

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERIA SANITARIA

TESIS DE BACHILLER Y GRADO

**INVESTIGACION SOBRE EL CONTENIDO
DE PLOMO EN LAS AGUAS QUE HAN
ESTADO EN CONTACTO CON LAS
TUBERIAS DE PLASTICO ó PVC**

LEOPOLDO BRACALE DELGADO

PROMOCION 1966

CAPITULO I

**TIPOS DE TUBERIAS QUE SE USAN EN SISTEMAS DE
ABASTECIMIENTOS DE AGUA Y ALCANTARILLADO EN EL PERU**

ALCANTARILLA DE CONCRETO REFORZADO, AGUA, DESAGUE DE A-
GUA PLUVIAL Y CLOACAS

Alcance

1.-Estas especificaciones comprenden tuberías de concreto reforzado de 12 a 108" destinadas a ser usadas para la conducción de aguas negras, desperdicios industriales y agua pluvial, y para la construcción de alcantarillas.

Nota 1.- Estas especificaciones son especificaciones de fabricación y compra solamente, y no incluyen requisitos para empotramiento, relleno, o la relación entre la carga de la cubierta de tierra y la clasificación de resistencia de la tubería. Sin embargo, la

experiencia ha mostrado que el rendimiento exitoso de este producto depende en cantidades iguales de la adecuada selección de la clase de tubería, tipo de empotramiento y relleno, fabricación controlada en la planta, y cuidado en el trabajo de construcción sobre el terreno. El comprador de la tubería de concreto reforzado especificada aquí está prevenido de que debe correlacionar adecuadamente los requisitos del local de la obra con la clase de tubería especificada y proporcionar adecuada inspección en la planta de fabricación y en el local de la construcción.

Clases

2. La tubería fabricada de acuerdo a estas especificaciones será de cinco clases identificadas como clase I, clase II, clase III, clase IV y clase V. Los requisitos correspondientes de resistencia son prescritos en las Tablas I a V.

Bases de aceptación.-

3.- (a) A menos que el comprador indique lo contrario en el momento de, o antes de colocar una orden se permiten las tres siguientes bases separadas y alternativas de aceptación:

(1) Aceptación sobre la base de ensayos de los tres filos realizados en la planta, ensayos materiales, e inspección del producto completo.- La aceptabilidad de la tubería en todos los diámetros y clases será determinada por los resultados de los ensayos de los **tres filos** o ensayos con lecho de arena sea para la carga que ha de producir una grieta de 0.01" o, a opción del comprador, la carga que ha de producir la grieta de 0.01" y la carga final; por ensayos materiales tales como los requeridos en las Secciones 5, 6 y 7; por ensayos de absorción sobre muestras seleccionadas de la pared de la tubería; y por inspección de la tubería terminada para determinar su conformidad con el diseño prescrito en estas especificaciones y su carencia de defectos.

(2) Aceptación sobre la base de ensayos materiales e inspección del producto completo.- La aceptabilidad de la tubería en todos los diámetros y clases será determinada por los resultados de los ensayos materiales requeridos en las Secciones 5, 6 y 7 ; por ensayos de aplastamiento sobre núcleos de concreto o cilíndricos de concreto curado; por ensayos de absorción sobre muestras seleccionadas de la pared de la tubería; y por inspección de la tubería terminada, incluyendo la

cantidad y colocación de refuerzo, para determinar su conformidad con el diseño prescrito en estas especificaciones y su carencia de defectos.

(3) Cuando el comprador y el fabricante lo acuerden, cualquier porción o combinación de los ensayos indicados en los Items (1) y (2) pueden formar la base de aceptación.

(b) Aceptación.- Se considerará que las tuberías estén listas para aceptación, cuando cumplan los requisitos, según lo indican los ensayos especificados.

MATERIALES

Concreto Reforzado

4.- El concreto reforzado constará de cemento portland, agregados minerales y agua, en que se ha adicionado acero en forma tal que el acero y el concreto actúen conjuntamente.

Cemento

5.- El ~~cemento portland~~ ~~estará de~~ ~~acuerdo a~~ los requisitos de las Especificaciones para cemento portland (Designación ASTM: C 150), o será cemento portland con aire aspirado de acuerdo a los requisitos de las Espe-

cificaciones para cemento portland con Aire Aspirado (Designación ASTM: C 175), o cemento portland de escoria de alto horno de acuerdo a los requisitos de las Especificaciones para cemento portland de escoria de alto horno (Designación ASTM. C 205), o cemento portland puzolánico de acuerdo a los requisitos de las especificaciones para cemento portland puzolánico (Designación ASTM: C 340).

Refuerzo de acero

6.- El refuerzo puede constar de alambre de a acuerdo a las especificaciones para alambre de acero estirado en frio para refuerzo de concreto (Designación ASTM: A 82), o de tejido de acuerdo a las especificaciones para tejido de alambre de acero soldado para refuerzo de concreto (Designación ASTM: A 185), o de barras de acero grado intermedio de acuerdo a las especificaciones para barras de acero para refuerzo de concreto (Designación ASTM: A 15).

Agregados

7.- Los agregados estarán de acuerdo a las especificaciones para agregados de concreto (Designación ASTM: C 33) excepto que el requisito para gradación no

será aplicable.

Mezcla

8.- Los agregados estarán dispuestos según su tamaño, graduados, proporcionados y profundamente mezclados en forma tal en una hormigonera por cargas, con proporciones tales de cemento y agua que producirán una mezcla homogénea de concreto de calidad tal que la tubería estará de acuerdo al ensayo y requisitos de diseño de estas especificaciones. Pueden usarse aditivos o mezclas con la aprobación del consumidor. En ningún caso, sin embargo, la proporción de cemento portland en la mezcla será menor de seis sacos normales E.E. U.U. (94lb) por yarda cúbica de concreto.

DISEÑO

Diseño mínimos

9.- El espesor de la armadura y la cantidad de refuerzo circunferencial no serán menores de los prescritos para las clases I y V en los tablos I a V, excepto en lo estipulado en la sección 10.

Diseño especial y alternativo

10.- Los fabricantes pueden someter al comprador, para aprobación previa a la fabricación, diseños diferentes de los de las clases I a V. Tal tubería deberá satisfacer todos los ensayos y requisitos de rendimiento especificados por el comprador de acuerdo con la sección 3.

Colocación del refuerzo

11.- (a) Cuando se use una línea de refuerzo circular, se le colocará a partir de 35 a 50 por ciento del espesor de la armadura desde la superficie interior de la tubería, excepto que para espesores de pared menores de 2 1/2", la cubierta protectora nominal del concreto sobre el refuerzo circunferencial en el cuerpo de la tubería será de 3/4".

En tubería circular que tenga dos líneas de refuerzo circular, cada línea será colocada en forma tal que la cubierta protectora nominal de concreto sobre el refuerzo circunferencial en el cuerpo de la tubería será de 1". En tubería circular con refuerzo elíptico, y en tubería elíptica con refuerzo circular y con espesores de pared de 2 1/2" o más, el refuerzo en el cuerpo de la tubería será colocado en forma tal que la cubierta nominal de

concreto sobre el refuerzo circunferencial a lo largo del diámetro vertical de la tubería estará a 1" de la superficie interior de la tubería, y la cubierta protectora nominal de concreto sobre el refuerzo circunferencial a lo largo del diámetro horizontal de la tubería estará 1" de la superficie exterior de la tubería. En toda tubería de 36" o más de diámetro, la rosca hembra o la rosca macho de la junta contendrá refuerzo circunferencial igual en área al de una línea individual dentro del cuerpo de la tubería. La ubicación nominal del refuerzo estará sujeta, sin embargo, a las variaciones permisibles en dimensiones dadas en la sección 25.

(b) Una línea de refuerzo circunferencial de cualquier área total dada puede ser considerada como compuesta de dos capas si las capas no están separadas por más del espesor de una longitudinal más 1/4". Las dos capas estarán unidas entre sí para formar una jaula rígida individual.

Todos los otros requisitos de la especificación, tales como traslapo, soldaduras y tolerancias de colocación en la pared de la tubería, etc.; se aplicarán a este método de fabricar una línea de refuerzo.

Longitudinales

12.- Cada línea de refuerzo circunferencial será reunida en una joula que contendrá suficientes barras o miembros longitudinales, que se extiendan a través del cuerpo de la tubería, para mantener el refuerzo rígidamente en forma y posición correcta dentro de la forma. La exposición de los extremos de los estribos o espaciadores que han sido usados para posicionar las joulas durante la colocación del concreto, no será una causa para rechazo.

Traslapes, soldaduras y espaciamiento

13.- Si los empalmes no están soldados, el refuerzo será traslapado no menos de 20 diámetros para barros deformados, y 40 diámetros para barras uniformes y alambre estirado en frío. En adición, cuando se usen joulas traslapadas de tejido de alambre soldado, sin soldadura, el traslope contendrá un alambre longitudinal. Cuando los empalmes estén soldados y no son traslapados a los requisitos mínimos anteriores, los ensayos de fuerza de tracción de especímenes representativos desarrollarán por lo menos 50 por ciento de la resistencia mínima especificada del acero, y habrá un traslope mínimo de 2". El espaciamiento centro a centro de anillos adyacentes

de refuerzo circunferencial en una jaula no excederá de 4" para tuberías hasta de 4" de espesor de pared inclusive, ni excederá el espesor de pared para tuberías más grandes, y en ningún caso excederá de 6". La continuidad del acero de refuerzo circunferencial no será destruída durante la fabricación de la tubería.

Juntas .-

14. Los extremos de las secciones de tubería de concreto reforzado tendrán tal forma que cuando las tuberías sean colocadas en conjunto, formarán una línea continua y uniforme de tubería, compatible con las tolerancias dadas en la sección 25(a). Las juntas serán de un diseño tal que permitirán una unión efectiva para reducir el goteo e infiltración a un mínimo satisfactorio y para permitir la colocación sin irregularidades apreciables en la línea de flujo.

Tubería Elíptica.-

15. Tubería elíptica, a efectos de estas especificaciones, será la tubería que tenga un diámetro vertical más largo que el diámetro horizontal por una cantidad aproximadamente igual al espesor de pared de la tubería . La tubería elíptica satisfará el mismo tipo

de ensayos que se requieren para la tubería circular. El espesor de pared, diámetro horizontal, diámetro vertical y las tolerancias son dados en la Sección 25. La relación de diámetro entre la tubería elíptica y la horizontal será prescrita en la Sección 24.

FABRICACION

Colocación del concreto.-

16. El transporte y colocación del concreto será por métodos que eviten la segregación de los materiales de concreto y el desplazamiento del acero de refuerzo de su posición adecuada en la forma.

Cura.-

17. La tubería será sometida a cualquiera de los métodos de cura descritos en los párrafos (a) a (d) ó a cualquier otro método ó combinación de métodos aprobados por el comprador, que darán resultados satisfactorios.

La tubería será curada por un tiempo suficiente para que el concreto desarrolle la resistencia a la compresión especificada en 28 días ó menos.

(a) Cura a vapor.- La tubería puede ser colocada en una cámara de cura, libre de ráfagas exteriores y curada en una atmósfera húmeda mantenida por la inyección de vapor durante un tiempo y una temperatura tales como sean necesarios para que la tubería pueda satisfacer los requisitos de resistencia. La cámara de cura estará construida en forma tal que permita la total circulación de vapor alrededor de la tubería íntegra.

(b) Cura de agua.- La tubería de concreto puede ser curada con agua, cubriéndola con un material saturado de agua o por un sistema de tuberías perforadas, rociadores mecánicos, mangueras porosas, u otro método aprobado que mantendrá la tubería húmeda durante el período especificado de cura.

(c) El fabricante puede, de acuerdo con su opinión, combinar los métodos descritos en los párrafos (a) y (b) siempre que se logre la resistencia compresiva del concreto.

(d) Una membrana de sellar de acuerdo a los requisitos de las Especificaciones para Compuestos que forman una Membrana Líquida para Curar Concreto (Designación ASTM:C 309) puede ser aplicada y debería ser dejada intacta hasta que se reúnan los requisitos de resis-

tencia especificados. El concreto al momento de aplicación debe estar dentro de 10F de la temperatura atmosférica. Todas las superficies serán mantenidas húmedas antes de la aplicación de los compuestos y estarán húmedas cuando se aplica el compuesto.

Agujeros para levantar.-

18. Cuando así lo acuerden el comprador y el fabricante, no más de dos agujeros serán hechos con molde o taladro en la armadura de cada pieza de tubería, para el propósito de manipulación y colocación.

REQUISITOS FISICOS DE ENSAYO

Especímenes de ensayo.-

19. El número especificado de tuberías requerido para los ensayos prescritos en las Secciones 20 a 23 será proporcionado sin cargo por el fabricante y será seleccionado al azar por el comprador, y serán tuberías que no serían de otra forma rechazadas bajo estas especificaciones. La selección será hecha en el punto o puntos designados por el comprador al colocar la orden. Los especímenes de ensayo tendrán seca su superficie al ser ensayados y no habrán sido expuestos a una tempera-

tura bajo 40 F durante las 24 horas inmediatamente precedentes al ensayo.

Requisitos del ensayo de aplastamiento con carga externa.-

20. (a) La carga para producir una grieta de 0.01" ó la carga final, según se haya determinado por el método de los tres filos ó el método con lecho de arena descritos en las secciones 31 a 33, no será menor de la prescrita en las Tablas I a V para cada clase respectiva de tubería. La carga final es alcanzada cuando la tubería no soporta una carga mayor. La carga de grieta de 0.01" es la máxima carga aplicada a la tubería antes de que ocurra una grieta cuyo ancho es de 0.01", medida a cortos intervalos, a través de una longitud de 1 pie más. La grieta será considerada de 0.01" de ancho cuando la punta del calibrador de medición penetre en ella, sin forzar, 1/16" a intervalos cortos a través de la distancia especificada de 1 pie. El ancho de la grieta será medido por medio de un calibrador hecho de una hoja de 0.01" de espesor (como en un conjunto de calibrado - res patrón de maquinista), afilada a una punta de 1/16" de ancho, con aristas redondeadas, y un ahusamiento de 1/4" por pulgada, como se ilustra en la Fig. 1. La tube

ría que haya sido ensayada sólo hasta la formación de una grieta de 0.01" y que reúna los requisitos de carga del ensayo de 0.01" será aceptada para uso.

(b) Reensayos de la tubería que no reúna los requisitos del ensayo de aplastamiento con carga externa.- La tubería será considerada como que reúne los los requisitos del ensayos de resistencia cuando todos los especímenes de ensayo estén de acuerdo a los requisitos de ensayo. Si alguno de los especímenes de ensayo faltará por no reunir los requisitos de ensayo, el fabricante podrá reensayar dos especímenes adicionales por cada espécimen que haya fallado , y la tubería será aceptable sólo cuando todos los especímenes reensayados reúnan los requisitos de resistencia.

Requisitos del ensayo de concreto

21.(a) Ensayos de compresión.- Pueden realizarse ensayos de compresión para satisfacer el requisito mínimo especificado de resistencia del concreto sobre cilindros varillados de concreto o cilindros compactados y curados en forma semejante a la tubería, o sobre núcleos taladrados de la pared de la tubería. Si los cilindros son ensayados, lo serán de acuerdo al método de ensayo para resistencia a la compresión de cilindros mildeados

de concreto (Designación ASTM: C 39). La resistencia a la compresión promedio de todos los cilindros ensayados será igual o mayor que la resistencia proyectada especificada del concreto. No más del 10 por ciento de los cilindros ensayados caerá bajo la resistencia proyectada especificada. En ningún caso, cualquier cilindro ensayado caerá bajo el 80 por ciento de la resistencia proyectada especificada. Si se cortan núcleos del cuerpo de la tubería y se les ensaya, el diámetro del núcleo será tal que la razón de altura tapada a diámetro o razón L/D se encontrará entre uno y dos después que las superficies curvadas han sido retiradas del núcleo cortado. Serán asegurados, preparados para ensayos y ensayos por métodos prescritos en los métodos de asegurar, preparar y ensayar especímenes de concreto endurecido para resistencia a la compresión y a la flexión. (Designación ASTM: C 42). La resistencia a la compresión de cada núcleo ensayado será igual o mayor que la resistencia proyectada del concreto. Si un núcleo no satisface la resistencia requerida, puede ensayarse otro núcleo de la misma tubería. Si este núcleo no satisface la resistencia requerida, se rechazará aquella tubería. Se harán ensayos adicionales sobre otra tubería para determinar la aceptabilidad del lote. Cuando los núcleos cortados de una sección de tubería cumplan exitosamente el

requisito del ensayo de resistencia, los agujeros de los núcleos serán tapados y sellados por el fabricante, en forma tal que la sección de tubería satisfaga todos los requisitos de ensayo de estas especificaciones. Las secciones no selladas de tubería serán consideradas como satisfactorias para su uso.

(b) Requisitos del ensayo de absorción del concreto.- La absorción de una muestra de la pared de la tubería, según lo determinado en la sección 34, no excederá 8 por ciento del peso seco. La tubería será considerada como de acuerdo a estas especificaciones para absorción cuando no menos del 80 por ciento del número de especímenes ensayados, incluyendo cualquier reensayo, esté de acuerdo a los requisitos de ensayo. Cuando el espécimen de absorción inicial de una tubería falle por no satisfacer estas especificaciones, el ensayo de absorción será hecho sobre otro espécimen de la misma tubería y los resultados del reensayo reemplazarán a los del ensayo original.

(c) Reensayos de la tubería que no reúna los requisitos del ensayo de concreto.- Cuando no más del 20 por ciento de los especímenes de ensayo de concreto falle al pasar los requisitos de la especificación, el fabricante puede entresacar sus existencias y eliminar

la cantidad de tuberías que desee, debiendo marcarlas para que no sean embarcadas. Los ensayos requeridos serán hechos sobre el cotejo de la orden y las tuberías serán aceptadas si están de acuerdo a los requisitos de ensayo.

Número y tipo de ensayos requeridos para varios programas de entrega

22. (a) Ensayos preliminares para programas prolongados de entrega.- Un comprador de tubería, cuyas necesidades requieren embarques a intervalos por períodos prolongados de tiempo, estará autorizado a ensayos tales, preliminares a la entrega de la tubería, como los requeridos por el tipo de base de aceptación especificado por el comprador en la sección 3, de no más de tres secciones de tubería cubriendo cada tamaño en que esté interesado.

(b) Ensayos adicionales para programas prolongados de entrega.- Después de los ensayos preliminares descritos en el párrafo (a), un comprador tendrá derecho a ensayos adicionales en tal número y a tales tiempos como él considere necesario, siempre que el número total de tuberías ensayadas (incluyendo los ensayos preliminares) no excede del uno por ciento de las tuberías entregadas.

(c) Ensayos para órdenes ocasionales.- Un comprador que coloque órdenes ocasionales estará autorizado a ensayar un número de tuberías que no exceda del 2 por ciento de una orden, ni de 5 pedazos de cualquier tamaño; de lo contrario, el número de tuberías deseado para ensayar será incluido en la orden.

Equipo de ensayo

23.- Todo fabricante que suministre tuberías bajo estas especificaciones proporcionará todas las facilidades y personal necesarios para llevar a cabo los ensayos descritos en las secciones 31 o 34.

TAMAÑOS Y VARIACIONES PERMISIBLES

Tamaños normales

24.- Las tuberías cuyos diámetros internos sean los enumerados en las Tablas I a V serán consideradas como de tamaño normal para la construcción de alcantarillas, desagües de agua pluvial y cloacas. En las tuberías elípticas, el diámetro interno en el eje menor de las mismas será igual al diámetro del tamaño correspondiente de tubería circular.

Variaciones permisibles en dimensiones

25.- (a) El diámetro interno de las tuberías de 12 a 24" no variará más de ± 1.5 por ciento del diámetro nominal. El diámetro interno de las tuberías de 27 a 108" no variará más de ± 1 por ciento a $3/8$ ", cualesquiera sea mayor, del diámetro nominal. El espesor de la pared no será menor que el mostrado en el diseño por más de 5 por ciento o $3/16$ ", cualesquiera sea mayor. Un espesor de pared mayor del requerido en el diseño no será causa para rechazo.

(b) Variaciones permisibles en la posición del refuerzo.- Para tuberías con una pared de 4" o menos, la máxima variación en la posición del refuerzo será de ± 10 por ciento de la pared o $\pm 1/4$ ", cualesquiera sea el mayor. Para tuberías con un espesor de pared mayor de 4", la máxima variación será de ± 10 por ciento de la pared o $\pm 5/8$ ", cualesquiera sea el menor. En ningún caso, sin embargo, la cubierta sobre el refuerzo circunferencial será menor de $1/2$ " para espesores de pared menores de $2\ 1/2$ ", o menor de $3/4$ " para espesores de pared de $2\ 1/2$ " o más.

(c) Cuando se use un refuerzo circular de jaula simple sea en tuberías elípticas o circulares y para

todo refuerzo elíptico de jaula, un área de acero que no sea menor de 97 por ciento del área mostrada en las tablas I a V será considerada como que satisface el área requerida de acero. Cuando se usen dos refuerzos circulares de jaula (una jaula interior y una exterior) nuevamente refiriéndonos a las tablas I a V, el área de acero de la jaula interior puede variar hacia el límite inferior de ser no menor del 85 por ciento de la misma área de acero elíptica proyectada, y el área de acero de la jaula exterior puede variar hacia el límite inferior de ser no menor de 64 por ciento de la misma área de acero elíptica proyectada, siempre que en ningún caso sea el área total de acero de la jaula interior más la jaula exterior menor del 153 por ciento de la misma área de acero elíptica proyectada.

(d) Las variaciones en tramos de instalación (ver "L" en figuras 2 y 3) de dos lados opuestos de tubería no serán mayores de 1/8" por pie de diámetro, con un máximo de 5/8" en cualquier tramo de tubería, excepto cuando el comprador haya especificado tuberías de extremo chaflanado para instalación en curvas.

(e) La diferencia en longitud de una sección de tubería no será mayor de 1/8" por pie con un máximo de 1/2" en cualquier longitud de tubería.

ACABADO

Acabado

26.- La tubería estará sustancialmente libre de fracturas, grietas grandes o profundas y aspereza su superficial. Los extremos de la tubería serán perpendiculares a las paredes y línea central de la tubería, dentro de los límites de variaciones dados en la sección 25.

MARCADO

Mercado

27.- La siguiente información será claramente marcada sobre cada sección de tubería:

- (a) La clase de tubería,
- (b) La fecha de fabricación, y
- (c) El nombre o marca de fábrica del fabricante.
- (d) Un extremo de cada sección de tubería con refuerzo elíptico será claramente marcado, durante el proceso de fabricación o inmediatamente después, sobre el interior y el exterior de paredes opuestas, a lo largo de los ejes menores del refuerzo

elíptico. Las marcas serán grabadas sobre la sección de tubería pintada en ella con pintura a prueba de agua.

INSPECCION Y RECHAZO

Inspección

28.- La calidad de los materiales, el proceso de fabricación y la tubería terminada estarán sujetos a inspección y aprobación por un inspector empleado por el comprador.

Rechazo

29.- La tubería estará sujeta a rechazo debido a falla al pasar cualquiera de los requisitos de la especificación. Puede rechazarse secciones individuales de tubería debido a cualquiera de las razones siguientes:

- (a) Fracturas o grietas que pasan a través de la armadura, excepto una grieta que no excede la profundidad de la junta.
- (b) Defectos que indiquen proporción, mezcla y moldeo imperfectos.
- (c) Defectos superficiales que indiquen textu

ra alveolar o abierta.

- (d) Extremos dañados, donde tal daño evitaría hacer una junta satisfactoria.

REPARACIONES

Reparaciones

30.- La tubería puede ser reparada, si es necesario, debido a imperfecciones ocasionales en fabricación o avería accidental durante la manipulación, y será aceptable si, en la opinión del comprador, las reparaciones son sólidas y adecuadamente terminadas y curadas y la tubería reparada satisface los requisitos de estas especificaciones.

METODOS DE ENSAYO

Ensayos de resistencia al aplastamiento con carga externa aparatos

31.- (a) Al realizar el ensayo, puede usarse cualquier artefacto mecánico o manual en el cual la fuente que aplique la carga se mueva a una velocidad tal que incremente la carga a una proporción uniforme de aproximadamente 2000lb. por pie lineal de tubería por

minuto.

(b) Es necesario que la máquina de ensayo usada para los ensayos de resistencia produzca una desviación uniforme a través de la longitud total de la tubería. La máquina de ensayo será resistente y rígida en su totalidad, de modo que la distribución de la carga no será afectada apreciablemente por la deformación o facilidad en ceder de cualquier parte.

Método de los filos

32.- (a) Cuando se use el método de los tres filos (ver figs. 2 y 3), los extremos de cada espécimen de tubería serán cuidadosamente marcados en mitades de la circunferencia antes del ensayo. Los soportes inferiores constarán de dos franjas de madera cuyos lados verticales tengan sus aristas de la parte superior interior redondeadas a un radio de aproximadamente $1/2$ ". Las franjas serán rectas y estarán sujetas en forma segura a una base rígida. Los lados verticales interiores de las franjas serán paralelos y espaciados a una distancia de no más de 1" por pie de diámetro de tubería, pero en ningún caso menor de 1". Si el fabricante o el comprador lo solicitan antes del ensayo, cuando la tubería no ha sido aún colocada, una foja de yeso mojado y arena, con

espesor suficiente para compensar las desigualdades del cuerpo de la tubería, pero que en ningún caso exceda de 1", será vertida sobre la superficie de los soportes inferiores. El soporte superior será un bloque rígido de madera, libre de nudos, y recto y alineado de extremo a extremo. La carga será aplicada a este bloque a través de una viga de metal de dimensiones tales que transmitirá la carga total sin desviación apreciable. Una faja de yeso mate, que no exceda de 1" en espesor, puede ser también vertida a lo largo de la longitud de la corona de la tubería para igualar los soportes, El soporte superior será puesto en contacto mientras que el yeso mate esté aún algo plástico. Los soportes inferior y superior se extenderán por la longitud completa de la tubería, excluyendo la rosca hembra. La tubería será colocada simétricamente entre los dos soportes, como se ilustra en las figs. 2 y 3. Al ensayar una tubería que esté "fuera de línea", las líneas de los soportes escogidos serán de aquellas que den las condiciones más favorables para un ensayo justo.

(b) En caso de ser acordado mutuamente por el fabricante u otro vendedor y el comprador, se puede usar bloques de jebe duro o mangueras de alta presión llenas de arena, en lugar de los soportes de madera

prescritos en el párrafo (c).

Cuando se usen bloques de jefo duro para soportes, se les cortará de un **material** cuya dureza no sea menor de 45 ni mayor de 60. Serán rectangulares en sección transversal y tendrán un ancho de 2" y un espesor no menor de 1" ni mayor de 1 1/2". Dos bloques de jefo duro serán asegurados a un bloque rígido de madera de por lo menos 6 por 6" de sección transversal, en forma tal que sus lados verticales interiores sean paralelos y espaciados a una distancia de no más de 1" por pie de diámetro de tubería, pero en ningún caso menor de 1". Un bloque similar de jefo duro será asegurado al soporte superior, que será un bloque rígido de madera de por lo menos 6 por 6" de sección transversal, recto y alineado de extremo a extremo.

Cuando se usen mangueras llenas de arena para soportes, se les hará de lana gruesa o tejido plano tal como el que se usa comúnmente para las mangueras para incendio. Serán tales que al ser llenadas con arena se ca empaquetada en forma ajustada (toda la cual pasará un tamiz N° 6 (3.36mm) de acuerdo a las especificaciones para tamices para propósitos de ensayo (Designación ASTM: E11) tendrá un diámetro exterior no menor de 2" ni mayor de 2 1/2". Los extremos de cada manguera serán

cerrados para evitar que se escape la arena . Se asegurará dos mangueras llenas de arena o un bloque rígido de por lo menos 6 por 6" de sección transversal, en forma tal que sus lados interiores sean paralelos y espaciados a una distancia de no más de 1" por pie de diámetro de tubería, pero en ningún caso menor de 1". Una manguera similar llena de arena será asegurada al soporte inferior, que será un bloque rígido de madera de por lo menos 6 por 6" de sección transversal, recto y alineado de extremo a extremo. La manguera llena de arena no se extenderá más de 3" fuera del cuerpo de la tubería.

Nota.- 2.- Un método satisfactorio para asegurar sea los bloques de jebe duro o la manguera llena de arena al bloque rígido superior y al inferior, es cortar ranuras en una cara. La profundidad de las ranuras no será mayor de la mitad del espesor del bloque de jebe duro o del diámetro exterior de la manguera. El ancho será tal que cada bloque o manguera llena encajará perfectamente.

(c) La carga será aplicada continuamente hasta alcanzar la resistencia requerida de la tubería, especificada en las tablas I a V. La carga por pie lineal de tubería será calculada dividiendo la carga total registrado entre la longitud de instalación. No se permi-

tirá que la tubería permanezca bajo la carga por más de lo requerido para aplicar la carga y observarla y registrarla. La tubería tendrá seca su superficie al ser ensayada.

Método con lecho de arena

33.(a) Cuando se use el método con lecho de arena (ver figs. 4 y 5), los extremos de cada espécimen de tubería serán cuidadosamente marcados en cuartos de la circunferencia antes del ensayo. Los especímenes serán cuidadosamente cubiertos con arena, abajo y arriba, por un cuarto de la circunferencia de la tubería medido sobre la línea medida del cuerpo. La profundidad del lecho sobre y bajo la tubería en los puntos más delgados será un medio del radio de la línea media del cuerpo.

(b) La arena usada será limpia y contendrá no menos de 5 por ciento de humedad, siendo tal que pasará un tamiz No. 4 (4.76mm.) La arena del soporte inferior estará suelta cuando se coloque la tubería.

(c) No se permitirá que el marco del soporte superior esté en contacto con la tubería ni con la placa de soporte inferior. La superficie superior de la

arena del soporte superior será puesta al ras del nivel con una regla, y será cubierta con una placa rígida, la superficie inferior de la cual es completamente plana, hecha de madera pesada u otro material rígido capaz de distribuir la carga de ensayo será aplicada en el centro exacto de esta placa, o en forma tal que se produzca una desviación uniforme a través de la longitud total de la tubería. Para este propósito se prefiere un soporte esférico, pero pueden usarse dos rodillos en ángulos rectos.

(d) El ensayo puede realizarse sin usar una máquina de ensayo, apilando pesos directamente sobre una plataforma que descansa sobre la placa de soporte superior; siempre que, sin embargo, los pesos sean apilados simétricamente alrededor de una línea vertical a través del centro de la tubería, y que la plataforma no toque el marco del soporte superior.

(e) Los marcos de los soportes superior e inferior serán hechos de madera, tan pesada que se pueda evitar una flexión apreciable por la presión lateral de la arena. Las superficies interiores de los marcos serán revestidas. Ningún marco estará en contacto con la tubería durante el ensayo. Puede adherirse una franja de tela, si se desea, al interior del marco superior

sobre cada lado, a lo largo del extremo inferior, para evitar el escape de arena entre el marco y la tubería.

(f) La carga será aplicada continuamente hasta alcanzar la resistencia requerida de la tubería, especificada en las Tablas I a V. La carga por pie lineal de tubería será calculada dividiendo la carga total registrada entre la longitud de instalación. No se permitirá que la tubería permanezca bajo la carga por más de lo requerido para aplicar la carga y observarla y registrarla. La tubería tendrá seca su superficie al ser ensayada.

ENSAYO DE ABSORCION

Ensayo de absorción.-

34. (a) Especímenes de ensayo.- El número de especímenes para el ensayo de absorción será igual al número de tuberías proporcionadas para ensayo. Los especímenes serán obtenidos de tuberías que sean aceptables como para resistencia, y serán tomados de tuberías usadas al realizar el ensayo de resistencia después de haber hecho el ensayo. Los especímenes serán marcados con el número o marca de identificación de la tubería de la que fueron tomadas. Cada espécimen tendrá un peso mínimo de 100 g y estará libre de grietas visibles.

(b) Secado de los especímenes.- Los especímenes serán secados en una estufa ventilada a una temperatura de 221 a 239 F (105 a 115 C) hasta que dos pesadas sucesivas a intervalos no menores de 2 horas muestren un incremento de pérdida no mayor de 0.1 por ciento del peso original del espécimen.

