

**LIBRO: MMP. MÉTODOS DE MUESTREO Y PRUEBA DE MATERIALES**

**PARTE: 4. MATERIALES PARA PAVIMENTOS**

**TÍTULO: 02. Cal para Estabilizaciones**

**CAPÍTULO: 005. Contenido de Óxido de Calcio (CaO) y Óxido de Magnesio (MgO) en la Cal Viva**

**A. CONTENIDO**

Este Manual describe el procedimiento de prueba para determinar los contenidos de óxido de calcio (CaO) y de óxido de magnesio (MgO) en la cal viva a que se refiere la Norma N-CMT-4-03-001, *Cal para Estabilizaciones*, en muestras tomadas conforme al Manual M-MMP-4-02-001, *Muestreo de Cal para Estabilizaciones*.

**B. OBJETIVO DE LA PRUEBA**

Determinar el contenido de óxidos de calcio (CaO) y de magnesio (MgO) presentes en la cal viva empleada en estabilizaciones, aplicando un método químico denominado "titulación", con el que se puede determinar la concentración de una sustancia en particular mediante la adición de un reactivo estandarizado cuya concentración es conocida.

**C. REFERENCIAS**

Este Manual se complementa con la Norma N-CMT-4-03-001, *Cal para Estabilizaciones* y el Manual M-MMP-4-02-001, *Muestreo de Cal para Estabilizaciones*.

**D. INSTALACIONES, EQUIPO Y MATERIALES**

El equipo para la ejecución de la prueba estará en condiciones de operación, calibrado, limpio y completo en todas sus partes. Todos los materiales por emplear serán de calidad, considerando siempre la fecha de su caducidad.

**D.1. INSTALACIONES**

Para la ejecución de la prueba el laboratorio contará con extintores, lavajos, ducha de seguridad, salidas de emergencia, mantas ignífugas y campana extractora de gases con filtro. La temperatura del ambiente en el área del laboratorio donde se ejecute la prueba, de las muestras y del equipo estará entre 20 y 27,5°C, y la humedad relativa no será mayor de 50%.

**D.2. EQUIPO Y MATERIALES**

**D.2.1. Balanzas**

Dos, una con capacidad de 2 000 g y aproximación de 0,1 g y otra analítica con capacidad de 1 000 g y aproximación de 0,001 g.

**D.2.2. Matraces Erlenmeyer**

De vidrio, con tapón de hule, graduados con aproximación de 0,1 mL, en el número y capacidades que se indican a continuación:

- 3, de 250 mL.

- 4, de 500 mL.
- 2, de 1 500 mL.
- 1, de 2 000 mL.

**D.2.3. Probeta graduada**

De vidrio, de al menos 100 mL de capacidad, con aproximación de 0,1 mL y tapón de hule.

**D.2.4. Matracas aforados**

Dos, de vidrio, con capacidad de 250 mL, con aproximación de 0,1 mL y equipado con tapón esmerilado.

**D.2.5. Embudo**

De vidrio, con capacidad de 250 mL.

**D.2.6. Pipetas volumétricas**

Al menos 2, de vidrio, con capacidad de 20 mL y con aproximación de 0,1 mL.

**D.2.7. Bureta graduada**

De vidrio, con capacidad de 50 mL y con aproximación de 0,1 mL.

**D.2.8. Agitador magnético**

Con capacidad mínima de 2 000 g, rango de velocidad continua mínima regulable de 350 a 700 r/min y capaz de generar una temperatura de al menos 110°C.

**D.2.9. Barra magnética**

Para agitación, de al menos 30 mm de longitud y recubierta con politetrafluoroetileno (PTFE).

**D.2.10. Papel filtro**

Tipo cuantitativo, sin cenizas, con velocidad media de filtrado y partículas retenidas de 8  $\mu\text{m}$  o mayores, resistente a los reactivos y soluciones que se utilicen durante la prueba.

**D.2.11. Espátula**

De acero, de tamaño adecuado para poder manipular el material.

**D.2.12. Brocha**

Con las dimensiones y cerdas adecuadas para incorporar los finos de la muestra.

