



**ESQUEMA 2  
DE NORMA IRAM 22452**

**Yeso para uso agrícola**

Gypsum for agricultural use

**LAS OBSERVACIONES DEBEN  
ENVIARSE CON EL FORMULARIO DE LA  
ETAPA DE DISCUSIÓN PÚBLICA**



## **Prefacio**

El Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM) es una asociación civil sin fines de lucro cuyas finalidades específicas, en su carácter de Organismo Argentino de Normalización, son establecer normas técnicas, sin limitaciones en los ámbitos que abarquen, además de propender al conocimiento y la aplicación de la normalización como base de la calidad, promoviendo las actividades de certificación de productos y de sistemas de la calidad en las empresas para brindar seguridad al consumidor.

IRAM es el representante de la Argentina en la International Organization for Standardization (ISO), en la Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT) y en la Asociación MERCOSUR de Normalización (AMN).

Esta norma IRAM es el fruto del consenso técnico entre los diversos sectores involucrados, los que a través de sus representantes han intervenido en los Organismos de Estudio de Normas correspondientes.

## Índice

	Página
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN .....	5
2 DOCUMENTOS NORMATIVOS PARA CONSULTA.....	5
3 DEFINICIÓN.....	6
4 CLASIFICACIÓN.....	6
5 REQUISITOS .....	6
6 MUESTREO.....	7
7 MÉTODOS DE ENSAYO .....	7
8 MARCADO, ROTULADO Y EMBALAJE .....	15
Anexo A (Normativo) Determinación del contenido de óxido de aluminio a partir de la cantidad de fósforo, hierro, manganeso y titanio .....	16
Anexo B (Informativo) Bibliografía .....	25
Anexo C (Informativo) Integrantes del organismo de estudio.....	26

# Yeso para uso agrícola

## 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos y métodos de ensayo del yeso para uso agrícola, que se emplea como fertilizante y enmienda de los suelos.

## 2 DOCUMENTOS NORMATIVOS PARA CONSULTA

Los documentos normativos siguientes contienen disposiciones, las cuales, mediante su cita en el texto, se transforman en disposiciones válidas para la aplicación de la presente norma IRAM. Las ediciones indicadas son las vigentes en el momento de esta publicación. Todo documento es susceptible de ser revisado y las partes que realicen acuerdos basados en esta norma se deben esforzar para buscar la posibilidad de aplicar sus ediciones más recientes.

Los organismos internacionales de normalización y el IRAM, mantienen registros actualizados de sus normas.

IRAM 1505:2003 Agregados. Análisis granulométrico.

IRAM 1611:1969 - Yeso cocido en polvo. Muestreo.

IRAM 21301:1990 - Drogas para análisis. Ácido sulfúrico.

IRAM 21302:1990 - Drogas para análisis. Ácido clorhídrico.

IRAM 21306:1994 - Drogas para análisis. Ácido nítrico.

IRAM 21312:1981 - Drogas para análisis. Soluciones valoradas.

IRAM 21317:1966 - Soluciones de indicadores.

IRAM 21322:1982 - Drogas para análisis. Agua para análisis.

IRAM 21328:1983 - Drogas para análisis. Nitrato de amonio.

IRAM 21330:1983 - Drogas para análisis. Cloruro de amonio.

IRAM 21331:1984 - Drogas para análisis. Hidróxido de amonio.

IRAM 21336:1984 - Drogas para análisis. Hidróxido de sodio

IRAM 21372:1985 - Drogas para análisis. Cromato de potasio.

IRAM 21342:1984 - Drogas para análisis. Nitrato de plata ( $\text{Ag NO}_3$ ).

IRAM 21424:1981 - Drogas para análisis. Oxalato de amonio monohidratado.

IRAM-AQA AA 91004:1989 - Artículos de vidrio para laboratorio. Erlenmeyers.

IRAM-AQA AA 91005:1989 - Artículos de vidrio para laboratorio. Embudos.

IRAM-AQA AA 91006:1990 - Artículos de vidrio para laboratorio. Tubos de ensayo.

IRAM-AQA AA 91007:1991 - Artículos de vidrio para laboratorio. Vidrios de reloj.

IRAM-AQA AA 91008:1988 - Artículos de vidrio para laboratorio. Vasos de precipitación.

IRAM-AQA AA 91022:1990 - Artículos de vidrio para laboratorios. Buretas.

IRAM-AQA AA 91024:1989 - Artículos de vidrio para laboratorio. Matraces aforados.

IRAM 1501-2/NM-ISO 565:2002 - Tamices de ensayo. Tamaños nominales de abertura.

### 3 DEFINICIÓN

Para los fines de la presente norma IRAM se aplica la definición siguiente:

**yeso para uso agrícola.** Es el constituido por sulfato de calcio dihidratado natural que se emplea como enmienda agrícola de suelos y fertilizante en forma de sólido granulado, pelletizado o en polvo.

### 4 CLASIFICACIÓN

El yeso para uso agrícola se clasifica en:

**Tabla 1 – Requisitos químicos para el yeso dihidratado (Y)**

Requisito	Unidad	Tipo I	Tipo II	Método de ensayo
CaSO <sub>4</sub> . 2H <sub>2</sub> O	g/100 g	≥ 90	85 < Y < 90	7.6
NaCl, máx.	g/100 g	0, 5	0,5	7.5

**5.2 Contenido de hierro y aluminio.** El contenido de óxidos de hierro III y de óxido de aluminio determinados según 7.4 debe ser, como máximo, el declarado por el fabricante

**5.3 Contenido de cloruro de sodio.** El contenido de cloruro de sodio, determinado según 7.5, debe ser, como máximo, 0,5 g / 100 g.

**5.4 Impurezas.** El producto deberá cumplir, en cuanto a impurezas, con lo establecido en la Ley Nº 24051 de Residuos Peligrosos en la que se indican los niveles guía de calidad de suelos para una serie de constituyentes considerados peligrosos, como por ejemplo, Sb, As, Ba, Be, Cd, Cu, Co, Cr, Sn, Hg, Ni, Ag, Pb, Se, Te, y V, u

### Dihidratado:

**Tipo I:** Con un contenido de sulfato de calcio dihidratado de 90 g /100 g, como mínimo.

**Tipo II:** Con un contenido de sulfato de calcio dihidratado mayor o igual que 85 g /100 g pero menor que 90 g/100 g.

NOTA: Estos valores son todos equivalentes en contenido de sulfato de calcio.

### 5 REQUISITOS

#### 5.1 Requisitos químicos

El yeso para uso agrícola, debe cumplir con los requisitos químicos que se indican en la tabla siguiente:

otros valores que se establezcan en las disposiciones legales vigentes. Las determinaciones se deben realizar según lo indicado en la misma ley.

#### 5.5 Requisitos físicos

**5.5.1 Agua libre.** El yeso para uso agrícola debe contener, como máximo, 1 g/100 g de agua libre, como máximo, determinada según 7.1.