(c) Inmersión y nuevo pesaje.- Los especímenes secados serán colocados en un receptáculo adecuado y cubiertos con agua limpia. Esta será agua destilada o agua de lluvia, excepto que se puede usar agua corriente si se sabe que tal uso no afectará los resultados de ensayo. Se calentará el agua hasta ebullición, se le hervirá continuamente por 5 horas, y entonces se le dejará enfriar por pérdida natural de calor durante no menos de 16 horas. Cuando esté fría, se retirará los especímenes del agua y se les dejará escurrir no más de 1 min. El agua superficial será entonces retirada con tela o papel absorbente y los especímenes serán pesados inmediatamente.

(d) Aparato para pesar.- El aparato de ensayo tendrá una exactitud de 0.1 por ciento del peso del espécimen de ensayo.

(e) Cálculos e informe.- El aumento en peso

del espécimen hervido sobre su peso seco será tomado como la absorción del espécimen, y será expresado como un porcentaje del peso seco. Los resultados serán informados separadamente para cada espécimen.

TABLA I.- REQUISITOS DE DISEÑO PARA LA TUBERÍA DE CONCRETO REFORZADO CLASE I.^a

Nota.- Ver la Sección 3 para la base de aceptación especificada por el comprador.

Los requisitos de ensayo de resistencia en libras por pie lineal de tubería, bajo el método de los tres filos serán sea la carga D (carga de ensayo expresada en libras por pie lineal por pie de diámetro) para producir una grieta de 0.01", o las cargas D para producir la grieta de 0.01 y la última carga como se especifica a continuación, multiplicadas por el diámetro interno de la tubería en pies.

Carga D para producir una grieta de 0.01" 800

Carga D para producir la última carga 1200

Las cargas de ensayo para los ensayos con lecho de arena serán una y una media veces las especificadas para el ensayo de los tres filos.

La resistencia mínima a la compresión del concreto al momento de aceptación bajo la Sección (a) (2) o (3) será la mostrada en esta tabla.

^aPara tamaños y cargas fuera de los mostrados en esta tabla, las tuberías pueden ser suministradas usando diseños especiales que comprendan uno ó más ~~de~~ los siguientes: espesor de pared, concreto de alta resistencia, refuerzo de corte, de acuerdo con las provisiones de la Sección 10.

Las áreas de acero pueden ser interpoladas entre las mostradas para variaciones en diámetro, carga ó espesor de pared. Las tuberías de más de 96" de diáme - tro tendrán dos jaulas circulares o una jaula circular interior más una jaula elíptica de las áreas mínimas de acero mostradas.

El acero elíptico en la tubería circular o el acero circular en la tubería elíptica debe ser manteni - do en su lugar por medio de rodillos de soporte o sillas ú otro medio positivo a través de la longitud total de la tubería y a través de toda la operación de vaciado, y permanecer en lugar hasta que el concreto haya tomado su fragua inicial.

Ver la sección 10 para provisiones sobre diseños alternativos.

TABLA II.- REQUISITOS DE DISEÑO PARA LA TUBERÍA DE CONCRETO REFORZADO CLASE II.^a

Nota.- (Igual a la nota de la Tabla I, excepto lo siguiente):

Carga D para producir una grieta de 0.01"	1000
Carga D para producir la última carga.	1500

^aPara tamaños y cargas fuera de los mostrados en esta tabla, las tuberías pueden ser suministradas usando diseños especiales que comprendan uno ó más de los siguientes: espesor de pared, concreto de alta resistencia, refuerzo de corte, de acuerdo con las provisiones de la Sección 10.

Las áreas de acero pueden ser interpoladas entre las mostradas para variaciones en diámetro, carga o espesor de pared. Las tuberías de más de 96" de diámetro tendrán dos jaulas circulares o una jaula circular interior más una jaula elíptica de las áreas mínimas de acero mostradas.

El acero elíptico en la tubería circular por

encima de 60" de diámetro o el acero circular en la tubería elíptica por encima de 60" de diámetro debe ser mantenido en su lugar por medio de rodillos de soporte o sillas u otro medio positivo a través de la longitud total de la tubería y a través de toda la operación de vaciado, y permanecer en lugar hasta que el concreto haya tomado su fragua inicial.

Ver la Sección 10 para provisiones sobre diseños alternativos.

^b Para estas clases y tamaños, se especifica el refuerzo de acero práctico mínimo, ya que se dispone de resistencias equivalentes en tuberías no reforzadas en la Especificación para tuberías de Concreto para Desagüe (Designación ASTM: C14)

TABLA III.- REQUISITOS DE DISEÑO PARA LA TUBERIA DE CONCRETO REFORZADO CLASE II.^a

Nota.- (Igual a la nota de la Tabla I, excepto lo siguiente):

Carga D para producir una grieta de 0.01"	1350
Carga D para producir la última carga	2000

^aVer nota inferior/^ade la tabla II

^bVer nota inferior/^bde la Tabla II.

TABLA IV.- REQUISITOS DE DISEÑO PARA LA TUBERIA DE CONCRETO REFORZADO CLASE IV

Nota.- (Igual a la nota de la Tabla I, excepto lo siguiente):

Carga D para producir una grieta de 0.01"	2000
Carga D para producir la última carga	3000

^aPara tamaños y cargas fuera de los mostrados en esta tabla, las tuberías pueden ser suministradas usando diseños especiales que comprendan uno o más de los siguientes: espesor de pared, concreto de alta resistencia, refuerzo de corte, de acuerdo con las provisiones de la Sección 10.

Las áreas de acero pueden ser interpoladas entre las mostradas para variaciones en diámetro, carga o espesor de pared.

El acero elíptico en la tubería circular por encima de 42" de diámetro ó el acero circular en la tubería elíptica por encima de 42" de diámetro debe ser mantenido en su lugar por medio de rodillos de soporte ó sillars ú otro medio positivo a través de la longitud

total de la tubería y a través de toda la operación de vaciado, y permanecer en lugar hasta que el concreto haya tomado su fraguado inicial.

Ver la Sección 10 para provisiones sobre diseños alternativos.

^bEl fabricante someterá el espesor de pared, el diseño de acero, y la resistencia del concreto al comprador, para aprobación antes de la fabricación.

TABLA V.- REQUISITOS DE DISEÑO PARA LA TUBERIA DE CONCRETO REFORZADO CLASE V

Nota.- (Igual que la nota de la tabla I, excepto lo siguiente):.

Carga I para producir una grieta de 0.01" 3000

Carga D para producir la última carga 3750

^aPara tamaños y cargas fuera de los mostrados en esta tabla, las tuberías pueden ser suministradas usando diseños especiales que comprendan uno ó más de los siguiente: espesor de pared, concreto de alta resistencia, refuerzo de corte de acuerdo con las provisiones de la Sección 10.

Las áreas de acero pueden ser interpoladas en tre las mostradas para variaciones en diámetro, carga o espesor de pared.

El acero elíptico en la tubería circular o el acero circular en la tubería elíptica debe ser mantenido en su lugar por medio de rodillos de soporte ó sillas u otro medio positivo a través de la longitud total de la tubería y a través de toda la operación de vaciado , y permanecer en lugar hasta que el concreto haya tomado su fragua inicial.

Ver la Sección 10 para provisiones sobre dise ños alternativos.

^b (Ver nota inferior b de la tabla IV)

INANTIC Agosto 1966	TUBOS DE ASBESTO CEMENTO PARA CONDUCCION DE FLUIDOS A PRESION	PROYECTO DE NORMA TECNICA OFICIAL
<p style="text-align: center;">1.- OBJETO</p> <p>1.1 La presente Norma establece los requisitos y condiciones de recepción de los tubos de asbesto-cemento para la conducción a presión de agua potable y otros fluidos no agresivos para al asbesto-cemento.</p> <p style="text-align: center;">2.- <u>DEFINICIONES Y CLASIFICACION</u></p> <p>2.1 Definiciones</p> <p>Para los efectos de esta Norma se entiende por:</p> <p>2.1.1 <u>Tubos a presión de asbesto-cemento.</u> Son los conductos de sección circular elaborados con una mezcla íntima de asbesto, cemento tipo Portland y agua, con o sin adición de sílice, que fabricados por cualquier proceso, cumplan con las especificaciones de esta Norma.</p> <p>2.1.2 <u>Juntas.</u> Son las piezas de sección circular y diseño especial que sirven para unir los tubos y formar una línea continua de construcción hermética.</p> <p>2.1.3 <u>Presión de servicio.</u> Es la presión máxima a que está sometido el tubo en forma permanente.</p> <p>2.1.4 <u>Presión de trabajo.</u> Es la presión máxima a la cual debe trabajar el tubo, considerando tanto la presión de servicio como eventuales sobre presiones</p> <p>2.1.5 <u>Presión de prueba.</u> Es la presión doble de la de trabajo, a que se somete el tubo en la fábrica.</p> <p>2.1.6 <u>Partida.</u> La integran todos los tubos motivo de la transección comercial.</p> <p>2.1.7 <u>Lote.</u> Es una fracción de la partida constituida por los tubos de dimensiones y características iguales.</p> <p>2.1.8 <u>Lote de prueba.</u> Es cada uno de los conjuntos de 1000 tubos en que se fracciona el lote para los efectos de muestreo y recepción.</p> <p>. . . Todos los lotes menores de 1,000 unidades y las fracciones restantes de lotes, mayores, constituyen un lote de prueba cuando su número sea mayor que 500.</p> <p>2.2 Clasificación.</p> <p>2.2.1 Los tubos de asbesto-cemento se clasifican según la presión de trabajo como se indica en la tabla I.</p>		

TABLA I
Clasificación de tubos

Clase	Presión de Trabajo kg/cm ²
A - 2,5	2,5
A - 5	5
A - 7,5	7,5
A - 10	10
A - 12,5	12,5
A - 15	15
A - E ^{&}	

& Los tubos de la clase A - E podrán ser fabricados para otras presiones ó condiciones de trabajo especiales, a petición expresada del comprador.

3.- MANUFACTURA

3.1 Los tubos se deben fabricar por procesos mecánicos adecuados capaces de garantizar el cumplimiento de las especificaciones de la presente Norma.

4.- REQUISITOS

4.1 Dimensiones

- 4.1.1 Las dimensiones efectivas estarán especificadas en los catálogos de los fabricantes.
- 4.1.2 Diámetros internos nominales: Se establece la siguiente escala en mm: 44, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, y 1000.
- 4.1.3 Longitudes nominales: Se establecerán según la siguiente escala, en m: 3, 4 y 5, para el largo útil de los tubos.

4.2 Tolerancias

- 4.2.1 A las dimensiones establecidas según 4.1.1 4.1.2, 4.1.3 se les aplicarán las tolerancias indicadas en la Tabla II.

TABLA II

Diámetro nominal mm	TOLERANCIAS		
	Diámetro interno mm.	Espesor mm.	Longitud %
40	-3,0		
50 y 60	-3,5		
75 y 100	-4,0	Hasta 25mm.	
125 y 150	-4,5		
175 y 200	-5,0	+4 - 2	
250	-5,5		-0.6%de
300	-6,0		
350	-6,5	Mayores de	la longi tud.
400	-7,0		
450	+7,5	25mm.	
500	-8,0		nominal
600	-9,0	+5 - 2,5	
700	-10,0		
750	-10,5		
800	-11,0		
900	-12,0		
1000	-13,0		

4.2.2 Ovalidad

La tolerancia admitida, expresada en mm, será

de: $-(2,5 + 0,01)$

Siendo: d el diámetro interior del tubo, en

mm

4.2.3 Rectilineidad del tubo

La desviación (j) no deberá pasar los valores siguientes:

Diámetro nominales (mm)		Desviaciones máximas (j) (mm)
igual ó superior a	igual ó inferior a	
40	60	$5,5l^{\&}$
80	200	$4,5l^{\&}$
250	500	$3,5l^{\&}$
600	1000	$2,5l^{\&}$

& 1 = longitud del tubo, en m.

Características mecánicas

4.3.1 Pruebas de hermeticidad y juntas por presión hidráulica.

4.3.1.1 Se deberá probar en fábrica cada tubo a pre

sión de prueba (2 veces la presión de trabajo). Los mismos no deberán presentar pérdidas ni exudaciones.

4.3.1.2 Las juntas ó uniones debidamente montadas, se probarán en fabrica a la presión de prueba, por muestreo no debiendo presentar pérdidas ni exudaciones.

4.3.2 Prueba de ruptura por presión hidráulica

4.3.2.1 Los especímenes ensayados según la Norma INANTIC "Prueba de resistencia a la presión hidráulica de tubos de asbesto cemento" deberán romperse a una presión no menor de:

4 veces la presión de trabajo para diámetros hasta 100mm.

3,5Veces la presión de trabajo para diámetros de 125 a 200mm.

3 Veces la presión de trabajo para diámetros mayores que 250mm.

4.3.3 Resistencia a la flexión

Este ensayo se realizará para tubos de diámetro

hasta de 200mm, por muestreo.

Los especímenes ensayados según la Norma INANTIC "Resistencia a la flexión de tubos de asbesto cemento" deberán romperse a una carga no menor de las indicadas en la tabla III.

4.3.4 Resistencia al aplastamiento

4.3.4.1 Los especímenes ensayados según la Norma INANTIC: "Resistencia al aplastamiento de tubos de asbesto-cemento", deberán romperse, a una carga no menor de las indicadas en la tabla IV.

4.3.5 Acabado

4.3.5.1 Los tubos no deben presentar grietas, depresiones ni abolladuras, tanto en la superficie interior como en la exterior.

4.3.5.2 Los extremos maquinados de los tubos deberán estar cortados según planos normales al eje longitudinal con una tolerancia de 3° .

5.- MUESTREO Y RECEPCION

5.1 Muestreo.

5.1.1 Para la extracción de las muestras que servirán para la comprobación de las especificaciones de esta Norma, excepto las indicadas en los párrafos 4.3.1, los tamaños máximo y mínimo de los lotes serán establecidos de común acuerdo entre fabricante y comprador; a falta de éste acuerdo serán: 3000 y 7)) respectivamente.

5.1.2 El tamaño de los lotes de muestras y el criterio de aceptación y rechazo están establecidos en la Norma: "Muestreo e inspección de productos de asbesto cemento.

5.1.3 Las especificaciones 4.3.2 4.3.3.; 4.3.4 y 4.3.1.2 y el diámetro interno serán verificadas por medio de la inspección de productos de asbesto cemento!"

5.2 Recepción

5.2.1 El comprador deberá verificar las especificaciones de la presente Norma.

- 5.2.2 La recepción podrá hacerse en la fábrica, en macenas o depósitos, previo acuerdo entre fabricante y comprador.
- 5.2.3 Se podrá aceptar tubos con longitudes menores que la nominal en una proporción igual o menor del 15% del total de tubos, siempre y cuando dichas longitudes no sean menores del 50% de la longitud nominal, quedando a cargo del fabricante de tubos el suministro del mayor número de juntas correspondientes

6.- MARCADO

- 6.1 Todos los tubos llevarán las siguientes indicaciones:
- a) Marca del fabricante
 - b) Diámetro nominal
 - c) Fecha de fabricación
 - d) Clase.

TABLA III

RESISTENCIA A LA FLEXION

Cargas mínimas expresadas en kg

Diámetro	Clase A-2,5	Clase A-5	Clase A-7,5	Clase A-10	Clase A-12,5	Clase A-15
40	65	80	80	80	80	80
50	95	113	113	113	113	113
60	135	160	160	160	160	160
75	206	240	240	240	260	320
100	353	413	413	479	606	735
125	540	633	633	800	1012	1225
150	766	900	1020	1365	1718	2085
175	1032	1212	1605	2138	2697	3283
200	1452	1705	2475	3277	4103	4975

TABLA IV

RESISTENCIA AL APLASTAMIENTO

CARGAS MINIMAS EXPRESADAS EN kg/m.

Liómetro nominal	Clase A-2,5	Clase A-5	Clase A-7,5	Clase A-10	Clase A-12,5	Clase A-15
40	7140	7950	7950	7950	7950	7950
50	5950	6600	6600	6600	6600	6600
60	5100	5650	5650	5650	5650	6150
75	4150	4650	4650	4650	5350	7350
100	3200	3550	3550	4650	6850	9350
125	2600	2900	2900	4400	6600	9050
150	2200	2450	3150	5200	7700	10650
175	1900	2100	3550	5900	8800	12200
200	1950	2150	4300	7050	10350	14300
250	1750	1950	3900	6450	9550	13300
300	2150	2400	4750	7850	11650	16150

TABLA IV

RESISTENCIA AL APLASTAMIENTO

CARGAS MINIMAS EXPRESADAS EN KG/m.

Diámetro nominal	Clase A-2,5	Clase A-5	Clase A-7,5	Clase A-10	Clase A-12,5	Clase A-15
350	2450	2700	5400	8950	13350	18500
400	2650	2950	6000	10050	15000	20000
450	2900	3250	6600	11100	16700	23250
500	3150	3550	7250	12200	18400	25650
600	3650	4050	8500	14400	21700	30400
700	4150	4600	9700	16600	25050	35150
750	4400	4900	10350	17650	26750	37550
800	4700	5200	10950	18700	28450	39900
900	5200	5750	12200	20900	31750	44650
1000	5650	6300	13450	23100	35100	49450

TABLA I REQUERIMIENTOS DE DISEÑO PARA CLASE 1
DE TUBERIAS DE CONCRETO REFORZADO.

Internal Diameter of Pipe, in (1)	Reinforcement, sq in. per linear foot of pipe wall (2)										
	Wall A (3)					Wall B (4)					
	Concrete Strength, 4000 psi (5)					Concrete Strength, 4000 psi (5)					
	Wall Thickness, in (6)	Circular Reinforcement in Circular Pipe (7)		Elliptical Reinforcement in Circular Pipe (10)	Wall Thickness, in (6)	Circular Reinforcement in Circular Pipe (7)		Elliptical Reinforcement in Circular Pipe (10)			
Inner Cage (8)		Outer Cage (9)	Inner Cage (8)			Outer Cage (9)					
60.....	5	0.25	0.19	0.25	6	0.21	0.16	0.23			
66.....	5½	0.30	0.22	0.33	6½	0.25	0.19	0.28			
72.....	6	0.35	0.26	0.39	7	0.29	0.22	0.32			
78.....	6½	0.40	0.30	0.44	7½	0.32	0.24	0.36			
84.....	7	0.45	0.34	0.50	8	0.37	0.28	0.41			
90.....	7½	0.49	0.38	0.54	8½	0.41	0.31	0.46			
96.....	8	0.54	0.40	0.60	9	0.46	0.35	0.51			
		Concrete Strength, 5000 psi (11)					Concrete Strength, 5000 psi (11)				
102.....	8½	0.63	0.48	Inner Circular Plus Elliptical (12) 0.22 0.46	9½	0.64	0.41	Inner Circular Plus Elliptical (12) 0.20 0.41			
108.....	9	0.68	0.51	Inner Circular Plus Elliptical (12) 0.25 0.51	10	0.61	0.46	Inner Circular Plus Elliptical (12) 0.22 0.46			

- (1) Diámetro interno de la tubería en pulgadas.
- (2) Refuerzo en pulgadas cuadradas por pie lineal de tubería.
- (3) Pared A.
- (4) Pared B.
- (5) Resistencia del concreto a 4,000 lbs/pulg².
- (6) Grosor de la pared en pulgadas.
- (7) Refuerzo circular en la tubería.
- (8) Casquete interno.
- (9) Casquete externo.
- (10) Refuerzo elíptico en la tubería.
- (11) Resistencia del concreto a 5,000 lbs/pulg².
- (12) Circular interno más elíptico.
- (13) Pared C.
- (14) Resistencia del concreto a 6,000 lbs/pulg².

NOTA: Para los cuadros siguientes se sigue la misma notación por lo que se ha omitido ponerla nuevamente.

TABLA II REQUERIMIENTOS DE DISEÑO PARA CLASE 2 DE TUBERIAS DE CONCRETO REFORZADO.

(1)	Reinforcement, sq in. per linear foot of pipe wall (2)												
	Wall A (3)				Wall B (4)				Wall C (13)				
	Concrete Strength, 4000 psi (5)				Concrete Strength, 4000 psi (5)				Concrete Strength, 4000 psi (5)				
	Internal Diameter of Pipe, in.	Wall Thickness, in. (6)	Circular Reinforcement in Circular Pipe (7)		Elliptical Reinforcement in Circular Pipe (10)	Wall Thickness, in. (6)	Circular Reinforcement in Circular Pipe (7)		Elliptical Reinforcement in Circular Pipe (10)	Wall Thickness, in. (6)	Circular Reinforcement in Circular Pipe (7)		Elliptical Reinforcement in Circular Pipe (10)
			Inner Cage (8)	Outer Cage (9)			Inner Cage (8)	Outer Cage (9)			Inner Cage (8)	Outer Cage (9)	
12...	1 1/4	0.07 ^b	...	...	2	0.07 ^b	...	...	...	...	...	...
15...	1 3/4	0.07 ^b	...	...	2 1/2	0.07 ^b	...	...	...	...	...	...
18...	2	0.07 ^b	...	0.07 ^b	2 3/4	0.07 ^b	...	0.07 ^b	...	...	...	...
21...	2 1/4	0.12	...	0.10	3	0.07 ^b	...	0.07 ^b	...	...	...	...
24...	2 3/4	0.13	...	0.11	3 1/4	0.07 ^b	...	0.07 ^b	...	...	...	...
27...	3	0.15	...	0.13	3 1/2	0.13	...	0.11	...	...	...	...
30...	3 1/4	0.15	...	0.14	3 3/4	0.14	...	0.12	...	...	...	...
33...	3 1/2	0.16	...	0.13	4	0.15	...	0.13	...	...	...	...
36...	3 3/4	0.14	0.10	0.15	4 1/4	0.12	0.09	0.13	...	0.07	0.07	0.08	
42...	4 1/4	0.16	0.12	0.18	4 3/4	0.15	0.12	0.17	...	0.10	0.08	0.11	
48...	5	0.21	0.16	0.23	5 1/4	0.18	0.14	0.20	...	0.14	0.11	0.15	
54...	5 1/4	0.25	0.19	0.28	5 3/4	0.22	0.16	0.24	...	0.17	0.13	0.19	
60...	6	0.30	0.22	0.33	6 1/4	0.25	0.19	0.28	...	0.22	0.17	0.24	
66...	6 1/4	0.35	0.26	0.39	6 3/4	0.31	0.23	0.34	...	0.25	0.19	0.28	
72...	7	0.41	0.30	0.45	7 1/4	0.35	0.26	0.39	...	0.30	0.23	0.33	
78...	7 1/4	0.46	0.35	0.51	7 3/4	0.40	0.30	0.44	...	0.35	0.26	0.39	
84...	8	0.51	0.39	0.57	8 1/4	0.46	0.34	0.51	...	0.41	0.31	0.44	
90...	8 1/4	0.57	0.43	0.63	8 3/4	0.51	0.38	0.57	...	0.48	0.36	0.53	
96...	9	0.62	0.47	0.69	9 1/4	0.57	0.43	0.63	...	0.55	0.41	0.61	
Concrete Strength, 5000 psi (11)													
102...	9 1/4	0.76	0.57	Inner (12) Circular Plus Elliptical. 0.28 0.57	9 3/4	0.60	0.51	Inner (12) Circular Plus Elliptical. 0.26 0.51	10 1/4	0.62	0.47	Inner (12) Circular Plus Elliptical. 0.22 0.47	
108...	9	0.85	0.64	Inner (12) Circular Plus Elliptical. 0.31 0.64	10	0.76	0.57	Inner (12) Circular Plus Elliptical. 0.27 0.57	10 3/4	0.70	0.53	Inner (12) Circular Plus Elliptical. 0.25 0.53	

TABLA III REQUERIMIENTO DE DISEÑO PARA CLASE III DE TUBERIAS DE CONCRETO REFORZADO.

Internal Diameter of Pipe, in.	Reinforcement, sq in. per linear foot of pipe wall											
	Wall A (9)				Wall B (4)				Wall C (13)			
	Concrete Strength, 4000 psi (5)				Concrete Strength, 4000 psi (5)				Concrete Strength, 4000 psi (5)			
	Wall Thickness, in. (6)	Circular Reinforcement in Circular Pipe (7)		Elliptical Reinforcement in Circular Pipe (10)	Wall Thickness, in. (6)	Circular Reinforcement in Circular Pipe (7)		Elliptical Reinforcement in Circular Pipe (10)	Wall Thickness, in. (6)	Circular Reinforcement in Circular Pipe (7)		Elliptical Reinforcement in Circular Pipe (10)
		Inner Cage (8)	Outer Cage (9)			Inner Cage (8)	Outer Cage (9)			Inner Cage (8)	Outer Cage (9)	
12	1 3/8	0.07	...	...	2	0.07	...	...	...	...	...
15	1 3/8	0.07	...	...	2 1/4	0.07	...	...	...	...	...
18	2	0.07	...	0.07	2 1/4	0.07	...	...	...	...	...
21	2 1/4	0.14	...	0.11	2 3/4	0.07	...	...	...	...	...
24	2 1/4	0.17	...	0.14	3	0.07	...	...	...	...	...
27	2 3/4	0.18	...	0.16	3 1/4	0.16	...	...	...	...	...
30	2 3/4	0.19	...	0.18	3 1/2	0.18	...	...	...	...	...
33	2 3/4	0.21	...	0.20	3 3/4	0.15	0.11	...	...	...	...
36	3	0.21	0.16	0.23	4	0.17	0.13	...	0.08	0.07	0.09	
42	3 1/2	0.25	0.19	0.28	4 1/4	0.21	0.16	...	0.12	0.09	0.13	
48	4	0.32	0.24	0.35	5	0.24	0.18	...	0.16	0.12	0.18	
54	4 1/4	0.38	0.28	0.42	5 1/2	0.29	0.22	...	0.21	0.16	0.23	
60	5	0.44	0.33	0.49	6	0.34	0.26	...	0.25	0.19	0.28	
66	5 1/2	0.50	0.37	0.55	6 1/2	0.41	0.31	...	0.31	0.23	0.34	
72	6	0.57	0.43	0.63	7	0.49	0.37	...	0.36	0.27	0.40	
Concrete Strength, 5000 psi												
78	6 1/2	0.64	0.48	0.71	7 1/2	0.57	0.43	0.63	8 1/4	0.42	0.32	0.47
84	7	0.72	0.54	0.80	8	0.64	0.48	0.71	8 3/4	0.50	0.38	0.56
Concrete Strength, 5000 psi												
90	7 1/2	0.81	0.61	0.90	8 1/2	0.69	0.52	0.77	9 1/4	0.59	0.45	0.66
96	8	0.93	0.70	1.03	9	0.76	0.57	0.84	9 3/4	0.70	0.53	Inner (12) Circular Plus Elliptical 0.25
102	8 1/2	1.03	0.77	(12) Inner Circular Plus Elliptical 0.37	9 1/4	0.90	0.68	(12) Inner Circular Plus Elliptical 0.32	10 1/4	0.83	0.62	Inner (12) Circular Plus Elliptical 0.30
108	9	1.22	0.91	(12) Inner Circular Plus Elliptical 0.77	10	1.08	0.81	(12) Inner Circular Plus Elliptical 0.68	10 3/4	0.99	0.74	Inner (12) Circular Plus Elliptical 0.62
				(12) Inner Circular Plus Elliptical 0.91				(12) Inner Circular Plus Elliptical 0.81				Inner (12) Circular Plus Elliptical 0.74

ESQUEMA 1° DE NORMA TECNICA Setiembre, 1966	Tubos de Asbesto-Cemento Alcantarillado	INANTIC PERU
--	--	-----------------

1.- NORMAS A CONSULTAR

- INANTIC - Muestreo e Inspección de productos de Asbesto-Cemento.
- INANTIC - Método de ensayo para determinar la hermeticidad de los Tubos de Asbesto-Cemento
- INANTIC - Método de ensayo para determinar la resistencia o la flexión de Tubos de Asbesto-Cemento.
- INANTIC - Método de ensayo para determinar la resistencia al aplastamiento de Tubos de Asbesto-Cemento.
- INANTIC - Método de ensayo para determinar la hermeticidad de las juntas montadas de Asbesto-Cemento.

2.- OBJETO

- 2.1 Las prescripciones de esta norma se aplicarán en la recepción de los tubos de asbesto-cemento destinados a la conducción subterránea, por gravedad y a presión atmosférica, de las aguas cloacales, pluviales o ambos.

3.- DEFINICION Y CLASIFICACION

3.1 Definiciones.

3.1.1 Tubos de Asbesto-Cemento para alcantarillado.

Son los conductos de sección circular elaborados con una mezcla íntima de asbesto cemento tipo Portland y agua con ó sin adición de sílice, que fabricados por cualquier proceso, cumplan con las especificaciones de esta Norma.

3.1.2 Juntas. Son las piezas de sección circular y diseño especial que sirven para unir los tubos y formar una línea continua de construcción hermética.

3.1.3 Junta montada. Es el conjunto de la junta y los tubos que une, colocados en las condiciones normales de servicio.

- 3.1.4 Presión de prueba. Es la presión hidrostática a la que se somete un tubo con objeto de comprobar su hermeticidad.
- 3.1.5 Diámetro interno nominal. Es el diámetro interno hipotético del tubo.
- 3.1.6 Diámetro interno efectivo. Es el diámetro interno real del tubo, sobre cuyo valor se aplican las tolerancias establecidas en esta Norma.
- 3.1.7 Longitud Nominal. Es la longitud hipotética del tubo, sobre cuyo valor se aplican las tolerancias establecidas en esta Norma.
- 3.1.8 Longitud efectiva o útil. Es la longitud real del tubo, considerada entre los extremos de este cuando ambos son planos o bien la longitud en los tubos con campana, considerada entre el extremo liso y la iniciación de la misma.

3.2 Clasificación

Los tubos de asbesto cemento para alcantarillado se clasifican en:

Clase B - 6

Clase B - 7.5

Clase B - 9

Clase B - 12 (1)

4.- MANUFACTURA

Los tubos se fabrican por procedimientos adecuados capaces de garantizar el cumplimiento de las especificaciones de la presente Norma.

5.- REQUISITOS

5.1 Dimensiones

5.1.1 Las dimensiones efectivas estarán especificadas en los catálogos de los fabricantes.

5.1.2 Diámetros internos nominales. Serán los siguientes; expresados en mm.

75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 350 ,
400, 450, 500, 600, 700, 750, 800, 900,y1000.

(1) Esta clase no es de uso normal pero podrá fabricarse previo acuerdo entre fabricante y comprador.

5.1.3 Longitudes nominales. Se establecen los valores de 3, 4, 5, y 6m, tanto para los tubos

con extremos planos como la longitud útil de los tubos con campana.

5.2 Tolerancias

5.2.1 A las dimensiones efectivas se les aplicarán las tolerancias indicadas en la tabla I

TABLA I

Diámetro Nominal.	T O L E R A N C I A S		
	Diámetro Interno.	Espesor	(2) longitud
mm	mm	mm	%
75	-4,0	hasta 25mm	-0.6% de la longitud nominal
100	-4,0		
125	-4,5	+ 4 - 2	
150	-4,5		
175	-5,0	mayores de 25 mm	
200	-5,0		
250	-5,5	+ 5 - 2,5	
300	-6,0		
350	-6,5	.	
400	-7,0		
450	-7,5	.	
500	-8,0		
600	-9,0	.	
700	-10,0		
750	-10,5	.	
800	-11,0		
900	-12,0	.	
1000	-13,0		

(2) Se recomienda un espesor efectivo mínimo de 8mm.

5.3 Características mecánicas.

5.3.1 Hermeticidad. Cada tubo deberá probarse en fábrica, conforme a lo establecido en el párrafo 7.1, a una presión hidrostática de 25 Kg/cm² los tubos no deberán presentar pérdidas ni exudaciones.

5.3.2 Resistencias a la flexión. Los especímenes ensayados según se indica en el párrafo 7.2, deberán romperse a una carga igual o mayor a las indicadas en la Tabla II.

Esta prueba se realizará únicamente en tubos de diámetro menor o igual a 150mm y tendrá carácter optativo.

TABLA II

Resistencia a la flexión	
Diámetro Nominal	Carga
mm	Kg
75	120
100	205
125	315
150	400

5.3.3 Resistencia al aplastamiento. Los especímenes en sayados según el método que se indica en el párrafo 7.3, deberán resistir una carga igual o mayor a las indicadas en la Tabla III.

