

**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
2408-86**

**AGUA.
DETERMINACION DE DUREZA
TOTAL Y CALCIO.
METODO VOLUMETRICO.
DETERMINACION DE MAGNESIO
POR CALCULO.**



TRAMITE

COMITE CT10 PRODUCTOS ALIMENTICIOS
PRESIDENTE: DR. GUSTAVO TORO ALAYON
SECRETARIA: LIC. NORMA ARIAS
SUBCOMITE: CT10/SC15 AGUA POTABLE
COORDINADORA: LIC. OMAIRA GUAITA

PARTICIPANTES

ENTIDAD

REPRESENTANTES

MINISTERIO DE SANIDAD Y
ASISTENCIA SOCIAL

GUSTAVO TORO ALAYON

INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE

MARIA VICTORIA AFANADOR
MILAGROS POLANCO
GLADYS DE ANDERSON

LABROQUIM S.R.L.

JOSE MARQUINA

AGUA MINERAL LOS ALPES, TREVI,
APESA, SANTA CLARA, ROYAL

JOSE MARQUINA

UNIVERSIDAD SIMON RODRIGUEZ

OMAIRA RIVERO

INSTITUTO NACIONAL DE OBRAS SANITARIAS

NINOSKA CASTILLO

E.M. INGENIEROS ASOCIADOS

TINA VINCELLI

AMAVENCA

MARY TARAMONA

AGUA MINERAL EL CASTAÑO

SILVIA URBINA

AGUA MINERAL ZENDA

ALEXIA TORRES DE RAMIREZ

FUNDACION CIEPE

LEXOR ROBLES

CAMARA VENEZOLANA DE LA INDUSTRIA
DE ALIMENTOS (CAVIDEA)

MANUEL COLS PAEZ

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

- FACULTAD DE FARMACIA

PANNY DE PADILLA

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CRIA

MARISOL CASTILLO

UNIVERSIDAD SIMON BOLIVAR
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

JOSE LUIS VIDAURRETA
ANTONIO VAN GRIEKEN

DISCUSION PUBLICA

FECHA DE ENVIO: 17-03-86

DURACION: 45 DIAS

FECHA DE APROBACION POR EL COMITE: 06-11-86

FECHA DE APROBACION POR LA COVENIN: 09-12-86

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
SECRETARIA: LIC. MARIA
ALFONSO GONZALEZ
CARRERA DE INGENIERIA

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
SECRETARIA: LIC. MARIA
ALFONSO GONZALEZ

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
SECRETARIA: LIC. MARIA
ALFONSO GONZALEZ

DETERMINACION DE DUREZA TOTAL Y
CALCIO. METODO VOLUMETRICO.
DETERMINACION DE MAGNESIO POR CALCULO

1 NORMAS COVENIN A CONSULTAR

COVENIN 10:XIII-010 Agua. Método para la toma de muestras.

COVENIN 254-77 Cedazos de ensayo.

2 OBJETO

Esta norma contempla el método para la determinación de dureza total y calcio en agua por titulación con ácido etilendiaminetetracético (EDTA).

3 DETERMINACION DE CALCIO

3.1 RESUMEN DEL ENSAYO

Quando el EDTA (ácido etilendiaminetetracético o sus sales) se agrega a aguas que contengan calcio y magnesio, se combina primero con el calcio. El calcio puede ser determinado directamente, usando EDTA, cuando se alcanza un pH lo suficientemente alto tal que el magnesio precipite en gran parte como hidróxido usando un indicador que se combine con el calcio únicamente.

3.2 EQUIPO

3.2.1 Balanza analítica, con precisión de 0,1 mg.

3.2.2 Material de vidrio de uso común en el laboratorio.

3.2.3 Mortero.

3.3 REACTIVOS

Todos los reactivos deberán ser de grado analítico y las soluciones deberán prepararse con agua destilada, deionizada, con una conductancia específica entre 0,5 a 5 micromhos-cm máximo.

3.3.1 Solución de hidróxido de sodio 1 N.

3.3.2 Cloruro de sodio, NaCl.

3.3.3 Solución de hidróxido de sodio 8 N.

3.3.4 Etilendiamino tetracetato disódico dihidratado (EDTA). $\text{Na}_2\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4\text{N}_2\text{H}_2\text{O}_2$

3.3.5 Carbonato de calcio anhidro (CaCO₃), en polvo, estándar primario, o reactivo especial con contenido bajo en metales pesados, álcalis y magnesio.