**5.5.2 Granulometría.** El yeso para uso agrícola debe cumplir con la granulometría siguiente:

- a) sólido granulado y pelletizado

Abertura del tamiz IRAM	Lo que pasa (g/100 g)	Retenido acumulado (g/100 g)	Método de ensayo
4 mm	98	2	IRAM 1505
2 mm	20	80	
1 mm	13	87	
150 µm	2	98	

b) polvo

Abertura del tamiz IRAM	Lo que pasa (g/100 g)	Retenido acumulado (g/100 g)	Método de ensayo
1 mm	98	2	IRAM 1505

**5.6 Resistencia a la compactación.** Para evitar la compactación del pellet durante el transporte, y que se produzca polvo durante éste, debe resistir una fuerza de 1,5 kg por pellet de acuerdo con el ensayo del durómetro (en estudio).

## 6 MUESTREO

El muestreo se realiza de acuerdo con lo indicado en la IRAM 1611.

## 7 MÉTODOS DE ENSAYO

### 7.1 Agua libre

#### 7.1.1 Instrumental

##### 7.1.1.1 Balanza analítica

**7.1.1.2 Estufa,** con temperatura regulada a  $45\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ .

**7.1.1.4 Desecador,** con un agente desecante adecuado.

#### 7.1.1.5 Pesafiltros

### 7.1.2 Procedimiento

**7.1.2.1** Se pesa una muestra del material de aproximadamente 5g, con una precisión de 0,1 mg, y se lo extiende en una delgada capa en un pesafiltros previamente tarado, con una precisión de 0,1 mg ( $m_0$ ).

**7.1.2.2** Se coloca en la estufa a  $45\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$  durante 2h, luego se enfría en un desecador durante 30 min y se la pesa nuevamente. Se repite la operación hasta que dos pesadas sucesivas no difieran en más de 0,2 mg ( $m_1$ ).

**7.1.2.3** Se deja la muestra en un pesafiltros o en un desecador para el análisis posterior.

### 7.1.3 Cálculos

Se calcula el agua libre mediante la fórmula siguiente:

$$H_2O \text{ Libre} = \frac{m_0 - m_1}{m_b} \cdot 100$$

siendo:

- H<sub>2</sub>O Libre el agua libre, en gramos por cien gramos;
- m<sub>0</sub> la masa de la muestra, como se recibe, en gramos;
- m<sub>1</sub> la masa de la muestra seca, en gramos.

## 7.2 Agua combinada

### 7.2.1 Instrumental

#### 7.2.1.1 Balanza analítica

7.2.1.2 Desecador, con un agente desecante adecuado.

#### 7.2.1.3 Pesafiltros

7.2.1.4 Estufa, con temperatura regulada en el ámbito de 215 °C a 230 °C.

### 7.2.2 Procedimiento

7.2.2.1 Se coloca la muestra, reservada en 7.1.2.3, en un pesafiltros previamente tarado al 0,1 mg (m<sub>0</sub>). Este pesafiltro se coloca en la estufa y se calienta durante 2 h a una temperatura entre 215 °C y 230 °C. Se coloca en el desecador y se deja que se enfríe hasta temperatura ambiente. Se pesa, con una precisión de 0,1 mg, y se repite el procedimiento hasta que dos pesadas sucesivas no difieran en más de 0,2 mg (m<sub>2</sub>).

### 7.2.3 Cálculos

Se calcula el agua combinada, en gramos por cien gramos, mediante la fórmula siguiente:

$$H_2O\ Comb = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100$$

siendo:

- H<sub>2</sub>O Comb el agua combinada, expresada en gramos por cien gramos;

- m<sub>2</sub> la masa obtenida en 7.2.2.1, expresada en gramos;
- m<sub>1</sub> la masa obtenida en 7.1.2.2, expresada en gramos;

## 7.3 Dióxido de silicio y materia insoluble

### 7.3.1 Instrumental

#### 7.3.1.1 Balanza analítica

#### 7.3.1.2 Plancha calefactora

7.3.1.3 Vaso de precipitación de 250 mL (IRAM-AQA AA 91008):

7.3.1.4 Embudo de filtración (IRAM-AQA AA 91005).

7.3.1.5 Papel de filtro, poro fino

7.3.1.6 Mufla, regulada a 900 °C ± 25 °C.

#### 7.3.1.7 Crisol de platino

7.3.1.8 Desecador, con un agente desecante adecuado.

7.3.1.9 Tubo de ensayos (IRAM-AQA AA 91006).

7.3.1.10 Matraz aforado, de 250 mL (IRAM-AQA AA 91084).

### 7.3.2 Reactivos

7.3.2.1 Solución de ácido clorhídrico (1 + 5) (IRAM 21302).

7.3.2.2 Agua para análisis (IRAM 21322).

7.3.2.3 Solución de nitrato de plata 0,1 M (IRAM 21312).

### 7.3.3 Procedimiento

7.3.3.1 Se pesa, con precisión de 0,1 mg, aproximadamente 1 g (m<sub>3</sub>) de la muestra seca.

**7.3.3.2** Se coloca la muestra en un vaso de precipitación de 250 mL. Se agregan aproximadamente 50 mL de solución de ácido clorhídrico (1 + 5). Se evapora lenta y cuidadosamente hasta sequedad aparente sobre una plancha calefactora.

**7.3.3.3** La evaporación consume alrededor de 20 min, como mínimo. Se enfría a temperatura ambiente.

**7.3.3.4** Se humedece el residuo sólido con agua destilada y se agregan 10 ml de ácido clorhídrico concentrado, se lleva a sequedad sobre plancha. Se repite el procedimiento. Luego se agrega 50 mL de agua destilada y 5 ml de ácido clorhídrico concentrado, se lleva a ebullición y se filtra a través de papel de filtro de poro fino. Se lava el papel de filtro completamente usando 100 mL, como mínimo, de agua a temperatura ambiente hasta lograr un precipitado libre de cloruros.

**7.3.3.5** Se determina la ausencia de cloruros mediante el agregado de unas gotas de solución de nitrato de plata a una pequeña cantidad del filtrado.

**7.3.3.6** Se coloca el filtrado en el crisol tarado. Se evapora hasta sequedad y se calienta a 120 °C durante 1 h y se enfría. Se agrega al crisol enfriado suficiente cantidad de ácido clorhídrico concentrado para humedecer el residuo, luego 50 mL de agua y se lleva a ebullición.

**7.3.3.7** Se filtra a través de papel de filtro y el filtrado se retiene en un matraz aforado de 250 mL para la determinación de hierro, aluminio, fósforo, manganeso y titanio.

**7.3.3.8** El residuo se coloca en un crisol tarado, se coloca en una mufla fría y se calcina lentamente en una mufla a 1000 °C ± 10 °C. Se enfría, se coloca en un desecador, durante 30 min y se pesa.

**7.3.3.9** Se repite la calcinación a 1 000 °C ± 10 °C.

**7.3.3.10** Se enfría la cápsula en un desecador durante 30 min y se pesa, con una precisión de 0,1 mg. ( $m_4$ ).

### 7.3.4 Cálculos

Se calcula el contenido de dióxido de silicio y materia insoluble, expresado en gramos por cien gramos de muestra, en base seca, mediante la fórmula siguiente:

$$\text{SiO}_2 + \text{Insolubles} = \frac{m_4}{m_3} \cdot 100$$

$\text{SiO}_2$  el contenido de dióxido de silicio más materia insoluble, expresado en gramos por cien gramos;

$m_4$  la masa del precipitado obtenida en 7.3.3.10, en gramos;

$m_3$  la masa de la muestra (7.3.3.1), en gramos.

