

UNIVERSIDAD NACIONAL  
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS  
ESCUELA DE LITERATURA Y CIENCIAS DEL LENGUAJE  
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
MAESTRÍA PROFESIONAL EN TRADUCCIÓN  
(Inglés-Español)

**ANNUAL BOOK OF ASTM STANDARDS  
PETROLEUM PRODUCTS, LUBRICANTS, AND  
FOSSIL FUELS**

**Traducción de seis métodos de análisis  
y Memoria**

**Sandra Castro Coleman**

2003

*La traducción que se presenta en este tomo se ha realizado para cumplir con el requisito curricular de obtener el grado académico en el Plan de Maestría en Traducción, de la Universidad Nacional.*

*Ni la Escuela de Literatura y Ciencias del Lenguaje de la Universidad Nacional, ni la traductora, tendrán ninguna responsabilidad en el uso posterior que de la versión traducida se haga, incluida su publicación.*

*Corresponderá a quien desee publicar esa versión gestionar ante las entidades pertinentes la autorización para su uso y comercialización, sin perjuicio del derecho de propiedad intelectual del que es depositaria la traductora. En cualquiera de los casos, todo uso que se haga del texto y de su traducción deberá atenerse a los alcances de la Ley de Derechos de Autor y Derechos Conexos, vigente en Costa Rica.*

*Para mi esposo, Jorge, por su amoroso, desinteresado e invaluable apoyo.*

Dejo constancia de mi agradecimiento a los profesores de la Escuela de Literatura y Ciencias del lenguaje de la Universidad Nacional que con su paciencia y sabiduría me guiaron en la elaboración de este trabajo.

## Índice general

Dedicatoria	III
Agradecimiento	IV
Prólogo	VI
<b>TRADUCCIÓN</b>	
Método estándar de prueba para la determinación de azufre en productos de petróleo (método general de la bomba)	2
Método estándar de prueba para la determinación de gravedad API del petróleo crudo y sus productos por medio del hidrómetro	15
Método estándar de prueba para la determinación de ceniza en productos de petróleo	25
Método estándar de prueba para la determinación del número de neutralización ácido en productos de petróleo por titulación potenciométrica	35
Método estándar de prueba para la determinación de ceniza sulfatada en aceites lubricantes y aditivos	63
Método estándar de prueba para la determinación de agua en productos líquidos de petróleo por medio del reactivo de Karl Fischer	77
<b>INFORME DE INVESTIGACIÓN</b>	
INTRODUCCIÓN	91
CAPÍTULO I, Aspectos generales	97
CAPÍTULO II, Sintaxis, estilo y procedimientos de traducción	111
CAPÍTULO III, Terminología y glosario	129
CONCLUSIÓN	144
BIBLIOGRAFÍA	149
APÉNDICE, Texto original	155

## Prólogo

El presente trabajo tiene el objetivo de traducir una parte del *Annual Book of ASTM Standards 2000 Petroleum Products, Lubricants, and Fossil Fuels*<sup>1</sup>. El libro recopila métodos de análisis físicos y químicos de los cuales se escogieron seis para su traducción. Se presenta la versión en español y además el informe de investigación que consta de una introducción donde se ofrecen aspectos generales del texto original y tres capítulos de desarrollo. En el primero se hace el análisis del texto; en el segundo se detallan asuntos de sintaxis, estilo y además procedimientos de traducción utilizados y, en el tercero se examinan problemas terminológicos y se presenta un glosario específico del campo de la química analítica. Por último se dan las conclusiones, la bibliografía utilizada en la investigación y el texto original.

**Descriptor:** lubricantes, normas, análisis, traducción, química, terminología.

---

<sup>1</sup> Annual Book of ASTM Standards, Petroleum Products, Lubricants and Fossil Fuels, volumen 05-01, sección 5, West Conshohocken, 2000, pp. 108-111, 155-157, 225-227, 265-271, 293-296, 609-612.

# TRADUCCIÓN

**Designación: D 129 - 95**

**Designación: 61/99**

**Método estándar de prueba para la determinación de azufre en productos de petróleo (método general de la bomba)<sup>1</sup>**

Esta norma se publicó con la designación D 129; el número inmediato posterior indica el año de adopción original o el año de la última revisión. La cifra entre paréntesis indica el año de la última aprobación y una épsilon (€) en superíndice indica un cambio que hicieron los editores desde la última revisión o aprobación.

Este método de prueba se adoptó para uso de las organismos gubernamentales en sustitución del método 5202 del método federal N° 791b.

**Alcance**

1.1 Este método abarca la determinación de azufre en productos de petróleo, incluidos los aceites con aditivos, aditivos concentrados y grasas lubricantes que no se pueden quemar totalmente en una lámpara de mecha. El método de prueba se aplica a cualquier producto de petróleo con una volatilidad lo suficientemente baja que pueda ser pesado con precisión en un bote de pesada abierto y que también contenga por lo menos 0,1 % de azufre.

Nota 1: este método no se puede utilizar en muestras con elementos que dejan residuos además del sulfato de bario; éste es insoluble en ácido clorhídrico diluido y

---

<sup>1</sup> Este método está dentro de la jurisdicción del Comité D-2 de la ASTM sobre Productos e petróleo y lubricantes y es responsabilidad directa del Subcomité D02.03 sobre Análisis elemental. La edición actual se aprobó el 15 de agosto de 1995 y se publicó en octubre de 1995. Al principio se publicó como D 129 – 22 y la penúltima edición como D 129 – 91. El método se adoptó como parte de la norma ASTM-IP en 1964. En esta norma el método se encuentra bajo la jurisdicción del Comité de estandarización.



podría interferir en el paso de la precipitación. Entre los elementos que interfieren están el hierro, aluminio, calcio, silicio y plomo que muchas veces están presentes en las grasas, aditivos de aceites lubricantes o aceites aditivos. Otros materiales ácidos insolubles que interfieren son: sílice, disulfuro de molibdeno, asbestos, mica y otros. El método tampoco se aplica para los aceites usados que contienen metales de desgaste y plomo o silicatos provenientes de contaminación. Las muestras que se excluyeron se pueden analizar con el método de prueba D 1552.

1.2 Esta norma no pretende considerar todo lo relacionado con seguridad, en caso de que la haya asociada con su uso. Es responsabilidad del usuario de este método fijar las prácticas apropiadas de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad de las limitaciones reguladoras antes de utilizarlo. Vea en la sección 3.2, indicaciones de precaución específicas incorporadas en el método de prueba.

## **2. Documentos de referencia**

2.1 Normas de la ASTM:

D 1193 *Specification for Reagent Water*<sup>2</sup>

D 1552 *Test Method for Sulfur in Petroleum Products (High-Temperature Method)*<sup>3</sup>

E 144 *Practice for Safe Use of Oxygen Combustion Bombs*<sup>4</sup>

## **3. Resumen del método**

---

<sup>2</sup> Annual Book of ASTM Standards, vol 11.01.

<sup>3</sup> Annual Book of ASTM Standards, vol 05.01.

<sup>4</sup> Annual Book of ASTM Standards, vol 14.02.

- 3.1 La muestra se oxida por combustión en una bomba que contiene oxígeno a presión. El azufre, como sulfato en los lavados de la bomba, se determina en forma gravimétrica como sulfato de bario.
- 3.2 **Advertencia:** si la bomba tiene un diseño y construcción apropiados y está en buenas condiciones mecánicas, la observación estricta de todas las disposiciones que se suministrarán en adelante, va a asegurar que no sufra una ruptura explosiva, o reventadura. Sin embargo, es conveniente que la bomba se encuentre encerrada en un revestimiento protector de acero que tenga por lo menos 13 mm de espesor o se suministre una protección equivalente contra las contingencias impredecibles.

#### 4. Aparatos y materiales

- 4.1 *Bomba*<sup>5, 6</sup> con capacidad de no menos de 300 mL, construida de tal manera que no vaya a tener fugas durante la prueba y que la recuperación cuantitativa de los líquidos de la bomba se obtenga con facilidad. La superficie interna puede ser de acero inoxidable o cualquier otro material que no se vea afectado por el proceso de combustión o sus productos. Los materiales usados en su montaje, como la unión de la cabeza y el anillo aislante de plomo deben ser resistentes al calor y a la acción química y no experimentar ninguna reacción que afecte el contenido de azufre del líquido en la bomba.

---

<sup>5</sup> Los criterios para juzgar la aceptabilidad de las bombas de combustión con oxígeno nuevas y usadas se describen en la Práctica E 144.

<sup>6</sup> Una bomba adecuada es aquella que cumple con la especificación IP de la norma IP 12.

4.2 *Copa de muestra* de platino, de 24 mm de diámetro externo en el fondo, 27 mm de diámetro externo en la boca, 12 mm de altura externa y de 10 a 11 g de peso.

4.3 *Alambre de encendido* de platino, calibre N° 26 B & S, 0,41 mm (16 mil), 27 SWG o equivalente.

Nota 2: **Advertencia:** el interruptor en el circuito de encendido debe mantenerse abierto excepto cuando el operador lo sostiene en posición cerrada.

4.4 *Circuito de encendido* capaz de suministrar suficiente corriente para encender la mecha de algodón o hilo de nilón sin que se funda el alambre. La corriente debe provenir de un transformador reducido o de una batería adecuada.

4.5 *Mecha de algodón o hilo de nilón para coser* color blanco

## 5. Reactivos y materiales

5.1 *Pureza de los reactivos.* Se deben usar químicos grado reactivo. A menos que se indique lo contrario, lo que se persigue es que todos los reactivos concuerden con las especificaciones del *Committee on Analytical Reagents of the American Chemical Society* [Comité sobre reactivos analíticos de la sociedad química estadounidense], donde se encuentran disponibles dichas especificaciones<sup>7</sup> o algunas otras normas reconocidas. Se pueden usar otros grados si primero se confirma que los reactivos tienen la suficiente pureza para permitir su uso sin perder exactitud en la determinación.

---

<sup>7</sup> Reactivos químicos, *American Chemical Society Specifications*, American Chemical Society, Washington, DC. Para probar los reactivos que no se encuentran en la lista de la *American Chemical Society*, ver *Analar Standards for Laboratory Chemicals*, BDH Ltd., Dorset, U.K. y el *United States Pharmacopeia and National Formulary*, U.S. Pharmaceutical Convention, Inc. (USPC), Rockville, MD.

- 5.2 *Pureza del agua.* A menos que se indique lo contrario, se entiende que las referencias del agua corresponden a las que se definen en el tipo II ó III de la especificación D 1193.
- 5.3 *Solución de cloruro de bario (85 g/L).* Disuelva 100 g de cloruro de bario dihidratado ( $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) en agua destilada y diluya hasta 1 litro.
- 5.4 *Agua de bromo (saturada).*
- 5.5 *Ácido clorhídrico (gravedad específica 1,19):* ácido clorhídrico concentrado (HCl).
- 5.6 *Oxígeno,* libre de material combustible y compuestos de azufre y disponible a una presión de  $41 \text{ kgf/cm}^2$  (40 atm).
- 5.7 *Solución de carbonato de sodio (50 g/L).* Disuelva 135 g de carbonato de sodio decahidratado ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) o su peso equivalente en agua destilada y diluya a 1 litro.
- 5.8 *Aceite blanco USP,* o parafina líquida BP, o un equivalente.

## **6. Procedimiento**

- 6.1 *Preparación de la bomba y la muestra.* Corte un trozo de 100 mm de longitud de alambre de encendido, encorve la mitad de la sección (cerca de 20 mm) y ate los extremos libres a las terminales. Ajuste la curva para que después se pueda colocar encima y a un lado de la copa de muestra. Entre las dos sinuosidades de la curva, inserte una mecha de algodón o un hilo de nilón de tal longitud que uno de los extremos se vaya a extender dentro de la copa de muestra. Ponga cerca de 5 mL de la solución de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  en la bomba (nota 3) y gírela para que la superficie interior se humedezca con la solución. Introduzca

en la copa la cantidad de muestra (pesada hasta 0,2 mg) y el aceite blanco especificados en el siguiente cuadro (nota 5 y nota 6). Cuando se usa aceite blanco, agite la mezcla con una barra pequeña de cuarzo y déjela dentro de la copa durante la combustión.

Nota 3: Con el empleo repetido de la bomba para determinaciones de azufre se puede notar una película en la superficie interna. Esto se elimina puliéndola en forma periódica. Un método satisfactorio para lograrlo es girar la bomba dentro de un torno a 300 r.p.m. y pulir la superficie interna con un papel lija de grano número 2/0 o equivalente<sup>8</sup>, cubierta con una capa de aceite ligero para prevenir cortes y luego con una pasta de óxido crómico<sup>9</sup> de grano libre y agua. Este procedimiento eliminará impurezas y le dará un buen pulido a la superficie. Antes del empleo de la bomba se debe lavar con agua y jabón para quitar el aceite y la pasta del paso anterior.

Nota 4: **Precaución:** No utilice más de 1,0 g de muestra total y aceite blanco u otro material combustible con bajo contenido de azufre, ni más de 0,8 g si se emplea una bomba IP 12.

Contenido de azufre Porcentaje	Peso de muestra g	Peso de aceite blanco g
5 o menos	0,6 a 0,8	0,0
mayor de 5	0,3 a 0,4	0,3 a 0,4

Nota 5: Cantidades superiores a 20 mg de cloro en las muestras pueden corroer la bomba. Para evitarlo, se recomienda que el peso de las muestras que contienen

---

<sup>8</sup> El papel Emery para pulir, grano N° 2/0 se puede pedir a Norton Co., Troy, N.Y.

<sup>9</sup> El óxido crómico se puede pedir a J.T. Baker & Co. Phillipsburg, N.J.

más de 2% de cloro, esté de acuerdo con el siguiente cuadro:

Contenido de cloro Porcentaje	Peso de muestra g	Peso de aceite blanco g
2 a 5	0,4	0,4
5 a 10	0,2	0,6
10 a 20	0,1	0,7
20 a 50	0,05	0,7

Nota 6: Si la muestra no es del todo soluble en el aceite blanco, se puede sustituir por otro combustible diluyente que tenga un bajo contenido de azufre. Sin embargo, el peso de la muestra y el diluyente no volátil no debe exceder 1,0 g ni más de 0,8 g si se utiliza la bomba IP 12.

6.2 *Adición de oxígeno.* Coloque la copa de muestra en su posición y acomode la mecha de algodón o hilo de nilón de modo que los terminales se sumerjan dentro de la muestra. Arme la bomba, tápela y ciérrela con fuerza. **Advertencia:** Ver nota 7. Cargue el oxígeno en forma lenta (para evitar soplar el aceite de la copa) hasta que la presión alcance el valor requerido de acuerdo con el siguiente cuadro:

Capacidad de bomba en ml	Capacidad mínima presión, <sup>A</sup> Kgf/cm <sup>2</sup> (atm)	Capacidad máxima presión, <sup>A</sup> Kgf/cm <sup>2</sup> (atm)
300 a 350	39 (38)	41 (40)
350 a 400	36 (35)	38 (37)
400 a 450	31 (30)	33 (32)
450 a 500	28 (27)	30 (29)

<sup>A</sup> La presión mínima se especifica para garantizar suficiente cantidad de oxígeno para una combustión completa y la *presión máxima representa un requisito de seguridad.*

Nota 7: **Advertencia:** No agregue oxígeno ni encienda la muestra si la bomba se ha sacudido, caído o inclinado.

6.3 *Combustión*. Sumerja la bomba en el baño de agua destilada fría y conecte los terminales al circuito eléctrico abierto. Cierre el circuito para encender la muestra (**advertencia**: ver nota 8). Saque la bomba del baño después de al menos 10 minutos de inmersión. Disminuya la presión a velocidad lenta y uniforme de tal manera que esta operación consuma 1 minuto o más. Abra la bomba y examine el contenido; si hay indicios de aceite no quemado o se encuentran depósitos carbonosos, descarte la determinación y límpiela antes de volver a utilizarla (ver nota 3).

Nota 8: **Advertencia**: No se acerque a la bomba hasta que hayan pasado por lo menos 20 segundos después de la ignición.

6.4 *Recuperación de la solución de azufre*. Lave el interior de la bomba, la copa con aceite y la superficie interior de la tapa con una piseta con agua y recoja los lavados en un frasco graduado (*beaker*) de 600 mL. Elimine cualquier precipitado de la bomba, por medio de un policia de caucho. Enjuague la base de las terminales hasta que los lavados indiquen ser neutros con el indicador rojo de metilo. Agregue 10 mL de agua saturada de bromo a los lavados dentro del beaker (en general el volumen no excede los 300 mL). Coloque la copa de muestra en un beaker de 50 mL, agregue 5 mL de agua saturada de bromo, 2 mL de HCl y suficiente agua para cubrir la copa. Caliente hasta antes del punto de ebullición durante 3 o 4 minutos y agréguelo al frasco que contiene los lavados de la bomba. Enjuague con agua la copa de muestra y el beaker de 50 mL y elimine, si lo hay, algún precipitado visible con el policia de caucho.

Adicione todos estos lavados a los del beaker de 600 mL. No los filtre si esto va a eliminar azufre presente como material insoluble.

6.5 *Determinación de azufre.* Evapore hasta 200 mL la combinación de lavados sobre un plato caliente u otra fuente de calor. Ajuste el calentamiento para mantener una ebullición lenta y agregue 10 mL de la solución  $\text{BaCl}_2$  desde un gotero. Agite la solución en este procedimiento y durante dos minutos más. Tape el beaker con un vidrio reloj acanalado y continúe la ebullición lenta para que la solución se evapore hasta un volumen de 75 mL aproximadamente. Aparte el beaker del calentador y déjelo enfriar durante 1 hora antes de la filtración. Filtre el líquido que sobrenada a través de un papel de filtro cuantitativo que no deja ceniza (nota 9). Enjuague el precipitado con agua, primero por decantación y luego sobre el filtro hasta que se encuentre libre de cloruro. Transfiera el papel y el precipitado a un crisol pesado y seco (nota 10) y caliéntelo hasta que la humedad se evapore. Carbonice completamente el papel sin encenderlo y al final enciéndalo con un calor rojo brillante hasta que el residuo se torne blanco. Después de este paso, deje enfriar el crisol a temperatura ambiente y péselo.

Nota 9: puede utilizar un crisol de porcelana tipo Selas con filtro de 5 a 9  $\mu\text{m}$  de porosidad y previamente pesado en lugar de papel de filtro. En este caso el precipitado se lava hasta que esté libre de cloruros y se seca hasta peso constante a  $500 \pm 25$  °C.



Nota 10: un método satisfactorio para secar, carbonizar y encender el papel y el precipitado es colocar el crisol que contiene el papel húmedo en un horno mufla eléctrico frío y encenderlo. En general los pasos se darán a la velocidad deseada.

6.6. *Blanco*. Lleve a cabo una determinación en blanco cada vez que utilice reactivos nuevos, aceite blanco u otro material combustible de bajo contenido de azufre. Cuando realice un blanco sobre aceite blanco, utilice 0,3 o 0,4 g y siga el procedimiento normal.

## 7. Cálculos

7.1 Calcule el contenido de azufre de las muestras de la siguiente manera:

$$\text{Azufre, porcentaje en peso} = (P-B) 13,73 / W \quad (1)$$

donde:

P = gramos de BaSO<sub>4</sub> obtenido de la muestra

B = gramos de BaSO<sub>4</sub> obtenido del blanco, y

W = gramos de la muestra utilizada.

## 8. Informe

8.1 Informe los resultados de la prueba con una precisión de 0,01%.

## 9. Precisión y sesgo<sup>10</sup>

9.1 No se sabe si la precisión de esta prueba se obtuvo con guías aceptadas en forma reciente como por ejemplo las del *Committe D-2 Research Report* del

---

<sup>10</sup> Algunos datos de apoyo se pueden pedir a las oficinas centrales de la ASTM, solicite RR:D02-1278.

*Manual on Determining Precision Data for Methods on Petroleum Products and Lubricants*<sup>11</sup>.

9.1.1 Repetibilidad: la diferencia entre resultados de pruebas sucesivas obtenidas por el mismo operador, con el mismo aparato, en condiciones operativas constantes en materiales de prueba idénticos, en la normal y correcta operación de este método de prueba, a la larga podría exceder los valores siguientes solo en un caso de veinte.

9.1.2 *Reproducibilidad*: la diferencia entre dos resultados individuales e independientes obtenidos por diferentes operadores que trabajan en diferentes laboratorios en materiales de prueba idénticos, en la normal y correcta operación de este método de prueba, a la larga podría exceder los siguientes valores solo en un caso de veinte.

Azufre, porcentaje en peso	Repetibilidad	Reproducibilidad
0,1 a 0,5	0,04	0,05
0,5 a 1,0	0,06	0,09
1,0 a 1,5	0,08	0,15
1,5 a 2,0	0,12	0,25
2,0 a 5,0	0,18	0,27

Nota 11: La precisión que se muestra en el cuadro no es aplicable a aquellas muestras que contienen más de 2% de cloro porque previamente se impuso una restricción sobre la cantidad de muestra a encender.

---

<sup>11</sup> Annual Book of ASTM Standards, vol 05.03.

Nota 12: Este método se ha probado en forma cooperativa solo en el ámbito de 0,1 a 5,0 % de azufre.

Nota 13: La siguiente información sobre la precisión de este método se desarrolló en el Instituto del Petróleo en Londres.

- a. Resultados de duplicado de pruebas no debe diferir en más de las siguientes cantidades:

Repetibilidad

$$0,016 x + 0,06$$

Reproducibilidad

$$0,037 x + 0,13$$

donde x es el promedio del duplicado de los resultados.

- b. Los valores de precisión se obtuvieron en 1960 por examen estadístico entre resultados de prueba de varios laboratorios<sup>12</sup>. No se establecieron límites para aditivos concentrados.

9.2 *Sesgo*. Se encontró que los resultados obtenidos en un laboratorio con el método D 129, con materiales de referencia estándares NIST números 1620A, 1621C y 1662B fueron 0,05 % en masa más altos que los valores de referencia aceptados.

## 10. Palabras clave

10.1 bomba; azufre.

---

<sup>12</sup> Norma IP para Petróleo y sus productos, parte I, apéndice E

La *American Society for Testing and Materials* no se ha referido en ningún caso a los derechos de patente reconocidos en relación con algún punto mencionado en esta norma. Los usuarios quedan advertidos de que la determinación de la validez de cualquier derecho de patente y del riesgo de infracción del mismo son enteramente su responsabilidad.

Esta norma está sujeta a revisión en cualquier momento por parte del comité técnico responsable y se debe hacer cada cinco años. En caso de no haber revisión se debe reaprobar o retirar. Se invita a dar sus sugerencias o comentarios para la revisión de esta norma o para estándares adicionales y deben ser dirigidas a las oficinas centrales de la ASTM. Sus comentarios recibirán cuidadosa consideración en una reunión con el comité técnico al que usted puede asistir. Si considera que los comentarios no han sido tomados en cuenta, puede dirigirse al *ASTM Committee on Standards* [Comité de Estándares de la ASTM], 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428.

## **ASTM Designación: D 287 – 92 (reaprobado en 1995)**

### **Método estándar de prueba para la determinación de gravedad API del petróleo crudo y sus productos por medio del hidrómetro<sup>1</sup>**

Esta norma se publicó con la designación D 287; el número inmediato posterior indica el año de adopción original o el año de la última revisión. La cifra entre paréntesis indica el año de la última aprobación y una épsilon ( $\epsilon$ ) en superíndice significa un cambio que hicieron los editores desde la última revisión o aprobación.

Este método de prueba se adoptó para uso de las agencias gubernamentales en sustitución del Método 401 del Federal Estándar N° 791b.

#### **1. Alcance**

1.1 Este método incluye la determinación, por medio del hidrómetro de vidrio, de la gravedad API del petróleo crudo y sus productos que normalmente se manejan como líquidos y tienen una presión de vapor Reid (Método de prueba D 323) de 26 psi (180 kPa) o menos. Las gravedades se determinan a 60 °F (15.56 °C) o se convierten a esa temperatura con ayuda de cuadros estándar. Estos cuadros no se aplican a sustancias que no sean hidrocarburos y tampoco a hidrocarburos esencialmente puros como por ejemplo los aromáticos.

Nota 1. La versión internacional de este método se describe en el D 1298.

---

<sup>1</sup> Este método se encuentra bajo la jurisdicción del Comité D-2 de la ASTM sobre Productos de Petróleo y Lubricantes y es responsabilidad directa del Subcomité D02.04 sobre análisis de hidrocarburos. La edición actual se aprobó el 15 de agosto de 1992 y se publicó en octubre de 1992. En un principio se publicó como D 287–28T en sustitución de la antigua D 47 y la penúltima como D 287 – 82 (1997)  $\epsilon^1$ .

- 1.2 Los valores expresados en pulgadas y libras se consideran estándar; las unidades entre paréntesis se dan únicamente como información.
- 1.3 Esta norma no pretende considerar todo lo relacionado con seguridad, en caso de que la haya asociada con su uso. Es responsabilidad del usuario de este método fijar las prácticas apropiadas de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad de las limitaciones reguladoras antes de usarlo. Se indican algunas precauciones específicas en las notas 3 y 4.

## **2. Documentos de referencia**

### 2.1 Normas de la ASTM:

D 323 *Test Method for Vapor Pressure of Petroleum Products (Reid Method)*<sup>2</sup>

D 1250 *Guide for Petroleum Measurement Tables*<sup>2</sup>

D 1298 *Practice for Density, Relative Density (Specific Gravity) or API Gravity of Crude and Liquid Petroleum Products by the Hydrometer*<sup>2</sup>.

E 1 *Specification for ASTM Thermometers*<sup>3</sup>

E 100 *Specification for ASTM Hydrometers*<sup>3</sup>

### 2.2 *IP Standards*<sup>4</sup>:

Especificaciones de termómetros estándar IP

Especificaciones IP de hidrómetros para petróleo

## **3. Terminología**

### 3.1 *Definiciones*

---

<sup>2</sup> Annual book of ASTM Standards, Vol 05.01.

<sup>3</sup> Annual book of ASTM Standards, Vol 14.03

<sup>4</sup> Disponible en el Instituto del Petróleo, 61 New Cavendish St., London W1M, 8AR, England.

3.1.1 *Gravedad API*, una función especial de la densidad relativa (gravedad específica) 60/60°F (15,56/15,56°C) representada así:

$$\text{Gravedad API, grados} = (141,5/\text{gr. esp. } 60/60^\circ\text{F}) - 131,5$$

No es necesario especificar la temperatura requerida porque los 60°F están incluidos dentro de la definición.

#### **4. Resumen del método de prueba**

4.1 Este método parte del principio de que la gravedad de un líquido varía directamente con la profundidad de inmersión de un cuerpo flotando en él. Este cuerpo, graduado en unidades de gravedad API, se llama hidrómetro API.

4.2 La gravedad API se lee con la observación del hidrómetro API flotando libremente después de que se ha alcanzado la temperatura de equilibrio. Se anota la graduación más cercana a la intersección aparente de la superficie horizontal plana del líquido con la escala vertical del hidrómetro. Se lee la temperatura de la muestra desde un termómetro ASTM sumergido o desde el termómetro que forma parte integral del hidrómetro (termohidrómetro).

#### **5. Importancia y uso**

5.1 La determinación exacta de la gravedad del petróleo y sus productos es necesaria para la conversión de volúmenes medidos a volúmenes a la temperatura estándar de 60°F (15,56°C).

5.2 La gravedad es un factor que gobierna la calidad de los aceites crudos; sin embargo, la gravedad de los productos de petróleo es una indicación incierta de su calidad. La gravedad en correlación con otras propiedades se

usa para calcular la composición aproximada de un hidrocarburo y el calor de combustión.

