13

NORMA VENEZOLANA

COVENIN 3741:2002

PRODUCTOS QUÍMICOS PARA USO INDUSTRIAL. CAL VIVA Y CAL HIDRATADAS EN EL TRATAMIENTO DE POTABILIZACIÓN DE AGUAS. REQUISITOS Y MÉTODOS DE ENSAYO

ASOQUIM asociación venezolana de la industria química y petroquímica

FONDONORMA

PRÓLOGO

La presente norma fue elaborada de acuerdo a las directrices del Comité Técnico de Normalización **CT13 Química**, a través del convenio para la elaboración de normas suscrito entre **ASOQUIM** y **FONDONORMA**, siendo aprobada por **FONDONORMA** en la reunión del Consejo Superior **Nº 2002-05** de fecha **29/05/2002**.

En la elaboración de esta norma participaron las siguientes entidades: M.S.D.S.; C.A. CALIDRAT; PEQUIVEN; HIDROVEN; HIDROCAPITAL; HIDROFALCÓN; HIDROCENTRO, HIDROLAGO, U.C.V.; I.V.I.C.

NORMA VENEZOLANA
PRODUCTOS QUÍMICOS PARA USO INDUSTRIAL. CAL VIVA Y CAL HIDRATADA UTILIZADAS EN EL TRATAMIENTO DE POTABILIZACIÓN DE AGUAS. REQUISITOS Y MÉTODOS DE ENSAYO

COVENIN 3741:2002

1 OBJETO

1.1 Esta Norma Venezolana establece los requisitos y métodos de ensayo para la cal viva en forma de terrones o molida y la cal hidratada, empleadas en el tratamiento de potabilización de aguas.

1.2 Esta Norma Venezolana puede utilizarse para otros usos industriales, diferentes al tratamiento de potabilización de aguas, cuando aplique.

2 REFERENCIAS NORMATIVAS

Esta norma es completa.

3 DEFINICIONES

Para los propósitos de esta Norma Venezolana se aplican las siguientes definiciones:

3.1 Cal viva

Producto resultante de la calcinación de la piedra caliza, de material calcáreo o equivalente (tal como el sedimento seco de un proceso de ablandado de la caliza de una calidad aceptable). Esencialmente consiste en una asociación natural de óxido de calcio con una cantidad menor de óxido de magnesio.

3.2 Cal hidradata

Polvo finamente dividido resultante de la hidratación de la cal viva con una cantidad suficiente de agua para satisfacer su afinidad química. Es esencialmente hidróxido de calcio e hidróxido de magnesio, dependiendo del tipo de cal viva empleado en el proceso de apagado.

3.3 Fabricante

Quien manufactura, fabrica o produce materiales o productos.

3.4 Comprador

Persona, compañía u organización que compra cualquier material o servicio.

3.5 Vendedor

Quien suministra materiales o servicios. Un vendedor (proveedor) puede o no ser el fabricante.

4 DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD

El vendedor debe entregar un certificado de análisis en el cual conste que la cal viva o hidratada suministrada bajo las órdenes de compra, cumple con todos los requisitos establecidos a la presente norma y/o los requisitos convenidos.

5 REQUISITOS

5.1 Requisitos físicos

La granulometría de la cal se establece con el propósito de satisfacer los requisitos de diferentes tipos de equipo.

5.1.1 Equipo alimentador de material seco y transporte neumático

5.1.1.1 Si la cal viva va a ser suministrada mediante una máquina alimentadora de material seco o por un equipo de transporte neumático, se debe, en las instalaciones del vendedor, triturar y cribar de tal modo que el 100% pase por el tamiz de 19,00 mm (3/4 pulg) y como mínimo el 95% pase por el tamiz US No. 100.

NOTA 1: La cal puede generar algunos granos finos durante un proceso vigoroso de cribado. Con el propósito de disminuir esta posibilidad, es aconsejable emplear un tamiz intermedio de 9,51 mm (3/8 pulg), que reducirá la carga sobre el tamiz US No. 100 y de esta forma se eliminará, parcialmente, la acción pulverizadora del roce de la cal contra la cal.

5.1.1.2 La cal hidratada debe ser blanca, seca, finamente pulverizada y libre de cúmulos de cualquier material extraño que pudiera interferir con la operación del equipo. La granulometría de la cal debe ser tal que el 100% pase por el tamiz US No. 100 y como mínimo el 95% pase por el tamiz US No. 200.

5.2 Requisitos químicos

5.2.1 Cal viva

5.2.1.1 La cal viva no ha de tener menos de un 80% de óxido de calcio disponible, deberá incrementar la temperatura en una cantidad superior a los 10 °C en 3 min y lograr un aumento de 40 °C con respecto a la temperatura inicial, como mínimo en 20 min en el proceso de apagado, de acuerdo con lo establecido en el punto 7.4.

5.2.1.2 La cal viva suministrada debe estar, fundamentalmente, libre de sólidos de carbonato y residuos silíceos, y no más de un 5% de la cal viva debe ser material insoluble en agua, considerando los criterios del punto 7.5.

5.2.2 Cal hidratada

La cal hidratada no debe tener menos de un 62% de óxido de calcio disponible, el cual es equivalente al 81,9% de hidróxido de calcio.

5.3 Impurezas

5.3.1 Impurezas generales

5.3.1.1 La cal viva e hidratada no deben contener materiales solubles ni compuestos orgánicos en cantidades capaces de producir efectos nocivos, para la salud de aquellos que van a consumir el agua tratada con estos productos.

5.3.1.2 Esta Norma aplica a la cal viva e hidratada producidas a partir de materia prima tal que el producto final cumpla con los requisitos establecidos en el punto 5.3.2.