## 7.4 Precipitables por amoníaco

### 7.4.1 Instrumental

**7.4.1.1 Papel de filtro**, poro fino.

**7.4.1.2 Mufla** regulada a 1 000 °C ± 10 °C.

**7.4.1.3 Balanza analítica**

### 7.4.2 Reactivos

**7.4.2.1 Agua Oxigenada 100 volúmenes diluída al 10%** (IRAM 21376).

**7.4.2.2 Cloruro de amonio sólido** (IRAM 21330).

**7.4.2.3 Solución de hidróxido de amonio** (IRAM 21331).

**7.4.2.4 Solución indicadora de pH, rojo de metilo** (IRAM21317).

**7.4.2.5 Agua para análisis** (IRAM 21322).

### 7.4.3 Procedimiento

**7.4.3.1** Se toman 100 mL del filtrado, obtenido en 7.3.3.7 y se le agregan algunas gotas de agua oxigenada diluida, se lo lleva a ebullición para asegurar la oxidación del hierro. Se agregan 2 g de cloruro de amonio.

**7.4.3.2** La solución se alcaliniza agregando solución de hidróxido de amonio hasta viraje del indicador. Se digiere en caliente durante algunos minutos hasta que el precipitado coagule.

**7.4.3.3** Se filtra, se lava y se calcina el precipitado a  $1000\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 30 min en una mufla y se pesa ( $m_5$ ). Se repite la calcinación. Se reserva el filtrado para el análisis de sulfatos y de óxido de calcio y se coloca en un matraz aforado de 500 mL y se lleva a volumen.

### 7.4.4 Cálculos

Se calcula el contenido de  $\text{R}_2\text{O}_3$ , expresado en gramos por cien gramos de muestra, en base seca, mediante la fórmula siguiente:

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2 + \text{MnO}_2 + \text{P}_2\text{O}_5 = \frac{m_5}{m_3} \cdot \frac{250}{100} \cdot 100$$

Este precipitado puede ser tratado posteriormente para separar los dos óxidos. Ver anexo A.

siendo:

$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2 + \text{MnO}_2 + \text{P}_2\text{O}_5$   
el contenido de hierro, aluminio, titanio, manganeso y fósforo, expresado como óxidos, en gramos por cien gramos;

$m_5$  la masa del precipitado obtenido en 7.4.3.3, en gramos;

$m_3$  la masa de la muestra (7.3.3.1) en gramos;

### 7.5 Cloruro de sodio

#### 7.5.1 Instrumental

##### 7.5.1.1 Balanza analítica

**7.5.1.2 Vaso de precipitación**, de 400 mL (IRAM-AQA AA 91008).

**7.5.1.3 Vidrio de reloj** (IRAM-AQA AA 91007)

##### 7.5.1.4 Embudo Buchner

**7.5.1.5 Papel de filtro**, de velocidad de filtración media.

**7.5.1.6 Matraz aforado**, de 250 mL (IRAM-AQA AA 91024).

**7.5.1.7 Microbureta**, de 10 mL y divisiones de 0,02 mL.

**7.5.1.8 Bureta**, de 25 mL. (IRAM-AQA AA 91022).

#### 7.5.2 Reactivos

**7.5.2.1 Agua para análisis** (IRAM 21322).

**7.5.2.2 Solución indicadora de pH, fenolftaleína** (IRAM 21317).

**7.5.2.3 Solución de hidróxido de sodio 0,1 N** (IRAM 21312).

**7.5.2.4 Solución de ácido nítrico 0,1 N** (IRAM 21312).

**7.5.2.5 Solución de cromato de potasio 0,05 M** (IRAM 21312).

**7.5.2.6 Solución valorada de nitrato de plata 0,1 N** (IRAM 22312).

### 7.5.3 Procedimiento

**7.5.3.1** Se pesan, con una precisión de 0,1 mg, aproximadamente 20 g de muestra estabilizada ( $m_6$ ) y se transfieren a un vaso de precipitación de 400 mL. Se agregan 150 mL de agua para análisis, se agita, y se calienta hasta cerca del punto de ebullición. Se cubre con un vidrio de reloj y se mantiene justo por debajo del punto de ebullición (no menor que 80 °C) durante 1 h con agitación ocasional. Se filtra con succión, empleando un embudo Buchner con un papel de filtro de velocidad de filtración media. Se lava el residuo con cuatro porciones de 20 mL de agua para análisis caliente (60 °C).

**7.5.3.2** Se agregan 2 gotas de solución de fenolftaleína al filtrado. Si el filtrado no da color rosado, se agrega solución de hidróxido de sodio 0,1 N gota a gota con agitación hasta que aparezca una leve coloración rosada. Se agrega solución de ácido nítrico 0,1 N gota a gota hasta que el color rosado desaparezca.

**7.5.3.3** Se transfiere el filtrado cuantitativamente a un matraz aforado de 250 mL, se enfría hasta temperatura ambiente y se diluye hasta el enrase. Se toma una alícuota de volumen adecuado según el contenido esperado de cloruro de sodio (entre 1 mL y 2 mL), se transfiere a un vaso de precipitación de 400 mL, y se diluye a un volumen entre 100 mL a 250 mL.

**7.5.3.4** Se coloca el vaso de precipitación que contiene la muestra sobre una superficie blanca, se agregan 0,5 mL (10 gotas) de solución de cromato de potasio, y se valora con solución valorada de nitrato de plata 0,1 N usando una microbureta de 10 mL y graduada en divisiones de 0,02 mL. Se valora hasta que sea visible una coloración levemente anaranjada.(V)

**7.5.3.5** Se efectúa un ensayo en blanco usando el mismo volumen de agua para análisis que el volumen de muestra y la misma cantidad de solución de cromato de potasio. Se valora hasta que se obtenga el mismo color que el de la muestra.( $V_b$ )

### 7.5.4 Cálculos

Se calcula el contenido de cloruros, expresado como cloruro de sodio en base seca, mediante la fórmula siguiente:

$$\%NaCl = \frac{(V - V_b) \cdot N \cdot 58,5 \cdot 10^{-3}}{m_6} \cdot \frac{250}{V_a} \cdot 100$$

siendo:

NaCl	el contenido de cloruros, expresado como cloruro de sodio, en gramos por cien gramos;
V	el volumen de la solución valorada de nitrato de plata empleado en la valoración, en mililitros;
$V_b$	el volumen de la solución valorada de nitrato de plata empleado en la valoración del blanco, en mililitros;
$V_a$	el volumen de la alícuota, en mililitros;
N	la normalidad de la solución valorada de nitrato de plata, en moles de equivalentes por litro;
$m_6$	la masa de muestra, en gramos;
58,5	el equivalente de cloruro de sodio, en gramos por mol.