## **6. Aparatos**

6.1 *Hidrómetros* de vidrio graduados en grados API como se enumeran en el cuadro 1 y de acuerdo a la especificación E 100 o las especificaciones IP de hidrómetros para petróleo.

6.2 *Termómetros* con un ámbito de  $-5$  a  $+215^{\circ}\text{F}$  y de acuerdo con los requisitos de los termómetros 12F descritos en la especificación E1 o los termómetros 64F de las Especificaciones de termómetros estándar IP. Si se utiliza un termohidrómetro, no es necesario utilizar termómetro.

Nota 2. Los termómetros 12F de gravedad ASTM tienen subdivisiones de  $0,5^{\circ}\text{F}$  y una escala de error admisible de  $\pm 0,25^{\circ}\text{F}$ . Los termohidrómetros tienen termómetros con subdivisiones de  $2^{\circ}\text{F}$  y una escala de error admisible de  $\pm 1^{\circ}\text{F}$ .

6.3 *Cilindros para hidrómetros* (probetas) de metal, vidrio claro o plástico que tengan una boquilla en el borde para un vertido conveniente. El diámetro interno del cilindro debe ser al menos 25 mm mayor que el diámetro externo del hidrómetro a usar. El alto de la probeta debe ser tal que el largo de la columna de muestra que contiene sea unos 25 mm mayor que la porción del hidrómetro que se sumerge debajo de la superficie. En el caso de pruebas de campo es necesario usar un ladrón de muestreo de dimensiones adecuadas.



### Cuadro1 Hidrómetros graduados disponibles, grados API

Designación	Tipo	Ámbito API, grados		Escala	
		Serie total	Cada unidad	División	Error
1H a 10H	largo, plano	-1 a 101	12	0,1	0,1
21H a 40H	corto, plano	0 a 101	6	0,1	0,2
51H a 60H	termo	-1 a 101	12	0,1	0,1
71H a 74H	termo	-1 a 41	12	0,1	0,1
<sup>A</sup>	termo	15 a 51	8		

<sup>A</sup> Se consiguen termohidrómetros de 8 grados de ámbito.

## 7. Temperatura de prueba

7.1 La gravedad determinada mediante el método del hidrómetro es más exacta cuanto más se acerque a la temperatura estándar de 60°F (15,56°C). Utilice durante la prueba ésta o cualquier otra temperatura entre 0 y 195°F (-18 y +90°C), mientras sea consistente con el tipo de muestra y las condiciones necesarias limitantes presentes en el cuadro 2.

## 8. Procedimiento

8.1 En el caso de pruebas de referencia, utilice el hidrómetro largo y de forma plana (1H al 10H). En el campo utilice el termohidrómetro.

8.2 Ajuste la temperatura de la muestra de acuerdo con el cuadro 2. En el campo se pueden utilizar temperaturas diferentes. La de la probeta debe ser aproximadamente la misma que la de la muestra a analizar.

## Cuadro 2 Condiciones límite y temperaturas de prueba

Tipo de muestra	Límite de gravedad	Límite inicial de punto ebullición	Otros límites	Temperatura de prueba
Muy volátil	< de 70°API			Enfríe a 35°F o menos en recipiente original cerrado
Volat. media	> de 70°API	< de 250°F (120°C)		Enfríe a 65°F o menos en recipiente original cerrado
Volat. media y viscosa	> de 70°API	< de 250°F (120°C)	Viscosidad muy alta a 65°F (18°C)	Caliente a temp. mínima hasta fluidez suficiente
No volátil	> de 70°API	> de 250°F (120°C)		Cualquier temp. entre 0 y 195°F (-18 y 90°C) a conveniencia
Mezclas de productos que no son de petróleo o hidrocarburos puros				60 +/- 0,25°F (15,56 +/- 0,1°C)

8.3 Transfiera con cuidado la muestra dentro de la probeta para evitar que se formen burbujas de aire y reducir al mínimo la evaporación de los constituyentes de bajo punto de ebullición de las muestras más volátiles (**advertencia:** ver nota 3). Transfiera estas últimas al cilindro por medio de un sifón utilizando un bulbo de hule aspirador (**advertencia:** ver nota 4). Elimine las burbujas que se forman y reúnen en la superficie de la muestra tocándolas con un papel de filtro limpio antes de insertar el hidrómetro. Con pruebas de campo, obtenga la medida de la gravedad directamente del ladrón de muestreo. Coloque el cilindro en posición vertical en un lugar libre de corrientes de aire. Tome las precauciones necesarias para prevenir cambios de temperatura de muestra y ambiente de más de 5°F (2°C) durante el tiempo necesario para completar la prueba.

Nota 3. **Advertencia:** líquido y vapores extremadamente inflamables.

Nota 4. **Advertencia:** no aplique el sifón con la boca.

- 8.4 Coloque el hidrómetro muy suavemente dentro de la muestra y deje que se estabilice. Sumérjalo en el líquido dos divisiones de la escala y suéltelo. Mantenga seco el resto del tubo para evitar cambios en el peso efectivo del instrumento que puedan afectar la lectura obtenida. En el caso de muestras poco viscosas se le imparte al hidrómetro una ligera rotación que ayuda a estabilizarse mientras flota libremente sin pegar en las paredes de la probeta. Espere el tiempo suficiente para que el instrumento alcance la inmovilidad total y las burbujas de aire salgan a la superficie. Esta acción es particularmente necesaria con las muestras más viscosas.
- 8.5 Cuando el hidrómetro se encuentra inmóvil, flota en forma libre y la temperatura de la muestra permanece constante en  $0,2^{\circ}\text{F}$  ( $0,1^{\circ}\text{C}$ ), tome la lectura correcta en el punto donde la superficie del líquido corta la escala del instrumento. Lea este punto colocando el ojo un poco más abajo del nivel del líquido y levántelo lentamente hasta llegar a la superficie. Al principio se nota una elipse distorsionada, pero luego se ve una línea recta que corta la escala.
- 8.6 En el caso de líquidos opacos, se sitúa el ojo ligeramente encima de la superficie plana y se toma la lectura en el punto de la escala donde la muestra supera ese nivel. Esta lectura requiere una corrección que se determina por medio de la observación de la altura alcanzada en la escala de un hidrómetro particular por un líquido transparente que tiene una tensión superficial similar a la de la muestra que se analiza.

8.7 Sumerja todo el mercurio del termómetro (nota 5), agite la muestra con él y anote la temperatura con una precisión de 0,25°F (0,1°C) inmediatamente antes y después de determinar la gravedad. Si las dos lecturas difieren en más de 0,1°F (0,5°C), repita las observaciones cuando se alcance la estabilidad. Anote la temperatura promedio de la prueba con una precisión de 1°F.

Nota 5. Cuando se usa el termohidrómetro, bájelo y súbalo con cuidado para agitar la muestra. En este caso, después de observar la lectura en el hidrómetro se toma la temperatura del termómetro hasta 1°F (0,5°C).

## **9. Cálculos**

9.1 En el caso de la gravedad de líquidos opacos determinada con el procedimiento descrito en el punto 8.6, reste la corrección de la lectura que se observó en el hidrómetro.

9.2 Corrija todas las lecturas de los hidrómetros a 60°F (15,56°C) con la ayuda de los cuadros 5A ó 5B de la guía D 1250.

## **10. Informe**

10.1 Informe la lectura corregida del hidrómetro como grados API o Gravedad API.

## **11. Precisión y sesgo**

11.1 La precisión de este método se obtuvo por medio de examen estadístico de resultados de prueba entre varios laboratorios de la siguiente manera:

11.1.1 *Repetibilidad*: la diferencia entre resultados de pruebas sucesivas, obtenidas por el mismo operador, con el mismo aparato, en condiciones

operativas constantes, en materiales de prueba idénticos, en la normal y correcta operación de este método de prueba, a la larga podría exceder 0,2°API solo en uno de entre veinte casos.

11.1.2 *Reproducibilidad*: la diferencia entre dos resultados individuales e independientes obtenidos por diferentes operadores que trabajan en diferentes laboratorios, en materiales de prueba idénticos, en la normal y correcta operación de este método de prueba, a la larga, podría exceder 0,5°API solo en uno de entre veinte casos.

Nota 6. La precisión de este método no se obtuvo según se describe en la norma RR:D02-1007<sup>3</sup>.

Nota 7. El informe sobre la precisión se aplica solo en la medidas realizadas a temperaturas que difieren de 60°F (15,56°C) pero en menos de 18°F (10°C).

11.2 *Sesgo*. No se ha determinado el sesgo del método.

## **12. Palabras clave**

12.1 Gravedad API, petróleo crudo, hidrómetro, termohidrómetro, termómetro.

La *American Society for Testing and Materials* no se ha referido en ningún caso a derechos de patente reconocidos en relación con algún punto mencionado en esta norma. Los usuarios quedan advertidos de que la determinación de la validez de cualquier derecho de patente y del riesgo de infracción del mismo son enteramente su responsabilidad.

Esta norma está sujeta a revisión en cualquier momento por parte del comité técnico responsable y se debe hacer cada cinco años. En caso de no

haber revisión se debe reaprobar o retirar. Se invita a dar sus sugerencias o comentarios para la revisión de esta norma u otras adicionales y deben ser dirigidas a las oficinas centrales de la ASTM. Sus comentarios se considerarán en una reunión del comité técnico al que usted puede asistir. Si considera que los comentarios no han sido tomados en cuenta, puede dirigirse al *ASTM Committee on Standards* [Comité de Estándares de la ASTM], 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428.

**Designación: D 482 – 95**

**Designación: 4/96**

**Método estándar de prueba para la determinación de ceniza en productos de petróleo<sup>1</sup>**

Esta norma se publicó con la designación D 482; el número inmediato posterior indica el año de adopción original o el año de la última revisión. La cifra entre paréntesis indica el año de la última aprobación y una epsilon ( $\epsilon$ ) en superíndice significa un cambio que hicieron los editores desde la última revisión o aprobación.

Este método de prueba se adoptó como parte de la norma ASTM-IP en 1965 y se aprobó para ser utilizado por las agencias del Departamento de Defensa.

**1. Alcance**

1.1 Este método incluye la determinación de ceniza en el ámbito de 0,001 a 0,180 % en masa en combustibles destilados y residuales, combustibles de turbinas de gas, aceites crudos, aceites lubricantes y otros productos de petróleo que contengan materiales que dejan ceniza y en general se consideran impurezas o contaminantes (nota 1). El método se limita a productos de petróleo que no tengan aditivos que formen ceniza e inclusive ciertos compuestos de fósforo (nota 2).

Nota 1: En ciertos tipos de muestras, no todos los metales que forman ceniza son retenidos cuantitativamente en la ceniza. Esto es particularmente cierto en

---

<sup>1</sup> Este método se encuentra en la jurisdicción del *ASTM Committee D-2 on Petroleum Products and Lubricants* y es responsabilidad directa del *Subcommittee D02.06 on Elemental Analysis*. La edición actual se aprobó el 15 de abril de 1995 y se publicó en junio de 1995. En un principio se publicó como D 482 – 38T y la penúltima como D 482 - 91 <sup>$\epsilon$ 1</sup>.

En el IP, este método se encuentra en la jurisdicción del Comité de Estandarización.

los aceites destilados que requieren un procedimiento especial con el fin de retener los metales en forma cuantitativa.

Nota 2: Este método no se destina al análisis de aceites lubricantes nuevos con aditivos; para tales muestras se usa el método de prueba D 874. Tampoco se utilizará en el análisis de aceites lubricantes con plomo ni en aceites usados de motor (cárter).

1.2 Se usarán las unidades de % en masa.

1.3 Esta norma no pretende considerar todo lo relacionado a seguridad, en caso de que la haya asociada con su uso. Es responsabilidad del usuario de este método fijar las prácticas apropiadas de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad de las limitaciones reguladoras antes de usarlo.

## **2. Documentos de referencia**

2.1 Normas ASTM:

*D 874 Test Method for Sulfated Ash from Lubricating Oils and Additives*<sup>2</sup>

*D 4057 Practice for Manual Sampling of Petroleum and Petroleum products*<sup>3</sup>

*D 4928 Test Method for Water in Crude Oils by Coulometric Karl Fischer Titration*<sup>4</sup>

## **3. Resumen del método**

3.1 La muestra contenida en un recipiente adecuado se enciende y se deja quemar hasta que solo se visualicen ceniza y carbón. El residuo carbonoso se reduce a ceniza calentando en un horno mufla a 775 °C, se enfría y se pesa.

---

<sup>2</sup> *Annual Book of ASTM Standards, Vol 05.01*

<sup>3</sup> *Annual Book of ASTM Standards, Vol 05.02*



#### **4. Importancia y uso**

4.1 Es importante conocer la cantidad de material que deja ceniza en un producto porque suministra la información necesaria para decidir si ese producto es adecuado para una aplicación determinada. La ceniza proviene del aceite, de compuestos metálicos solubles en agua o de sólidos extraños como suciedad y corrosión.

#### **5. Aparatos**

5.1 *Crisol o plato de evaporación* de platino, sílice o porcelana, de 90 a 120 mL de capacidad.

5.2 *Horno mufla eléctrico*, capaz de mantener una temperatura constante de 775 +/- 25 °C y de preferencia con aberturas adecuadas al frente y al fondo para el flujo normal del aire.

5.3 *Quemador de gas tipo Meeker* o equivalente.

5.4 *Agitador mecánico*<sup>5</sup>.

#### **6. Reactivos**

6.1 Isopropanol (2-propanol).

6.2 Tolueno.

#### **7. Muestreo**

7.1 Tome las muestras según las instrucciones de la Práctica D 4057. Antes de transferir la porción por analizar al crisol o plato de evaporación, asegúrese

---

<sup>4</sup> *Annual Book of ASTM Standards, Vol 05.03*

<sup>5</sup> Se puede obtener un agitador mecánico adecuado de la Corporación Eberbach, 505 S. Maple Rd., Ann Arbor, MI 48106-1024.

de que esa parte es representativa de toda la muestra. Si es necesario agite bien.

## 8. Procedimiento

8.1 Caliente el crisol o plato de evaporación a 700 u 800 °C durante 10 minutos o más. Enfríe a temperatura ambiente en un recipiente adecuado y pese hasta 0,1 mg.

Nota 3: el recipiente en que se enfría el crisol puede ser un desecador, pero sin agente desecante. Todos los pesos de los crisoles deben llevarse a cabo inmediatamente después de que se enfríen. Cuando sea necesario dejar los crisoles en el desecador durante un largo período de tiempo, los pesajes posteriores deben realizarse dejando los crisoles y su contenido el mismo período de tiempo en el desecador.

Tome en cuenta los siguientes aspectos con respecto a la muestra:

8.2 Si es suficientemente móvil, agítela en forma vigorosa antes de pesarla. Esta mezcla es necesaria para distribuir, en forma total, materiales catalizadores y otras partículas, lo cual generalmente se logra con la agitación manual o mecánica durante 10 min. Examine la muestra para determinar su homogeneidad antes de proseguir con el punto 8.3, de lo contrario, continúe con la agitación.

8.2.1 Cuando se note que no es homogénea después de repetidas agitaciones, o haya una duda razonable, se debe usar un mezclador de alta velocidad sin aireación. Esa herramienta se describe en el anexo del Método de prueba D 4928.

- 8.2.2 Si con todo lo anterior no se obtiene una porción homogénea, rechácela y tome otra.
- 8.2.3 En el caso de ser viscosa o sólida a temperatura ambiente, caliente el recipiente con cuidado hasta que se vuelva líquida y mézclela con cuidado. Use un horno a temperatura adecuada.
- 8.2.4 Si contiene agua, después del calentamiento puede salpicar o producir espuma. Por lo tanto, el operador debe proceder con precaución y durante este paso usar gafas y guantes. En este caso, para hacer la mezcla con cuidado se debe agitar y no sacudir.
- 8.3 La cantidad de muestra por tomar dependerá del contenido de ceniza esperado (consultar Cuadro 1). El procedimiento de pesaje dependerá de la necesidad o no de calentamiento y de una o varias porciones.
- 8.4 Por medio de una balanza de cargado vertical, pese (hasta 0,1 g) dentro del crisol una cantidad suficiente de muestra que produzca de 1 a 20 mg de ceniza. Determine su masa por diferencia entre la final y la inicial del recipiente pesado a temperatura ambiente. Si de acuerdo con la experiencia o con el Cuadro 1, pesar una vez es suficiente, proceda con los pasos 8.6 – 8.11.
- 8.5 Si se requiere más de una adición proceda solo con el paso 8.6 (ver 8.6.1 y 8.7) y deje enfriar el crisol a temperatura ambiente antes de agregar más cantidad de acuerdo como se describió en el punto 8.4. Proceda con los pasos 8.6 – 8.11.

**Cuadro 1 Masa de la muestra de prueba contra el contenido de ceniza**

Ceniza esperada, % en masa	Masa de la muestra, g	Masa de ceniza, g
0,18	9	20
0,10	20	20
0,05	40	20
0,04	50	20
0,02	100	20
0,01	100	10
0,001	100	1

8.6 Caliente con cuidado el crisol en un quemador o mechero Meeker, hasta que su contenido se encienda con una llama. Mantenga la temperatura de tal manera que la muestra continúe quemándose a una velocidad uniforme y moderada y, al final, cuando esta función termine, solo persista un residuo carbonoso. En este paso también se puede utilizar un plato caliente.

8.6.1 Si la muestra contiene agua, puede salpicar; por lo tanto, el operador debe calentar con cuidado y usar gafas. Si salpica demasiado y el material se escapa del crisol, descarte esta muestra.

8.6.2 A una segunda porción, agregue 2 mL de 2-propanol (**advertencia:** inflamable), agite con un policia (o rodillo) de vidrio y caliente en forma suave para licuar en caso de que sea sólida y luego proceda como en el punto 8.6. Si no se logra eliminar el agua, repita el paso 8.6.2 pero utilizando una mezcla de 10 mL de tolueno (**advertencia:** inflamable, vapor peligroso) y 2-propanol. En cualquiera de los casos, el material que se haya adherido al policia (o rodillo) de vidrio puede ser devuelto al crisol con

una tira de papel de filtro de los que no dejan ceniza. Continúe quemando el contenido del recipiente según se describe en el punto 8.6.

- 8.7 Es imprescindible que el laboratorista vigile este paso porque la quema de las muestras nunca debe descuidarse.
- 8.8 Algunas requerirán calentamiento adicional una vez finalizada la función de quemado, en particular, los hidrocarburos pesados como combustibles marinos que forman costras encima del material sin quemar. Las costras se pueden romper con un rodillo de vidrio (policía) y recuperarlas con papel de filtro como se describió antes y luego quemar el material de prueba que permanece.
- 8.9 El material pesado tiende a formar espuma; por lo tanto, se debe tener cautela. Es necesario evitar el recalentamiento para que la muestra y el crisol no adquieran el color rojo vivo y se pierda un poco de ceniza. Además, la llama nunca debe ser tan alta que sobrepase el borde del crisol y recaliente la costra; esto provocaría salpicaduras y considerable pérdida de material.
- 8.10 Caliente el residuo en el horno mufla a  $775 \pm 25$  °C hasta que el material carbonoso desaparezca. Enfríe el crisol a temperatura ambiente en un recipiente adecuado (nota 3) y pese con una precisión de 0,1 mg.
- 8.11 Vuelva a calentar el crisol a 775 °C durante 20 ó 30 minutos más, enfríe en un desecador (nota 3) y pese. Repita el calentamiento y el peso hasta que dos lecturas consecutivas no varíen más de 0,5 mg.

## 9. Cálculos

9.1 Calcule la masa de ceniza como porcentaje de la muestra original según la siguiente ecuación:

$$\text{Ceniza, \% en masa} = (w / W) \times 100$$

donde:

w = masa de ceniza en g

W = masa de muestra en g

## 10. Informe

10.1 Informe los resultados de la siguiente manera:

Masa de la muestra de prueba	Informe
9,00 a 39,99 g	3 lugares decimales
40,00 o más g	3 a 4 lugares decimales

10.2 Anote el valor en el informe como ceniza según el Método de prueba D 482 e incluya la masa de muestra que tomó.

## 11. Precisión y sesgo<sup>6</sup>

11.1 La precisión de este método se obtuvo por medio del examen estadístico de resultados de prueba de varios laboratorios de la siguiente manera:

11.1.1 *Repetibilidad*: la diferencia entre resultados de pruebas sucesivas, obtenidas por el mismo operador, con el mismo aparato, en condiciones operativas constantes, en materiales de prueba idénticos, en la normal y correcta operación de este método de prueba, a la larga podría exceder los valores siguientes solo en uno de entre veinte casos:

Ceniza, \% en masa	Repetibilidad
0,001 a 0,079	0,003
0,080 a 0,180	0,007

11.1.2 *Reproducibilidad*: la diferencia entre dos resultados individuales e independientes obtenidos por diferentes operadores que trabajan en diferentes laboratorios, en materiales de prueba idénticos, en la normal y correcta operación de este método de prueba, a la larga, podría exceder los siguientes valores solo en uno de entre veinte casos:

Ceniza, % en masa	Reproducibilidad
0,001 a 0,079	0,005
0,080 a 0,180	0,024

11.2 *Sesgo*: el sesgo de este método no se pudo determinar porque no se encuentra disponible un material de referencia estándar que contenga un nivel conocido de ceniza en hidrocarburos de petróleo líquidos.

## **12. Palabras clave**

12.1 ceniza, aceites crudos, aceites destilados, aceites combustibles y aceites lubricantes.

La *American Society for Testing and Materials* no se ha referido en ningún caso a derechos de patente reconocidos en relación con algún punto mencionado en esta norma. Los usuarios quedan advertidos de que la determinación de la validez de cualquier derecho de patente y del riesgo de infracción del mismo son enteramente su responsabilidad.

La norma está sujeta a revisión en cualquier momento por parte del comité técnico responsable y se debe hacer cada cinco años. En caso de no haber revisión se debe reaprobar o retirar. Se invita a dar sus sugerencias o

---

<sup>6</sup> Para esta norma no existe un informe de investigación de la ASTM.

comentarios para la revisión de esta norma u otras adicionales y deben ser dirigidas a las oficinas centrales de la ASTM. Sus comentarios se considerarán en una reunión del comité técnico al que usted puede asistir. Si considera que los comentarios no han sido tomados en cuenta, puede dirigirse al *ASTM Committee on Standards* [Comité de Estándares de la ASTM], 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428.

Esta norma la registró la ASTM, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959, Estados Unidos. Se pueden obtener reimpresiones individuales (copias solas o múltiples) de esta norma en la dirección antes mencionada de la ASTM, o solicitarlas en el teléfono 610-832-9585, facsímil 610-832-9555, en el correo electrónico [service@astm.org](mailto:service@astm.org), o a través del sitio ASTM en la red (<http://www.astm.org>).



**Designación ASTM: D D-664-95**

**Designación IP (El Instituto del Petróleo): 177/96**

**Método estándar de prueba para la determinación del número de neutralización ácido en productos de petróleo por titulación potenciométrica<sup>1</sup>**

Esta norma se publicó con la designación D 664; el número inmediato posterior indica el año de adopción original o el año de la última revisión. La cifra entre paréntesis indica el año de la última aprobación y una épsilon (€) en superíndice significa un cambio que hicieron los editores desde la última revisión o aprobación.

Este método de prueba se adoptó como parte de la norma ASTM-IP en 1964, para el uso de las agencias gubernamentales en sustitución del Método 5106 del Método Estándar Federal N° 791b.

El método ASTM D4739 se desarrolló como una alternativa para la sección de número base del D 664.

**Alcance**

1.1 Este método incluye los procedimientos para la determinación de los constituyentes ácidos en productos de petróleo y lubricantes solubles o parcialmente solubles en mezclas de tolueno y 2-propanol. Se aplica en la determinación de ácidos cuyas constantes de disociación en agua son mayores de  $10^{-9}$ ; los ácidos extremadamente débiles con constantes de disociación menores de  $10^{-9}$  no interfieren. Las sales reaccionan si sus constantes de hidrólisis son mayores de  $10^{-9}$ .

Nota 1: se considera que los aceites nuevos y los usados contienen constituyentes

---

<sup>1</sup> Este método se encuentra bajo la jurisdicción del Comité D-2 de la ASTM sobre Productos de Petróleo y Lubricantes y es responsabilidad directa del Subcomité D02.06 de Análisis de Lubricantes. La edición actual se aprobó el 10 de octubre, 1995, se publicó en diciembre, 1995. En un principio se publicó como D 664 – 42 T. La edición previa fue la D 664 – 89.

con características ácidas que incluyen ácidos orgánicos e inorgánicos, ésteres, compuestos fenólicos, lactonas, sales de metales pesados, sales de amonio y otras bases débiles, sales ácidas de ácidos polibásicos y agentes aditivos como inhibidores y detergentes.

1.2 El método se utiliza para indicar los cambios que ocurren en el aceite usado en condiciones oxidantes, sin tener en cuenta el color u otras propiedades del aceite resultante. A pesar de que la titulación se hace en condiciones de equilibrio definidas, el método no pretende medir las propiedades ácidas absolutas que se usan para predecir el desempeño de un aceite bajo condiciones de servicio. No se ha encontrado una relación general entre la oxidación de los cojinetes y el número ácido o básico.

Nota 2: El número ácido obtenido por este estándar puede o no ser numéricamente igual al que se obtiene con el Método de Prueba D 974 y el D 3339.

1.3 Los valores indicados en unidades SI aceptables se consideran como los valores estándar.

1.4 Esta norma no pretende considerar todo lo relacionado con seguridad, en caso de que lo haya, asociada con su uso. Es responsabilidad del usuario del método fijar las prácticas apropiadas de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad de las limitaciones reguladoras antes de utilizarlo.

## **2. Documentos de referencia**

2. Normas ASTM:

D 974 *Test Method for Acid and Base Number by Color-Indicator Titration*<sup>2</sup>.

D 1193 *Specification for Reagent Water*<sup>3</sup>.

D 3339 *Test Method for Acid Number of Petroleum Products by Semi-Micro Color Indicator Titration*<sup>4</sup>.

### 3. Terminología

#### 3.1 Definiciones:

3.1.1 *número ácido, n* - cantidad de base, expresada en miligramos de hidróxido de potasio por gramo de muestra que se requieren para titular una muestra hasta un punto final específico.

3.1.1.1 *Comentario.* Este método de prueba expresa la cantidad de base en miligramos de hidróxido de potasio por gramo de muestra que se requieren para titular una muestra en el solvente, desde su lectura inicial del medidor en milivoltios, hasta una lectura en milivoltios que corresponde a una solución reguladora básica no acuosa preparada en forma reciente, o a un punto de inflexión bien definido como se especifica en el método de prueba.

3.1.1.2 *Comentario.* Este método de prueba proporciona información adicional. La cantidad de base, expresada como miligramos de hidróxido de potasio por gramo de muestra, que se requiere para titular una muestra en el solvente, desde su lectura inicial del medidor en milivoltios, hasta una lectura en milivoltios que corresponde a una solución reguladora básica no acuosa preparada en forma reciente, o a un punto

---

<sup>2</sup> Annual Book of ASTM Standards, vol 05-01.

<sup>3</sup> Annual Book of ASTM Standards, vol 11-01.

<sup>4</sup> Annual Book of ASTM Standards, vol 05-02.

de inflexión bien definido como se especifica en el método de prueba, debe declararse como *número ácido fuerte*.

3.1.1.3 *Comentario*. Las causas y los efectos de los ácidos fuertes y también las de los otros ácidos pueden ser significativamente muy diferentes. Por lo tanto, el usuario debe diferenciar e informar ambos, en caso de encontrarlos.