5.3.2 Límites específicos de impurezas

La cal viva e hidratada no deben aportar más del 10% del valor máximo permitido en la norma nacional de agua potable vigente, para las siguientes impurezas: arsénico, cadmio, cromo, fluoruro, plomo, selenio y plata.

6 MUESTREO

Con el propósito de minimizar el contacto con el aire, las muestras deben tomarse tan pronto lleguen al punto de destino y deben colocarse inmediatamente en un recipiente hermético y a prueba de humedad.

6.1 Tamaño

El tamaño de la muestra debe ser el siguiente:

6.1.1 Cuando el material se encuentre a granel, en terrón o finamente dividido, y el despacho sea mayor a 16 toneladas métricas, se debe tomar, como mínimo, 1 kg de muestra por cada tonelada métrica de material.

6.1.2 Si el despacho es inferior a 16 toneladas métricas, debe obtenerse una muestra de 16 kg. para realizar el análisis.

6.2 Método

El método de muestreo será el siguiente:

6.2.1 Para el caso de material empacado en sacos y transportado en camiones, por lo menos el 2% de los sacos (aunque no menos de 5 sacos) han de ser sometidos al proceso de muestreo. Cada saco se ha de muestrear en forma aleatoria en el camión. Se debe evitar tomar muestras de los sacos rotos.

6.2.2 En el caso de material pulverizado y empacado en sacos, se debe emplear un tubo muestreador con un diámetro no inferior a 12,7 mm (1/2 pulg). El tubo se debe introducir de lado en el saco de tal manera que tome una fracción de cal de todo el ancho del saco. Preferiblemente, se deben tomar tres muestras de cada saco, espaciadas uniformemente sobre toda la longitud del saco.

6.2.3 Cuando la manipulación del material se lleve a cabo mediante transportador o elevador, se podrá utilizar un muestreador mecánico, teniendo cuidado de ajustar su colocación y el tiempo de muestreo con el fin de obtener una muestra representativa.

6.2.4 En el caso de entregas de material en transporte a granel, la toma de la muestra debe realizarse seleccionando, como mínimo, tres puntos localizados a intervalos regulares sobre toda la superficie y a una profundidad entre 0,50 m y 1 m desde la superficie de la carga.

6.2.5 El material fino se debe tomar utilizando un toma-muestra como un tubo muestreador de granos con diámetro interno de, por lo menos, 25 mm y una longitud de 1,50 m, para asegurar la obtención de una muestra representativa.

6.3 Manejo de las muestras

Las muestras deben seleccionarse y almacenarse para los análisis posteriores de acuerdo con los criterios establecidos en los siguientes puntos:

6.3.1 La muestra total debe mezclarse completamente, y por lo menos una cantidad de 16 kg representativa de toda la muestra, debe cuartearse. Uno de esos cuartos, se divide nuevamente en cuatro, se toma una porción de 1 kg y se coloca en un recipiente hermético con el propósito de que sirva para el análisis granulométrico. En caso de que se tenga que realizar el ensayo para detectar materia insoluble en agua, se tritura una porción de 4 kg hasta un tamaño de tamiz de 9,51 mm (3/8 pulg), se mezcla bien y se divide en cuatro partes. Si no es necesaria la realización del ensayo para detectar partes insolubles, se tritura una de las porciones de 4 kg de la muestra hasta que pueda pasar por un tamiz US No. 6, se mezcla bien y se divide en cuatro partes. Se almacenan las cuatro porciones de 1 kg aproximadamente, en recipientes cerrados tal como lo establece el punto 6.3.2.

6.3.2 Las cuatro porciones de 1 kg se deben depositar en recipientes de vidrio o plástico herméticos y a prueba de humedad. Una de las porciones está destinada al comprador para su empleo inmediato, a fin de realizar la prueba del cargamento. Las otras tres porciones deben guardarse hasta que se conozca si el envío es o no aceptable con base en los resultados de los análisis de laboratorio. En caso de que sea aceptable, se pueden descartar. En caso de que el envío no sea satisfactorio, entonces las porciones se deben guardar hasta que todas las diferencias entre el comprador y el vendedor se hayan solucionado. Tanto la segunda como la tercera porción son para uso del vendedor y del laboratorio de referencia si existe cualquier controversia relacionada con el análisis. La cuarta muestra es para el comprador con el objeto de que pueda verificar los análisis llevados a cabo por parte del vendedor y el laboratorio imparcial en caso de que exista alguna controversia relacionada con los análisis. Cada muestra debe rotularse con datos como el número de lote, el nombre del comprador, la identificación del transporte y la fecha de entrega. Cada rótulo debe estar adecuadamente firmado por la persona encargada de realizar el muestreo.

7 MÉTODOS DE ENSAYO

7.1 Preparación de las muestras

Los análisis de laboratorio, realizados sobre la muestra debe completarse dentro de los siete días después de recibido el embarque.

7.1.1 Análisis del tamizado. La muestra, de aproximadamente 1 kg, tomada para el análisis de tamiz (véase punto 6.3.1) no necesita una preparación adicional. El análisis granulométrico debe realizarse cuanto antes, después de haber realizado la toma de la muestra.

7.1.2 Cal viva. La muestra de cal viva para el laboratorio debe prepararse a partir de la muestra de 1 kg que ha sido colocada aparte para el comprador de acuerdo con lo establecido en el punto 6.3.2. Se debe proceder de la siguiente manera:

7.1.2.1 Se tritura, aproximadamente, la mitad de la muestra de 1 kg, de tal modo que pase por un tamiz US No. 6, empleando un triturador mecánico no metálico preferiblemente, o empleando un mortero con mazo de vidrio. Se mezcla completamente la muestra triturada y se coloca en un recipiente de vidrio hermético a prueba de humedad.

7.1.2.2 Se pulveriza mecánicamente una porción de 50 g de la muestra triturada hasta que pueda pasar por un tamiz IS No. 100. Si no se encuentra disponible el equipo mecánico, puede emplearse un mortero. Se mezcla totalmente y se almacena la muestra pulverizada en un recipiente de vidrio hermético y a prueba de humedad.