TABLA III

Diámetro Nominal.	CLASE B - 6	CLASE B - 7.5	CLASE B - 9	CLASE B - 12
mm	Kg/m	Kg/m	Kg/m	Kg/m
75			1500	
100			1500	
125			1500	
150			1500	1800
175			1500	2100
200		1500	1800	2400
250	1500	1875	2250	3000
300	1800	2275	2700	3600
350	2100	2625	3150	4200
400	2400	3000	3600	4800
450	2700	3375	4050	5400
500	3000	3750	4500	6000
600	3600	4500	5400	7200
700	4200	5250	6300	8400
750	4500	5625	6750	9000
800	4800	6000	7200	9600
900	5400	6750	8100	10800
1000	6000	7500	9000	12000

5.3.4 Hermeticidad de juntas montadas. Esta prueba se realizará en fábrica y las muestras tomadas según se indica en 6.1.1. y 6.1.2, se probarán de acuerdo con lo establecido en 7.4, no debiendo presentar pérdidas ni exudaciones al ser aplicada la presión de prueba de $2,5 \text{ Kg/cm}^2$ por espacio de 2 minutos.

5.4 Juntas.; Las juntas deberán ser suministradas por el fabricante en su totalidad con sus correspondientes componentes debiendo además cumplir con las respectivas Normas INANTIC.

5.5 Acabado. La superficie interior de los tubos deberá ser lisa y regular, no debiendo presentar el tubo irregularidades (grietas, depresiones, abolladuras, protuberancias) que alteren los valores dimensionales especificados.

5.6 Por acuerdo especial entre fabricante y comprador podrán realizar pruebas adicionales a los especificados en esta Norma.

6.- MUESTREO Y RECEPCION

6.1 Muestreo

- 6.1.1 Para la extracción de las muestras que servirán para la comprobación de las especificaciones de esta Norma excepto la indicada en el párrafo 5.3.1, los tamaños máximo y mínimo de los lotes serán los establecidos de común acuerdo entre fabricante y comprador, a falta de este acuerdo serán 3000 y 700 tubos respectivamente.
- 6.1.2 El tamaño de los lotes de muestras y el criterio de aceptación o rechazo están establecidos en la Norma "Muestreo e Inspección de productos de asbesto cemento".
- 6.1.3 Las especificaciones 5.3.2 (cuando sea solicitadas) 5.3.3. y 5.3.4, y el diámetro interno nominal, serán verificados por medio de la inspección por atributos que establece la Norma "Muestreo e Inspección de productos de Asbesto-Cemento."

6.2 Recepción

- 6.2.1 El comprador deberá verificar las especificaciones de la presente Norma.
- 6.2.2 La recepción podrá hacerse en la misma fábrica, almacenes o depósitos, previo acuerdo entre fabricante y comprador.
- 6.2.3 Se podrán aceptar tubos con longitudes menores que la nominal en una proporción igual o menor del 15% del total de tubos, siempre y cuando dichas longitudes no sean menores del 50% de la longitud nominal, quedando a cargo del fabricante de tubos el suministro del mayor número de juntas correspondientes.

7.- METODOS DE ENSAYO

- 7.1 Ensayo de hermeticidad. Se aplicará la Norma "Método de ensayo para determinar la hermeticidad de los tubos de asbesto cemento".
- 7.2 Ensayo de resistencia a la flexión. Se aplicará la Norma: "Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión de tubos de asbesto cemento".

- 7.3 Ensayo de resistencia al aplastamiento. Se aplicará la Norma: "Método de ensayo para determinar la resistencia al aplastamiento de tubos de asbesto cemento"
- 7.4 Ensayo de hermeticidad en juntas montadas. Se aplicará la Norma "Método de ensayo para determinar la hermeticidad en las juntas montadas de asbesto cemento"

8.- MARCADO

- 8.1 Todos los tubos deberán llevar marcadas las siguientes indicaciones:
- a) Marca del fabricante
 - b) Clase de tubo
 - c) Diámetro nominal
 - d) Fecha de fabricación.

INANTIC AGOSTO 1965	Tuberías de concreto no reforzado, de Sec- ción circular, para desagües.	Anteproyecto de Norma Técnica
<p style="text-align: center;">1.- <u>ALCANCE</u></p> <p>1.1 Esta Norma establece las especificaciones que son aplicables a las tuberías de concreto no reforzado para su utilización en la conducción de desagües domésticos, industriales y pluviales.</p> <p style="text-align: center;">2.- <u>DEFINICIONES Y CLASIFICACION</u></p> <p>2.1 <u>Partida.</u>- La integran todos los tubos motivo de la transacción comercial.</p> <p>2.2 <u>Lote de prueba.</u>- Es cada uno de los conjuntos de 500 tubos en que se fracciona la partida para los efectos del muestreo y recepción.</p> <p>Todos los conjuntos menores de 500 unidades constituyen un lote de prueba cuando su número sea mayor que 300.</p> <p style="text-align: center;">3.- <u>MANUFACTURA</u></p> <p>3.1 <u>Concreto.</u>- El concreto estará constituido por cemento Portland, agregados y agua.</p> <p>3.2 <u>Cemento.</u>-El cemento Portland a usarse cumplirá con las especificaciones de una de las siguientes Normas ASTM, C 150, C 175, C 205 y C 340.</p> <p><u>Nota provisional.</u>- El Item 3.2, Tendrá vigencia mientras no se establezcan las Normas nacionales referentes a especificaciones para cemento.</p> <p>3.3 <u>Agregados.</u></p> <p>3.3.1 La arena que se use en la manufactura de tubos de concreto, deberá satisfacer los requisitos establecidos en la Norma "Especificaciones para los agregados del concreto".</p> <p>3.3.2 La granulometría será la más conveniente para producir concreto durable, impermeable y de la resistencia requerida.</p> <p>3.3.3 El agregado grueso consistirá de confitillo o piedra partida formada por unidades duras limpias, inalterables, sin adherencias y estará de acuerdo con los requisitos establecidos en la Norma "Especificaciones para los agregados del Concreto".</p>		

- 3.4 Agua.- El agua empleada en la preparación del concreto y curado de los tubos y piezas especiales será limpia y estará exenta de aceites, ácidos, álcalis fuertes y sustancias orgánicas.
- 3.5 El concreto para la fabricación de tubos, se dosificará de manera homogénea y se mezclará a máquina de manera que los tubos que se fabriquen cumplan con las pruebas que estas especificaciones indican.
- 3.6 El fabricante usará la proporción de materiales más apropiada, pudiendo usar aditivos previamente aprobados por la entidad estatal competente.
- 3.7 La cantidad de cemento en la mezcla no podrá ser en ningún caso menor de 340kg. por m³ de concreto
- 3.8 El moldeado y la compactación de los tubos deberá hacerse por procedimiento mecánico adecuado.
- 3.9 Es obligatorio la protección de la superficie interior de la tubería contra la corrosión originada por los desagües domésticos e industriales.

Los productos utilizados para este efecto responderán a los requisitos establecidos por la entidad estatal competente, hasta que se apruebe la N.O.P. correspon -

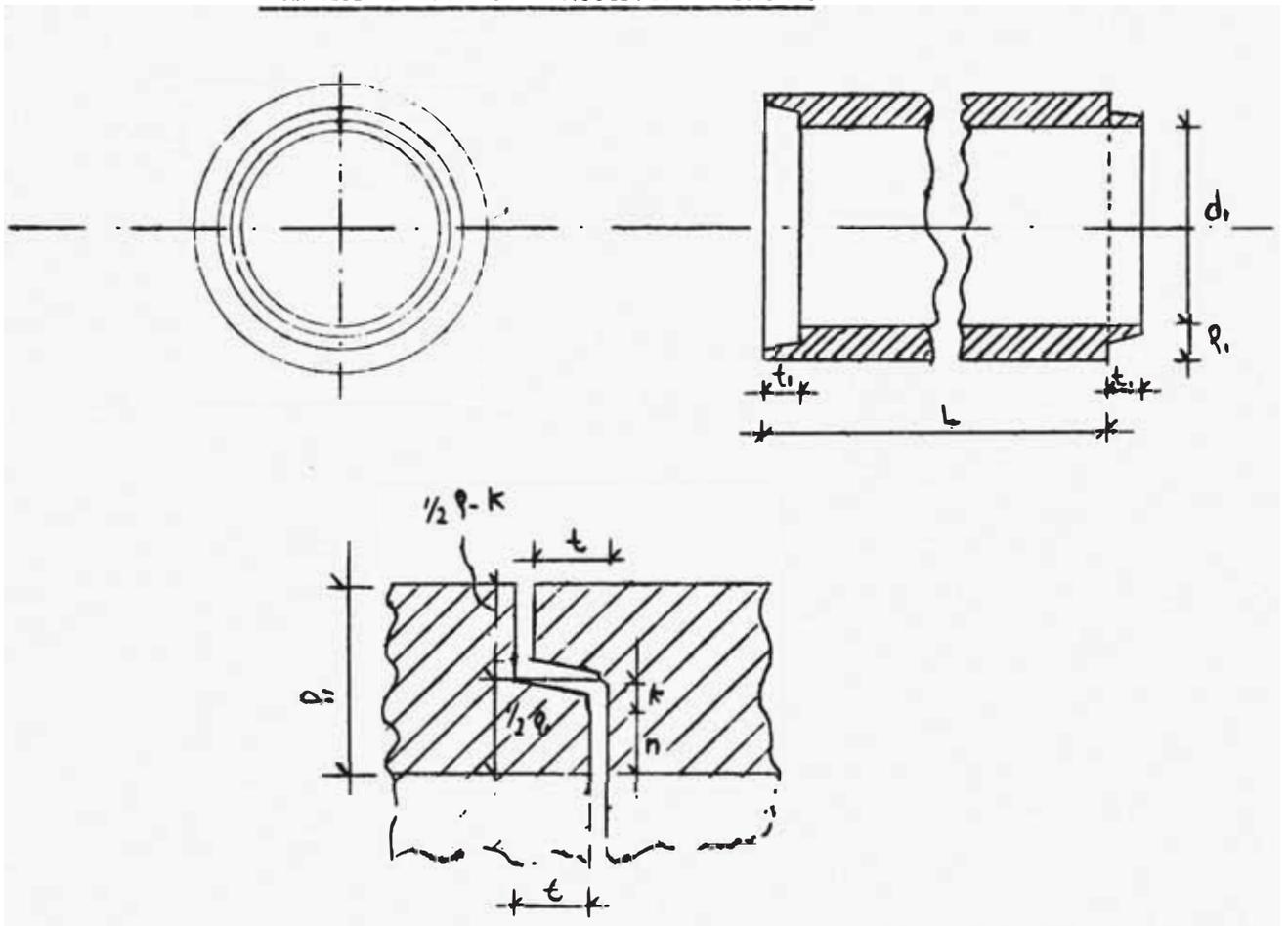
diente.

NOTA: En caso en que los líquidos transportados o los agentes químicos del terreno tengan características muy desfavorables para la conservación de las tuberías, se hará una investigación del pH para determinar la protección adecuada.

4.- REQUISITOS

4.1 Medidas y tolerancias

TABLA I UNION MACHIHEMRADA



Formulas:

$$1^{\circ}) \frac{k}{t} = \text{entre } 1/4 \text{ a } 1/5$$

$$2^{\circ}) n = \frac{1}{2} e - k \quad k = \text{constante}$$

$$3^{\circ}) e_1 = 2 (n + k)$$

DIAMETRO NOMINAL mm		LONGITUD MINIMA		e ₁ mm	± 10% mm
d ₁	TOLERANCIA	L mm	TOLERANCIA		
100	± 2	900	± 1%	22	14
150	± 2	900		24	16
200	± 3	900		26	18
250	± 3	900		30	18
300	± 4	900		36	20
400	± 4	900		42	22
500	± 5	900		50	26
600	± 6	900		58	30
700	± 6	900		66	34
800	± 7	900		74	38
900	± 7	900		82	42
1000	± 8	900		90	46

Note 1.- a) Para diámetros intermedios a los dados en la tabla I, los valores medios se interpolan.

b) Para el caso de tuberías entre 100 y 400mm

Formulas:

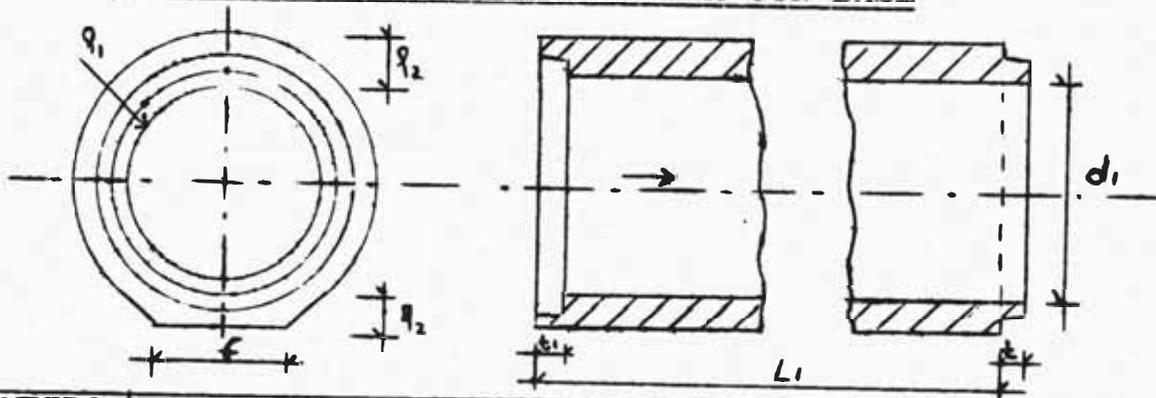
$$1^{\circ}) \quad e_2 = \text{Mín. } \frac{3}{4} e_1$$

$$2^{\circ}) \quad \frac{s_2}{t_2} = \text{Máx. } 30$$

DIAMETRO NOMINAL mm		LONGITUD MINIMA		e_1 mm	t_2 Mín. ±10% mm	s_2 ±10% mm
d_1	TOLERANCIA	L mm	TOLERANCIA			
100	± 2	900		20	38	11
150	± 2	900		22	51	13
200	± 3	900		22	57	16
250	± 3	900		26	64	16
300	± 4	900		36	64	16
400	± 4	900	± 1%	42	64	16
500	± 5	900		50	64	16
600	± 6	900		58	70	16
700	± 6	900		66	70	16
800	± 7	900		74	70	16
900	± 7	900		82	70	16
1000	± 8	900		90	70	16

Nota 1: Para diámetros intermedios a los dados en la tabla II, los valores se interpolarán.

TABLA III UNION MACHIHEMBADA CON BASE



DIAMETRO NOMINAL mm		LONGITUD MINIM. mm		f	e ₁	e ₂	t ₁ ±10%	n	k	s ₁ ±10%
d ₁	TOLE RANCIA	L	TOLE RANCIA	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
100	±2	900	±1%	80	22	22	16	7	4	4
150	±2	900		120	24	24	16	8	4	4
200	±3	900		160	26	26	18	9	4	4
250	±3	900		200	30	30	18	10	5	5
300	±4	900		240	36	36	20	13	5	5
400	±4	900		320	42	42	22	15	6	6
500	±5	900		400	50	58	26	19	6	6
600	±6	900		450	58	70	30	22	7	7
700	±6	900		500	66	80	34	26	7	7
800	±7	900		550	74	90	38	29	7	7
900	±7	900		600	82	100	40	33	7	7
1000	±8	900	650	90	110	44	36	7	7	

Nota 1: Para diámetros intermedios a los dados en la tabla III, los valores se interpolarán.

4.2 Resistencia a la rotura.- La resistencia a la rotura, determinada por el método de los 3 filos, según 6.1, no será menor que las indicadas en la tabla siguiente:

Diámetro nominal d_1 mm	Carga unitaria en kg/m
100	2400
150	2600
200	2700
250	2800
300	3000
400	3200
500	3500
600	3800
700	4100
800	4300
900	4600
1000	4900

4.3 Absorción de agua.- La absorción de agua, determinada según 6.2, no debe ser mayor del 8%.

4.4 Permeabilidad.- Las tuberías sometidas a este ensayo, según 6.3, no deben presentar, en por lo menos el 80% de su superficie exterior, humedad o manchas

de humedad al final del período de ensayo debido al agua que pasa a través de la pared de la tubería.

4.5 Presión hidrostática.- Las tuberías sometidas a una presión hidrostática, según 6.4, no debe presentar fugas. La humedad que aparece en forma de manchas o gotas adheridas a la superficie, no deben ser consideradas como fugas.

4.6 Aspecto.- Las tuberías no deben presentar fracturas fisuras o grietas en general; deben tener un sonido resonante y claro cuando se golpea secamente con un martillo liviano; los planos terminales de las tuberías deben ser normales al eje de la misma.

4.7 Juntas.- Los extremos de toda tubería deben ser conbados en tal forma que cuando se coloquen una a continuación de otra y unidas, formen una línea continua y uniforme con superficie interior suave y regular. Las juntas deben estar diseñadas de tal forma que aseguren una unión efectiva reduciendo al mínimo las fugas e infiltraciones.

5. MUESTREO Y RECEPCION

5.1 El lugar de inspección será la fábrica salvo acuerdo entre comprador y vendedor y las muestras ensa-

yadas serán seleccionadas por el comprador o su representante.

- 5.2 El fabricante o vendedor deberá proporcionar, sin costo, las muestras para los ensayos.
- 5.3 Muestreo. De cada lote en prueba se tomarán al azar 5 tubos para cada uno de los requisitos 4.2, 4.4 y 4.5. Para el requisito 4.3, se obtendrá 5 especímenes de ensayo de las muestras que han pasado satisfactoriamente el ensayo de resistencia a la prueba de los 3 filos.
- 5.4 Recepción. La aceptación de los tubos se determinará por los resultados de las pruebas de resistencia absorción y permeabilidad, realizadas según 4.2, 4.3 y 4.4 y también por las realizadas según 4.1 y 4.6.
- Nota.- Previo a la compra, el comprador puede especificar el ensayo hidrostático según 4.5 en vez del ensayo de permeabilidad.
- 5.5 Aspecto. El comprador o su representante podrá hacer una minuciosa inspección previa de cada lote en prueba con el objeto de rechazar aquellos tubos que no cumplen con lo especificado en 4.6.

Los tubos rechazados serán sustituidos por el fabricante, pero si el porcentaje de tubos defectuosos es mayor del 5% se rechazará el lote en prueba. Sin embargo, al vendedor le será permitido suministrar un nuevo lote en prueba.

5.6 Medidas.- El comprador o su representante comprobará 5 tubos de cada lote en prueba en lo que se refiere a dimensiones, cuyas tolerancias se dan en la tabla I, II, III, y IV.

5.7 En el caso de que uno ó más de los resultados no cumplan con los requisitos exigidos, será admitida la repetición de los ensayos correspondientes, pero con el doble número de los especímenes fallados, debiendo en este caso, cumplir todos los especímenes con los requisitos exigidos en la presente Norma. En caso contrario el lote en prueba será rechazado.

6. ENSAYOS

6.1 Presión externa

6.1.1 Principio del método.- Consiste en aumentar gradualmente una carga uniformemente distribuida a lo largo de una generatriz de un trozo de tubo. (Método de los filos), hasta al

canzar la carga de rotura.

6.1.2 Aparatos

6.1.2.1 La máquina con que se efectúa el ensayo puede ser de cualquier tipo, siempre que satisfaga las condiciones establecidas en los párrafos siguientes:

6.1.2.1.1 Debe poseer un dispositivo que asegure la distribución uniforme de la carga a lo largo de toda la longitud del espécimen.

6.1.2.1.2 Debe permitir la aplicación de la carga en forma gradual y sin golpes.

6.1.2.1.3 Debe poseer dispositivos de regulación y comando que permitan verificar las condiciones relativas a velocidad de ensayo.

6.1.2.1.4 Debe poseer dispositivos que permitan la medida de la carga de aplastamiento con una aproximación de $\pm 2\%$.

6.1.2.1.5 Debe poseer dispositivos de medidas de las cargas que tengan un mínimo de inercia, fricción y juego, de modo que

tales factores no influyen cuando el ensayo sea conducido en las condiciones establecidas en esta norma.

6.1.2.2 Apoyos.- Los apoyos consisten en dos listones de madera cuyos vértices internos superiores están redondeados con un radio de 12mm. Los listones deben ser rectos y asegurados a una base firme. Los lados verticales interiores de los listones serán paralelos y tendrán un espaciamiento no mayor de 2.5cm. por cada 30cm. de diámetro del tubo, pero no menor de 2,5cm. Para lograr un asentamiento completo se puede colocar un material elástico de aproximadamente 1cm. de espesor (Ej. goma de dureza aproximada 60^o shore) ó una capa de yeso de construcción y cuando esté por fraguar se coloca la tubería. La longitud de los listones debe ser por lo menos, igual a la de la parte recta de los especímenes de ensayo.

6.1.2.3 Cuartón de repartición.- Debe tener

150 x 150mm. de sección y una longitud no menor a la parte recta de los especímenes de ensayo puede colocarse, entre éste y la tubería, una capa de yeso de París y arena ó una tira de material elástico de aproximadamente 1cm de espesor (Ej. Goma de dureza aproximada 60^o shore).

6.1.4 Procedimiento.

- 6.1.4.1 Se miden el diámetro y la longitud de cada espécimen.
- 6.1.4.2. Se coloca el espécimen sobre los apoyos dispuestos paralelos y simetricamente en relación con su eje. Se coloca el cuartón de repartición en la parte superior del espécimen de modo que su eje coincida con el plano diametral y vertical. Cuando se prueba tubos con campana, el ensayo se hará sobre la parte recta del tubo, dejando la campana, libre de apoyo y carga.
- 6.1.4.3 Se dispone el conjunto de modo que la carga se aplique verticalmente en el

centro del cuartón de repartición y se eleva la carga en forma gradual hasta la ruptura del espécimen.

6.1.5 Expresión de resultados

6.1.5.1 La carga de ruptura se expresa en Kg/m y se obtiene dividiendo la carga máxima en kilos observada durante el ensayo por la longitud de la parte recta expresada en metros.

6.1.5.2 Se deben registrar las cargas de ruptura de cada espécimen.

6.2 Ensayo de absorción de agua

6.2.1 Principio del método.- Consiste en sumergir en agua totalmente un espécimen de ensayo, durante un tiempo determinado.

6.2.2 Aparatos

6.2.2.1 Estufa.- Una estufa u otro tipo de secador, con ventilación y capaz de mantener una temperatura constante de $110 \pm$

5°C.

6.2.2.2 Balanza.- La balanza usada cuando está cargada con 1kilógramo, debe tener una sensibilidad de 0.5gr.

6.2.2.3 Recipiente.- Un recipiente capaz de contener los especímenes totalmente sumergidos en agua.

6.2.3 Preparación de las muestras

6.2.3.1 Los especímenes serán tomados de los fragmentos de las tuberías que han pasado satisfactoriamente el ensayo de los 3 filos.

6.2.3.2 Cada espécimen tendrá una superficie de 100 a 150 cm² en forma cuadrada y estará libre de grietas o rajaduras.

6.2.4 Procedimiento

6.2.4.1 Cada espécimen debe ser seca-

do a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ hasta que en 2 pesadas sucesivas, a intervalos no menores de 2 horas, se registre un incremento de pérdida no mayor que el 0.1% del peso original del espécimen.

6.2.4.2 Los especímenes secados deben ser colocados en el recipiente y cubiertos con agua limpia. El agua se calentará hasta la ebullición durante 5 horas y luego se enfriará en no menos de 16 horas.

6.2.4.3 Los especímenes serán sacados del agua debiéndoles quitar el agua superficial con un paño o papel absorbente en un tiempo no mayor de 1 minuto y se les pesa inmediatamente con una aproximación del gramo.

6.2.5 Expresión de Resultados

6.2.5.1 La absorción expresada en porcentaje referido a peso seco, se calcula mediante la expresión siguiente :

$$A = \frac{P_h - P_s}{P_s} \times 100$$

Siendo:

A, la absorción de agua, en porcentaje. P_h , el peso del espécimen húmedo, en gramos. P_s , el peso del espécimen seco, en gramos.

6.2.5.2 Se deben registrar los resultados individuales de cada espécimen.

6.3 Ensayo de Permeabilidad

6.3.2 Procedimiento.- El ensayo será llevado a cabo, colocando la tubería en forma vertical con la espiga hacia abajo sobre una capa de caucho suave y llenado con agua hasta el nivel que corresponde a la base de la campana. Después de 15 minutos de empezado el ensayo se realiza una primera inspección y si la tubería presenta solamente humedad o manchas de humedad sobre su superficie exterior, el ensayo será continuado

por un tiempo no mayor de 24 horas a opción del fabricante o vendedor.

6.4 Ensayo Hidrostático

6.4.1 Procedimiento.- Los extremos de las piezas a ensayar se cierran herméticamente por medio de cabezales adecuados para evitar que haya fugas durante el ensayo. El dispositivo de ensayo debe estar constituido de manera que asegure la purga de aire, la fácil lectura del manómetro y la ausencia de otros esfuerzos secundarios. Se conecta el cabezal al dispositivo de ensayo y se incrementa la presión uniformemente hasta llegar a 0,7 Kg/cm y se deja esta presión durante 10 minutos.

7. ROTULADO

Todas las tuberías deberán llevar las siguientes indicaciones:

- 7.1 Marca de Fabricante.
- 7.2 Clase de la tubería.
- 7.3 Fecha de fabricación.
- 7.4 Diámetro nominal.

CAPITULO II

**USOS DE LAS TUBERIAS DE PLASTICO Y DIFERENTES TIPOS
DE ESTAS TUBERIAS.**

USOS DE LAS TUBERÍAS DE PLÁSTICO EN OTROS
ASPECTOS DE LA SALUD PÚBLICA

Además del uso que tienen las tuberías de plástico en la distribución del agua potable, debemos tomar en cuenta también algunos usos de tubos plásticos dentro del campo de la salud pública.

Mencionaremos a continuación los siguientes campos importantes en que las tuberías plásticas son usadas.

- I Tuberías para desagüe, desechos y ventilación cloacal (DWV).
- II Tuberías plásticas para cloacas.
- III Tuberías para desechos corrosivos (laboratorios y

plantas químicas)

- IV Tuberías y tubos de revestimiento para pozos de agua.
- V Instalaciones para piscinas.
- VI Tuberías para desagüe de desechos de minas.
- VII Tuberías para agua caliente.
- VIII Tuberías distribuidoras de bebidas.

A continuación se describen estos 8 campos de aplicación enumerados.

- I Tuberías para desagüe, desechos y ventilación cloacal (DWV), P.V.C. ó A.B.S. Estas tuberías son usadas en todo sistema de desagüe de predios públicos ó privados que conduzcan aguas servidas, aguas pluviales, ú otros desechos líquidos, hasta un punto de disposición, pero no incluye los colectores de los sistemas públicos de alcantarillado, ni las plantas de tratamiento ó disposición, públicas ó privadas.

También en sistemas de desechos, en los cuales las tuberías solo conducen desechos líquidos, libres de materias fecales.

Y por último en sistemas de ventilación

cloacal, que es aquel en donde las tuberías se instalan para suministrar un flujo de aire hacia un sistema de desagüe ó de desechos, ó desde el, ó para proporcionar una circulación de aire dentro de dichos sistemas, para proteger los sellos hidráulicos del sifonaje y contrapresión.

Las normas comerciales para tuberías de desagüe, desechos y ventilación cloacal estipularán los materiales aceptables, las dimensiones y tolerancias de los tubos y conexiones, las diversas pruebas para determinar las propiedades físicas, y los procedimientos de instalación.

II Tuberías plásticas para cloacas.- Debido a la acción corrosiva de las aguas servidas y de otros que corren por las cloacas, los materiales utilizados en ellas son de fierro fundido, arcilla vitrificada, concreto, asbesto-cemento, tubos de fibra bituminizada y materiales similares.

Muchos de estos materiales han resultado de corta duración y algunos han requerido de frecuentes sustituciones. A veces se presentan problemas de filtraciones por tuberías mal unidas, y en muchos casos la cantidad de agua que se infil-

tra en las cloacas excede el gasto de aguas servidas.

Esto también presenta el problema de la contaminación potencial de las aguas subterráneas debido a cloacas construidas con materiales sujetos a la corrosión, ó debido a métodos incorrectos de instalación.

Los tubos plásticos para cloacas tienen paredes internas esencialmente no absorbentes y las juntas se hacen por soldadura química, lo que se traduce en instalaciones a prueba de filtraciones. Estas características eliminan la infiltración de aguas subterráneas al sistema, é impiden la infiltración que las contamina.

Al eliminar la filtración en las juntas se elimina el problema de la entrada de raíces en las cloacas plásticas.

Las cloacas hechas de material plástico uniforme y de calidad, tales como P.V.C. ó A.B.S., pueden cumplir con las normas físicas y ser aceptadas según los reglamentos de plomería.

Ni el ácido úrico ni otros de sustancia

químicas corrosivas que se echan en las cloacas afectan este tipo de tubo. Las tuberías cloacales hechas de plásticos de buena calidad pueden instalarse debajo de losas de concreto para viviendas, no las afectan los suelos, no están sujetas al ataque del comején y pueden unirse a tubos de metal ó de otros materiales.

Puesto que las raíces no penetran en las cloacas plásticas, no existe el problema de limpieza que se confronta normalmente con materiales porosos, ó con aquellos cuyas juntas quedan defectuosas durante su instalación.

Los tubos plásticos que van a emplearse en sistemas de alcantarillado deben ajustarse a las mismas normas estrictas que se requieren para tuberías de agua potable ó para tuberías D.W.V.

III Tuberías para desechos corrosivos (laboratorios y plantas de tratamientos.- Los Ingenieros en todo el mundo están familiarizados con los problemas de manipulación de los desechos corrosivos ó las sustancias químicas de los laboratorios, plantas químicas, plantas de tratamiento de agua é instalaciones similares.

En estos casos se han utilizado con éxito los materiales termoplásticos, los cuales están sustituyendo a los materiales más costosos que se han necesitado para este fin.

IV Tuberías y tubos de revestimiento para pozos de agua.- El tubo plástico desempeña un trabajo excelente en los pozos de agua. Tanto la tubería de agua como el revestimiento deben ser de materiales aprobados para la conducción de agua potable.

En muchos casos el agua llega hasta el revestimiento y por consiguiente éste tiene contacto con el agua destinada al consumo humano.

No es suficiente el conectar una tubería segura a la bomba para distribuir el agua, sino que el revestimiento del pozo deberá también ser de un material de calidad similar.

El proyecto de un sistema de pozos toma en consideración, especialmente, las características del pozo y de la bomba.

Las bombas que se conecten a los tubos plásticos deben seleccionarse igual que en la instalación fuese con tubos de metal.

Debido a las características de los ter

moplásticos, es posible justificar una bomba algo más pequeña por las pérdidas menores por fricción que ocurren en la tubería plástica.

En las instalaciones con tubos plásticos se usan los mismos tipos de bombas que en las de tubos de metal, y el plástico se ha utilizado con éxito en todos los tipos de pozos, hasta profundidades mayores de 250 pies.

Se consiguen "Well points" y rejillas para pozos, para ser usados con tubos plásticos, empujándose igual que los tubos. Los well points plásticos no se corroen, y no producen una disminución en el suministro de agua, debido a la obstrucción de las aperturas de la rejilla filtro.

Las recomendaciones de la industria, referentes a la instalación de tubos para pozos son las siguientes:

CONSEJOS GENERALES SOBRE INSTALACION:

Algunos contratistas que usan tubos más pesados prefieren conexiones roscadas, cuando se instalan bombas sumergibles, estas conexiones resultan muy ventajosas, puesto que las roscas pro-

porcionan una junta positiva que soportará el peso de la bomba para la instalación inmediata en el pozo. Las uniones con soldadura por solvente son más económicas, pero deben dejarse en reposo de un día para otro, para asegurar la máxima resistencia de la unión.

Algunos fabricantes ofrecen un equipo completo para pozos profundos, incluyendo tubos, conexiones y accesorios para una instalación completa de un pozo de chorro. Estos se consiguen con diámetros de 1" x 1 1/4", 1 1/4" x 1 1/2" y 1 1/2" x 2".

Deben utilizarse elevadores en vez de deslizadores ó ganchos.