## 7.6 Determinación de sulfatos

### 7.6.1 Instrumental

**7.6.1.1 Vaso de precipitación** (IRAM-AQA AA 91008), de 400 mL.

**7.6.1.2 Plancha calefactora.**

**7.6.1.3 Baño de arena o bañomaría.**

**7.6.1.4 Papel de filtro** de velocidad de filtración lenta

**7.6.1.5 Crisol de porcelana.****7.6.1.6 Mufla regulada a 800 °C ± 10 °C.****7.6.1.7 Balanza analítica.****7.6.1.8 Desecador**, con un agente desecante adecuado.**7.6.2 Reactivos****7.6.2.1 Solución de ácido clorhídrico**, (1 + 1) (IRAM 21302).**7.6.2.2 Solución de cloruro de bario** (IRAM 21342) de 10 g /100 mL.**7.6.2.3 Solución de nitrato de plata** (IRAM 21343) 0,05 M.**7.6.2.4 Solución indicadora de pH, heliantina****7.6.3 Procedimiento**

**7.6.3.1** Se toman 100 mL del filtrado (7.4.3.3) y se lleva a un vaso de precipitación de 400 mL, se agregan 10 mL de solución de ácido clorhídrico (1 + 1), gota a gota hasta reacción de la heliantina, se diluye con agua para análisis hasta aproximadamente 250 mL, se lleva a ebullición y se agregan, agitando, 1 ó 2 gotas de solución de cloruro de bario de 10 g/100 mL. Se continúa la ebullición suave agitando hasta la aparición de una turbiedad visible. Si se demora excesivamente la aparición de la turbiedad (más de 3 min), se agregan otras dos gotas de solución de cloruro de bario de 10 g/100 mL. Cuando la turbiedad es visible, se continúa con el agregado de solución de cloruro de bario de 10 g/100 mL agitando continuamente, hasta completar el agregado de 5 mL a 6 mL de ésta.

**7.6.3.2** Se mantiene en ebullición durante 2 min a 3 min más y luego se coloca el vaso de precipitación en el baño de arena o bañomaría, a temperatura moderada, durante 4 h, siendo más conveniente dejarlo 12 h.

**7.6.3.3** Se deja enfriar hasta temperatura ambiente o hasta que esté apenas tibia, y se filtra con un papel de filtro de velocidad de filtración lenta. Se lava con agua para análisis tibia levemente acidificada hasta la eliminación de cloruros.

**7.6.3.4** Se coloca el papel de filtro con el precipitado en un crisol de porcelana, previamente calcinado a 800 °C ± 10 °C y tarado, se seca con calor moderado, se va aumentando la temperatura hasta quemar el papel, sin que arda con llama, y se calcina a 800 °C ± 10 °C durante 15 min. Se deja enfriar en un desecador y se pesa, con una precisión de 0,1 mg, repitiendo el procedimiento hasta que dos pesadas sucesivas no difieran en más de 0,2 mg ( $m_7$ ).

**7.6.3.5 Cálculos**

**7.6.3.5.1** Se calcula el contenido de sulfatos, expresado como trióxido de azufre, mediante la fórmula siguiente:

$$SO_3 = \frac{0,343 \cdot m_7}{m_3} \cdot \frac{500}{100} \cdot 100$$

siendo:

$SO_3$	el contenido de sulfatos, expresado como trióxido de azufre, en gramos por cien gramos;
$m_7$	la masa de sulfato de bario obtenida, en gramos;
$m_3$	la masa de muestra (7.3.3.1), en gramos;
0,343	la relación entre la masa molar del trióxido de azufre (80) y la del sulfato de bario (233).

**7.6.3.5.2** Se puede calcular el contenido de sulfatos, expresado como trióxido de azufre, a partir del agua combinada mediante la fórmula siguiente:

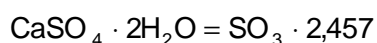
$$SO_3 = H_2O \text{ Comb} \cdot 2,222$$

siendo:

H<sub>2</sub>O Comb el contenido de agua combinada, determinado en 7.2, en gramos por cien gramos;

2,222 la relación entre la masa molar del trióxido de azufre (80) y dos veces la del agua (2 · 18).

**7.6.3.5.3** Se calcula el contenido de sulfatos, expresado como sulfato de calcio dihidratado, mediante la fórmula siguiente:

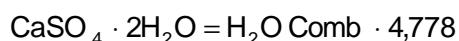


siendo:

CaSO<sub>4</sub> · 2H<sub>2</sub>O el contenido de sulfato de calcio dihidratado, expresado en gramos por cien gramos;

2,457 la relación entre la masa molar del sulfato de calcio dihidratado y la del trióxido de azufre.

**7.6.3.5.4** Se puede calcular el contenido de sulfato de calcio dihidratado a partir del agua combinada determinada en 7.2, mediante la fórmula siguiente:



siendo:

H<sub>2</sub>O el contenido de agua combinada, determinado en 7.2, en gramos por cien gramos;

4,778 la relación entre la masa molar del sulfato de calcio dihidratado y dos veces la del agua.

## 7.7 CaO

### 7.7.1 Instrumental

**7.7.1.1 Vaso de precipitación**, de 400 mL (IRAM 91008).

**7.7.1.2 Papel de filtro**, de porosidad media.

**7.7.1.3 Probeta graduada** (IRAM-AQA AA 91025).

**7.7.1.4 Pipeta graduada** (IRAM-AQA AA 91018).

**7.7.1.5 Plancha calefactora.**

**7.7.1.6 Baño arena o bañomaría.**

**7.7.1.7 Crisol de platino.**

**7.7.1.8 Vidrio de reloj.**

**7.7.1.9 Desecador**, con un agente desecante adecuado.

### 7.7.2 Reactivos

**7.7.2.1 Solución saturada de oxalato de amonio** (IRAM 21424).

**7.7.2.2 Solución de oxalato de amonio**, 1 g/ 100 g (IRAM 21424).

**7.7.2.3 Hidróxido de amonio** (IRAM 21330).

**7.7.2.4 Ácido clorhídrico concentrado** (IRAM 21302).

**7.7.2.5 Solución indicadora de pH, rojo de metilo** (IRAM 21317).

### 7.7.3 Procedimiento

**7.7.3.1** Se toman 200 mL del filtrado del matraz aforado (7.4.3.3) y se colocan en vaso de precipitación de 400 mL, se acidifica ligeramente con ácido clorhídrico y luego se alcaliniza con hidróxido de amonio, en presencia de rojo de metilo. Se lleva a ebullición y se agregan de 20 mL a 25 mL de solución saturada de oxalato de amonio, agitando, y 2 mL a 3 mL de hidróxido de amonio.

**7.7.3.2** Se coloca el vaso de precipitación en un baño de arena o bañomaría, y se deja a calor moderado durante 1 h. Se deja enfriar, se filtra a través de papel de filtro de porosidad media, y se lava cuidadosamente el precipitado con solución diluída de oxalato de amonio.

**7.7.3.3** Se transfiere el precipitado con el papel a un crisol de platino tarado, con tapa, se seca primero con llama baja, luego se deja quemar libremente el papel con el crisol descubierto y después se calcina a  $980\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 20\text{ }^{\circ}\text{C}$  con el crisol tapado. Se deja enfriar en un desecador durante 30 min y se pesa al 0,1 mg repitiendo el procedimiento hasta constancia de masa (0,5 mg).