3.3.6 Solución de ácido clorhídrico 1 + 1.

3.3.7 Solución de hidróxido de amonio 3 N.

3.3.8 Solución patrón de calcio

Se pesa 1,000 g de carbonato de calcio anhidro, el cual ha sido previamente secado en una estufa a 105°C - 110°C hasta peso constante. Se trasvasa a un matraz Erlenmeyer de 500 ml, se coloca un embudo en el cuello del matraz y se agrega poco a poco solución de ácido clorhídrico 1 + 1 hasta que se disuelva todo el carbonato de calcio. Se agregan 200 ml de agua destilada y se hierve por algunos minutos para eliminar el CO₂. Se enfría, se agregan algunas gotas de indicador de rojo de metilo y se ajusta al color naranja intermedio agregándole solución de hidróxido de amonio 3N o solución de ácido clorhídrico 1 + 1, según se requiera. Se transfiere cuantitativamente a un matraz volumétrico de 1l y se lleva a volumen con agua destilada. Esta solución patrón es equivalente a 1,00 mg CaCO₃/1,00 ml.

3.3.9 Solución valorada de EDTA. 0.01 M

Se pesan 3,723 g de EDTA, se disuelve en agua destilada, se diluye a un litro y se valora con la solución patrón de calcio. Debe almacenarse preferiblemente en botellas de polietileno o de vidrio borosilicato. La solución valorada de EDTA, exactamente 0,0100 M, es equivalente a 400,8 μg Ca/1,00 ml. Se valora periódicamente la solución para corregir el factor.

3.3.10 Indicadores

Se pueden utilizar los siguientes:

3.3.10.1 Murexida (purpurato de amonio).

Este indicador cambia de rosa a púrpura en el punto final. Se prepara disolviendo 150 mg del colorante en 100 g de etilenglicol absoluto. Una mezcla sólida del colorante en polvo y cloruro de sodio, proporciona una forma estable del indicador. Esta se prepara mezclando 200 mg de murexida con 100 g de NaCl sólido y se pulveriza la mezcla hasta una granulometría entre 0.42 mm (tamiz COVENIN No. 40) y 0.297 mm (tamiz COVENIN No. 50). Se titula inmediatamente, después de agregar el indicador debido a que este es inestable en condiciones alcalinas. Para facilitar el reconocimiento del punto final, se prepara un blanco que contenga 2 ml de solución de hidróxido de sodio, 0,2 g de la mezcla sólida del indicador (ó 1 a 2 gotas si se utiliza como solución) y solución valorada de EDTA en cantidad suficiente (0,05 a 0,10 ml) para producir un color fijo.

NOTA: La solución acuosa del colorante no es estable por más de un día.

3.3.10.2 Eriocromo azul negro R

Para preparar una forma estable del indicador, se trituran juntos en un mortero, 200 mg del colorante en polvo y 100 g de cloruro de sodio sólido, hasta obtener una granulometría de 0.42 mm (tamiz COVENIN No. 40) a 0,297 mm (tamiz COVENIN No.

50). Se almacena en un frasco herméticamente cerrado. Se utilizan 0,2 g de la mezcla sólida para la valoración siguiendo el mismo procedimiento que para el indicador murexida (3.3.10.1). Durante la valoración, el color cambia de rojo a púrpura, luego a azul púrpura y a azul puro sin trazas de tinte rojizo o púrpura. El pH de algunas aguas (no todas) debe ser elevado a 14 (más que a 12 ó 13) usando solución de hidróxido de sodio 8N para obtener un buen cambio de color.

3.4 CONDICIONES DE ENSAYO

3.4.1 Interferencias

Bajo las condiciones de este ensayo, las concentraciones de iones que se indican a continuación, no causan interferencia con la determinación de la dureza cálcica: cobre, 2 mg/l; hierro ferroso, 20 mg/l; hierro férrico, 20 mg/l; manganeso, 10 mg/l; zinc, 5 mg/l; plomo, 5 mg/l; aluminio, 5 mg/l; estaño, 5 mg/l. El ortofosfato precipitará al calcio al pH del ensayo.

El estroncio y el bario interfieren con la determinación de calcio y la alcalinidad, cuando se encuentra en niveles superiores a 300 mg/l, puede causar un punto final confuso con aguas duras.

3.5 PROCEDIMIENTO

3.5.1 Preparación de la muestra

3.5.1.1 Debido al elevado pH usado en este procedimiento, debe titularse inmediatamente después de la adición del álcali y el indicador.