**D.2.13. Reactivos**

De grado reactivo, con la hoja de seguridad del fabricante de cada reactivo que indique las precauciones para su manejo, transporte y almacenamiento, y serán los siguientes:

**D.2.13.1.** Ácido clorhídrico (HCL).

**D.2.13.2.** Hidróxido de potasio (KOH).

**D.2.13.3.** Ácido tetracético etilen diamina (EDTA).

**D.2.13.4.** Trietanolamina (TEA).

**D.2.13.5.** Indicador azul de hidróxinaftol ( $C_{20}H_{11}N_2Na_3O_{11}S_3$ ).

**D.2.13.6.** Calmagita (CMG).

**D.2.13.7.** Cloruro de amonio ( $NH_4Cl$ ).

**D.2.13.8.** Hidróxido de amonio ( $NH_4OH$ ).

#### **D.2.14. Soluciones patrón**

Con la hoja de seguridad del fabricante de cada solución patrón, que indique las precauciones para su manejo, transporte y almacenamiento, y serán las siguientes:

**D.2.14.1.** Calcio, con concentración 1,00 mg/L de Ca.

**D.2.14.2.** Magnesio, con concentración 1,00 mg/L de Mg.

#### **D.2.15. Agua destilada**

Al menos 7 L, libre de impurezas e iones.

#### **D.2.16. Equipo de seguridad**

Para protección personal, como bata, guantes de látex con protección química, mascarilla para polvos (respirador) Tipo N90 y anteojos transparentes resistentes a químicos.

#### **D.2.17. Charola**

De lámina galvanizada, con forma rectangular que permita el cuarteo y secado de la muestra.

#### **D.2.18. Medidor de pH**

Para determinar el potencial de Hidrógeno (pH) con un rango de medición de 0 a 14 en la escala de acidez – alcalinidad y aproximación de 0,1.

#### **D.2.19. Horno eléctrico**

Con ventilación y termostato para mantener una temperatura de  $110 \pm 5^\circ C$ .

#### **D.2.20. Etiquetas autoadheribles**

Que permitan escribir en una de sus caras con un marcador sin que la tinta se corra o borre.

#### **D.2.21. Marcador**

Con tinta indeleble.

#### **D.2.22. Frascos**

Al menos 6, de vidrio, color ámbar con tapa hermética y con capacidad de 1 L.

**D.2.23. Mortero**

Cerámico, con brazo para moler.

**D.2.24. Soporte universal**

Equipado con pinzas para sujetar los matraces, probetas y pipetas u otro equipo de ser necesario.

**D.2.25. Malla N°100**

Fabricada con alambres de bronce o de acero inoxidable, tejidos en forma de cuadrícula, con abertura nominal de 0,15 mm. El tejido estará sostenido mediante un bastidor circular metálico, de lámina de bronce o latón, sujetando la malla rígida y firmemente mediante un sistema de engargolado de metales.

**E. PREPARACIÓN DE SOLUCIONES**

Previo al inicio de la prueba, se preparan las siguientes soluciones que contarán con una etiqueta adherida a un frasco o matraz que identifique el nombre de la solución, los datos de reactividad que informen acerca de los riesgos de su manipulación, así como las fechas de elaboración y de caducidad, de acuerdo con lo indicado a continuación:

**E.1. SOLUCIÓN DE ÁCIDO TETRACÉTICO ETILEN DIAMINA AL 0,4%**

En un matraz Erlenmeyer, se disuelven 4 g de ácido tetracético etilen diamina (EDTA) en 1,0 L de agua destilada y se coloca sobre el agitador magnético, se introduce la barra magnética y se comienza una agitación a una velocidad de 350 a 700 r/min hasta homogenizar la solución, la cual se vierte en un frasco y se tapa. La barra magnética se retira del matraz y se limpia con agua destilada para poder seguir utilizándola durante la prueba.

**E.2. SOLUCIÓN DE HIDRÓXIDO DE POTASIO**

En un matraz Erlenmeyer, se disuelven 56 g de hidróxido de potasio (KOH) en 1,0 L de agua destilada y se coloca sobre el agitador magnético, se introduce la barra magnética y se aplica una agitación a una velocidad de 350 a 700 r/min hasta homogenizar la solución, la cual se vierte en un frasco y se tapa. La barra magnética se retira del matraz y se limpia con agua destilada para seguir utilizándola durante la prueba.