#### 7.7.4 Cálculos

**7.7.4.1** Se calcula el contenido de óxido de calcio, en gramos por cien gramos, mediante la fórmula siguiente:

$$\text{CaO} = \frac{m}{m_3} \cdot \frac{200}{500} \cdot \frac{100}{250} \cdot 100$$

siendo:

- CaO el contenido de óxido de calcio, expresado en gramos por cien gramos;
- m la masa de óxido de calcio obtenida (7.7.3.3), en gramos;
- m<sub>3</sub> la masa de muestra (7.3.3.1), en gramos;

**7.7.4.2** Se puede calcular el contenido de óxido de calcio, a partir del yeso dihidratado, mediante la fórmula siguiente:

$$\text{CaO} = \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \cdot 0,3256$$

siendo:

- CaO el contenido de óxido de calcio, expresado en gramos por cien gramos;

$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  el contenido de yeso dihidratado, expresado en gramos por cien gramos;

0,3256 la relación entre la masa molar del óxido de calcio y la del yeso dihidratado.

#### 7.8 Verificación del sulfato de calcio

**7.8.1** La relación entre el óxido de calcio y el trióxido de azufre en el sulfato de calcio debe ser 0,7004. Se determina, en consecuencia, cuál de dichos componentes está en exceso.

**7.8.2** Cuando el óxido de calcio está en exceso, se multiplica el contenido de trióxido de azufre por el factor 0,7004, restando este resultado del contenido total de óxido de calcio. El óxido de calcio sobrante se considera como óxido de calcio en exceso.

**7.8.3** Cuando el trióxido de azufre está en exceso, se multiplica el óxido de calcio total por el factor 1,428, restando este resultado del trióxido de azufre total. El trióxido de azufre sobrante se considera como trióxido de azufre en exceso.

**7.8.4** La suma del óxido de calcio y del trióxido de azufre, estequiométricamente combinables, es el contenido de sulfato de calcio.

**7.8.5** Cuando el sulfato de calcio está presente en la muestra como sulfato de calcio hemihidratado, los porcentajes de sulfato de calcio y de agua combinada deben guardar entre sí la relación de 15,12 a 1. Se determina cuál de ambos está en exceso.

**7.8.6** Cuando el sulfato de calcio está en exceso, es porque una parte de dicho compuesto está presente en la forma anhidra. Se multiplica el porcentaje de agua combinada (7.2.3) por 15,12 para encontrar el porcentaje de sulfato de calcio como sulfato de calcio hemihidratado. La diferencia entre el sulfato de calcio total y el porcentaje de sulfato de calcio como sulfato de calcio hemihidratado, corresponde al sulfato de calcio en la forma anhidra.

**7.8.7** Cuando el agua está en exceso, es porque una parte del sulfato de calcio está presente como sulfato de calcio dihidratado. Si se denomina X al porcentaje de sulfato de calcio hemihidratado e Y al porcentaje de sulfato de calcio dihidratado, se tiene:

$$X + Y = E + F$$

siendo:

E el contenido de sulfato de calcio, calculado según 7.8.6, en gramos por cien gramos;

F el contenido de agua combinada ( $0,062 X + 0,2093 Y$ ), en gramos por cien gramos;

X es igual a  $1,421 E - 5,368 F$ ;

Y es igual a  $E + F - X$ .

## **8 MARCADO, ROTULADO Y EMBALAJE**

(En estudio).

## **Anexo A** (Normativo)

### **Determinación del contenido de óxido de aluminio a partir de la cantidad de fósforo, hierro, manganeso y titanio**

El presente anexo establece el método que permite calcular el contenido de óxido de aluminio presente en el yeso.

#### **A.1 Determinación de fósforo**

##### **A.1.1 Reactivos**

**A.1.1.1 Ácido nítrico concentrado** (IRAM 21306).

**A.1.1.2 Solución madre de fósforo de 1 000 mg/L**, preparada en forma similar a la indicada en la IRAM 21314.

**A.1.1.3 Solución de molibdato de amonio** que se prepara de la siguiente manera:

Se pesan 50 g de molibdato de amonio (IRAM 21379) y se disuelven en 500 mL de agua, calentando sobre plancha calefactora hasta su completa disolución.

NOTA: si a pesar del calentamiento quedara residuo, se filtra por papel de poro fino.

**A.1.1.4 Solución de metavanadato de amonio** que se prepara de la siguiente manera:

Se pesan 2,5 g de metavanadato de amonio (IRAM 21565) y se disuelven en 500 mL de agua, calentado sobre plancha calefactora hasta su completa disolución.

Se deja enfriar y se agregan 20 mL de ácido nítrico concentrado, se deja reposar algunas horas y se trasvasa a un matraz aforado de 1 L. Se lleva a volumen con agua.

**A.1.1.5 Agua para análisis** (IRAM 21322).

##### **A.1.2 Instrumental**

**A.1.2.1 Vaso de precipitación de 500 mL** (IRAM-AQA AA 91008).

**A.1.2.2 Matraces aforados de 1 000 mL, 500 mL, 100 mL y 50 mL** (IRAM-AQA AA 91024).

**A.1.2.3 Probetas de 10 mL y 50 mL** (IRAM-AQA AA 91025).

**A.1.2.4 Espectrofotómetro UV-Visible**, que opere a 460nm.

**A.1.2.5 Pipetas aforadas de 3 mL, 4 mL, 5 mL y 8 mL.** (IRAM-AQA AA 91020).

**A.1.2.6 Pipeta graduada de 2,5 mL** (IRAM-AQA AA 91018).

### A.1.3 Procedimiento

#### A.1.3.1 Curva analítica

**A.1.3.1.1** Se toman 10 mL de la solución madre de fósforo de 1000 mg/L y se trasvasan a un matraz de 100 mL para obtener la solución tipo.

**A.1.3.1.2** Se completa el volumen con agua de manera de obtener la solución tipo de concentración 100 mg/L de fósforo.

**A.1.3.1.3** Se toman alícuotas de la solución tipo, con pipetas aforadas, de 3 mL, 4 mL, 5 mL y 8 mL, y se trasvasan a matraces de 50 mL. A cada una de estas soluciones, se agregan 2,5 mL de ácido nítrico, necesario para tener una concentración final de 5 mL/100 mL; 5 mL de solución de molibdato de amonio y 5 mL de solución de vanadato de amonio y se enrasan los matraces con agua. Se dejan descansar 30 min.

**A.1.3.1.4** Se prepara de la misma manera un blanco sin fósforo en un matraz de 50 mL.

**A.1.3.1.5** En el espectrofotómetro se determinan las absorbancias a una longitud de onda de 460 nm.

**A.1.3.1.6** Se determina primero la absorbancia del blanco sin fósforo. Luego se determinan las absorbancias de las soluciones obtenidas en A.1.3.1.3, de menor a mayor concentración.

**A.1.3.1.7** Se representa la curva analítica colocando las absorbancias en abscisas y las concentraciones en ordenadas, en miligramos por litro.

#### A.1.3.2 Preparación de la muestra

**A.1.3.2.1** Se toma una alícuota de volumen adecuado del filtrado obtenido en 7.3.3.7 ( $V_1$ ), se trasvasa a un matraz de 50 ml, se agregan 2,5 ml de ácido nítrico y se lleva a volumen con agua.

