

# **PARTE 2**

# **PELIGROS FÍSICOS**



## CAPÍTULO 2.1

### EXPLOSIVOS

#### 2.1.1 Definiciones y consideraciones generales

2.1.1.1 *Sustancia explosiva* es una sustancia sólida o líquida (o mezcla de sustancias) que de manera espontánea, por reacción química, puede desprender gases a una temperatura, presión y velocidad tales que pueden ocasionar daños a su entorno. En esta definición quedan comprendidas las sustancias pirotécnicas, aun cuando no desprendan gases.

*Sustancia pirotécnica* es una sustancia (o mezcla de sustancias) destinada a producir un efecto calorífico, luminoso, sonoro, gaseoso o fumígeno, o una combinación de tales efectos, como consecuencia de reacciones químicas exotérmicas autosostenidas no detonantes.

*Objeto explosivo* es un objeto que contiene una o varias sustancias o mezclas explosivas

*Objeto pirotécnico* es un objeto que contiene una o varias sustancias o mezclas pirotécnicas.

2.1.1.2 La clase de explosivos comprende:

- a) Sustancias y mezclas explosivas;
- b) Los objetos explosivos, excepto los artefactos que contengan sustancias explosivas en cantidad o de naturaleza tales que su inflamación o cebado por inadvertencia o por accidente no implique ninguna manifestación exterior en el artefacto que pudiera traducirse en una proyección, un incendio, un desprendimiento de humo o calor o un ruido fuerte;
- c) Las sustancias, mezclas y objetos no mencionados en los apartados a) y b) fabricados con el fin de producir un efecto práctico explosivo o pirotécnico.

#### 2.1.2 Criterios de clasificación

2.1.2.1 Las sustancias, mezclas y objetos de esta clase que no están clasificados como explosivos inestables se clasificarán en una de las seis divisiones siguientes con arreglo al tipo de peligro que presentan:

- a) División 1.1 Sustancias, mezclas y objetos que presentan un peligro de explosión en masa (se entiende por explosión en masa la que afecta de manera prácticamente instantánea a casi toda la cantidad presente);
- b) División 1.2 Sustancias, mezclas y objetos que presentan un peligro de proyección sin peligro de explosión en masa;
- c) División 1.3 Sustancias, mezclas y objetos que pueden provocar un incendio con ligero peligro de que se produzcan pequeños efectos de onda expansiva o de proyección, o ambos efectos, pero sin peligro de explosión en masa:
  - i) aquéllos cuya combustión da lugar a una radiación térmica considerable; o
  - ii) los que arden uno a continuación de otro, con efectos mínimos de onda expansiva o de proyección o de ambas cosas;

- d) División 1.4 Sustancias, mezclas y objetos que sólo presentan un pequeño peligro en caso de ignición o cebado. Los efectos se limitan en su mayor parte al bulto, y normalmente no dan lugar a la proyección de fragmentos de tamaño apreciable a gran distancia. Los incendios exteriores no habrán de provocar la explosión prácticamente instantánea de casi todo el contenido del bulto;
- e) División 1.5 Sustancias o mezclas muy insensibles que presentan un peligro de explosión en masa: sustancias y mezclas que presentan un peligro de explosión en masa, pero que son tan insensibles que presentan una probabilidad muy reducida de cebado o de que su combustión se transforme en detonación en condiciones normales;
- f) División 1.6 Objetos extremadamente insensibles que no presentan peligro de explosión en masa: objetos que contienen solamente sustancias o mezclas detonantes sumamente insensibles y que presentan una probabilidad ínfima de cebado o de propagación accidental.

2.1.2.2 Los explosivos que no están clasificados como explosivos inestables se clasifican en una de las seis divisiones anteriores basándose en las series de pruebas 2 a 8 de la parte I de las *Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios*, con arreglo a la tabla siguiente:

**Tabla 2.1.1: Criterios de clasificación para explosivos**

Categoría	Criterios
<b>Explosivos inestables<sup>a</sup> o explosivos de las Divisiones 1.1 a 1.6</b>	En los explosivos de las Divisiones 1.1 a 1.6, las pruebas fundamentales que hay que hacer son las siguientes: Posibilidad de explosión: Serie de pruebas 2 (Parte 1, sección 12 de las <i>Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios</i> ). Los explosivos en cuanto tales <sup>b</sup> no están sujetos a la serie de pruebas 2. Sensibilidad: Serie de pruebas 3 (Parte I, sección 13 de las <i>Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios</i> ). Estabilidad térmica: Serie 3 c) (Parte I, subsección 13.6.1 de las <i>Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios</i> ). Son necesarias más pruebas para asignar la división correcta.

<sup>a</sup> Por explosivos inestables se entienden los que son térmicamente inestables o demasiado sensibles para su manipulación, transporte y usos normales. Son necesarias precauciones especiales.

<sup>b</sup> Comprenden sustancias, mezclas y objetos explosivos fabricados con el fin de producir un efecto práctico, explosivo o pirotécnico.

**NOTA 1:** Las sustancias o mezclas explosivas embaladas/envasadas y los objetos explosivos pueden clasificarse en las divisiones 1.1 a 1.6 y, en algunas reglamentaciones, se desglosan a su vez en grupos de compatibilidad A a S para distinguir los requisitos técnicos (véanse las *Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Reglamentación Modelo, Capítulo 2.1*).

**NOTA 2:** Algunas sustancias y mezclas explosivas se rocían con agua o alcoholes o se diluyen en otras sustancias para neutralizar sus propiedades explosivas. Pueden ser tratadas de forma diferente a las

sustancias y mezclas explosivas (como explosivos insensibilizados) en algunos reglamentos (por ejemplo, en el del transporte) (véase 1.3.2.4.5.2).