**E.3. SOLUCIÓN AMORTIGUADORA AMONIACAL**

En un matraz Erlenmeyer, se disuelven 67,5 g de cloruro de amonio ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) en 300 mL de agua destilada. A la mezcla se le agregan 570 mL de hidróxido de amonio ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) y 1,0 L de agua destilada. Se coloca el matraz sobre el agitador magnético, se introduce la barra magnética y se aplica una agitación a una velocidad de 350 a 700 r/min hasta homogenizar la solución, posteriormente con la ayuda del medidor de pH se verifica que tenga una lectura estabilizada 10,5, es decir, que no presente variaciones desde la superficie hasta el fondo. Una vez terminada la preparación, se vierte la solución amortiguadora en un frasco y se tapa. La barra magnética se retira del matraz y se limpia con agua destilada para poder seguir utilizándola durante la prueba. Si el pH de la solución no es el indicado, se repite el procedimiento hasta obtener el pH de 10,5.

**E.4. SOLUCIÓN DE ÁCIDO CLORHÍDRICO 1+1**

Debajo de la campana de extracción, se prepara la solución de ácido clorhídrico 1+1 para lo cual en una probeta graduada se disuelven 100 mL de ácido clorhídrico (HCL) en 100 mL de agua destilada, se coloca un tapón de hule y se agita manualmente hasta homogenizar la solución. Una vez terminada la preparación, se vierte la solución en un frasco y se tapa. La probeta se lava con agua destilada para seguir utilizándola durante la prueba.

### E.5. SOLUCIÓN DE ÁCIDO CLORHÍDRICO 1+9

Debajo de la campana de extracción, se prepara la solución de ácido clorhídrico 1+9 para lo cual en una probeta graduada se disuelven 10 mL de ácido clorhídrico (HCL) en 90 mL de agua destilada, se coloca un tapón de hule y se agita manualmente hasta homogenizar la solución. Una vez terminada la preparación de la solución, se vierte en un frasco y se tapa.

### E.6. SOLUCIÓN DE TRIETANOLAMINA

En un matraz Erlenmeyer, se agregan 50 mL de trietanolamina (TEA) y 100 mL de agua destilada, la mezcla se coloca sobre el agitador magnético, se introduce la barra magnética y se comienza una agitación a una velocidad de 350 a 700 r/min hasta homogenizar la solución, la cual se vierte en un frasco y se tapa. Se retira la barra magnética del matraz y se limpia con agua destilada para poder seguir utilizándola durante la prueba.

### E.7. SOLUCIÓN DE CALCIO ESTANDARIZADA

**E.7.1.** Se toman con la pipeta 10 mL de la solución patrón de calcio (Ca) y se vierten en un matraz Erlenmeyer junto con 100 mL de agua destilada y 10 mL de la solución de EDTA a la que se refiere la Fracción E.1. A continuación, se vierten 15 mL de la solución de hidróxido de potasio, a la que se refiere la Fracción E.2. de este Manual.

**E.7.2.** Se coloca un tapón de hule al matraz y se comienza a agitar manualmente hasta homogeneizar la solución, se retira el tapón y utilizando el medidor de pH, se verifica que el pH esté entre 12 y 13. Una vez hecha esta verificación se coloca nuevamente el tapón de hule.

### E.8. SOLUCIÓN DE MAGNESIO ESTANDARIZADA

**E.8.1.** Se toman con la pipeta 10 mL de la solución patrón de magnesio (Mg) y se vierten en un matraz Erlenmeyer junto con 100 mL de agua destilada y 10 mL de la solución amortiguadora amoniacal a la que se refiere la Fracción E.3. de este Manual y se agita manualmente.

**E.8.2.** Utilizando el medidor de pH, se verifica que el contenido del matraz tenga un pH de 10, de lo contrario se desecha y se repite el procedimiento a que se refiere el Inciso anterior hasta que el pH sea el indicado y se agregan de 0,3 a 0,4 g de calmagita (CMG). A continuación, se coloca el matraz sobre el agitador magnético, se introduce la barra magnética y se comienza una agitación a una velocidad de 350 a 700 r/min hasta homogeneizar la solución. Se retira la barra magnética del matraz y se limpia con agua destilada para seguir utilizándola durante la prueba.

## F. DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE TRABAJO DEL ÓXIDO DE CALCIO

**F.1.** En un matraz aforado se vierten 20 mL de la solución de calcio estandarizada a la que se refiere la Fracción E.7. de este Manual, se agregan de 0,2 a 0,3 mg de indicador azul de hidróxinaftol y se agita manualmente hasta homogeneizar la solución.

