

## **NOTA IMPORTANTE:**

La entidad sólo puede hacer uso de esta norma para si misma, por lo que este documento NO puede ser reproducido, ni almacenado, ni transmitido, en forma electrónica, fotocopia, grabación o cualquier otra tecnología, fuera de su propio marco.

**ININ/ Oficina Nacional de Normalización**

---

**NORMA CUBANA**

**NC**

ISO 10280: 2010  
(Publicada por la ISO en 1991)

---

**HIERRO FUNDIDO Y ACEROS — DETERMINACIÓN DE  
TITANIO — MÉTODO ESPECTROFOTOMÉTRICO CON  
DIANTIPIRILMETANO  
(ISO 10298:1991, IDT)**

**Steel and iron — Determination of titanium content Diantipyrylmethane —  
Spectrofotometric method**

---

ICS: 77.080; 77.080.01

1. Edición      Marzo 2010  
**REPRODUCCIÓN PROHIBIDA**

Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de La Habana. Cuba. Teléfono: 830-0835 Fax: (537) 836-8048; Correo electrónico: [nc@ncnorma.cu](mailto:nc@ncnorma.cu); Sitio Web: [www.nc.cubaindustria.cu](http://www.nc.cubaindustria.cu)



Cuban National Bureau of Standards

## NC-ISO 10280: 2010

### Prefacio

La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba y representa al país ante las organizaciones internacionales y regionales de normalización.

La elaboración de las Normas Cubanas y otros documentos normativos relacionados se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. Su aprobación es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en las evidencias del consenso.

#### Esta Norma Cubana:

- Ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización NC/CTN 69 de Ensayos de Materiales Metálicos integrado por las siguientes entidades:
  - Empresa Siderúrgica "Antillana de Acero". - SIME
  - Centro de Investigaciones Metalúrgicas CIME.-SIME
  - Empresa Inoxidable "Enrique Varona"- SIME
  - Unidad Docente Metalúrgica (UDM) -CUJAE
  - Empresa de Mantenimiento a Centrales Electricas(EMCE) MINBAS.
  - Empresa MotoresTaino.- SIME
  - Instituto Superior Politecnico"Jose Antonio Echevarria" facultad de ingenieria mecanica -MES
  - Centro de Tecnologías y Calidad (CTEC) SIME
  - Centro de aplicaciones tecnológicas y desarrollo nuclear CEADEN –CITMA.
  - Centro de Investigaciones de la Industria Minero Metalúrgica. CIPIMM
  - Oficina Nacional de Normalización –CITMA
- Es una adopción idéntica a la ISO 10280:1991. Steel and iron - Determination of titanium content by titanium methanate - Spectrophotometric method.

### © NC, 2010

**Todos los derechos reservados. A menos que se especifique, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada en alguna forma o por medios electrónicos o mecánicos, incluyendo las fotocopias, fotografías y microfilmes, sin el permiso escrito previo de:**

**Oficina Nacional de Normalización (NC)**

**Calle E No. 261, Vedado, Ciudad de La Habana, Habana 4, Cuba.**

**Impreso en Cuba.**

## HIERRO FUNDIDO Y ACEROS — DETERMINACIÓN DE TITANIO — MÉTODO ESPECTROFOTOMÉTRICO CON DIANTIPIRILMETANO

### 1 Objeto y campo de aplicación

Esta norma cubana establece un método espectrofotométrico con diantipirilmetano para la determinación del titanio en los aceros y en las fundiciones.

El método es aplicable a contenidos de titanio comprendidos entre 0,002% (m/m) y 0,80% (m/m).

### 2 Referencias normativas

La(s) norma(s) que a continuación se relaciona(n) contiene(n) disposiciones validas para esta Norma Nacional. En el momento de la publicación la(s) edición(es) indicada(s) estaba(n) en vigor. Toda norma está sujeta a revisión por lo que las partes que basen sus acuerdos en esta norma nacional deben estudiar la posibilidad de aplicar la edición más reciente de la(s) norma(s) indicada(s) a continuación.

NC ISO 14284:2008 Hierro Fundido y acero – Toma de muestras y preparación de las mismas para la determinación de la composición química.