3.5.1.2 Debe usarse 50 ml de muestra o una porción más pequeña diluida a 50 ml, de modo que el contenido de calcio sea alrededor de 5 a 10 mg.

3.5.1.3 Para el análisis de aguas duras con alcalinidad superior a 300 mg/l de carbonato de calcio (CaCO_3), se toma una porción más pequeña y se diluye a 50 ml, o se neutraliza la alcalinidad con ácido, se hierve por 1 minuto y se enfría antes de comenzar la titulación.

3.5.2 Titulación

3.5.2.1 Se agregan 2,0 ml de solución de hidróxido de sodio 1 N o un volumen suficiente para producir un pH de 12 a 13. Se agita. Se agrega 0,1 a 0,2 g de la mezcla del indicador seleccionado (ó 1 a 2 gotas si se usa como solución).

3.5.2.2 Se agrega lentamente solución valorada de EDTA 0,01 M, agitando continuamente hasta lograr el punto final. Cuando se use murexida, debe verificarse el punto final añadiendo 1 ó 2 gotas en exceso de solución valorada, para asegurarse que no ocurrirá un cambio de color posterior.

3.6 EXPRESION DE RESULTADOS

3.6.1 Calcio

El contenido de calcio en la muestra se expresa en miligramos por **litro** y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\text{mg/l de Ca} = \frac{A \times B \times 400,8}{\text{ml muestra}}$$

3.6.2 Dureza cálcica

La dureza cálcica de la muestra se expresa como miligramos por litro de carbonato de calcio (CaCO_3) y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\text{Dureza cálcica como mg/l de CaCO}_3 = \frac{A \times B \times 1000}{\text{ml muestra}}$$

Donde:

A = Volumen de solución valorada para titular la muestra. en ml.

B = Miligramos de CaCO_3 equivalentes a 1,00 ml de solución valorada de EDTA.

3.7 INFORME

3.7.1 El informe del ensayo deberá indicar como mínimo la siguiente información:

3.7.1.1 Ensayo realizado según la presente norma.

3.7.1.2 Fecha en la cual se realizó el ensayo.

3.7.1.3 Identificación de la muestra.

3.7.1.4 Resultados del ensayo.

3.7.1.5 Observaciones.

4 DETERMINACION DE DUREZA TOTAL

4.1 PRINCIPIO DEL ENSAYO

El ácido etilendiaminotetracético y sus sales sódicas (EDTA) forma un complejo soluble (quelato) cuando se agrega a una solución de ciertos cationes metálicos. Si se agrega una pequeña cantidad de un colorante, tal como Negro de eriocromo T o calmagita, a una solución acuosa que contenga iones calcio y magnesio a un pH de $10,0 \pm 0,1$. la solución se torna rojo vino. Si se agrega EDTA como un titulante este acomplejará el calcio y el magnesio y cuando todo el magnesio y el calcio estén acomplejados la solución cambiará de color rojo vino a azul, indicando el punto final de la titulación. El ion magnesio debe estar presente para obtener un punto final satisfactorio. Una pequeña cantidad de sal de magnesio de EDTA, complejométricamente neutra es añadida a la solución tampón; este paso introduce automáticamente suficiente magnesio, obviando al mismo tiempo la corrección del blanco.

4.2 EQUIPO

Véase 3.2.

4.3 REACTIVOS

Todos los reactivos deberán ser de grado analítico y las soluciones deberán prepararse con agua destilada, deionizada, con una conductancia específica entre 0.5 a 5 micromhos-cm máximo.

4.3.1 Cloruro de amonio (NH_4Cl).

4.3.2 Hidróxido de amonio concentrado (NH_4OH).

4.3.3 Etilendiamino tetracetato dimagnésico

Puede utilizarse la sal disódica del ácido etilendiaminotetracético dihidratado y sulfato de magnesio heptahidratado ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) o cloruro de magnesio hexahidratado ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$).

4.3.4 Solución tampón

4.3.4.1 Se disuelve 16,9 g de cloruro de amonio en 143 ml de hidróxido de amonio concentrado. Se le agrega 1.25 g de sal de magnesio de EDTA y se diluye a 250 ml con agua destilada.

4.3.4.2 Si no se dispone de la sal de magnesio de EDTA, se disuelve 1,179 g de sal disódica del ácido etilendiaminotetracético dihidratado y 780 mg de sulfato de magnesio heptahidratado ó 644 mg de cloruro de magnesio hexahidratado en 50 ml de agua destilada. Se agrega esta solución a 16,9 g de cloruro de amonio y 143 ml de hidróxido de amonio concentrado, con agitación y se diluye a 250 ml con agua destilada. Para alcanzar la mayor exactitud, se ajusta a la equivalencia exacta agregando una pequeña cantidad de EDTA o sulfato de magnesio (MgSO_4) o cloruro de magnesio (MgCl_2).