**NOTA 3:** Las pruebas de clasificación de sustancias o mezclas sólidas deberán efectuarse en la forma en que éstas se presentan. Si, por ejemplo, con fines de comercialización o transporte, el mismo producto químico se presenta en una forma física diferente de aquella en la que ha sido ensayado y se considera que esto puede provocar una alteración notable de su comportamiento durante el ensayo de clasificación, la sustancia en su nueva forma deberá ser sometida a ensayo.

### 2.1.3 Comunicación de peligro

En el capítulo 1.4 (*Comunicación de peligros: Etiquetado*) se hacen consideraciones generales y específicas sobre los requisitos de etiquetado. El anexo 2 contiene tablas resumen sobre clasificación y etiquetado. El anexo 3 contiene ejemplos de consejos de prudencia y pictogramas de precaución que pueden utilizarse con la aprobación de la autoridad competente.

**Tabla 2.1.2: Elementos que deben figurar en las etiquetas para explosivos**

	<b>Explosivo inestable</b>	<b>División 1.1</b>	<b>División 1.2</b>	<b>División 1.3</b>	<b>División 1.4</b>	<b>División 1.5</b>	<b>División 1.6</b>
<b>Símbolo</b>	Bomba explotando	Bomba explotando	Bomba explotando	Bomba explotando	Bomba explotando; o Cifra 1.4 sobre fondo anaranjado <sup>a</sup>	Cifra 1.5 sobre fondo anaranjado <sup>a</sup>	Cifra 1.6 sobre fondo anaranjado <sup>a</sup>
<b>Palabra de advertencia</b>	Peligro	Peligro	Peligro	Peligro	Atención	Peligro	<i>Sin palabra de advertencia</i>
<b>Indicación de peligro</b>	Explosivo inestable	Explosivo; peligro de explosión en masa	Explosivo; Grave peligro de proyección	Explosivo; peligro de incendio, de onda expansiva o de proyección	Peligro de incendio o de proyección	Peligro de explosión en masa en caso de incendio	<i>Sin indicación de peligro</i>

<sup>a</sup> Se aplica a sustancias, mezclas y objetos en algunas reglamentaciones (por ejemplo, en la del transporte).

**NOTA:** Los explosivos no envasados o los explosivos reenvasados en embalajes distintos del original o en embalajes similares llevarán los siguientes elementos de etiquetado:

- a) Símbolo: bomba explotando
- b) Palabra de advertencia: “Peligro”; y
- c) Indicación de peligro: “Explosivo, peligro de explosión en masa”,

salvo que resulte evidente que el peligro corresponde a una de las categorías de la tabla 2.1.2, en cuyo caso se utilizará el símbolo, la palabra de advertencia y/o la indicación de peligro correspondiente.

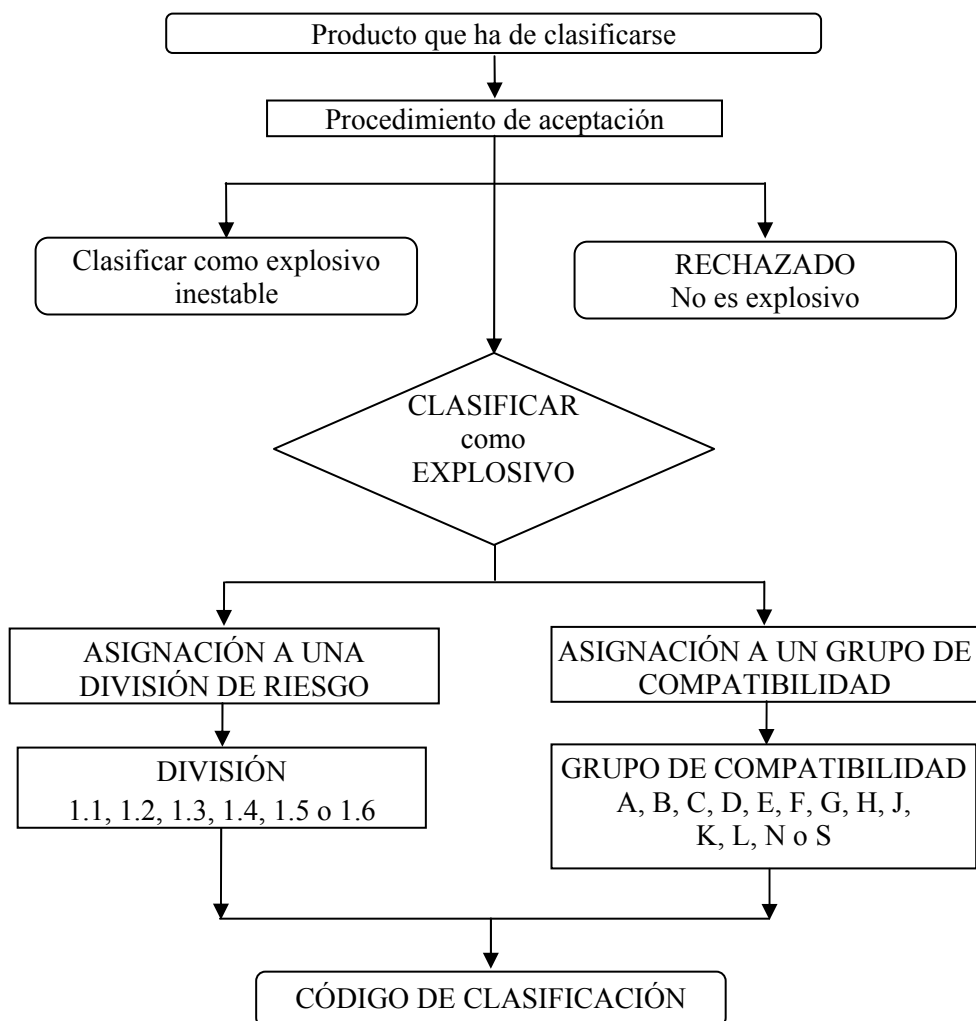
## 2.1.4 Procedimiento de decisión e indicaciones complementarias

El procedimiento de decisión y las indicaciones complementarias siguientes no forman parte del sistema de clasificación armonizado, pero figuran aquí como orientación adicional. Se recomienda encarecidamente que la persona que se encargue de la clasificación estudie los criterios de clasificación antes y durante la aplicación de este procedimiento de decisión.