Nota 2: Para el almacenamiento e la muestra pulverizada, es conveniente el empleo de un recipiente de boca ancha de 60 ml, similar a la empleada para las muestras bacteriológicas de agua, preferiblemente si su tapa es de caucho tiene una tapa de metal con revestimiento hermético apropiado. No se recomienda el empleo de corcho o de tapas esmeriladas; esto porque los corchos son porosos; y las tapas de vidrio esmeriladas, frecuentemente, se encuentran separadas de sus propios recipientes y no ajustan apropiadamente.

7.1.3 Cal hidratada. La muestra de cal hidratada para el análisis de laboratorio debe prepararse a partir de la muestra de 1 kg que ha sido separada para el comprador, tal como se describió en el punto 6.3.2. Una porción de 50 g de muestra debe ser mezclada y almacenada en un recipiente de vidrio hermético y a prueba de humedad.

7.1.4 Muestra compuesta. En el caso de una muestra compuesta, la muestra de ensayo debe ser extraída del recipiente (véase el punto 6.1.2).

7.1.5 Pesaje. Se pesa cada muestra del recipiente tan rápidamente como sea posible, con el propósito de evitar el contacto excesivo con el aire.

7.2 Determinación del óxido de calcio disponible en la cal viva

El contenido de óxido de calcio disponible en la cal viva es el elemento que entra en reacción bajo las condiciones del método rápido del azúcar (véase punto 7.2.4). Se han sugerido algunas modificaciones a los procedimientos de ensayo que han sido empleados por diferentes usuarios. El método adoptado en esta norma ha tenido amplia aceptación y dará resultados satisfactorios y reproducibles si se sigue cuidadosamente. El término "muestra de cal" se refiere a la muestra ue pasó el tamiz US No. 100 y la temperatura de titulación debe ser temperatura ambiente, 20°C - 25°C.

7.2.1 Reactivos

7.2.1.1 Indicador de anaranjado de metilo, solución al 0,1%. Se disuelve 1 g de anaranjado de metilo en 100 ml de etanol al 95%.

7.2.1.2 Indicador de fenolftaleína, solución al 4%. Se disuelven 4 g de fenolftaleína seca en 100 ml de etanol al 95%.

7.2.1.3 Agua destilada libre de dióxido de carbono.

7.2.1.4 Azúcar de caña.

7.2.1.5 Solución patrón de ácido clorhídrico con una normalidad aproximada de 0,1782 N.

Se prepara una solución que contenga 15,7 ml de HCl (gravedad específica 1,19) por litro. Esta solución resulta ligeramente más concentrada de lo necesario y debe valorarse antes de realizar la determinación del óxido de calcio disponible en la cal viva.

7.2.2 Aparatos

7.2.2.1 Balanza analítica con precisión de 0,1 mg.

7.2.2.2 Tamiz US No. 100.

7.2.2.3 Erlenmeyer de 250 ml.

7.2.2.4 Pipeta y cilindro graduados.

7.2.2.5 Cronómetro.

7.2.2.6 Termómetro.

7.2.2.7 Bureta de 25 ó 50 ml.

7.2.3 Procedimiento de valoración del ácido

7.2.3.1 Se pesan 0,4400 g ± 0,0100 g de Carbonato de Sodio (Na_2CO_3), previamente secado, en un crisol o cápsula de porcelana, a 360°C por 4 h y se transfieren a una fiola de 500 ml; se adicionan 50 ml de agua destilada y se mezcla hasta disolución del carbonato. Agregue 5 gotas de indicador de rojo de metilo y titule con la solución de ácido clorhídrico (HCl) hasta la primera aparición de color rojo. Hierva cuidadosamente la solución hasta devolución del cambio de color (de rojo a amarillo) y enfríe a temperatura ambiente, continuando con la titulación, el calentamiento alternativo y el enfriamiento hasta que no se devuelva más el cambio y permanezca rojo débil. Totalice el volumen gastado de HCl y calcule la normalidad como se indica:

$$N\,(HCl) = \frac{W}{0{,}053 \times V}$$

Donde:

W = Peso de Na_2CO_3, en g

V = Volumen total de solución de HCl gastados, en ml

7.2.3.2 Este procedimiento debe realizarse por triplicado y tomar el valor promedio con 4 decimales.

7.2.4 Procedimiento para la determinación del óxido de calcio disponible

7.2.4.1 Se pesa una cantidad de 0,5 g de la muestra, previamente pulverizada y tamizada por una malla US No. 100, y se vierte dentro de un Erlenmeyer de 250 ml que contiene, aproximadamente, 10 ml de agua destilada libre de CO_2, inmediatamente se tapa con un tapón de caucho sin ejercer presión.

NOTA 3: Es particularmente importante tener una pequeña cantidad de agua en el Erlenmeyer antes de adicionar la muestra, ya que si el agua se añade encima de una carga seca en el frasco, el material tiende a aglutinarse formando cúmulos difíciles de disolver completamente en la solución azucarada que se emplea más adelante. Por otra parte, si la cal se añade a una pequeña cantidad de agua, existen unas condiciones mucho mejores para una dispersión total de las partículas finas produciendo una solución más rápida.