ISO 385-1:2005 Vidrio de laboratorio. Buretas. Parte 1: Especificaciones generales.

ISO 648:2008 Vidrio de laboratorio. Pipeta de un trazo.

ISO 1042:1998 Vidrio de laboratorio. Matracas aforados de un trazo.

ISO 5725-2:1998 Fidelidad (exactitud y precisión) de los resultados de las mediciones. Parte 2: Métodos básicos para la repetibilidad de la reproducibilidad de los métodos de mediciones normalizados.

### 3 Principio del método

El método consiste en disolver una muestra con ácidos clorhídrico, nítrico y sulfúrico.

Fusión del residuo con bisulfato potásico.

Formación de un complejo amarillo con 4,4' - diantipirilmetano.

Medida espectrofotométrica del complejo coloreado a una longitud de onda aproximada de 385 nm.

### 4 Reactivos

Durante el ensayo, y salvo indicación en contrario, solo se utilizaran reactivos de calidad analítica reconocida

**4.1 Hierro** de alta pureza, con un contenido en titanio inferior a 2 µg/g.

**4.2 Bisulfato potásico** (KHSO<sub>4</sub>)

**4.3 Carbonato sódico** (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), anhidro

**4.4 Acido clorhídrico, d ~ 1,19 g/ml.**

**4.5 Acido nítrico, d ~ 1,40 g/ml .**

**4.6 Acido fluorhídrico, d ~ 1,15 g/ml**

**4.7 Acido clorhídrico, d ~ 1,19 g/ml, diluido 1+1.**

**4.8 Acido clorhídrico, d ~ 1,19 g/ml diluido 1+3.**

**4.9 Acido sulfúrico, d ~ 1,84 g/ml, diluido 1+1.**

**4.10 Acido tartárico, solución de 100 g/l.**

**4.11 Acido ascórbico, solución de 100 g/l**

Esta solución se debe preparar en el momento de su empleo.

#### **4.12 Oxalato amónico solución**

Disolver 6 g de oxalato amónico monohidratado  $[(COOMf_4)_2 - H_2O]$  en agua y diluir hasta 200 ml.

#### **4.13 Solución base de hierro**

Disolver, calentando suavemente, 1,25 g de hierro (4.1) en 10 ml de acido clorhídrico (4.7). Anadir 5 ml de acido nítrico (4. 5) y llevar a ebullición hasta que el volumen de la solución sea aproximadamente 10 ml. Enfriar, y transferir a un matraz aforado de 100 ml, enrasar con agua y homogeneizar.

#### **4.14 Solución de reactivos**

Preparar una solución de reactivos en paralelo con la determinación, utilizando las mismas cantidades de reactivos empleadas en la determinación, con la excepción del hierro. Seguir exactamente el procedimiento descrito en los apartado 7.3.1 y 7.3.2, diluyendo en agua hasta 100 ml.

#### **4.15 Solución de diantipirilmetano**

Disolver 4 g de 4,4' - metilen bis - (2,3 - dimetil - 1 - fenil - 5 - pirazolona) monohidratado,  $C_{23}H_{24}O_2Na_4 \cdot H_2O$ , (diantipirilmetano monohidratado) en 20 ml de acido clorhídrico (4.7) y diluir en agua hasta 100 ml.

#### **4.16 Titanio, solución patrón**

**4.16.1 Titanio, solución base:** correspondiente a 1 g de Ti por litro. Pesar 0,500 g de titanio metal de alta pureza [pureza > 99,9% (m/m)], con incertidumbre menor de 0,0001 g, transferirlo a un vaso de precipitados de 300 ml. Anadir 180 ml de acido sulfúrico, d ~ 1,84 g/ml, diluido 1 + 3, cubrir con un cristal, calentar suavemente hasta disolución del metal y oxidar con acido nítrico (4. 5), por adición gota a gota. Enfriar y transferir a un matraz aforado de 500 ml, enrasar con agua y homogeneizar.

1 ml de esta solución base contiene 1,0 mg de Ti

**4.16.2 Titanio, solución patrón:** correspondiente a 50 mg de Ti por litro. Transferir 10,0 ml de solución base de titanio (4.16.1) a un matraz aforado de 200 ml. Enrasar con agua y homogeneizar.

