los ácidos de que trata el numeral 8, (Documento de referencia ASTM C 301:2013).

Tubos de Arcilla Vitrificada (Gres).

1. Objeto

1.1. Esta norma abarca los equipos y las técnicas para el ensayo de tubos de gres antes de ser instalados.

El ensayo hace uso de tubos completos para determinar la resistencia de soporte y a las fuerzas hidrostáticas. Así mismo el ensayo hace uso de fragmentos de tubos para cuantificar la absorción de agua en el cuerpo del tubo y la cantidad de material soluble en ácido que puede ser extraído de los mismos.

1.2. Los valores se registrarán de acuerdo al sistema internacional de unidades. Véase la NTC 1000. Metrología.

1.3. Esta norma no pretende señalar todos los problemas de seguridad asociados con su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer las prácticas de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad de las limitaciones reglamentarias antes de su uso.

Nota 1. Las siguientes normas también están relacionadas con tubos de arcilla y pueden utilizarse para mayor información: la NTC 1259 y norma ASTM C828.

Norma NTC 3526 (ASTM C425) Juntas de compresión para Tuberías y accesorios de gres

Norma NTC 4089 (ASTM C700) Ingeniería Civil y Arquitectura Tubos y Accesorios de Gres para Alcantarillado y Perforado para Drenajes, Resistencia Normal

8. Resistencia a los ácidos

8.1. Se determina la resistencia a los ácidos de los tubos de gres por extracción del material soluble en ácido.

8.2. Reactivos

Cuando se ensaye con ácido sulfúrico (H_2SO_4), clorhídrico (HCl), nítrico (HNO_3) o acético (CH_3COOH), según lo especifique el comprador, se debe usar una solución ácida 1 N.

Nota 2. Estas soluciones 1N deben contener, respectivamente, 49 g, 36,5g, 63 g y 60 g del ácido por litro de solución. Para propósitos de este ensayo, las soluciones pueden prepararse tomando los siguientes volúmenes de ácido diluyéndolos en 1 L; (H_2SO_4) (G.E. 1,84), 28,5 mL; HCl (G.E. 1,19), 88,9 ml; (HNO_3) (G.E. 1,42), 65 mL; y ácido acético (G.E. 1,05), 57,7 mL.

8.3. Especímenes de ensayo

8.3.1. Los especímenes para el ensayo de resistencia a los ácidos deben ser cuadrados de 50 mm de lado aproximadamente, con una masa máxima de 200 g. Deben ser piezas sin defectos con todos sus bordes recién quebrados, libre de grietas o bordes fracturados, y deben estar bien limpias.

8.3.2. Se ensaya como mínimo 1 espécimen de cada tamaño de tubo.

8.4. Aparato de pesado

La balanza usada para medir la masa de los especímenes debe ser sensible a los 0,01 g cuando se carga con 200 g.

8.5. Procedimiento

8.5.1. Se secan los especímenes hasta alcanzar una masa constante a una temperatura no menor que 110°C.

8.5.2. Se suspenden los especímenes secos en el ácido a una temperatura entre los 21°C y 32°C por un periodo de 48 h, luego se retiran de la solución y se lavan fuertemente con agua caliente, permitiendo que lo lavado regrese de nuevo a la solución en la cual el espécimen estuvo inmerso. Se filtra la solución y se lava el filtro con agua caliente, adicionando el lavado de lo filtrado.

Se agregan 5 mL de (H₂ SO₄) a lo filtrado, luego se evapora la solución (evitando las perdidas por salpicaduras), hasta cerca de 5 mL; se transfiere a un crisol de porcelana (previamente calentando a una masa constante), y se calienta lentamente hasta lograr el secado. Luego se calienta el residuo a una masa constante.

8.6. Cálculo e informe

Se calcula el porcentaje de material soluble en acido de la siguiente manera:

$$\text{material soluble en acido, \%} = (R/W) \times 100$$

Donde:

R = masa del residuo

W = masa inicial del espécimen

RESISTENCIA QUÍMICA ACCESORIOS DE ARCILLA VITRIFICADA (GRES)

NORMA NTC 4089 (ASTM C700): Ingeniería civil y arquitectura. Tubos y accesorios de gres para alcantarillado y perforados para drenaje. Resistencia normal

Tubos de Arcilla Vitrificada (Gres)

1. Objeto

1.1. En esta norma se establecen los criterios para aceptación, antes de la instalación, de tubos y accesorios de gres de resistencia normal destinados al uso en conducción de desechos domésticos e industriales, y de agua lluvia; y de tubos de gres perforados para drenaje de resistencia normal destinados al uso en drenaje subterráneo, campos de filtro, campos de lixiviación e instalaciones similares de drenaje subterráneo.