4.3.4.2.1 La solución 4.3.4.1 ó 4.3.4.2 se conserva en un recipiente plástico o de vidrio resistente por no más de 1 mes. Se tapa cuidadosamente para evitar la pérdida de amoniaco (NH_3) o absorción de dióxido de carbono (CO_2). La solución tampón debe dispensarse mediante una pipeta operada con un bulbo. Esta solución debe descartarse cuando al agregar 1 ó 2 ml a la muestra no se alcanza un pH de $10,0 \pm 0,1$ en el punto final de la titulación.

4.3.4.3 Existen en el comercio soluciones tampón inodoras que constituyen alternativas. Ellas contienen la sal de magnesio de EDTA y tienen la ventaja de ser inodoras y más estables que la solución tampón de la solución $\text{NH}_4\text{Cl}-\text{NH}_4\text{OH}$. Ellas generalmente no proporcionan un punto final tan bueno como el de la solución $\text{NH}_4\text{Cl}-\text{NH}_4\text{OH}$ debido a reacciones más lentas. Para preparar una de estas soluciones se mezcla 55 ml de ácido clorhídrico concentrado con 400 ml de agua destilada y luego, lentamente y con agitación se agregan 300 ml de 2 - aminoetanol (libre de aluminio y metales pesados). Se agregan 5,0 g de sal de magnesio de EDTA y se diluye a 1 l con agua destilada.

4.3.5 Agentes formadores de complejos

Para la mayor parte de las aguas estos agentes no son necesarios. Ocasionalmente, el agua contiene iones interferentes que requieren la adición de un agente formador de complejos apropiado para lograr un cambio de color definido en el punto final. Son satisfactorios los siguientes:

4.3.5.1 Inhibidor I Se ajustan las muestras ácidas a pH 6 o mayor con solución tampón o solución de hidróxido de sodio 0.1 N. Se agregan 250 mg de cianuro de sodio (NaCN) en polvo a la muestra. Se agrega solución tampón en cantidad suficiente para ajustar el pH a 10.0 ± 0.1 (PRECAUCIÓN: el cianuro de sodio, NaCN, es extremadamente tóxico. Deben tomarse precauciones adicionales al usarlo. Las soluciones que contengan este inhibidor deben descartarse por el drenaje con grandes cantidades de agua luego de asegurarse que no hay ácido presente para evitar la formación de cianuro de hidrógeno volátil, que es venenoso).

4.3.5.2 Inhibidor II. Se disuelven 5.0 g de sulfuro de sodio nohidratado ($\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$) ó 3.7 g de $\text{Na}_2\text{S} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ en 100 ml de agua destilada. Se debe evitar la entrada de aire con un tapón de goma bien ajustado. Este inhibidor se deteriora por la oxidación con aire. Produce un precipitado de sulfuro que oscurece el punto final cuando están presentes concentraciones apreciables de metales pesados. Se usa 1 ml en la titulación de la muestra.

4.3.5.3 Sal de magnesio del ácido 1,2 - ciclo hexanodiaminotetracético (Mg EDTA). Se agregan 250 mg por 100 ml de muestra y se disuelve completamente antes de agregar la solución tampón. Este agente formador de complejos se utiliza para evitar el uso de inhibidores tóxicos u olorosos cuando se encuentran presentes sustancias interferentes en concentraciones que afecten el punto final pero que no contribuyen significativamente al valor de dureza. Existen preparaciones comerciales que incorporan una solución tampón y un agente formador de complejos. Tales mezclas deben mantener un pH de 10.0 ± 0.1 durante la titulación y dar un punto final definido cuando se titula la muestra.

4.3.6 Indicadores

Se pueden utilizar los siguientes indicadores:

4.3.6.1 Negro de eriocromo T (sal sódica del ácido 1 - (1 - hidroxí - 2 naftil-azo) - 5 - nitro - 2 - naftol - 4 - sulfónico; No. 203 en el Índice de Color. Se disuelven 0.5 g del colorante en 100 g de 2,2', 2'' - nitrilotriietanol (trietanolamina) ó 2 - metoximetanol (llamado etilen glicol monometil éter). Se agregan 2 gotas por 50 ml de solución a ser titulada. Se ajusta el volumen si es necesario. Este indicador puede utilizarse en forma de polvo, agregando 0.5 g del indicador en 100 g de cloruro de sodio.