**A.1.3.2.2** Se toma una alícuota de esta última solución ( $V_2$ ) de modo que la concentración de fósforo quede en el entorno de la curva analítica, se trasvasa a un matraz de 50 ml y teniendo en cuenta el ácido nítrico que aporta dicha alícuota se agrega el necesario para que al enrasar al final tenga la concentración de ácido nítrico exigida para la formación del complejo: 5 mL/100 mL. Se agregan 5 ml de solución de molibdato de amonio y 5 ml de solución de vanadato de amonio. Se enrasa con agua y se deja reposar 30 min.

**A.1.3.2.3** Se registra el valor de absorbancia de la muestra una vez transcurrido dicho tiempo.

### A.1.4 Cálculos

Se calcula el contenido de fósforo mediante la fórmula siguiente:

$$P = \frac{C \cdot 10^{-3} \cdot 250 \cdot 50 \cdot 50}{V_1 \cdot m_3 \cdot V_2} \cdot 100$$

siendo:

P el contenido de fósforo en la muestra, en miligramos por cien gramos;

- C la concentración de fósforo obtenida a partir de la curva analítica, en miligramos por litro;
- $V_1$  el volumen de la alícuota tomado en A.1.3.2.1, en mililitros;
- $V_2$  el volumen de la alícuota tomado en A.1.3.2.2, en mililitros;
- $m_3$  la masa inicial de la muestra (7.3.3.1), en gramos.

## **A.2 Determinación de hierro**

### **A.2.1 Reactivos**

**A.2.1.1 Solución madre de hierro de 1000 mg/L**, preparada en forma similar a la indicada en la IRAM 21314.

**A.2.1.2 Solución de cloruro de hidroxilamonio** que se prepara de la siguiente manera:

Se pesan 50 g de cloruro de hidroxilamonio (IRAM 21467) y se disuelven en 500 mL de agua. Se trasvasa a un matraz aforado de 500 mL y se lleva a enrase con agua. Se guarda en frasco plástico.

NOTA: si no se verifica disolución total, se filtra por papel.

**A.2.1.3 Solución de 1-10 fenantrolina** que se prepara de la siguiente manera:

Se pesan 0,1 g de fenantrolina (IRAM 21427) y se disuelven en 10 mL de solución de ácido acético (IRAM 21309).

NOTA: se prepara minutos antes de su uso y se descarta el sobrante.

**A.2.1.4 Solución de ácido acético** que se prepara de la siguiente manera:

Se toman 25 mL de ácido acético glacial (IRAM 21309) y se diluyen hasta 50 mL con agua, en probeta. Se guarda en frasco plástico.

**A.2.1.5 Solución de acetato de amonio** que se prepara de la siguiente manera:

Se pesan 25 g de acetato de amonio (IRAM 21482) y se disuelven en suficiente volumen de agua. Se trasvasa a un matraz aforado de 250 mL y se completa el volumen con agua. Se guarda en frasco plástico.

**A.2.1.6 Amoníaco concentrado** (IRAM 21331).

**A.2.1.7 Ácido clorhídrico concentrado** (IRAM 21302).

**A.2.1.8 Agua para análisis** (IRAM 21322).

### **A.2.2 Instrumental**

**A.2.2.1 Balanza analítica.**

**A.2.2.2 Vaso de precipitación de 500 mL** (IRAM-AQA AA 91008).

**A.2.2.3 Matracas aforados de 500 mL, 250 mL y 100 mL** (IRAM-AQA AA 91024).

**A.2.2.4 Probetas de 10 mL y 50 mL** (IRAM-AQA AA 91025).

**A.2.2.5 Espectrofotómetro UV-Visible**, que opere a 510 nm.

**A.2.2.6 Pipeta graduada de 2,5 mL** (IRAM-AQA AA 91018).

**A.2.2.7 Pipetas aforadas de 1 mL, 3 mL, 5 mL y 15 mL** (IRAM-AQA AA 91020).

### **A.2.3 Procedimiento**

#### **A.2.3.1 Curva analítica**

**A.2.3.1.1** Se toman 10 mL de la solución madre de hierro de 1 000 mg / L y se trasvasan a un matraz aforado de 100 mL, se completa el volumen con agua de manera de obtener la solución tipo, de concentración 100 mg / L de hierro.

**A.2.3.1.2** Se toman alícuotas de la solución tipo, con pipetas aforadas, de 1 mL, 3 mL, 5 mL y 15 mL, y se trasvasan a matraces aforados de 50 mL; se prepara un blanco sin hierro con unas gotas de ácido clorhídrico en matraz aforado de 50 mL. Se agregan, al blanco y a cada una de las soluciones, 1 mL de solución de cloruro de hidroxilamonio, 2,5 mL de solución de 1-10 fenantrolina y 1 mL de solución de acetato de amonio.

**A.2.3.1.3** Se agrega gota a gota amoníaco concentrado utilizando un gotero. Se mezcla bien después del agregado de cada gota hasta observar que el desarrollo de color llega a un tope y no varía.

**A.2.3.1.4** Se dejan reposar unos minutos y se huelen para corroborar que no emanan olor a amoníaco. Se vuelve a agregar un par de gotas para asegurar que el color se desarrolle totalmente.

**A.2.3.1.5** Se dejan reposar 15 min y se enrasan los matraces con agua.

**A.2.3.1.6** En el espectrofotómetro se determinan las absorbancias a una longitud de onda de 510 nm.

**A.2.3.1.7** Se determina primero la absorbancia del blanco sin hierro. Luego se determinan las absorbancias de las soluciones obtenidas en A.2.3.1.5, de menor a mayor concentración.

**A.2.3.1.8** Se representa la curva analítica colocando las absorbancias en abscisas y las concentraciones en ordenadas, en miligramos por litro.

#### **A.2.3.2 Tratamiento de la muestra**

**A.2.3.2.1** Se toma una alícuota del filtrado obtenido en 7.3.3.7, de volumen adecuado de modo que la concentración de hierro quede en el entorno de la curva analítica, se trasvasa a un matraz aforado de 50 mL y se agrega 1 mL de solución de cloruro de hidroxilamonio, 2,5 mL de solución de 1-10 fenantrolina y 1 mL de solución de acetato de amonio.

**A.2.3.2.2** Se agrega gota a gota amoníaco concentrado utilizando un gotero. Se mezcla bien después del agregado de cada gota hasta observar que el desarrollo de color llega a un tope y no varía.

**A.2.3.2.3** Se deja reposar unos minutos y se huele para corroborar que no emana olor a amoníaco. Se vuelve a agregar un par de gotas para asegurar que el color se desarrolle totalmente.

**A.2.3.2.4** Se deja reposar 15 min y se enrasa el matraz con agua.

**A.2.3.2.7** Se registra el valor de absorbancia en el espectrómetro UV-Visible a una longitud de onda de 510 nm.

#### **A.2.4 Cálculos**

Se calcula el contenido de hierro mediante la fórmula siguiente:

$$Fe = \frac{C \cdot 10^{-3} \cdot 250 \cdot 50}{V_1 \cdot m_3} \cdot 100$$

siendo:

Fe el contenido de hierro en la muestra, en miligramos por cien gramos;

C la concentración de hierro obtenida a partir de la curva analítica, en miligramos por litro;

V<sub>1</sub> el volumen de la alícuota, en mililitros;

m<sub>3</sub> la masa inicial de la muestra (7.3.3.1), en gramos.