#### **4. Resumen del método de prueba**

4.1 La muestra se disuelve con una mezcla de tolueno, alcohol isopropílico (2-propanol) y una pequeña cantidad de agua y se titula en forma potenciométrica con hidróxido de potasio alcohólico. Se usa un electrodo indicador de vidrio y un electrodo calomel de referencia. Con las lecturas del aparato se traza un gráfico de manera manual o automática contra los volúmenes respectivos de la solución titulante y los puntos finales se toman solamente de las inflexiones bien definidas de la curva resultante. Cuando no se obtienen inflexiones definidas, los puntos finales se toman de las lecturas del aparato correspondientes a las encontradas en soluciones reguladoras no acuosas ácidas o básicas recién preparadas.

#### **5. Importancia y uso**

5.1 Los productos de petróleo nuevos y usados en ocasiones contienen constituyentes ácidos que están presentes como aditivos o como productos de degradación que se forman durante el servicio, como por ejemplo los productos de oxidación. La cantidad relativa de estos materiales se determina por titulación con bases. El número ácido es la medida de esta cantidad de sustancia ácida contenida en el aceite, siempre bajo las condiciones de la prueba. Es usado como una guía en

el control de calidad de las formulaciones de aceite lubricante. Algunas veces también se usa como medida de la degradación del lubricante durante el servicio. Cualquier límite censurable se debe establecer en forma empírica.

5.2 Dada la variedad de productos de oxidación que contribuyen con el número ácido, y que los ácidos orgánicos varían mucho en sus características de corrosión, la prueba no se usa para predecir la corrosividad de un aceite bajo condiciones de servicio. No se conoce una relación entre el número ácido y la exactitud corrosiva de los aceites hacia los metales.

## **6. Aparatos**

6.1 El montaje de la celda de titulación se muestra en la ilustración 1.

6.2 *Aparato de titulación manual :*

6.2.1 *Medidor*, un voltámetro o potenciómetro que funcione con una exactitud de  $\pm 0.005 \text{ V}$  y una sensibilidad de  $\pm 0.002 \text{ V}$  en un ámbito de por lo menos  $\pm 5 \text{ V}$  cuando el medidor se usa con electrodos como los descritos en las secciones 6.1.2 y 6.1.3 y cuando la resistencia entre ambos electrodos caiga dentro del ámbito de 0.2 a 20 M $\Omega$ . El medidor debe estar protegido de campos electrostáticos dispersos de tal manera que no se produzca cambio permanente en las lecturas durante la operación por tocar, con un cable a tierra, cualquier parte de la superficie expuesta del electrodo de vidrio, su cable, el pedestal de titulación o el medidor.

Nota 3: Un aparato adecuado consiste en un voltámetro de lectura continua diseñado para funcionar con una entrada de menos de  $5 \times 10^{-12} \text{ A}$ , cuando se conecta un sistema de electrodos que tienen una resistencia de 1000 M $\Omega$  a través de las terminales del medidor y provisto con una concha de metal conectado a tierra;

así como también una terminal satisfactoria para conectar el cable protegido desde el electrodo de vidrio hasta el medidor sin interferencia de ningún campo electrostático externo.

6.2.2 *Electrodo de vidrio* tipo lápiz, de 125 a 180 mm de longitud y de 8 a 14mm de diámetro (C en la ilustración 1)

6.2.2.1 El cuerpo del electrodo debe estar hecho con un tubo de vidrio químicamente resistente y el grosor de la pared debe ser de 1 a 3 mm.

6.2.2.2 La parte que se sumerge dentro de la solución tiene que estar cerrada con un hemisferio de vidrio sellado dentro del tubo del electrodo y el radio de ese hemisferio debe tener cerca de 7 mm y el vidrio en el hemisferio lo suficientemente grueso para que su resistencia sea de 100 a 1000 MΩ a 25 °C.

6.2.2.3 El electrodo debe contener una celda líquida reproducible permanentemente sellada para que haga conexión eléctrica con la superficie interna del hemisferio.

6.2.2.4 Toda la conexión eléctrica desde la celda de contacto sellada hasta la terminal del medidor, necesita estar rodeada por un protector eléctrico que prevenga la interferencia electrostática cuando el escudo se conecte a tierra.

6.2.2.5 El protector será aislado de la conexión eléctrica con aislante de la más alta calidad, como hule y vidrio, de tal manera que la resistencia

entre el protector y la conexión eléctrica total sea mayor de 50 000 MΩ.

6.2.3 *Electrodo de referencia calomel* tipo lápiz, de 125 a 180 mm de longitud, de 8 a 14 mm de diámetro (B en la ilustración 1) y debe cumplir lo siguiente:

6.2.3.1 Electrodo de vidrio, provisto de una manga de vidrio externa desprendible en la parte final sellada, que es la que se sumerge en la solución de titulación.

6.2.3.2 Manga de vidrio de 8 a 25 mm de longitud, que enrosque delicadamente y esmerilada para que calce con el electrodo de tal manera que el sello final del electrodo sobresalga de 2 a 20 mm más allá de la manga. La superficie esmerilada será continua y libre de áreas lisas.

6.2.3.3 En un punto entre las extremidades de la superficie esmerilada del tubo del electrodo, es necesario una perforación o hueco o varios de 1 mm de diámetro. El electrodo tendrá el mercurio necesario (calomel) y la conexión eléctrica hacia el mercurio, todo acomodado de manera permanente.

6.2.3.4 El electrodo se llena casi en su totalidad con electrolito KCL saturado y se cierra con un tapón por medio del cual el se repone el electrolito.

6.2.3.5 Cuando el electrolito esté suspendido en el aire y su manga se encuentre en su lugar, el electrolito no debe gotear más de una gota cada 10 minutos.

Nota 4: Se ha demostrado que ciertas combinaciones alternativas de electrodo-electrolito han dado resultados satisfactorios, aunque no se ha calculado la precisión usando esas alternativas. Los electrodos de combinación se pueden usar en este método siempre y cuando tengan un tiempo de respuesta lo suficientemente rápido.<sup>5</sup>

6.2.4 *Agitador mecánico con velocidad variable.* Un tipo adecuado con una paleta de vidrio que tenga una hélice agitadora (D en la fig. 1). La hélice debe tener hojas de 6 mm de radio y ensambladas a 30 ó 45°. También es adecuado un agitador magnético.

6.2.4.1 Si se usa un agitador eléctrico, debe ser eléctricamente correcto y tener una toma de tierra para que al conectarlo o desconectarlo, la fuerza del motor no produzca un cambio permanente en el medidor de lectura durante la titulación.

6.2.5 *Bureta* de 10 mL de capacidad, graduada en divisiones de 0,05 mL y calibrada con una precisión de +/- 0,02 mL (E en fig. 1), con una llave de paso de vidrio y una punta que se extienda de 100 a 130 mm de la llave. La bureta para KOH debe tener un tubo de protección que contenga cal u otra sustancia que absorba CO<sub>2</sub>.

6.2.6 *Beaker de titulación* de 250 mL de capacidad y hecho de vidrio borosilicato (A en fig. 1).

6.2.7 *Soporte de titulación*, adecuado para sostener los electrodos, el agitador y la bureta en la posición que se muestra en la ilustración 1.

---

<sup>5</sup> Ejemplos de electrodos adecuados: (a) electrodos de vidrio Beckman 41263, Corning 476022 y Metrohm E 107; Electrodos de referencia: Beckman 40463, Corning 476012 y Metrohm EA 430 y de combinación Metrohm EA 121 y 157.



Nota 5: Es necesario un acomodo que permita quitar el beaker sin perturbar los electrodos, la bureta y el agitador.

### 6.3 *Aparato de titulación automática:*

6.3.1 Los sistemas de titulación automática deben estar de acuerdo en general con el punto 6.2 y proporcionar las siguientes características técnicas de funcionamiento.

6.3.1.1 Adaptación automática de la velocidad en el modo de entrega continua del titulante hacia la inclinación de la curva, con capacidad de cumplir con el potencial de equilibrio especificado y con velocidades de menos de 0,2 mL /min durante la titulación y preferiblemente 0,05 mL /min en las inflexiones y en los puntos finales ácidos y básicos no acuosos.

6.3.1.2 Precisión intercambiable del motor que maneja las buretas con una exactitud de dispensador de volumen de +/-0,01 mL.

6.3.1.3 Un registro del curso completo de la titulación mediante la impresión continua del potencial relativo contra el volumen de titulante agregado.

## **Reactivos**

7.1 *Pureza de los reactivos.* En todas las pruebas se debe usar químicos grado reactivo. A menos que se indique lo contrario se pretende que todos los reactivos estén de acuerdo con las especificaciones del comité *Analytical Reagents of American Chemical Society* [Reactivos Analíticos de la Sociedad Química Estadounidense], donde están disponibles estas especificaciones.<sup>6</sup> Es

---

<sup>6</sup> Reactivos químicos, Sociedad Estadounidense de especificaciones químicas, Sociedad química Estadounidense, Washington DC. Para sugerencias sobre prueba de reactivos no mencionados en la Sociedad química Estadounidense, ver *Analar Standars for Laboratory Chemicals*, BDH Ltd., Poole, Dorset, UK, *Unated States Pharmacopeia, National Formulary*, U.S. Pharmaceutical Convention, Inc. (USPC), Rockville, MD.

posible utilizar otros grados si primero se confirma que los reactivos tienen la suficiente pureza para permitir su uso sin perder exactitud en la determinación.

7.2 *Pureza del agua* - A menos que se indique lo contrario, se entiende que las referencias del agua significan agua grado reactivo como se definió en el Tipo III de la especificación D 1193.

7.3 *Ácido clorhídrico (HCl)* - Densidad relativa 1,19 (Advertencia - Ver nota 6).

Nota 6: **advertencia** - Corrosivo, causa quemaduras.

7.4 *Alcohol isopropílico (2-propanol)*, anhidro, menos de 0,1 % agua (**advertencia:** ver nota 7). Si no se consigue el reactivo suficientemente seco, es necesario secarlo por destilación a través de una columna de plato múltiple, descartando el 5% inicial del material destilado arriba y usando el 95% restante. El secado también puede acompañarse con el uso de tamices moleculares como el Linde tipo 4 A, pasando el solvente hacia arriba a través de una columna de tamiz molecular y usando una parte de tamiz molecular por diez partes de solvente.

Nota 7: **advertencia:** inflamable.

7.5 *2,4,6 trimetil piridina (colidina)* ((CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>C<sub>5</sub>H<sub>2</sub>N), peso molecular 121,18 (**Advertencia:** Ver nota 8), de acuerdo con los siguientes requisitos:

Ámbito de ebullición	168 a 170 °C
Índice de refracción, n <sub>D</sub> <sup>20</sup>	1 498 2 +/- 0 000 5
Color	sin color

Nota 8: **Advertencia:** 2,4,6 trimetil piridina (colidina) es peligrosa si se traga, respira o entra en contacto con la piel o los ojos. Precaución: use gafas de seguridad para químicos, guantes de neopreno o de hule, y delantal. Trabaje

únicamente con capillas bien ventiladas o use un respirador aprobado para vapores orgánicos o un respirador con aire. No lo ingiera.

7.5.1 Almacene el reactivo sobre alúmina activada y manténgalo en una botella de vidrio color café.

7.6 *m-nitrofenol* ( $\text{NO}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{OH}$ ), peso molecular 139,11, con los siguientes requisitos (**advertencia:** ver nota 9):

Punto de fusión	96 a 97 °C
Color	amarillo pálido

Nota 9: **advertencia**, el m-nitrofenol puede ser peligroso si se traga, respira o entra en contacto con la piel o los ojos. Use gafas de seguridad para químicos, guantes de neopreno o de hule, y delantal. Trabaje únicamente con capillas bien ventiladas o use un respirador aprobado para vapores orgánicos o un respirador con aire. No lo ingiera.

7.6.1 Deposite el reactivo en una botella de vidrio color café.

7.7 *Electrolito cloruro de potasio* - Prepare una solución saturada de cloruro de potasio (KCl) en agua.

7.8 *Hidróxido de potasio*. (**Advertencia:** ver nota 10).

Nota 10: **advertencia**, causa quemaduras severas.

7.9 *Tolueno* - (Advertencia - Ver nota 7)

7.10 *Solución de ácido clorhídrico, estándar alcohólico* (0,1 mol/L), (**advertencia:** ver notas 6 y 7). Mezcle 9 mL de ácido clorhídrico (HCl, densidad relativa 1,19) con 1 L de 2-propanol. Estandarice la solución con frecuencia para detectar cambios de concentración de 0,0005 por titulación potenciométrica

de aproximadamente 8 mL (medidos con exactitud) de solución alcohólica de KOH 0,1 mol/L diluida con 125 mL de agua libre de CO<sub>2</sub>.

7.11 *Solución de ácido clorhídrico, estándar alcohólico* (0,2 mol/L), (**advertencia:** ver notas 6 y 7). Prepare y estandarice según instrucciones en 7.10 pero use 18 mL de HCl (densidad relativa 1,19).

7.12 *Solución reguladora madre A.* (**Advertencia:** ver notas 7 y 8). Pese con exactitud 24,2 +/- 0,1g de 2,4,6 trimetil piridina (colidina) y transfíralos a un frasco volumétrico de 1L que contenga 100 mL de 2-propanol. Utilizando un cilindro graduado de 1L, agregue al frasco mientras agita su contenido, 150/C +/- 5 mL de solución alcohólica de HCl 0,2 mol/L (C es la concentración exacta de la solución de HCl que se determinó por estandarización). Diluya hasta la marca de 1000 mL con 2-propanol y agite vigorosamente. Use la solución dentro de dos semanas.

7.13 *Solución reguladora ácida no acuosa.* Agregue 10 mL de solución reguladora madre A en 100 mL de solvente de titulación. Use dentro de una hora.

7.14 *Solución reguladora no acuosa B.* (**Advertencia:** ver notas 7 y 9).

Pese con exactitud 27,8 +/- 0,1 g de m-nitrofenol y transfíralo a un frasco volumétrico (o balón aforado) de 1000mL que contenga 100 ml de 2-propanol. Usando una probeta de 250 mL, agregue al frasco 50/C<sub>2</sub> +/- 1mL de KOH 0,2N (C<sub>2</sub> es la molaridad exacta del KOH, determinada por estandarización). Diluya hasta la marca de 1000 mL con 2-propanol y mezcle bien. Use dentro de dos semanas.

- 7.15 Solución reguladora básica no acuosa. Agregue 10 mL de solución reguladora madre B en 100 mL de solvente de titulación. Use dentro de una hora.
- 7.16 *Solución de hidróxido de potasio, estándar alcohólico (0,1 mol/L),*  
**advertencia:** ver notas 7 y 10. Agregue 6g de hidróxido de potasio (KOH) a aproximadamente 1 L de 2-propanol anhidro. Hierva con calor bajo durante 10 minutos para efectuar la solución. Deje reposar durante dos días y luego filtre el líquido que sobrenada a través de embudo de vidrio fino. Almacene la solución en una botella químicamente resistente. Dispénsela de tal manera que la solución se proteja del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) atmosférico por medio de un tubo que contenga cal o absorbentes de silicato de calcio no fibroso y que además no se encuentre en contacto con corcho, hule o la grasa saponificable de las llaves. Estandarice con frecuencia suficiente para detectar cambios de concentración de 0,0005 por titulación potenciométrica de cantidades pesadas de ftalato ácido de potasio disuelto en agua libre de CO<sub>2</sub>.
- 7.17 *Solución de hidróxido de potasio, estándar alcohólico (0,2 mol/L),*  
**advertencia:** ver notas 7 y 10. Prepare, almacene y estandarice según las instrucciones de la sección 7.16, pero use de 12 a 13 g de KOH en aproximadamente 1 L de 2-propanol.
- 7.18 *Solvente de titulación.* Agregue 500 mL de tolueno (**Advertencia:** Ver nota 7) y 5 mL de agua a 495 mL de 2-propanol anhidro. El solvente de titulación se debe preparar en grandes cantidades y el valor que corresponde a su

blanco se debe determinar en forma diaria antes de usarse por medio de titulación.

Nota 11: Se pueden usar reactivos comerciales disponibles en lugar de soluciones preparadas en el laboratorio.

## 8. Preparación del sistema de electrodos

8.1 *Mantenimiento de los electrodos.* Limpie con frecuencia (no menos de una vez por semana cuando su uso es continuo) el electrodo de vidrio (nota 12) sumergiéndolo en solución limpiadora fría de ácido crómico (**advertencia:** Ver nota 13) o en otro equipo de soluciones limpiadoras. Drene el electrodo de calomel por lo menos una vez a la semana y rellénelo con electrolito fresco de KCl hasta el agujero de llenado. Asegúrese de la presencia de KCl cristalizado. Mantenga siempre el nivel del electrolito por encima del líquido del *beaker* o frasco de titulación. Cuando no están en uso, sumerja la parte inferior de los electrodos en agua. Entre varias titulaciones no los deje permanecer mucho tiempo sumergidos en el solvente de titulación. Aunque no son extremadamente frágiles, trátelos siempre con cuidado.

Nota 12: Una buena limpieza de los electrodos<sup>7</sup>, el mantener libre de materiales extraños las uniones de vidrio esmerilado y la prueba regular de los electrodos son aspectos muy importantes en la repetibilidad de los potenciales, ya que la contaminación puede introducir potenciales de contacto líquidos inciertos, erráticos e imperceptibles. Aunque este aspecto es de secundaria importancia

---

<sup>7</sup> Para una discusión detallada de los requisitos del cuidado y preparación de los electrodos, ver a Lykken, L., Porter, P., Ruliffson, H.D. y Tuemmler, F.D., "Determinación potenciométrica de la acidez en aceites muy coloreados," *Industrial and Engineering Chemistry*, Edición analítica, IENAA, vol 16, 1944, pp. 219-234.

cuando los puntos finales se escogen de los puntos de inflexión de la curva de titulación, puede ser mas serio cuando los puntos finales se escogen de potenciales de celda fijados en forma arbitraria.

Nota 13: **advertencia:** provoca quemaduras severas. Es un reconocido agente cancerígeno; oxidante fuerte, higroscópico e inflamable cuando entra en contacto con materiales.

8.2 *Preparación de los electrodos:* Antes y después de usarlos, límpielos bien con trapo limpio o con papel absorbente suave y enjuáguelos con agua. Limpie el electrodo de calomel con trapo o papel, saque la manga con cuidado y limpie bien las dos partes de vidrio esmerilado. Ponga la manga en su lugar con suavidad para que quede floja y deje drenar algunas gotas del electrolito a través de las juntas esmeriladas (nota 10). Humedezca bien las superficies esmeriladas con el electrolito, coloque firmemente la manga en su lugar y enjuague el electrodo con agua. Antes de cada titulación, remoje los electrodos preparados por lo menos 5 minutos antes de usarlos y toque las puntas de los electrodos con un trapo seco o papel para remover el exceso de agua.

8.3 *Prueba de electrodos.* Examine la medida de voltaje de la combinación de electrodos cuando los usa por primera vez o cuando se instalan nuevos. Vuélvalos a probar en intervalos subsiguientes sumergiéndolos en una mezcla bien agitada de 100 mL de solvente de titulación y de 1,0 a 1,5 mL de solución alcohólica de KOH 0,1 mol/L. Para que la medida de la combinación de electrodos sea adecuada, el potencial entre ellos debe cambiar más de

480 mV del potencial entre los mismos electrodos cuando se sumergen en la solución reguladora ácida no acuosa (nota 14).

Nota 14: Se recomienda utilizar los electrodos más sensibles que se pueden conseguir en este momento y que mostrarán un cambio de potencial de al menos 590 mv en estas condiciones. Cuando se utilicen electrodos de combinación, se deben probar de acuerdo como se describe en 8.3.

## **9. Estandarización del aparato**

9.1 *Determinación de las lecturas del aparato para las soluciones reguladoras no acuosas que corresponden a los puntos finales ácidos.* Para asegurar una selección comparable de puntos finales cuando no se obtienen puntos de inflexión definidos en la curva de titulación, determine diariamente para cada par de electrodos, las medidas del aparato obtenidas con soluciones reguladoras ácidas y básicas recién preparadas.

Nota 15: La respuesta de diferentes electrodos de vidrio hacia la actividad del ion hidrógeno no es la misma. Por lo tanto, es necesario establecer con regularidad las medidas del aparato, para cada sistema de electrodos, correspondientes a las soluciones reguladoras seleccionadas arbitrariamente para representar los puntos finales ácidos o básicos.

9.2 Prepare los electrodos según se describió en el punto 8.2, sumérjalos en la solución reguladora no acuosa y agite durante 5 minutos, manteniendo la temperatura de la solución reguladora cerca de los 2 °C de la temperatura a la cual se van a realizar las titulaciones. Lea el voltaje de la celda. Las



lecturas así obtenidas se toman como los puntos finales en las curvas de titulación que no tienen puntos de inflexión.

## **10. Preparación de la muestra de aceite usado**

10.1 Es necesario el cumplimiento del procedimiento de muestreo porque el sedimento por sí mismo es ácido, básico o ha absorbido material ácido o básico de la muestra. Cuando no se obtiene una muestra representativa puede ocasionar serios errores.

Nota 16: debido a que un aceite usado puede cambiar considerablemente durante el almacenaje, las pruebas de las muestras deben hacerse tan pronto como sea posible después de haber sido sacadas del sistema de lubricación. Anote las fechas de muestreo y análisis.

10.2 Caliente la muestra (nota 17) del aceite usado a  $60 \pm 5$  °C en el recipiente original y mezcle hasta que todo el sedimento se suspenda en el aceite de manera homogénea. Si el recipiente original es una lata o si es de vidrio y tiene más de tres cuartos de contenido, transfiera toda la muestra a una botella de vidrio clara que tenga una capacidad de al menos un tercio más grande que el volumen de la muestra. Transfiera todas las trazas de sedimento del recipiente original a la botella por agitación violenta de porciones de la muestra en el recipiente original.

Nota 17: *Cuando* las muestras se encuentran visiblemente libres de sedimento, el calentamiento descrito puede ser omitido.

10.3 Una vez alcanzada la suspensión completa de todo el sedimento pase la muestra o una alícuota conveniente a través de una malla N° 100 (100 *mesh*) para remover las partículas contaminantes grandes.

## 11. Procedimiento para número ácido y número ácido fuerte

11.1 En un frasco (*beaker*) de 250 mL u otro recipiente de titulación adecuado introduzca una cantidad pesada de muestra como se establece en el Cuadro 1 y agregue 125 mL de solvente de titulación (nota 18). Prepare los electrodos según se describió en el punto 8.2. Ponga el *beaker* o el frasco en el soporte de titulación y ajuste su posición de tal manera que los electrodos se sumerjan cerca de la mitad. Encienda el agitador y durante la determinación, mantenga una velocidad suficiente para producir una agitación vigorosa sin salpicaduras y así evitar la introducción de aire en la solución. Si es factible, ajuste el aparato para que lea en la parte superior de milivoltios, por ejemplo 700 mV.

Nota 18: Se puede usar un solvente de titulación que contiene cloroformo (**advertencia:** puede ser fatal si se ingiere, peligroso si se inhala y puede producir vapores tóxicos si se quema) en lugar de tolueno para completar la disolución de ciertos residuos pesados de materiales asfálticos.

**Cuadro 1 Tamaño de la porción de prueba**

Número ácido	Masa de prueba, g	Precisión del peso, g
0,05 - 1,0	20,0 +/- 2,0	0,10
1 0 - 5,0	5,0 +/- 0,5	0,02
5 - 20	1,0 +/- 0,1	0,005
20 - 100	0,25 +/- 0,02	0,001
100 - 260	0,1 +/- 0,01	0,0005

11.2 Seleccione la bureta adecuada, llénela con solución alcohólica de KOH 0,1 mol/L y póngala en su posición en el montaje de titulación, asegurándose de que la punta se sumerja 25 mm en el líquido del frasco de titulación. Anote el volumen inicial de la bureta y las medidas del aparato (potencial de la celda).

11.3 *Método de titulación manual:*

11.3.1 Agregue pequeñas porciones adecuadas de solución alcohólica de KOH 0,1 mol/L y espere hasta que se establezca un potencial constante. Anote el volumen de la bureta y las lecturas del aparato.

11.3.2 Al inicio de la titulación y en cualquier región subsiguiente (inflexiones) donde 0,1 mL de la solución de KOH 0,1 mol/L produce en forma consistente un cambio total de más de 30 mV en el potencial de la celda, agregue porciones de 0,05 mL.

11.3.3 En las regiones intermedias donde 0,1 mL de la solución de KOH 0,1 mol/L cambia el potencial de la celda en menos de 30 mV, agregue porciones mas grandes, suficientes para producir un cambio de potencial total aproximadamente igual pero no mayor de 30 mV.

11.3.4 Titule de esta manera hasta que los cambios de potencial sean menores de 5mV /0,1 mL de KOH y el potencial de la celda indique que la solución se encuentra más básica que la solución reguladora básica no acuosa preparada recientemente.

11.3.5 Separe la solución de titulación, lave los electrodos y la punta de la bureta con solvente, luego con 2-propanol y al final con agua grado reactivo. Sumerja los electrodos en agua por lo menos durante 5 minutos

antes de realizar otro análisis para restaurar la capa gel acuosa del electrodo de vidrio. Ponga los electrodos en agua grado reactivo cuando no están en uso. Si se detecta que están sucios y contaminados, proceda según el punto 8.1.

#### *11.4 Método de titulación automática:*

11.4.1 Ajuste el aparato de acuerdo con las instrucciones del fabricante para cumplir con los requisitos establecidos de la titulación manual en el modo de potencial de equilibrio tal como se explicó en el punto 11.3.1; o suministre un modo de velocidad de entrega variable continua de titulación de menos de 0,2 mL/min durante la titulación. En la zona de inflexiones de la curva y en el punto final que corresponde al encontrado en el estándar recientemente preparado de la solución reguladora básica no acuosa, suministre preferiblemente 0,05 mL/min.

11.4.2 Continúe con la titulación automática y registre las curvas potenciométricas o curvas derivadas de acuerdo al caso.

11.4.3 Titule de esta manera con solución alcohólica de KOH 0,1 mol/L hasta que el potencial se mantenga constante, por ejemplo cambios menores de 5 mV/0,1 mL (punto final automático) o hasta que las lecturas del potencial indiquen que la solución es más básica que la solución reguladora básica no acuosa preparada recientemente (punto final preseleccionado).

11.4.4 Cuando la titulación ha finalizado, lave los electrodos y la punta de la bureta con el solvente de titulación, luego con 2-propanol y finalmente

con agua grado reactivo. Mantenga los electrodos sumergidos en agua por lo menos durante 5 minutos antes de realizar otro análisis para restaurar la capa gel acuosa del electrodo de vidrio. Si se detecta que están sucios y contaminados, proceda según el punto 8.1. Sumérjalos en agua grado reactivo cuando no están en uso.

#### 11.5 Blancos:

11.5.1 Para cada grupo de muestras, realice una prueba en blanco de 125 mL de solvente. En la titulación manual, agregue solución alcohólica de KOH 0,1 mol/L en incrementos de 0,05 mL y espere, en cada una de las adiciones, hasta que se alcance un potencial de celda constante. Anote las lecturas del aparato y la bureta cuando el primero se mantenga constante después de cada incremento. En la titulación automática proceda como se describe en el punto 11.4.

11.5.2 Para cada grupo de muestras, realice una prueba en blanco de 125 mL de solvente de titulación, agregando solución alcohólica de HCl 0,1 mol/L en incrementos de 0,05 mL de una manera similar a la que se especificó en el punto 11.5.1.

## 12. Cálculo

12.1 *Titulación manual.* Elabore un gráfico de los volúmenes agregados de solución alcohólica de KOH 0,1 mol/L contra las lecturas del aparato correspondientes (ver ilustración 2). Señale como punto final, solo cuando hay un punto de inflexión bien definido (nota 19), el cual está más cerca del voltaje de celda correspondiente al obtenido con las soluciones reguladoras

no acuosas ácidas y básicas preparadas recientemente. Si las inflexiones están mal definidas o no aparece ninguna (ver ilustración 2, curva B), señale como punto final la lectura del aparato que corresponde a la obtenida con la solución reguladora no acuosa designada de preparación reciente.