1.2. Los valores se deben regir de acuerdo al Sistema Internacional de Unidades. Véase la NTC 1000 (ISO 1000).

1.3. La siguiente advertencia de precaución corresponde únicamente a la parte del método de ensayo, numeral 5.6 de esta norma. Esta norma no pretende considerar todos los problemas de seguridad, si existen, relacionados con el uso de la misma. El usuario de esta norma es responsable de establecer procedimientos adecuados de seguridad, salud y determinar la aplicación de limitaciones regulatorias antes de usarla.

5.6.3. Ensayo de resistencia a los ácidos

5.6.3.1 Este requisito se utiliza para determinar la resistencia del tubo a la acción de los ácidos hallados en los alcantarillados sanitarios. El ensayo únicamente se efectúa cuando se requiera en las especificaciones, según el procedimiento de la NTC 3796 (ASTM C 301).

1. Los tubos de cada tamaño y de cada despacho son aceptables si el material soluble en ácido, de los especímenes que representen a esos tubos, no pasa del 0,25 %

2. Si cualquiera de los especímenes de ensayo no cumple los requisitos de resistencia al ácido, se permite una repetición del ensayo, que sea representativo del lote del material original, en ese ácido en particular y el tubo se acepta o se rechaza según lo previsto en el numeral 5.6.1.4.

5.6.1.4 Si alguno de los especímenes de ensayo no cumple los requisitos, se le permitirá al fabricante repetir los ensayos en dos especímenes adicionales por cada uno que haya fallado. Los tubos serán aceptables si todos los especímenes de los ensayos repetidos cumplen el requisito de ensayo.

REQUISITOS DE DURABILIDAD PARA EL CONCRETO

REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMORRESISTENTE NSR-10

Concreto para los tubos de concreto reforzado y sin refuerzo y sus accesorios. Requisitos de durabilidad exigidos en los capítulos C.4 y C.23 del Reglamento NSR-10, o el que lo modifique o sustituya.

Incluye además los requisitos para ductos de concreto reforzado o no reforzado (Box Culvert prefabricados o contruidos en sitio, dóvelas para túneles, concreto lanzado, entre otros) expuestos al suelo, agua y ambiente que transporten agua potable, aguas residuales lluvias o combinadas y para el acero de refuerzo de los ductos cuando aplique.

Se presentan a continuación los requisitos más relevantes, sin que ello implique el desconocimiento de todo lo contemplado en los capítulos C.4 y C.23 del Reglamento NSR- 10 de carácter obligatorio en el territorio nacional.

C.2.1 – Notación del Título C del Reglamento NSR-10

F'_c = resistencia especificada a la compresión del concreto, MPa, Capítulos C.4, C.5, C.8-12, C.14, C.18, C.19, C.21, C.22, Apéndices C-A-D.

C.23-C.1.1 – Alcance

El presente Capítulo cubre lo concerniente a tanques y compartimentos estancos tales como piscinas y albercas que hacen parte del equipamiento de edificaciones. Los requisitos dados en el presente Capítulo cubren estructuras contruidas con concreto reforzado vaciado en sitio, concreto prefabricado y concreto preesforzado.

Los requisitos de este Capítulo son totalmente aplicables al diseño de estructuras propias de ingeniería ambiental y sanitaria, con la excepción estructuras primarias para evitar la fuga de materiales peligrosos.

Para este tipo de estructuras propias de ingeniería ambiental y sanitaria la resistencia mínima especificada del concreto a la compresión f_c' no debe ser menor de 28 MPa. No se define una resistencia máxima especificada a la compresión, a menos que se indique explícitamente en alguna sección del Reglamento NSR-10.

C.23-C.4 – Requisitos especiales de durabilidad

En la presente sección se presentan las modificaciones que deben hacerse a los requisitos de durabilidad dados en el Capítulo C.4 del Título C de la NSR-10 para que sean aplicables a estructuras ambientales de concreto.

C.23-C.4.1.3 – Contenido mínimo de materiales cementantes

El contenido mínimo de materiales cementantes debe ser el indicado en la Tabla C.23-C.1.1.

TABLA C.23-C.4.1.1 – CONTENIDO MÍNIMO DE MATERIALES CEMENTANTES

* Para tamaños nominales del agregado grueso que no se indican, se permite interpolar entre los tamaños nominales indicados.

C.23-C.4.2 – Categorías y clases de exposición para estructuras ambientales de concreto

A continuación, en la Tabla C.23-C.4.2.1 se presentan las categorías y clases de exposición para estructuras ambientales de concreto. Esta tabla modifica la Tabla C.4.2.1 para que sea aplicable en estructuras ambientales.