Si se utilizan perforadoras, el elevador se debe colocar debajo del adaptador del extremo superior y apoyarlo sobre el revestimiento mientras se une el trozo de tubo que sigue.

Si se utiliza una abrazadera de pedal en los tubos, debe arromarse el filo de los dientes y de las orillas de la abrazadera.

No se debe permitir que el tubo roce con

la orilla superior del revestimiento, ni se le debe forzar contra salientes agudos.

Deben eliminarse los filos ásperos y las rebabas de la orilla superior del revestimiento del pozo.

La bomba y los controles deben vaciarse y el pozo clorarse. Se debe limpiar la conexión roscada hembra en la parte superior de la bomba ó cabezo de chorro, colocándola en posición horizontal.

Al extremo roscado macho del tubo se le debe aplicar el compuesto para rosca recomendado, atornillándose a la cabeza de chorro o bomba. No debe usarse cemento para soldadura en las roscas. La conexión se debe enroscar a mano hasta que ajuste bien, completándose la operación con una llave de correa para tubos y una llave de tipo crescent para los adaptadores.

Se debe colocar el conjunto en la perforadora. Si se prefiere, y el espacio lo permite, pueden unirse varios tubos en el terreno y el conjunto bajarse a mano.

Debe usarse un cable de acero para sostener la bomba sumergible para la instalación. Se le puede utilizar para sacar la bomba si así se requiere.

Se deben sujetar los cables de control y de fuerza con el tubo cuando este se baje al pozo.

En instalaciones de bombas sumergibles se instalará un riple cerrado y una T entre las dos juntas superiores del tubo, para insertar una llave de purga. Así se asegurará una presión de aire correcta en el tanque.

Cuando se haya bajado el último trozo de tubo al pozo, debe roscarse un codo para sello del pozo de 4" ó 6" a la conexión superior de adaptación hembra, a través de la tapa del sello del pozo.

Se deben pasar los cables de control y fuerza a través del orificio de ventilación del sello del pozo, colocándose el sello en su sitio.

Instalaciones para piscinas.— El uso de tubos plásticos para instalaciones para piscinas está siendo

más aceptado entre los constructores de piscinas de todos los Estados Unidos. El sistema de circulación de agua, tanto de las piscinas comerciales como de las residenciales ó de las pequeñas, es realmente un tipo de sistema de agua potable especializado.

El tubo plástico apto para uso en tuberías de agua potable debe usarse en la conducción de agua para piscinas. En las instalaciones para piscinas, desde las casacas más pequeñas hasta las comerciales de gran tamaño, se han utilizado los diversos tipos de tubos plásticos para las líneas de abastecimiento, desagüe, retorno del filtro a la bomba, líneas de vacío y para otros usos.

Actualmente no se recomienda el uso de tubos plásticos para exteriores en piscinas, ni para múltiples de bombas, ni para tuberías de los calentadores. Los datos registrados indican que los sistemas de circulación para piscinas pueden instalarse a más bajo costo utilizando tubos plásticos.

También se usan tubos plásticos en la fabricación de los equipos que se utilizan en el tratamiento de agua de piscinas. Un filtro de tierra

diatomea podría equiparse con un múltiple hecho con tubos de P.V.C., con los soportes de los elementos del filtro de nylon ó de algún material similar y el sistema entero dentro de un tanque de metal cubierto con una capa de epoxia (plástico termoestable) para impedir la corrosión del tanque.

Muchas de las espumaderas que se usan en las piscinas se fabrican de plástico moldeable, y también buenas características de resistencia para soportar presiones y malos tratos.

Los impulsores de las bombas que se usan para manejar agua de piscinas también puede hacerse de plástico. En muchas otras aplicaciones del equipo de tratamiento de agua para piscinas los plásticos son el material de preferencia.

VI Tuberías para desagüe de desechos de minas.-En los Estados Unidos, uno de los mayores campos de utilización de los tubos plásticos ha sido en el desagüe y evacuación de desechos de las minas. Los desechos altamente corrosivos de las minas de carbón por ejemplo, dan lugar al rápido deterioro de los tubos de metal, y la reposición de esos tubos es costosa. Los tubos de polietileno hechos de materiales

de baja calidad, satisfacen una necesidad en cuanto a la disposición de los desechos de minas.

Como es de esperarse, de vez en cuando ocurren fallas en esos tubos porque el material carece de características físicas uniformes aceptables. Las secciones que fallan se pueden cortar rápidamente para reemplazarlas con facilidad donde los tubos no estén enterrados. Esta aplicación absorbe gran parte de los tubos plásticos inferiores o de segunda que se producen en los Estados Unidos.

VII Tuberías para agua caliente.- La B.F. Goodrich Co ha producido un material de alta temperatura, el bicloruro de polivinilo (P.V.D.C.) que resiste temperaturas de trabajo mayores en 40°F(4.4°C) y 60°F(15.4°C) que los compuestos convencionales de P.V.C. y A.B.S. que solo resisten hasta 160°F(71°C) y el polietileno que solo resiste por debajo de 140°F(59.4°C). El P.V.D.C. también tienen una elevada resistencia física, resiste al fuego, y tiene mayor resistencia química en un mayor intervalo de temperaturas.

Por ejemplo, el P.V.D.C. sumergido duran

te 30 días en las diferentes sustancias químicas anotadas en el cuadro A, que aparece a continuación, nos muestra un mejor comportamiento que el tipo I ó tipo II de P.V.C.

Las propiedades físicas del P.V.C. I y II y del P.V.D.C. se muestran en el cuadro B.

Se notará que el P.V.D.C. tiene una clasificación por esfuerzo de diseño de 1600 p.s.i.

Es posible que el P.V.D.C. encuentre mayor aplicación en los reglamentos de instalaciones de sistemas de agua fría y caliente para uso comercial y residencial.

CULDRO (A) - Inmersión química (30 días)

Sustancia	PVC TIPO I		PVC TIPO II		PVC	
	Tensión	peso	tensión	peso	tensión	peso
Variación de (%)						
Acido acético	+10,7	+0,11	-10,3	+0,81	+2,64	+0,54
"	+ 7,7	+0,41	-13,8	+3,23	+6,58	+1,18
"	-	-	-	-	+5,26	+3,65
Acido crómico	+ 7,7	+0,17	0,0	-	-	-
"	+23,1	+0,57	-15,5	-	-	-
"	-	-	-	-	+5,45	+0,23
"	-	-	-	-	+3,95	+0,50
"	-	-	-	-	+9,2	+0,43
Acido nítrico	+8,45	+0,11	-1,8	+0,40	-	-
"	+16,2	+1,28	-25,6	+6,59	-	-
"	-	-	-	-	+1,47	+0,30
"	-	-	-	-	+2,36	+1,92
"	-	-	-	-	+1,32	+2,52
Acido sulfúrico	+10,0	-0,07	-6,9	-0,01	+5,27	-0,16
"	+26,1	-0,06	-1,72	+12,78	+4,54	-0,03
"	-	-	-	-	+7,11	-0,12
Acite No 3 ASTM	+9,2	+0,33	-8,6	+0,27	+2,53	+0,03
"	+22,4	+0,51	-12,9	+4,31	+2,63	-0,05
"	-	-	-	-	+6,56	-0,07
Hexano	+11,5	0,00	-48,3	+4,24	+3,95	-0,08
Hidróxido de sodio	+8,47	-0,02	-3,58	-0,02	+2,2	-0,09
"	+2,31	-0,03	-6,9	-0,11	-	-
"	-	-	-	-	+1,3	+0,12

CUADRO (B) - Propiedades físicas del PVC I y II del PVDC

Propiedad	IVC no plastificado		PVDC
	Tipo I	Tipo II	
Gravedad específica (+0,02)	1,38	1,35	1,54
Dureza "D"	80	78	82
Deformación por calor, 264 psi °F	165	155	215
Deformación por calor, 66 psi °F	175	165	247
Resistencia límite a la tensión, psi(73°F)	7.000	6.000	7.300
Resistencia límite a la tensión, psi(180°F)	2.500	1.750	3.200
Resistencia al impacto Izod.pies-libra/diente de pulgada (73°F)	0,81	15,0	6,3
Resistencia a la flexión, psi (73°F)	14.500	11.500	14.500
Ceficiente de expansión lineal °F - 1×10^{-5}	2,9	5,5	4,4
Resistencia dieléctrica volt./mil	1.413	1.065	1.250
Clasificación de inflamabilidad	autocxtintor		
Contracción en moldeado	0,055	0,007	0,008
Resistencia a largo plazo (clasificación por esfuerzo de diseño a 75°F)	2.000	1.000	1.000

DIFERENTES TIPOS DE TUBERIAS DE PLASTICO

Un plástico es un material que posee como ingrediente especial una sustancia orgánica de alto peso molecular. Es sólido en su estado acabado, pero puede ser moldeado por flujo durante alguna etapa de su fabricación ó elaboración. Un plástico no es necesariamente sintético, siendo un ejemplo la goma natural que todos conocemos; sin embargo, aquí nos referiremos solo a los plásticos sintéticos.

El primer plástico comercial fue el Nitrato de Celulosa, conocido más generalmente como Celuloide, elaborado en 1860 como sustituto del marfil. Ha sido usado extensamente en la producción de teclas de piano y otros artículos similares. El Celuloide se clasifica como un polímero natural modificado y un termoplástico.

Los tipos de plásticos se dividen en dos clases generales: Termoplásticos y Plásticos Termoestables. El "termoplástico" puede ser ablandado repetidamente por aumento de temperatura, y ser endurecido por disminución de la misma.

El "plástico termoestable" es aquel que puede convertirse en producto infusible al ser curado por la

acción del calor o de una sustancia química. En otras palabras, puede ser moldeado solamente una vez.

Los termoplásticos son los que en la actualidad presentan mayor interés para los sistemas de agua potable.

TUBOS TERMOPLASTICOS

La Lucite y el Plexiglass fueron uno de los primeros materiales utilizados en la fabricación de tubos plásticos. Ambos materiales son acrílicos y transparentes como el vidrio, pero débiles y resquebrajados y generalmente de baja resistencia química.

Hay varios termoplásticos que se emplean en sistemas de agua potable, hasta cierto límite, tales como el butirato de acetato de celulosa, el polipropileno, el saran, el estireno modificado al caucho, el delirino, el nilón y quizás otros, pero no se incluirán en estas consideraciones generales.

Existen tres termoplásticos principales que han sido utilizados en aplicaciones generales de agua, los cuales se comentarán más detalladamente.

En general el tubo plástico tiene buena re -

sistencia química, no está sujeto a la corrosión electrolítica y normalmente poco afectado por materiales corrosivos inorgánicos, es liviano, con gravedades específicas que varían entre 0.9 y 1.4, en comparación con las del hierro y el acero que son de 7.8 y la del concreto de 2.2 a 2.4.

Tiene una superficie lisa, con un coeficiente de Hazen-Williams de 150 o más, mantiene su característica de lisura debido a que no desarrolla escamas y tiene una superficie hidrofóbica. El plástico actúa como aislador térmico y eléctrico. Esta propiedad implica tanto ventajas como desventajas, pues al ser un aislador eléctrico natural impide el uso de la electricidad para deshelar los tubos congelados.

Por lo común el tubo plástico compite con el acero al carbono y es mucho más barato que las aleaciones resistentes a la corrosión. Los bajos costos de instalación y mantenimiento lo hacen aún más económico.

Una desventaja del tubo plástico muy importante es su baja resistencia mecánica. Los esfuerzos de trabajo admisibles de los termoplásticos más corrientes a temperatura ambiente, varían entre 400 y 2000 p.s.i. Estos valores disminuyen al aumentar la temperatura. Ca

si todos los termoplásticos son sensibles a la temperatura, y a 1°C se vuelven resquebradizos y difíciles de manipular. A unos 60° C pierden gran parte de su resistencia.

Los tres termoplásticos de mayor importancia para abastecimiento de agua son: el polietileno (P.E.) el cloruro de polivinilo (P. V. C.) y el acrilonitrilo-butadieno-estireno (A.B.S.).

CLORURO DE POLIVINILO (P.V.C.)

Actualmente el P.V.C. es considerado sea por sus características particulares, sea por su aplicación en la moderna industria, el más importante polímero de la serie que contiene el grupo vinilo.

El cloruro de polivinilo se obtiene polimerizando el cloruro de vinilo, que fue obtenido la primera vez por síntesis, por el químico francés Regnanet en el año 1838 observando la tendencia de dicho producto de polimerizar a la luz.

Pero solamente en el año 1912, por obra del químico alemán F. Klatte se obtuvo el cloruro de poli-

vinilo partiendo del ácido clorhídrico gaseoso y acetilene en presencia y como catalizadores cloruros metálicos.

Contemporáneamente en los E.U.A. empezaron a obtener los primeros polímeros vinílicos.

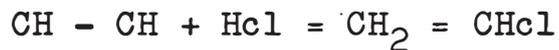
A continuación daré algunas características químicas del cloruro de vinilo, llamado también monocloroetileno, el cual es un gas que posee la siguiente fórmula:

$\text{CH}_2 = \text{CHCl}$ con:

Punto de ebulición	13.8° C incoloro
Punto de inflamación	78° C a cápsula abierta (o sea con aporte de O ₂)
Presión crítica	52.7 atmósferas.
Temperatura crítica	158.4° C
Peso molecular	62.50
Olor	Dulzastro
Estado físico	Gas a presión y temperatura ordinarias.
Peso específico	09121 a 20° C

Este monómero puede ser obtenido de los siguientes métodos:

- 1.- Por síntesis del ácido clorhídrico y acetilene según la reacción.



Este procedimiento es el más común en la Industria Europea y esencialmente consiste en enviar a través de una serie de canales carbón activo impregnado de sales de mercurio, mezcla de ácido clorhídrico y acetilene. Luego, a reacción terminada ((a una temperatura de 100 a 200^o) se practica un lavado con hidróxido de sodio.

- 2.- Eliminando una molécula de ácido clorhídrico de dicloroetano.



Este procedimiento usado en los Estados Unidos, permite un inmediato reemplazo del Hcl, siempre y cuando la reacción sea efectuada en fase gaseosa y no líquida.

Un tercer método sería la clorinación del etilene, pero este todavía no se ha efectuado en procedimientos industriales. En el futuro podría dar óptimos resultados considerando el hecho de que se podrá utilizar las cantidades de etilene contenidas en los gases

naturales y en los derivados del cracking de los hidrocarburos.

Según este sistema el etilene debería ser llevado a altísimas temperaturas (400° C) porque sólo en esas condiciones es posible la clorinación y el rendimiento es óptimo.

Existen otros métodos de obtención, pero no los mencionaré puesto que recién están en fases experimentales de laboratorio. Como hemos dicho, el cloruro de polivinilo o P.V.C^v se obtiene polimerizando el cloruro de vinilo.

Como existen varios métodos de polimerización pero dos de ellos son los más usuales, haré una breve descripción de estos dos métodos, que son: polimerización por emulsión y polimerización por suspensión.

POLIMERIZACION POR EMULSION:

En este procedimiento el cloruro de vinilo transformado en líquido por presión, viene emulsionado en fase acuosa, gracias al aporte de sustancias emulsionantes que consienten una mejor subdivisión del mo-

numero.

El activador, soluble en agua, persulfato de potasio y agua oxigenada, determina la formación de partículas de polimerizado que quedan en suspensión acuosa, de las cuales el polímero vendrá separado mediante pulverización en aire caliente o por precipitación con ayuda de electrolitos.

Al final viene un proceso de lavado y desechado. Antes de la desecación este tipo de P.V.C. se preestabiliza con sales sódicas para evitar una descomposición que empieza a manifestarse a los 70° C.

El grado de polimerización o sea su peso molecular, depende de la cantidad y calidad del activador de los emulsionantes usados, la temperatura y el tiempo de duración de la polimerización, el cual es de más o menos de 20 a 24 horas.

Este proceso de polimerización no viene llevado a cabo completamente, para evitar la formación de fracciones a bajo grado de polimerización que serían contraproducentes en la fase tecnológica.

El P.V.C. obtenido por emulsión, presenta óptimas características, como breve tiempo de gelatini-

zación del material (lógicamente después de la adición de plastificantes), óptima fluidez, especialmente para la extrusión y la inyección.

POLIMERIZACION EN SUSPENSION:

Este es un tipo de polimerización usado en los Estados Unidos y que por el reciente aporte de algunas nuevas tecnologías y también por las exigencias de determinados manufacturados que sólo tiene el P.V.C. obtenido en suspensión, va tomando pie en Europa.

En este procedimiento el monómero se dispersa en un ambiente líquido, generalmente es agua con determinados agentes dispersantes, como el alcohol polivinílico, mientras una perfecta agitación mecánica le asegura una dispersión bien equilibrada del monómero.

Naturalmente se agregan catalizadores solubles en agua como el Benzoin peróxido para asegurar la rapidez y la efectividad de la reacción.

La reacción se efectúa dentro de cilindros de acero inoxidable o revestido.

La temperatura es de 45° C a 65° C por un período que varia entre las 12 y 24 horas.

A polimerización terminada, el agua se elimina por centrifugación, luego se realiza un lavado del material para después pasar a un secador de acero inoxidable atravesado por aire caliente el cual tiene una temperatura de 100 a 105°C.

El P.V.C. obtenido por estos dos procedimientos: emulsión y suspensión, presentan lógicamente características diferentes, las que a continuación analizaremos brevemente.

1.- P.V.C. preparado en emulsión es menos puro que el preparado en suspensión, lo que se debe a la dificultad de remover los emulsionantes, las sustancias tampones, etc.

La sensibilidad de estas sustancias al agua hace que los manufactos obtenidos absorban más agua de lo debido, causando inconvenientes como, extracción de los plastificantes, emigración en superficie de las cargas, decoloración, poca defensa contra los agentes de envejecimiento, etc...

2.- Los productos polimerizados en emulsión se presentan como un polvo casi impalpable y se dispersan a frío en los plastificantes generalmente usados, formando pastas fluidas con bajo índice de viscosidad,

fácilmente colables, característica esta, muy útil en la fabricación de objetos por colada en moldes, mientras el prensado de los productos obtenidos por suspensión consiste en la fabricación de artículos que disfrutan en pleno de las características que puede ofrecer el P.V.C. puro, como por ejemplo: La completa transparencia.

Estos manufacturados no absorbiendo humedad, tienen una resistencia mecánica muy elevada, la falta de electrolitos le exalta las cualidades dielécticas, tanto de permitirle el uso en el revestimiento de conductores eléctricos, especialmente en el campo telefónico.

Y así como estas diferencias existen muchas, cada cual es más o menos útil para una u otra aplicación en la manufacturación.

El P.V.C. como materia prima en si misma representa las cualidades que presenta una vez manufacturado. Estas últimas cualidades las adquiere con la ayuda de materiales llamados específicamente adjuntivos, algunos forzosamente necesarios y otros prácticamente facultativos o que varían casi siempre por razones ya no técnicas sino económicas.

Como hemos hablado de adjuntivos, que son en realidad los que le dan las propiedades finales al P.V.C se hará una breve descripción de ellos.

ADJUNTIVOS DEL P.V.C.

1.- ESTABILIZANTES:

La manufacturación del P.V.C. necesita casi siempre, una temperatura de trabajo muy cerca la temperatura en que comienza la alteración antes la descomposición después, del material mismo.

Esto requiere la presencia de sustancias que tienen el objeto de neutralizar la acción degradante del color en el período tecnológico.

El fenómeno de degradación del P.V.C. se manifiesta con una pérdida de ácido clorhídrico, causada por la ruptura de la estructura molecular y con una coloración rojiza, hasta llegar a una coloración casi negra del producto, cabe aclarar que estos fenómenos son debidos a unas variaciones o transformaciones en la es

estructura molecular; un producto es más termoestable cuando más difícil sea la ruptura o cualquier modificación en su estructura molecular.

El escoger un estabilizante, además de ver su utilidad constante o más bien su razón de ser en el P.V.C. hay que analizarlo en las propiedades que el manufacturado requiere.

Empezaré mencionando los estabilizantes formado por las sales de los metales de calcio, sodio, bario, cadmio, estaño y plomo.

1.1 Los compuestos de sodio son los más indicados para la estabilización a la luz, mientras que para la protección térmica son ineficientes.

1.2 Los compuestos de calcio también son estabilizantes incompletos, no obstante los fabricantes recurren a él por ser atóxicos.

1.3 El esturato de calcio es usado muy a menudo por su capacidad de lubricación y de conferir brillantez al producto.

Hay que tener particular atención en la cantidad de estabilizantes de calcio, porque un exceso pro

voca fenómenos como trasudamiento, fragilidad, etc...

1.4 Estabilizantes de bario, los cuales se usan conjuntamente con los de cadmio, ya que ésta mezcla es capaz de ofrecer resultados muy eficientes sea a los efectos de la estabilización al calor sea a la luz; los estabilizantes de bario que más usan son el estearato icinoleato, también con estos estabilizantes el exceso produce trasudamiento y fragilidad.

1.5 Estabilizantes de sales de plomo:

Los primeros estabilizantes usados y que todavía constituyen la masa de estabilizantes usados hoy, son las sales de plomo que tienen como propiedad fundamental, la de absorber el ácido clorhídrico. Como defectos técnicos los estabilizantes de plomo tienen un porcentaje relativamente alto en el uso de formulaciones (3- 4%), compensado por la ventaja de ser más económicos que los otros estabilizantes.

Entre las sales de plomo, que generalmente se usan, tenemos el sulfato tribásico de plomo y el estearato de plomo.

Como vemos estos estabilizantes son los más económicos y el más usado en la industria de P.V.C. es por eso la razón de este trabajo, puesto que una canti-

dad mínima en el agua (0.01 p.p.m) de plomo, en un tiempo prolongado dá lugar a una enfermedad en el hombre llamada Saturnismo.

En capítulo aparte (razones de la presente investigación) ampliaremos estos criterios sobre la posible contaminación de las aguas, por el plomo, en las aguas que han estado en contacto con las tuberías de P.V.C.

1.6 Hay muchos más estabilizantes como las sales de estaño, una serie de compuestos orgánicos como la úrea y sus derivados, la monofenilurea, etc.

2.- PLASTIFICANTES Y CARGAS:

Plastificantes como el diotilftalato, ésteres de los ácidos grasos, etc.

Las cargas más conocidas y usadas son el carbonato de calcio y de bario, sílice, carbón, mica, colino, hidrato de alúmina, estos elementos no afectan en nada las propiedades del P.V.C. cuando son dosificados en ciertos porcentajes pero de una manera muy exacta, por que un pequeño exceso de dosificación de estos productos, malograría todas las buenas propiedades de este producto.

Señalaré a continuación el proceso de fabricación de los tubos de P.V.C.

TECNOLOGIA:

El ciclo de prefabricación, consiste simplemente en la formulación del material o "compound" o sea la mezcla de estabilizantes, plastificantes, lubricantes y cargas con el producto cloruro de polivinilo, todo lógicamente en función de la calidad o del tipo del producto que se quiere obtener y del método la tecnología que se va a usar. La mezcla viene puesta en máquinas especiales mezcladoras, las cuales uniformizan perfectamente todo el material, el cual queda así listo para entrar en transformación.

EXTRUSION:

La extrusión de los productos no plastificados, como son los tubos de P.V.C. puede ser efectuada en máquinas con uno, dos o más tornillos transportadores.

El sistema de la extrusión del P.V.C. consiste en una transportación del material a través de varias zonas de calentamiento con resistencias eléctricas, cuya temperatura determinada se mantiene constan-

te por medio de Pirómetros, relays etc...(130-160°C).

El material transportado a través de esta ceciente temperatura, pasa, cuando ya está prácticamente en estado coloidal a través de una matriz, macho y hembra, que determinan su diámetro y espesor del tubo. Luego de aquí pasa a un depósito refrigerante lleno de agua y al final a un aparato trainante con velocidad variable según la necesidad o característica del manufacturado mismo.

La Modern Plastics Encyclopedia nos dá la siguiente definición del P.V.C.:

"Un material termoplástico compuesto de polímeros de cloruro de vinilo; un sólido incoloro con alta resistencia al agua, a los alcoholes y a los ácidos alcalis concentrados. Se obtiene en forma de gránulos, soluciones, líquidos y pastas. Acondicionando con plastificantes produce un material flexible cuyas propiedades de durabilidad son superiores a la del caucho. Se usa extensamente como recubrimiento de cables en plantas químicas, en tuberías para la conducción de agua, y para la fabricación de vestimentas protectoras".

Los compuestos para tubos de P.V.C. contie -

nen resinas de P.V.C. aprobadas, estabilizadores, lubricantes, colorantes y antioxidantes.

El tubo de P.V.C. se produce de acuerdo con los requisitos de la Norma comercial CS - 207 - 60 y de la nueva norma CS-256-63, que considera la clasificación de presión.

Los nuevos esfuerzos de diseño de clasificación de compuestos para tubos de P.V.C. son los siguientes:

TIPO I grado 1 con esfuerzo hidrostático de diseño de 2,000 p.s.i.

TIPO I grado 2 con esfuerzo hidrostático de diseño de 2,000 p.s. i.

TIPO II grado 1 con esfuerzo hidrostático de diseño de 1,000 p.s.i.

TIPO IV grado 1 con esfuerzo hidrostático de diseño de 1,600 p.s.i.

Se considera que las resinas de Tipo I poseen una alta resistencia a las sustancias químicas y las del Tipo II tienen altas características de impacto.

El tubo de P.V.C. es extremadamente resistente

te a las sustancias químicas, tales como aceites, tiene una resistencia mecánica y una rigidez excelentes (es el más rígido de los tres plásticos mencionados) y básicamente no es afectado por las condiciones meteorológicas. Es autoextinguible y extremadamente resistente al calor. Puede ser juntado por soldadura por fusión, soldadura por solventes y fácilmente roscado si lo permite el espesor de las paredes.

Es el más rígido de los tres termoplásticos. Su color es gris claro u oscuro, aunque esto depende del colorante adicionado, y trabaja a temperaturas que varían entre 4.4°C y más de 71°C .

Entre los tubos termoplásticos, el tubo de P.V.C. tiene una de las más altas resistencias a la tensión. Es conocido por su buena estabilidad dimensional y sus sobresalientes propiedades para soportar los ataques meteorológicos. Tiene excelente resistencia a la corrosión, resistencia química y tenacidad.

El tubo de P.V.C. pesa más o menos $1/5$ de lo que pesa el acero. Con este material resultan promedios de presiones más altos que con los productos de polietileno y de A.B.C. diseñados para paredes del mismo espesor y diámetro.

Es uno de los termoplásticos que mejor resisten el envejecimiento a la interperie y no se oxida ni deteriora en suelo de condiciones de acidez o alcalinidad muy severas.

Tampoco le afecta la acción de los hongos o bacterias. No es magnético ni produce chispas. Tiene excelentes propiedades aislantes.

Su baja conductividad de calor disminuye la tendencia a la condensación de la humedad sobre las superficies exteriores, cuando el agua o líquidos fríos fluyen a través del tubo.

Las superficies interiores del tubo son muy lisas, produciendo pérdidas de presión mínimas. Pueden obtenerse en tubos de P.V.C. gastos de 20% a 25% mayores que en los tubos de metal igual al diámetro. Al igual que en los otros termoplásticos, existe muy poco o ninguna acumulación de depósitos, lo que se traduce en mayor vida útil a mayor capacidad de conducción.

La siguiente tabla muestra las presiones de clasificación frente a las temperaturas, para tubos de P.V.C. de impacto alto y normal.

Temperatura °C

Para sistemas soldados

Porcentaje de la presión de clasificación a 23° C

	<u>Alto impacto</u>	<u>Impacto normal</u>
82.2	35	34
60.0	55	49
23.0	100	100
0.0	123	123
17.8	139	130

Temperatura °C

Para sistemas roscadosTubos clase 80 a 120

Porcentaje de la presión de clasificación a 23° C.

	<u>Alto impacto</u>	<u>Impacto normal</u>
82.2	23	21
60.0	35	30
23.0	63	63
0.0	78	78
17.8	88	83

POLIETILENO (P.E.)

El polietileno fue usado por primera vez para tubos plásticos en 1948. Es un derivado del gas etileno, que es un componente del gas natural. También puede ser un derivado de la refinación del petróleo. Existen tres tipo ASTM de polietileno, definidos de la Norma Comercial CS 197-60.

El tipo I tiene una densidad que varía entre 0.910 y 0.925.

EL tipo II varía entre 0.926 y 0.940

El tipo III varía entre 0.941 y 0.965.

Estos tipos son generalmente conocidos como polietilenos de densidad baja, mediana o alta, respectivamente. El tipo I produce el tubo más flexible y tiene una resistencia mecánica relativamente baja. El tipo II, el polietileno de densidad mediana, tiene una resistencia mecánica más alta pero es menos flexible. El tipo III, o polietileno de alta densidad, tiene la más alta resistencia mecánica pero es a su vez el menos flexible de estos tres tipos.

Originalmente, el polietileno fue desarrolla

do en Inglaterra hacia 1940, en forma experimental. Los ingleses usaban el material en equinos de radar. Otros usos incluían artículos tales como artefactos domésticos y frascos flexibles.

Según la norma comercial del departamento de Comercio de Estados Unidos de América CS - 255 - 63 relativa al tubo de polietileno, los materiales se clasifican como sigue:

P.E. 2305, tipo II grado 3 - con un esfuerzo hidrostático de diseño 500 p.s.i.

P.E. 2306, tipo II grado 3 - Con un esfuerzo hidrostático de diseño 630 p.s.i.

P.E. 3306, tipo III grado 3- con un esfuerzo hidrostático de diseño 630 p.s.i.

El material de tipo I está incluido en la adición actual de CS - 255 - 63, con un esfuerzo de diseño de 400 p.s.i. según la especificación CS - 197-60, con la denominación P.E. 1404.

Debido a sus características de fluir en frío y a ser químicamente inerte, el polietileno no puede ser roscado ni soldado con disolventes; se emplama con

conexiones de inserción a presión o por fundición al calor. Al usar las conexiones de inserción, es importante usar abrazaderas de acero inoxidable que resistan la acción corrosiva del suelo de muchas regiones.

El tubo de polietileno puede utilizarse a temperaturas que varíen entre $- 54^{\circ}\text{C}$ y $+ 50^{\circ}\text{C}$, limitándose a presiones relativamente bajas.

El polietileno está sujeto a degradación ocasionada por los rayos ultravioleta y la Norma Comercial CS - 255 - 63 exige que en su preparación para la producción de tuberías se añada un mínimo de 2% de negro de humo, a fin de protegerlo de la acción del sol.

Una de las ventajas del tubo de polietileno es que su flexibilidad permite hacer rollos hasta de 300 metros, para tubos de pequeños diámetros, siendo común los rollos de 100 a 150 metros, para diámetros de $1\ 1/2''$.

Los tubos de mayor diámetro se enrollan generalmente en trozos de 30 a 100 metros, lo que permite más facilidad de manipulación.

El polietileno se usa mucho más para la conducción del agua que para cualquier otro uso específico.

co de tuberías.

Tal uso se recomienda para presiones y temperaturas moderadas. Hasta ahora, por longitud y peso, está a la cabeza entre todos los tipos de tubos plásticos.

La Modern Plastic Encyclopedia (Enciclopedia Moderna de los plásticos) describe la producción del polietileno en la forma siguiente:

La resina del polietileno se sintetiza por la polimerización del etileno a altas temperaturas y presiones, en presencia de un catalizador adecuado. Para sintetizarse, el polietileno de baja densidad exige presiones muy altas, entre 15000 y 30000 p.s.i., y catalizadores de radical libre, tales como los peróxidos. Los polietilenos rígidos de alta densidad se fabrican a presiones de síntesis más bajas, utilizándose catalizadores de coordinación. Las resinas de polietileno de densidad mediana se producen bien por modificación del proceso de alta presión o bien mezclando resinas de alta y baja densidad en proporciones apropiadas.

Los compuestos aprobados para tubos de polietileno por la Fundación Nacional de Saneamiento (F.N.S.)

de la cual hablaré en el capítulo de Normas Internacionales, contienen: resina natural de polietileno de una densidad específica, antioxidantes, negro de humo, el elemento identificador de F.N.S. y, en algunos casos, caucho butílico.

Algunas propiedades del polietileno son: flexibilidad, resistencia química a la humedad y a los solventes, buena resistencia a la tensión, resistencia al calor y a la abrasión, tenacidad, baja absorción de agua, excelentes propiedades eléctricas y resistencia a la fisuración por esfuerzos.