Nota 19: El punto de inflexión, en general, se reconoce por inspección cuando cada incremento sucesivo de 0,05 mL provoca un cambio de potencial de celda mayor de 15 mV, al menos un 30% más grande que aquellos producidos por incrementos del mismo tamaño previos o subsiguientes. En general, los puntos de inflexión definidos se pueden distinguir solo en las zonas donde se usan incrementos del mismo tamaño.

12.1.1 En todas las titulaciones ácidas de aceites usados, señale como punto final, el punto sobre la curva que corresponde al obtenido con la solución reguladora básica no acuosa preparada en forma reciente (nota 20).

Nota 20: el trabajo cooperativo, hecho en determinaciones de número ácido en aceites nuevos, aditivos concentrados y aceites usados, indica que hay puntos de inflexión bien definidos en aceites nuevos y en aditivos concentrados y, en general, en aceites usados hay puntos de inflexión mal definidos o del todo no los hay.

12.2 *Método de titulación automática.* Señale los puntos finales sobre las curvas obtenidas en el punto 11.4 de la misma manera que en la titulación manual.

12.3 *Método de cálculo.* La fórmula utilizada en el punto 12.3.1 se aplica en ambos métodos manual y automático.

12.3.1 Calcule el número ácido y número ácido fuerte de la manera siguiente:

$$\text{Número ácido, mg KOH/g} = (A - B) \times M \times 56,1 / W \quad (1)$$

$$\text{Número ácido fuerte, mg KOH} = (CM + Dm) \times 56,1 / W \quad (2)$$

donde:

A = Solución alcohólica de KOH empleada para titular la muestra hasta el punto final que ocurre en la lectura del aparato del punto de inflexión que está más cerca del la lectura del aparato que corresponde a la solución reguladora básica no acuosa, o en caso de que no esté bien definido o no haya punto de inflexión, la lectura que corresponde a la solución reguladora básica no acuosa, mL,

B = volumen que corresponde al blanco de titulación para A, mL,

M = concentración de la solución alcohólica de KOH, mol/L,

m = concentración de la solución alcohólica de HCl, mol/L,

W = masa de la muestra, g,

C = solución alcohólica de KOH empleada para titular la muestra hasta el punto final que ocurre en la lectura del aparato que corresponde a la solución reguladora ácida no acuosa, mL y

D = solución alcohólica de HCl empleada para titular el blanco de solvente hasta el punto final que corresponde a C, mL.

### 13. Informe

13.1 Informe los resultados como número ácido o número ácido fuerte de la siguiente manera:

Número ácido (método de prueba D 664) = (resultado)

Número ácido fuerte (método de prueba D 664) = (resultado)

13.2 No se permiten modificaciones a este método.

## 14. Precisión y sesgo

### 14.1 Número ácido:

14.1.1 *Repetibilidad.* La diferencia entre resultados de pruebas sucesivas obtenidas por el mismo operador, con el mismo aparato, en condiciones operativas constantes en materiales de prueba idénticos, en la normal y correcta operación de este método de prueba, a la larga podría exceder los valores siguientes solo en un caso de veinte. Ver cuadro 2.

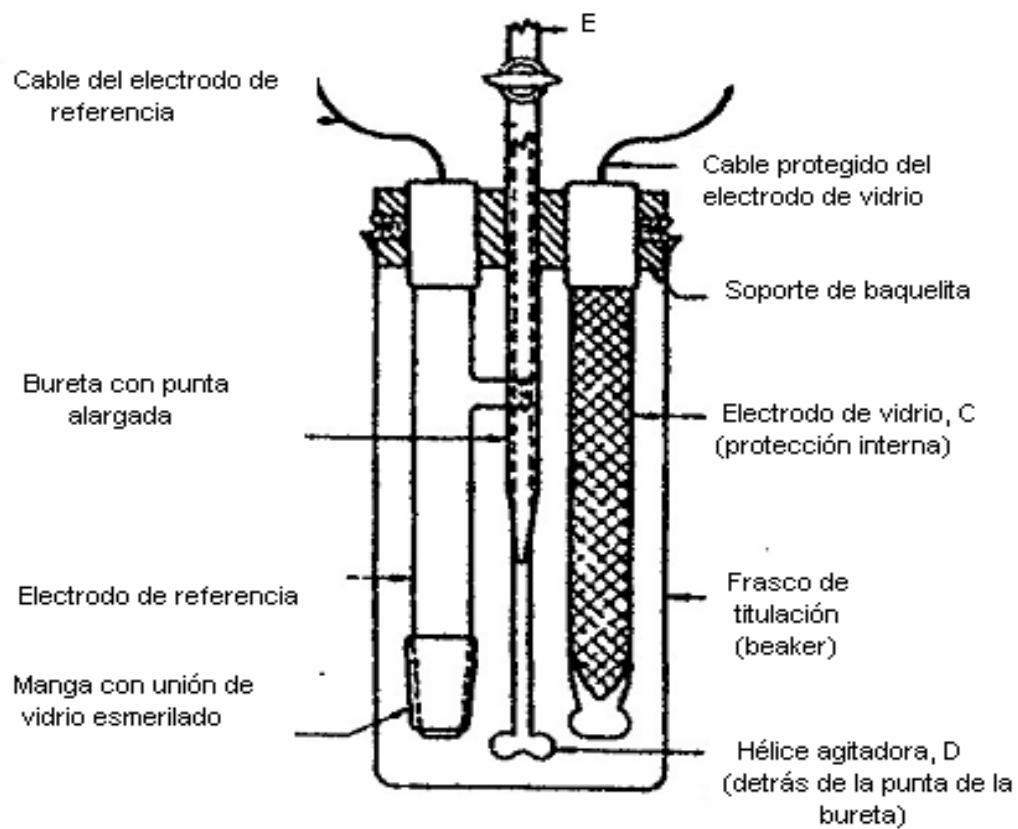
**Cuadro 2 Repetibilidad de la determinación de número ácido**

Modo titulación	Aceites nuevos y aditivos			
	Concentrados en los puntos de inflexión		Aceites usados en los puntos finales buffer	
	Manual	Automática	Manual	Automática
Porcentaje promedio	7	6	5	12

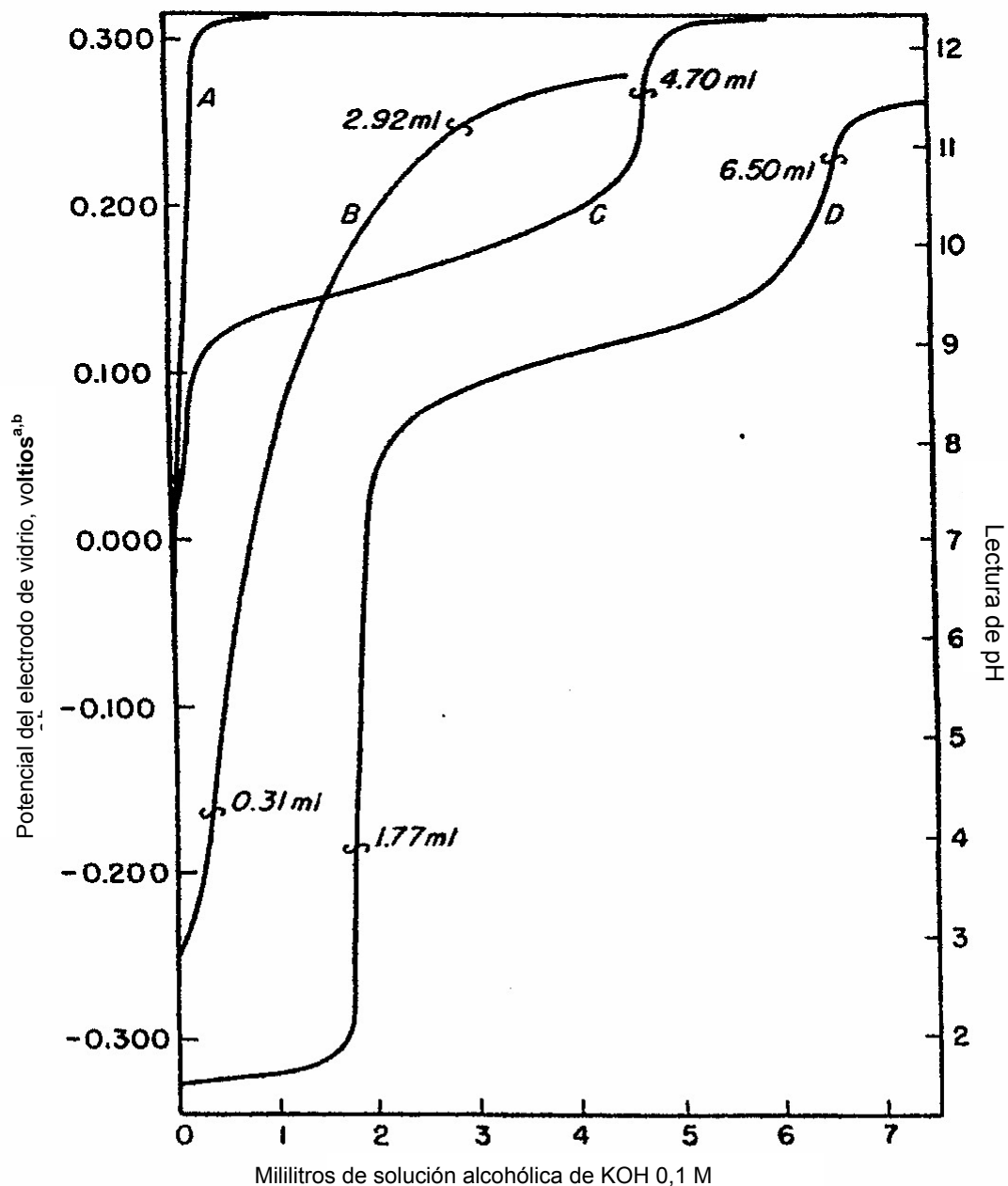
**Cuadro 3 Reproducibilidad de la determinación de número ácido**

Modo titulación	Aceites nuevos y aditivos			
	Concentrados en los puntos de inflexión		Aceites usados en los puntos finales buffer	
	Manual	Automática	Manual	Automática
Porcentaje promedio	20	28	39	44





**Ilustración 1, Celda de titulación potenciométrica**



Nota clave: Curva A: titulación en blanco de 125 mL de solvente  
 Curva B: 10,00 g de aceite usado de cárter y 125 mL de solvente. Dado que no hay puntos de inflexión, los puntos finales se escogen de las lecturas obtenidas con las soluciones reguladoras no acuosas.  
 Curva C: 10,00 g de aceite que contiene un ácido débil y 125 mL de solvente. El punto final se escoje de la parte más vertical de la curva.  
 Curva D: 10,00 g de aceite que contiene ácidos débiles y fuertes y 125 mL de solvente. Los puntos finales se escogen de las partes más verticales de la curva.

**Ilustración 2. Curvas de titulación demostrativas**

14.1.2 *Reproducibilidad.* La diferencia entre dos resultados individuales e independientes obtenidos por diferentes operadores que trabajan en diferentes laboratorios en materiales de prueba idénticos, en la normal y correcta operación de este método de prueba, a la larga, podría exceder los siguientes valores solo en un caso de 20. Ver cuadro 3.

#### 14.2 *Número ácido fuerte:*

14.2.1 Los datos de precisión no han sido desarrollados para el número ácido fuerte debido a su escasa presencia en la muestra de análisis.

#### 14.3 *Sesgo*

Los procedimientos en este método no tienen sesgo porque los valores ácidos se pueden definir solo en términos de este método de prueba.

### **15. Palabras clave**

15.1 Número ácido; lubricantes; productos de petróleo; potenciométrico; número ácido fuerte; titulación

La *American Society for Testing and Materials* no se ha referido en ningún caso a los derechos de patente reconocidos en relación con algún punto mencionado en este estándar. Los usuarios quedan advertidos de que la determinación de la validez de cualquier derecho de patente y del riesgo de infracción del mismo son enteramente su responsabilidad.

Esta norma está sujeta a revisión en cualquier momento por parte del comité técnico responsable y se debe hacer cada cinco años. En caso de no haber revisión se debe reaprobar o retirar. Se invita a dar sus sugerencias o comentarios para la revisión de esta norma u otras adicionales y deben ser dirigidas a las oficinas centrales de la ASTM. Sus comentarios recibirán cuidadosa consideración en una reunión con el comité técnico al que usted puede asistir. Si considera que los comentarios no han sido tomados en cuenta, puede dirigirse al *ASTM Committee on Standards* [Comité de Estándares de la ASTM], 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428.

**Designación: D 874 - 96**

**Designación IP: 163/96**

**Método estándar de prueba para la determinación de ceniza sulfatada en aceites lubricantes y aditivos<sup>1</sup>**

Esta norma se publicó con la designación D 874; el número inmediato posterior indica el año de adopción original o el año de la última revisión. Una cifra entre paréntesis indica el año de la última aprobación y una épsilon (€) en superíndice indica un cambio que hicieron los editores desde la última revisión o aprobación.

Este método de prueba fue aprobado por los comités patrocinadores y aceptado por las sociedades operadoras de acuerdo con los procedimientos establecidos.

Esta norma se aprobó para que el uso de las agencias del Departamento de Defensa.

## **1. Alcance**

1.1 Este método incluye la determinación de ceniza sulfatada en aceites nuevos que contienen aditivos y en los aditivos concentrados que se usan en su composición. Estos aditivos en general contienen uno más de los siguientes metales: bario, calcio, magnesio, cinc, potasio, sodio y estaño. Los elementos azufre, fósforo y cloro también pueden estar presentes en formas combinadas.

---

<sup>1</sup> Este método está bajo la jurisdicción del *ASTM Committee D-2 on Petroleum Products and Lubricants* y bajo la responsabilidad directa del *Subcommittee D02.03 on Elemental Analysis*.

En la IP, este método se encuentra bajo la jurisdicción del *Standardization Committee*. La presente edición se aprobó el 10 de abril, 1996 y se publicó en junio de 1996. Originalmente se publicó como D 874-46 y la penúltima edición como D 874-95.

1.2 La aplicación de éste método en niveles inferiores a 0,02% en masa de ceniza sulfatada se restringe a los aceites con aditivos que no dejan ceniza.

El límite inferior del método es de 0,005% en masa de ceniza sulfatada.

Nota 1: Este método no tiene el propósito de analizar los aceites de motor o aceites con plomo. Tampoco se recomienda para el análisis de aceites lubricantes sin aditivos, para los cuales se puede usar el método de prueba D 482.

Nota 2: Hay datos que indican que el magnesio no reacciona de la misma manera que otros metales alcalinos en esta prueba. En presencia de aditivos de magnesio, los datos deben interpretarse con precaución.

Nota 3: Existen indicios de que las muestras que contienen molibdeno pueden dar resultados bajos porque sus compuestos no son recuperados en su totalidad a la temperatura de la prueba.

1.3 Esta norma no pretende tratar todo lo concerniente a seguridad, en caso de que la haya asociada con su uso. Es responsabilidad del usuario de este método fijar prácticas apropiadas de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad de las limitaciones reguladoras antes de usarlo.

1.4 Los valores indicados en unidades SI aceptables se consideran como los valores estándar.

## **2. Documentos de referencia**

2.1 *Normas de la ASTM:*

D 482 *Test Method for Ash from Petroleum Products*<sup>2</sup>

D 1193 *Specification for Reagent Water*<sup>3</sup>

D 4057 *Practice for Manual Sampling of Petroleum and Petroleum Products*<sup>4</sup>

2.2 *Norma ISO:*

ISO/CD 3987 *Petroleum Products, Lubricants and Additives, Determination of Sulfated Ash*<sup>5</sup>.

### **3. Terminología**

3.1 *Definiciones:*

3.1.1 *Ceniza sulfatada:* residuo remanente después de que la muestra se carboniza, se trata con ácido sulfúrico y se calienta hasta peso constante.

### **4. Resumen del método**

4.1 La muestra se enciende y se quema hasta que solo se visualicen ceniza y carbón. Después de enfriar el residuo, se trata con ácido sulfúrico y se calienta a 775 °C hasta que la oxidación del carbón sea completa. La ceniza se enfría, se vuelve a tratar con ácido sulfúrico y se calienta a 775 °C hasta peso constante.

### **5. Importancia y uso**

5.1 La ceniza sulfatada indica la concentración de los metales conocidos presentes en los aditivos de los aceites nuevos. Cuando la muestra no tiene fósforo, el bario, calcio, magnesio, sodio y potasio se convierten en sus sulfatos y el estaño (en su

---

<sup>2</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 05.01.

<sup>3</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 11.01.

<sup>4</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 05d.01.

forma estánica) y el cinc en sus respectivos óxidos (nota 5). El azufre y el cloro no interfieren, pero cuando el fósforo está presente con los metales, permanece parcial o totalmente en la ceniza sulfatada como fosfatos metálicos.

Nota 4: Dado que el sulfato de cinc se descompone lentamente en su óxido a la temperatura de ignición del método, las muestras que contienen cinc dan resultados variables a menos que el sulfato de cinc se convierta en su totalidad en el óxido.

5.2 En vista de las interferencias mencionadas entre elementos, los valores de ceniza sulfatada obtenidos experimentalmente pueden diferir de los calculados a partir de los análisis elementales. La formación de tales especies no sulfatadas depende de la temperatura y tiempo de quemado y de la composición de los compuestos metálicos presentes en los aceites. Por lo tanto, el requisito de ceniza sulfatada, en general, no se debe usar en especificaciones de producto sin un entendimiento claro entre el vendedor y el comprador sobre la veracidad del valor de la ceniza como indicador del contenido total de compuestos metálicos<sup>6</sup>.

## 6. Aparatos

6.1 *Crisol o plato de evaporación* (de porcelana, sílice fundido o platino) de 50 a 100 mL para muestras que contienen más de 0,02 % en masa de ceniza sulfatada, o de 120 a 150 mL para muestras con menos de 0,02 % en masa de ceniza sulfatada.

---

<sup>5</sup> Disponible en *American National Standards Institute*, 11 oeste. Calle 42, piso 13, Nueva York, NY 10036.

<sup>6</sup> Se pueden encontrar discusiones adicionales en Nadkarni, R. A., Ledesma, R.R. y Via, G.H., "*Sulfated AshTM: Limitations of Reliability and Reproducibility*", *SAE Technical Paper N° 952548*, disponible en SAE, 400 Commonwealth Drive, Warrendale, PA 15096-0001, U.S.A.



Nota 5: Para obtener mejores resultados, en muestras que contienen menos de 0,1 % en masa, se usan recipientes de platino. Los valores de precisión que se muestran en la sección 13 para este tipo de muestras se han obtenido de esta manera.

Nota 6: **Advertencia:** No use platino cuando existe posibilidad de que la muestra contenga elementos como fósforo que atacan el platino bajo las condiciones de la prueba.

6.2 *Horno eléctrico de mufla*, capaz de mantener una temperatura de 775 +/- 25 °C y que tenga aberturas al frente y atrás para permitir una corriente natural de aire a través del horno.

6.3 *Balanza*, capaz de pesar hasta 0,1 mg.

## 7. Reactivos

7.1 *Pureza de los reactivos.* Se deben usar químicos grado reactivo. A menos que se indique lo contrario, se pretende que todos los reactivos concuerden con las especificaciones del *Committee on Analytical Reagents of the American Chemical Society* (Comité sobre reactivos analíticos de la sociedad química estadounidense), donde se encuentran disponibles dichas especificaciones o algunas otras normas reconocidas para reactivos químicos<sup>7</sup>. Se pueden usar otros grados si primero se confirma que los

---

<sup>7</sup> *Reagent Chemicals, American Chemical Society Specifications, American Chemical Society, Washington DC.* Para sugerencias sobre prueba de reactivos no mencionados en la *American Chemical Society*, ver *Analar Standards for Laboratory Chemicals*, BDH Ltd., Poole, Dorset, UK, *United States Pharmacopeia, National Formulary, U.S. Pharmaceutical Convention, Inc.* (USPC), Rockville, MD.

reactivos tienen la suficiente pureza para permitir su uso sin perder exactitud en la determinación.

7.2 *Pureza del agua.* A menos que se indique lo contrario, se parte de que las referencias del agua significan agua grado reactivo como se definió en el Tipo III de la especificación D 1193.

7.3 *Aceite mineral de baja ceniza.* Aceite blanco que tenga un valor de ceniza sulfatada menor que la capacidad límite a determinar por este método.

Nota 7: Determine la ceniza sulfatada de este aceite con el procedimiento que se describe adelante en las secciones 9.1 a 9.11 usando 100 gramos de aceite blanco pesados hasta 0,5 gramos en un recipiente de platino de 120 a 150 mL. Deduzca el blanco de ácido sulfúrico como se describe en la sección 9.11.

7.4 *Ácido sulfúrico (densidad relativa 1,84).* Ácido sulfúrico concentrado ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

Nota 8: **advertencia**, venenoso, corrosivo y oxidante fuerte.

7.5 *Ácido sulfúrico (1 + 1).* Prepare mediante adición lenta de 1 volumen de ácido sulfúrico concentrado (densidad relativa 1,84) a 1 volumen de agua con agitación vigorosa.

## 8. Muestreo

8.1 Tome las muestras para la determinación del contenido de ceniza sulfatada de acuerdo con las instrucciones en la Práctica D 4057. La muestra debe agitarse vigorosamente antes de apartar la porción de prueba para el laboratorio.

## 9. Procedimiento

9.1 Seleccione el tamaño del crisol o plato de evaporación según la cantidad necesaria de muestra (ver sección 9.3).

9.2 Caliente el plato de evaporación o crisol a 775 °C por lo menos durante 10 minutos. Enfríe a temperatura ambiente en un recipiente adecuado y pese hasta 0,1 mg.

Nota 9: El recipiente en el cual se enfría el crisol no debe contener un agente desecante.

9.3 Pese dentro del crisol una cantidad de muestra de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$W = 10/a \quad (1)$$

donde:

W = masa de la muestra de prueba, g

a = ceniza sulfatada esperada, % en masa.

Sin embargo, no tome una cantidad mayor de 80 g. En caso de que los aditivos del aceite lubricante produzcan una cantidad de ceniza sulfatada de 2% o más, diluya el peso de la muestra en el crisol con aproximadamente 10 veces su peso de aceite mineral de baja ceniza.

Nota 10: Si la cantidad de ceniza sulfatada encontrada difiere de la cantidad esperada en más de un factor o dos, repita el análisis con un peso diferente de muestra calculado del primer análisis.

9.4 Caliente el plato o crisol y la muestra con cuidado hasta que el contenido se encienda con una llama. Mantenga la temperatura de tal manera que la

muestra continúe quemándose a una velocidad uniforme y moderada. Cuando esta función termine, continúe calentando suavemente hasta que no se desarrollen humos o vapores posteriores.

- 9.4.1 Si la muestra contiene suficiente humedad para causar espuma y pérdida de material del crisol, descártela y a una muestra adicional agréguele de 1 a 2 mL de 2-propanol al 99 % (**advertencia:** inflamable) antes del calentamiento. Si esto no es satisfactorio, agregue 10 mL de una mezcla de volúmenes iguales de tolueno (**advertencia:** inflamable, vapor peligroso) y 2-propanol y agite vigorosamente. Ponga varias tiras de papel de filtro que no deja cenizas en la mezcla y caliente; cuando el papel se comienza a quemar, la mayor parte del agua ha sido eliminada.
- 9.5 Deje enfriar el crisol a temperatura ambiente y luego humedezca el residuo, mediante un gotero, con ácido sulfúrico (densidad relativa 1,84). Caliente con cuidado el crisol a baja temperatura en un plato calentador o sobre un quemador de gas, evitando las salpicaduras y continúe hasta que dejen de producirse vapores.
- 9.6 Coloque el crisol en el horno a  $775 \pm 25$  °C y continúe el calentamiento hasta que la oxidación del carbón sea completa o casi completa.
- 9.7 Permita que el crisol se enfríe a temperatura ambiente y agregue 3 gotas de agua y 10 gotas de ácido sulfúrico (1 + 1). Mueva el crisol para que se humedezca el residuo por completo y caliéntelo otra vez como se describió en la sección 9.5.

9.8 Ponga otra vez el crisol en el horno a  $775 \pm 25$  °C y mantenga la temperatura durante 30 minutos. Enfríelo a temperatura ambiente en un recipiente adecuado (ver nota 9).

Nota 11. Los ditiofosfatos de alquilo o alquilo de cinc o mezclas con aditivos pueden dar un residuo parcialmente negro en esta etapa. En este caso, repita los pasos 9.7 y 9.8 hasta obtener un residuo blanco.

9.9 Pese el crisol y residuo hasta 0,1 mg.

9.10 Repita los pasos 9.8 y 9.9 hasta que dos lecturas de peso sucesivas no difieran en más de 1,0 mg.

Nota 12: Normalmente una repetición será suficiente, a menos que haya un alto contenido de cinc, lo que puede requerir de tres a cuatro períodos de calentamiento.

9.11 En las muestras que se espera un contenido de cenizas de 0,02 % en masa o menos, determine el blanco de ácido sulfúrico de la siguiente manera: agregue 1 mL de ácido sulfúrico concentrado al crisol de platino tarado, caliente hasta que no se produzcan vapores y colóquelo en el horno a  $775 \pm 25$  °C durante 30 minutos. Enfríe el crisol a temperatura ambiente en un recipiente adecuado (ver nota 9) y pese hasta 0,1 mg. Si se encuentra alguna ceniza en el ácido sulfúrico, haga una corrección al peso de ceniza sulfatada obtenida, por medio de la resta del peso de ceniza con que contribuye el ácido. Esta corrección se determina si se toma en cuenta el volumen total de ácido sulfúrico usado, el peso de ceniza encontrado en el blanco de 1 mL y los gramos totales de ceniza sulfatada de la muestra.

## 10. Cálculos

10.1 Calcule la ceniza sulfatada como un porcentaje de la muestra original con la fórmula siguiente:

$$\text{Ceniza sulfatada, \% en masa} = (w/W) \times 100 \quad (2)$$

Donde:

w = gramos de ceniza sulfatada,

W = gramos de muestra usada

## 11. Informe

11.1 Presente el resultado redondeado hasta 0,001 % en masa para las muestras inferiores a 0,02 % y a 0,01 % en masa para niveles más altos de ceniza sulfatada, Método de prueba D 874.

## 11. Precisión y sesgo

12.1 La precisión de este método se determinó por examen estadístico de resultados entre laboratorios de la siguiente forma:

12.1.1 Para niveles de ceniza sulfatada entre 0,005 y 0,10 % en masa

12.1.1.1 *Repetibilidad.* La diferencia entre dos resultados de pruebas obtenidas por el mismo operador, con el mismo aparato, bajo condiciones operativas constantes en materiales de prueba idénticos, en la normal y correcta operación de este método de prueba, a la larga podría exceder los valores siguientes solo en uno de entre veinte casos.

$$r = 0,047 X^{0,85} \quad (3)$$

donde X = promedio de dos resultados.

12.1.1.2 *Reproducibilidad.* La diferencia entre dos resultados individuales e independientes obtenidos por diferentes operadores que trabajan en diferentes laboratorios en materiales de prueba idénticos, en la normal y correcta operación de este método de prueba, a la larga, podría exceder los siguientes valores solo en uno de entre veinte casos.

$$r = 0,189 X^{0,85} \quad (4)$$

donde X = promedio de dos resultados.

12.1.1.3 Se muestran ejemplos de datos en el cuadro 1.

Nota 13: Los valores de precisión en el ámbito de 0,005 a 0,10 % en masa de ceniza sulfatada se obtuvieron por revisión estadística de los resultados de prueba obtenidos entre laboratorios en conjunto con el programa de cooperación ASTM-IP dirigido en 1975. Se usaron solo crisoles de platino.