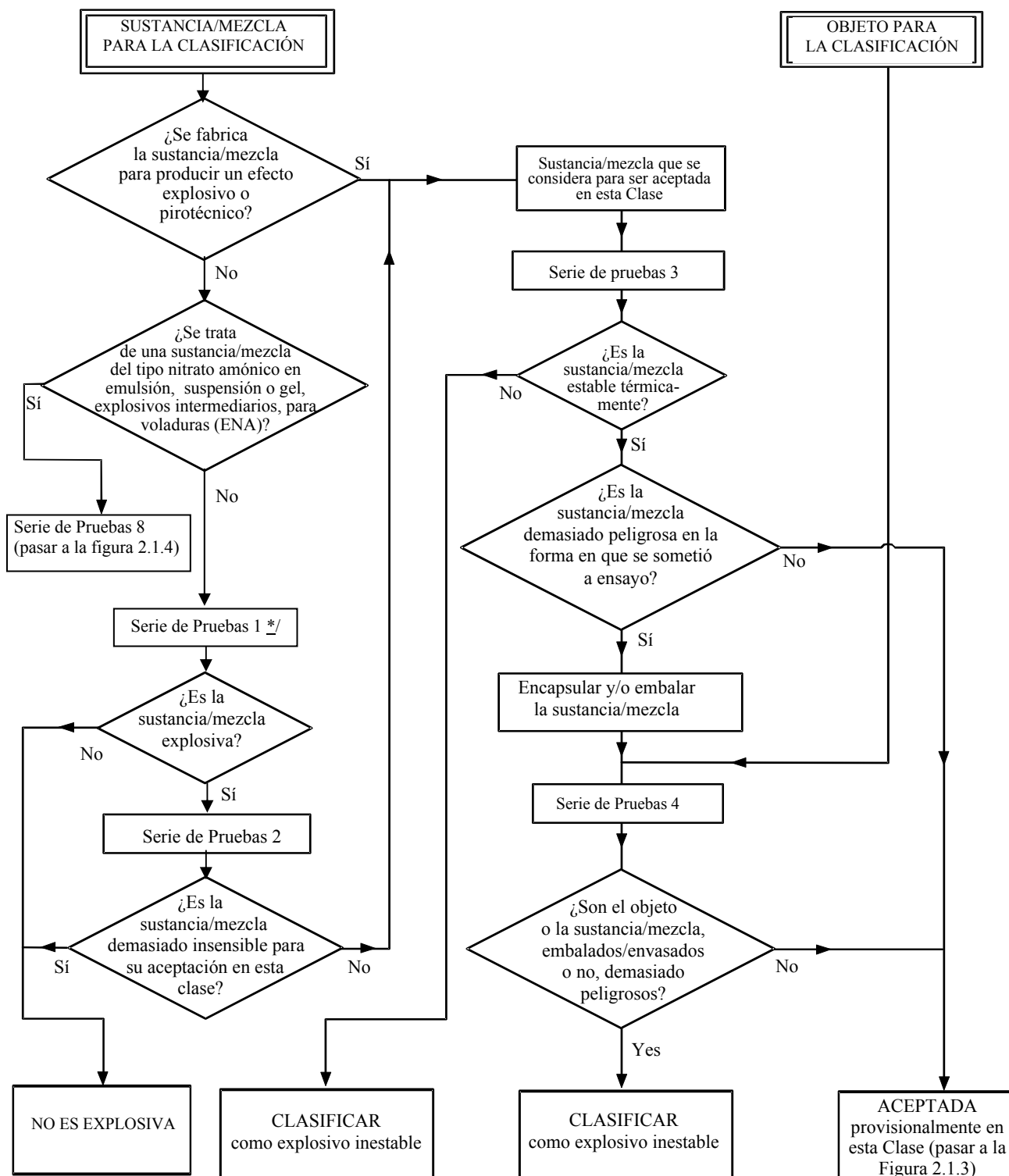
### 2.1.4.1 Procedimiento de decisión

La clasificación de las sustancias, mezclas y objetos en la clase de explosivos y su ulterior asignación a una división es un procedimiento muy complejo en tres pasos. Es necesario referirse a la Parte I de las *Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios*. El primer paso consiste en averiguar si la sustancia o mezcla tiene propiedades explosivas (Serie de pruebas 1). El segundo es el procedimiento de aceptación en la clase 1 (Series de pruebas 2 a 4) y el tercero es la asignación a una división de peligro concreta (Series de pruebas 5 a 7). La evaluación de si “una emulsión, una suspensión o un gel de nitrato amónico, explosivos intermediarios para voladuras (ENA)” es suficientemente insensible para ser clasificada como líquido comburente (véase el capítulo 2.13) o como sólido comburente (véase el capítulo 2.14), se hace sometiendo la sustancia a las pruebas de la serie 8. La clasificación se hará con arreglo a los procedimientos de decisión siguientes (véanse las figuras 2.1.1 a 2.1.4).