Esta solución se debe preparar en el momento de su empleo.

1 ml de esta solución contiene 50 µg de Ti.

## 5 Aparatos

Todo el material de vidrio aforado debe ser de calidad A, conforme a las Normas Internacionales, ISO 385-1, ISO 649, o ISO 1042

Material normal de laboratorio, y,

**5.1 Crisol,** de platino metal o aleación platino-oro, de 30 ml de capacidad.

### 5.2 Espectrofotómetro

El espectrofotómetro debe estar equipado para medir absorbancia a una longitud de onda de 385 nm.

La exactitud de medida de la longitud de onda debe ser inferior o igual a  $\pm 2$  nm. En el intervalo de absorbancia 0,05 a 0,85, la repetibilidad de las mediciones de la absorbancia debe ser mejor que  $\pm 0,003$ .

## 6 Toma de muestras

La toma de muestras se llevara a cabo según se indica en la norma NC-ISO 377 y otras normas nacionales adecuadas relativas a los aceros y fundiciones.

## 7 Procedimiento operatorio

### 7.1 Muestra para ensayo

Pesar con incertidumbre menor de 0,000 5 g, una muestra conforme al presunto contenido en titanio como sigue:

- a) para contenidos en titanio comprendidos entre 0,002% (m/m) y 0,125 (m/m), una muestra de 1,00 g;
- b) para contenidos en titanio comprendidos entre 0,125% (m/m) y 0,80% (m/m), una muestra de 0,50 g.

### 7.2 Ensayo en blanco

En paralelo con el de la muestra y siguiendo el mismo procedimiento operatorio, se realizara un ensayo en blanco usando las mismas cantidades de todos los reactivos y el mismo recipiente, sustituyendo la muestra para ensayo por una cantidad equivalente de hierro (4.1).

### 7.3 Determinación del contenido

#### 7.3.1 Disolución de la muestra

Colocar la muestra para ensayo (7. 1) en un vaso de precipitados de 250 ml. Anadir 20 ml de ácido clorhídrico (4.4), cubrir el vaso y dejar digerir entre 70°C y 90°C hasta que cesa la reacción. Anadir 5 ml de ácido nítrico (4.5) y hervir hasta que el volumen de la solución sea aproximadamente 10 ml.

Enfriar, añadir 20 ml de ácido sulfúrico (4.9) y evaporar hasta la aparición de humos sulfúricos. Justo antes de la emisión de humos, comenzara a formarse un precipitado siendo recomendable un calentamiento moderado para evitar proyecciones. Una vez iniciado el desprendimiento de humos la mezcla se vuelve estable y puede someterse la solución a temperaturas más elevadas. Evitar la emisión excesiva de humos, en particular para las aleaciones que contengan cromo ya que las sales de cromo depositadas son de difícil redisolución.

Enfriar, añadir 20 ml de ácido clorhídrico (4. 8) y calentar suavemente para re disolver las sales.

Filtrar sobre un papel de filtro de textura media y lavar con agua caliente. Lavar con 10 ml. de ácido clorhídrico (4.7) y otra vez con agua caliente. Reservar el filtrado.

#### 7.3.2 Tratamiento del residuo insoluble

Transferir el papel de filtro y el residuo a un crisol (5.1), secar y calcinar a la temperatura más baja posible hasta eliminar todas las materias carbonadas, y finalmente mantener a 700 °C al menos durante 15 minutos. Enfriar, y añadir algunas gotas de ácido sulfúrico (4.9) y 2 ml de ácido fluorhídrico (4.6), evaporar hasta sequedad y calcinar a 700 ° C.

**NOTA 1** Para muestras de ensayo que contenga tungsteno, proceder como se especifica con el capítulo 9.

Fundir el residuo con 1,0 g de bisulfato potásico en un mechero Bunsen y enfriar. Disolver por calentamiento con 10 ml de solución de ácido tartárico (4.10) y añadir al filtrado original. Transferir a un matraz aforado de 100 ml o 200 ml conforme a lo indicado en la tabla 1, enrasar hasta la marca con agua y homogeneizar.