12.1.2 Para niveles de ceniza sulfatada entre 0,11 y 25 % en masa:

12.1.2.1 *Repetibilidad.* La diferencia entre dos resultados de pruebas obtenidas por el mismo operador, con el mismo aparato, bajo condiciones operativas constantes en materiales de prueba idénticos, en la normal y correcta operación de este método de prueba, a la larga podría exceder los valores siguientes solo en uno de entre veinte casos:

$$r = 0,060 X^{0,75} \quad (5)$$

donde X = promedio de dos resultados

12.1.2.2 *Reproducibilidad.* La diferencia entre dos resultados individuales e independientes obtenidos por diferentes operadores que trabajan en diferentes laboratorios en materiales de prueba idénticos, en la normal y correcta operación de

este método de prueba, a la larga, podrían exceder los siguientes valores solo en uno de entre veinte casos.

$$R = 0,142 X^{0,75} \quad (6)$$

Donde X = promedio de dos resultados.

12.1.2.3 Se muestran ejemplos de datos en el cuadro 2.

Nota 14: : Los valores de precisión en el ámbito de 0,10 a 25 % en masa de ceniza sulfatada se obtuvieron por revisión estadística de los resultados de prueba obtenidos entre laboratorios en conjunto con el programa de cooperación ASTM-IP dirigido en 1981.

12.2 Sesgo: No hay material de referencia conveniente aceptado para la determinación del sesgo de los procedimientos en este método de prueba para medir la ceniza sulfatada.

### 13. Palabras clave

13.1 Aditivos, ceniza, aceites lubricantes

**Cuadro 1 Precisión en niveles menores de 0,10%**

Ceniza sulfatada, % en masa	Repetibilidad	Reproducibilidad
0,005	0,0005	0,0021
0,010	0,0009	0,0038
0,05	0,0037	0,0148
0,10	0,0066	0,0267



**Cuadro 2 Precisión en niveles mayores de 0,10 % en masa**

Ceniza sulfatada, % en masa	Repetibilidad	Reproducibilidad
0,5	0,036	0,084
1,0	0,060	0,142
5,0	0,201	0,475
10,0	0,337	0,799
20,0	0,567	1,343
25,0	0,671	1,588

La *American Society for Testing and Materials* no se ha referido en ningún caso a los derechos de patente reconocidos en relación con algún punto mencionado en esta norma. Los usuarios quedan advertidos de que la determinación de la validez de cualquier derecho de patente y del riesgo de infracción del mismo son enteramente su responsabilidad.

La norma está sujeta a revisión en cualquier momento por parte del comité técnico responsable y se debe hacer cada cinco años. En caso de no haber revisión se debe reaprobar o retirar. Se invita a dar sus sugerencias o comentarios para la revisión de esta norma o para normas adicionales y deben ser dirigidas a las oficinas centrales de la ASTM. Sus comentarios recibirán cuidadosa consideración en una reunión con el comité técnico al que usted puede asistir. Si considera que los comentarios no han sido tomados en cuenta, puede dirigirse al *ASTM Committee on Standards* [Comité de Estándares de la ASTM], 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428.

Esta norma la registró la ASTM, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959, Estados Unidos. Se pueden obtener reimpresiones individuales (copias solas o múltiples) de esta norma en la dirección antes mencionada de la ASTM, o en el teléfono 610-832-9585, facsímil 610-832-9555, al correo electrónico [service@astm.org](mailto:service@astm.org), o a través del sitio ASTM en la red (<http://www.astm.org>).

## **ASTM Designación: D 1744 – 92**

### **Método estándar de prueba para la determinación de agua en productos líquidos de petróleo por medio del reactivo de Karl Fischer<sup>1</sup>**

Esta norma se publicó con la designación D 1744; el número inmediato posterior indica el año de adopción original o el año de la última revisión. Una cifra entre paréntesis indica el año de la última aprobación y una épsilon ( $\epsilon$ ) en superíndice significa un cambio que hicieron los editores desde la última revisión o aprobación.

Este método de prueba se adoptó para uso de las agencias gubernamentales en sustitución del Método 3253 del Federal Estándar N° 791b.

#### **1. Alcance**

Este método incluye la determinación de agua en concentraciones de 50 a 1000 mg/kg en productos de petróleo líquidos.

1.1 Los valores expresados en unidades SI se consideran estándar; las unidades en pulgadas y libras se dan únicamente como información.

1.2 Esta norma no pretende considerar todo lo relacionado con seguridad. En caso de que la haya asociada con su uso. Es responsabilidad del usuario de este método fijar las prácticas apropiadas de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad de las limitaciones reguladoras antes de usarlo. Se indican algunas precauciones en las notas 1 a 5.

---

<sup>1</sup> Este método se encuentra bajo la jurisdicción del *ASTM Committee D-2 on Petroleum Products and Lubricants* y es responsabilidad directa del *Subcommittee D02.02.0B on Sediment and Water*. La edición actual se aprobó el 15 de marzo de 1992 y se publicó en mayo de 1992. En un principio se publicó como D 1744–60T y la penúltima como D 1744 - 83.

## **2. Documentos de referencia**

### 2.1 Norma ASTM:

D 4057 *Practice for Manual Sampling of Petroleum and Petroleum Products*<sup>2</sup>

## **3. Resumen del método**

3.1 El material a analizar se titula con el reactivo estándar de Karl Fischer hasta un punto final electrométrico.

## **4. Importancia y uso**

4.1 El conocimiento del contenido de agua en productos de petróleo es muy útil para predecir su calidad y las características de funcionamiento.

## **5. Interferencias**

5.1 Interfieren en el análisis las siguientes sustancias: álcalis libres, agentes oxidantes y reductores, mercaptanos, algunas sustancias básicas nitrogenadas u otros materiales que reaccionan con el yodo. Una parte por millón de azufre como mercaptano produce un error en la titulación de aproximadamente 0,2 mg/kg de agua.

## **6. Aparatos**

6.1 Arme el aparato tal y como se describe en el anexo A1<sup>3</sup>

## **7. Reactivos y materiales**

7.1 *Pureza de los reactivos.* En todas las pruebas se deben usar químicos grado reactivo. A menos que se indique lo contrario lo que se persigue es que todos

---

<sup>2</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 05.02.

<sup>3</sup> Se acepta cualquier aparato que dé una precisión igual o superior.

los reactivos concuerden con las especificaciones que se encuentran en el comité *Analytical Reagents of American Chemical Society* [Reactivos Analíticos de la Sociedad Química Estadounidense]<sup>4</sup>. Se pueden usar otros grados si primero se confirma que los reactivos tienen la suficiente pureza para permitir su uso sin perder exactitud en la determinación.

*7.2 Pureza del agua.* A menos que se indique lo contrario, se entiende que el agua es destilada o de igual pureza. Los solventes que se usan deben tener bajo contenido de agua; por ejemplo menos de 500 mg/kg.

*7.3 Solución patrón del reactivo de Karl Fischer*<sup>5</sup> (nota 1). Por cada litro de solución, disuelva 85 +/- 1 g de yodo en 270 +/- 2 mL de piridina en una botella seca y con tapa de vidrio. Agregue 670 +/- 2 mL de metanol al 99,9 % (nota 2). Enfríe la mezcla en un baño de hielo por debajo de 3,9 °C. Haga burbujear dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) gaseoso (nota 3) a través de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, de densidad relativa 1,84) concentrado (nota 4) dentro de la mezcla fría. Continúe la adición de SO<sub>2</sub> hasta que el volumen aumente 50 +/- 1 mL. Una forma alternativa es agregar, a la mezcla previamente enfriada, 50 +/- 1 mL de SO<sub>2</sub> recientemente licuado en incrementos pequeños. Mezcle y deje reposar durante al menos 12 horas antes de usarla.

Nota 1. **Advertencia:** tóxico

---

<sup>4</sup> *Reagent Chemicals, American Chemical Society Specifications, American Chemical Society, Washington DC. Para sugerencias sobre prueba de reactivos no mencionados en la American Chemical Society, ver Analar Standards for Laboratory Chemicals, BDH Ltd., Poole, Dorset, UK, United States Pharmacopeia, National Formulary, U.S. Pharmaceutical Convention, Inc. (USPC), Rockville, MD.*

<sup>5</sup> Se puede utilizar un reactivo de Karl Fischer preparado en forma comercial.

Nota 2. Si el metanol al 99,9 °C no está comercialmente disponible, prepárelo disolviendo 24 g de virutas de magnesio metálico en 200 mL de metanol. **Cuidado**, la reacción es vigorosa. Cuando la reacción se completa agregue 3 L de metanol. Póngalo en reflujo durante 5 horas y destile en forma directa dentro del recipiente en el que se va a mantener el metanol al 99,9 %. Desahogue el sistema a través de un tubo seco durante la destilación.

Nota 3. **Precaución:** Siga las normas de seguridad para el manejo de gases tóxicos.

Nota 4. **Advertencia:** Es venenoso, corrosivo, oxidante fuerte; su derrame y el contacto con material orgánico pueden causar incendios; resulta mortal si se ingiere; el líquido y sus vapores producen quemaduras severas; es peligroso si se inhala; al contacto con el agua libera gran cantidad de calor.

7.4 *Solución diluida del reactivo de Karl Fischer.* Ajuste la concentración de este patrón diluyéndolo con piridina para lograr una equivalencia de 2 ó 3 mg de agua por mL de solución.

7.5 *Solvente de las muestras.* Mezcle 1 volumen de metanol (nota 3) con 3 volúmenes de cloroformo (nota 5).

Nota 5. **Advertencia:** fatal si se ingiere, peligroso si se inhala y al quemarse produce vapores tóxicos.

## 8. Muestreo

8.1 Tome las muestras de acuerdo con las instrucciones de la Práctica D 4057.

## 9. Estandarización del reactivo de Karl Fischer.

9.1 El reactivo de Karl Fischer (diluido) se debe estandarizar en forma diaria de acuerdo con los puntos 9.1.1 a 9.1.3 o de 9.1.4 a 9.1.8.

9.1.1 Agregue 50 mL del solvente de las muestras a un frasco de titulación limpio y seco. Inserte la tapa y ajuste el agitador magnético para que se produzca un movimiento suave. Encienda el circuito indicador y ajuste el potenciómetro para obtener un punto de referencia de aproximadamente 1  $\mu\text{A}$  de flujo de corriente. Adicione el reactivo de Karl Fischer en cantidades adecuadas al solvente para provocar desviaciones en la aguja desde su punto de referencia. Al principio la aguja se desviará debido a la concentración local del reactivo sin reaccionar cerca de los electrodos pero volverá hacia el punto de referencia. Cuando el punto final se aproxima, la aguja se devolverá en forma más lenta después de cada adición del reactivo de Karl Fischer. Este punto final se alcanza cuando al agregar una gota de reactivo, la aguja permanece desviada de su punto de referencia aproximadamente 1  $\mu\text{A}$  al menos durante 30 seg.

9.1.2 A la solución del frasco de titulación adicione con cuidado, desde una pipeta previamente pesada (hasta 0,1 mg), una gota de agua destilada y pésela de nuevo. Tape el frasco y titule hasta el punto final como se describió en el punto 9.1.1.

9.1.3 Calcule la equivalencia entre el agua y el reactivo de Karl Fischer de la siguiente manera:

$$F = W / T \quad (1)$$

donde:

F = equivalente agua y reactivo de Karl Fischer, mg/mL,

W = miligramos de agua agregada y

T = mililitros de reactivo requerido para titular el agua.

9.1.4 De modo alterno, agregue al frasco de titulación, 50 mL de metanol como solvente y titule hasta el punto final como se describió en el punto 9.1.1.

9.1.5 Con una espátula limpia y seca y desde un envase previamente pesado y tarado, pese y transfiera 250 mg de tartrato de sodio dihidratado al frasco con el alcohol titulado.

9.1.6 Sumerja la espátula dentro del solvente para asegurar que todo el tartrato se ha transferido (nota 2). Tape el frasco y titule hasta el punto final como se describe en el punto 9.1.1.

Nota 2. Para facilitar el trasvase del tartrato a frascos con aberturas estrechas y cuellos angostos, puede usarse una espátula con la punta doblada en un ángulo que facilite la eficiente manipulación.

9.1.7 Determine el contenido total de agua en el tartrato de sodio dihidratado secando una muestra previamente pesada hasta masa constante en un horno a 150 +/- 5 °C.

9.1.8 Calcule la equivalencia agua y reactivo Karl Fischer de la siguiente manera:

$$F = (A \times B) / 100T \quad (2)$$

donde:

F = la equivalencia entre el agua y el reactivo de Karl Fisher, mg/mL,



A = miligramos de tartrato de sodio dihidratado que se usó,

B = porcentaje de agua en el tartrato y

T = mililitros de reactivo requerido para la titulación del agua en el tartrato.

## 10. Procedimiento

10.1 Agregue 50 mL de solvente al frasco de titulación y titule con el reactivo de Karl Fischer estandarizado y hasta el punto final como se describe en la sección 9.1.1. Es necesario cerrar el tubo de admisión de la muestra lo más rápido posible para prevenir la absorción de humedad de la atmósfera.

10.2 Con la ayuda de un hidrómetro, obtenga los grados API del material de prueba y convierta la lectura a densidad relativa sin corregir la temperatura. De inmediato mida con pipeta 50 mL de muestra en el frasco de titulación o como método alternativo, puede pesar la muestra de manera conveniente antes de agregarla.

10.3 Titule la muestra hasta el punto final como se describe en la sección 9.1.1 y anote los mililitros de reactivo utilizados.

## 11. Cálculos

11.1 Calcule el contenido de agua de la muestra de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\text{Agua, mg/kg} = (\text{CF} \times 1000) / [ \text{W} (\text{o } \text{A} \times \text{G}) ] \quad (3)$$

donde:

C = mililitros de reactivo requerido para titular la muestra,

- F = equivalente del agua, mg de agua/mL,  
 1000 = factor para convertir a partes por millón,  
 W = gramos de muestra usados = A x G,  
 A = mililitros de muestra y  
 G = densidad relativa de la muestra.

## 12. Precisión y sesgo

12.1 No se sabe si la precisión de esta prueba se obtuvo con modelos aceptados en forma reciente como por ejemplo los del *Committee D-2 Research Report RR:D02-1007 del Manual on Determining Precision Data for ASTM Methods on Petroleum Products and Lubricants*<sup>26</sup>. Estos resultados se utilizan solo en los casos de combustibles de turbinas de aviación. Algunas dificultades encontradas en la distribución de muestras estables han evitado el desarrollo de datos adicionales.

12.2 La precisión de este método se obtuvo por medio del examen estadístico de resultados de prueba de varios laboratorios de la siguiente manera:

12.2.1 *Repetibilidad*: la diferencia entre resultados de pruebas sucesivas, obtenidas por el mismo operador, con el mismo aparato, en condiciones operativas constantes, en materiales de prueba idénticos, en la normal y correcta operación de este método de prueba, a la larga podría exceder los valores siguientes solo en uno de entre veinte casos:

Contenido de agua,  $\mu\text{g/g}$

Repetibilidad,  $\mu\text{g/g}$

12.2.2 *Reproducibilidad*: la reproducibilidad del método no se ha determinado debido a la dificultad que se encontró al mantener la integridad de las muestras cuando se distribuyen a los diferentes laboratorios cooperadores.

12.3 *Sesgo*: El sesgo del método no se ha determinado.

### **13. Palabras clave**

13.1 Karl Fischer, productos de petróleo, agua

## **Anexo**

### **(Información obligatoria)**

#### **A1. Aparato**

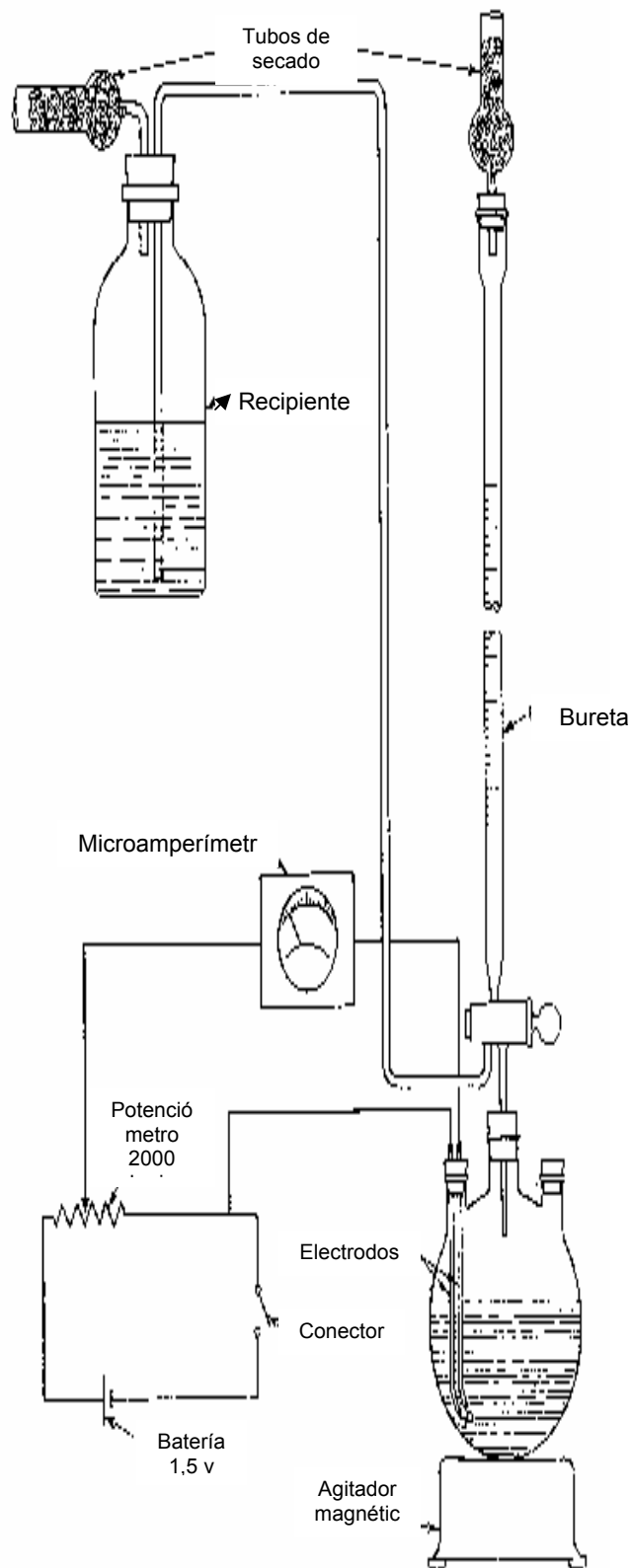
A1.1 **Montaje del aparato**: el montaje del aparato (ilustración A1.1) debe incluir lo siguiente:

A1.1.1 *Bureta*: una bureta graduada de 10 mL, con subdivisiones de 0,05 mL y con una llave de paso de tres vías. El reactivo de Karl Fischer afecta algunos tipos de grasas que se usan en las llaves.

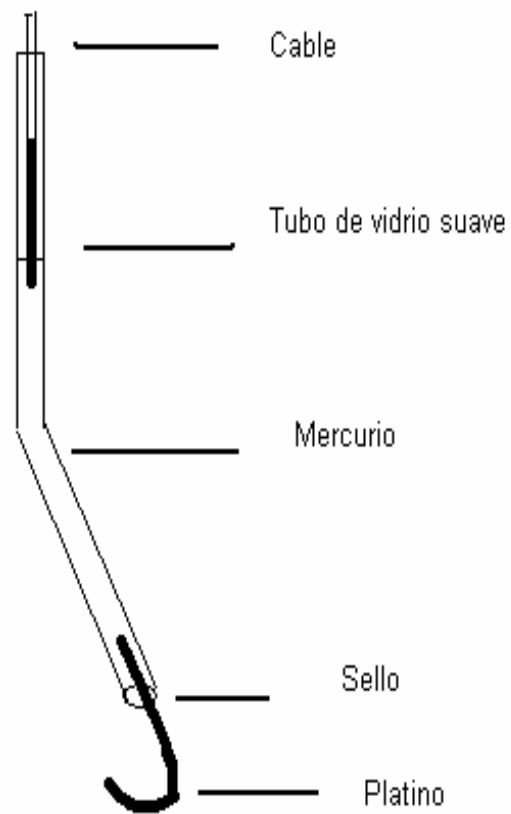
A1.1.2 *Recipiente para el reactivo*: cualquier botella de vidrio de tamaño conveniente.

A.1.1.3 *Agitador magnético*.

A1.1.4 *Frasco de titulación*: un frasco de tres cuellos de aproximadamente 500 mL de capacidad.



**A1.1 Aparato para determinar agua con el reactivo de Karl Fischer**



**Ilustración A1.2. Electrodo**

A1.1.5 Arme el aparato de acuerdo con la ilustración A1.1. Son indispensables todas las precauciones del caso para prevenir la absorción de humedad de la atmósfera. Las posibles fugas entre los tapones y el vidrio se deben sellar con un material adecuado<sup>6</sup> y las aberturas protegerse mediante el uso de tubos de secado que contienen sulfato de calcio anhidro.

A1.2 **Circuito eléctrico.** El circuito eléctrico (ilustración A1.1) incluirá lo siguiente:

A1.2.1 *Microamperímetro.* Un microamperímetro de corriente directa con un ámbito de 0 a 50  $\mu\text{A}$  y una resistencia interna de 1500  $\Omega$  aproximadamente.

A1.2.2 *Batería,* una celda seca de 1,5 v.

A1.2.3 *Electrodos.* Los dos electrodos adecuados (ilustración A1.2) se construyen según se describe a continuación. Una pieza de alambre de platino de 25 mm (1 pulgada) de longitud, de 0,3 a 0,8 mm (0,01 a 0,03 pulgadas ) de diámetro se sella dentro de un tubo de vidrio pequeño de borosilicato de 160 mm de longitud. El alambre se debe extender, dentro del tubo, 7,1 mm (0,28 pulgadas) por encima del sello y extenderse fuera de éste 15,2 mm (0,60 pulgadas). Doble el tubo de vidrio unos 20 ó 30 mm antes del sello tal y como se muestra en la ilustración A1.2. Forme un pequeño gancho en la parte final del alambre de platino de 6,4 mm (0,25 pulgadas) de diámetro. Introduzca suficiente mercurio dentro del tubo de vidrio para provocar un contacto con los cables y completar el circuito. Se debe tener especial

---

<sup>6</sup> Para este propósito es satisfactorio utilizar el colodión

cuidado de que no se formen grietas alrededor del sello porque los electrodos serían ineficaces.

A1.2.4 *Potenciómetro*, que tenga una resistencia de 2000  $\Omega$ .

A1.2.5 Arme el circuito según se muestra en ilustración A1.1.

La *American Society for Testing and Materials* no se ha referido en ningún caso a derechos de patente reconocidos en relación con algún punto mencionado en esta norma. Los usuarios quedan advertidos de que la determinación de la validez de cualquier derecho de patente y del riesgo de infracción del mismo son enteramente su responsabilidad.

Esta norma está sujeta a revisión en cualquier momento por parte del comité técnico responsable y se debe hacer cada cinco años. En caso de no haber revisión se debe reaprobar o retirar. Se invita a dar sus sugerencias o comentarios para la revisión de esta norma u otras adicionales y deben ser dirigidas a las oficinas centrales de la ASTM. Sus comentarios se considerarán en una reunión del comité técnico al que usted puede asistir. Si considera que los comentarios no han sido tomados en cuenta, puede dirigirse al *ASTM Committee on Standards* [Comité de Estándares de la ASTM], 1916 Race St. Philadelphia, PA 19103.

# MEMORIA



## Introducción

En el presente apartado se ofrece la información general del texto traducido, su contenido en un breve resumen, la referencia histórica, la justificación de la selección y, además, la presentación de la estructura general de la investigación. El texto seleccionado para traducir corresponde al *Annual Book of ASTM Standards 2000 Petroleum Products, Lubricants, and Fossil Fuels*<sup>1</sup>. El libro escogido incluye 75 volúmenes divididos en 16 secciones. Se seleccionaron seis métodos estándar de prueba del volumen 05.02, sección 5. Los métodos son como procedimientos definidos para la identificación, medida y evaluación de una o más cualidades, características o propiedades de un material, producto, sistema o servicio que produce un resultado. Estos procedimientos se utilizan principalmente en el campo de la química analítica cuando se requiere hacer algunas pruebas físicas y químicas a productos de petróleo y lubricantes.

La *American Society for Testing and Materials* (ASTM) se fundó en 1898, como organización científica y técnica para el desarrollo de normas sobre características y funcionamiento de materiales, productos, sistemas y servicios y la promoción de conocimientos afines con la intención de ayudar a la industria, oficinas gubernamentales y público en general. Las oficinas generales no tienen investigación técnica o instalaciones de pruebas; este tipo de trabajo lo realizan los 31890 miembros técnicamente calificados localizados en el mundo entero. La

---

<sup>1</sup> *Annual Book of ASTM Standards, Petroleum Products, Lubricants and Fossil Fuels*, volumen 05-01, sección 5, West Conshohocken, 2000, pp. 108-111, 155-157, 225-227, 265-271, 293-296, 609-612.

membresía a dicha sociedad está abierta a todas las personas que se relacionen con los campos activos de la ASTM. Se publica una nueva edición del libro cada año porque se incluyen normas nuevas y se hacen revisiones importantes a las existentes.

Los seis métodos de prueba estándar traducidos y analizados en el presente informe son los siguientes:

- a. ASTM D 129, Método estándar de prueba para la determinación de azufre en productos de petróleo (método general de la bomba).
- b. ASTM D 287, Método estándar de prueba para la determinación de gravedad API del petróleo crudo y sus productos por medio del hidrómetro.
- c. ASTM D 482, Método estándar de prueba para la determinación de cenizas en productos de petróleo.
- d. ASTM D 664, Método estándar de prueba para la determinación del número de neutralización ácido en productos de petróleo por titulación potenciométrica.
- e. ASTM D 874, Método estándar de prueba para la determinación de ceniza sulfatada en aceites lubricantes y aditivos.
- f. ASTM D 1744, Método estándar de prueba para la determinación de agua en productos líquidos de petróleo por medio del reactivo de Karl Fisher.

Son métodos de análisis muy específicos empleados en laboratorios especializados en la investigación y control de calidad de los productos de petróleo

como lubricantes y combustibles que se usan a diario en diferentes procesos; como por ejemplo en la producción de energía eléctrica.

El interés en la traducción de los métodos surge porque se consideran un aporte técnico y científico para las personas de habla hispana que están directamente relacionadas o trabajan en el análisis de tales productos, ya que todos los métodos y referencias se encuentran en idioma inglés. Dado que las normativas son tan indispensables, los métodos traducidos al español son de gran utilidad para los químicos y laboratoristas en general que pretenden competir en el campo de los análisis. En Costa Rica, la ley N° 8279 establece la obligación de acreditar los laboratorios de análisis en lo referente a sus procedimientos de trabajo, en presencia del Ente Nacional de Acreditación (ENA) y utilizando la norma internacional ISO/IEC 17025:2000, a más tardar en mayo del 2005. Por lo tanto, y teniendo en cuenta que trabajo como profesional química encargada de un laboratorio del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), en el análisis físico químico de aceites lubricantes y combustibles que utilizan las plantas de generación eléctrica, me veo en la necesidad de traducir dichos métodos. Será un aporte importante dentro de ese proceso porque uno de los requisitos indispensables para la acreditación de laboratorios es la descripción y detalle de los procedimientos en idioma español. Es importante hacer notar que la traducción está dirigida, en forma especial, a químicos y laboratoristas costarricenses que estamos directamente relacionados con la materia.