Desde el punto de vista de su diseño, es liviano, presentando su superficie un acabado liso. Es inerte a la acción de la mayoría de los ácidos y sustancias químicas, tiene una baja permeabilidad y buena durabilidad. El tubo de polietileno puede esterilizarse y tiene una versatilidad mecánica razonable. Su resistencia al impacto, a temperaturas inferiores a cero, es muy buena. Es resistente a la humedad y a sus efectos.

ACRINOLITRILO - BUTADIENO - ESTIRENO (A.B.S.)

El ABS es considerado como un termoplástico que resiste temperaturas mayores, posee excelente rigidez, buena resistencia al impacto, estabilidad dimensional y excelentes propiedades eléctricas. El tubo rígido de plástico ABS se caracteriza por su poco peso, buena resistencia química u alta resistencia al impacto y a la presión. El tubo plástico de ABS es cerca de 80 a 87% más liviano que los tubos de hierro fundido del mismo diámetro. Un hombre puede transportar varias secciones de 6 metros, de tubos de 2" a 4" de diámetro y podría manipular fácilmente una sección de tubo de 6" u 8", de paredes gruesas, de 6 metros. A continuación presentamos los pesos comparativos, por pie de tubería, de tubos de 150 p.s.i. y de 4", fabricados con distintos materiales.

Tubo de ABS de 150 p.s.i.	1.8 lbs/pie.
Tubo de asbesto-cemento de 150p.s.i.	7.8 lbs/pie.
Tubo de acero de 1000 p.s.i.	10.8 lbs/pie.
Tubo de hierro fundido de 150 p.s.i.	16.5 lbs/pie.

El tubo de ABS se clasifica en:

Tipo I, grado 1, con un esfuerzo hidrostático de diseño de 630 p.s.i., Tipo I, grado 2, con un esfuerzo de diseño de 1000 p.s.i.; Tipo II, grado 1, con un esfuerzo de diseño de 1250 p.s.i. y Tipo I, grado 3, con un esfuerzo de diseño de 1600 p.s.i.

El tubo de ABS puede unirse mediante conexiones convencionales roscadas o ser soldado por solventes con manguitos deslizantes. El ABS está sujeto, como el polietileno a degradación por los rayos ultravioletas, disminuyendo su resistencia al impacto y sus propiedades de elongación al estar expuesto al sol. Como el tubo ABS tiene menos elongación que el polietileno, la congelación del agua dentro del tubo puede ocasionar roturas. Se considera que el ABS tiene una resistencia al calor casi igual a la del P.V.C.

Los materiales de ABS pueden utilizarse para toda una variedad de aplicaciones de tubos, tales como conducción de sustancias químicas, de gas natural, líneas de distribución de petróleo, disposición de agua salada, así como también conducción de agua potable.

El tubo de ABS posee una excelente resistencia a los siguientes líquidos y sustancias químicas:

Agua destilada, ácido clorhídrico del 10% al 38%, ácido sulfúrico del 10% al 43%, ácido fosfórico al 85%, cloro, gasolina, alcohol, ácido nítrico al 10%, hidróxido de sodio del 10% al 50%, hidróxido de amonio al 28%, carbonato de sodio al 10% y sulfato férrico al 10%.

Además el tubo de ABS puede ser expuesto, sin perjuicio, a muchas otras sustancias químicas.

Algunos fabricantes han informado que la instalación del tubo de ABS es mucho más económica que la de los tubos metálicos. Se dice que se han logrado economías hasta de un 30% a 50% en relación con tubos metálicos de diámetros comparables. Esto se debe, principalmente, al costo de manipulación y al tiempo economizado durante la instalación. No se necesitan herramientas especiales. El tubo puede cortarse con sierra de cinta o con cortador de tubos, sin necesitarse máquinas de roscado o de soldadura. Las juntas se sueldan por solvente, rápida y fácilmente. Las juntas de rosca pueden emplearse en el caso de que el tubo necesite ser desmontado. Los costos de instalación se reducen por la utilización de secciones de 30 pies de largo, en lugar de los de 20 pies (6 metros) y hasta 10 pies (3 metros) de algunos diámetros de tubos de acero.

La velocidad de flujo del tubo de ABS es mayor que la del tubo metálico, en condiciones equivalentes, y las pérdivas por fricción son menores. La superficie interior del tubo de ABS es muy lisa, ofreciendo una resistencia mínima al flujo. En el tubo metálico, como se sabe, se reduce su capacidad con el ser vicio, debido a lo rugoso de su superficie interna y a la acumulación de productos de corrosión y tuberculación. El ABS, como otros plásticos, conserva la lisura de su superficie interna debido a que no está sujeto a la tuberculación y es menos propenso a la acumulación de depósitos dentro del tubo.

Las pérdivas por fricción relativas, observadas en materiales para tubos, pueden explicarse más claramente, por comparación de los coeficientes de retardo usados en la fórmula de Hazen-Williams para calcular las pérdivas de carga por fricción en las tuberías.

Los valores de C, para diferentes tipos de tubos son los siguientes:

C = 140 (para tubos extremadamente lisos, rectos, con un interior continuo tales como los tubos plásticos, de bronce nuevos, de cobre, de

fierro fundido nuevo, de acero inoxidable sol
dado, de concreto liso, de fierro o acero co
lado forrado con cemento y de asbesto cemento)

C = 130 (para tubos muy lisos, tales como los de ace-
ro con o sin costura, con superficie interior
continua y en condiciones satisfactorias; va
lor usual para los de fierro fundido nuevos,
bronce y cobre viejos)

C = 120 (para tubos lisos, tales como los ordinarios
de concreto)

C = 110 (para fierro fundido viejo)

C = 60 (para tubos de fierro o acero muy tuberculi -
zados)

El tubo ABS no es afectado por los suelos
alcalinos ó ácidos en que pueda ser instalado. No se
pudre, oxida ni escama, interna o externamente, eli-
minándose, por lo tanto, las restricciones del flujo
causadas por la acumulación en su interior y haciendo
mínimo el ataque en su exterior. Así la vida útil del
tubo es prolongada.

Muchos factores afectan la tasa de fisura -
ción por esfuerzos del tubo ABS, incluyendo el nivel

ABS, Tipo I, grado 2.

Temperatura en °C	Porcentaje de la presión de clasificación a 23° C
15.5	105
23.0	100
26.7	97
32.2	91
37.8	84
43.4	79
48.9	72
54.4	67
60.0	60
65.5	55
71.1	48

La expansión termal del ABS es varias veces mayor que la del acero. Este factor debe compensarse en el diseño del sistema y en la instalación. Las recomendaciones del fabricante de los materiales serán de gran ayuda para tipos específicos del ABS, así como también para otros tipos de termoplásticos.

Debido a su naturaleza termoplástica, al tubo ABS puede dársele distintas formas, para ajustarlo

a las necesidades de la instalación.

Por ejemplo, el tubo se dobla fácilmente, permitiendo efectuar cualquier cambio de dirección necesario por la presencia de cualquier obstáculo, o bien para elevar una tubería desde la profundidad de la tubería matriz hasta el nivel deseado de la zanja de la línea de servicio. Esta facilidad para ser doblado proporciona una economía en juntas y otras conexiones. Además, los cambios de dirección lisos y sin obstrucciones en los tubos de ABS, evitan las pérdidas de presión que generalmente resultan por las pérdidas por fricción creadas por una serie de codos.

La propiedad termal de los tubos ABS es importante si consideramos el uso de dichos tubos para las cañerías de aguas negras y de ventilación cloacal. Las características de lenta transferencia del calor tienen la ventaja de que el agua caliente evacuada al colector cloacal conserva más calor, y por lo tanto, hay menos oportunidad de que los residuos grasos se solidifiquen en el tubo causando un taponamiento y finalmente la obstrucción del mismo.

Tal vez se pregunte lo que puede ocurrir al instalar un tubo de ABS en climas donde el suelo se

congela por debajo del nivel de la instalación. Si la instalación es apropiada, el tubo no será afectado en forma adversa. El procedimiento adecuado de instalación, para aprovechar las propiedades de contracción y expansión del tubo de ABS es el de "culebrar" las tuberías en el fondo de la zanja, para absorber la contracción y expansión. Este procedimiento no es absolutamente necesario, pues, si el tubo se conecta debidamente la contracción a bajas temperaturas ocurrirá más en el diámetro que en la longitud. Por lo tanto, en regiones en donde el relleno está muy consolidado, esta última propiedad de contracción proporciona la protección o factor de seguridad para condiciones de congelación.

El tubo de ABS se estira por presión a temperaturas que varían entre 204.4°C y 260°C .

La "Modern Plastic Encyclopedia" describe la producción del material de ABS de la manera siguiente: "El acrilonitrilo y estireno líquidos y el gas de butadieno se polimerizan conjuntamente, en una diversidad de proporciones para producir la familia de las resinas ABS.

La polimerización puede realizarse por medio de diferentes técnicas, siendo dos de las más comunes la emulsión y la solución."

CAPITULO III

**NORMAS INTERNACIONALES PARA EL USO DE TUBERIAS
DE PLASTICO.**

ESPECIFICACION NORMAL PARA LA TUBERIA PLASTICA DE POLI
CLORURO DE VINILLO (PVC) (SDR PR Y CLASE T)

Designación ASTM : D 2241 - 65

Esta especificación fué preparada conjunta -
mente por la "American Society for Testing and Materials"
y el "Plastics Pipe Institute", división de la "Socie-
ty of the Plastics Industry".

ALCANCE

1.- Esta especificación se refiere a la tubeu

ría de policloruro de vinilo (PVC) hecha en razones de dimensión de tubería termoplástica normal y presión valorada para agua (Ver Apéndice). Se incluyen criterios para la clasificación de los materiales de tubería plástica de PVC y para tubería plástica de PVC, un sistema de nomenclatura para tubería plástica de PVC y requisitos y métodos de ensayo para materiales, mano de obra, dimensiones, presión sostenida, presión de reventamiento, aplastamiento, resistencia química y calidad de extrusión. Se dan también métodos de marcado.

NOMENCLATURA

2.- (a). General.- La nomenclatura está de acuerdo con la nomenclatura relativa a plásticos (Designación ASTM: D 883) y las abreviaturas están de acuerdo con las abreviaturas de términos relativos a plásticos (Designación ASTM:D 1600), a menos que se indique lo contrario. La abreviatura para el plástico de policloruro de vinilo es PVC.

(b) Razón de dimensión de tubería termoplástica normal (3DR).- La razón de dimensión de la tubería termoplástica normal (SDR) es la razón del diámetro de la tubería al espesor de la pared. Para la tubería de PVC, se le calcula dividiendo el diámetro exterior promedio de la tubería en milímetros o en pulgadas, por el espesor mínimo de la pared en milímetros o

en pulgadas. Si el espesor de pared calculado por esta fórmula es menor de 1.524mm (0.060"), será arbitrariamente aumentado a 1.524 mm (0.060"). Los valores SDR serán redondeados al 0.7 más cercano.

(c) Esfuerzo hidrostático de diseño.- El esfuerzo máximo de tensión estimado en la pared de la tubería, en la orientación circunferencial debida a la presión hidrostática interna que puede ser aplicada continuamente con un alto grado de seguridad de que no ocurrirá falla de la tubería.

(d) Valor de presión (PR).- La máxima presión estimada que el agua de la tubería puede ejercer continuamente con un alto grado de seguridad de que no ocurrirá falla de la tubería.

(e) Relación entre la razón de dimensión normal, el esfuerzo hidrostático de diseño y el valor de presión.- La siguiente expresión, comúnmente conocida como la ecuación ISO, es usada en esta especificación para relacionar la razón de dimensión normal, el esfuerzo hidrostático de diseño y el valor de presión.

$$\frac{2 S}{P} \quad \text{SDR} + 1 \quad \text{o} \quad \frac{2 S}{P} - \frac{OD}{t} - 1$$

donde:

S - esfuerzo hidrostático de diseño, en kilogramos por centímetro cuadrado (olibras por pulgada cuadrada),

P - valor de presión, en kilogramos por centímetro cuadrado (o libras por pulgada cuadrada),

OD- diámetro exterior promedio, en centímetros (o pulgadas),

t - espesor mínimo de pared, en centímetros (o pulgadas), y

SDR -razón de dimensión de tubería termoplástica normal (OD/t para la tubería de PVC).

(f) Código de designación de materiales de tubería.

Termoplástica Normal.- El código de designación de materiales de tubería constará de la abreviatura PVC para el tipo de plástico, seguida por el tipo y grado ASTM en números arábigos, y el esfuerzo de diseño en unidades de 100 psi, con cualquier cifra decimal separada. Cuando el código de esfuerzo de diseño contiene menos de dos cifras, se usará una cifra antes del número. Así un código completo de material constará de tres letras y cuatro cifras para materiales de tubería plástica de

PVC (Ver Sección 3).

MATERIALES

3.- (a) General.- Los plásticos de policloruro de vinilo usados para fabricar la tubería que reúna los requisitos de esta especificación son clasificados por medio de dos criterios, principalmente (1) ensayos de resistencia a corto plazo, y (2) ensayos de resistencia a largo plazo (Nota 1).

Nota.- La tubería de policloruro de vinilo que ha de ser usada para la conducción de agua potable debería ser ensayada y aprobada para tal propósito por los organismos reguladores que tengan tal jurisdicción. La información referente a los requisitos especiales para tal tubería puede ser obtenida de los "National Sanitation Foundation Testing Laboratories, Inc., School of Public Health, University of Michigan, Ann Arbor, Mich.," u otro laboratorio acreditado. El sello de aprobación o marca del laboratorio de ensayo debería también ser incluído en el mercado de la tubería que ha de conducir agua potable.

(b) Materiales básicos.- Esta especificación se refiere a la tubería de PVC hecha de cuatro plásticos de PVC, según lo definido en la Especifica -

ción para los compuestos de poli-2-Dicloroetileno y polícloruro de vinilo rígido (Designación ASTM: D 1784), en la que los requisitos están basados en ensayos a corto plazo. Estos son tipo I, grado 1; tipo I, Grado 2; Tipi II, grado 1; y tipo IV, grado 1 (Nota 2).

Nota 2 .- Estos tipos y grados son asignados tentativamente en esta especificación, estando pendiente la adición de este material en la especificación D 1784.

(c) Esfuerzos hidrostáticos de diseño.- Esta especificación se refiere a la tubería de PVC hecha de plásticos de PVC, según lo definido por cuatro esfuerzos hidrostáticos de diseño desarrollados sobre la base de ensayos a largo plazo (Apéndice).

(d) Compuesto.- El compuesto de extrusión de plástico de PVC reunirá los requisitos del material de tipo I, grado 1; tipo I, grado 2; tipo II, grado 1; o del tipo IV grado 1, según lo descrito en la especificación D 1784 (Notas 2 y 3).

Nota 3.- Las propiedades de resistencia mecánica, resistencia al calor, inflamabilidad y resistencia química son consideradas en la Especificación D

1784.

(e) Material retrabajado.- El material retrabajado limpio, generado de la propia producción de tubería del fabricante, puede ser usado por el mismo fabricante, siempre que la tubería producida reúna todos los requisitos de esta especificación.

CLASIFICACION DE LA TUBERIA

4.- (a) General.- Esta especificación se refiere a la tubería de PVC hecha de seis materiales de tubería plástica de PVC, en siete razones de dimensión normal y nueve valores de presión hidrostática, para tubería no roscada y en una clase (Clase T) para tubería destinada al roscado.

(b) Razones de dimensión de tubería termoplástica normal (SDR).- Esta especificación se refiere a la tubería de PVC en cinco razones de dimensión normal, principalmente, 13.5, 17, 21, 26, 32.5, 41 y 4 que son uniformes para todos los tamaños nominales de tubería, para cada material y valor de presión. Se les menciona como SDR 13.5, SDR 21, SDR 17, SDR 26, SDR 32.5, SDR 41, y SDR 64, respectivamente. El valor de presión es uniforme para todos los tamaños nominales de

tubería, para un material dado de tubería de PVC y SDR (Ver tabla V, Apéndice).

(c) Tubería Clase T.- Esta especificación se refiere a la tubería de PVC destinada al roscado, designada como clase T. Los valores de presión varían con el tamaño de la tubería y el material (Ver tabla VI, Apéndice). Estos valores son la mitad de aquellos para tubería no roscada en el mismo material y dimensión. Estos valores de presión son usados con una T después del valor, por ejemplo, 100 T psi.

REQUISITOS

5.- (a) Mano de Obra.- La tubería será completamente homogénea y libre de grietas visibles, agujeros, inclusiones extrañas u otros defectos. La tubería será uniforme como sea practicable comercialmente en color, opacidad, densidad y otras propiedades físicas (Nota 4).

Nota 4.- Se especificará el color y transparencia u opacidad en el contrato u orden de compra.

(b) Dimensiones y Tolerancias:

(1) Diámetros exteriores.- Los diámetros ex

teriore y las tolerancias serán los mostrados en la tabla I cuando sean medidos de acuerdo con las secciones 6 (d) y 6 (d) (1).

(2) Espesor de pared.- El espesor de pared y las tolerancias serán los mostrados en la tabla II, cuando sean medidos de acuerdo con las secciones 6 (d) y 6 (d) (2).

(3) Rango de espesor de pared.- El rango de espesor de pared estará dentro del 12 por ciento, cuando sea medido de acuerdo con las secciones 6 (d) y 6(d) (3).

(c) Presión sostenida.- La tubería no fallará, se hinchará como globo, reventará, o goteará, como se define en la Sección 4 del Método de Ensayo para tiempo de falla de la tubería plástica bajo presión hidrostática a largo plazo (Designación ASTM: D 1598), a las presiones de ensayo dadas en la tabla III, al ser ensayada de acuerdo con la sección 6 (e).

(d) Presión de reventamiento.- Las presiones mínimas de reventamiento para la tubería plástica de P VC serán las dadas en la tabla IV, cuando se les determine de acuerdo con la sección 6 (f).

(e) Aplastamiento.- No habrá evidencia de resquebrajamiento, agrietamiento o rotura cuando la tubería sea ensayada de acuerdo con la sección 6 (g). Este requisito no se aplica a la tubería clase T en tamaños nominales de tubería de 1 pulgada o menos.

(f) Calidad de extrusión.- La tubería no se escamará o desintegrará al ser ensayada de acuerdo con la sección 6 (h). Este requisito no es aplicable a PVC 4116.

METODOS DE ENSAYO

6.(a) Acondicionamiento.- Acondicionar los especímenes de ensayo a 23 ± 1 C (73.4 ± 1.8 F) y 50 ± 2 por ciento de humedad relativa, durante no menos de 48 horas antes del ensayo, de acuerdo con el procedimiento A de los Métodos de Acondicionamiento de Materiales Aislantes Eléctricos y Plásticos para Ensayo (Designación ASTM: D 618), para aquellos ensayos en los que se requiere el acondicionamiento y en todos los casos de desacuerdo,.

(b) Condiciones de ensayo.- Realizar los ensayos en la Atmósfera Normal de Laboratorio de 23 ± 1 C (73.4 ± 1.8 F) y 50 ± 2 por ciento de humedad rela-

tiva, a menos que se especifique lo contrario en los métodos de ensayo o en esta especificación.

(c) Muestreo.- La selección de la muestra o muestras de tubería será acordada por el comprador el vendedor. En caso de no existir acuerdo previo, cualquier muestra seleccionada por el laboratorio de ensayo será considerada como adecuada.

(d) Dimensiones y Tolerancias.- Puede usarse cualquier longitud de tubería para determinar las di - mensiones. Medir de acuerdo con el método de determinar dimensiones de tubería termoplástica (Designación ASTM D 2122).

(1) Diámetro exterior.- Medir el diámetro exterior de la tubería de acuerdo con la sección 7 del método D 2122. El diámetro exterior promedio es la media aritmética de los diámetros máximo y mínimo en cualquier sección transversal de la longitud de la tubería. Las tolerancias para "fuera de redondez" se aplicarán sólo a la tubería antes del embarque.

(2) Espesor de pared.- Realizar mediciones micrométricas del espesor de pared de acuerdo con la sección

ción 4 del método D 2122, para determinar los valores máximo y mínimo. Medir el espesor de pared en ambos ex tremos de la tubería, al más cercano 0.0254 mm (0.001")

(3) Rango de espesor de pared.- Medir de tal modo que los espesores máximo, A, y mínimo, B, de pared de cada sección transversal medida sean obtenidos. Calcular el rango de espesor de pared, E, en por ciento, para cada sección transversal, como sigue:

$$E = \frac{A - B}{A} \times 100$$

El rango de espesor de pared no excederá del 12 por ciento para cualquier sección transversal sec - ción transversal medida.

(e) Ensayo de presión sostenida.- Seleccio - nar los especímenes de ensayo al azar. Ensayar indivi - dualmente con agua a las presiones internas dadas en la tabla III, seis especímenes de tubería, cada uno de los cuales tendrá una longitud de por lo menos 10 ve - ces el diámetro nominal, pero no menor de 25.4 cm (10") o mayor de 91.4 cm (3 pies) entre el cierre de los ex - tremos y llevando el marcado permanente sobre la tube - ría. Mantener los especímenes a la presión indicada,

por un período de 1000 horas. Mantener la presión tan aproximadamente como sea posible, pero dentro de ± 0.70 Kg por cm^2 (± 10 psi). Acondicionar los especímenes a la temperatura de ensayo de 23 C (73.4 F), con una aproximación de ± 2 C (± 3.6 F). Ensayar de acuerdo con el método de ensayo para tiempo de falla de tubería plástica bajo presión hidrostática a largo plazo (Designa - ASTM : D 1598), con la excepción de que se debe mantener la presión a los valores dados en la tabla III por 1000 horas. La falla de dos de los seis especímenes ensayados constituirá falla en el ensayo. La falla de uno de los seis especímenes ensayados es causa para reensayar seis especímenes adicionales. La falla de uno de los seis especímenes ensayados en el reensayo constituirá falla en el ensayo. La evidencia de falla de la tubería será como se define en la sección 4 del Método D 1598, principalmente:

(1) Falla.- Cualquier pérdida continua de presión resultante de la transmisión del líquido de ensayo a través del cuerpo del espécimen bajo ensayo.

(2) Balonamiento.- Cualquier expansión localizada anormal de un espécimen de tubería mientras se encuentra bajo presión hidráulica interna.

(3) Reventado.- Falla por una rotura en la tubería con pérdida inmediata del líquido de ensayo pérdida continuada sin que exista esencialmente ninguna presión.

(4) Filtración o goteo.- Falla que ocurre a través de roturas esencialmente microscópicas en la pared de la tubería, frecuentemente sólo a o cerca de la presión de ensayo. A presiones más bajas, la tubería puede transportar líquidos sin evidencia de pérdida de los líquidos.

(f) Presión de reventado.- Determinar la presión mínima de reventado con por lo menos cinco especímenes, de acuerdo con el método de ensayo para resistencia a la rotura a corto plazo de los accesorios, tubos y tubería de plástico (Designación ASTM: D 1599). El tiempo de ensayo de cada espécimen estará dentro de 60 y 90 seg.

(g) Aplastamiento.- Aplastar tres especímenes de la tubería, de 5.08 cm (2") de largo, entre placas paralelas en una prensa adecuada, hasta que la distancia entre las placas sea el 40 por ciento del diámetro exterior de la tubería. La velocidad de carga será uni

forme y tal que la compresión sea completada dentro de 2 a 5 min. Al retirar la carga, examinar los especímenes para la evidencia de la resquebrajadura, agrietamiento o rotura.

(h) Calidad de extrusión.- Este procedimiento es usado para determinar la calidad de extrusión de la tubería plástica de PVC, según lo indicado por la reacción a la inmersión en acetona anhidra. Ensayar con acetona anhidra o recientemente seca, de acuerdo con el método de ensayo para calidad de extrusión de la tubería de policloruro de vinilo, por inmersión en acetona (Designación ASTM: D 2152).

REENSAYO Y RECHAZO

7.- Si los resultados de cualquier ensayo no están de acuerdo a los requisitos prescritos en la especificación, a opción del fabricante, aquel ensayo puede ser repetido sobre dos juegos adicionales de especímenes del mismo lote o embarque, cada uno de los cuales cumplirá los requisitos especificados. Si cualquiera de estos dos juegos adicionales de especímenes falla, el lote de tubería representado por aquel espécimen puede ser rechazado a opción del comprador. La no-

ticia de falla del material, basada en los ensayos hechos de acuerdo con la especificación, será informada al fabricante dentro de 8 semanas del recibo del material por el comprador.

MARCAJO

8.- El marcado de la tubería incluirá lo siguiente, espaciado a intervalos de no más de 5 pies:

- (1) Tamaño nominal de la tubería (por ejemplo, 2 pulgadas).
- (2) Tipo de material de tubería plástica, de acuerdo con el el código de designación dado en la sección 2 (f) (por ejemplo, PVC 1120).
- (3) Razón de dimensión de tubería termoplástica normal (o clase T, respectivamente) de acuerdo con el código de designación dado en la sección 4 (b) (por ejemplo, SDR 21; clase T), o el valor de presión en libras por pulgadas cuadrada para agua a 23 C (73.4 F) mostrado como el el número seguido por psi (por ejemplo, 200 psi; 200T psi), excepto que cuando se destine a aplicación de presión, se mostrará el va-

lor de presión (por ejemplo, 200 psi; 200 T psi). Cuando el valor de presión indicado es menor que el calculado de acuerdo con la sec ción 2 (e) (Ver Apéndice), el SDR será también incluido en el código de marcado.

(4) Designación ASTM D 2241, con la que cumple la tubería.

(5) Nombre (marca de fábrica) y código del fabricante (Nota 1).

(6) La tubería destinada para la conducción de agua potable incluirá también el sello de aprobación de un laboratorio acreditado, es paciado a intervalos especificados por el la boratorio acreditado (Nota 5).

Nota. 5.- Los fabricantes que usan el sello de aprobación de un laboratorio acreditado, deben obtener autorización previa del laboratorio respectivo.

A P E N D I C E

FUENTE DE ESFUERZOS HIDROSTATICOS DE DISEÑO

Al. (a) los esfuerzos hidrostáticos de diseño recomendados por el Instituto de tuberías plásticas

(PPI) son usados para valorar la presión de la tubería plástica de PVC. Estos esfuerzos hidrostáticos de diseño son 140.6 Kg por cm^2 (2000 psi), 112.5 Kg por cm^2 (1600 psi), 87.9 Kg por cm^2 (1250 psi) y 70.3 por cm^2 (1000 psi) para agua a 23 C (73.4 F). Estos esfuerzos hidrostáticos de diseño se aplican sólo a la tubería que reúne todos los requisitos de esta especificación.

(b) Se incluyen seis materiales de tubería de PVC, basándose en los requisitos de la especificación D 1784 y los esfuerzos hidrostáticos de diseño recomendados por el PPI, como sigue:

(1) Tipo I, grado I, con un esfuerzo hidrostático de diseño de 2000 psi para agua a 23 C (73.4 F), designado como PVC 1120.

(2) Tipo I, grado 2, con un esfuerzo hidrostático de diseño de 2000 psi para agua a 23 C (73.4 F), designado como PVC 1220.

(3) Tipo II, grado I, con un esfuerzo hidrostático de diseño de 1000 psi para agua a 23 C (73.4F), designado como PVC 2110.

(4) Tipo IV, grado 1, con un esfuerzo hidrostático de diseño de 1600 psi para agua a 23 C (73.4F),

designado como PVC 4116.

(5) Tipo II, grado 1, con un esfuerzo hidrostático de diseño de 1250 psi para agua a 23 C (73.4F), designado PVC 2112.

(6) Tipo II, grado 1, con un esfuerzo hidrostático de diseño de 1600 psi para agua a 23 C (73.4 F), designado como PVC 2116.

(c) Puede obtenerse información referente al método de ensayo y otros criterios usados en el desarrollo de estos esfuerzos hidrostáticos de diseño del Instituto de tubería plástica, división de la Sociedad de la Industria Plástica, 250 Park Ave., New York, N. Y. 10017 (Nota 6). Estos esfuerzos hidrostáticos de diseño ~~pueden no ser~~ adecuados para materiales que muestren una amplia desviación de un diagrama de línea recta del esfuerzo logarítmico contra el tiempo logarítmico para falla. Todas las informaciones disponibles hasta la fecha sobre materiales para tubería de PVC hechos en los EE.UU. exhiben un diagrama de línea recta bajo estas condiciones de piloteo.

Nota.- 6. El método tentativo recomendado ~~por~~ el PPI para estimar el esfuerzo hidrostático de diseño y la resistencia hidrostática a largo plazo de la tube

ría termoplástica es anexo a la especificación para tubería plástica de polietileno (PE) (SDR-PR) (Designación ASTM: D 2239).

(d) La tubería es valorada para uso con agua a 23 C (73.4F) a las presiones internas máximas mostradas en las tablas V y VI. Pueden recomendarse valores de presión menores que los calculados de acuerdo con la sección 2 (e), a opción del fabricante de la tubería, en cuyo caso el SDR será incluido en el mercado. La experiencia de la industria indica que la tubería plástica de PVC que reúne los requisitos de esta especificación da servicio satisfactorio bajo condiciones normales por un largo período a estos valores de presión. Los requisitos de presión sostenida (Sección 5(c)) son relacionados a estos valores mediante los declives de los diagramas resistencia-tiempo de estos materiales en forma de tubería.

(e) Los esfuerzos hidrostáticos de diseño recomendados por el Instituto de Tubería plástica (PPI) están basados en ensayos hechos en tuberías cuyo rango de tamaño va desde $\frac{1}{2}$ hasta 2".

TABLA I.- DIAMETROS EXTERIORES Y TOLERANCIAS PARA LA TUBERIA PLASTICA DE PVC.

TABLA II.- ESPESORES DE PARED Y TOLERANCIAS PARA LA TUBERIA PLASTICA DE PVC.

TABLA III.- CONDICIONES DE ENSAYO DE PRESION SOSTENIDA PARA AGUA A 23 C (73.4 F), PARA TUBERIA PLASTICA DE PVC.

TABLA IV.- REQUISITOS DE PRESION DE REVENTADO PARA AGUA A 23 C (73.4 F), PARA TUBERIA PLASTICA DE PVC.

TABLA V.- RAZONES DE DIMENSION DE TUBERIA TERMOPLASTICA NORMAL (SDR) Y VALORES DE PRESION HIDROSTATICA (PR) A 23 C (73.4 F) PARA TUBERIA PLASTICA DE PVC NO ROSCADA.

TABLA VI.- VALORES DE PRESION DE AGUA A 23 C (73.4 F) PARA TUBERIA PLASTICA DE PVC, CLASE T.

Todas las otras normas internacionales son muy parecidas a la norma ASTM. D 2241-65. pero en ninguna de ellas, excepto la Británica y la Australiana, hacen mención sobre limitaciones en el uso de estabilizantes a usarse en la elaboración de tuberías de P.C.V.

En las normas Británicas (B.S. 13505-1962) figura un acápite que dice: "Las tuberías no deberán tener ningún compuesto en su elaboración que pueda afectar la calidad del agua que fluye a través de ellas. Al ser analizadas por el método descrito en el apéndice B (Método de la Ditizona). La cantidad de plomo extraída de las paredes internas de las tuberías, no deberán ser mayores que 15 mgr/m^2 en la primera extracción y menores que 4.5 mgr/m^2 en la tercera extracción. La cantidad de Bario, Cadmio, Estaño, Zinc y otros constituyentes generalmente considerados como tóxicos, sumados todos ellos no deberán excederse de más de 0.5 mgr/m^2 en la primera extracción y menores que 0.15 mgr/m^2 en la tercera extracción. La suma total de todos los constituyentes tóxicos detectados en la tercera extracción no deberán excederse de 4.65 mgr/m^2 ".