Tabla 1

Contenido en titanio	Masa de muestra de ensayo (m)	Volumen de la solución de ensayo (7.3.2) (v)	Volumen de la parte alícuota (V <sub>1</sub> )	Volumen de la solución de hierro (4.13)añadida	Volumen de la solución de reactivos (4.14) añadida	Recorrido óptico de la cubeta
% (in/in)	g	ml	ml	ml	ml	cm
0,002 a 0,050	1,0	100	10,0	-	-	2
0,050 a 0.125	1,0	100	10,0	-	-	1
0,125 a 0.50	0,5	200	10,0	6,0	5,0	1
0,50 a 0,80	0,5	200	5,0	7,0	7,5	1

### 7.3.3 Desarrollo del color

Se trasfiere dos partes de la alícuota conforme a lo indicado en la tabla 1, a sendos matraces aforados de 50 ml para preparar la solución de ensayo y la solución de compensación. Añadir mediante bureta o pipeta lo siguiente, agitando después de cada adición:

#### a) Solución de ensayo:

- solución de hierro (4.13), si se requiere (véase tabla 1);
- solución base de reactivos (4.14), si se requiere (véase tabla 1);
- 2,0 ml de solución de oxalato amónico (4.12);
- 6,0 ml de ácido clorhídrico (4.7);
- 8,0 ml de solución de ácido ascórbico (4.11), dejar reposar durante 5 minutos;
- 10, 0 ml de solución de diantipirilmetano (4. 15)

#### b) Solución de compensation:

- solución base de hierro (4.13), si se requiere (véase tabla 1);
- solución de reactivos (4.14), si se requiere (véase tabla 1);
- 2, 0 ml de solución de oxalato amónico (4. 12);
- 8,0 ml de ácido clorhidrico (4.7);
- 8,0 ml de solución de ácido ascórbico (4.11), dejar reposar durante 5 minutos.



Completar con agua el volumen de las soluciones a) y b) y homogeneizar. Dejar reposar durante 30 minutos a temperatura ambiente (entre 20 °C y 30 °C). Si la temperatura ambiente es de 15 °C a 20 °C, aumentar el tiempo de reposo a 60 minutos.

#### **7.3.4 Medición espectrofotométrica**

Regular la longitud de onda del espectrofotómetro (5.2) a 385 nm aproximadamente.

Situar la cubeta óptica con agua en el espectrofotómetro y ajustar el aparato al cero de absorbencia. Usar cubetas del tamaño apropiado a los recorridos ópticos requeridos (véase tabla 1). Cuando se cambie el tamaño de la cubeta es necesario reajustar al cero el espectrofotómetro empleando la nueva cubeta.

Medir las absorbancias de la solución de ensayo coloreada y de las soluciones de compensación de la muestra para ensayo y el ensayo en blanco.

Por cada par de lecturas de la absorbencia realizada, determinar la absorbencia neta por sustracción de la absorbencia de la solución de compensación de la de la solución de ensayo.

Tabla 2

Contenido en titanio % (m/m)	Solución patrón de titanio (4.16.2)	Concentración de titanio en las soluciones coloreadas de calibración µg/ml	Contenido en titanio correspondiente en la muestra de ensayo % (m/m)
0,002 a 0,050	0 <sup>1)</sup>	0	0
	1	0,1	0,005
	3	0,3	0,015
	5	0,5	0,025
	7	0,7	0,035
	10	1,0	0,050
0,050 a 0,125	0 <sup>1)</sup>	0	0
	5	0,5	0,025
	10	1,0	0,050
	15	1,5	0,075
	20	2,0	0,100
	25	2,5	0,125
0,125 a 0,50	0 <sup>1)</sup>	0	0
	5	0,5	0,100
	10	1,0	0,200
	15	1,5	0,300
	20	2,0	0,400
	25	2,5	0,500
0,50 a 0,80	0 <sup>1)</sup>	0	
	5	0,5	0,20
	10	1,0	0,40
	15	1,5	0,60
	20	2,0	0,80

1) Termina cero

#### 7.4 Curva de calibración

**7.4.1 Preparación de las soluciones de calibración:** Pesar, con incertidumbre de 0,001 g, muestras de 1,000 g de hierro (4.1) que se colocan en una serie de vasos de precipitado de 250 ml. Anadir solución patrón de titanio (4.16.2) conforme a lo indicado en la tabla 2, y proceder según se describe en el apartado 7.3.1.