4.3.6.2 Calmagita: ácido 1 - (1 - hidroxí - 4 - metil - 2 - fenil-azo) - 2 naftol - 4 - sulfónico). Este es estable en solución acuosa y produce el mismo cambio de color que el negro de eriocromo T, con un punto final más definido. Se disuelve 0.10 g de Calmagita en 100 ml de agua destilada. Se utiliza 1 ml por 50 ml de solución a ser titulada. Se ajusta el volumen si es necesario.

4.3.6.3 A nivel comercial existen mezclas secas preparadas de estos indicadores y una sal inerte. Si el cambio de color del punto final de estos indicadores no es definido, generalmente significa que se requiere el uso de un agente formador de complejos apropiado. Si el inhibidor de NaCN no define el punto final, probablemente el indicador es el responsable.

4.3.7 Solución valorada de EDTA, 0.01 M. Véase 3.3.9. Se almacena en botellas de polietileno preferiblemente o de vidrio borosilicato. Se valora periódicamente la solución para corregir el factor.

4.3.8 Solución de hidróxido de sodio 0.1 N

4.4 CONDICIONES DE ENSAYO

4.4.1 Interferencias

4.4.1.1 Algunos iones metálicos interfieren porque ocasionan pérdida gradual del color o puntos finales indefinidos o por consumo estequiométrico de EDTA. Esta interferencia se reduce agregando ciertos inhibidores antes de la titulación.

4.4.1.2 La adición de sal de magnesio del ácido 1,2 - ciclo hexanodiaminotetracético (Mg EDTA) que no es un inhibidor, permite titular todos los cationes polivalentes que aparecen en la tabla 1, pero da valores de dureza erróneamente altos en proporción a la concentración de tales cationes. Debido a que este es un agente no tóxico formador de complejos, es el seleccionado si se sabe que las interferencias son tan bajas que su titulación no representará una adición significativa a la dureza. Cuando los cationes indicados están presentes en concentraciones significativas, deben usarse los inhibidores que aparecen en la Tabla 1. Los datos que aparecen en dicha tabla serán una guía general solamente y se basan en el uso de una muestra de 25 ml diluida a 50 ml.

4.4.1.3 La materia orgánica suspendida o coloidal también puede interferir con el punto final. Esta interferencia se elimina evaporando la muestra a sequedad en un baño de vapor y calentándola en una mufla a 550°C hasta que la materia orgánica esté completamente oxidada. Se disuelve el residuo en 20 ml de solución de ácido clorhídrico 1 N, se neutraliza a pH 7 con solución de hidróxido de sodio 1 N y se lleva a volumen de 50 ml con agua destilada, se enfría a temperatura ambiente y se continúa de acuerdo al procedimiento general.

4.4.2 Precauciones a seguir para la titulación

4.4.2.1 La titulación debe efectuarse a temperatura ambiente. El cambio de color se hace lento cuando la muestra se aproxima a la temperatura de congelación. La descomposición del indicador se convierte en un problema en agua caliente.

4.4.2.2 El pH especificado puede producir la precipitación de CaCO_3 . Aunque la solución titulante redissuelve lentamente tales precipitados, un punto final inestable dará a menudo resultados bajos. Completar la titulación en 5 min minimiza la tendencia del CaCO_3 a precipitar. Los siguientes métodos también reducen la pérdida por precipitación.

a) Se diluye la muestra con agua destilada para reducir la concentración de CaCO_3 . Esta modificación ha sido incorporada al procedimiento. Si la precipitación ocurre a una dilución de 1 + 1, debe usarse la modificación b) o c). El uso de una muestra demasiado pequeña, contribuye a que se produzca un error sistemático debido al error de lectura de la bureta.

b) Si la dureza aproximada se conoce o ha sido determinada por una titulación preliminar, se agrega 90% o más del titulante a la muestra antes de ajustar el pH con solución tampón.

c) Se determina la alcalinidad, se acidifica la muestra con la misma cantidad de ácido y se agita por 2 min para eliminar el CO_2 antes de ajustar el pH.

4.5 PROCEDIMIENTO

4.5.1 Titulación de la muestra

4.5.1.1 Se selecciona un volumen de muestra que requiera menos de 15 ml de solución valorada de EDTA 0.01 M (3.3.9) y se completa la titulación en 5 min, medidos desde el momento en que se agrega la solución tampón.