Nuestro objetivo fue la traducción natural del texto correspondiente a los seis métodos de prueba estándar mencionados, el análisis del texto, la solución de

problemas específicos de traducción, la justificación de las diferentes adaptaciones al español y la confección de un glosario especializado en el campo de la química analítica. Para tal efecto, después de la traducción del texto se presenta el informe de investigación dividido en tres capítulos.

En el primer capítulo se presenta información general del texto, contenido, tema, y, además, el análisis del texto, para lo cual se realizó una investigación exhaustiva sobre modelos y conceptos de diferentes autores como Christiane Nord (1991), Peter Newmark (1999), Gerardo Vásquez-Ayora (1977), Jean Maillot (1997), Silvia Gamero Pérez (2001), entre otros. Se hace una clasificación del texto dentro del concepto técnico y a su vez científico con las justificaciones correspondientes. Se analiza el emisor, su actitud, el editor, la intención del texto original, el terminal, el destinatario, la calidad de la escritura, el marco donde se situará la traducción, la función textual y factores extratextuales e intratextuales. También se mencionan las características del léxico, terminología, aspectos semánticos, sintácticos y de formato y los problemas conceptuales de la traducción técnica. Durante el desarrollo de la investigación se hace hincapié en el hecho de que la información que presenta el texto debe ser muy clara, concisa y sin ambigüedades, debido al formato y las convenciones que se deben respetar. Se hace referencia a algunos problemas en las estructuras gramaticales al trasladarlas al español y sus posibles soluciones.

El segundo capítulo analiza aspectos sintácticos, de estilo y también presenta los diferentes procedimientos técnicos de traducción utilizados, como por ejemplo, transposiciones, modulaciones, ampliaciones y reducciones u omisiones. Se comentan dos factores muy característicos del texto como lo son el uso excesivo de

la voz pasiva en el documento original, su posible solución en español y, además, el uso de la forma verbal imperativa, que se respeta en el texto terminal porque se pretende impregnarle el mismo carácter. Se hace referencia a la estructura sintáctica del texto original y sus modificaciones en el idioma español para lograr expresiones naturales sin perder contenido semántico. En cada uno de los procedimientos de traducción utilizados se ofrece una pequeña definición acorde con los teóricos, se proporcionan varios ejemplos problemáticos y se facilitan las soluciones con las debidas justificaciones. En ellas se presentan las razones o motivos de las escogencias léxicas y estructurales que generalmente tienen relación directa con los tecnicismos de la jerga de la química analítica. Todas estas estrategias ayudaron a seleccionar diferentes alternativas para lograr una traducción fiel a la intención original, clara, formal y sin ambigüedades, como lo requiere el tipo de texto técnico y científico. Además se trata de respetar, en la traducción, el estilo formal, neutro, impersonal y profesional con equivalencia semántica.

El tercer capítulo incluye el análisis de algunos problemas terminológicos, cómo se solucionaron, su justificación y también un glosario con términos del campo de la química analítica. La experiencia en el campo y el conocimiento del tema es una gran ventaja para el traductor porque la comprensión del mensaje es mucho más amplia que para una persona que no es especialista, lo que le permite agregar o eliminar elementos con más propiedad. Sin embargo, también se mencionan las posibles desventajas que puede tener el traductor especialista en el campo. Durante el estudio terminológico, se presentan algunos ejemplos de traducción de términos específicos, sus modificaciones y las justificaciones semánticas correspondientes de

acuerdo con la experiencia y con la ayuda de diccionarios y textos paralelos. En la introducción del glosario se ofrece una definición, el propósito, campos del saber presentes en el texto, explicación de las necesidades del traductor, información de la investigación del vocabulario y mención de las fuentes primarias y secundarias. Se informa sobre el criterio de escogencia de los lexemas y el proceso de preparación del glosario y la información incluida en cada entrada: descripciones, sinónimos, fórmulas químicas, ordenamiento y otros. También se incluyen, al final del glosario, algunas siglas que aparecen durante el texto traducido. En este proceso de elaboración del glosario y de la justificación de la escogencia terminológica en general, se consultaron diccionarios especializados en el campo de la química y gran variedad de textos paralelos. Se hace la aclaración de que el glosario está dirigido a químicos y laboratoristas y específicamente en el campo de la química analítica; por lo tanto, el glosario tiene un subtítulo que lo evidencia. Al final se reconoce que el trabajo se puede extender mucho más porque los términos que aparecen se refieren únicamente a los seis métodos seleccionados para la traducción y el glosario corresponde a una pequeña muestra. No solamente se han traducido los métodos de análisis sino que se ha realizado una investigación exhaustiva en el campo de la terminología química.

## Capítulo I

### Aspectos generales

Este capítulo tiene el propósito de ofrecer la información general, características y análisis del texto traducido en lo que se refiere a intención, estilo, actitud, tipo y otros y factores extratextuales e intratextuales. En cuanto a la traductología, el texto presenta algunos desafíos que con la investigación necesaria se pretende darles soluciones acertadas en el trabajo de la traducción. En el campo específico de la química analítica los métodos de análisis deben tener un formato especial, deben ser muy claros, precisos y sin ambigüedades, por lo que se busca darle el mismo carácter en español. Otro reto es adaptar al español los conceptos y términos químicos específicos sobre análisis de laboratorio. De acuerdo con el análisis de texto se pueden recomendar algunas técnicas adecuadas para que la traducción sea lo más fiel posible. Por ejemplo, los problemas de traducción de términos químicos específicos se resuelven por medio de la búsqueda en textos paralelos, también por analogías y además se debe tomar en cuenta el aspecto importantísimo del uso común de palabras aceptadas y conocidas dentro de la jerga del analista químico. Por lo tanto es imprescindible la experiencia de profesionales en el campo.

De acuerdo con Isaac Barba Redondo, “los principales problemas con los que se encuentran los estudiantes de traducción y los traductores profesionales al traducir un texto técnico, generalmente no tienen su raíz en los aspectos morfosintácticos, terminológicos o estilísticos del texto. La dificultad radica en lo conceptual”

(1998:1043). Si el traductor no entiende un concepto se le hace más difícil la traducción de la terminología técnica específica. Lo ideal en un traductor sería que fuera también especialista en el campo que traduce para que con el conocimiento científico pueda resolver en forma más fácil los problemas conceptuales. Con la traducción de los métodos de análisis pretendo aportar un poco de mi experiencia en el campo de la química y tratar de lograr una traducción de documentos específicos con un balance de conocimientos que logre la objetividad requerida en este tipo de textos científicos y técnicos. Deben ser precisos, claros y no presentar ambigüedades debido al tipo de información que ofrecen; por lo tanto, el traductor se ve obligado a una excelente comprensión conceptual.

### **Análisis de texto**

Nord describe el medio como: "*the means or vehicle which conveys the text to the reader*" (1991:56); el texto escogido es escrito para ser leído porque la información que se presenta debe estar siempre disponible al lector. El medio de publicación es anual en forma de libro; la publicación se lleva a cabo en Easton, MD, Estados Unidos y en este caso se traduce la versión en inglés del año 2000.

La lectura cuidadosa del texto y su análisis darán al traductor las bases para seleccionar los métodos de traducción adecuados y además podrá identificar más fácilmente los problemas y sus soluciones, tal como lo menciona Peter Newmark (1999:27).



El texto traducido se clasifica como técnico si tomamos en cuenta la definición de Silvia Gamero Pérez: “Proponemos definir el texto técnico como un acto concreto de comunicación en el que los emisores son ingenieros, técnicos o profesionales; los receptores son otros ingenieros, técnicos, especialistas en formación o público en general; la situación comunicativa está relacionada con la industria, la explotación agrícola, la fabricación de productos o la oferta de servicios” (2001:38). Esta situación se cumple a cabalidad en el texto escogido. También se pueden observar las características específicas de la traducción técnica en este tipo de textos como lo son el campo temático, la terminología específica y el género textual, derivadas del funcionamiento textual, según indica Gamero (2001:39).

A su vez es un texto científico porque la química es una ciencia y en este caso el tema describe los métodos de análisis en los cuales se determinan características físicas y químicas de productos de petróleo y lubricantes. En el texto traducido en cada uno de los métodos de análisis se presenta la lista de instrucciones definidas para realizar varias operaciones de un procedimiento que genera un resultado de prueba. La terminología es muy específica propia de la jerga de los análisis físicos y químicos, lo mismo que el género porque el texto se refiere a instrucciones de trabajo de una norma técnica (métodos estándar de análisis). Además, contiene fundamentalmente el lenguaje especial del campo de la química analítica y tanto el emisor como el receptor están compuestos por grupos de personas con experiencia y educación o conocimientos en la materia como profesionales en química o técnicos de laboratorio (laboratoristas).

Por lo tanto, se puede deducir que en este tipo de texto se deben seguir ciertas convenciones que faciliten la comunicación y la comprensión entre ese grupo de especialistas. Silvia Gamero señala que “las convenciones surgen cuando en un contexto comunicativo se cumplen los tres requisitos siguientes: a) intervienen varias personas, b) las situaciones se repiten y c) las personas persiguen una intención que solo puede conseguirse si todos se comportan de la misma forma” (2001:51). Las tres características se presentan en esta traducción porque en primer lugar intervienen varias personas, el emisor y uno o varios receptores (químicos y laboratoristas), la situación se repite porque el formato de estos métodos de análisis lo utilizan los receptores de manera reiterada y, por último, los participantes en esta interacción siguen un patrón común (instrucciones de los métodos en un formato específico) para llevar a cabo los análisis físicos y químicos correspondientes.

Christiane Nord señala que se puede hacer una distinción entre el editor que es el que produce el texto y el emisor que transmite el mensaje (1991:5). En este caso particular el emisor o autor del texto original es un grupo de profesionales especializados y calificados, miembros de la ASTM, que se dedican a la investigación técnica y generan el método de análisis físico y químico. Luego, el equipo editorial de la ASTM se encarga de producir los métodos en el formato específico determinado para tal efecto. Sin embargo, como la intención del editor es específica y el emisor tiene la función de suplir los métodos requeridos para tal efecto, se puede decir que la intención de los dos es la misma; por lo tanto, se hablará prácticamente del emisor como una única identidad.

La intención del emisor del texto original queda reproducida en la traducción efectuada, puesto que con el contenido se pretende dar y describir las instrucciones necesarias para llevar a cabo pruebas físicas y químicas a productos de petróleo y lubricantes en forma minuciosa, formal e impersonal con todas las recomendaciones pertinentes. Además, incluye también la preparación de reactivos, usos, precauciones y bibliografías. También ofrece información sobre salud y seguridad industrial porque se advierte sobre los peligros de las sustancias químicas y de los procedimientos a realizar. El motivo es mantener actualizado al científico acerca de los métodos e instrucciones específicas para analizar materiales y obtener los resultados correspondientes de las diferentes pruebas.

La actitud del emisor hacia el tema es objetiva y neutral. De acuerdo con la naturaleza del texto técnico y científico y debido a la peligrosidad del uso de las sustancias químicas, es imprescindible que la información que se presenta sea objetiva, clara, formal y sin ambigüedades para transmitir a cabalidad el mensaje requerido en este tipo de textos. Si se tiene en cuenta que los métodos de análisis descritos encierran procedimientos peligrosos, se debe respetar la actitud objetiva y formal que tienen los emisores y se hace el mayor esfuerzo por mantenerla durante todo el texto traducido. Por el carácter formal y neutral del texto no se nota ninguna expresión emotiva del emisor.

El marco en el cual se situará la traducción tendrá una diferencia porque no será una publicación periódica como el texto original. Sin embargo, en cuanto al lector, se mantiene la misma suposición de conocimientos sobre el tema ya que la traducción está dirigida a los expertos en el campo de la química analítica. Se traduce para el

mismo tipo de lector que en el texto original pero teniendo en cuenta que la terminología específica utilizada esté de acuerdo con la jerga de los especialistas en química analítica y, en especial, dirigida a los costarricenses, como se explica en la introducción.

La calidad de la escritura, según expresa Newmark “se ha de evaluar con relación a la intención del autor y/o a las exigencias del tema” (1999:33). Como lo exige el tema y también la intención del autor, la escritura del texto original es de buena calidad, la forma es tan importante como el fondo y el uso de las palabras es muy apropiado porque representa con claridad la descripción de las instrucciones de los métodos de análisis. Sin embargo, es importante hacer notar que el texto original tiene muchas repeticiones de palabras en los diferentes párrafos con la total seguridad de que la intención del autor es que el material que se describe sea completamente claro y sin ambigüedades. En la traducción se trató de eliminar las repeticiones de palabras, porque en español la escritura se puede hacer más concisa al omitir repeticiones simples de sustantivos, sustituyéndolos por pronombres y en otros casos se omiten y se conjugan los verbos en su forma específica correcta. Con esta práctica se trató de lograr una traducción natural sin dejar de ser fiel a la intención original y sin caer en lo estrictamente literal. De acuerdo con Newmark, la autoridad del texto “se deriva del arte de escribir bien; pero también, al margen de lo anterior, del estatus del escritor del texto original” (1999:33). En este sentido, el emisor en este caso corresponde a un grupo de profesionales calificados, reconocidas autoridades en el campo de la química y

miembros activos de la ASTM, por lo que su posición técnica es elevada y el estatus del emisor es profesionalmente alto .

En cuanto a las connotaciones y denotaciones, la naturaleza del texto exige que las denotaciones sean las que predominen debido a que la información que se da en las instrucciones de los métodos de análisis debe ser clara, precisa y sin ambigüedades. De ahí la importancia de la exactitud de vocabulario y la necesidad de que los términos específicos sean monosémicos (con un solo significado).

La función textual es expositiva descriptiva y en ocasiones exhortativa como foco secundario porque en ciertas partes del texto se dan recomendaciones a seguir, sobretodo a manera de advertencias de tipo preventivo en el caso del uso de sustancias peligrosas. Un ejemplo se presenta en:

*“Wear chemical-safety goggles, neoprene or rubber gloves, and apron” (T.O., p. 267)*

“Use gafas de seguridad para químicos, guantes de neopreno o hule y delantal” (T.T., p. 44)

El texto expositivo se fundamenta con los argumentos de Silvia Gamero que señala que los géneros de la traducción técnica “presentan un foco dominante expositivo. La información objetiva es la que prima y el tono es formal e impersonal por regla general” (2001:71). En este texto estas condiciones se presentan en su totalidad. La información es completamente objetiva porque lo que el emisor pretende es dar la información necesaria para realizar ciertas pruebas de manera

formal e impersonal y fundamentalmente descriptiva. El tono es formal, monologado y no modalizado, es decir, el emisor no adopta una posición. Según Gamero, en este tipo de textos “no hay marcas lingüísticas del emisor, pero sí tiende a estar presente el receptor, debido al carácter exhortativo y al uso del imperativo” (2001:94). Esta forma verbal aparece con elevada frecuencia durante todo el texto debido a que se presentan instrucciones a seguir paso a paso. Se puede observar la forma verbal imperativa en los siguientes ejemplos:

*“Carefully heat the dish or crucible with a Meeker burner”* (T.O., p. 226)

“Caliente con cuidado el crisol en un quemador o mechero Meeker” (T.T., p.30)

*“Add 50 mL of solvent to the titration flask”* (T.O., p. 610)

“Agregue 50 mL de solvente al frasco de titulación” (T.T., p. 83)

El destinatario o receptor es muy importante porque hacia él va dirigida la versión del traductor. En realidad el receptor del texto original siempre será diferente al del texto traducido porque como dice Nord *“he is member of another cultural and linguistic community”* (1991:52). Sin embargo, en este texto es el profesional o grupo de científicos que van a analizar un producto de petróleo, quienes poseen conocimientos en el campo de la química y de las convenciones que lo caracterizan. En el caso particular el texto está dirigido a los químicos y laboratoristas costarricenses que trabajan en el análisis de productos de petróleo y lubricantes como lo son las personas del laboratorio del Área Química, Dirección de Producción

de Electricidad, Instituto Costarricense de Electricidad. Por lo tanto la traducción se adapta a dicha comunidad y en general a la jerga química de nuestro país. Se debe tener muy en cuenta este contexto sociocultural a la hora de traducir para lograr una traducción que no produzca errores u omisiones, que sea inequívoca, clara y comprensible pero teniendo en cuenta que el receptor tiene los conocimientos necesarios básicos y más.

El estudio de los elementos intratextuales es muy importante porque ayuda al traductor a producir, en el texto terminal, el mismo propósito comunicativo del emisor. Nord distingue ocho factores intratextuales que deben ser tomados en cuenta en la producción del texto meta: tema, contenido, presuposiciones, composición del texto, elementos no verbales, léxico, estructura de las frases y rasgos suprasegmentales (1991:81).

El tema central en el texto traducido es consistente, o sea que domina el texto: dar la lista de instrucciones en procedimientos definidos para generar resultados; por lo tanto, es coherente en su presentación, Nord (1991:85). El tema se encuentra enmarcado en un determinado contexto cultural, en este caso, el de los analistas químicos, por lo que se deben tener en cuenta las presuposiciones necesarias para la producción y comprensión del texto. La presuposición en este caso es de carácter educacional porque tanto el emisor como el receptor deben tener un bagaje de conocimientos de química analítica, de lo contrario no se establecería la correcta comunicación del mensaje.

En lo referente al contenido, según Nord es "*the reference of the text to objects and phenomena in an extralinguistic reality, which could easily be a fictitious world as*

*the real world. This reference is expressed mainly by the semantic information contained in the lexical and grammatical structures*" (1991, pp. 89-90). En el presente caso la realidad extratextual es completamente real porque la información que se presenta en el texto está relacionada con lo que sucede en los laboratorios de análisis. Esta información se da en un formato especial característico de este tipo de textos que ayudan al lector al entendimiento y a la ubicación de los detalles y se repite en cada uno de los métodos. Cada método comienza con su título, número o designación, ubicación histórica y después una lista de títulos y subtítulos que lo dividen en las diferentes secciones: alcance, documentos aplicables (pequeña bibliografía), definiciones, resumen del método, importancia, aparatos, reactivos, procedimiento, cálculos, informe y precisión. El texto es coherente porque al seguir este formato mantiene la consistencia en sus conceptos e ideas y presenta cohesión porque al leer las instrucciones de un método de análisis, el lector se ubica de manera fácil dentro de esa organización del texto y relaciona la información con la realidad, que en este caso es el trabajo en el laboratorio. La composición del texto está muy relacionada con este tipo de unidades de información o secciones y cada una de ellas contiene macro y microestructuras (párrafos y frases) en donde se respetan las convenciones de la jerga química. Se presentan párrafos grandes con mucha información técnica y dentro de ellos hay "subtextos" (Nord, 1991:102) insertados entre paréntesis, citas al pie, advertencias, llamadas y notas que tienen la función de aclarar la información. Nord define el título como: "*a metatext which tells us something about the co-text in question and can equally fulfil various other communicative functions*" (1991:103). El título de los métodos escogidos para la



traducción es muy significativo porque indica exactamente el tema a desarrollar. Se puede ver un ejemplo en el *Standard Test Method for Acid Number of Petroleum Products by Potentiometric Titration* (método D 664, T.O., p. 265), donde específicamente se indica que es un método de análisis estándar para determinar el número ácido en productos de petróleo y además se menciona la técnica a utilizar, titulación potenciométrica. Con solo el título, un laboratorista se ubica en la técnica que se describe en el método e infiere la información que se le va a presentar.

Tal como menciona Nord, los códigos no lingüísticos “*are used to supplement, illustrate, disambiguate, or intensify the message of the text*” (1991:108), que es justamente lo que se pretende con ellos en este trabajo. Entre los elementos no verbales del texto se pueden observar ilustraciones con dibujos de aparatos, gráficos de curvas de titulación, cuadros, diferentes tipos de letra y tamaños, mayúsculas, fórmulas químicas, ecuaciones matemáticas, abreviaciones, espacios en blanco para dividir las secciones, unidades de medida, guiones y acrónimos. A manera de ejemplo se puede decir que las ilustraciones en estos métodos de análisis aclaran de una manera muy directa el ensamblaje de un aparato porque con el dibujo se visualiza la situación exacta de cada parte. Lo mismo ocurre con los cuadros que se presentan pues dan información adicional al texto. En el caso de los gráficos o curvas de titulación en el método D 664 (T.O., p. 270), por ejemplo, el receptor capta en forma visual el resultado a obtener después de terminar la prueba de análisis. Según menciona Nord, la información que se presenta en estos elementos no verbales es a veces más relevante para el lector que el mensaje transmitido en el texto (1991:109). En el caso que nos concierne, con solo observar la ilustración de

ensamblaje de un aparato, el receptor capta información visual más rápido y en forma más eficiente de lo que lo se explicaría con palabras.

De acuerdo con Nord, las características del léxico desempeñan un papel muy importante en el análisis de texto para su traducción y orientan al traductor en cuanto a la semántica, el estilo y los aspectos formales del texto (1991:111). A su vez menciona que la escogencia del léxico la determinan los factores intratextuales y extratextuales del texto, (1991:112); por ejemplo, el tema y el contenido del texto escogido determinan que la terminología es técnica específica en el campo semántico de la química analítica. Por lo tanto, el léxico utilizado es el de los técnicos laboratoristas que son los participantes de la comunicación entre emisor y receptor. Todo esto define un estilo especial de escritura, con un formato fijo propio de la especialidad en donde se respetan las convenciones anteriormente mencionadas. La escogencia del léxico también refleja la intención del emisor al transmitir las instrucciones de los métodos porque la terminología es clara, concisa, sin ambigüedades, característica muy relevante en este tipo de textos. Por lo tanto, como se mencionó antes, los términos deben ser monosémicos (con un solo significado) y de carácter muy formal. Esto también se observa en el uso de las formas verbales predominantes como el infinitivo y el imperativo en las instrucciones de los métodos de análisis (pesar, calentar, caliente, enfríe, prepare).

Las estructuras léxicas en algunas ocasiones son oraciones sencillas, cortas, o frases que dan información concisa, por ejemplo cuando se describe algún reactivo químico:

*Potassium Chloride Electrolyte - Prepare a saturated solution potassium chloride (KCl) in water* (T.O., p. 267).

En algunas oportunidades las oraciones cortas se pueden unir y formar, en español, oraciones más naturales. Sin embargo, en general las oraciones son largas, subordinadas, con mucha información: cifras, unidades de medida como mililitros (mL), gramos (g), minutos, grados Celsius, voltios, porcentajes, unidades de concentración, fórmulas químicas y aclaraciones entre paréntesis. Muy frecuentemente se encuentran llamadas de atención en negrita dentro del texto para lograr el efecto de precaución. Las oraciones están separadas por comas, punto y comas, puntos, y dos puntos. El problema principal que presenta este texto es el de seguir su formato especial para respetar ciertas convenciones, con el cual se producen repeticiones excesivas de algunas estructuras léxicas y gramaticales para dejar muy en claro las instrucciones. Sin embargo, en la traducción se trató de evitar estas repeticiones cuando no eran estrictamente necesarias, como se verá en el capítulo II. Estas inconveniencias se resuelven con una adecuación y búsqueda de sinónimos y términos en diccionarios específicos, textos paralelos y consulta a especialistas en el campo.

En la sintaxis prevalece el uso de la voz pasiva en el texto original, situación que se trató de cambiar al máximo en la traducción, puesto que en español es más natural la voz activa. Tal como dice Nord es característico en los textos instructivos en inglés, el uso muy común de la forma verbal imperativa (1991:118), que en este

caso se respeta a la hora de traducir porque se sigue el mismo formato con la intención de producir el mismo efecto del original.

Teniendo en cuenta todos los aspectos del análisis del texto, la traducción se mantuvo fiel a la intención y propósito del autor, procurando una equivalencia de sentido en el lenguaje meta, para lo que se usó un formato neutral y positivo que transmitiera la misma seriedad y profesionalismo que presenta el original. Por esta razón se debió ser muy cuidadoso a la hora de traducir los términos técnicos para que estos transmitan el mismo concepto, con la ayuda de la experiencia en el campo, diccionarios especializados y textos paralelos. Asimismo y para no caer en la literalidad también se debieron hacer modulaciones, ampliaciones, cambios en el orden de las palabras y transposiciones con el fin de producir un texto natural con lenguaje común mezclado con sus correspondientes elementos técnicos. Estas modificaciones, según Vázquez-Ayora, ayudan a producir una traducción oblicua, definida así porque “se aleja del traslado directo o calco mecánico de todos y cada uno de los elementos del texto de lengua origen” (1977, pp. 265-266), por lo que se garantiza la comprensión del artículo en los niveles técnicos especializados del campo de la química analítica.

Los métodos de traducción antes mencionados que se utilizaron, así como los problemas sintácticos, de estilo, voz pasiva, forma verbal imperativa y sus soluciones se detallarán en el capítulo II. Además, se incluirá un glosario técnico específico del campo de la química analítica en el capítulo III con los términos específicos que caracterizan el texto, problemas terminológicos y cómo se resolvieron.

## Capítulo II

### Sintaxis, estilo y procedimientos de traducción

En este capítulo se analizarán algunos aspectos de estilo del texto original y de su reproducción en el texto traducido con el fin de darle solución a los problemas de traductología que presentan los textos técnicos. El texto tiene un estilo formal, neutro, impersonal y profesional libre de lenguaje emotivo y connotaciones. La intención de la traductora es darle a la traducción el mismo carácter pero en un español natural. En cuanto a la sintaxis, las oraciones tienen una estructura sencilla, pero en algunas ocasiones son bastante largas y llevan explicaciones y ampliaciones entre paréntesis. También se presentan oraciones cortas separadas; por este motivo, a veces es indispensable hacer algunas adaptaciones en español, por ejemplo se dividen las oraciones largas de acuerdo con las ideas, por medio de puntos o se unen dos o más oraciones con una conjunción. El objetivo es la reproducción, idéntica en cuanto a contenido, de una estructura funcional a otra equivalente de manera que la traducción tenga una equivalencia de sentido en el lenguaje meta. Para lograrlo fue necesario practicar algunos procedimientos técnicos como transposiciones, modulaciones, ampliaciones y reducciones u omisiones que ayudaron seleccionar diferentes alternativas de traducción. También es importante mencionar el uso de la voz imperativa que aparece durante todo el texto, debido a que la función textual es expositiva descriptiva y en ocasiones exhortativa. Veamos algunos problemas de traducción, así como su solución con las diferentes

transformaciones utilizadas.

## **Transposición**

López y Wilkinson, en su *Manual de traducción*, definen la transposición de la siguiente manera: “consiste en la modificación de la categoría gramatical de una parte de la oración sin que se produzca ninguna modificación del sentido general. La transposición puede ser obligatoria, exigida por las servidumbres de la lengua, o facultativa, resultado de una elección estilística por parte del traductor” (1997:261). Las transposiciones son necesarias para evitar la traducción literal y procurar expresar las ideas de una forma natural en la lengua meta. Según Vázquez-Ayora en *Introducción a la traductología*, la finalidad de la transposición es “lograr la naturalidad de expresión en LT, en todos sus niveles, es decir, en el léxico, en la estructura y en el enunciado” (1977:268). Consiste en reemplazar una parte del discurso del texto original por otra diferente que en el texto meta tenga el principal contenido semántico inicial. Esto se basa en que las transformaciones no alteran el contenido semántico porque son distintas maneras de expresar la misma idea, o sea, el significado básico.