7.2.4.2 Se retira la tapa y se coloca el Erlenmeyer sobre una plancha de calentamiento, e inmediatamente se añaden 50 ml de agua destilada libre de CO_2, previamente hervida y enfriada. Se agita el Erlenmeyer y se hace hervir durante un minuto para que se complete el apagado. Se retira de la plancha de calentamiento, se tapa sin presión el Erlenmeyer, y se coloca en un baño de agua fría para llevarlo a temperatura ambiente. Se añaden aproximadamente 50 ml de agua destilada libre de CO_2 y luego, aproximadamente, 15 g - 17 g de azúcar pura de caña. Se tapa el frasco, se agita manualmente y se le permite reposar durante 15 min. para que reaccione. El tiempo de reacción no debe ser inferior a 10 min ni superior a 20 min. Se agita, nuevamente, a intervalos de 5 min durante la reacción. Se retira la tapa y se añaden 4 ó 5 gotas del indicador de fenolftaleína al 4%, se lava el tapón y las paredes del Erlenmeyer con agua destilada libre de CO_2, y se titula, en el frasco original con la solución patrón de HCl.

7.2.4.3 Antes de iniciar la titulación /véase Nota 3) se debe asegurar que la temperatura de la muestra esté entre 20°C y 35°C. En el proceso de titulación, primero se añade, sin agitar, aproximadamente un 90% del ácido requerido desde una bureta. Luego se agita el frasco tan vigorosamente como sea posible y se finaliza la titulación de una forma más cuidadosa, hasta que la primera desaparición del color rosado persiste por 3 segundos. Se anota la lectura y se ignora el restablecimiento del color.

NOTA 4: Si se desea se puede emplear un agitador magnético durante la titulación. Se coloca una barra agitadora magnética limpia, de aproximadamente 10 mm x 38 mm dentro del Erlenmeyer y se coloca el frasco sobre la plancha de agitación. Se ajusta para que la agitación se realice lo más rápidamente posible sin que se presenten pérdidas por salpicadura. Si el operario no está familiarizado con análisis anteriores de la cal en estudio y si el contenido de cal disponible varía hacia valores extremos, es una buena práctica realizar un examen preliminar por medio e una titulación lenta para determinar la cantidad apropiada que ha de añadirse sin una primera agitación del frasco.

7.2.5 Expresión de resultados

$$\text{Óxido de calcio disponible (CaO), \%} = N \times V \times 2{,}804/W$$

Donde:

N = Normalidad de la solución de ácido patrón

V = Volumen de HCl utilizado, en ml

W = Peso de la muestra, en g.

3,804 = CaO, en g, equivalente a 1 ml del ácido estándar x 100 ó 1 ml de HCl estándar = CaO, si se utilizan, exactamente, 2,804 g de muestra.

7.3 Determinación del hidróxido de calcio disponible en la cal hidratada

7.3.1 Reactivos

7.3.1.1 Indicador de anaranjado de metilo, solución al 0,1%. Se disuelve 1 g de anaranjado de metilo en 100 ml de etanol al 95%.

7.3.1.2 Indicador de fenolftaleína, solución al 4%. Se disuelven 4 g de fenolftaleína seca en 100 ml de etanol al 95%.

7.3.1.3 Agua destilada libre de dióxido de carbono.

7.3.1.4 Azúcar de caña.

7.3.1.5 Solución patrón de ácido clorhídrico con una normalidad aproximada de 0,1782 N:

Se prepara una solución que contenga 15,7 ml de HCl (gravedad específica 1,19) por litro. Esta solución resulta ligeramente más concentrada de lo necesario y debe valorarse antes de realizar la determinación del hidróxido de calcio disponible en la cal hidratada.

7.3.2 Aparatos

7.3.2.1 Balanza analítica con precisión de 0,1 mg.

7.3.2.2 Tamiz US No. 100.

7.3.2.3 Erlenmeyer de 250 ml.

7.3.2.4 Pipeta y cilindro graduados.

7.3.2.5 Cronómetro.

7.3.2.6 Termómetro.

7.3.2.7 Bureta de 25 ó 50 ml.

7.3.3 Procedimiento de valoración del éxito

7.3.3.1 Se pesan 0,4400 g ± 0,0100 g de Carbonato de Sodio (Na_2CO_3), previamente secado, en un crisol o cápsula de porcelana, a 250°C por 4 h y se transfieren a una fiola de 500 ml; se adicionan 50 ml de agua destilada y se mezcla hasta disolución del carbonato. Agregue 5 gotas de indicador de rojo de metilo y titule con la solución de ácido clorhídrico (HCl) hasta la primera aparición de color rojo. Hierva cuidadosamente la solución hasta devolución del cambio de color (de rojo a amarillo) y enfríe a temperatura ambiente, continuando con la titulación, el calentamiento alternativo y el enfriamiento hasta que no se devuelva más el cambio y permanezca rojo débil. Totalice el volumen gastado de HCl y calcule la normalidad como se indica:

$$N(HCl) = \frac{W}{0{,}053 \times V}$$

Donde;

W = Peso de Na_2CO_3, en g.

V = Volumen total de solución de HCl gastados, en ml.

7.3.3.2 Este procedimiento debe realizarse por triplicado y tomar el valor promedio con 4 decimales.

7.3.4 Procedimiento para la determinación del hidróxido de calcio disponible

7.3.4.1 Se pesa una cantidad de 0,5 g de la muestra, previamente pulverizada y tamizada por una malla US No. 100, y se vierte dentro de un Erlenmeyer de 250 ml que contiene, aproximadamente, 10 ml de agua destinada libre de CO_2, inmediatamente se tapa con un tapón de caucho sin ejercer presión (Véase Nota 3).

7.3.4.2 Se retira la tapa y se coloca el Erlenmeyer sobre una plancha de calentamiento, e inmediatamente se añaden 50 ml de agua destilada libre de CO_2, previamente hervida y enfriada. Se agita el Erlenmeyer y se hace hervir durante un minuto. Se retira de la plancha de calentamiento, se tapa sin presión el Erlenmeyer y se coloca en un baño de agua fría para llevarlo a la temperatura ambiente. Se añaden aproximadamente 50 ml de agua destilada libre de CO_2 y luego, aproximadamente, 15 g - 17 g de azúcar pura de caña. Se tapa el frasco, se agita manualmente y se le permite reposar durante 15 min, para que reaccione. El tiempo de reacción no debe ser inferior a 10 min ni superior a 20 min. Se agita, nuevamente, a intervalos de 5 min durante la reacción. Se retira la tapa y se añaden 4 ó 5 gotas del indicador de fenolftaleína al 4%, se lava el tapón y las paredes del Erlenmeyer con agua destilada libre de CO_2, y se titula, en el frasco original con la solución patrón de HGl.