Los números que aparecen a continuación corresponden a las tablas siguientes:

- (1) Espesor de tubería
- (2) Tamaño nominal de la tubería
- (3) Mínimo
- (4) Tolerancia
- (5) Milímetros
- (6) Pulgadas
- (7) Diámetro exterior promedio
- (8) For promedio
- (9) Para máximos y mínimos tolerados fuera de redondez
- (10) Centímetros
- (11) Dimensiones Standard de radio
- (12) PVC 1120 y PVC 1220 en Kg/cm^2 (lbs/pulg²)
- (13) PVC 4116 Kg/cm^2 (lbs/pulg²)
- (14) PVC 2116 Kg/cm^2 (lbs/pulg²)
- (15) PVC 2112 Kg/cm^2 (lbs/pulg²)
- (16) PVC 2110 Kg/cm^2 (lbs/pulg²)
- (17) Mínima presión adicional
- (18) Material de las tuberías PVC
- (19) Presiones de uso en Kg/cm^2 (lbs/pulg²)

TABLA I DIAMETROS EXTERIORES Y TOLERANCIAS EN LAS TUBERIAS DE PLASTICO PVC.

Nominal Pipe Size (2)	Average Outside Diameter (7)	Tolerances (4)		
		For Average (8)	For Maximum and Minimum (Out-of-Roundness) (9)	
			SDR64 SDR41 SDR32.5 SDR26 SDR21	SDR17 SDR13.5 Class T
CENTIMETERS (10)				
0.3..	1.029	±0.0102	±0.0381	±0.0203
0.6..	1.372	±0.0102	±0.0381	±0.0203
1.0..	1.715	±0.0102	±0.0381	±0.0203
1.3..	2.134	±0.0102	±0.0381	±0.0203
1.9..	2.667	±0.0102	±0.0381	±0.0254
2.5..	3.340	±0.0127	±0.0381	±0.0254
3.2..	4.216	±0.0127	±0.0381	±0.0305
3.8..	4.826	±0.0152	±0.0762	±0.0305
5.1..	6.033	±0.0152	±0.0762	±0.0305
6.4..	7.303	±0.0178	±0.0762	±0.0381
7.6..	8.890	±0.0203	±0.0762	±0.0381
8.9..	10.160	±0.0203	±0.1270	±0.0381
10.2..	11.430	±0.0229	±0.1270	±0.0381
12.7..	14.130	±0.0254	±0.1270	±0.0762
15.2..	16.828	±0.0279	±0.1270	±0.0689
20.3..	21.908	±0.0381	±0.1905	±0.1143
25.4..	27.305	±0.0381	±0.1905	±0.1270
30.5..	32.385	±0.0381	±0.1905	±0.1524
INCHES (6)				
1/8...	0.405	±0.004	±0.015	±0.008
1/4...	0.540	±0.004	±0.015	±0.008
3/8...	0.675	±0.004	±0.015	±0.008
1/2...	0.840	±0.004	±0.015	±0.008
3/4...	1.050	±0.004	±0.015	±0.010
1.....	1.315	±0.005	±0.015	±0.010
1 1/4...	1.660	±0.005	±0.015	±0.012
1 1/2...	1.900	±0.006	±0.030	±0.012
2.....	2.375	±0.006	±0.030	±0.012
2 1/2...	2.875	±0.007	±0.030	±0.015
3.....	3.500	±0.008	±0.030	±0.015
3 1/2...	4.000	±0.008	±0.050	±0.015
4.....	4.600	±0.009	±0.050	±0.015
5.....	5.663	±0.010	±0.050	±0.030
6.....	6.625	±0.011	±0.050	±0.035
8.....	8.625	±0.015	±0.075	±0.045
10....	10.750	±0.015	±0.075	±0.050
12....	12.750	±0.015	±0.075	±0.060

DE PLASTICO PVC.

Wall Thickness (1)

Nominal Pipe Size (2)	SDR64		SDR41		SDR33		SDR26		SDR21		SDR17		SDR13.5		Class T	
	Min. num (3)	Tolerance (4)	Min. num (3)	Tolerance (4)	Min. num (3)	Tolerance (4)	Min. num (3)	Tolerance (4)	Min. num (3)	Tolerance (4)	Min. num (3)	Tolerance (4)	Min. num (3)	Tolerance (4)	Min. num (3)	Tolerance (4)
3	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1.524	+0.508	2.540	+0.508
6	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1.524	+0.508	3.302	+0.508
10	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1.524	+0.508	4.089	+0.508
13	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1.575	+0.508	4.267	+0.508
19	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1.981	+0.508	4.445	+0.533
25	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	2.464	+0.508	5.563	+0.660
32	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	3.124	+0.508	5.766	+0.686
38	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	3.681	+0.508	5.359	+0.635
61	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	4.470	+0.533	5.486	+0.660
64	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	5.410	+0.660	6.629	+0.757
76	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	6.579	+0.787	6.579	+0.787
89	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	7.518	+0.914	7.518	+0.914
102	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	8.458	+1.016	6.731	+0.813
127	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	10.465	+1.245	8.306	+0.991
152	2.642	+0.538	4.115	+0.508	5.183	+0.610	6.477	+0.787	8.026	+0.965	9.906	+1.194	12.471	+1.499	8.001	+0.965
203	3.429	+0.608	6.334	+0.635	6.731	+0.813	8.433	+1.016	10.414	+1.245	12.903	+1.549	...	...	8.433	+1.016
254	4.287	+0.508	6.655	+0.787	8.407	+1.016	10.490	+1.270	12.979	+1.549	16.053	+1.930	...	...	8.407	+1.016
305	3.053	+0.610	7.899	+0.940	9.957	+1.194	12.446	+1.499	15.392	+1.854	19.050	+2.286	...	...	7.899	+0.940

MILLIMETERS (5)

INCHES (6)

1/8	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0.060	+0.020	0.100	+0.020
1/4	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0.060	+0.020	0.130	+0.020
3/8	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0.060	+0.020	0.161	+0.020
1/2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0.062	+0.020	0.168	+0.020
3/4	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0.078	+0.020	0.175	+0.021
1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0.097	+0.020	0.219	+0.026
1 1/4	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0.123	+0.020	0.227	+0.027
1 1/2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0.141	+0.020	0.211	+0.025
2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0.176	+0.020	0.216	+0.026
2 1/4	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0.213	+0.026	0.261	+0.031
3	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0.259	+0.031	0.259	+0.031
3 1/2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0.296	+0.036	0.296	+0.036
4	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0.333	+0.040	0.265	+0.032
5	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0.412	+0.049	0.327	+0.039
6	0.104	+0.020	0.162	+0.020	0.204	+0.024	0.255	+0.031	0.3	+0.038	0.390	+0.047	0.491	+0.059	0.315	+0.038
8	0.135	+0.020	0.210	+0.025	0.265	+0.032	0.332	+0.040	0.410	+0.049	0.508	+0.061	...	...	0.332	+0.040
10	0.168	+0.020	0.262	+0.031	0.331	+0.040	0.413	+0.050	0.511	+0.061	0.632	+0.076	...	...	0.331	+0.040
12	0.199	+0.024	0.311	+0.037	0.392	+0.047	0.490	+0.059	0.606	+0.073	0.750	+0.090	...	...	0.311	+0.037

TABLA III PRESIONES DE PRUEBA DE LAS TUBERIAS DE PLASTICO PVC BAJO CONDICIONES DE UN AGUA A 23° C (73.4° F).

Standard Dimension Ratio (R)	Pressure ^a Required for Test				
	PVC1120 and PVC1220, kg per sq cm (psi) (12)	PVC4116, kg per sq cm (psi) (13)	PVC2116, kg per sq cm (psi) (14)	PVC2112, kg per sq cm (psi) (15)	PVC2110, kg per sq cm (psi) (16)
4.15.....	187.7 (2670)	161.7 (2300)	149.7 (2130)	125.1 (1780)	102.6 (1460)
5.....	147.6 (2100)	129.4 (1840)	118.1 (1680)	98.42 (1400)	80.85 (1150)
6.....	118.1 (1680)	102.6 (1460)	94.20 (1340)	78.74 (1120)	64.68 (920)
7.3.....	93.50 (1330)	80.85 (1150)	75.22 (1070)	62.57 (890)	52.02 (740)
9.....	73.82 (1050)	64.68 (920)	59.05 (840)	49.21 (700)	40.77 (580)
11.....	59.05 (840)	52.02 (740)	47.10 (670)	39.37 (560)	32.34 (460)
13.5.....	47.10 (670)	40.77 (580)	37.96 (540)	31.64 (450)	26.01 (370)
17.....	37.26 (530)	32.34 (460)	29.53 (420)	24.60 (350)	20.39 (290)
21.....	29.53 (420)	26.01 (370)	23.90 (340)	19.68 (280)	16.17 (230)
26.....	23.90 (340)	20.39 (290)	18.98 (270)	15.47 (220)	12.65 (180)
32.5.....	18.28 (260)	16.17 (230)	14.76 (210)	12.65 (180)	10.55 (150)
41.....	14.76 (210)	12.65 (180)	11.95 (170)	9.84 (140)	8.44 (120)
64.....	9.14 (130)	8.44 (120)	7.73 (110)	6.33 (90)	4.92 (70)

^a The fiber stresses used to derive these test pressures are as follows:

PVC1120.....	295.3 kg per sq cm (4200 psi)
PVC1220.....	295.3 kg per sq cm (4200 psi)
PVC4116.....	258.7 kg per sq cm (3680 psi)
PVC2116.....	236.2 kg per sq cm (3360 psi)
PVC2112.....	196.8 kg per sq cm (2800 psi)
PVC2110.....	161.7 kg per sq cm (2300 psi)

- a) Los esfuerzos de tensión que se derivan de estas pruebas de tensiones son.

TABLA IV

REQUERIMIENTO DE PRESIONES ADICIONALES PARA
 AGUA A 23° C (73.4° F) PARA TUBERIAS DE
 PLASTICO PVC.

Standard Dimension Ratio (11)	Minimum Burst Pressure* (17)	
	PVC1120, PVC1220, and PVC4116, kg per sq cm (psi)	PVC2110, PVC2112, and PVC2116, kg per sq cm (psi)
4.15.....	285.4 (4060)	222.9 (3170)
5.....	222.9 (3170)	175.8 (2500)
6.....	175.8 (2500)	140.6 (2000)
7.3.....	140.6 (2000)	112.5 (1600)
9.....	112.5 (1600)	87.88 (1250)
11.....	87.88 (1250)	70.30 (1000)
13.5.....	70.30 (1000)	56.24 (800)
17.....	56.24 (800)	44.29 (630)
21.....	44.29 (630)	35.15 (500)
26.....	35.15 (500)	28.12 (400)
32.5.....	28.12 (400)	22.50 (320)
41.....	22.50 (320)	17.58 (250)
64.....	14.06 (200)	11.25 (160)

* The fiber stresses used to derive these test pressures are as follows:
 PVC1120.....449.9 kg per sq cm (6400 psi)
 PVC1220.....449.9 kg per sq cm (6400 psi)
 PVC4116.....449.9 kg per sq cm (6400 psi)
 PVC2110.....351.5 kg per sq cm (5000 psi)
 PVC2112.....351.5 kg per sq cm (5000 psi)
 PVC2116.....351.5 kg per sq cm (5000 psi)

a) Los esfuerzos de tensión que se derivan de estas pruebas de tensiones son.

TABLA V DIMENSIONES STANDARD DE LOS RADIOS DE LOS TUBOS TERMO-PLASTICOS(SDR) Y PRESIONES DE USO EN AGUA(P.R) A 23° C (73.4° F) PARA TUBERIAS DE PLASTICO PVC NO TRATADAS.

Standard Dimension Ratio (11)	PVC Pipe Materials ^b (12)			
	PVC1120 and PVC1220	PVC2116 and PVC4116	PVC2112	PVC2110 ^c
	Pressure Rating, kg per sq cm (psi) (13)			
13.5.....	22.14 (315)	17.58 (250)	14.06 (200)	11.25 (160)
17.....	17.58 (250)	14.06 (200)	11.25 (160)	8.79 (125)
21.....	14.06 (200)	11.25 (160)	8.79 (125)	7.03 (100)
26.....	11.25 (160)	8.79 (125)	7.03 (100)	5.62 (80)
32.5 ^e	8.79 (125)	7.03 (100)	5.62 (80)	4.43 (63)
41 ^d	7.03 (100)	5.62 (80)	4.43 (63)	3.52 (50)
64 ^e	4.43 (63)	3.52 (50)	NPR ^f	NPR ^f
Pressure Rating, kg per sq cm (psi) (13)	Standard Dimension Ratio (11)			
22.14 (315).....	13.5	...	...	...
17.58 (250).....	17	13.5	...	...
14.06 (200).....	21	16	13.5	...
11.25.....	26	21	17	13.5
8.79 (125).....	32.5	26	21	17
7.03 (100).....	41	32.5	26	21
5.62 (80).....	...	41	32.5	26
4.43 (63).....	64	...	41	32.5
3.52 (50).....	...	64	...	41

TABLA VI PRESIONES DE USO EN AGUA A 23° C (73.4° F) PARA LA CLASE T DE LAS TUBERIAS DE PLASTICO PVC.

Nominal Pipe Size (2)	SDR	Pressure Rating ^a for PVC Plastic Pipe Made From				Nominal Pipe Size (2)	SDR	Pressure Rating ^a for PVC Plastic Pipe Made From			
		PVC-1120 and PVC-1220	PVC2116 and PVC4116	PVC2112	PVC2110			PVC1120 and PVC1220	PVC2116 and PVC4116	PVC2112	PVC2110
CENTIMETERS		KILOGRAMS PER SQUARE CENTIMETER				INCHES (6)		POUNDS PER SQUARE INCH			
0.3....	4.15	44.20	35.15	28.12	22.14	1/8....	4.15	630	500	400	315
0.6....	4.15	44.20	35.35	28.12	22.14	1/4....	4.15	630	500	400	315
1.0....	4.15	44.20	35.15	28.12	22.14	3/8....	4.15	630	500	400	315
1.3....	5.0	35.15	28.12	22.14	17.58	1/2....	5.0	500	400	315	250
1.9....	6.0	28.12	22.14	17.58	14.06	3/4....	6.0	400	315	250	200
2.5....	6.0	28.12	22.14	17.58	14.06	1....	6.0	400	315	250	200
3.2....	7.3	22.14	17.58	14.06	11.25	1 1/4....	7.3	315	250	200	160
3.8....	9.0	17.58	14.06	11.25	8.79	1 1/2....	9.0	250	200	160	125
5.1....	11.0	14.06	11.25	8.79	7.03	2....	11.0	200	160	125	100
6.4....	11.0	14.06	11.25	8.79	7.03	2 1/2....	11.0	200	160	125	100
7.6....	13.5	11.25	8.79	7.03	5.62	3....	13.5	160	125	100	80
8.9....	13.5	11.25	8.79	7.03	5.62	3 1/2....	13.5	160	125	100	80
10.2...	17.0	8.79	7.03	5.62	4.43	4....	17.0	125	100	80	63
12.7...	17.0	8.79	7.03	5.62	4.43	5....	17.0	125	100	80	63
15.2...	21.0	7.03	5.62	4.43	3.52	6....	21.0	100	80	63	50
20.3...	26.0	5.62	4.43	3.52	NPR ^b	8....	26.0	80	63	50	NPR ^b
25.4....	32.5	4.43	3.52	NPR ^b	NPR ^b	10....	32.5	63	50	NPR ^b	NPR ^b
30.5....	41.0	3.52	NPR ^b	NPR ^b	NPR ^b	12....	41.0	50	NPR ^b	NPR ^b	NPR ^b

CAPITULO IV

**NORMAS NACIONALES PARA EL USO DE TUBERIAS
DE PLASTICO. TRABAJOS REALIZADOS POR EL INANTIC.**

PROYECTO DE NORMA OFICIAL N° 185 Octubre, 1968 Revisada Junio 1967	Tubos de policloruro de Vinilo Plastificado (PVC), para la con ducción de Fluidos a Presión	INANTIC PERU N°399- 002
---	---	----------------------------------

NORMAS A CONSULTAR

Norma INANTIC: "Tubería de material plástico para la con
 ducción de fluidos: Genralidades y Espe-
 cificaciones.

Norma INANTIC: "Tubos de policloruro de Vinilo plastifi
 cado (PVC): métodos de ensayo".

Norma INANTIC: "Inspección y muestreo de tubos de poli-
 cloruro de vinilo no plastificado (PVC)".

1.- OBJETO

1.1 La presente Norma tiene por objeto fijar los requi
 sitos principales de los tubos de sección circular
 manufacturados con mezclas de policloruro de vini-
 lo no plastificado, destinados a la conducción de

fluídos a presión.

1.2 Esta Norma se refiere exclusivamente a los tipos de policloruro de vinilo no plastificado "90 PVC y 60 PVC".

2.- DEFINICIONES Y CLASIFICACION

2.1 Definiciones.

2.1.1 Tubo de policloruro de vinilo no plastificado tipo 60 PVC.

Es el tubo fabricado con policloruro de vinilo no plastificado (que no contiene plastificantes) para el cual se adopta una tensión de diseño () de 60 Kg/cm².

2.1.2 Tubo de policloruro de vinilo no plastificado tipo 90 PVC.-

Es el tubo fabricado con policloruro de vinilo no plastificado (que no contiene plastificantes) para el cual se adopta una tensión de diseño () de 90 Kg/cm².

2.1.3 Diámetro Exterior.- Es la medida, expresada en milímetros del diámetro exterior de un tubo. Sirve como referencia para designar los distintos elementos de una tubería (tuob, accesorios, válvulas, etc).

2.1.4 Espesor Nominal.- Es la medida, del espesor de la pared de un tubo, expresada en milímetros, calculada en base a la fórmula indicada en la Norma: "Tuberías de material plástico para la conducción de fluídos. Generalidades y Especificaciones".

2.1.5 Presión Nominal.- Es el valor, expresado en Kg/cm^2 que corresponde a la presión interna máxima admisible para uso continuo del tubo a 20°C de temperatura.

2.2 Clasificación.

2.2.1 Los tubos de PCV se clasifican según la tensión de diseño y la presión nominal como se indica en la tabla I.

TABLA I

TIPO	CLASE	PRESION NOMINAL Kg/cm^2
90 PCV	2,5	2,5
	5	5
	7,5	7,5
	10	10
	12,5	12,5
	15	15
60 PCV	2,5	2,5
	5	5
	7,5	7,5
	10	10
	12,5	12,5
	15	15

3.- REQUISITOS

3.1 Presiones Nominales.- Las presiones nominales en Kg/cm^2 , de los tubos serán los siguientes:

2,5-5-7,5-10-12,5-15

3.2 Dimensiones.-

3.2.1 Para el tipo 90.PCV.-

3.2.1.1. Los diámetros y espesores de los tubos con em palme de espiga campana y con pegamento adecuado serán los indicados en la tabla II.

TABLA II

TIPO 90 PCV	PRESION NOMINAL (p) Kg/cm ²					
	2,5	5	7,5	10	12,5	15
Diámetro Exterior (de) mm	Espesor (e) mm					
21,0						
26,5						
33,0						
42,0					3,3	3,5
48,0			2,5	3,3	3,5	4,0
60,0			2,8	3,5	4,3	4,8
73,0		2,5	3,5	4,0	5,0	5,8
88,5		2,8	3,8	4,8	6,0	7,0
114,0	2,5	3,5	4,9	6,0	7,7	8,8
141,0	2,5	4,2	6,0	7,5	9,3	11,0
168,0	3,0	4,8	7,0	8,9	11,2	13,0
219,0	3,5	6,4	9,0	11,6	14,5	17,0
273,0	4,4	7,8	11,0	14,5	18,0	21,1

3.2.1.2 Los diámetros y espesores de los tubos con empalme de rosca, serán los indicados en la tabla III.

TABLA III

TIPO 90 PCV	Presión Nominal (p) Kg/cm ²	
	7,5	10
Diámetro Exterior (de) mm	Espesores (e) mm	
21,0		2,8
26,5		3,0
33,0		3,3
42,0	3,5	3,8
48,0	3,5	4,0
60,0	4,3	4,8

3.2.2 Para el tipo 60 PCV.-

3.2.2.1 Los diámetros y espesores de los tubos con empalme de espiga campana, y pegamento adecuado serán los indicados en la tabla IV.

TABLA IV

Tipo 60 PCV	Presión nominal (p) Kg/cm ²					
	2,5	5	7,5	10	12,5	15
Diámetro Exterior (de) mm	Espesor (e) mm					
21,0				2,8	2,8	2,8
26,5				3,0	3,0	3,0
33,0				3,3	3,3	4,0
42,0				3,5	4,0	4,8
48,0		2,5	3,0	4,0	4,8	5,5
60,0		2,8	3,8	4,8	5,8	6,8
73,0		3,5	4,5	5,8	7,0	8,2
88,5	2,5	3,8	5,5	7,0	8,5	10,0
114,0	3,0	4,9	7,0	8,8	11,0	12,8
141,0	3,5	6,0	8,5	11,0	13,5	15,8
168,0	4,0	7,0	10,0	13,0	16,0	18,8
219,0	5,0	9,0	13,0	17,0	20,8	24,5
273	6,0	11,0	16,5	21,1	26,0	30,5

3.2.2.2 Los diámetros y espesores de los tubos con empalme de rosca, serán los indicados en la tabla V.

TABLA V

Tipo 60 PCV	Presión nominal (p) Kg/cm ²	
	7,5	10
Diámetro Exterior (de) mm	Espesores (e) mm	
21,0		2,8
26,5		3,1
33,0		4,1
42,0	4,0	4,8
48,0	4,5	5,5
60,0	5,5	6,5

- 0

3.3.4 Sobre la longitud del tubo:

+ 1% - 0,5 %

3.3.5 Sobre la longitud de la campana:

+ 10 %

3.3.6 Sobre la tolerancia en diámetro interior de la campana:

TABLA VI

DIAMETRO	TOLERANCIAS
26,5	+ 1
33,0	- 1,5 - 1
42,0	+ 2 - 1
48,0	+ 2 - 1
60,0	+ 3 - 1
73,0	+ 3 - 1
88,5	+ 4 - 1
110,0	+ 9 - 1
141,0	+ 4 - 1
168,0	+ 5 - 1
219	+ 5 - 1
273	+ 6 - 1

3.4. Aspecto

El tubo deberá tener una superficie lisa y exenta de irregularidades y defectos, tanto en la parte interna como en la externa. En sección transversal no deben presentar cavidades ni burbujas.

3.5 Color.- La sustancia colorante deberá estar uniformemente distribuida en el material.

3.6 Opacidad.- Las paredes de los tubos destinados a usarse en instalaciones interiores no deben pasar más del 0,2% de la luz visible que les incide.

3.7 Resistencia a la Presión Hidrostática.- Los tubos ensayados según se indica en la Norma "Métodos de Ensayo", no deberán romperse ni presentar pérdidas por fisuras o grietas cuando sean sometidos a 20° C, durante 1 hora, a una tensión de ensayo de:

1.- Para el tipo 90 PCV: Tensión de Ensayo $\sigma_E = 410$
Kg /cm²

2.- Para el tipo 60 PCV: Tensión de Ensayo $\sigma_E = 390$
Kg/ cm²

La presión hidrostática del ensayo deberá calcularse mediante la fórmula:

$$p = \frac{2 e \sigma_E}{d_e - e}$$

donde:

p = presión hidrostática (Kg/cm²)

e = espesor nominal del tubo (mm)

d_e = diámetro nominal del tubo (mm)

σ_e = tensión de ensayo (Kg/cm²)

- 3.8 Aplastamiento Transversal.- Los tubos no deberán evidenciar, a simple vista, fisuras, grietas o roturas cuando se aplasten al 40%, de sus diámetros externos, según el procedimiento indicado en la Norma: "Métodos de Ensayo".
- 3.9 Resistencia al Impacto.- Los tubos, ensayados según la Norma: "Tubos de Policloruro de Vinilo no plastificado. Métodos de ensayo", deberán soportar el ensayo de impacto especificado, admitiéndose solamente la rotura del 10% de los especímenes
- 3.10 Absorción de Agua.- Los tubos, ensayados según la Norma: "Tubos de policloruro de vinilo no plastificado (PCV). Métodos de ensayo" no deberán absorber una cantidad de agua mayor de 0,1 mg/cm².
- 3.11 Estabilidad Dimensional.- Los tubos ensayados según se indica en la Norma: Tubos de policloruro de vinilo no plastificado (PCV). Métodos de Ensayo", no deberán tener una variación longitudinal ni ra

dial mayor del 5% y 2,5% en sus dimensiones, respectivamente. Así mismo, no deberán presentar a simple vista grietas, burbujas o escamas.

3.12 Estabilizantes.- Para la fabricación de los tubos destinados a la conducción de agua potable, estabilizantes admitidos en la presente Norma son solamente sales de calcio y de zinc.

4.- EXTRACCION DE MUESTRAS Y RECEPCION

4.1 Inspección Visual.- A los efectos de la inspección visual, los tubos de una misma partida o remesa se agruparán en lotes de características uniformes, * verificándose visualmente si cumplen con las exigencias de los párrafos 3.4. Aspecto, 3.5 color y 6 rotulado.

Para realizar esta verificación de cada lote se extraerá un 10% de tubos; si de éstos el 10% no cumplieran los requisitos se podrá extraer otro 10% de tubos del mismo lote. Si más del 10% de

(Ver 3.1.1.1 de la Norma: "Muestreo e Inspección de tuberías de policloruro de vinilo no plastificado (PCV)."

los tubos muestreados esta segunda vez no cumple ra con los requisitos, se rechazará el lote.

4.2 Extracción de Muestras.-

4.2.1 El tamaño de los lotes de muestras y el criterio de aceptación y rechazo están establecidos en la Norma: "Muestreo e inspección de tuberías de policloruro de vinilo no plastificado (PCV)".

4.3 Recepción.-

4.3.1 La comprobación de las características normalizadas deberán hacerse en la fábrica, a solicitud del comprador.

4.3.2 Los ensayos mínimos que deberán efectuarse para la aceptación o rechazo de un lote serán:

4.3.2.1 Aspecto

4.3.2.2 Color

4.3.2.3 Dimensiones

4.3.2.4 Resistencia a la presión hidrostática

4.3.2.5 Aplastamiento transversal

4.3.2.6 Resistencia al impacto

4.3.2.7 Estabilizantes (cuando se trate de tuberías para agua potable).

4.3.3 Los otros requisitos podrán ser comprobados a

solicitud del comprador

- 4.3.4 En el caso del ensayo de resistencia al impacto, si el número de roturas es mayor del 10% de la cantidad total de especímenes ensayados, se rechazará el lote.

5.- MÉTODOS DE ENSAYO

- 5.1 Los ensayos se realizarán de acuerdo a lo indicado en la Norma: "Tubos de policloruro de vinilo no plastificado (PCV). Métodos de ensayo".

6.- ROTULADO

6.1 Marcado.

- 6.1.1 Los tubos deberán estar marcados en forma indeleble, en la marca deberán estar indicadas, además de las exigidas por las disposiciones legales vigentes, las indicaciones siguientes:

- a) El nombre del fabricante o marca de fábrica.
- b) Tipo
- c) Diámetro exterior
- d) Presión nominal, en kilogramos por centímetro -

tro cuadrado.

- e) "Agua potable", cuando sea el caso
- f) Obligatoriamente referencia a esta Norma, cuando se obtenga el sello de conformidad con Normas INANTIC.

6.1.2 Ejemplo de Rotulado,- Un tubo de policloruro de vinilo tipo 90 (PCV) clase 1C. de 60 mm de diámetro exterior y presión nominal de 10 Kg/cm² se marcará como sigue:

90 PCV 10 - 60

7.- OBSERVACIONES

7.1 Designación

Los tubos de policloruro de vinilo deberán designarse por:

- a) Tipo 90 PCV o 60 PCV y clase.
- b) Diámetro exterior
- c) Para agua potable, cuando sea el caso.

NORMA PROVISIONAL Octubre, 1966 Revisada Junio 1967	Tubos de Policloruro de Vinilo no Plastificado (PCV) para Desague	INANTIC PERU
---	---	-------------------------

NORMAS A CONSULTAR

Norma INANTIC: 399.001 "Tuberías de material plástico para la conducción de fluidos. Generalidades y Especificaciones".

Norma INANTIC: "Inspección y Muestreo de tubos de policloruro de vinilo no plastificado (PCV).

Norma INANTIC: Tuberías de policloruro de vinilo no plastificado para la conducción de fluidos. Métodos de ensayo.

1.- OBJETO

1.1 La presente Norma tiene por objeto fijar los requisitos principales de los tubos de sección

circular manufacturados con mezclas de policloruro de vinilo no plastificado, destinados a la conducción de fluidos sin presión e instalaciones de desagüe.

2.- DEFINICIONES

2.1 Díametro Exterior.-

Es la medida, expresada en milímetros, del diámetro exterior de un tubo. Sirve como referencia para designar los distintos elementos de una tubería (Tubos, accesorios, válvulas, etc.).

2.2 Espesor Nominal.-

Es la medida del espesor de la pared de un tubo, expresado en milímetros.

3.- REQUISITOS

3.1 Dimensiones.-

3.1.1 Los diámetros y espesores de los tubos para desagüe serán los indicados en la tabla I.

TABLA I

Diámetro exterior (de) mm	Espesor (e) mm
41,0	1,5
54,0	1,5
80,0	1,8
105,0	2,0
141,0	2,5
168,0	3,0
219,0	3,4
273	4,4

3.1.2 Los tubos expuestos a la intermperie deberán tener un espesor sobredimensionado de un 25% de los indicados en la tabla I.

3.1.3 Longitud de la Campana.- La longitud de la campana será de 0,75 de y será del tipo cilíndrico-cónico y la longitud de la parte cónica será de 25% \pm 10 de la longitud total de la campana

3.1.4 Longitud del tubo.- La longitud para tubos de diámetro exterior hasta 105 mm será de 3 m y de

5 m para diámetro superior incluido la campana.
Otras medidas podrán ser suministradas a solicitud del comprador.

3.2 Tolerancias.

Las tolerancias expresadas en milímetros, sobre las dimensiones de los tubos, serán las siguientes:

3.2.1 Para el diámetro exterior medio:

$$+ (0,2 + 0,005 d_e)$$

$$- 0$$

3.2.2 Sobre un diámetro exterior cualquiera:

$$(0,2 + 0,005 d_e)$$

3.2.3 Sobre el espesor

$$+ (0,2 + 0, e)$$

$$- 0$$

3.2.4 Sobre la longitud del tubo

$$+ 1\%$$

$$- 0,5 \%$$

3.2.5 Sobre la longitud de la campana.

$$+ 10\%$$

3.3 Aspecto.-

El tubo debe tener una superficie razonablemente lisa y exenta de irregularidades y defectos tanto en la parte interior como en la externa. En sección transversal no deben presentar cavidades ni burbujas.

3.4 Color.-

La sustancia colorante deberá estar uniformemente distribuida en el material.

3.5 Resistencia a la presión hidrostática instantánea.-

Los tubos para desagüe ensayados según se indica en la Norma "Tubos de Policloruro de Vinilo no plastificado (PCV). Métodos de ensayo" no deberán romperse cuando sean sometidos a una presión instantánea de 10 Kg/cm^2 a 20° C .

3.6 Aplastamiento Transversal.-

Los tubos no deberán evidenciar, a simple vista fisuras, grietas o roturas cuando se aplastan al 40% de sus diámetros externos, según el procedimiento indicado en la Norma: Tubos de policloruro de vinilo no plastificado (PCV). Métodos de Ensayo".

3.7 Resistencia al Impacto.-

Los tubos, ensayados

según la Norma: "Tubos de policloruro de vinilo no plastificados (PCV). Métodos de Ensayo", deberán soportar el ensayo de impacto especificado admitiéndose solamente la rotura del 10% de los especímenes.

3.8 Absorción de Agua.- Los tubos ensayados según se indica en la Norma: "Tubos de Policloruro de Vinilo no plastificados (PCV). Métodos de Ensayo", no deberán absorber una cantidad de agua mayor de $0,1 \text{ mg/cm}^2$.

3.9 Estabilidad Dimensional.- Los tubos ensayados según se indica en la Norma: "Tubos de Policloruro de Vinilo no plastificados (PCV). Métodos de Ensayo", no deberán tener una variación longitudinal ni radial mayor del 5% y 2,5% en sus dimensiones, respectivamente. Asimismo, no deberán presentar a simple vista grietas, burbujas, o escamas.

3.10 Impermeabilidad de la junta (espiga y campana).- La junta o unión debidamente montada al tubo, se probará, según se indica en la Norma Métodos de Ensayo a una presión de $1,5 \text{ Kg/cm}^2$ a 20° C y no deberá presentar filtraciones.