En el caso del texto escogido para el trabajo de traducción, la estructura gramatical particular que requiere atención especial es la de la voz pasiva en inglés. En esta estructura se usa el auxiliar de tiempo “*to be*”, seguido del participio pasado, en inglés y en español. Es importante recalcar que la voz pasiva es menos usada en español. Se utiliza con mucha frecuencia en los textos técnicos y científicos porque son informativos, como lo menciona Vázquez-Ayora: “La voz pasiva se emplea con

mayor insistencia en los textos informativos, en especial en los escritos científicos y en artículos noticiosos, por su carácter impersonal y su visión objetiva de los hechos. Hay que tener en cuenta además una razón psicológica: la pasiva borra al actante y generaliza, el sujeto está casi siempre ausente; permite eludir el sujeto de la oración o el sujeto de la cosa. Permite también destacar el objeto” (1977:108). En el texto original hay gran cantidad de ejemplos de uso de la voz pasiva en inglés que se cambiaron a la pasiva refleja en español. Como dice García-Yebra en *Teoría y práctica de la traducción*, “la pasiva se usa cuando interesa más poner de relieve la meta del proceso verbal que su origen” (1989:212), o sea, cuando se estima más conveniente destacar quién o qué cosa recibe la acción expresada por el verbo que manifestar quién o qué cosa ejecuta dicha acción. También se usa el verbo en voz pasiva cuando el autor de la acción es desconocido. La traducción de la pasiva en inglés se resuelve transformándola en pasiva refleja con "se" en español.

En el texto escogido para la traducción se puede observar un primer ejemplo:

*“The sample is oxidized by combustion in a bomb containing oxygen under pressure. The sulfure, as sulfate in the bomb washings, is determined gravimetrically as barium sulfate.” (T.O., p. 108).*

Se tradujo por:

*“La muestra se oxida por combustión en una bomba que contiene oxígeno a presión. El azufre, como sulfato en los lavados de la bomba, se determina en forma gravimétrica como sulfato de bario” (T.T., p. 4).*

Interesa aquí sobre todo que se realice la oxidación y no quién la lleve a cabo. Como en español el orden de las palabras es menos rígido que en inglés, para destacar la "oxidación" de la muestra, más que quién la realiza, no se necesita recurrir a la voz pasiva, basta poner el nombre del objeto (en este caso la muestra) y luego el pronombre "se" con el verbo en presente "oxida". Esto da como resultado una pasiva refleja, más común y natural en español. La misma situación se presenta con "is determined" al traducirse como "se determina".

Debido a que el texto es muy específico y el autor se dedica a describir los diferentes métodos de prueba en productos de petróleo y lubricantes con un formato especial y consistente, se repiten con mucha frecuencia las formas verbales antes mencionadas, que en inglés tiene un índice de frecuencia muy elevado, mientras que en español se tiende a preferir la construcción de visión activa. Ciertas transposiciones no son del todo obligatorias, lo que se hace es dejar algunas y cambiar las que sean necesarias para no producir un texto en español muy recargado. Otros ejemplos del mismo tipo son:

*"is dissolved" ... "and titrated" (T.O., p. 265).*

Se tradujo por:



*“se disuelve”... “y se titula” (T.T., p. 38).*

*“In new and used oil, the constituents that may be considered to have...” (T.O., p. 265).*

Se tradujo por:

*“Se considera que los aceites nuevos y los usados contienen constituyentes...” (T.T., p. 35).*

Aquí además de cambiar “be considered” por “se considera”, también se cambió el orden estructural de la oración.

*“Values stated in inch-pound units are to be regarded as the standard. The values given in parenthesis are provided for information purposes only.” (T.O., p 155).*

Se tradujo por:

*“Los valores expresados en pulgadas y libras se consideran estándar; las unidades entre paréntesis se dan únicamente como información” (T.T., p. 16).*

Todos estos casos son típicos en este tipo de texto porque en general lo que se ofrece se asemeja mucho a una receta con pasos consecutivos. No es importante quién lo haga sino cómo se haga y cómo se definen los conceptos y los métodos, por lo tanto se traducen a la forma pasiva refleja impersonal.

Las transposiciones verbales que se hicieron en la traducción del texto permiten que el texto sea transformado o modificado a la lengua española de forma natural y espontánea. Las estructuras no se corresponden con exactitud, pero hay una coincidencia de contenido. Así también se logra respetar el estilo y la formalidad que se le quiere imprimir para dar una equivalencia en la estructura semántica aunque las estructuras gramaticales no sean idénticas.

Otro ejemplo de transposición:

*“Evaporate the combined washings to 200 mL...”* (T.O., p. 110).

Se tradujo por:

*“Evapore hasta 200 mL la combinación de lavados...”* (T.T., p. 10).

En este caso se cambió el adjetivo “combined” en inglés por el sustantivo en español “combinación”, lo que resulta más natural que si se hubiera traducido por “lavados combinados”.

En algunas oportunidades se realizaron transposiciones en las que se cambió un verbo por un sustantivo como en el siguiente ejemplo:

*“The API gravity is read by observing the freely floating API hydrometer and noting the graduation nearest to the apparent intersection of the horizontal plane surface of the liquid with the vertical scale of the hydrometer, after temperature equilibrium has been reached.” (T.O., p. 155).*

Se tradujo por:

*“La gravedad API se lee con la observación del hidrómetro API flotando libremente después de que se ha alcanzado la temperatura de equilibrio. Se anota la graduación más cercana a la intersección aparente de la superficie horizontal plana del líquido con la escala vertical del hidrómetro” (T.T., p.17).*

Se cambió el verbo “observing” por el sustantivo “observación”; además se dividió la oración e invirtió el orden de las palabras. Con estas adaptaciones se obtuvieron oraciones de secuencia natural en español y con el contenido semántico requerido. Primero se dice cómo se obtiene la gravedad API (con la observación del hidrómetro que flota libremente), luego se dice cuándo (después de que se ha alcanzado la temperatura de equilibrio) y por último, en una oración aparte, se explica la manera de anotar la lectura del hidrómetro. Con esta estructuración se obtiene un discurso de secuencia lógica y más natural que si se hubiera traducido en forma más literal. Lo más importante en este tipo de textos en donde se dan instrucciones secuenciales es que los conceptos sean claros y concisos. No se debe

omitir información, pero es necesario presentarla en forma natural, respetando la formalidad.

### **Modulación**

Según Vázquez-Ayora la modulación “consiste en un cambio de la base conceptual en el interior de una proposición, sin que se altere el sentido de ésta, lo cual viene a formar un punto de vista modificado o una base metafórica diferente” (1977:291), o sea, se expresa un mismo significado con palabras diferentes y se produce la misma situación. Un ejemplo de lo anterior se puede observar en:

*“Plot the volumes”* (T.O., p. 269).

*Se tradujo por:*

*“Elabore un gráfico de los volúmenes”* (T.T., p. 55).

El cambio se hizo porque en castellano, de acuerdo a la definición del diccionario Larousse (1983:1225), no existe un verbo equivalente para el verbo en inglés *plot*; por lo tanto, se aplicó la modulación para darle el sentido apropiado a la oración. Se agregó el verbo “elabore” y también se cambió el verbo en inglés “plot” por el sustantivo en español “gráfico”, lo cual, a su vez, consistió en una transposición.

Otro ejemplo de modulación es el siguiente:

*“Some test specimens will require extra heating after the burning has ceased, particularly heavy samples such as marine fuels which form crusts over the unburned material. The crust can be broken with a glass rod. Any crust that adheres to the glass rod can be returned to the dish using a strip of ashless filter paper. Burn the remaining test specimen” (T.O., p.226).*

Se tradujo por:

*“Algunas requerirán calentamiento extra después de que haya terminado la función de quemado, en particular, los hidrocarburos pesados como combustibles marinos que forman costras encima del material sin quemar. Las costras se pueden romper con el policía de vidrio y recuperarlas con papel de filtro como se describió antes y luego quemar el material de prueba que permanece” (T.T., p. 31).*

En la segunda parte del párrafo se hizo una modificación de símbolos de una lengua a otra, pero con el mismo significado. Se practicó una modulación explicativa cuando se agregó “como se describió antes” y además se omitieron varias repeticiones innecesarias como “test specimens”, que en un párrafo anterior se tradujo como “muestras”. Como ya se venía describiendo el tratamiento que se les daba no era necesario mencionar la palabra de nuevo. También se eliminó la reincidencia del vocablo “costras” y en su lugar se hace mención a ellas con solo decir “recuperarlas”. Además se cambió la voz pasiva en inglés “*can be broken*” por

la pasiva con “se” en español “se pueden romper”. Como se puede observar, en la traducción de las oraciones generalmente se practican varios procedimientos técnicos a la vez para evitar la traducción literal y obtener una versión natural en la lengua meta.

Las modulaciones permiten encontrar la manera de expresar las ideas sin caer en calcos y anglicismos en estos textos químicos.

### **Amplificación**

La amplificación consiste en agregar información para aclarar la idea en el idioma meta, por lo que las estructuras sufren una expansión. Esta traducción es un buen ejemplo de que en los textos técnicos el profesional debe ser fiel en el mensaje, pues de lo contrario podrían producirse errores lamentables al seguir las instrucciones para realizar un proceso y, en especial porque se utilizan sustancias de uso delicado. Sabemos que el idioma inglés tiende a ser conciso, mientras que el castellano es más extendido. En este tipo de documentos este aspecto resulta muy importante porque en algunas ocasiones será necesario reforzar una frase u oración. Este reforzamiento se emplea para aclarar la idea expresada en la lengua original. Un ejemplo de lo anterior se presenta en:

*“Standard Test Method for Acid Number of Petroleum Products by Potentiometric Titration” (T.O., p 265).*

Se tradujo por:

*“Método estándar de prueba para la determinación del número de neutralización ácido en productos de petróleo por titulación potenciométrica”*  
(T.T., p. 35).

En esta oración, y con el afán de ser más específico, en castellano se agregó “para determinar” con lo cual el título en español tiene más naturalidad y se aclara la idea de lo que se realiza en el método.

Otro ejemplo:

*“The gravity determined by the hydrometer method is most accurate at or near the standard temperature of 60°F”* (T.O., P. 156).

Se tradujo por:

*“La gravedad determinada con el método del hidrómetro es más exacta cuanto más se acerque a la temperatura estándar de 60°F”* (T.T., p. 19).

Aquí se aclara la idea al agregarle “cuanto más se acerque”, porque se transfiere el mensaje inicial al español.

Otro ejemplo de amplificación sería:

*“Obtain a hydrometer reading on the material to be tested and convert degrees API to relative density without correcting for temperature. Immediately pipet 50*

*mL of the sample into the titration flask. Alternatively, the sample can be weighed and added to the titration flask in any convenient manner.” (T.O., p. 610).*

Se tradujo por:

*“Con la ayuda de un hidrómetro, obtenga los grados API del material de prueba y convierta la lectura a densidad relativa sin corregir la temperatura. De inmediato mida con pipeta 50 mL de muestra en el frasco de titulación o, como método alternativo, puede pesar la muestra de manera conveniente antes de agregarla” (T.T., p. 83).*

En este caso, se agregaron las frases “con la ayuda de un hidrómetro” , “como método alternativo” y “antes de agregarla”, se unieron dos oraciones cortas y se cambió la pasiva (*be weighed and added*) a voz activa. Todas las técnicas de ampliación se utilizaron con el propósito de que el mensaje fuera preciso, con la información necesaria y de manera natural. En los procedimientos químicos es imprescindible que los datos sean muy claros y a veces es necesario ampliar los conceptos para evitar situaciones de duda que provoquen accidentes peligrosos con las sustancias que se utilizan.



## Omisión

La omisión es otro procedimiento que se utiliza para sintetizar las ideas. El inglés, al ser más conciso, concreto y directo ocupa menos palabras para expresar una idea; el español, por el contrario, necesita el procedimiento de ampliación para explicar los conceptos. Sin embargo, como menciona Vázquez-Ayora “las lenguas romances también poseen ciertas características económicas, tanto en el nivel léxico como en el sintáctico, de manera que existe la posibilidad de practicar la concentración en infinidad de casos de nuestra versión” (1977:336). El análisis del texto original determina en cuáles casos se puede hacer uso de la omisión para que la traducción sea más económica, concisa y natural. En este tipo de texto técnico y científico que está escrito en un formato muy singular, abundan las repeticiones, con el objetivo de que las instrucciones de los métodos sean claras y sin ambigüedades. Sin embargo, en muchas ocasiones se pueden omitir sin perjuicio de la fidelidad del contenido. Como dice Vázquez-Ayora “el español se desembaraza de toda verbosidad, de los elementos extraños al genio de la lengua y de los obstáculos a la asimilación del mensaje” (1977:361).

Un ejemplo típico es el siguiente:

*“Automatic adaptation of the **titration** speed in the continuous **titrant** delivery mode to the slope of the **titration** curve with the capability of complying with the potential equilibrium specified and providing **titration** rates of less than 0.2 mL/min during **titration** and preferably 0.05 mL/min at inflections and at nonaqueous acid and base end points” (T.O., p. 267).*

Se tradujo por:

*“Adaptación automática de la velocidad en el modo de entrega continua del **titulante** hacia la inclinación de la curva, con capacidad de cumplir con el potencial de equilibrio especificado y con velocidades de menos de 0.2 mL /min durante la **titulación** y preferiblemente 0.05 mL /min en las inflexiones y en los puntos finales ácidos y básicos no acuosos” (T.T., p. 43).*

En el texto original la palabra “titration” aparece cuatro veces; en la traducción, se han omitido y solamente se menciona una sola vez sin detrimento del mensaje, pero con economicidad. Se eliminaron las repeticiones abusivas innecesarias y el texto obtenido es más fluido y natural.

Otro ejemplo de repeticiones muy comunes en este texto es el uso de la estructura verbal “*shall be made, shall be pierced, shall be filled, shall contain, shall be insulated, shall be surrounded, shall no leak*” que se encuentran en la descripción de los electrodos en el método de análisis D 664 (T.O., p. 266). De acuerdo con su significado, “shall”, con segundas y terceras personas, se utiliza para “expresar una promesa, una amenaza, una intención o una obligación”, (Larousse, 1983:1341). En este texto lo que se quiere expresar en inglés es una obligación porque de no cumplirse con las indicaciones, el método de análisis no funciona a cabalidad. Por lo tanto la traducción al español de cada una de esas estructuras verbales lleva la palabra “debe” y el verbo correspondiente en forma infinitiva, a saber: se debe hacer,

se debe perforar, se debe llenar, debe contener, se debe aislar, se debe rodear, no debe gotear. Sin embargo, para evitar las repeticiones en algunos párrafos cortos y sucesivos se hace una introducción y a continuación se enumeran las características a cumplir.

Este tipo de omisión de repeticiones se puede observar en el siguiente ejemplo:

*“This electrode **shall be** made of glass and...*

*The glass sleeve **shall be** 8 to 25 mm in length, **shall be** slightly tapered, and **shall be** ground to fit the electrode...*

*...the electrode tube **shall be** pierced by a hole...and **shall contain** the necessary mercury...*

*The electrode **shall be** filled almost to capacity with...*

*The electrode **shall not leak** electrolyte at a rate greater than...” (T.O. p. 266).*

Se tradujeron por:

*Electrodo de referencia calomel **debe** cumplir con lo siguiente:*

*Electrodo de vidrio...*

*Manga de vidrio de 8 a 25 mm de longitud, que **enrosque** delicadamente y esmerilada para que calce con el electrodo...*

*...es necesario una perforación o hueco... y **tendrá** el mercurio necesario...*

*...se llena casi en su totalidad... y no **debe** gotear más de una gota cada 10 minutos (T.T., p. 41).*

Si bien es cierto en las normas científicas se siguen ciertos formatos repetitivos, en algunos casos, como los mencionados, se puede dar la información requerida de una manera diferente pero sin perjuicio del sentido. Se omitieron en español las repeticiones innecesarias y como resultado, se aligera el texto, no se corre el riesgo de confusión y tampoco se omiten mensajes importantes.

### **Forma verbal imperativa**

Como se mencionó en el capítulo anterior, el texto es muy específico y se trata de instrucciones de trabajo de una norma técnica. La información que se le ofrece al emisor debe ser muy clara para que se logre la comunicación requerida. Se deben respetar ciertas convenciones que faciliten la comunicación y comprensión entre los especialistas de la jerga química. Una de estas convenciones es el formato que presentan los métodos de análisis en donde se describen paso a paso las instrucciones que los profesionales y técnicos de laboratorio están acostumbrados a seguir. Por lo tanto, para lograr la comunicación del mensaje, se utiliza, en inglés y en español, la forma verbal imperativa. En el *Esbozo de una nueva gramática española* se define el imperativo como “un modo especial que responde exclusivamente a la función activa del lenguaje, y expresa exhortación, mandato o ruego dirigidos a otra persona, de la cual depende que la acción se realice o no” (1978:454). En el uso del imperativo, Alley menciona: “*Instructions have four unusual aspects of style. First, instructions often include numbered steps. Also, instructions include the use of the imperative mood, in which the subject is an understood you. In the language for instructions, you also use cautions to warn readers of difficult or*

*dangerous steps. Finally, with instructions, you use more illustrations or examples than with other type of documents*" (2002, p.1) En el texto es justamente lo que se requiere, que la otra persona o receptor lleve a cabo las instrucciones enumeradas paso por paso, propias del método de análisis. En el texto original se presentan muchos ejemplos, a continuación se mencionan algunos con sus respectivas traducciones:

*"Cut a piece of firing wire..." (T.O., p.109).*

*"Corte un trozo de..." (T.T., p.6).*

*"Do not use more than 1.0 g..." (T.O., p.109).*

*"No utilice más de 1,0 g..." (T.T., p.7).*

*"Immerse the bomb in a cold distilled water bath. Connect the terminals to open the open electrical circuit" (T.O., p.129).*

*"Sumerja la bomba en el baño de agua destilada fría y conecte los terminales al circuito eléctrico abierto" (T.O., p.9).*

En este último ejemplo también se unieron dos oraciones cortas por medio de la conjunción "y".

Se puede decir que el verbo imperativo se utiliza para dar órdenes dirigidas al receptor para que lleve a cabo una acción. Las oraciones imperativas de este tipo suelen omitir el sujeto, incluso en el idioma inglés, donde en otro tipo de oraciones el sujeto es obligatorio. La versión en español respeta este formato y se traducen

como formas verbales imperativas también. Con ello se logra el mismo efecto que se le da en inglés y se mantiene la formalidad y el estilo neutro e impersonal.

Las explicaciones anteriores son solo una muestra de los cambios o transformaciones que se han producido en el texto con el propósito de obtener una traducción oblicua. Así como se logra respetar el estilo y la formalidad, también se trata de dar una equivalencia en la estructura semántica aunque las estructuras gramaticales no sean idénticas. La principal tarea del traductor es la de valorar en forma constante los rasgos del texto para poder realizar todos los cambios necesarios y la solución de los casos con el fin de llegar a obtener un trabajo profesional satisfactorio.

En resumen, la mayor cantidad de transposiciones encontradas en el texto traducido fue del tipo de estructuras de la voz pasiva que es más usada en inglés que en español. Se debe tener en cuenta que en este tipo de texto se describen métodos de análisis y definiciones, que vienen a ser como especie de recetas en las cuales la importancia no está dirigida a quién las desarrolla, sino a cómo se logran. Por este motivo las pasivas en inglés es más conveniente transformarlas a pasivas reflexivas con "se" en español. Con esto se logra una forma más natural e impersonal, que es lo que se requiere. También se practicaron modulaciones, ampliaciones, omisiones y se respetó la forma verbal imperativa del original al reproducirla en español para mantener la intención original. En la traducción de este tipo de textos se debe respetar la formalidad, la información, la objetividad, la fidelidad en el mensaje y la forma verbal imperativa.

## Capítulo III

### Terminología y glosario

En este capítulo se analizan algunos problemas terminológicos, cómo se resolvieron y además se incluirá un glosario con un listado de palabras en inglés, su equivalencia en español y una explicación sencilla cuando sea conveniente.

Según la definición de Juan Sager “la terminología es el estudio y el campo de actividad relacionado con la recopilación, la descripción y la presentación de términos, es decir, los elementos léxicos que pertenecen a áreas especializadas de uso de una o más lenguas” (1993:21). El presente estudio analiza la terminología específica de la química analítica que se presenta en la traducción del texto mencionado en los capítulos anteriores. Un aspecto muy importante es que los términos especializados en el texto deben ser monosémicos para que los conceptos sean claros y sin ambigüedades; por lo tanto, durante la traducción se escogió el vocabulario más apropiado para la situación específica de los métodos de análisis.

A continuación se presentan las justificaciones pertinentes de algunos términos escogidos en la traducción. Como primer ejemplo se tiene el uso de las cifras. En todos los métodos de análisis, tanto en el texto original como en el traducido se utilizan los números en lugar de las palabras para referirse a cantidades. La razón es sencilla, resulta mucho más fácil visualizar las cifras de las cantidades de reactivos químicos a utilizar que si se tienen que leer las palabras y, como se trata de seguir los pasos cuidadosamente para evitar equivocaciones peligrosas, se pretende

facilitar las instrucciones de esa manera. Por lo tanto, se respetó ese formato del texto original y el de las unidades que acompañan las cantidades, como por ejemplo “ 10 min” (minutos), “2 mL” (mililitros), “100 mg” (miligramos), 40 °C (grados Celsius), “atm” (atmósferas) y otros. Con el propósito de utilizar las unidades en forma correcta se consultó el decreto N° 29660-MEIC, reglamento RTCR 26:2000 referente a metrología y unidades de medida.

En todos los métodos aparece la palabra en inglés “*determination*” o “*determine*” (T.O.:108, 110,155, 225, 265, 293, 609, 610), que se tradujo como “determinación” o “determine” porque en este contexto coincide exactamente con el concepto que da María Moliner, “determinar: particularmente, averiguar, calculando, midiendo, contando, pesando, etc., cierta magnitud” (2000:468).

Por ejemplo:

*“determine the total water content of the sodium tartrate dihydrate by drying a preweighed sample to a constant mass in an oven at 150 +/- 5°C” (T.O., p.610).*

Se tradujo por:

*“Determine el contenido de agua en el tartrato de sodio dihidratado secando una muestra previamente pesada hasta masa constante en un horno a 150 +/- 5 °C” (T.T., p. 82).*



Hay otro ejemplo muy típico presente en todos los métodos cuando se describen los reactivos y materiales a utilizar y se menciona:

*“reagent grade chemicals”* (T.O., p. 609).

Esta expresión se tradujo como:

*“químicos grado reactivo”* (T.T., p. 78).

Así es como se conoce el grado de pureza de los reactivos porque existen otros grados, como por ejemplo químicos grado industrial.

El significado en español del término *“tare”* es tara, que corresponde al peso que se rebaja por el envase, es decir, se relaciona con la acción de pesar. Sin embargo, en el argot de la química analítica el concepto es un poco más específico pues significa secar un envase, pesarlo, calentarlo, pesarlo de nuevo y así sucesivamente hasta que su masa no varíe en forma significativa, es decir llevarlo hasta masa constante. Por esta razón, la frase:

*“From a tared weighing bottle...”* (T.O., p. 610).

Se tradujo, sin caer en la redundancia, por:

*“desde un envase previamente pesado y tarado”* (T.T. p. 82).

Otro término específico se puede observar en el siguiente subtítulo:

*“Standardization of Karl Fischer Reagent”* (T.O., p. 610).

Se tradujo por:

*“Estandarización del reactivo Karl Fischer”* (T.T., p. 80).

La razón consiste en que el proceso de estandarización es un concepto técnico muy conocido en la jerga química que significa determinar la concentración exacta de una solución por medios específicos.

En algunos casos se agregaron términos técnicos utilizados en la jerga de los análisis, como por ejemplo en la siguiente oración:

*“The crust can be broken with a glass rod”* (T.O. p. 226).

Se tradujo por:

*“Las costras se pueden romper con un rodillo de vidrio (policía)”* (T.T., p. 31)

El término “policía” se incluyó porque es muy conocido en estos métodos de análisis y posteriormente no sería necesario aclarar ni dar explicaciones. Los policías se utilizan para agitar soluciones, trasvasarlas de un envase a otro y mover materiales, acción que justamente es la que se requiere en las indicaciones.

En el método de determinación de azufre, se menciona la descripción de los lavados que se deben realizar, con la siguiente instrucción:

*“Rinse the interior of the bomb, the oil cup, and the inner surface of the bomb cover with a fine jet of water, and collect the washings in a 600-mL beaker”*

(T.O., p. 109).

Se tradujo por:

*“Lave el interior de la bomba, la copa con aceite y la superficie interior de la tapa con una **piseta** con agua y recoja los lavados en un frasco graduado (**beaker**)”* (T.T. p. 9).

El término *piseta* es muy conocido y acertado en química analítica, además, según el Diccionario Enciclopédico Quillet, viene del francés *pissette*, botella que se llena con líquido, generalmente agua, y se usa para hacer lavados con un chorro muy fino (1974:154), por lo que no sería necesario dar toda la explicación. Lo mismo sucede con la adición, entre paréntesis, del término prestado “*beaker*”, muy utilizado en instrucciones de laboratorio que corresponde a un frasco de titulación o de precipitación con características específicas como boca ancha y una escala de graduación de volumen. En los pasos subsiguientes del método se sigue mencionando la palabra *beaker* sin ninguna explicación. Estas adaptaciones de términos se realizaron con el propósito de darle economicidad al texto, con los términos idóneos y el mensaje correcto.

## Glosario

De acuerdo con Barba Redondo, “el glosario terminológico es un listado ordenado de términos en el que se incluye una serie de informaciones pertinentes y con su equivalencia en otro u otros idiomas” (1998:1174). A continuación se presenta un informe sobre el proceso de elaboración del glosario que se basó en la metodología de autores como Félix Fernández y Ortega Arjonilla (1998) y Sager(1993) entre otros. Contiene información sobre el propósito del glosario, identificación y descripción del texto fuente, campos del saber presentes en el texto, explicación de las necesidades específicas del traductor, de la investigación del vocabulario, mención de las fuentes primarias y secundarias, lexemas seleccionados, justificación de los criterios de selección y las características de la información incluida en el glosario.

El propósito de este glosario es el de servir como instrumento de la traductora y de las personas relacionadas con el tema como laboratoristas y químicos. La traductora se ve en la necesidad de traducir ciertos textos técnicos como los métodos de análisis y en ocasiones hacer un resumen de ellos, como parte del proceso de acreditación del Laboratorio de aceites y combustibles del Instituto Costarricense de Electricidad. La forma más conveniente, en este glosario, es presentar los términos en inglés con su equivalencia en español y una definición corta porque los libros de consulta, los *Annual Books of ASTM Standards*, se encuentran en inglés. De esta manera, cuando se quiera consultar los métodos en los libros se tienen como referencia los términos en dicho idioma y su equivalencia en español y además sirven de apoyo para quien desee seguir con la traducción de métodos adicionales.

El texto de donde se seleccionaron los lexemas corresponde, como se mencionó en el primer capítulo, a varios métodos de análisis del *Annual Book of ASTM Standards, Petroleum Products, Lubricants and Fossil Fuels*, volumen 05-01, sección 5. Estos métodos de prueba estándar se conocen como procedimientos definidos para la identificación, medida y evaluación de una o más cualidades, características o propiedades de un material, producto, sistema o servicio que produce un resultado. Están dirigidos a personas con conocimiento en el campo como químicos y laboratoristas, razón por la cual los términos son muy técnicos y específicos muy usados en la jerga de las personas que se dedican a los análisis físicos y químicos en los laboratorios correspondientes.

En cuanto al vocabulario, las necesidades del traductor, obviamente son de conocimiento de tipo científico y químico y es necesario ser cuidadoso a la hora de definir cada uno de los términos en el glosario para que sean lo suficientemente claros, sencillos y sin ambigüedades. La experiencia profesional ha permitido agregar o eliminar elementos con más propiedad.

En el estudio terminológico se consultaron algunos glosarios con el fin de revisar formatos y sobre todo de examinar el tipo de definición e información que usualmente se transcribe. Los glosarios consultados se refieren a términos muy específicos sobre aceites lubricantes, sin embargo, fueron muy útiles porque las definiciones que aparecen son sencillas y concisas, lo que da como resultado que cualquier persona puede ubicarse en el tema. Esto ayudó a escoger el tipo de definición que le daría al glosario, pues se pretendían definiciones sencillas, claras, concisas y de fácil entendimiento.