### **A.3 Determinación de manganeso**

#### **A.3.1 Reactivos**

**A.3.1.1 Solución de ácido sulfúrico** (IRAM 21301) (1 + 1).

**A.3.1.2 Ácido nítrico concentrado** (IRAM 21306).

**A.3.1.3 Solución de ácido fosfórico** (IRAM 21324) (1 + 9).

**A.3.1.4 Peryodato de potasio** (IRAM 21592).

**A.3.1.5 Solución madre de manganeso de 1000 mg/L**, preparada en forma similar a la indicada en la IRAM 21314.

**A.3.1.6 Agua para análisis** (IRAM 21322).

#### **A.3.2 Instrumental**

**A.3.2.1 Plancha calefactora.**

**A.3.2.2 Balanza analítica.**

**A.3.2.3 Vaso de precipitación de 250 mL** (IRAM-AQA AA 91008).

**A.3.2.4 Matraz aforado de 50 mL** (IRAM-AQA AA 91002).

**A.3.2.5 Probeta de 10 mL** (IRAM-AQA AA 91025).

**A.3.2.6 Espectrofotómetro UV-Visible**, que opere a 524 nm.

**A.3.2.7 Pipetas aforadas de 2 mL, 3 mL, 4 mL y 5 mL** (IRAM-AQA AA 91020).

### **A.3.3 Procedimiento**

#### **A.3.3.1 Curva analítica**

**A.3.3.1.1** Se toman 10 mL de la solución madre de manganeso de 1000 mg / L y se trasvasan a un matraz de 100 mL, se completa el volumen con agua de manera de obtener la solución tipo de concentración 100 mg / L de manganeso.

**A.3.3.1.2** Se toman alícuotas de la solución tipo con pipetas aforadas, de 2 mL, 3 mL, 4 mL y 5 mL, y se trasvasan a matraces aforados de 50 mL, a la vez que se prepara un blanco de agua en matraz aforado de 50 mL.

**A.3.3.1.3** Se toman alícuotas de 10 mL de cada una de las soluciones y del blanco, se las colocan en vasos de precipitación de 250 mL. Se agregan 10 mL de ácido sulfúrico (1 + 1) y 5 mL de ácido nítrico concentrado. Se evaporan en plancha calefactora hasta formación de humos para remover los cloruros.

**A.3.3.1.4** Se dejan enfriar y se agregan 20 mL de ácido nítrico, 10 mL de ácido fosfórico diluido (1 + 9) y 50 mL de agua; se llevan a ebullición hasta formación de vapores nitrosos.

**A.3.3.1.5** Se dejan enfriar, se agregan 0,2 g de peryodato de potasio, se hierven por 2 min y se transfieren a una plancha caliente durante 10 min para el desarrollo de color.

**A.3.3.1.6** Se dejan enfriar, se transfieren a matraces de 50 mL y se mezclan.

**A.3.3.1.7** En el espectrofotómetro se determinan las absorbancias a una longitud de onda de 524 nm.

**A.3.3.1.8** Se determina primero la absorbancia del blanco sin manganeso. Luego se determinan las absorbancias de las soluciones obtenidas en A.3.3.1.6, de menor a mayor concentración.

**A.3.3.1.9** Se representa la curva analítica colocando las absorbancias en abscisas y las concentraciones en ordenadas, en miligramos por litro.

#### **A.3.3.2 Tratamiento de la muestra**

**A.3.3.2.1** Se toma una alícuota del filtrado obtenido en 7.3.3.7, de 10 mL u otro volumen adecuado de modo que la concentración de manganeso quede en el entorno de la curva analítica, y se coloca en un vaso de precipitación de 250 mL, se agregan 10 mL de ácido sulfúrico (1 + 1) y 5 mL de ácido nítrico concentrado, y se evapora en plancha calefactora hasta formación de humos para remover los cloruros.

**A.3.3.2.2** Se deja enfriar y se agregan 20 mL de ácido nítrico, 10 mL de ácido fosfórico diluido (1 + 9) y 50 mL de agua, y se lleva a ebullición hasta formación de vapores nitrosos.

**A.3.3.2.3** Se deja enfriar y se agregan 0,2 g de peryodato de potasio, se hierve por 2 min y se transfiere a una plancha calefactora durante 10 min para el desarrollo de color.

**A.3.3.2.4** Se deja enfriar, se transfiere a un matraz de 50 mL y se mezcla.

**A.3.3.2.5** En el espectrofotómetro se determina la absorbancia a una longitud de onda de 524 nm.

#### **A.3.4 Cálculos**

Se calcula el contenido de manganeso mediante la fórmula siguiente:

$$\text{Mn} = \frac{C \cdot 10^{-3} \cdot 250 \cdot 50}{V_1 \cdot m_3} \cdot 100$$

siendo:

Mn el contenido de manganeso en la muestra, en miligramos por cien gramos;

C la concentración de manganeso obtenida a partir de la curva analítica, en miligramos por litro;

V<sub>1</sub> el volumen de la alícuota, en mililitros;

m<sub>3</sub> la masa inicial de la muestra (7.3.3.1), en gramos.

### **A.4 Determinación de titanio**

#### **A.4.1 Reactivos**

**A.4.1.1 Solución de tirón p.a. en agua de 2,5 g/ 100 mL** (tirón: 1,2 dihidroxibenceno 3,5 disulfonato de sodio).

**A.4.1.2 Solución reguladora** preparada de la siguiente manera:

Se pesan 40 g de acetato de amonio (IRAM 21482), se agregan 15 mL de ácido acético glacial (IRAM 21309) y se disuelven en 1 000 mL de agua.

**A.4.1.3 Hidrosulfito de sodio p.a.** (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)

**A.4.1.4 Solución madre de titanio de 1 000 mg/L**, preparada en forma similar a lo indicado en la IRAM 21314.

**A.4.1.5 Agua para análisis** (IRAM 21322).

#### **A.4.2 Instrumental**

**A.4.2.1 Balanza analítica.**

**A.4.2.2 Probeta de 15 mL** (IRAM 91025).

**A.4.2.3 Matraces aforados de 50 mL y 100 mL** (IRAM-AQA AA 91002).

**A.4.2.5 Pipetas aforadas de 3 mL, 4 mL, 5 mL, 10mL y 15 mL** (IRAM-AQA AA 91018).

**A.4.2.6 Pipeta graduada de 5 mL** (IRAM 91018).

**A.4.2.7 Espectrofotómetro UV-Visible**, que opere a 430 nm.

**A.4.2.8 Espátula**

### **A.4.3 Procedimiento**

#### **A.4.3.1 Curva analítica**

**A.4.3.1.1** Se toman 10 mL de la solución madre de titanio de 1 000 mg / L y se trasvasan a un matraz aforado de 100 mL. Se completa el volumen con agua de manera de obtener la solución tipo de concentración 100 mg / L de titanio.

**A.4.3.1.2** Se toman alícuotas de la solución tipo, con pipetas aforadas, de 3 mL, 4 mL, 5 mL, 10 mL y 15 mL, y se trasvasan a matraces aforados de 50 mL. Se prepara un blanco sin titanio en matraz aforado de 50 mL.

Se agregan, al blanco y a cada una de las soluciones, 5 mL de solución de tirón.

**A.4.3.1.3** Se ajusta el pH de acuerdo con el color observado en el matraz, se lleva a volumen con la solución reguladora y se mezcla.