4.5.1.2 Se diluyen 25 ml de muestra a alrededor de 50 ml con agua destilada en un matraz Erlenmeyer. Se agrega 1 a 2 ml de solución tampón (4.3.4). Generalmente 1 ml será suficiente para dar un pH de 10,0 a 10,1. La ausencia de un cambio de color definido en el punto final de la titulación, generalmente significa que debe agregarse un inhibidor en este punto del procedimiento (véase 4.3.5) o que el indicador está deteriorado.

4.5.1.3 Se agrega 1 a 2 gotas de solución indicadora (4.3.6) o una cantidad adecuada del indicador en polvo (4.3.6). Se agrega solución valorada de EDTA 0,01 M (3.3.9) lentamente, con agitación continua, hasta que el último tinte rojizo desaparezca de la solución. Se agregan las últimas pocas gotas a intervalos de 3s a 5s. En el punto final la solución normalmente es azul. Se recomienda trabajar con luz solar o con lámpara fluorescente, debido a que la luz incandescente ordinaria tiende a producir un tinte rojizo en el azul del punto final.

4.5.1.4 Si se dispone de suficiente muestra y no hay interferencias, se puede mejorar la exactitud incrementando el tamaño de la muestra como se describe en 4.5.2.

4.5.2 Muestras de dureza baja

4.5.2.1 Para efluentes de intercambiadores de iones u otras aguas suavizadas y para aguas naturales de dureza baja (menos de 5 mg/l), se toma una muestra más grande, 100 a 1000 ml, para titularla y agregarle proporcionalmente cantidades mayores de solución tampón, inhibidor e indicador.

4.5.2.2 Se agrega lentamente la solución valorada de EDTA, desde una microbureta y se corre un blanco, usando agua bidestilada, destilada o deionizada, de igual volumen que la muestra, al cual se le agregan cantidades idénticas de solución tampón, inhibidor e indicador. Se resta el volumen de EDTA usado para el blanco del volumen de EDTA usado para la muestra.

4.6 EXPRESION DE RESULTADOS

La dureza total (EDTA) se expresa como miligramos de CaCO_3 por litro y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\text{Dureza (EDTA)} \\ \text{como mg CaCO}_3/\text{l} = \frac{A \times B \times 1000}{\text{ml muestra}}$$

Donde:

A = Volumen de solución valorada de EDTA para titular la muestra, en ml.

B = mg CaCO_3 equivalente a 1.00 ml de solución valorada de EDTA.

véase 3.7

TARLA 1. Concentraciones máximas de interferencias permisibles con varios inhibidores*

| Sustancia interferente | Concentración máxima de la interferencia, mg/l | |
|-------------------------------|--|--------------|
| | Inhibidor I | Inhibidor II |
| Aluminio | 20 | 20 |
| Bario | + | + |
| Cadmio | + | 20 |
| Cobalto | más de 20 | 0,3 |
| Cobre | más de 30 | 20 |
| Hierro | más de 30 | 5 |
| Plomo | + | 20 |
| Manganeso (Mn ⁺²) | + | 1 |
| Niquel | más de 20 | 0,3 |
| Estroncio | + | + |
| Zinc | + | 200 |
| Polifosfatos | | 10 |

* Basado en muestra de 25 ml diluida a 50 ml.

+ Titulado como dureza.

5 DETERMINACION DE MAGNESIO POR CALCULO

5.1 El magnesio puede estimarse como la diferencia entre la dureza y el calcio, como CaCO₃, si los metales interferentes están presentes en concentraciones que no interfieran en la titulación del calcio (3.4.1) y si se usan inhibidores adecuados para la titulación de dureza (4).

$$\text{mg/l de Mg} = \text{Dureza total} - \text{Dureza cálcica} \times 0,244$$

(como mg CaCO₃/l) (como mg CaCO₃/l)

BIBLIOGRAFIA

APHA - AWWA - WPCF. 1980. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association. American Water Works Association. Water Pollution Control Federation. 15 th Edition, Washington DC. Sección 311C, 314B, P. 191-199.

681
(118)

UNIVERSITY OF CALIFORNIA
LIBRARY

COVENIN
2408-86

CATEGORIA
C

**COMISION VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES
MINISTERIO DE FOMENTO**

Av. Andrés Bello Edif. Torre Fondo Común Pisos 11 y 12

Telf. 575. 41. 11 Fax: 574. 13. 12

CARACAS

publicación de:



CDU : 628.1 : 543.3 :
546.41

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

ISBN 980 - 06 - 0085 - X