Añadir 10 ml de ácido clorhídrico (4.7), 1,0 g de bisulfato potásico (4.2) y 10 ml de solución de ácido tartárico (4.10) a cada solución. Mezclar convenientemente hasta completar la disolución. Enfriar y transvasar a una serie de matraces aforados de 100 ml, enrasar con agua hasta la marca y homogeneizar.

Transvasar una parte alícuota de 10,0 ml de cada solución de calibración a una serie de matraces aforados de 50 ml y completar el desarrollo del color tal y como se describe en el apartado 7.3.3. No es necesario añadir solución base de hierro (4.13) ni solución de reactivos (4.14).

**NOTA 2** - No es necesario preparar una solución de compensación para cada solución de calibración. Preparar la solución de compensación solo para el termino cero y emplearla para compensar cada una de las soluciones de calibración.

**7.4.2 Medición espectrofotométrica:** Efectuar una medición espectrofotométrica de cada solución tal y como se describe en el apartado 7.4.3. Para contenidos de titanio de hasta 0,050 (m/m), efectuar las mediciones con cubetas de 2 cm de recorrido óptico. Para otros contenidos medir con cubetas de 1 cm de recorrido óptico.

**7.4.3 Trazado de la curva de calibración:** La curva de calibración se traza representando los valores netos de la absorbancia respecto a las concentraciones de titanio, expresadas en microgramos de Ti por milímetro, en las soluciones medidas.

## 8 Expresión de resultados

### 8.1 Método de cálculo

Se convierte la absorbancia neta (véase apartado 7.3.4) de la solución de ensayo en la que se ha desarrollado el color en la concentración correspondiente de Ti, expresada en microgramos de Ti por milímetro mediante la curva de calibración (7.4.3).

El contenido en titanio, expresado como tanto por ciento en masa  $w_{Ti}$ , viene dado mediante la fórmula

$$w_{Ti} = (\rho_{Ti,1} - \rho_{Ti,0}) \times \frac{1}{10^6} \times \frac{V_0}{V_1} \times \frac{V_t}{m} \times 100 = (\rho_{Ti,1} - \rho_{Ti,0}) \times \frac{1}{10^6} \times \frac{V_0}{V_1} \times \frac{50}{m} \times 100 = \frac{V_0(\rho_{Ti,1} - \rho_{Ti,0})}{200mV_1}$$

Donde:

$\rho_{Ti,0}$  es la concentración de titanio, expresada en microgramos por milímetro, en la solución de ensayo en blanco (corregida por su solución de compensación);

$\rho_{Ti,1}$  - es la concentración de titanio, expresada en microgramos por milímetro, en la solución de ensayo (corregida por su solución de compensación)

$V_0$  es el volumen, en mililitros, de la solución de ensayo (véase apartado 7.3.2 y tabla 1);

$V$  es el volumen, en mililitros, de la parte alícuota (véase tabla 1);

$V_t$  es el volumen, en mililitros, de la solución de ensayo coloreada (véase apartado 7.3.3);

$m$  es la masa, en gramos, de la muestra de ensayo (7.1);

## 8.2 Precisión

Se ha realizado un programa para verificar este método en el que han intervenido 17 laboratorios, ensayando nueve niveles de titanio, realizando cada laboratorio tres determinaciones.

Las muestras de ensayo utilizadas están indicadas en la tabla A.1.

Los resultados obtenidos se han tratado estadísticamente siguiendo la norma ISO 5725-2.

Los datos obtenidos indican una relación logarítmica entre el contenido en titanio y la respetabilidad ( $r$ ) y la reproducibilidad ( $R$  y  $R_w$ ) de los resultados de ensayo (véase nota 5); esta relación se recoge resumidamente en la tabla 3. La representación gráfica se recoge en la figura del anexo B.