7.3.4.3 Antes de iniciar la titulación (véase Nota 4) se debe asegurar que la temperatura de la muestra esté entre 20°C y 25°C. En el proceso de titulación, primero se añade, sin agitar, aproximadamente un 90% del ácido requerido desde una bureta. Luego se agita el frasco tan vigorosamente como sea posible y se finaliza la titulación de una forma más cuidadosa, hasta que la primera desaparición del color rosado persista por 3 segundos. Se anota la lectura y se ignora el restablecimiento del color.

7.3.5 Expresión de resultados

$$\text{Hidróxido de Calcio disponible } [Ca(OH)_2],\ \% = N \times V \times 3{,}704/W$$

Donde:

N = Normalidad de la solución de ácido patrón.

V = Volumen de HCl utilizado, en ml.

W = Peso de la muestra, en g.

3,704 = $Ca(OH)_2$, en g, equivalente a 1 ml del ácido estándar x 100 o 1 ml de HCl estándar = 1,32% $Ca(OH)_2$, si se utilizan, exactamente, 2,804 g de muestra.

7.4 Determinación de la reactividad de la cal viva

Este ensayo mide la reactividad de la cal; una cualidad que tiene el producto en función de su pureza y del proceso por medio del cual fue fabricado. De acuerdo con el resultado del ensayo la reactividad puede clasificarse de la siguiente manera:

1. Cal de alta reactividad: Aquella cuya temperatura se incrementa en 40°C en un máximo de 3 min y cuya reacción se completa en 10 min.

2. Cal de media reactividad: Aquella cuya temperatura se incrementa lentamente en 40°C entre 3 min y 6 min, y cuya reacción se completa entre 10 min y 20 min.

3. Cal de baja reactividad: Aquella que requiere más de 6 min para mostrar un incremento de la temperatura en 40°C y más de 20 min para completar la reacción.

7.4.1 Principio

7.4.1.1 Las muestras de cal viva se apagan bajo condiciones controladas con resultados reproducibles. Sin embargo, debido a que la temperatura puede presentar variaciones en intervalos pequeños de temperatura se

recomienda efectuar 3 ensayos consecutivos con cada muestra y debe reportarse el valor promedio de las 3 lecturas.

7.4.1.2 Las condiciones que deben controlarse son:

1. La velocidad de agitación.
2. La relación agua-cal.
3. La pérdida de calor.
4. El tamaño del vaso de reacción.
5. El tamaño y la forma de la varilla de agitación.
6. La posición de la varilla de agitación en el vaso de reacción.
7. El tamaño de partícula de la muestra de cal, y
8. La cantidad de cal usada para el ensayo.

7.4.2 Aparatos

7.4.2.1 Agitador mecánico con una velocidad de 400 rpm ± 50 rpm, acoplado con una varilla de agitación en acero inoxidable. La velocidad de agitación puede controlarse con un transformador de alto voltaje o con un reóstato.

7.4.2.2 Vaso Dewar, tipo Pyrex de 665 ml de capacidad y con tapas de caucho.

7.4.2.3 Soporte para sostener el agitador, provisto de una abrazadera para mantener firmemente el vaso Dewar.

7.4.2.4 Termómetro digital, con apreciación de ± 1°C.

7.4.2.5 Balanza.

7.4.2.6 Tamiz US No. 6 de 200 mm de diámetro con tapa y plato.

7.4.2.7 Triturador mecánico no metálico o mortero con mazo de vidrio.

7.4.2.8 Cronómetro.

7.4.2.9 Indicador de velocidad o tacómetro.

7.4.2.10 Recipiente o cuchara con capacidad adecuada para contener 100 g de muestra.

7.4.3 Ensamble del aparato

Un aparato similar se indica en las Figuras 1 y 2 el cual consta de:

7.4.3.1 Un vaso de reacción con tapa, un termómetro y un agitador mecánico provisto de una varilla de agitación de acero inoxidable terminado en forma circular con el fin de facilitar la completa homogeneización.

Nota 5: Aunque no se muestra en la Figura 2, la abrazadera puede ser usada para sostener firmemente el recipiente de reacción. Se puede emplear cualquier equipo de soporte adecuado, pero un soporte con una base grande en forma de C es particularmente estable. La posición del collar mostrado asegura que la distancia entre la base de la varilla del agitador y la base del recipiente de reacción sea la misma para todos los ensayos.

7.4.4 Procedimiento

7.4.4.1 Se enciende el agitador mecánico, ajustándolo a una velocidad de 400 rpm ± 5 rpm, por lo menos durante 5 min.

7.4.4.2 Se toman 59,00 ml, aproximadamente, de agua destilada; se llevan a 25°C ± 1°C y se vierten 400 ml de ésta dentro del vaso Dewar, manteniendo la temperatura. Se inicia la agitación a 400 rpm ± 50 rpm.

7.4.4.3 Se pesan 100 g de muestra obtenida de acuerdo con lo indicado en el punto 7.1.2.1 y se transfieren al vaso de reacción, tan rápido como sea posible, cuidando que la muestra se deslice suavemente dentro del mismo.

7.4.4.4 Inmediatamente después de adicionar la muestra, se pone en funcionamiento el cronómetro y se coloca la tapa.

7.4.4.5 Se toma una lectura de la temperatura 30 s después de adicionar la muestra al vaso de reacción y se continúan tomando valores de temperatura cada 30 s durante 5 min; luego cada minuto hasta que después de 3 lecturas consecutivas la variación de la temperatura sea menor o igual a 1°C. Debe registrar todas las lecturas.