**Figura 2.1.1: Esquema general del procedimiento de decisión para clasificar una sustancia, mezcla u objeto en la clase de explosivos (Clase 1 para el transporte)**



**Figura 2.1.2: Procedimiento de aceptación provisional de una sustancia, una mezcla o un objeto en la clase de explosivos (Clase 1 para el transporte)**



**Figura 2.1.3: Procedimiento de asignación a una división de la clase de explosivos (Clase 1 para el transporte)**

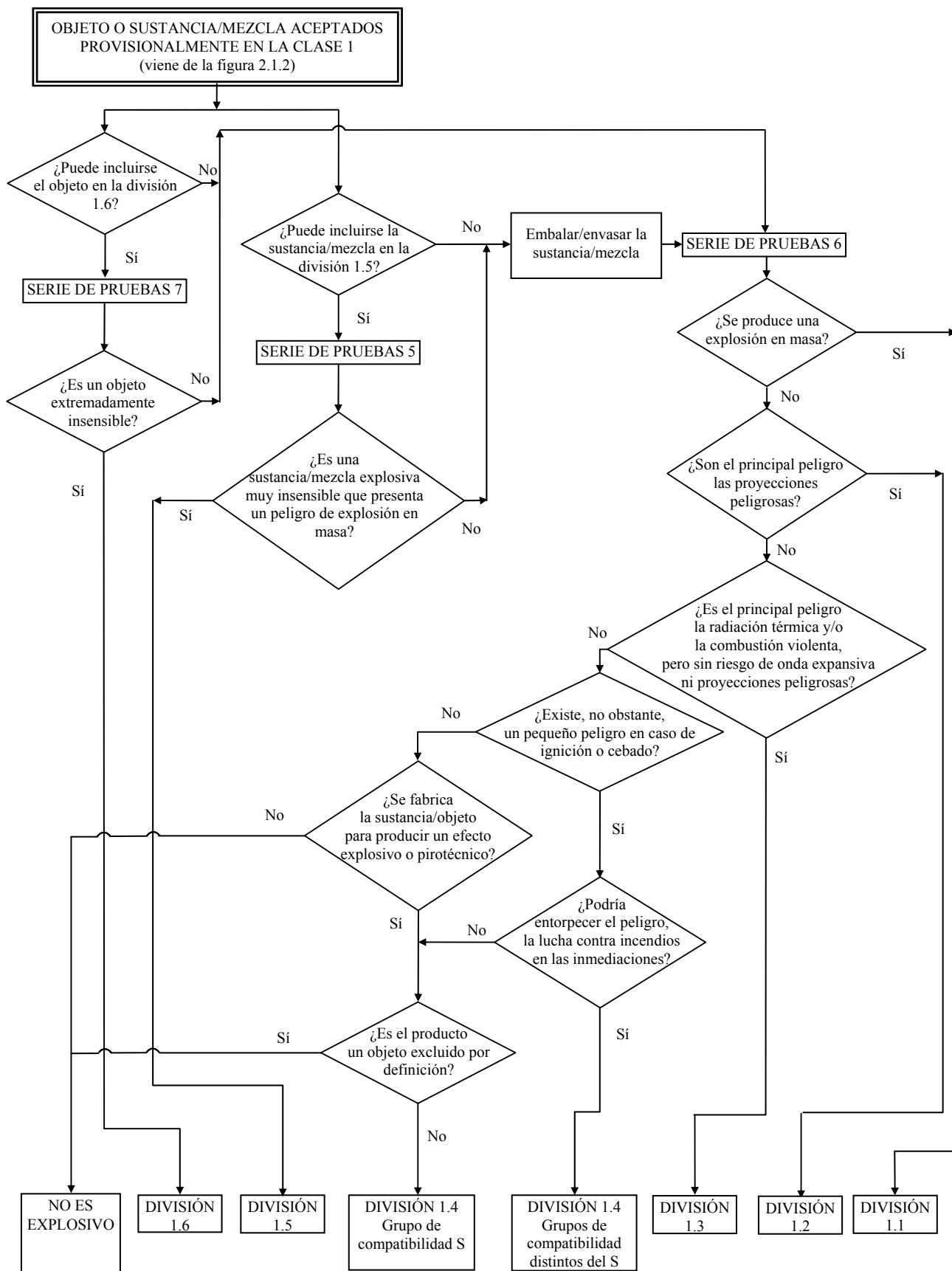
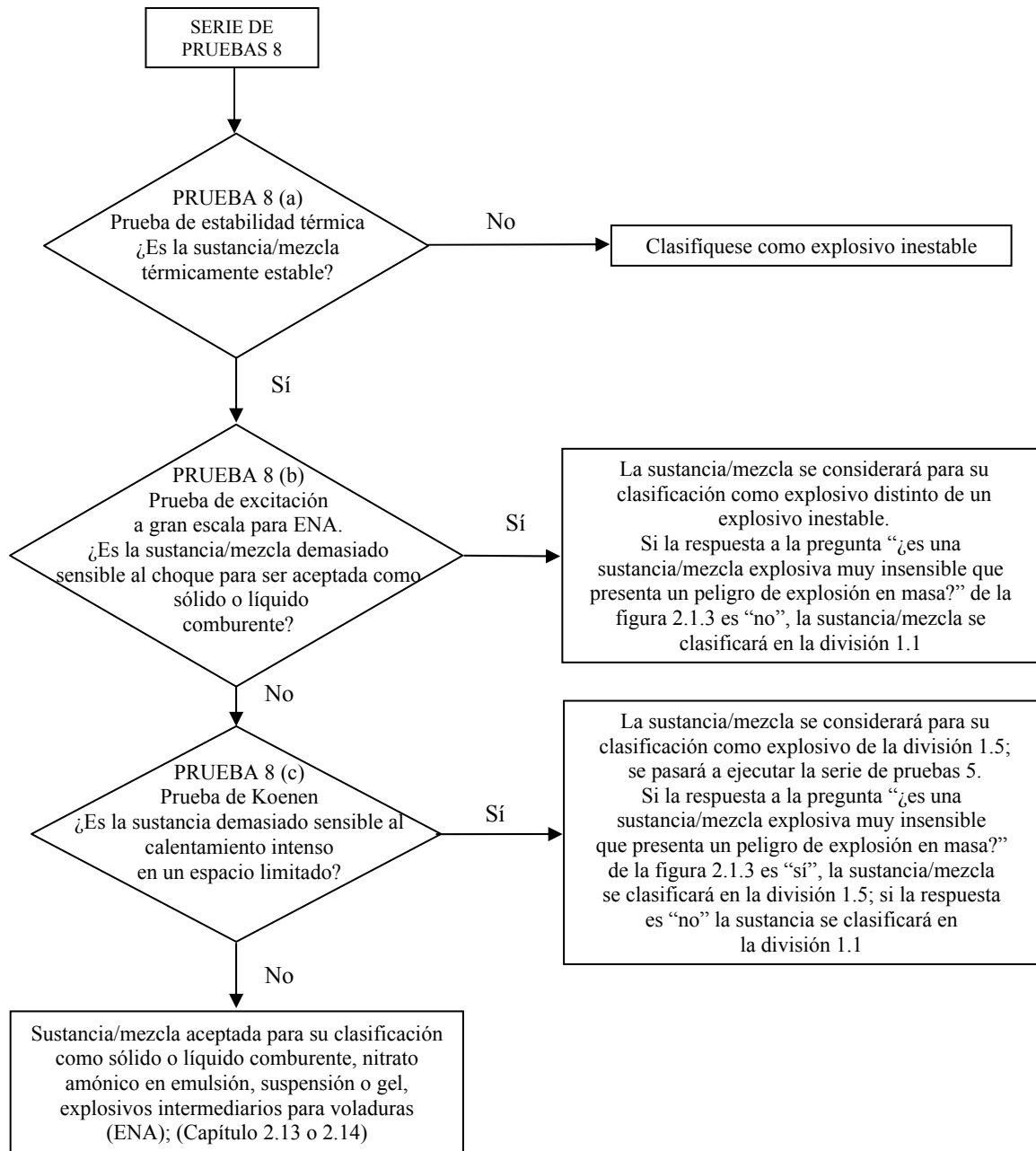