4.- EXTRACCION DE MUESTRAS Y RECEPCION.

4.1 Inspección Visual.- A los efectos de la inspección visual, los tubos de una misma partida o remesa se agruparán en lotes de características uniformes*, verificándose visualmente si cumplen con las exigencias de los párrafos 3.3 aspecto, 3.4 color y 6 rotulado.

4.2 Extracción de Muestras.-

4.2.1 El tamaño de los lotes de muestras y el criterio de aceptación y rechazo están establecidos en la Norma: "Muestreo e inspección de tuberías de policloruro de vinilo no plastificado (PCV)."

4.3 Recepción.-

4.3.1 La comprobación de las características normalizadas deberán, hacerse en la fábrica, a solicitud del comprador.

4.3.2 Los ensayos mínimos que deberán efectuarse para la aceptación o rechazo de un lote serán:

* (Ver 3.1.1. de la Norma: "Muestreo e Inspección de tuberías de policloruro de vinilo no plastificado (PCV)."

4.3.2.1 Aspecto.

4.3.2.2 Color

4.3.2.3 Dimensiones

4.3.2.4 Resistencia a la presión hidrostática instantánea.

4.3.2.5 Resistencia al impacto

4.3.2.6 Aplastamiento transversal.

4.3.3 Los otros requisitos podrán ser comprobados a solicitud del comprador.

4.3.4 En el caso del ensayo de resistencia al impacto, si el número de roturas es mayor del 10% de la cantidad total de especímenes ensayados, se rechazará el lote.

5.- METODOS DE ENSAYO

5.1 Los ensayos se realizarán de acuerdo a lo indicado en la Norma: "Tubos de Policloruro de vinilo no plastificado (PCV). Métodos de Ensayo".

6.- ROTULADO

6.1 Marcado.-

Los tubos deberán estar marcados en forma indeleble, en la marca deberán estar indicadas, a-

demás de las exigidas por las disposiciones vigentes, las indicaciones siguientes:

- a) Nombre del fabricante o marca de fábrica
- b) Las siglas DS
- c) Diámetro exterior en milímetros
- d) Obligatoriamente la referencia a esta Norma, cuando se obtenga el sello de conformidad con Normas INANTIC.

Ejemplo de Rotulado.-

Un tubo de policloruro de vinilo no plastificado para desagüe de 80 mm de diámetro exterior, se marcará como sigue:

DS - 80

7.- OBSERVACIONES

7.1 Designación.-

Los tubos de policloruro de vinilo no plastificado (PCV) deberán designarse por:

- a) Para desagüe (DS)
- b) Su diámetro exterior en mm

CAPITULO V

RAZONES DE LA PRESENTE INVESTIGACION

RAZONES DE LA PRESENTE INVESTIGACION

INTRODUCCION

En nuestro país es ya una realidad la fabricación de tuberías de material plástico y su uso se es tá difundiendo rápidamente. Como ejemplo mencionamos el Servicio Especial del Ministerio de Salud Pública el cual viene utilizando estas tuberías en su programa na cional de agua potable rural, para dotar del líquido e lemento a todos los pueblos con menos de 2000 habitantes.

Una razón muy importante para mantener un con trol sobre las composiciones plásticas a fin de esta -

blecer uniformidad y seguridad en los tubos plásticos para abastecimiento de agua, es el problema de los estabilizadores tóxicos que pudieran ser usados en los compuestos de P.V.C. Algunos fabricantes sostienen que pueden fabricarse tubos de P.V.C. de mejores propiedades físicas usando estabilizadores de plomo, son más e co n o m i c o s que cualquier otro estabilizante.

También conocemos el poder tóxico que tienen los compuestos de plomo, ellos producen una enfermedad llamada Plumbismo o Saturnismo. Enfermedad que una vez contraída, produce lesiones las cuales según su gravedad son incurables en la mayoría de los casos.

. Si una tubería fuese estabilizada con este compuesto y además permitiera que el agua que fluye en su interior sea capaz de extraer parte de este estabilizante, entonces, es indudable que esta agua estaría contaminada con plomo. Luego, tuberías de P.V.C., esta bi liz ada s con estos compuestos no podrían ser en ningún caso conductores de agua potable, puesto que se co rr e r í a el peligro de un envenenamiento de las personas que beban dichas aguas.

La presente investigación se ha realizado con el fin de poder afirmar si es que el agua que ha esta-

do en contacto con este tipo de tuberías, es capaz de extraer parte de este compuesto, en que cantidad y por cuanto tiempo.

Las Normas establecidas, nos dicen que una agua potable, no podrá tener más de 0.05 p.p.m. de contenido de plomo. Y hasta un máximo de 0.1 p.p.m.

Para darnos una idea mucho más cabal del peligro que puede generar la ingestión de estos compuestos de plomo, haremos una breve reseña de los diferentes medios de contaminación y síntomas que produce esta enfermedad.

MEDIOS DE CONTAMINACION

- 1) Inhalación de polvo, humos o vapores de plomo.
- 2) Ingestión de componentes de plomo producidas por el tabaco, comida y el agua.
- 3) Absorción por la piel (plomo tetraetilico)

Cuando el plomo es ingerido en cantidades de 0.05 p.p.m. en el agua, esta cantidad es absorbida por

el riñon y excretada por la bilis,

El plomo es un veneno acumulativo y una pequeña porción diaria no sería dañino, pero si pasa los límites permisibles de autoeliminación por el organismo humano, si es peligroso.

El plomo ingerido que no ha podido ser eliminado, se acumula en la médula ósea, originándose que los glóbulos rojos producidos por ésta sean débiles y no tendrán la misma vida que un glóbulo rojo normal, quizá hasta la cuarta parte de la vida. Esto por consiguiente produce anemia.

El plomo también daña las células de todos los órganos en que se deposite. Así tenemos que exámenes patológicos nos han mostrado lesiones en el sistema nervioso y vasos sanguíneos.

La totalidad de los componentes de plomo varía de acuerdo a varios factores que incluyen.

- 1) La solubilidad del componente en los fluidos del cuerpo.
- 2) La fineza de la partícula.
- 3) Las condiciones en que el componente ha sido usado.

De los varios compuestos de plomo, el carbonato de plomo, el óxido de plomo y el sulfato de plomo son los más tóxicos.

A continuación daremos una lista de los síntomas del envenenamiento por plomo.

A) POR ENVENENAMIENTO AGUDO

(Generalmente por inhalaciones en factorías, industrias etc).

- 1) Sabor dulce y seco en la garganta y luego un sabor metálico en ella.
- 2) Luego de media hora de dejar absorbiendo vapores de plomo, en una concentración alta, se producen dolores estomacales, vómitos, luego hay diarrea, rara vez una constipación.
- 3) Las heces son negras.
- 4) La orina es turbia.
- 5) La respiración se hace difícil y la lengua se pone pastosa.
- 6) Hay dolores de cabeza, dolores y calambres

en las piernas. Se puede producir una parálisis o torpeza de movimiento al cabo de unas horas.

- 7) En caso de la inhalación del plomo en la volatilización de él, en las Industrias de fabricación de baterías, ésta contaminación puede generar una encefalofatía. (enfermedad degenerativa del cerebro.)
- 8) Se pueden presentar convulsiones seguidas de una etapa de estupor.
- 9) En algunos casos de envenenamiento agudo, los síntomas que se aprecian son parecidos a los causados por envenenamiento crónico; tales como cólicos, estreñimientos, anemia, ligera debilidad de los músculos estensores y muy pequeños trastornos cerebrales, todos estos casos si son tratados a tiempo son curables y no dejan ninguna lesión permanente. (Estos síntomas se presentan después de las 24 horas de la contaminación).

B) SINTOMAS DE ENVENENAMIENTO

CRONICO

Son los producidos por la ingestión continúa de componentes de plomo, en una concentración no muy elevada.

- 1) El paciente se cansa fácilmente y sufre dolores de cabeza, pierde apetito, tiene náuseas y cólicos.
- 2) Materia fecal es de color grisáceo debido al complejo de plomo.
- 3) Se forma la llamada línea de plomo en las encías.
- 4) Se notan puntitos o un punteado negro en las células de los glóbulos rojos.
- 5) Pequeña anemia secundaria.
- 6) Pérdida del apetito y vómitos de comida sólida.
- 7) Dolores de cabeza.
- 8) Dificultad en la respiración.
- 9) Insomnio.
- 10) Afecciones mentales y condiciones encefalopáticas.

- 11) Se aprecian temblores en los párpados, lenggua, y también puede notarse ligero temblor en los dedos.
- 12) En algunos casos, menos de la mitad, se ha encontrado una *degeneración* basofílica, en los glóbulos rojos de la sangre.
- 13) Dolores en las articulaciones.
- 14) Calambres, agujitis (sensación)
- 15) Parálisis.
- 16) Anemia.
- 17) Estreñimiento.
- 18) Ligera debilidad en los músculos extensores.

A continuación tomemos sólo como ilustración, como se determina por medio de un control médico el envenenamiento de una persona por medio de estos análisis.

- a) Concentraciones de plomo en la orina. No debe ser mayor de 0.10 - 0.20 de Pb/Lt. mayor cantidad nos revela una contaminación.
- b) En la sangre 0.07
de 0.07 a 0.05 mgr de Pb/ 100 gr. de sangre.
- c) 0.034 mgrs/gr de heces es el promedio

- d) En el caso de células punteadas no deberán haber más de 800 - 1000 puntos por un millón de glóbulos rojos. O sino de 10 - 12 glóbulos rojos punteados por 50 campos microscópicos.
- e) La concentración de porfirina en la orina también es un índice de envenenamiento siempre y cuando la persona no sufra de cirrosis al hígado, anemia perni-ciosa, ictericia hemolítica, envenenamiento por arsénico, morfina y barbitúricos, puesto que estas enfermedades también aumentan la concentración de porfirina en la orina.

EL PLOMO Y SUS COMPUESTOS INORGANICOS

- a) Máxima concentración en la atmosfera (8 horas).
0.2 mgr/mt³ (cúbico) de aire.
- b) Máxima concentración en el agua 0.05 mgr/lt.
- c) Gravedad de los riezos.

Salud: moderada en exposiciones cortas.

: elevada en " largas.

El polvo de plomo, los polvos y vapores de todos los compuestos más insolubles (e.j. sulfuros, cromatos) se absorben fácilmente por inhalación y en un menor grado después de su ingestión.

El plomo y sus compuestos inorgánicos no se absorben de ordinario por la piel. El primer resultado clínico que se nota de la absorción excesiva del plomo, es un aumento de este cuerpo en la orina, seguido en breve por un aumento en la sangre.

Los síntomas precoces de una intoxicación por el plomo son en su mayor parte de índole gastro intestinal, cólico, estreñimiento, etc. Puede notarse la presencia de células punteadas en los glóbulos rojos de la sangre, seguida de una anemia.

En los casos más serios se nota una debilidad que puede llegar hasta la parálisis, principalmente de los músculos extensores en las muñecas y con menos frecuencia en los tobillos. Con frecuencia se observa en los niños, que se compromete el cerebro (encefalopatía) la consecuencia más seria del envenenamiento con plomo, pero rara vez (excepto del plomo orgánico) en adultos.

d) Dosis letal mínima de una sal soluble, por ingestión es más o menos 10 grs.

El servicio de Salud Pública de los Estados Unidos de América, ha realizado unos estudios sobre los límites y fluctuaciones del plomo que afectan la salud .

Conclusiones sobre estos estudios nos señalan las diferentes concentraciones de plomo en el agua, que son tóxicas para el ser humano según el tiempo de ingestión . Estas son:

Fisiologicamente seguro en el agua

Durante toda la vida

0,05 mg/lt.

Durante períodos cortos, unas cuantas

semanas

2 - 4 mg/lt.

Concentraciones dañinas en el agua.

Dudoso	2 -4 mg/lt. durante 3 meses
Tóxico	8 -10 mg/lt durante varias semanas
Letal	Desconocida, pero probable - mente es más de 15 mg/lt du- rante varias semanas.

PROPIEDADES IMPORTANTES

El plomo es un metal plateado denso.

Símbolo químico	Pb.
Peso atómico	207.2
Peso específico	11.34
Punto de fusión	327°C.
Punto de ebullición	1613° C.

PRACTICA DE HIGIENE INDUSTRIAL

El plomo y las aleaciones con alto contenido de plomo, se emplean en gran escala cuando se necesitan propiedades de suavidad, mucha densidad, bajo punto de fusión y resistencia a la corrosión. El plomo es también un componente común en pequeña escala de muchas variedades de bronce, y aceros de manejo fácil. Los compuestos de plomo se encuentran en los pigmentos de pintura, cerámica, plástica, insecticidas y acumuladores.

CAPITULO VI

PROGRAMA DE TRABAJO REALIZADO.

PROGRAMA REALIZADO

1.- Descripción

En el estudio de la determinación del contenido de plomo en aguas que han estado en contacto con tuberías de P.V.C., se sometieron a las pruebas de laboratorio las tuberías procedentes de las diferentes fábricas existentes en el país.

En total obtuvimos cinco (5) muestras diferentes, a las cuales las denominamos como:

Muestra "A"

Muestra "B"

Muestra "C"

Muestra "D"

Muestra "E"

De acuerdo al siguiente programa se realizaron tres series de determinaciones y fueron:

1ra. Serie	15 Enero 1967 - 15 Abril 1967
2da. Serie	15 Abril 1967 - 15 Mayo 1967
3ra.. Serie	15 Mayo 1967 - 15 Agosto 1967

En los párrafos subsiguientes se describirá en detalle el trabajo efectuado en cada una de las series.

2.- Primera serie de determinaciones

Se realizaron las siguientes pruebas de Laboratorio:

- 2.1. Análisis Cuantitativo de Pb., en las tuberías de PVC.
- 2.2. Pruebas de extracción de Pb. siguiendo dos métodos: uno similar al método Americano y el otro al método Europeo. a los cuales les llamaremos método A y método B respectivamente.

2.1 Análisis cualitativo

Para comprobar si las tuberías de PVC, contienen Plomo como estabilizante, se realizó un análisis cualitativo en las tuberías provenientes de cada una de las fábricas mencionadas, la A, B, C, D y E.

Método. Se siguió el siguiente:

- 2.1.1 Se obtuvieron rolladuras de cada una de las tuberías de plástico, aproximadamente unos 25 gramos de cada tubería.
- 2.1.2 Se depositaron las rolladuras de plástico en un crisol y se las sometió a ignición mediante un soplete usando CO_3Na_2 , como fundente.
- 2.1.3 Se añadió 10 ml. de HCl, concentrado y luego se hirvió la mezcla hasta su secado completo.
- 2.1.4 Se disolvió el contenido del crisol en agua destilada y se filtró 10ml. del líquido en un tubo de prueba.
- 2.1.5 Se inyectó al tubo de prueba SH_2 naciente, la formación de un precipitado negro sirvió como indicador de la presencia de PbS.

Mediante este método, pudimos comprobar que

que todas las tuberías **excepto** la fabricada por A, contenían Plomo.

2.2 Pruebas de Extracción de Plomo:

Se utilizaron los dos métodos:

2.2.1 Método 1. Se hizo lo siguiente con la tubería de cada fabricante:

2.2.1.1 Se cortaron anillos de 1 cm. de grosor de las tuberías de los tuberías de PVC de 1/2" de diámetro.

2.2.1.2 En un frasco de 500 ml. se introdujeron 34 anillos de plástico y 400 ml. de agua destilado con pH 5.0. La superficie de exposición de los anillos cortados equivale a 600cm^2 .

2.2.1.3 Se sometió a incubación a 37°C , durante 72 horas, agitando 10 veces el frasco cada 8 horas.

2.2.1.4 Al final del período de incubación se separó el agua del plástico por decantación.

2.2.1.5 Se determinó la cantidad de Plomo en

el agua, siguiendo el método de la ditizona y usando un espectrofotómetro, Beckman modelo 2400.

2.2.1.6. Resultados:

Los resultados de la prueba de extracción siguiendo el método ..., son:
(ver cuadro N° 1).

2.2.2 Método B. Se hizo lo siguiente con la tubería de cada fabricante:

2.2.2.1 Se cortaron longitudes de 1.55m., de las tuberías de PVC, de 1/2" de diámetro.

2.2.2.2 Se llenaron cada una de las tuberías con 200 ml. de agua destilada con PH 5.0, y luego se taparon herméticamente. La superficie interior de exposición de cada tubería equivale a 434 cm².

2.2.2.3 Se sometió a incubación al medio ambiente durante 72 horas, agitando la tubería 10 veces cada 8 horas.

2.2.2.4 Al final del período de incubación se extrajo el agua.

C- N° 1

PRIMERA SERIEMETODO A

ppm. de Plomo				
	B	C	D	E
1)	0.809	0.410	0.230	0.767
2)	0.602	0.400	0.210	0.245
3)	0.452	0.367	0.128	0.242
4)	0.378	0.240	0.101	0.239
5)	0.369	0.111	0.098	0.202
6)	0.3 58	0.101	0.096	0.180
7)	0.349	0.099	0.096	0.171
8)	0.337	0.088	0.095	0.161
9)	0.323	0.082	0.096	0.135
10)	0.314	0.080	0.086	0.129
11)	0.239	0.057	0.056	0.073
12)	0.196	0.025	0.030	0.039
13)	0.160	0.012	0.013	0.030
14)	0.139	0.010	0.014	0.041
15)	0.042	0.0	0.0	0.0
16)	0.0	0.0	0.0	0.0

Tiempo entre cada determinación: 72 horas.

NOTA: Se realizaron pruebas similares con la tubería de
A arrojando resultados negativos.

C - N° 2PRIMERA SERIEMETODO B

ppm. de plomo				
	B	C	D	E
1)	0.410	0.400	0.410	0.395
2)	0.410	0.305	0.294	0.287
3)	0.395	0.265	0.294	0.270
4)	0.404	0.147	0.260	0.185
5)	0.378	0.091	0.251	0.164
6)	0.378	0.069	0.215	0.150
7)	0.377	0.069	0.210	0.148
8)	0.373	0.050	0.208	0.140
9)	0.368	0.020	0.186	0.122
10)	0.360	0.003	0.157	0.110
11)	0.351	0.000	0.142	0.098
12)	0.375	0.000	0.104	0.110
13)	0.328	0.000	0.107	0.104
14)	0.320	0.000	0.112	0.093
15)	0.360	-	0.108	0.060
16)	0.318	-	0.093	0.018
17)	0.296	-	0.070	0.000
18)	0.260	-	0.085	0.000

C - N° 2

PRIMERA SERIE

METODO E.

ppm. de plomo				
	B	C	D	E
19)	0.212	-	0.054	0.000
20)	0.178	-	0.020	-
21)	0.196	-	0.002	-
22)	0.135	-	0.000	-
23)	0.106	-	0.000	-
24)	0.081	-	0.000	-
25)	0.076	-	-	-
26)	0.041	-	-	-
27)	0.012	-	-	-
28)	0.006	-	-	-
29)	0.000	-	- -	-
30)	0.000	-	-	-
31)	0.000	-	-	-

Tiempo entre cada determinación: 72 horas

NOTA: Se realizaron pruebas similares con las tuberías de A que arrojaron resultados negativos.

2.2.2.5 Se determinó la cantidad de Plomo en el agua, siguiendo el método de la Ditzons y usando un espectrofotómetro Beckman Model. 2400.

2.2.2.6 Resultados:

Los resultados de la prueba de extracción, siguiendo el método B, son: (ver cuadro N°2).

3.- Segunda serie de determinaciones

En esta segunda serie, se realizó una revisión detallada de los métodos seguidos en cada determinación, pudiendo notarse las siguientes deficiencias:

3.1. Antigüedad de los reactivos.

3.2. Almacenamiento del agua bidestilada en recipientes de plástico, los cuales contaminaron el agua de incubación.

3.3. Muestras incorrectamente evaporadas.

3.4. Falta de algunos reactivos en el mercado.

Las pruebas de esta serie tuvieron que ser suspendidas antes de su término, por las razones mencionadas anteriormente. Los resulta-

dos no presentaban ninguna confianza por lo que fueron anulados.

Sin embargo, pudieron obtenerse algunas conclusiones de utilidad, las cuales son:

3.5 Las tuberías de PVC, que contenían plomo, son:

-B

-D

-E

(ver cuadro N^o3 y cuadro N^o4)

3.6 Se comprobó cualitativamente y cuantitativamente, la ausencia de plomo en las tuberías de A y de C.

3.7 Todos los resultados obtenidos fueron mucho menores que los reales, debido al que los reactivos ya habían perdido parte de su poder de reacción

4.- Tercera serie de determinaciones

Se realizaron las siguientes determinaciones:

- 4.1 Determinación del porcentaje de plomo en las tuberías de PVC.
- 4.2 Determinación de la absorción de agua en las tuberías de PVC.
- 4.3 Pruebas de extracción de Pb.
- 4.4 Determinación del contenido de plomo de aguas de tuberías en servicio.

CUADRO No 3
SEGUNDA SERIE
 METODO "A"

p.p.m.		
B	D	E
1) 0.305	0.098	0.300
2) 0.062	0.036	0.026
3) (&)	(&)	(&)
4) 0.024	0.027	0.014
5) 0.046	0.038	(&)
6) 0.019	0.027	0.014
7) 0.015	0.015	(&)
8) 0.090	0.043	0.016
9) 0.068	0.036	0.104
10) (&)	0.039	0.074
11) 0.030	(&)	0.040
12) 0.076	0.045	0.106
13) 0.066	0.039	0.020
14) 0.020	(&)	0.034
15) 0.016	0.041	0.022

(&) Pruebas malogradas accidentalmente.

Tiempo entre cada determinación 72 horas.

Se hicieron pruebas similares con las tuberías de A y C, arrojando resultados negativos.

CUADRO No 4SEGUNDA SERIEMETODO "B"

p.p.m.		
B	D	E
1) 0.310	0.310	0.315
2) 0.352	0.102	0.356
3) 0.056	0.061	0.105
4) 0.072	0.075	0.086
5) 0.138	0.070	0.020
6) 0.175	0.181	0.009
7) 0.030	0.041	0.009
8) 0.180	0.301	0.014
9) 0.160	0.400	0.012
10) 0.015	0.165	0.000
11) 0.046	0.282	0.000
12) 0.061	0.290	0.000
13) 0.046	0.125	0.000
14) 0.046	0.190	0.000
15) 0.071	0.182	0.000

Tiempo entre cada determinación 72 horas.

Se hicieron pruebas similares con las tuberías de A y C arrojando resultados negativos.

4.1 Determinación del porcentaje de plomo en las tuberías de PVC.

4.1.1 Se obtuvieron de cada tubería 1 gramo de ralladura.

4.1.2 Se sometieron las ralladuras a ignición, mediante un soplete y usando CO_3Na_2 , como fundente.

4.1.3 Se les agregó HCl, concentrado en una cantidad tal, que cubría todo el material quemado

4.1.4 Se sometió el material quemado con el ácido, a evaporación total.

4.1.5 Se disolvió el material quemado con agua destilada caliente.

4.1.6 El líquido resultante fué filtrado.

4.1.7 Se determinó el contenido de plomo del líquido filtrado siguiendo el método de la diti~~z~~ona y usando un espectrofotómetro Beckman, modelo 2400.

Resultados:

% en peso de plomo				
A	B	C	D	E
1) 0.000	0.0772	0.000	0.0513	0.0627
2) 0.000	0.0790	0.000	0.0568	0.0602
3) 0.000	0.0752	0.000	0.0502	0.0590
4) 0.000	0.0772	0.000	0.0540	0.0597

4.2 Determinación de la absorción de agua en las tuberías de PVC.

Método

4.2.1 Se cortaron anillos de cada una de las tuberías fabricadas, de 1/2" de diámetro y de 1 cm. de ancho.

4.2.2 Se sumergieron los anillos en un frasco de agua destilada por un período de 15 días.

4.2.3 Se extrajeron los anillos del frasco, se les secó con una servilleta de papel y se pesó ca da anillo obteniéndose el peso (F_1)

4.2.4 Se sometieron a los anillos a un secado en horno a 100°C, durante 72 horas.

4.2.5 Se volvió a pesar cada anillo, obteniéndose-

el peso (P_2).

4.2.6 La absorción de agua en cada anillo en porcentaje de peso, se obtuvo de la siguiente fórmula:

$$\frac{P_1 - P_2}{P_2} \times 100$$

Resultados:

Absorción % en peso

	A	B	C	D	E
1)	0.533	0.311	0.331	0.453	0.315
2)	0.494	0.323	0.301	0.354	0.297
3)	0.588	0.361	0.340	0.482	0.353

Promedio: %	0.538	0.332	0.324	0.429	0.322
En ml/cm ² :	0.000753	0.000544	0.00469	0.000686	0.000428

4.3 Pruebas de extracción de plomo.

Se realizaron por los métodos A y B, descritos detalladamente en los acápites 4.2.1. y 4.2.2.

Los resultados obtenidos son:

(ver cuadro N°5 y cuadro N°6)

4.4 Determinación del contenido de plomo de aguas de tu

berías en servicio.

Con el objeto de comprobar la extracción de plomo con aguas procedentes de tuberías en servicio, se tomaron muestras de diversas poblaciones rurales del departamento de Ica, cuyas redes de distribución de agua eran de plástico PVC.

En algunos casos estas tuberías tenían tres ó seis meses y hasta un año de uso aproximadamente.

Para la determinación de plomo, se siguió el método de la ditizona y se utilizó un espectrofotómetro Beckman, Modelo 2400.

4.4.1 Resultados:

Población	Fecha de Instalación del servicio	Fabricante tubería PVC	ppm Plomo
Cachiche	Enero 1966	B	0.000
Perino Grande	Enero 1966	A	0.000
Callejón de los Espinos	Enero 1966	A	0.000
Pachacútec	Febrero 1967	A	0.056
Calderones	Enero 1966	B	0.000
Lujaraja	Enero 1966	B	0.000
Cerro Prieto	Enero 1966	B	0.000
Collozos	Enero 1966	B	0.000
Túpac Amaru	Febrero 1967	A	0.083
San Clemente	Febrero 1967	B	0.054
San Martín	Julio 1966	C	0.058

CUADRO No 5TERCERA SERIEMETODO A

ppm. de Plomo		
B	D	E
1) 0.321	0.386	0.083
2) 0.390	0.383	0.414
3) 0.412	0.373	0.267
4) (&)	(&)	(&)
5) 0.123	0.274	0.064
6) 0.072	0.330	0.092
7) 0.043	0.352	0.042
8) 0.044	0.378	0.061
9) 0.156	0.304	0.172
10) 0.083	0.406	0.081
11) 0.017	0.313	(&)
12) 0.064	0.283	0.038
13) 0.066	0.306	0.016

(&) Pruebas malogradas accidentalmente.

Tiempo entre cada determinación: 72 horas.

Se hicieron pruebas similares con las tuberías de A y de C, arrojando resultados negativos.

CUADRO No 6

TERCER. SERIEMETODO 3

ppm. de plomo		
B	D	E
1) 0.426	0.167	0.206
2) 0.418	0.162	0.416
3) 0.404	0.180	0.418
4) (&)	(&)	(&)
5) 0.312	0.184	0.366
6) 0.414	0.187	0.419
7) 0.358	0.161	0.255
8) 0.259	0.221	0.321
9) 0.293	0.108	0.284
10) (&)	(&)	(&)
11) 0.268	0.183	0.220
12) 0.209	0.166	0.219
13) 0.203	0.156	0.185

(&) Pruebas malogradas accidentalmente.

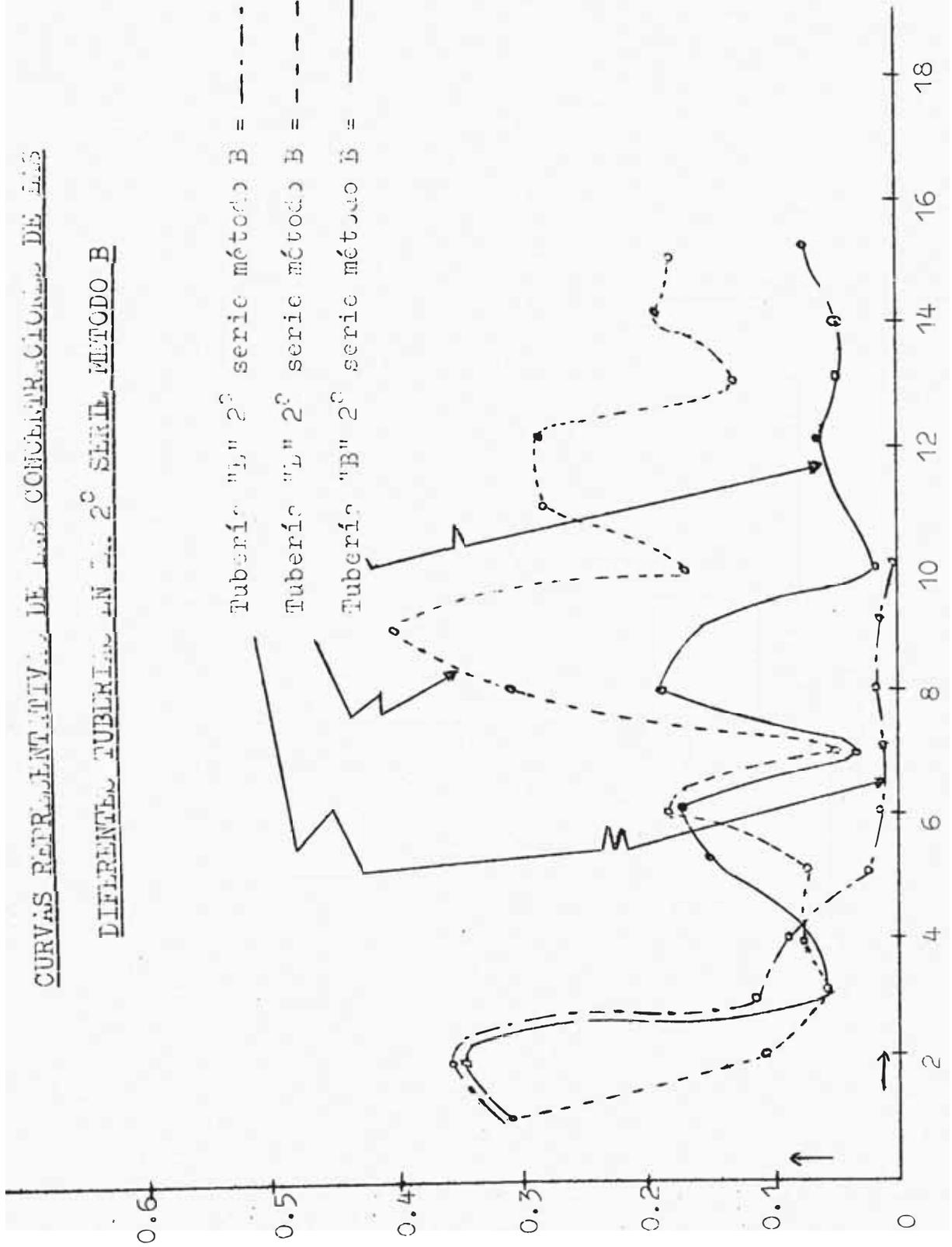
Tiempo entre cada determinación 72 horas.

Se hicieron pruebas similares con las tuberías de A y de C, arrojando resultados negativos.