**Tabla 3**

Contenido en titanio % (m/m)	Repetibilidad $r$	Reproducibilidad	
		$R$	$R_w$
0,002	0,000 35	0,000 80	0,000 68
0,005	0,000 54	0,001 3	0,000 99
0,010	0,000 75	0,002 0	0,001 3
0,025	0,001 2	0,003 3	0,001 9
0,050	0,001 6	0,004 8	0,002 5
0,10	0,002 2	0,007 1	0,003 4
0,25	0,003 4	0,011 9	0,004 9
0,50	0,004 7	0,017 5	0,006 5
0,80	0,005 8	0,022 7	0,007 8

### NOTAS

3 Dos de las tres determinaciones se realizaron bajo las condiciones de repetibilidad definidas en la norma ISO 5725-2, es decir, un operador, los mismos aparatos, idénticas condiciones de operación, la misma calibración, y un periodo de tiempo mínimo.

4 La tercera determinación se realizó un día distinto (en un momento diferente) por el mismo operador que en la nota 3, usando los mismos aparatos con una nueva calibración.

5 A partir de los resultados obtenidos el día 1, se calculó la respetabilidad ( $r$ ) y, la reproducibilidad ( $R$ ) según el procedimiento descrito en la norma ISO 5725-2. A partir del primer resultado obtenido el día 1 y el resultado obtenido el día 2, se calcula la reproducibilidad inter-laboratorio ( $R$ ).

## 9 Caso particular

Para muestras de ensayo que contengan tungsteno, fundir el residuo resultante del tratamiento con ácido sulfúrico y ácido fluorhídrico con 5 gr de carbonato sódico (4.3) a 950 °C. Enfriar, disolver la colada en 200 ml de agua. Calentar hasta ebullición y filtrar a través de un papel de filtro de textura media mientras se somete a un lavado con agua caliente. Desechar la parte líquida de la filtración. Transvasar el papel de filtro y el residuo a un crisol (5.1), secar y calcinar a 700 °C.

Proceder como se especifica a partir del segundo párrafo del apartado 7.3.2, desde "Fundir el residuo sólido con 1,0 g de bisulfato potásico (4.2)" hasta el final.

Efectuar un ensayo en blanco correspondiente (7.2) y preparar una solución de reactivos particulares (4.14) para seguir con el procedimiento operatorio.

## 10 Acta de ensayo

El acta de ensayo debe incluir la siguiente información:

- a) toda la información necesaria para la identificación de la muestra, del laboratorio y la fecha del análisis;
- b) método de análisis utilizado, por referencia a esta norma cubana,
- c) resultados obtenidos y la forma en que están expresados;
- d) cualquier detalle particular que se produzca durante el ensayo;
- e) cualquier operación no especificada en esta Norma Cubana o que sea facultativa, que pudiera haber tenido una influencia en el resultado.

**ANEXO A**  
(Informativo)

**DATOS SUPLEMENTARIOS SOBRE LOS ENSAYOS INTERNACIONALES**

La tabla 3 se ha establecido a partir de los resultados analíticos internacionales realizados en 1987 y 1988 sobre ocho muestras de acero y una muestra de fundición en 17 laboratorios de ocho países.

Los resultados de los ensayos se han recogido en el documento 17/1 N 807 de mayo de 1989. La representación grafica de los datos de precisión se recogen en el anexo B.