7.4.4.6 Este procedimiento debe realizarse por triplicado y promediar las lecturas de cada intervalo de tiempo.

7.4.4.7 El tiempo total de apagado activo se considera como el tiempo en el cual la primera de las tres últimas lecturas fue tomada y la temperatura de este tiempo se considera como la final de reacción.

Expresión de resultados

7.4.4.8 El incremento de temperatura a los 3 min se obtiene según:

$$\Delta T_{3min} = T_{3min} - T_{inicial}$$

donde:

ΔT_{3min} = Incremento de temperatura a los 4 min

T_{3min} = Temperatura leída a los 3 min.

$T_{inicial}$ = Temperatura inicial del agua antes de la adición de la muestra

7.4.4.9 El incremento total de temperatura se obtiene como:

$$\Delta T_{Total} = T_{final} - T_{inicial}$$

donde:

ΔT_{Total} = Incremento total de temperatura

7.4.4.10 Con los promedios obtenidos, se elabora una gráfica de tiempo contra temperatura de apagado donde la temperatura de apagado corresponde a la ordenada y el tiempo en minutos, a la abcisa. :Los resultados pueden expresarse como:

a) Incremento de temperatura, a los tres minutos, en °C.

b) Incremento total de la temperatura, en °C.

c) Tiempo total de apagado activo, en min.

De acuerdo con los resultados obtenidos se caracteriza la reactividad según los puntoes 1, 2 y 3 del punto 7.4.

7.5 Determinación de la materia insoluble de la cal viva en agua

7.5.1 Principio

El propósito del siguiente procedimiento es determinar el material insoluble de la cal viva en agua. El procedimiento no determina la cantidad total de material insoluble, debido a que éste podría incluir una gran cantidad de hidróxido de calcio relativamente insoluble en la lechada de cal. No hay una separación marcada en el tamaño de las partículas retenidas en un separador de partículas y el tamaño de las que pasarán a través del mismo y entran en el recipiente de reacción. La separación no solo depende del tamaño de partícula, sino también de la gravedad específica, la viscosidad de la lechada, la velocidad de alimentación de la cal y la agitación.

7.5.2 Aparatos

7.5.2.1 Agitador mecánico de velocidad variable entre 250 rpm - 600 rpm.

7.5.2.2 Vaso de acero inoxidable de 600 ml.

7.5.2.3 Soporte para sostener el agitador, el cual debe estar provisto de una abrazadera adecuada para sujetar al vaso firmemente en su lugar.

7.5.2.4 Balanza con precisión de 0,1 g.

7.5.2.5 Recipiente o cuchara de pesaje con una capacidad mínima de 125 g.

7.5.2.6 Triturador mecánico no metálico o mortero con mazo de vidrio.

7.5.2.7 Tamiz US No. 30 de 76 mm de diámetro, con plato.

7.5.2.8 Tamiz de 9,51 mm.

7.5.2.9 Cronómetro.

7.5.2.10 Termómetro.

7.5.3 Procedimiento

7.5.3.1 El sistema de agitación es similar al utilizado para el ensayo de reactividad, a excepción del vaso que es de acero inoxidable. Debido a que el tamaño del material empleado es mayor que el del ensayo de reactividad, se requiere un vaso de mayor resistencia al choque. Se ajusta el agitador de modo que la distancia entre la varilla y el fondo del vaso sea 13 mm.

7.5.3.2 Se toman aproximadamente 0,4536 kg (1 lb) y se trituran de tal manera que el 100% pase a través del tamiz de 9,51 mm (3/8 pulg) y se pesan 125 g.

7.5.3.3 Se lava el tamiz US No. 30 y se introduce con la tapa en un horno de secado a 105°C durante 1 h. se deja enfriar en un desecador, y se pesa con aproximación al 0,1 g.

7.5.3.4 Se toman 500 ml de agua y se ajusta la temperatura a 251C, se adicionan 375 ml de esta agua al vaso de agitación de acero inoxidable y se inicia la agitación a 250 rpm.

7.5.3.5 Se adicionan los 125 g de la muestra triturada al agua en el vaso.

7.5.3.6 En el momento en que la cal empiece a apagarse y comiencen a desintegrarse los terrones, se aumenta lentamente la velocidad de agitación hasta 550 rpm - 600 rpm, Cuando el incremento de temperatura sea de 40°C a 50°C, indica que la muestra se está apagando satisfactoriamente. Se continúa la agitación durante 20 min. Se detiene el agitador y se retira el vaso.

Nota 6: Si durante la agitación, la cal tiende a aglomerarse en las paredes del vaso, debe removerse con ayuda de una varilla de agitación, sin parar la agitación.

7.5.3.7 Se vierte, en pequeñas porciones, la lechada dentro del tamiz US No. 30, previamente tarado, rociando las porciones con agua. Se enjuaga el vaso dentro del tamiz y se leva el residuo sobre el tamiz, con agua corriente. Se remueve el exceso de agua por debajo del tamiz secándolo con una toalla. Se coloca el tamiz dentro del plato y se seca a 105°C durante 1 h; se enfría en el desecador y se pesa.