Figura 2.1.4: Procedimiento para la clasificación de nitrato amónico en suspensión, emulsión o gel



#### 2.1.4.2 *Indicaciones complementarias*

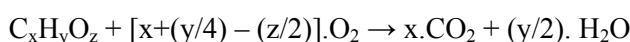
2.1.4.2.1 Las propiedades explosivas se asocian con la presencia en una molécula de determinados grupos químicos que pueden reaccionar produciendo rapidísimos aumentos de temperatura o presión. El procedimiento de detección sirve para identificar la presencia de esos grupos reactivos y las posibilidades que ofrecen de una rápida liberación de energía. Si esto permite averiguar que la sustancia o mezcla es un posible explosivo, deberá aplicarse el procedimiento de aceptación (véase, Parte I, sub-sección 10.3 de las *Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios.*)

**NOTA:** Cuando la energía exotérmica de descomposición de los compuestos orgánicos sea inferior a 800 J/g no será necesario realizar la prueba de propagación de la detonación de la serie 1, tipo a), ni tampoco la prueba de sensibilidad a la onda de choque de la detonación de la serie 2, tipo a).

2.1.4.2.2 Una sustancia o mezcla no se clasificará como explosiva:

- a) Cuando la molécula no contenga ninguno de los grupos químicos con propiedades explosivas. En la tabla A6.1 del apéndice 6 de las *Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios*, se exponen ejemplos de grupos que podrían tener propiedades explosivas; o
- b) Cuando la sustancia en cuestión contenga grupos químicos asociados a propiedades explosivas y oxígeno, pero el balance calculado de éste sea inferior a -200.

El balance de oxígeno se calcula con la reacción química siguiente:



mediante la fórmula:

$$\text{balance de oxígeno} = - 1600. [2.x + (y/2) - z]/\text{peso molecular};$$

- c) Cuando el compuesto orgánico o una mezcla homogénea de compuestos orgánicos contengan grupos químicos con propiedades explosivas, pero la energía de descomposición exotérmica sea inferior a 500 J/g y la temperatura inicial de la descomposición exotérmica es inferior a 500 °C. (Este límite de temperatura permite evitar que el ensayo se aplique a un gran número de compuestos orgánicos que no son explosivos pero que se descomponen lentamente por encima de 500 °C liberando más de 500 J/g). La energía de descomposición exotérmica puede determinarse mediante análisis calorimétrico;
- d) En mezclas de sustancias inorgánicas comburentes con materiales orgánicos, si la concentración de sustancia inorgánica comburente es:  
inferior al 15%, en masa, en el caso de una sustancia comburente perteneciente a la Categoría 1 o 2;  
inferior al 30%, en masa, en el caso de una sustancia comburente perteneciente a la Categoría 3.

2.1.4.2.3 En el caso de mezclas que contienen una sustancia explosiva conocida, deberá aplicarse el procedimiento de aceptación en la clase de explosivos.

## CAPÍTULO 2.2

### GASES INFLAMABLES

#### 2.2.1 Definición

Un *gas inflamable* es un gas que se inflama con el aire a 20 °C y a una presión de referencia de 101,3 kPa.

#### 2.2.2 Criterios de clasificación

Un gas inflamable se clasificará en una de las dos categorías de esta clase con arreglo a la tabla siguiente:

**Tabla 2.2.1: Criterios de clasificación para gases inflamables**

Categoría	Criterios
<b>1</b>	Gases que a 20 °C y a una presión de referencia de 101,3 kPa: a) son inflamables en mezcla de proporción igual o inferior al 13%, en volumen, con el aire; o que b) tienen un rango de inflamabilidad con el aire de al menos el 12%, independientemente del límite inferior de inflamabilidad.
<b>2</b>	Gases distintos de los de la Categoría 1, que a 20 °C y a una presión de referencia de 101,3 kPa, tienen un rango de inflamabilidad al mezclarse con el aire.