CURVAS REPRESENTATIVAS DE LAS CONCENTRACIONES DE LAS

DIFERENTES TUBERIAS EN LA 2ª SERIE METODO B

Tubería "L" 2ª serie método B = - - - - -
Tubería "L" 2ª serie método B = - - - - -
Tubería "B" 2ª serie método B = ————

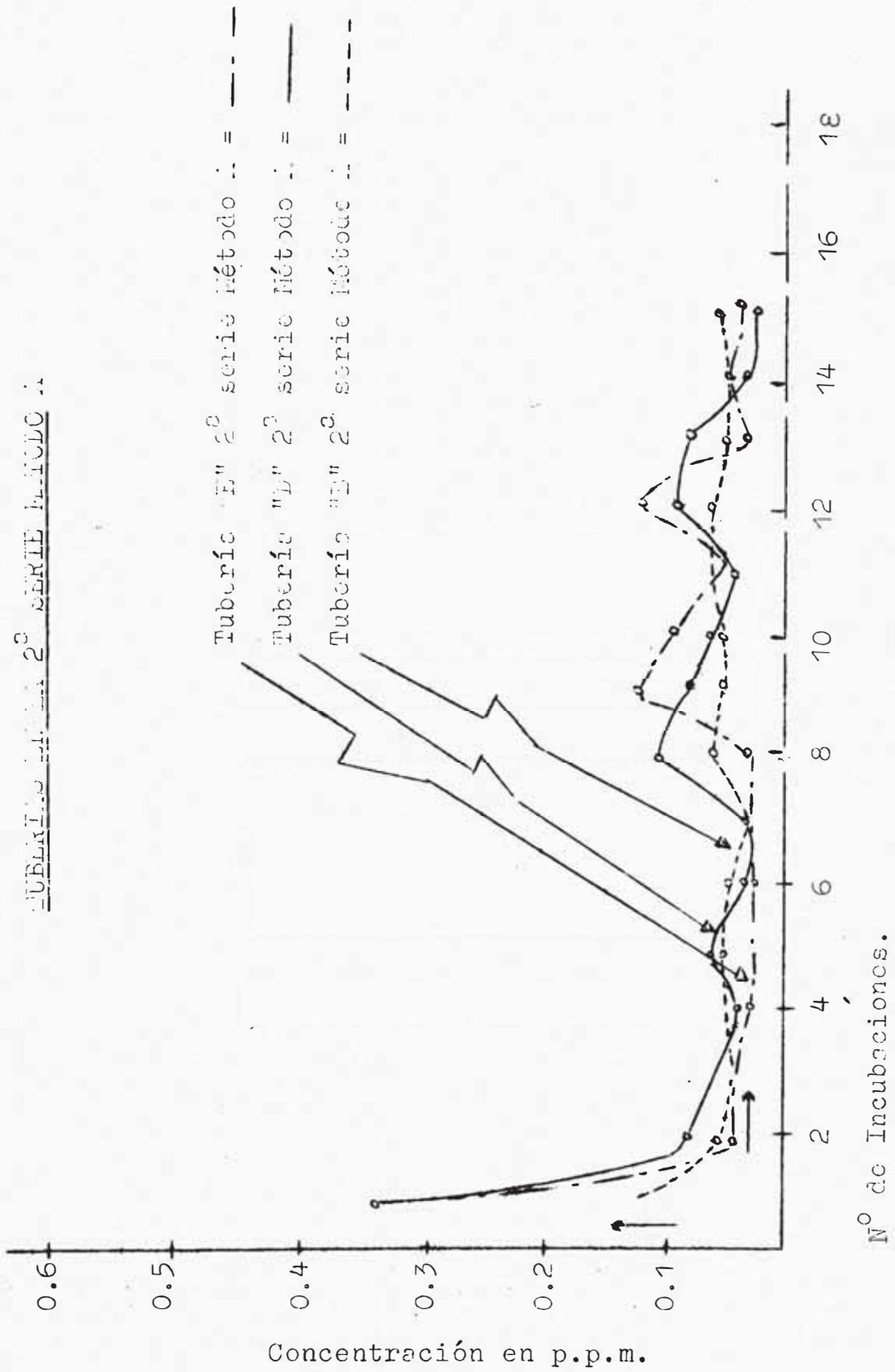


Concentración en p.p.m.

° de incubaciones

CURVA REPRESENTATIVA DE LA CONCENTRACION DE TUBERCULINAS

TUBERINA "E" 2ª SERIE MÉTODO A



Concentración en p.p.m.

Nº de Incubaciones.

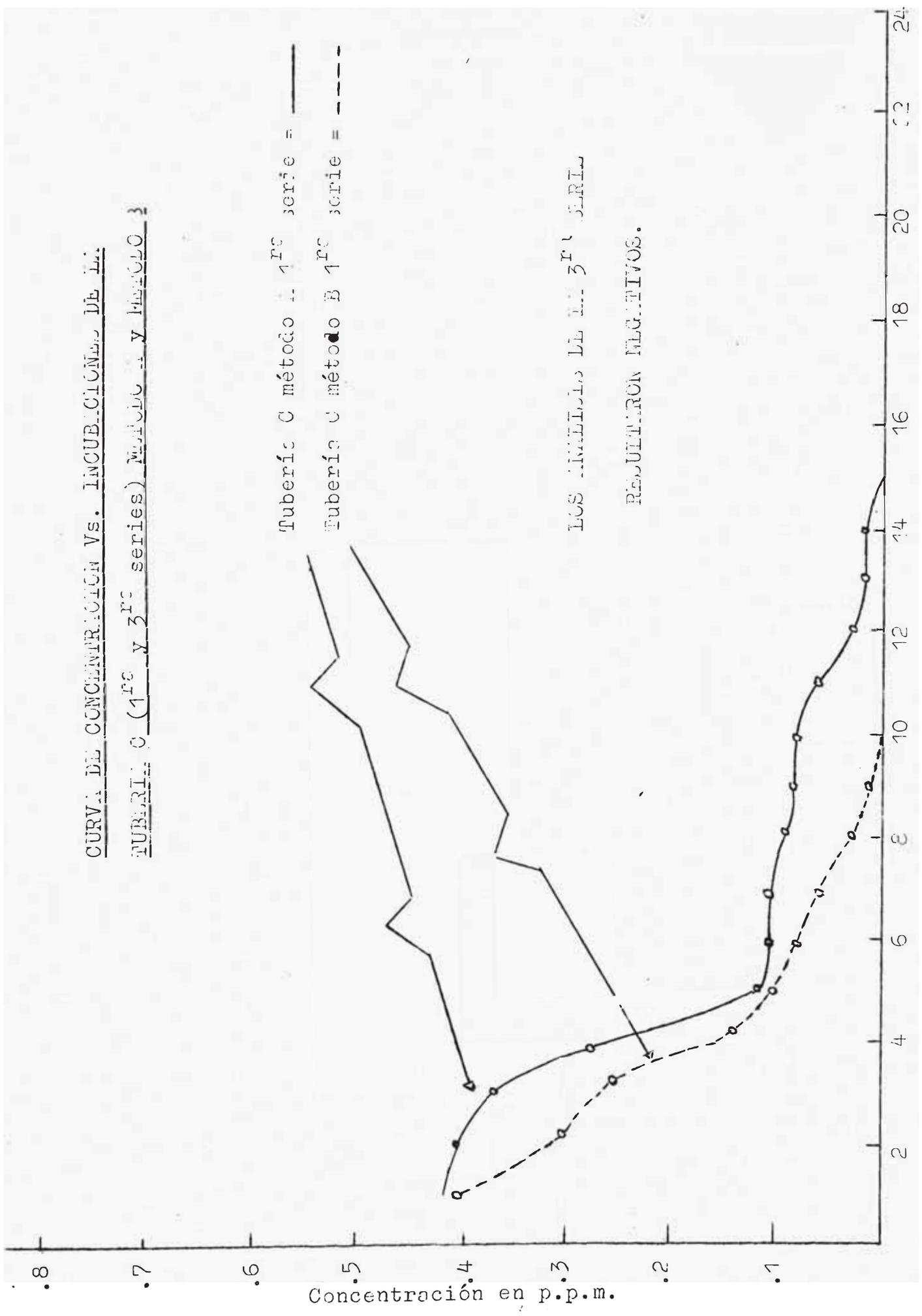
CURVA DE CONCENTRACION VS. INCUBACIONES DE LA

TUBERIA C (1^{ra} Y 3^{ra} series) METODO A Y METODO B

Tubería C método A 1^{ra} serie = ———
Tubería C método B 1^{ra} serie = - - -

LOS RESULTADOS DE LA 3^{ra} SERIE

RESULTARON NEGATIVOS.

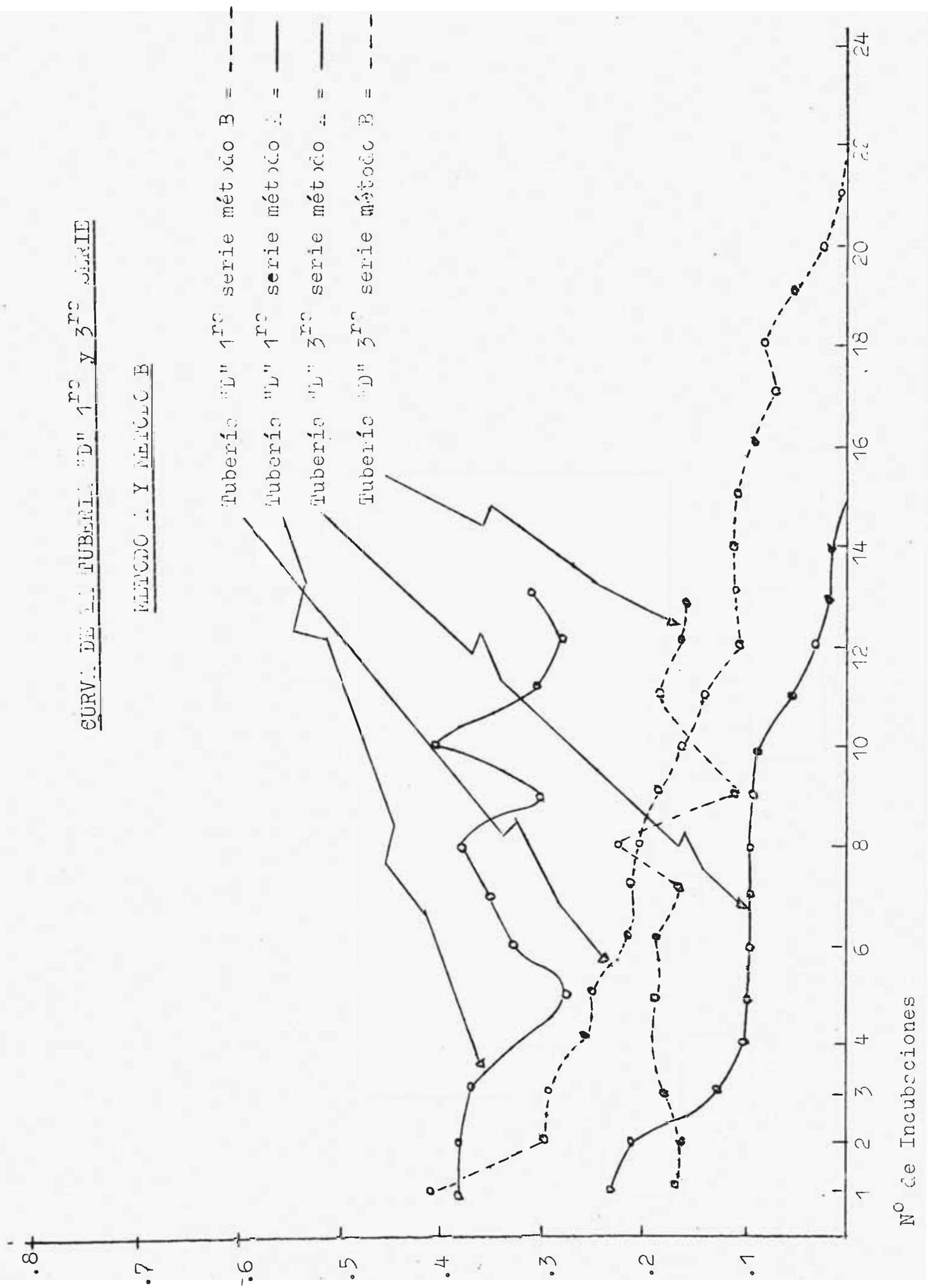


Incubaciones
7 días : incubación

CURVA DE LA TUBERIA "D" 1^{ra} y 3^{ra} CLASIE

METODO A Y METODO B

Tubería "D" 1^{ra} serie método B = - - -
 Tubería "L" 1^{ra} serie método A = ———
 Tubería "L" 3^{ra} serie método A = ———
 Tubería "D" 3^{ra} serie método B = - - -



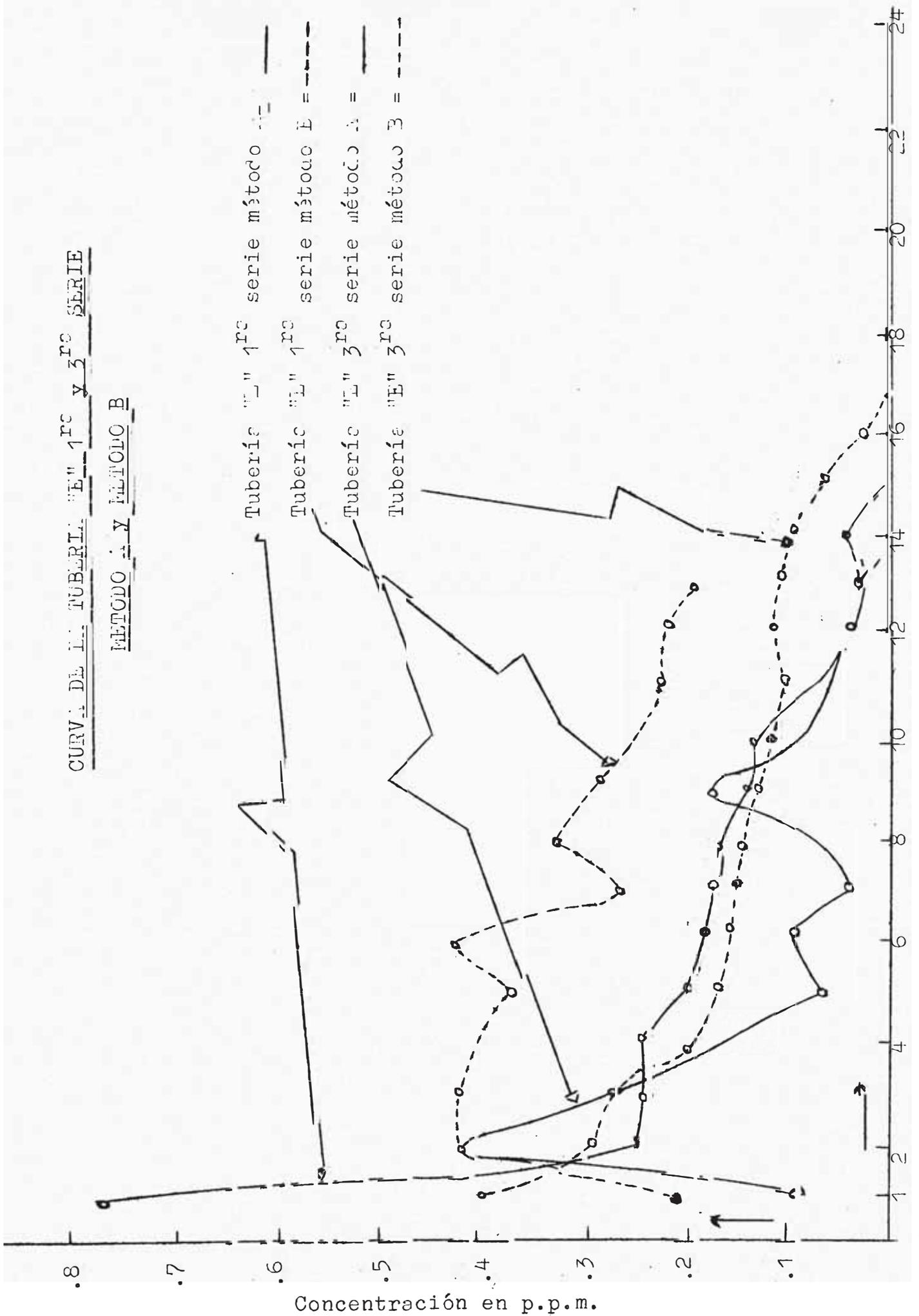
Concentración en p.p.m.

Nº de Incubaciones

CURVA DE LA TUBERÍA "E" 1^{ra} Y 3^{ra} SERIE

METODO A Y METODO B

Tubería "L" 1^{ra} serie método A = ———
 Tubería "L" 1^{ra} serie método B = - - - - -
 Tubería "L" 3^{ra} serie método A = ———
 Tubería "E" 3^{ra} serie método B = - - - - -



Nº de Incubaciones

METODO UTILIZADO PARA LA DETERMINACION DE LA
CONCENTRACION DE PLOMO EN LAS AGUAS POTABLES

Por las razones ya mencionadas anteriormente, sobre el peligro del contenido del plomo en las aguas potables que han estado en contacto con las tuberías de P.V.C., pasaremos a indicar el método seguido para la determinación cuantitativa y cualitativa del plomo en dichas aguas, el cual se le conoce por el método de la Ditizona.

1) Discusión general:

1.1 Principio.- La ditizona disuelta en cloroformo extrae completamente al plomo de soluciones ligeramente básicas que contengan citrato. El plomo y la ditizona forman un complejo metálico, llamado ditizonato de plomo, el cual es soluble en cloroformo, impartiéndole un color rojo.

La medición de la intensidad del color rojo que se forma, nos proporciona una estimación cuantitativa del plomo presente.

1.2 Interferencias.- Interfieren el bismuto, el talio y el estaño, pero estos son elementos muy poco comunes en la mayor parte de las aguas, espe

cialmente las potables.

Los análisis deberán verificarse bajo luz difusa puesto que la luz diurna brillante tiende a destruir la ditizona y los ditizonatos.

También tenemos que señalar que este método es efectivo hasta una concentración mínima de aproximadamente 0.005mg. de plomo.

2) Aparatos a utilizarse:

2.1 Espectrofotómetro, para usarse en 510 m_{μ} .

2.2 Tubos de Nessler, de 50 ml., forma alta.

3) Reactivos:

3.1 Agua exenta de plomo: Hay varios métodos para obtenerla, uno de ellos es redestilando agua destilada en un alambique de cristal pyrex; otro de ellos sería pasando agua destilada a través de un lecho mixto de resinas de permutación iónica. Nosotros hicimos uso del primero.

Esto es importante, puesto que hay que usar agua exenta de plomo para la preparación de los reactivos y para el agua de dilución.

3.2 Acido clorhídrico 1 + 1 (esto quiere decir una parte de ácido por una parte de agua)

3.3 Hidróxido de amonio, concentrado, libre de plomo ó redestilado sobre agua helada.

3.4 Solución madre de ditizona.-

Se disuelven 50 miligramos de difeniltiocarbazona en 1 litro de cloroformo (CHCl_3).

Esta solución es estable por varias semanas si se conserva a 5°C en la oscuridad, o en refrigerador.

3.5 Solución normal de ditizona.-

Se diluyen 100 ml. de la solución madre de ditizona a 500 ml. con CHCl_3 (cloroformo).

Se normaliza con un espectrofotómetro, usando un testigo de aire a 510 m_μ . Como la solución diluida muestra una degradación progresiva en su concentración, ésta se debe verificar antes de usarla. Si se conserva a 5°C en la oscuridad o en refrigerador, esta solución es estable por varios días.

3.6 Solución de citrato de sodio.-

Se disuelven 10 gramos de citrato de sodio ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) en 90 ml. de agua.

Se extrae con porciones de 10 ml. de la solución madre de ditizona hasta que la última por

ción se mantenga verde.

Se lava luego con cloroformo para eliminar todo exceso de ditizone.

3.7 Acido nítrico 1 + 99.

3.8 Cloroformo, grado ACS.

3.9 Solución de clorhidrato de hidroxilamina:

Se disuelven 20 gr. de $\text{NH}_2\text{OH}\cdot\text{HCl}$ en agua bidestilada, llevándose a 100 ml.

3.10 Solución amoniacal de cianuro.-

Se disuelven 40 gr. de KCN en 80 ml. de agua bidestilada.

Se extrae esta solución, repetidamente, con porciones de 10 ml. de la solución madre de ditizone, hasta que la última porción se mantenga verde.

Se lava a continuación la solución con cloroformo (CHCl_3) hasta que el extracto de cloroformo se mantenga claro.

Se agregan luego 1160 ml. de NH_4OH (hidróxido de amonio) concentrado a la solución de KCN y se diluye la mezcla a 2 litros con agua bidestilada. Se conserva en un frasco pyrex de tapón esmerilado.

3.11 Solución patrón de plomo.-

Se pesan 0.1599gr. de nitrato de plomo ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) secado a 110°C . Se disuelve y diluye a 500 ml. con ácido nítrico HNO_3 1+99 (1.00 ml. de esta solución es equivalente a 0.200 mgr. de Pb.). De ella se prepara una solución de concentración tal que 1.00 ml. sea equivalente a 0.010 mg. de Pb.

4) Procedimiento:

4.1 Preparación de la curva de calibración:

A porciones de 100 ml. del agua bidestilada se agregan 10 (testigo); 0.010, 0.020, 0.030, 0.040 y 0.050 mgr. de Pb y un ml. de Hcl 1 + 1.

Luego se evaporan estas soluciones hasta 40 ml aproximadamente.

A cada una de estas soluciones se le agregan 10 ml. de la solución del citrato de sodio y 2 ml de hidróxido de amonio NH_4OH concentrado.

Se mezcla y se pasa a un embudo de separación de 125ml.

Se extrae, con agitación vigorosa, por 30 segundos, con porciones de 5 ml. de la solución madre de ditizone, hasta que el color de la última porción se mantengan sin alteración (verde)

Se agregan a los extractos combinados 25 ml. de

HNO_3 1+99 y se agita por un minuto, desechándose la capa de CHCl_3 (la formada en la parte inferior).

Al extracto ácido se agregan 5 ml. de solución de clorhidrato de hidroxilamina, 5 ml. de solución amoniacal de cianuro y exactamente 20 ml. de solución normal de ditizona; es importante el orden de la adición. Se agita vigorosamente por 1 minuto y se deja que las capas se separen. Se desechan los primeros 2 ml. de extracto de CHCl_3 y se pasa el resto a una celda de absorción, seca, con un trayecto de luz de 2 cm.

Se ajusta el testigo al 100 por 100 de transmisión y se determinan las absorvencias de las soluciones patrones a $510 m_\mu$. Se traza luego la curva de absorvencia-concentración, que debe ser lineal.

Esta curva obtenida se encuentra en el cuadro correspondiente a "curva de calibración"

4.2 Procedimiento para la muestra.-

Se toma un volumen adecuado de agua, que contenga de 0.010 a 0.050 mgr. de Pb, se agrega 1 ml. de Hcl 1 + 1, y se evapora a unos 40 ml. Se prepara un testigo de comparación usando agua exen

ta de plomo y se trata de la misma forma que los problemas. A no ser que se determine al mismo tiempo la curva de calibración, es recomendable que se preparen una ó dos soluciones patronales que contengan un total de 0.020 y 0.040 mgr. de Pb. en unos 40 ml. de agua bidestilada y que se traten al mismo tiempo que el problema. Se procede como se indicó antes en la sección 4.1 y se lee el contenido de plomo en la curva de calibración.

5) Cálculo:

Se hace mediante la fórmula:

$$\text{mg/l de Pb} = \frac{\text{mgr. de Pb} \times 1000}{\text{ml. de muestra}}$$

6) Interpretación de los resultados:

Debido a la extrema sensibilidad del método de la difusión, se debe hacer hincapié en que todos los reactivos y aparatos se deben encontrar libres de contaminación de plomo ó por otros metales.

Es de la **mayor** importancia el uso de una técnica cuidadosa en este método y se insiste en que antes de ensayarlo, el laboratorista se compe-

netro con la teoría y la práctica de los procedimientos de la titulación.

7) Precisión y exactitud:

Se estima que un Químico experimentado puede reproducir sus propios resultados con una aproximación de ± 0.003 mg. y que puede obtener resultados con una aproximación de ± 0.006 mgr. del verdadero valor, siempre que el contenido de plomo se encuentre en el ámbito de 0.010 mg a 0.050 mgr.

8) Costo Debido a los instrumentos de precisión a emplearse como también al elevado precio de los diferentes reactivos, éstas determinaciones resultan muy costosas.

Tomando en cuenta solamente los reactivos se ha calculado que el monto de cada determinación es de 300 soles.

Son por éstas razones que para realizar este tipo de investigación debe contarse con un laboratorio equipado convenientemente con los instrumentos y reactivos que se necesitan para esta clase de determinaciones.

En nuestro caso, la realización de la presente investigación solamente fue posible bajo el auspicio y ayuda del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería Sanitaria.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

C O N C L U S I O N E S

Empezaremos a hacer un análisis de los resultados obtenidos serie por serie:

1) Con respecto a la 1ra. serie.

- 1.1. Cuatro de las muestras daban resultados positivos (B,C,D y E) en concentraciones mayores que las permitidas en las Normas de agua potable.
- 1.2. Estas concentraciones eran en un comienzo hasta 16 veces mayores que las concentraciones permitidas por las Normas de agua potable.
- 1.3. Las concentraciones disminuían con respecto al número de incubaciones. Mientras el número de

incubaciones aumentaba, las concentraciones disminuían.

- 1.4 Las concentraciones eran mayores en el método B que en el método A.
- 1.5 En el método A se obtenían concentraciones que estaban dentro del rango permitido (0.05 p.p.m.) al cabo de 12 a 15 incubaciones (más o menos 45 días). Mientras que en el B este número de incubaciones era mayor. entre 15 y 26 incubaciones (más o menos 78 días), menos en el caso C, en que la concentración mínima permitida se hallaba al cabo de 8 incubaciones (más o menos 24 días).

2) Con respecto a la 2da serie.

- 2.1 En este caso solamente tres de las cinco muestras nos dieron resultados positivos (B, D, yE) y en concentraciones mayores que las permitidas por las Normas de agua potable.
- 2.2 Lo mismo que en la 1ra. serie. se puede decir que las concentraciones disminuían de acuerdo al número de incubaciones, a pesar de que los resultados que se ven en los cuadros respectivos

nos indican que esta disminución no es uniforme. Pero como ya hemos dicho en esta segunda serie ocurrieron diferentes fallas que alteraron los resultados, pero de todas maneras se puede ver que las últimas concentraciones son mucho menores que las primeras.

- 2.3 Las concentraciones en el método B eran mayores que las obtenidas en el método A.
 - 2.4 Las concentraciones del método A alcanzaban al rango permitido por las Normas de agua potable mucho antes que las concentraciones del método B
- 3) Con respecto a la 3ra. serie. (Se hizo para confirmar el comportamiento de las tuberías y para un chequeo de la 2da. serie.)
- 3.1 En este caso obtuvimos también como en el caso anterior resultados positivos en tres de las muestras (B, D, y E) en concentraciones mayores que las permitidas por las Normas de agua potable.
 - 3.2 Estas concentraciones eran en un comienzo hasta ocho veces mayores que las permitidas por las Normas de agua potable.
 - 3.3 Estas concentraciones disminuían con respecto al número de incubaciones.

- 3.4 También al igual que en las series anteriores , las concentraciones del método B eran mayores que en el A.
- 3.5 Al cabo de trece incubaciones, en el método A ya se llegaba a las concentraciones permitidas por las Normas de agua potable.
- 3.6 Los fines de esta 3ra. serie fueron los de confirmar el comportamiento de las tuberías durante las 1ras. incubaciones, puesto que en la 2da serie no pudimos confirmar lo ocurrido en la 1a. serie por las diferentes fallas ya mencionadas anteriormente.

Satisfechos ampliamente por los resultados obtenidos en esta 3ra. serie, la cual nos confirma que las concentraciones disminuían con respecto al número de incubaciones, optamos por paralizar los análisis al cabo de la 15va. determinación.

CONCLUSIONES GENERALES

Examinando todos los resultados obtenidos podemos afirmar, sin lugar a equivocarnos que:

- 1) Todas las tuberías de P.V.C. que son estabilizadas con compuestos de plomo, permiten la extracción de este metal por el agua que fluye a través de ellas.
- 2) Que las concentraciones de Pb en esta agua sobrepasa los límites permitidos por las Normas de agua potable. Al comienzo en algunos casos será hasta 16 veces mayor que la concentración permitida por las Normas de agua potable y no menor que tres veces la concentración permitida (esto quiere decir que podría fluctuar entre 0.15 p.p.m y 0.800 p.p.m.)
- 3) Que esta extracción ocurre por un tiempo no menor de más o menos 52 días y no mayor que más o menos 84 días, bajo condiciones de laboratorio.
- 4) Las concentraciones de Pb. en estas aguas alcanzan los límites exigidos por las Normas de agua potable al cabo de + 24 días como mínimo y + 78 días como máximo.

Una confirmación de lo dicho anteriormente, la te nemos al haber analizado las aguas de diferentes redes de agua potable, hachas con tuberías de P. V.C. y puestas en funcionamiento tres meses antes de la toma de muestras. Estos resultados fueron positivos pero en concentraciones que estaban dentro de los límites permisibles.

- 5) En todos los casos las concentraciones disminuyen con respecto al N^o de incubaciones. Aunque hay que recalcar que estas disminuciones de concentración no son uniformes. Hay veces, en la mayoría de los casos que las concentraciones aumentan subditamente, de una incubación a otra y vuelven luego a bajar conforme siguen realizandose las incubaciones.

La única razón lógica que podría aceptarse para justificar este comportamiento de las tuberías, sería la de aceptar que estas tuberías no son uniformes en su composición.

RECOMENDACIONES

Hemos visto el daño que causa la ingestión de plomo por el ser humano, ya sea por intoxicación rápida o lenta, en ambos casos sabemos que según la gravedad de los casos, los daños a la salud del hombre son irreparables.

También sabemos que el organismo humano es capaz de eliminar cierta cantidad de plomo diariamente, (algunos especialistas la estiman en 0.05 mgr/día y otros en 0.1 mgr/día) y que las tuberías de P.V.C. estabilizadas con compuestos de este metal, nos brindan muchas ventajas, especialmente en el aspecto económico.

Tomando en cuenta estos dos factores, podríamos entonces llegar a fabricar una tubería de P.V.C. la cual aún estando estabilizada con compuestos de plomo, no llegaría a ser dañina para la salud.

Es indudable que esto se debería a la cantidad de compuestos de plomo, utilizado, cantidad o porcentaje que debería ser determinando por medio de una investigación dedicada a este fin.

Realizada la referida investigación conocemos recién entonces los porcentajes permitidos en el uso de dichos productos de P.V.C.

Es también de suma importancia la instalación de un laboratorio que se dedique al control de la calidad de las tuberías de plástico, porque al permitir el uso de tuberías de este tipo, las cuales pueden llevar en su composición elementos nocivos a la salud del ser humano, es necesario llevar un control estricto de su calidad, para protegernos de cualquier peligro que pudiera acarrear la utilización de dichas tuberías. Este laboratorio que tendría que instalarse sería de mucho beneficio para la industria de los plásticos, puesto que garantizaría al consumidor la adquisición de un producto completamente inocuo para su salud, a la vez que regularizaría no solamente las propiedades químicas de las tuberías, sino también sus propiedades físicas de acuerdo a las especificaciones existentes. Esto también sería de beneficio para el fabricante, al regularizar la calidad, la competencia tendría que hacerse sobre ciertas bases iguales para todos los fabricantes.

Pero mientras no exista un laboratorio de

este tipo sería inútil tratar de ejercer un control de la calidad de estas tuberías.

Una medida que debería tomarse hasta que se cristalice la instalación de este laboratorio, sería la de obtener periódicamente muestras representativas de la producción de las tuberías de las diferentes fábricas; muestras y análisis que deberían realizarlas las entidades que hacen uso de este producto, para así poder saber el contenido de plomo que pueden tener las aguas que se van a servir con dichas tuberías

Las Normas sobre la fabricación de las tuberías de plástico deberían ser aprobadas en el más corto tiempo posible. Esta medida redundaría en un beneficio para los fabricantes y consumidores, a la par que también serviría como una base para el control de la calidad de las tuberías por intermedio de un laboratorio que se encargaría de hacer cumplir dichas Normas.

B I B L I O G R A F I A

- 1) .- Folleto de la Lead Industries Association.
. Facts about lead and industrial hygiene.
- 2) .- Normas Higienicas de la Oficina de Consultoria Regional e Higiene Industrial del Interamerican Institute Affairs.
- 3) .- Lead poisoning, publicado por la occupational health division public health service.
- 4) .- The Industrial Environment.... its evaluation and control. Publicado por U.S. Public health Service.
- 5) .- Normas para potabilizar el agua: folleto editado por el centro Regional de Ayuda Técnica. Agencia para el desarrollo Internacional, México.
- 6) .- Tuberías plásticas. Utilización en abastecimientos de agua. Edición editada por la organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud.
- 7) .- Instituto Nacional de Normas Técnicas y Comerciales (INANVIC).
- 8) .- Entrevistas personales con fabricantes de Inter - Química y plásticos Ford.