**A.4.3.1.4** Se agrega una punta de espátula de hidrosulfito de sodio, sin agitar.

**A.4.3.1.5** En el espectrofotómetro se determina la absorbancia a una longitud de onda de 430 nm.

**A.4.3.1.7** Se determina primero la absorbancia del blanco sin titanio. Luego se determinan las absorbancias de las soluciones obtenidas en A.4.3.1.4, de menor a mayor concentración.

**A.3.3.1.9** Se representa la curva analítica colocando las absorbancias en abscisas y las concentraciones en ordenadas, en miligramos por litro.

#### **A.4.3.2 Tratamiento de la muestra**

**A.4.3.2.1** Se toma una alícuota del filtrado obtenido en 7.3.3.7, de volumen adecuado de modo que la concentración de titanio quede dentro del entorno de la curva analítica y se trasvasa a un matraz aforado de 50 mL. Se agrega 5 mL de solución de tirón, se ajusta el pH de acuerdo con el color observado en el matraz, se lleva a volumen con la solución reguladora y se mezcla.

**A.4.3.2.2** Se agrega una punta de espátula de hidrosulfito de sodio, sin agitar.

**A.4.3.2.3** En el espectrofotómetro, se determina la absorbancia a una longitud de onda de 430 nm.

#### A.4.4 Cálculos

Se calcula el contenido de titanio en gramos por cien gramos de muestra mediante la siguiente fórmula:

$$Ti = \frac{C \cdot 10^{-3} \cdot 250 \cdot 50}{V_1 \cdot m_3} \cdot 100$$

siendo:

- Ti el contenido de titanio en la muestra, en miligramos por cien gramos;
- C la concentración de manganeso obtenida a partir de la curva analítica, en miligramos por litro;
- V<sub>1</sub> el volumen de la alícuota, en mililitros;
- m<sub>3</sub> la masa inicial de la muestra (7.3.3.1), en gramos.

#### A.5 Determinación del contenido de óxido de aluminio

El contenido de óxido de aluminio en la muestra se puede calcular de la siguiente manera:

$$Al_2O_3 = \sum \text{PRECIPITABLES POR } NH_3 - (P \cdot 2,2914 + Fe \cdot 1,4297 + Mn \cdot 1,5824 + Ti \cdot 1,6685)$$

siendo:

- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> el contenido de óxido de aluminio en la muestra en gramos por cien gramos;
- ∑ PRECIPITABLES POR NH<sub>3</sub> la sumatoria de los óxidos precipitables por amoníaco obtenida en 7.4.4, en gramos por cien gramos;
- P el contenido de fósforo obtenido en A.1.4 en miligramos por cien gramos;
- 2,2914 la relación entre la masa molar del pentóxido de fósforo y la de las dos moléculas de fósforo;
- Fe el contenido de hierro obtenido en A.2.4 en miligramos por cien gramos;
- 1,4297 la relación entre la masa molar del óxido de hierro y la de las dos moléculas de hierro;
- Mn el contenido de manganeso obtenido en A.3.4 en miligramos por cien gramos;
- 1,5824 la relación entre la masa molar del dióxido de manganeso y la de la molécula de manganeso;
- Ti el contenido de titanio obtenido en A.4.4 en miligramos por cien gramos;
- 1,6685 la relación entre la masa molar del dióxido de titanio y la de la molécula de titanio.

## **Anexo B** (Informativo)

### **Bibliografía**

Para el estudio de esta norma se han tenido en cuenta los antecedentes siguientes:

**IRAM - INSTITUTO ARGENTINO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN**  
IRAM 1608:1973 - Yeso cocido. Métodos de ensayos generales.

**ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS**  
ASTM C 471:01 - Standard Method for Chemical Analysis of Gypsum and Gypsum Products (Metric).

## **Anexo C** (Informativo)

El estudio de esta norma ha estado a cargo del organismo respectivo, integrado en la forma siguiente:

### **Subcomité de Yeso para uso agrícola**

<b>Integrante</b>	<b>Representa a:</b>
Sr. Ricardo ALONSO	RECUPERAR SRL FERTILIZACION MINERAL
Sr. Gerardo ANDREOLI	CANTERAS ESTELA CECILIA
Ing. Gonzalo BAZAN	SENASA REG.NACIONAL FERTILIZANTES Y ENMIENDAS
Lic. Fernanado BELLO	ASWELL S.A.
Ing. Fernando CARRANZA	MINERALES DEL RECREO S.A.
Lic. Patricia CLARAMUNT	INTEMIN SEGEMAR
Ing. Alejandro FERNÁNDEZ	INTEMIN SEGEMAR
Ing. Sabastián GAMBAUDO	INTA RAFAELA
Ing. Juan M. GARAY	COMPAÑÍA CORRAL MICSA
Sr. Juan C. GUALTIERI	AZU – VUE
Sr. Luis A. JEREZ	IGGAM S.A.
Sr. Héctor IBAÑEZ	CANTERAS ESTELA CECILIA
Sr. Jorge MONTECHIARI	SPECTRUM S.A.
Sr. Marcelo MURMIS	AGROSERVICIOS PAMPEANOS S.A.
Ing. Bernardo KATHLER	MOLINOS TARQUINI S.A.I.C.
Ing. Federico RIVERA	ENCAL S.A.
Sr. Marco SUFFRITI	AGROSERVICIOS PAMPEANOS S.A.
Ing. Carlos N. TARQUINI	MOLINOS TARQUINI S.A.I.C.
Ing. Martín TORRES DUGGAN	AGREFERT ARGENTINA S.A.
Ing. Juan C. TORRIGGIANI	COMPAÑÍA CORRAL MICSA
Lic. Marta R. de BARBIERI	IRAM
Ing. Carlos A. BRUNATTI	IRAM

### **TRAMITE**

Fue considerado en las reuniones del 2004-06-15 (Acta 1-2004), 2004-07-27 (Acta 2-2004), 2004-08-31 (Acta 3-2004), 2004-09-04 (Acta 4-2004), 2004-11-04 (Acta 5-2004) y 2004-12-01 (Acta 6-2004), en la última de las cuales se aprueba como Esquema 1 y se dispone su envío al período de Discusión Pública durante 30 d. Vencido este plazo se lo consideró en la reunión del 2005-06-16 (Acta 2-2005), en la cual se lo aprobó como Esquema 2 y se reenvió a Discusión Pública por 30 d.

Asimismo, en el estudio de este Esquema se han considerado los aspectos siguientes:

Aspectos	¿ SE HAN INCORPORADO ? Sí / No / No corresponde	Comentarios
Ambientales	Si	
Salud	SI	
Seguridad	No	

\*\*\*\*\*

APROBADO SU ENVÍO A DISCUSIÓN PÚBLICA POR EL SUBCOMITÉ DE YESO PARA USO AGRÍCOLA EN SU SESIÓN DEL 16 DE JUNIO DE 2005 (Acta 2-2005).

FIRMADO  
Ing. Carlos A. Brunatti  
Coordinador del Subcomité

FIRMADO  
Ing. Agr. Sebastián Gambaudo  
Secretario del Subcomité

FIRMADO  
Lic. Marta R. de Barbieri  
Vº Bº Gerente de Tecnología Química

GS.