**NOTA 1:** *El amoníaco y el bromuro de metilo pueden ser considerados como casos particulares en algunas reglamentaciones.*

**NOTA 2:** *Para la clasificación de aerosoles, véase el capítulo 2.3.*

#### 2.2.3 Comunicación de peligro

En el capítulo 1.4 (*Comunicación de peligros: Etiquetado*) se hacen consideraciones generales y específicas sobre los requisitos de etiquetado. El anexo 2 contiene tablas resumen sobre clasificación y etiquetado. El anexo 3 contiene ejemplos de consejos de prudencia y pictogramas de precaución que pueden utilizarse con la aprobación de la autoridad competente.

**Tabla 2.2.2: Elementos que deben figurar en las etiquetas para gases inflamables**

	Categoría 1	Categoría 2
<b>Símbolo</b>	Llama	<i>Sin símbolo</i>
<b>Palabra de advertencia</b>	Peligro	Atención
<b>Indicación de peligro</b>	Gas extremadamente inflamable	Gas inflamable

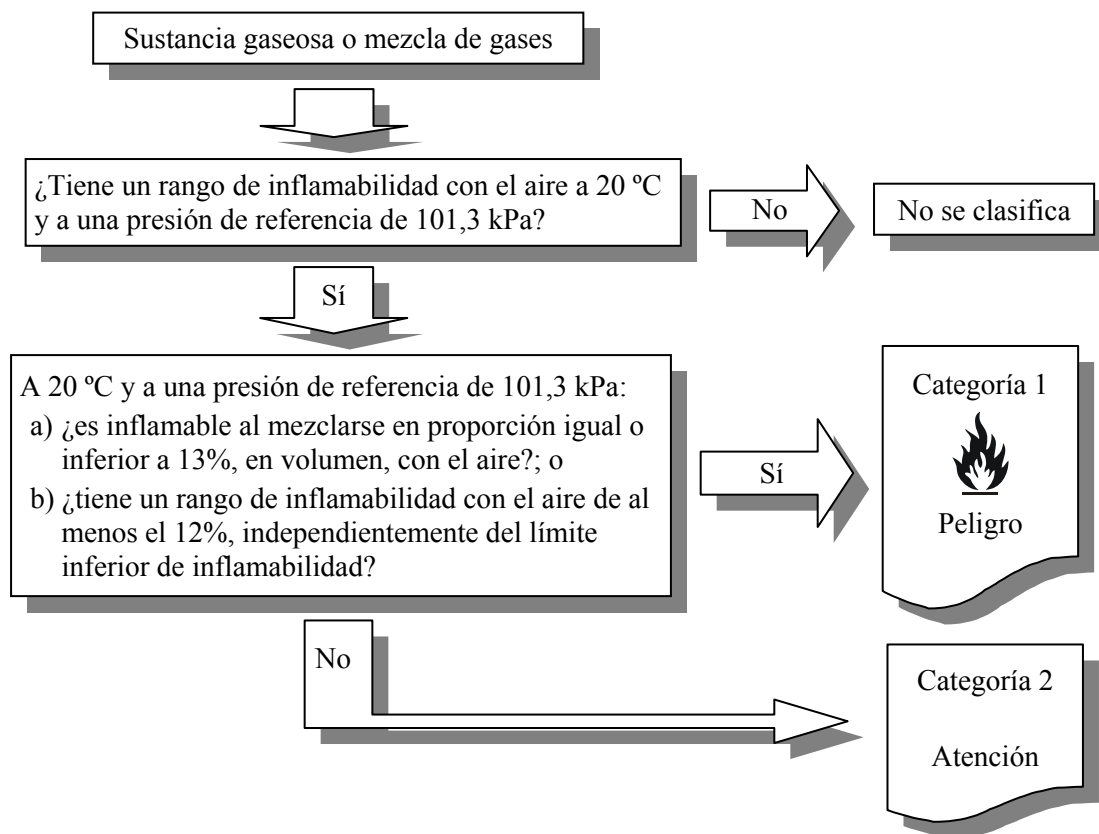
#### 2.2.4 Procedimiento de decisión e indicaciones complementarias

El procedimiento de decisión y las indicaciones complementarias siguientes no forman parte del sistema armonizado, pero figuran aquí como orientación adicional. Se recomienda encarecidamente que la persona que se encargue de la clasificación estudie los criterios de clasificación antes y durante la aplicación de este procedimiento de decisión.

### 2.2.4.1 Procedimiento de decisión

Para clasificar un gas inflamable, se requieren datos sobre su inflamabilidad. La clasificación se hará con arreglo al procedimiento de decisión siguiente:

#### Procedimiento de decisión 2.2 para gases inflamables



### 2.2.4.2 Indicaciones complementarias

La inflamabilidad se determinará mediante ensayos o cálculos, de conformidad con los métodos adoptados por la ISO (véase la norma ISO 10156: 1996 Gases y mezclas de gases - Determinación del potencial de inflamabilidad y de oxidación para seleccionar juntas de válvulas de bombonas). Cuando no se disponga de datos suficientes para aplicar dichos métodos, podrá emplearse un método de ensayo equiparable reconocido por la autoridad competente.

### 2.2.5 Ejemplo: Clasificación de una mezcla de gas inflamable mediante cálculos de conformidad con la norma ISO 10156: 1996

#### Fórmula

$$\sum_i^n \frac{V_i \%}{T_{ci}}$$

donde:

- $V_i \%$  = contenido equivalente de gas inflamable;
- $T_{ci}$  = concentración máxima de un gas inflamable en nitrógeno en la que la mezcla no se inflama con el aire;
- $I$  = primer gas de la mezcla;
- $n$  = n-ésimo gas de la mezcla;
- $K_i$  = factor de equivalencia para un gas inerte con respecto al nitrógeno.

Cuando una mezcla de gas contiene un diluyente inerte distinto del nitrógeno, el volumen de ese diluyente se ajusta al volumen equivalente de nitrógeno usando el factor de equivalencia para el gas inerte ( $K_i$ ).