**F.2.** Se llena la bureta con 50 mL de la solución de EDTA.

**F.3.** Para iniciar la titulación, usando la bureta, se agrega poco a poco la solución de EDTA a la solución contenida en el matraz aforado a que se refiere la Fracción F.1. de este Manual, hasta que se observe una coloración azul claro del líquido contenido en el matraz. El volumen de EDTA que se agregó para lograr el cambio de coloración, se registra como  $T_{c_i}$  en mL, donde  $i$  es el número consecutivo de titulación registrada.

**F.4.** Se repite dos veces más el procedimiento indicado en las Fracciones F.1. a F.3. de este Manual, utilizando un matraz aforado por cada titulación. A continuación, se calcula el promedio del volumen de solución de EDTA utilizada en las 3 titulaciones como se indica en la siguiente fórmula y se registra como  $T_{cp}$ , en mL.

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^3 T_{c_i}}{3}$$

Donde:

$T_{cp}$  = Promedio del volumen de solución de EDTA utilizada en las titulaciones para el factor de trabajo del óxido de calcio, (mL)

$T_{c_i}$  = Volumen de solución de EDTA utilizada en la titulación  $i$  para el factor de trabajo del óxido de calcio (mL)

**F.5.** Se calcula el factor de trabajo del óxido de calcio,  $F_{Ca}$ , mediante la siguiente expresión:

$$F_{Ca} = \frac{10}{T_{cp}}$$

Donde:

$F_{Ca}$  = Factor de trabajo del óxido de calcio, (mg/mL)

$T_{cp}$  = Promedio del volumen de solución de EDTA utilizada en las titulaciones, (mL)

## G. DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE TRABAJO DEL ÓXIDO DE MAGNESIO

**G.1.** En un matraz aforado se vierten 20 mL de la solución de magnesio estandarizada a la que se refiere la Fracción E.8. de este Manual.

**G.2.** A la bureta a que se refiere la Fracción F.2. de este Manual, se le añade más solución de EDTA hasta llegar a la marca de los 50 mL.

**G.3.** Para iniciar la titulación, usando la bureta, se agrega poco a poco la solución de EDTA a la solución contenida en el matraz aforado a que se refiere la Fracción G.1. de este Manual, hasta que se observe un cambio en la coloración del líquido contenido en el matraz, de rojo a azul intenso. El volumen de EDTA que se agregó para lograr el cambio de coloración, se registra como  $Tm_i$  en mL, donde  $i$  es el número consecutivo de titulación registrada.

**G.4.** Se repite dos veces más el procedimiento indicado en las Fracciones G.1. a G.3. de este Manual, utilizando un matraz aforado por cada titulación. A continuación, se calcula el promedio del volumen de solución de EDTA utilizada en las 3 titulaciones como se indica en la siguiente fórmula y se registra como  $Tmp$ , en mL.

$$T_{mp} = \frac{\sum_{i=1}^3 T_{m_i}}{3}$$

Donde:

$T_{mp}$  = Promedio del volumen de solución de EDTA utilizada en las titulaciones para el factor de trabajo del óxido de magnesio, (mL)

$T_{m_i}$  = Volumen de solución de EDTA utilizada en la titulación  $i$  para el factor de trabajo del óxido de magnesio, (mL)

**G.5.** Se calcula el factor de trabajo del óxido de magnesio,  $F_{Mg}$ , mediante la siguiente expresión:

$$F_{Mg} = \frac{10}{T_{mp}}$$

Donde:

$F_{Mg}$  = Factor de trabajo del óxido de magnesio, (mg/mL)

$T_{mp}$  = Promedio del volumen de solución de EDTA utilizada en la titulaciones, (mL)

## H. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

La preparación de la muestra de cal obtenida según lo establecido en el Manual M-MMP-4-02-001, *Muestreo de Cal para Estabilizaciones*, se realiza de la siguiente manera:

- H.1. La muestra de cal que se recibe en el laboratorio puede ser de material granular o pulverizado. Si el material es granular, se toman 50 g, que se muelen hasta pulverizarlos utilizando el mortero cerámico. Si el material ya viene pulverizado, se toma directamente los 50 g.
- H.2. El material tomado como se indica en la Fracción anterior, se criba utilizando la malla N°100 (0,15 mm) y el material que pasa la malla se reduce mediante cuarteo hasta obtener una porción de aproximadamente 1,5 g, para ello, sobre una superficie limpia o una charola y utilizando la espátula se coloca el material formando un cono trunco, el cual se extiende hasta lograr una capa circular de espesor uniforme y se cuarteo dividiéndolo en cuatro partes iguales. El material de dos cuadrantes opuestos se mezcla y se vuelve a cuarteo, repitiendo la operación hasta obtener la porción de 1,5 g. Se tendrá cuidado de distribuir y de no perder material en cada operación de cuarteo, para lo cual se podrá utilizar una brocha.
- H.3. La porción de material se seca en el horno a una temperatura de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  hasta obtener una masa constante.

## I. PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA

### I.1. TITULACIÓN DEL CONTENIDO DE ÓXIDO DE CALCIO

- I.1.1. De la porción de material seco a la que se refiere la Fracción H.3. de este Manual, se obtiene una porción de prueba cuya masa sea de aproximadamente 500 mg la cual se registra como  $W$ , en mg, y se coloca en un matraz Erlenmeyer de 500 mL.
- I.1.2. Se agregan 250 mL de agua destilada y utilizando la pipeta volumétrica, se agregan  $10 \pm 0,5$  mL de la solución de ácido clorhídrico 1+1 a la que se refiere la Fracción E.4. de este Manual procurando que la solución resbale por la pared del matraz.
- I.1.3. Se coloca el matraz sobre el agitador magnético, se introduce la barra magnética y se comienza la agitación a una velocidad de 350 a 700 r/min, de modo que la mezcla no salpique, hasta que el material se ha disuelto, lo cual puede verificarse cuando la solución se torne completamente transparente. Se retira la barra magnética y se limpia con agua destilada para seguir utilizándola durante la prueba, inmediatamente se calienta el matraz con la mezcla usando el agitador magnético a una temperatura entre 100 y  $110^\circ\text{C}$  hasta que no se observen rastros de líquido en la pared del matraz. Se retira el matraz y se deja enfriar a temperatura ambiente por un tiempo de 10 a 15 min para evitar algún choque térmico en el material de vidrio.
- I.1.4. A continuación, usando la pipeta se agregan  $25 \pm 0,5$  mL de la solución de ácido clorhídrico 1+9 a la que se refiere la Fracción E.5. de este Manual y con una probeta se agregan  $100 \pm 5$  mL de agua destilada, aplicando nuevamente calor al matraz con el agitador magnético, a una temperatura entre 100 y  $110^\circ\text{C}$  hasta que inicie la ebullición de la solución. Se retira el matraz y se deja enfriar a temperatura ambiente por un tiempo de 10 a 15 min.

- I.1.5. En otro matraz Erlenmeyer de 500 mL, se coloca el embudo con el papel filtro y se filtra toda la solución obtenida como se indica en el Inciso anterior. El matraz que contenía la solución se enjuaga con un poco de agua destilada que se filtra por el embudo.
- I.1.6. Se toman con una pipeta 20 mL del matraz que contiene la solución filtrada y se vacían en un matraz Erlenmeyer de 500 mL, se adicionan  $150 \pm 2$  mL de agua destilada y con la probeta se agregan 30 mL de solución de hidróxido de potasio a la que se refiere la Fracción E.2. de este Manual, se agita manualmente hasta homogeneizar la solución y utilizando el medidor de pH se verifica que tenga un pH de 12 a 13. Una vez que se verifica que el pH es el correcto, se agregan de 0,2 a 0,3 g del indicador azul de hidroxinaftol hasta que la solución obtenga una coloración rosa.
- I.1.7. Se realiza la titulación agregando con la bureta, la solución de EDTA hasta que se observe que la coloración rosa de la solución contenida en el matraz adquiere un color azul claro. El volumen de la solución EDTA utilizado para la titulación del óxido de calcio se registra como  $V_{Ca}$ , en mL.