Nota 7: Algunos tipos de cal que se desintegran completamente en la hidratación, no lo hacen bien cuando ésta se realiza en el laboratorio, bajo las condiciones de este ensayo. Las partículas grandes y blandas de cal hidratada pueden romperse con ayuda de un cepillo de cerda blanda y lavarse a través del tamiz. Las partículas duras no se afectan por este tratamiento. No deben usarse cepillos de cerdas de metal para este propósito. Cualquier partícula adherida al cepillo debe lavarse dentro del tamiz. En este caso, el tamiz US No. 30 de 127 mm o 203,2 mm de diámetro puede servir de sustituto al tamiz de 76,2 mm de diámetro. De ser así, el tamiz y su plato no deben secarse ni tararse; sencillamente se debe recoger y lavar la cantidad de insolubles como se ha descrito; el tamiz y su plato se secan con papel absorbente. Con ayuda del cepillo de cerda blanda se remueve cualquier partícula que se haya pasado a través del tamiz y se coloca dentro del plato. Se transfiere a una cápsula de porcelana, previamente tarada, y se pesa.

7.5.4 Expresión de resultados

Para determinar la cantidad de material insoluble en agua, se utiliza la siguiente expresión:

$$\%\,M = \frac{A}{125} \times 100$$

Donde:

M = Materia insoluble en agua

A = Residuo, en g

125 = Peso de la muestra

8 ROTULACIÓN Y ENVASADO

8.1 Rotulación

8.1.1 La cal viva e hidratada empleadas en el tratamiento de potabilización de aguas deben ser registradas como lo establece la Autoridad Sanitaria competente.

8.1.2 Cada empaque debe marcarse con caracteres indelebles, en lugar visible y en idioma español con la siguiente información:

8.1.2.1 Marca comercial.

8.1.2.2 Peso del contenido, en kg.

8.1.2.3 Composición.

8.1.2.4 Nombre y dirección del fabricante o distribuidor.

8.1.2.5 Número de lote y fecha de producción.

8.1.2.6 Número de identificación Naciones Unidas.

8.1.2.7 Número del registro otorgado por la Autoridad Sanitaria competente.

8.1.2.8 Precauciones en el manejo, uso del producto acciones en caso de intoxicación y derrame.

8.1.2.9 Cualquier otra indicación que establezcan las leyes y reglamentaciones.

8.2 Envasado

8.2.1 La cal viva envasada, bien sea en forma de terrones o molida, se debe enviar en sacos de un material que proteja el producto y lo aisle de la humedad.

8.2.2 La cal hidratada envasada se debe enviar en sacos de papel de pared múltiple, o de otro material que proteja el producto y lo aisle de la humedad.

8.2.3 La cal viva e hidratada pueden enviarse a granel en camiones graneleros.

8.2.4 El peso neto de todo saco enviado no debe diferir con relación al peso registrado en más de un $\pm$ 2,0.

8.2.5 El comprador puede solicitar que los envíos a granel sean acompañados por certificados de peso o pesajes certificados, o también los pesos pueden ser verificados por el comprador en el propio envío.

BIBLIOGRAFÍA

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, AWWA Standard for Quicklime and Hydrated Lime, ANSI/AWWA b202-93, 1998.

ASTM C-25-99 Standard Test Methods for Chemical Analysis of Limestone, Quicklime, and Hydrated Lime.

ASTM 50-94 Standard Practice for Sampling, Inspection, Packing, and Marking of Lime and Limestone Products.

ASTM C 911-99 Standard Specification for Quicklime, Hydrated Lime, and Limestone for Chemical Uses.

Norma Panamericana COPANT 1632:1996 Productos químicos para uso industrial. Cal viva y cal hidratada.

Resolución No. 56-018-98 Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable (Gaceta Nº 36.395 del 13/02/1998).