Criterio

$$\sum_i^n \frac{V_i \%}{T_{ci}} \geq 1$$

Mezcla de gas

A los efectos de este ejemplo se usa la mezcla de gas siguiente:

$$2 \% (\text{H}_2) + 6 \% (\text{CH}_4) + 27 \% (\text{Ar}) + 65 \% (\text{He})$$

Cálculo

1. Averígüense los factores de equivalencia ( $K_i$ ) para los gases inertes con respecto al nitrógeno

$$K_i (\text{Ar}) = 0,5$$

$$K_i (\text{He}) = 0,5$$

2. Calcúlese la mezcla equivalente, con nitrógeno como gas de compensación, usando los valores de  $K_i$  para los gases inertes

$$2 \% (\text{H}_2) + 6 \% (\text{CH}_4) + [27 \% \times 0,5 + 65 \% \times 0,5](\text{N}_2) = 2 \% (\text{H}_2) + 6 \% (\text{CH}_4) + 46 \% (\text{N}_2) = 54 \%$$

3. Ajustese la suma de los contenidos a 100%:

$$\frac{100}{54} \times [2 \% (\text{H}_2) + 6 \% (\text{CH}_4) + 46 \% (\text{N}_2)] = 3,7 \% (\text{H}_2) + 11,1 \% (\text{CH}_4) + 85,2 \% (\text{N}_2)$$

4. Averígüense los coeficientes  $T_{ci}$  para los gases inflamables

$$T_{ci} \text{H}_2 = 5,7 \%$$

$$T_{ci} \text{CH}_4 = 14,3 \%$$

5. Calcúlese la inflamabilidad de la mezcla equivalente mediante la fórmula

$$\sum_i^n \frac{V_i \%}{T_{ci}} = \frac{3,7}{5,7} + \frac{11,1}{14,3} = 1,42$$

$$1,42 > 1,$$

El resultado es 1,42; Por tanto, la mezcla es inflamable con el aire.



## CAPÍTULO 2.3

### AEROSOLES INFLAMABLES

#### 2.3.1 Definición

*Aerosoles, o generadores de aerosoles*, son recipientes no rellenables fabricados en metal, vidrio o plástico y que contienen un gas comprimido, licuado o disuelto a presión, con o sin líquido, pasta o polvo, y dotados de un dispositivo de descarga que permite expulsar el contenido en forma de partículas sólidas o líquidas en suspensión en un gas, en forma de espuma, pasta o polvo, o en estado líquido o gaseoso.

#### 2.3.2 Criterios de clasificación

2.3.2.1 Los aerosoles se clasificarán como inflamables cuando contengan cualquier componente que esté clasificado como inflamable según los criterios del SGA, a saber:

Líquidos inflamables (véase el capítulo 2.6);

Gases inflamables (véase el capítulo 2.2);

Sólidos inflamables (véase el capítulo 2.7).

**NOTA:** *Los componentes inflamables no comprenden las sustancias y mezclas pirofóricas, las que experimentan calentamiento espontáneo y las que reaccionan al contacto con el agua, ya que tales componentes no se usan nunca como contenidos de aerosoles.*

2.3.2.2 Un aerosol inflamable se clasificará en una de las dos categorías de esta clase a tenor de sus componentes, sobre la base del calor químico de combustión y, cuando proceda, con arreglo a los resultados de la prueba de inflamación de la espuma (para los aerosoles de espuma) y de las pruebas de inflamación a distancia y en espacio cerrado (para los aerosoles vaporizados). Véase el procedimiento de decisión en 2.3.4.1.

#### 2.3.3 Comunicación de peligro

En el capítulo 1.4 (*Comunicación de peligros: Etiquetado*) se hacen consideraciones generales y específicas sobre los requisitos de etiquetado. El anexo 2 contiene tablas resumen sobre clasificación y etiquetado. El anexo 3 contiene ejemplos de consejos de prudencia y pictogramas de precaución que pueden utilizarse con la aprobación de la autoridad competente.

**Tabla 2.3.1: Elementos que deben figurar en las etiquetas para aerosoles**

	<b>Categoría 1</b>	<b>Categoría 2</b>
<b>Símbolo</b>	Llama	Llama
<b>Palabra de advertencia</b>	Peligro	Atención
<b>Indicación de peligro</b>	Aerosol extremadamente inflamable	Aerosol inflamable

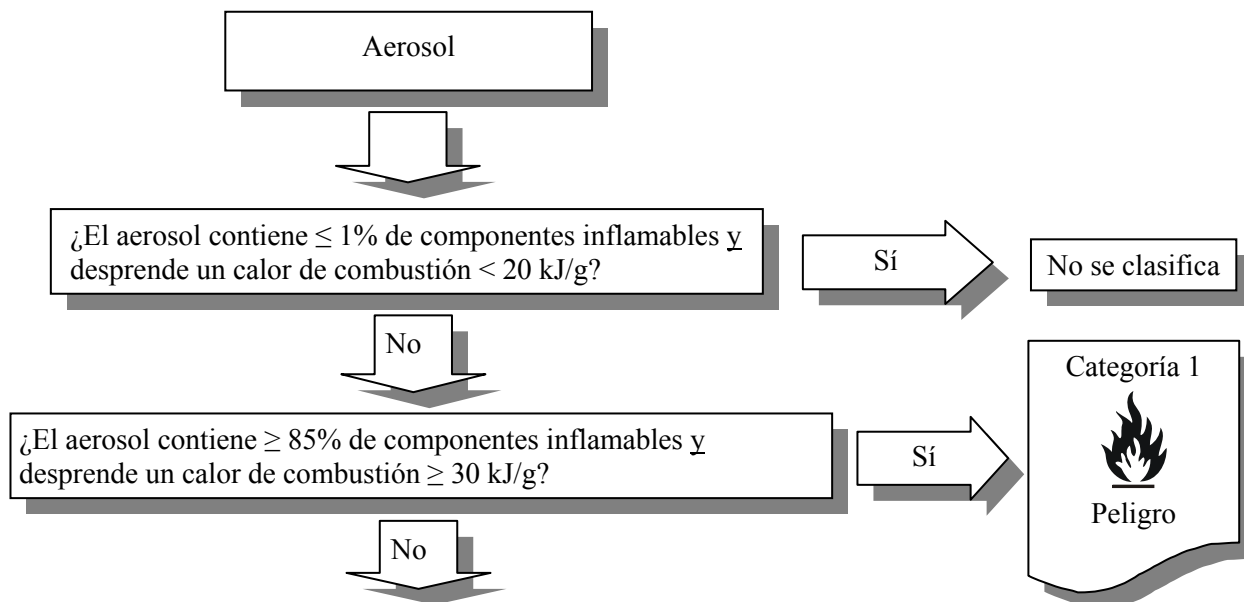
#### 2.3.4 Procedimiento de decisión e indicaciones complementarias