## I.2. TITULACIÓN DEL CONTENIDO DE ÓXIDO DE MAGNESIO

- I.2.1. Con una pipeta se toman del matraz que contiene la solución filtrada a que se refiere el Inciso I.1.5 de este Manual, 20 mL y se vierten en un matraz Erlenmeyer de 500 mL, donde se incorporan  $100 \pm 2$  mL de agua destilada y 20 mL de solución amortiguadora amoniacal; se agita manualmente hasta homogeneizar la solución para titulación y se verifica que ésta tenga un pH de 10. Si el pH no es el indicado pudo deberse a un error en la dosificación de la solución para titulación y se repite el procedimiento descrito en este Inciso para obtener el pH referido.
- I.2.2. Se añaden 10 mL de la solución de trietanolamina a la que se refiere la Fracción E.6. de este Manual y 0,4 g de calmagita (CMG) que servirá para que la solución para titulación adquiera una coloración rosa.
- I.2.3. Se realiza la titulación agregando con la bureta la solución de EDTA hasta que se observe que la coloración rosa de la solución de titulación cambie a un color azul claro. El volumen utilizado de la solución EDTA en la titulación se registra como  $V_{Mg}$ , en mL.

## I.3. CÁLCULOS Y RESULTADOS

- I.3.1. Se calcula y reporta el contenido de óxido de calcio (CaO), en %, utilizando la siguiente expresión:

$$CaO = \frac{V_{Ca} \times F_{Ca} \times 1,25}{W} \times 100$$

Donde:

$CaO$  = Contenido de óxido de calcio de la cal viva, (%)

$V_{Ca}$  = Volumen agregado de la solución de EDTA, (mL), al que se refiere el Inciso I.1.7. de este Manual

$F_{Ca}$  = Factor de trabajo del óxido de calcio, calculado como se indica en la Fracción F.5. de este Manual, (mg/mL)

$W$  = Masa de la porción de prueba a la que se refiere el Inciso I.1.1. de este Manual, (mg)



- I.3.2.** Se calcula y reporta el contenido de óxido de magnesio (MgO), en %, utilizando la siguiente expresión:

$$MgO = \frac{[(V_{Mg} - V_{Ca}) \times F_{Mg}] \times 1,25}{W} \times 100$$

Donde:

$MgO$  = Contenido de óxido de magnesio de la cal viva, (%)

$V_{Mg}$  = Volumen agregado de la solución de EDTA, (mL), al que se refiere el Inciso I.2.3. de este Manual

$V_{Ca}$  = Volumen agregado de la solución de EDTA, (mL), al que se refiere el Inciso I.1.7. de este Manual

$F_{Mg}$  = Factor de trabajo del óxido de magnesio, calculado como se indica en la Fracción G.5. de este Manual, (mg/mL)

$W$  = Masa de la porción de prueba a la que se refiere el Inciso I.1.1. de este Manual, (mg)

- I.3.3.** Se calcula y reporta el contenido de óxidos de calcio (CaO) y magnesio (MgO), como la suma del contenido de óxido de calcio más el contenido de óxido de magnesio ( $CaO + MgO$ ), en %.

## J. PRECAUCIONES PARA EVITAR ERRORES

Para evitar errores durante la ejecución de la prueba, se observarán las siguientes precauciones:

- J.1.** Que la prueba se realice en un lugar cerrado, con temperatura y humedad controlada, ventilación indirecta, limpio y libre de corrientes de aire que puedan provocar la contaminación de las muestras y que además cuente con los dispositivos de seguridad indicados en la Fracción D.1. de este Manual.
- J.2.** Que en todo momento el personal utilice el equipo de protección personal, considerando que algunos de los reactivos utilizados durante la prueba requieren de un manejo cuidadoso.
- J.3.** Que las balanzas se encuentren debidamente calibradas y se coloquen sobre una superficie perfectamente horizontal y sin vibraciones al momento de realizar la prueba.
- J.4.** Que los reactivos y las soluciones estén debidamente identificados, colocados en un sitio seguro que evite posibles derrames durante su uso o almacenamiento y que los recipientes que las contengan estén cerrados mientras no sean utilizados.
- J.5.** Que cuando se utilice la misma pipeta o probeta durante la prueba, se encuentre limpia y seca antes de usarla. Igualmente, que la barra magnética, se encuentre limpia y seca antes de utilizarse durante la agitación de las soluciones.
- J.6.** Que el medidor de pH cuente con las calibraciones periódicas que indique el fabricante a fin de garantizar su funcionamiento y se mantenga humedecido siempre en una solución amortiguadora con pH 4 ó 7, o la que recomiende el fabricante.
- J.7.** Que las soluciones a que se refiere la Cláusula E. de este Manual no tengan más de 30 días de elaboración en caso de haber sido preparadas con anticipación.