El vocabulario se investigó en diccionarios bilingües inglés-español y diccionarios bilingües específicos de química como fuentes primarias para determinar si existía la correspondiente equivalencia en español. Si bien es cierto la experiencia en el campo es una gran ventaja a la hora de traducir este tipo de textos, también es importante recalcar que se pueden presentar algunas desventajas. El conocimiento del tema facilita la traducción, porque la comprensión del texto original es más amplia que en el caso de una persona que no tiene ese bagaje. Sin embargo, es necesario la consulta de textos paralelos para no caer en el error de que por costumbre se tomen como ciertas algunas equivalencias. Un ejemplo de ello sería que por la costumbre se tomara como correcta la palabra “graficar” al traducir el verbo en inglés “plot” (T.O., p. 269), forma utilizada comúnmente en los laboratorios pero que resulta totalmente incorrecta. En español podemos mencionar “gráfico” (T.T., p. 55) como sustantivo, pero no se puede utilizar como verbo.

En lo que se refiere al criterio de selección de los lexemas fue bastante difícil en mi caso debido a que los términos que aparecen en el texto escogido son muy familiares en mi trabajo diario. Tuve que recurrir, además de técnicos de laboratorio, a personas que no conocieran del tema para que me orientaran sobre los términos que les presentara alguna dificultad o no los hubieran oído mencionar. Con base en estos aspectos se seleccionaron los términos que aparecen en el glosario, de lo contrario tal vez hubiera dejado por fuera varios conceptos importantes.

Las consultas con especialistas en realidad no fueron necesarias porque la utilización de los términos específicos está muy generalizado en nuestro argot. Lo más importante fue corroborar que los términos fueran correctos en español, para lo

cual fue necesario la consulta de textos paralelos de química general, química analítica, química orgánica y otros que mencionaran los términos escogidos. Después de encontrar la equivalencia de cada término en español, se buscó una definición en los diccionarios específicos bilingües y monolingües de química y además uno o dos ejemplos de su uso. Se confeccionaron fichas bibliográficas numeradas con la información necesaria como los términos en inglés, en español, los ejemplos y la bibliografía correspondiente. Cuando ya se tenían las fichas terminológicas requeridas, se procedió a confeccionar el glosario.

La clase de información en el glosario para cada entrada incluye la palabra en inglés, la equivalencia en español y una definición corta y sencilla. La definición es del tipo real porque describe la naturaleza y esencia de lo definido, en algunos casos se describe el uso en forma breve y sinónimos cuando existen. En el caso de compuestos químicos también se da la fórmula correspondiente. No se incluyeron todos ellos porque se alargaría el glosario y la mayoría se pueden localizar en diccionarios específicos de química. Por lo tanto, se escogieron los más relevantes.

Un ejemplo de entrada es el siguiente:

**accuracy:** exactitud. Medida del grado de corrección con que se ha efectuado una determinación. No significa precisión porque la precisión en el contexto químico es la concordancia en los resultados cuando se repiten las medidas, esto sería la reproducibilidad del procedimiento.

En esta entrada, se presenta el equivalente en español, exactitud, y se da una pequeña explicación de que al término no se le puede otorgar la acepción que da el diccionario bilingüe de exactitud y precisión porque en el contexto químico la

precisión tiene un concepto diferente. Esto se hace porque los términos escogidos están relacionados exclusivamente con la química analítica como lo especifica el título en el glosario. Con la información incluida en las entradas se garantiza la comprensión del término en una forma sencilla y económica por parte de los usuarios que en este caso son los que utilizan los métodos de análisis.

Los términos están ordenados alfabéticamente para mayor facilidad de ubicación, se usó la letra tipo Arial tamaño 12 en todo el glosario; sin embargo la entrada en inglés está en cursiva y negrita para destacar. Las entradas en inglés están en minúscula para diferenciar las que obligatoriamente se deben escribir con mayúscula, de seguido aparece el equivalente en español separadas por dos puntos, luego se pone punto y seguido y se comienza con la definición, excepto en los casos que lleva la fórmula del compuesto que se presenta antes de la definición. Al final también se dan los sinónimos correspondientes cuando los tienen. Con este formato sencillo creo que resulta muy fácil encontrar el término buscado y a su vez tiene una definición clara y concisa.

## **Siglas**

El texto original presenta varias siglas que se dejaron igual en el texto traducido porque se utilizan normalmente de la misma manera. A continuación se mencionan algunas siglas, su significado y la traducción en español cuando la tiene. En el siguiente ejemplo:

*“Firing Wire, platinum, N° 26 B & S gage, 0.41 mm (16 thou), 27 SWG, or equivalent”* (T.O., p.108).



Se tradujo por:

*“Alambre de encendido de platino, calibre N° 26 B & S, 0,41 mm (16 mil), 27 SWG o equivalente”.* (T.T.:3)

En este caso se dejaron las siglas B & S y SWG porque así se usan para denominar los calibres de los alambres eléctricos.

Debido a la investigación exhaustiva se asegura la calidad del trabajo y el glosario resulta de gran utilidad para la traductora y para el personal que trabaja en el Laboratorio Químico del ICE. Sin embargo, se reconoce que a pesar de que se logró la investigación que se pretendía y el propósito inicial, todavía queda mucho trabajo por hacer porque se pueden añadir gran cantidad de términos.

## Glosario

### Definición de términos relacionados con la química analítica

***anhydrous***: anhidro. Sustancia que no contiene agua.

***accuracy***: exactitud. Medida del grado de corrección con que se ha efectuado una determinación. No significa precisión porque la precisión en el contexto químico es la concordancia en los resultados cuando se repiten las medidas, esto sería la reproducibilidad del procedimiento.

***acid***: ácido. Según Lowry-Bronsted un ácido es una sustancia que puede ceder un protón.

***additive***: aditivo. Compuestos químicos órgano metálicos que se agregan a los combustibles y lubricantes para realzar ciertas características de rendimiento.

***alcoholic potassium hydroxide***: hidróxido de potasio alcohólico. Fórmula, KOH. Solución de hidróxido de potasio en alcohol isopropílico.

***ash***: ceniza. Cantidad de material inorgánico en un aceite lubricante o combustible que se obtiene después de quemar totalmente una muestra. Se pesa el residuo y se expresa la ceniza como porcentaje.

***base***: base. Según Lewis, una base es una sustancia que puede donar o ceder un par de electrones.

***bias***: sesgo. Diferencia entre valores de los resultados de un ensayo y el valor de referencia aceptado.

***buffer stock solution***: solución reguladora madre. Solución que tiene un pH específico. Se usa para regular el pH. Sinónimos: solución tampón, solución reguladora o solución amortiguadora.

**burette:** bureta. Tubo graduado, abierto en la parte superior y cerrado en la parte inferior con una llave y otro dispositivo; se emplea en análisis volumétrico para medir la cantidad de líquido valorado gastado.

**calomel reference electrode:** electrodo calomel de referencia. Electrodo con cloruro mercurioso de potencial constante, usado como referencia con otro electrodo indicador en titulaciones potenciométricas.

**detergent:** detergente. Sustancia que hace disminuir la tensión superficial del agua. Agente tensoactivo que se concentra en las superficies de separación entre el agua y aceite.

**glass indicating electrode:** electrodo indicador de vidrio. Electrodo indicador cuyo potencial depende de la concentración de iones hidronio (del hidrógeno). Electrodo metálico sumergido en una solución de pH conocido, separada por una membrana de vidrio frágil y delgada de la solución cuyo pH pretendemos determinar.

**graduated cylinder:** probeta. Cilindro graduado provisto de un pie y que tiene diversas marcas con las que se pueden medir volúmenes.

**hydrochloric acid:** ácido clorhídrico. Fórmula, HCL. Solución del gas cloruro de hidrógeno en agua.

**hygroscopic:** higroscópico. Propiedad de algunas sustancias de absorber humedad.

**inorganic:** inorgánico. Compuesto químico que no contiene el elemento carbono con excepción del dióxido de carbono y los carbonatos.

**lubricating oil:** aceite lubricante. Fracciones seleccionadas de aceites minerales refinados empleados en la lubricación de superficies móviles, generalmente metálicas.

**mesh:** malla de alambre o red. Malla con características específicas. La malla N° 100 tiene un alambre 0,110 mm de diámetro y 0,149 mm de separación, se conoce como 100 mesh.

**neutralization:** neutralización. Agregar una disolución ácida a otra alcalina o viceversa de manera que la mezcla no presente carácter ácido ni alcalino frente a indicadores.

**neutralization number:** número de neutralización. Cantidad de base o ácido, expresada en miligramos de hidróxido de potasio que se requiere para neutralizar los constituyentes ácidos o básicos presentes en un gramo de muestra.

**oil:** aceite. Líquido no miscible en agua, pero sí con éter, generalmente combustible.

**organic:** orgánico. Compuesto químico que contiene el elemento carbono, con excepción del dióxido de carbono y varios carbonatos.

**potentiometer:** potenciómetro. Aparato para medir diferencias de potencial empleando una resistencia variable.

**potentiometric titration:** titulación potenciométrica. Método analítico eléctrico en el cual se determina la concentración de una sustancia, por la medida del potencial de un electrodo indicador sumergido en la disolución.

**propan-2-ol:** isopropanol, 2-propanol o alcohol isopropílico. Fórmula molecular  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$ . Alcohol secundario de tres carbonos.

**reagent:** reactivo. Sustancia que se utiliza para el reconocimiento de otra por la reacción que con ella produce.

**repeatability:** repetibilidad. Diferencia entre dos resultados de prueba realizados al mismo material, obtenidos por la misma persona, con los mismos aparatos y las mismas condiciones.

**reproducibility:** reproducibilidad. Diferencia entre dos resultados de prueba individuales e independientes realizados al mismo material, obtenidos por diferentes personas de otros laboratorios.

**standardization:** estandarización. Determinación de la concentración de una solución por medio de otra sustancia de concentración conocida.

**stand:** pie. Pedestal para sostener buretas.

**stirrer:** agitador. Dispositivo que se usa para revolver líquidos con el fin de mezclarlos o disolverlos. El más sencillo es un vástago de vidrio, movido manual o mecánicamente. También puede ser del tipo magnético.

**titration:** titulación. Método volumétrico en el cual se determina la concentración de una sustancia, por la medida del volumen de otra de concentración conocida.

**titration flask:** frasco de titulación. Vaso o frasco en forma cilíndrica provisto de un pico para verter el líquido. Sinónimo: *beaker*.

**toluene:** tolueno. Fórmula molecular  $C_6H_5CH_3$ . Líquido inflamable muy refrigerante de olor característico, se encuentra en el alquitrán de hulla.

**volumetric flask:** frasco volumétrico, matraz aforado o balón aforado. Frasco con boca estrecha, de vidrio para contener líquidos, con una marca para medir su volumen.

## Siglas

**API:** American Petroleum Institute

**ASTM:** American Society for Testing and Materials

**BP:** British Pharmacopeia, **USP:** United States Pharmacopeia

**B & S:** Brown & Sharpe gauge (calibre Brown & Sharpe)

**IP:** Institute of Petroleum (Great Britain)

**ISO:** International Organization for Standardization

**SWG:** Imperial Standard and Wire Gauge, British legal Standard (calibre SWG)

## Conclusiones

En esta parte se ofrecen ciertas conclusiones y recomendaciones a las cuales se llegó después de el extenso trabajo de investigación llevado a cabo en el desarrollo de los tres capítulos anteriores y en la realización de la nueva versión en español. La traducción de los métodos de análisis escogidos son un gran aporte para aquellas personas relacionadas con el campo de la química analítica y, específicamente, en la investigación y control de calidad de los productos de petróleo.

El objetivo primordial del trabajo se cumplió puesto que se realizó una traducción natural, respetando la intención del texto original, su formalidad, profesionalidad, claridad y precisión en el mensaje. También se respetaron las convenciones pertinentes al tipo de texto técnico, científico y en especial como fuente de instrucciones con pasos consecutivos. Para lograrlo se realizó un análisis de texto que lo caracterizó y ayudó a resolver algunos problemas específicos semánticos, terminológicos y de estructuras gramaticales. En el análisis del texto se utilizaron varias fuentes teóricas y modelos que fueron de gran utilidad para tomar las decisiones de las estrategias de traducción apropiadas a aplicar en el texto. Este análisis de texto fue una herramienta invaluable e indispensable para la traductora porque sirvió de gran ayuda, durante el proceso, a visualizar las características del texto, los aspectos que se deben respetar, lo que se debe modificar para producir una versión natural y a tomar las decisiones adecuadas para afrontar los diferentes desafíos que presenta el texto.

En el caso de la traductora, con un cierto grado de especialización en el campo de la química, no se presenta la dificultad de comprensión del texto. El mayor desafío fue la reproducción en español de un estilo formal, claro y conciso acorde con el tipo de información que se maneja. También se respeta el formato que presenta el original con respecto a la numeración de los pasos a seguir en las instrucciones de los métodos de análisis, los cuadros, la manera de presentar las cifras y unidades y las fórmulas matemáticas y químicas. De esta manera se logra, al igual que en el texto fuente, que el lector tenga una fácil comprensión de la materia y una mayor visualización de la información y ubicación de los detalles que son imprescindibles en los niveles técnicos especializados de la química analítica. La información que se presenta y los pasos a seguir en los métodos de análisis no debe presentar ambigüedades porque se trabaja, en los laboratorios, con sustancias muy peligrosas que provocarían accidentes graves si no se manejan apropiadamente y de acuerdo con las indicaciones precisas. Por lo tanto, es imperativo que el trabajo de traducción tenga la fidelidad de contenido y la misma formalidad del original en el texto terminal.

En el segundo capítulo se analizaron aspectos de estilo y sintaxis con el propósito de encontrar una flexibilidad que le permitiera a la traductora producir en español las estructuras propias y naturales. Para ello se investigaron las diferentes transformaciones o procedimientos técnicos que conducen a una traducción oblicua del texto. A pesar de que el texto original es muy formal en estilo e información, fue necesario aplicar varias estrategias para lograr una versión natural en español. Por ejemplo, es imperativo evitar las repeticiones innecesarias de oraciones completas que serían redundantes en español, por lo que se practicaron reducciones y

omisiones que aligeraron el texto. Otro aspecto relevante es el de la voz pasiva en inglés que se modificó a pasiva con “se” en español, obteniéndose una estructura más natural y común, sobre todo en este tipo de textos informativos impersonales y objetivos. Según menciona García Yebra “La regla de oro para toda traducción es, a mi juicio, decir todo lo que dice el original, no decir nada que el original no diga, y decirlo todo con la corrección y naturalidad que permita la lengua a la que se traduce” (1989:43). Con las modificaciones realizadas se ha tratado de lograr la fidelidad en contenido semántico pero dicho de una manera natural y respetando la intención original. Esta intención también se ha logrado con el cumplimiento de las convenciones propias y además reproduciendo la forma verbal imperativa que marca todo el texto puesto que las instrucciones que se describen son actos directivos.

En el tercer capítulo de la investigación se analizaron problemas terminológicos, se justifican las soluciones y se presenta un glosario. Es importante recalcar que la terminología específica y sus equivalencias en la lengua meta fueron escogidas de acuerdo con la experiencia en el campo y además con la ayuda de textos paralelos que resultan una fuente invaluable. Otro de los objetivos logrados es el de la confección del glosario terminológico especializado en el campo de la química analítica. Este trabajo es muy importante realizarlo en la carrera de traducción porque se aprende en realidad cómo se deben buscar las equivalencias en español de los términos en inglés en una forma bastante confiable. El estudio de los términos es extenso pero tiene una mayor fiabilidad a la hora de traducir sobre todo en los campos muy específicos. En mi caso creo que la investigación realizada es bastante confiable porque cada término se investigó no solo en diccionarios bilingües y



monolingües sino también en textos paralelos además de comentar con otros profesionales en química. Debido a la investigación exhaustiva se asegura la calidad del trabajo y el glosario resulta de gran utilidad para la traductora y para el personal que trabaja en laboratorios químicos y en especial en análisis de aceites y combustibles, lográndose así el propósito inicial. Hay que reconocer que en estos campos específicos siempre existen limitaciones sobre todo de diccionarios especializados, porque son muy pocos o no tienen la información suficiente. Por esta razón es indispensable el uso de textos paralelos en español que le ayudan a la traductora a corroborar el uso de los términos comunes y generalizados en el campo. El problema radica en que por costumbre un profesional en la materia puede cometer errores de vicio y no darse cuenta. Por lo tanto, es indispensable cerciorarse del uso correcto de la terminología que se utiliza en nuestros laboratorios sin caer en el error de incorporar palabras que en realidad no existen en nuestro idioma. Como ya se mencionó, es muy ventajoso ser especialista en el campo que se traduce, pero se presenta la desventaja descrita, la cual se debe tomar como un desafío y darle solución de la mejor manera posible. Es recomendable que los traductores especialistas no nos confiemos de la familiaridad de algunos términos y nos dediquemos a investigarlos a fondo con el fin de escoger, en el idioma terminal, los lexemas más naturales, correctos y precisos.

En la traducción del texto químico de los métodos de análisis, se reconoce que a pesar de que se logró la investigación que se pretendía, todavía queda mucho trabajo por hacer porque se pueden traducir más métodos y seguir añadiendo términos al glosario. A pesar de que el trabajo se puede extender, el aporte es muy

significativo para la comunidad de la jerga química y en especial para el personal que trabajamos en el laboratorio del ICE como parte del proceso de acreditación de laboratorios que se está iniciando en la institución. También contribuye a aclarar y dar solución a ciertos problemas de traductología que se presentan en este tipo de textos y sirve como modelo para la traducción de la ASTM.

## BIBLIOGRAFÍA

### Capítulo I, Aspectos generales

*Annual Book of ASTM Standards, Petroleum Products, Lubricants and Fossil Fuels*, volumen 05-01, sección 5, West Conshohocken, 2000.

Barba Redondo, Isaac. "Problemas Conceptuales de la Traducción Técnica". En: *II Estudios sobre traducción e interpretación*, tomo III. Fernández Leandro, Félix y Ortega Arjonilla, Emilio, eds. Málaga: CDMA, 1998.

Barceló, José R. *Diccionario Terminológico de Química*. Madrid: Editorial Alhambra, 1976.

De la Cruz, Juan y Patricia Trainor, *Gramática inglesa*. Madrid: Cátedra, 1989.

Fernández, Leandro Félix y Emilio Ortega Arjonillo, *Estudios sobre la traducción e interpretación*. Málaga: Centro Ediciones de la Diputación de Málaga, tomo III, 1998.

Gamero Pérez, Silvia. *La traducción de textos técnicos*. Barcelona: Ariel Modernas, 2001.

García Yebra, Valentín, *En torno a la traducción*, tomo I. Madrid: Gredos, 1989, tomo I.

-----, *Teoría y práctica de la traducción*. Madrid: Gredos, 1989, dos tomos.

Hatim, Basil e Ian Mason. *Teoría de la traducción, una aproximación al discurso*. Barcelona: Editorial Ariel, 1995.

Hawley, Gessner G. *Diccionario de química y de productos químicos*, Español-Inglés, Inglés-Español. Barcelona: Ediciones Omega, 1975.

Keenan, Charles W., Kleinfelter Donald C., Wood, Jesse H. *Química general universitaria*, México 22, D.F: Compañía Editorial Continental, S.A. de C.A., 1985.

Félix Fernández, Leandro y Emilio Ortega Arjonilla. "Herramientas de apoyo a la traducción: terminología, documentación y recursos informáticos". (Cap 10) en: *Estudios sobre la traducción e interpretación*, tomo III. Málaga: CEDMS, 1998.

- Larousse *Gran Diccionario English-Spanish, Español-Inglés*, Marsella: Larousse, 1983.
- Longo, Frederick y Orlando Guerrero, *Química general*. México: Mc Graw-Hill, 1975.
- López Guix, Juan Gabriel y W. Jacqueline Minett. *Manual de traducción: inglés / castellano*, Barcelona: Gedisa, 1997.
- Maillot, Jean, *La traducción científica y técnica*, Madrid: Gredos, 1997.
- Masterton, William, Slowinski, Emil J., Stanitski, Conrad L. *Química general superior*. México: Mc Graw-Hill Interamericana, 1980.
- Newmark, Peter. *Manual de traducción*, Madrid: Cátedra, 1999.
- Nord, Christiane. *Text Analysis in Translation*. Amsterdam, Atlanta: Ediciones Rodopi B.V., 1991.
- Pequeño Larousse*, Madrid: Ediciones Larousse, 1991.
- Real Academia Española. *Diccionario de la lengua española*. Madrid: Espasa-Calpe, 1992.
- Sager, Juan C. *Curso práctico sobre el procesamiento de la terminología*. Madrid: Editorial Pirámide, 1993.
- Vásquez-Ayora, Gerardo. *Introducción a la traductología*, Washington, D.C: Georgetown University Press, 1977.

## Capítulo II, Sintaxis, estilo y procedimientos de traducción

- Alley, Michael. *Writing Guidelines for Engineering and Science Students, Instructions*, febrero de 2002. Disponible en:  
<http://box.vt.edu/eng/mech/writing/workbooks/instruct.html>
- Annual Book of ASTM Standards, Petroleum Products, Lubricants and Fossil Fuels*, volumen 05-01, sección 5, West Conshohocken, 2000.
- Barceló, José R. *Diccionario terminológico de química*. Madrid: Alhambra, 1976.
- De la Cruz, Juan y Patricia Trainor. *Gramática inglesa*. Madrid: Cátedra, 1989.
- Félix Fernández, Leandro y Emilio Ortega Arjonillo, *Estudios sobre la traducción e interpretación*. Málaga: Centro Ediciones de la Diputación de Málaga, tomo III, 1998.
- García Yebra, Valentín, *En torno a la traducción*, Tomo I. Madrid: Gredos, 1989.
- Teoría y práctica de la traducción*, tomos II y III, Madrid: Editorial Gredos, 1989.
- Hatim, Basil y Mason, Ian. *Teoría de la traducción, una aproximación al discurso*. Barcelona: Ariel, 1995.
- Hawley, Gessner G. *Diccionario de Química y de Productos Químicos, Español-Inglés, Inglés-Español*. Barcelona: Ediciones Omega, 1975.
- Keenan, Charles W., Kleinfelter Donald C., Wood, Jesse H. *Química General Universitaria*, México 22, D.F: Compañía Editorial Continental, S.A. de C.A., 1985.
- Larousse *Gran Diccionario English-Spanish, Español-Inglés*, Marsella: Ediciones Larousse, 1983.
- Longo, Frederick, Guerrero Orlando, *Química general*. México: Mc Graw-Hill de México, 1975.
- López Guix, Juan Gabriel y Minett Wilkinson, Jacqueline, *Manual de traducción: inglés / castellano*, Barcelona: Gedisa, 1997.
- Maillot, Jean, *La traducción científica y técnica*, Madrid: Gredos, 1997.

Masterton William, Slowinski, Emil J., Stanitski, Conrad L. *Química general superior*. México: Mc Graw-Hill Interamericana, 1980.

Newmark, Peter. *Manual de traducción*, Madrid: Ediciones Cátedra S.A., 1999

*Pequeño Larousse*. Madrid: Ediciones Larousse 1991.

Real Academia Española. *Esbozo de una nueva gramática de la lengua española*. Madrid: Espasa-Calpe, S.A., 1978.

Sager, Juan C. *Curso práctico sobre el procesamiento de la terminología*. Madrid: Pirámide, 1993.

Schmidt, Helen Hoyt. *Advanced English Grammar*. Nueva Jersey: Prentice Hall Regents, 1995.

*The Mayfield Handbook of Technical & Scientific Writing*. The McGraw-Hill Companies, Inc., 2001. Disponible en:  
<http://www.mhhe.com/mayfieldpub/tswprocedure.htm>

Vásquez-Ayora, Gerardo. *Introducción a la traductología*, Washington, D.C: Georgetown University Press, 1977.

### Capítulo III, Terminología y glosario

Alexeiev, V.N. *Análisis cuantitativo*, Editorial MIR Moscú, 1988.

*Annual Book of ASTM Standards, Petroleum Products, Lubricants and Fossil Fuels*, volumen 05-01, sección 5, West Conshohocken, 2000.

Barba Redondo, Isaac; Domínguez Celada, Paloma; Rodríguez Martín, Eva M<sup>a</sup> y Villena Álvarez, Ignacio. «Los glosarios terminológicos, documentación y recursos informáticos». En: *II estudios sobre traducción e interpretación*. Fernández Leandro Félix y Ortega Arjonilla, Emilio, eds. Málaga: CEDMA, 1988.

Barceló, José R. *Diccionario terminológico de química*. Madrid: Alhambra, 1976.

Chang, Raymond. *Química*, Atlampa: Mc Graw-Hill Interamericana, 1997.

Day, R.A., Jr y Underwood A. L., *Química analítica cuantitativa*. México: Prentice-Hall Hispanoamericana, 1989.

Dikson T.R., *Introducción a la química*. México, D.F.: Publicaciones Cultural, 1978.

Espinoza, Mario, Minero Eduardo, Hilje Niko, Barrientos Rafael, *Química para el desarrollo*. Ciudad Universitaria Rodrigo Facio: Editorial de la Universidad de Costa Rica, 1998.

Hawley, Gessner G. *Diccionario de química y de productos químicos, español-inglés, inglés español*. Barcelona: Omega, 1975.

Keenan, Charles W., Kleinfelter Donald C., Wood, Jesse H. *Química general universitaria*, México, D.F.: Continental, 1985.

Larousse. *Gran diccionario English-Spanish, español-inglés*. Marsella: Ediciones Larousse, 1983.

Longo, Frederick, Guerrero Orlando, *Química general*. México: Mc Graw-Hill de México, 1975.

Masterton, William, Slowinski, Emil J., Stanitski, Conrad L. *Química general superior*. México: Mc Graw-Hill Interamericana, 1980.

Moliner, María. *Diccionario de uso del español*. Madrid: Gredos, 2000.

- Morrison, Robert T. Y Boyd, Robert N. *Química Orgánica*. México: Addison Wesley Longman, 1998.
- Nekrasov, B.V. *Química general*. Moscú: Editorial MIR, 1988.
- Pequeño Larousse*. Madrid: Ediciones Larousse, 1991.
- Perry's Chemical Engineers' Handbook*. Perry, Robert; Green, Don W.; Maloney, James O., eds. United States: McGraw-Hill, 1997.
- Poder Ejecutivo, *Decreto N° 29660-MEIC, Reglamento RTCR 26:2000 Metrología. Unidades Legales de Medida. CDU 53.081:003.62*. Costa Rica, 2000.
- Quillet. *Diccionario Enciclopédico*. Buenos Aires: Editorial Argentina Arístides Quillet, S.A.1974.
- Real Academia Española. *Esbozo de una nueva gramática de la lengua española*. Madrid: Espasa-Calpe, S.A., 1978.
- Sager, Juan C. *Curso práctico sobre el procesamiento de la terminología*. Madrid: Pirámide, 1993.
- Shoemaker, David P., Garland, Carl W. *Experimentos de fisicoquímica*. México, D.F.: Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana, 1968.
- Skoog, Douglas A y Leary, James J., *Análisis instrumental*. Madrid: Mc Graw-Hill Interamericana de España, 1994.
- Skoog, Douglas A. y West, Donald M. *Introducción a la química analítica*. Buenos Aires: Editorial Reverté, 1969.
- Willard, Hobart H. y Merrit, Lynme L. *Métodos instrumentales de análisis*. México: Compañía Editorial Continental, 1986.
- Wolfe, Drew H. *Química general orgánica biológica*. México: Mc Graw-Hill Interamericana, 1996.



## **APÉNDICE : TEXTO ORIGINAL**