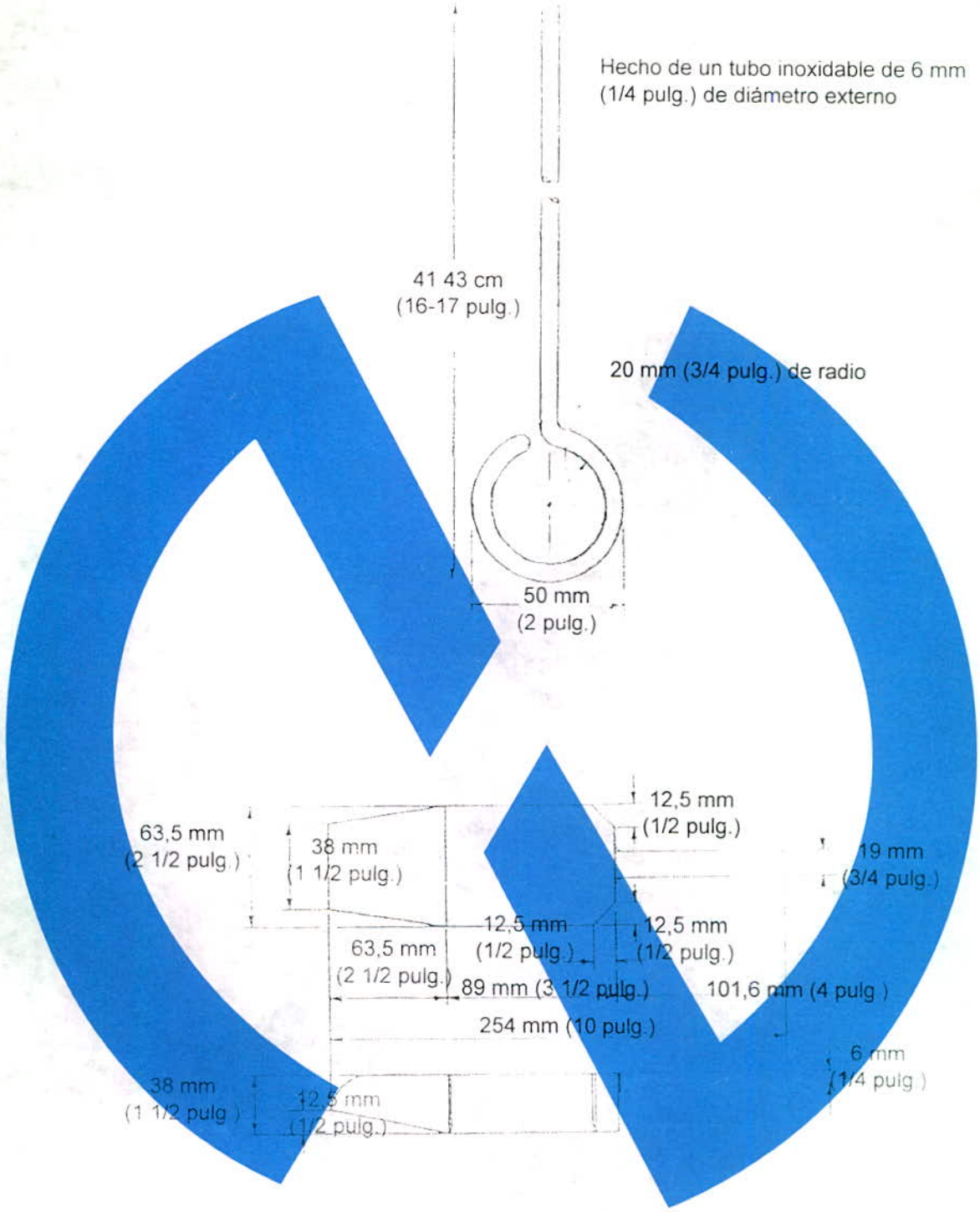


Figura 1. Ensamble del aparato para el ensayo de reactividad

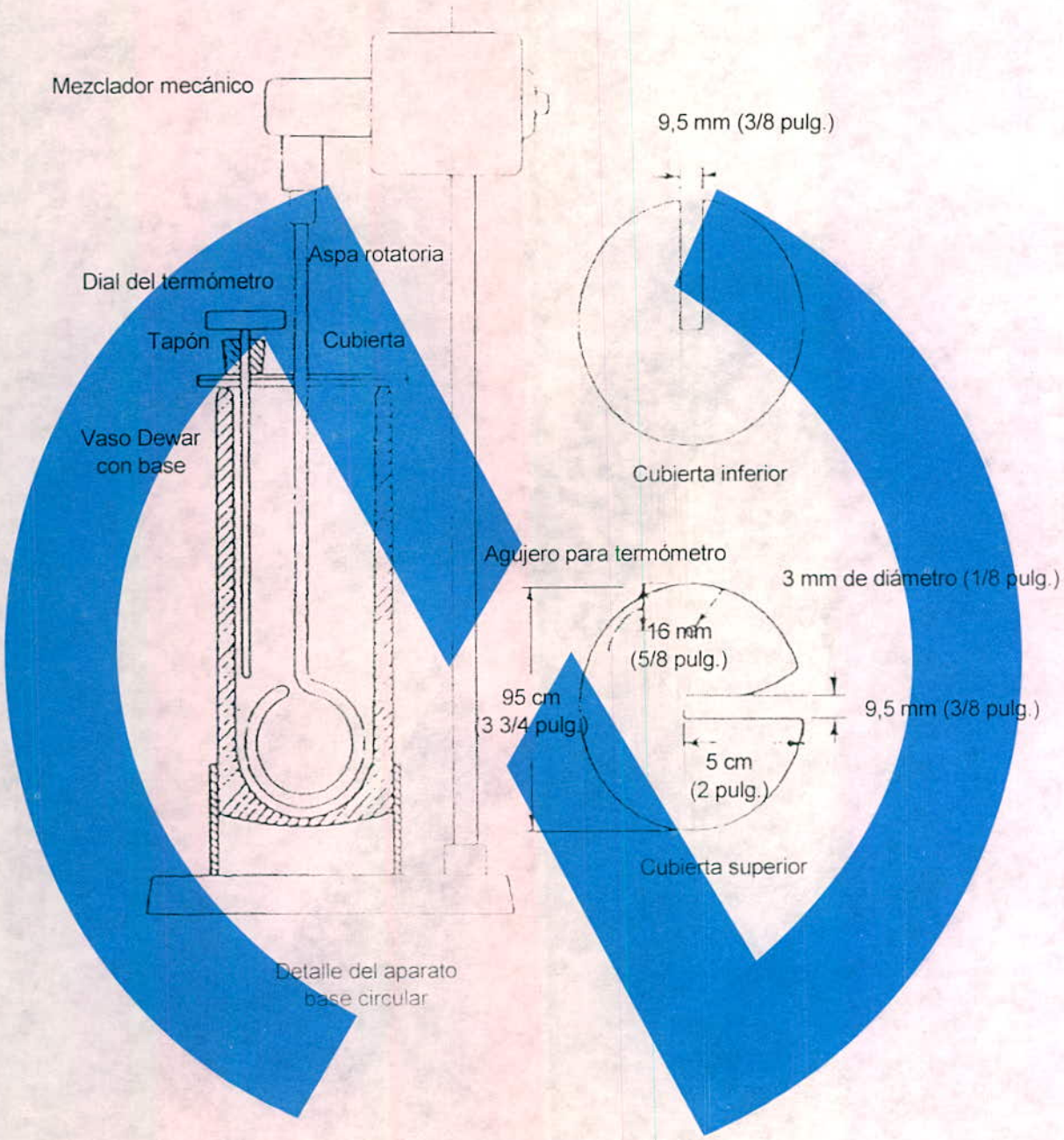


Figura 2. Ensamble del aparato para el ensayo de reactividad

COVENIN
3741:2002

CATEGORÍA
C

FONDONORMA
Av. Andrés Bello Edif. Torre Fondo Común Pisos 11 y 12
Telf. 575.41.11 Fax: 574.13.12
CARACAS

publicación de:

FONDONORMA

I.C.S: 71.100.80

ISBN: 980-06-2968-8

RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS
Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio.

Descriptores: Cal viva, cal hidratada, tratamiento de potabilización de agua, requisito