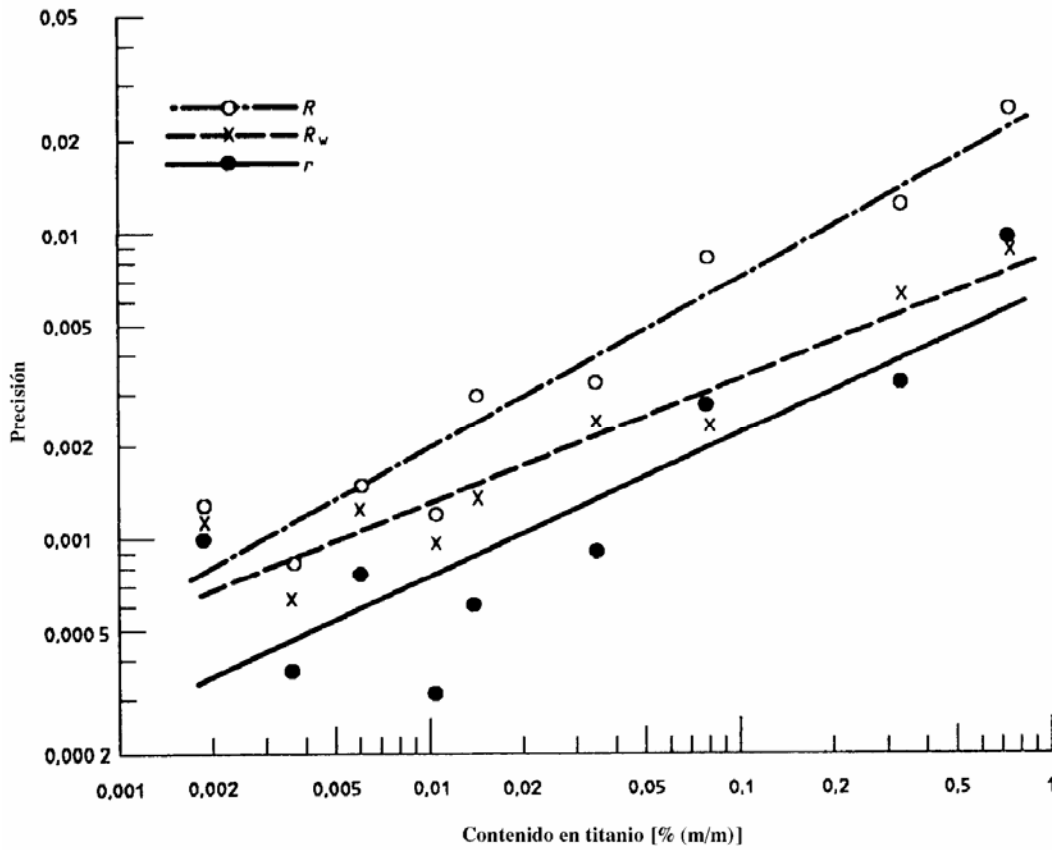
Las muestras utilizadas se indican en la tabla A. 1.

**Tabla A. 1**

Muestra	Contenido en titanio % (m/m)		
	Certificado	Obtenido	
		$\bar{w}_{Ti,1}$	$\bar{w}_{Ti,2}$
BHP-D3 (Acero dulce)	0,002 <sup>1)</sup>	0,001 9	0,0019
NBS 11h (Acero dulce)	0,004	0,003 7	0,0036
JSS 500-5 (Acero ligeramente aleado)	0,008	0,006 1	0,0060
JSS 169-5 (Acero dulce)	0,012	0,010 7	0,0108
BCS 453 (Acero dulce)	0,016	0,014 1	0,0144
JSS 171-3 (Acero dulce)	0,036	0,035 0	0,0349
JSS 102-4 (Fundición)	0,083	0,080 9	0,0809
NBS 121d (Acero inoxidable)	0,342	0,339	0,340
BCS 398 (Aleación imantada permanente)	0,79	0,764	0,764
$\bar{w}_{Ti,1}$ : valor medio en un día $\bar{w}_{Ti,2}$ : valor medio obtenido en días diferentes			

1) Valor no certificado.

**ANEXO B**  
(Informativo)



$$\lg r = 0,4673 \lg \bar{w}_{Ti,1} - 2,189$$

$$\lg R = 0,5587 \lg \bar{w}_{Ti,1} - 1,590$$

$$\lg R_w = 0,3648 \lg \bar{w}_{Ti,2} - 2,091$$

$\bar{w}_{Ti,1}$ : valor medio en un día

$\bar{w}_{Ti,2}$ : valor medio obtenido en días diferentes

$$\lg r = 0,4673 \lg \bar{w}_{Ti,1} - 2,189$$

$$\lg R = 0,5587 \lg \bar{w}_{Ti,1} - 1,590$$

$$\lg R_w = 0,3648 \lg \bar{w}_{Ti,2} - 2,091$$

$\bar{w}_{Ti,1}$ : valor medio en un día

$\bar{w}_{Ti,2}$ : valor medio obtenido en días diferentes