TABLA C.23-C.4.2.1 – CATEGORÍAS Y CLASES DE EXPOSICIÓN

Categoría	Severidad	Clase	Condición	
F Congelamiento y deshielo	No es aplicable	F0	Concreto no expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo	
	Moderada	F1	Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo y exposición ocasional a la humedad	
	Severa	F2	Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo y en contacto continuo con la humedad	
	Muy severa	F3	Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo que estará en contacto continuo con la humedad y expuesto a productos químicos descongelantes	
S Sulfato	Sulfatos solubles en agua (SO₄) en el suelo% en peso	Sulfato (SO₄) disuelto en agua, ppm		
	No aplicable	S0	SO₄ <0.10	SO₄<150
	Moderada	S1	0,10=SO₄<0.20	150=SO₄<1500
	Severa	S2	0.20=SO₄=2.00	1500=SO₄<10000
	Muy severa	S3	SO₄ >2.00	SO₄>10000

P Requiere baja permeabilidad	No aplicable	PO	En contacto con el agua donde no se requiere baja permeabilidad
	Requerida	P1	En contacto con el agua donde se requiere baja permeabilidad
C Protección del refuerzo para corrosión	No aplicable	CO	Concreto seco o protegido contra la humedad
	Moderada	C1	Concreto expuesto a la humedad, pero no a una fuente externa de cloruros
	Severa	C2	Concreto expuesto a la humedad y a una fuente externa de cloruros provenientes de productos químicos descongelantes, sal, agua salobre, agua de mar o salpicadura del mismo origen
Q Exposición a químicos corrosivos	No aplicable	Q0	Concreto que no está expuesto a químicos corrosivos
	Severa	Q1	Concreto expuesto a químicos corrosivos diferente de descongelantes

C.23-C.4.3 – Requisitos para mezclas de concreto

A continuación, en la Tabla C.23-C.4.3.1, con base en las clases de exposición asignadas en la Tabla C.23-C.4.2.1, se dan los requisitos que deben tener las mezclas de concreto de estructuras ambientales de concreto. Esta tabla modifica la Tabla C.4.3.1 para que sea aplicable en estructuras ambientales. Solo se presentan las clases de exposición que presentan modificación con respecto a la Tabla C.4.3.1 del Capítulo C.4.

TABLA C.23-C.4.3.1 – REQUISITOS PARA EL CONCRETO SEGÚN LA CLASE DE EXPOSICIÓN

C.23-C.4.5 – Exposición a los sulfatos

El concreto expuesto al agua o a aguas residuales o a suelos que contengan sulfatos debe cumplir los requisitos de la Tabla C.23-C.4.3.1, o debe ser fabricado con un cemento que produzca resistencia a los sulfatos y que cumpla con la relación agua/material cementante y la resistencia mínima a la compresión dada en la Tabla C.23-C.4.4.1.

C.23-C.4.6.5 – Los materiales empleados en las juntas, incluyendo las barreras impermeables, las juntas de expansión, y los sellantes, deben ser resistentes al ataque químico por toda la vida útil de la estructura. Los materiales se deben ensayar de acuerdo con la norma ASTM C 920 y la especificación del Gobierno Federal de Estados Unidos TT-S-00277E para sellantes, y ASTM D 570, ASTM D 746, ASTM D 1149, y CRD-C572 para barreras impermeables de PVC.

C.23-C.4.7 – Ensayos para establecer la posibilidad de ataque químico

La composición y temperatura del líquido o gas y su pH deben ser ensayados para establecer su agresividad con el concreto y el sistema de barrera protectora.

C.23-C.4.7.2 – La idoneidad de la protección ante ataque químico debe ser confirmada por medio de ensayos. Los ensayos deben establecer la necesidad y la efectividad de los cementos especiales, las coberturas y revestimientos, y las otras medidas protectivas.

C.23-C.4.7.3 – Los agregados deben ensayarse para reacción al ataque químico de acuerdo con la norma ASTM C 295.

Nota 1. Las siguientes Normas están relacionadas con tubería de concreto y pueden utilizarse para mayor información.

NTC 1022 (ASTM C14M) Tubos de Concreto sin Refuerzo para Alcantarillado.

NTC 401 (ASTM C76M) Tubos de Concreto Reforzado para Alcantarillado.

NTC 4831(ASTM A760/ASTM A761 y ASTM A979) Tubería Metálica Corrugada con Revestimiento Interno en Concreto para Alcantarillado Pluvial y sus accesorios.

NTC 4594 (ASTM C361) Tubos de Concreto Reforzado para Bajas Cabezas de Presión.

NTC 5672(ASTM C1433M) Box Culvert Prefabricados y la norma ASTM C1786.

NTC 3789 (ASTM C478M) Pozos de Inspección y Cámaras Prefabricados en Concreto.

NTC 1328 (ASTM C443M) Juntas Flexibles para Unión de Tubos de Concreto.