El procedimiento de decisión y las indicaciones complementarias siguientes no forman parte del sistema armonizado de clasificación, pero figuran aquí como orientación adicional. Se recomienda encarecidamente que la persona que se encargue de la clasificación estudie los criterios de clasificación antes y durante la aplicación de este procedimiento de decisión.

**2.3.4.1 Procedimiento de decisión**

Para clasificar un aerosol inflamable se necesitan datos sobre sus componentes inflamables, sobre el calor químico de combustión y, cuando proceda, sobre los resultados de la prueba de inflamación de la espuma (para los aerosoles de espuma) y de las pruebas de inflamación a distancia y en espacio cerrado (para aerosoles vaporizados). La clasificación se hará con arreglo a los procedimientos de decisión 2.3 a) a 2.3 c):

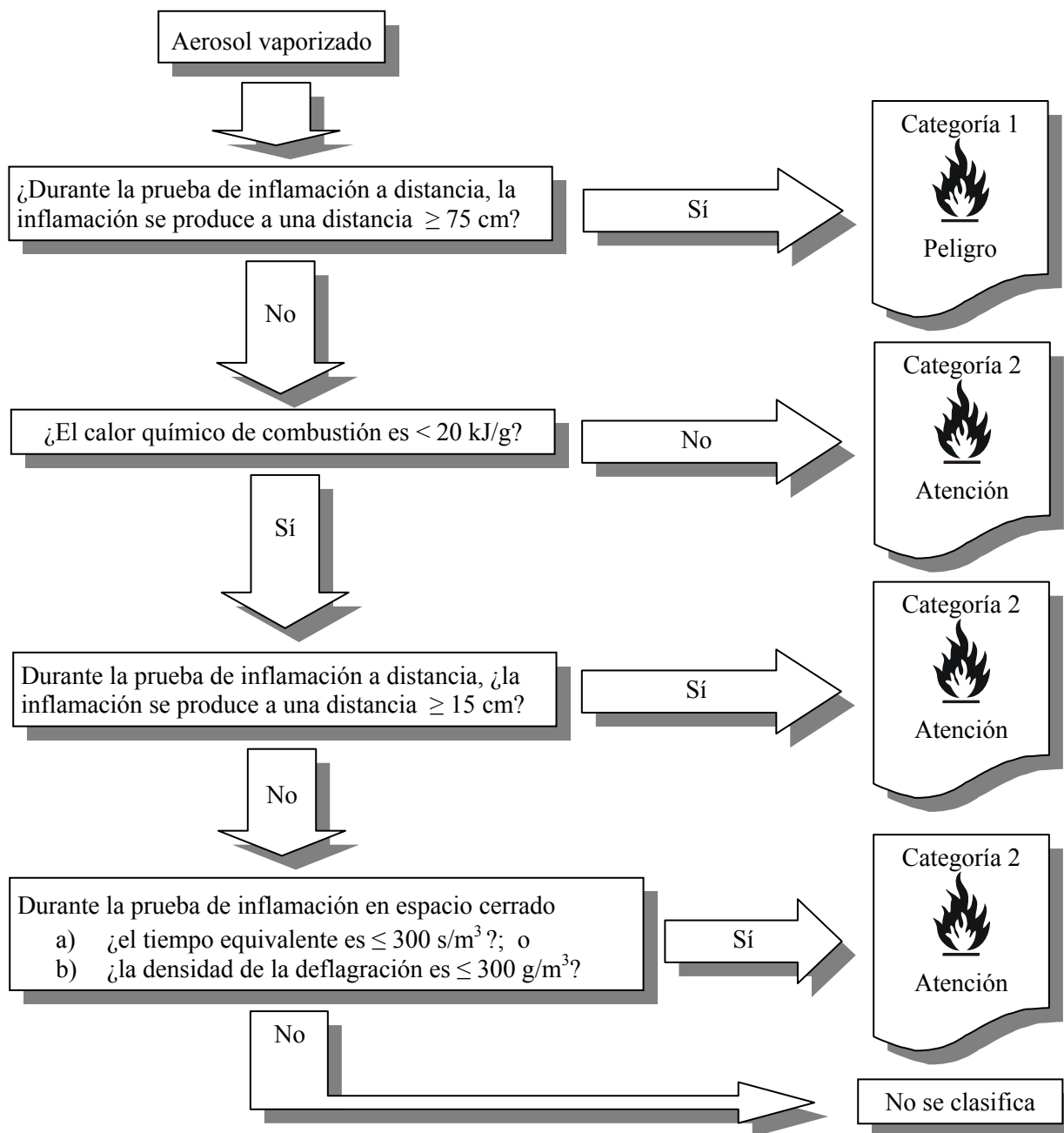
**Procedimiento de decisión 2.3 a) para aerosoles inflamables**



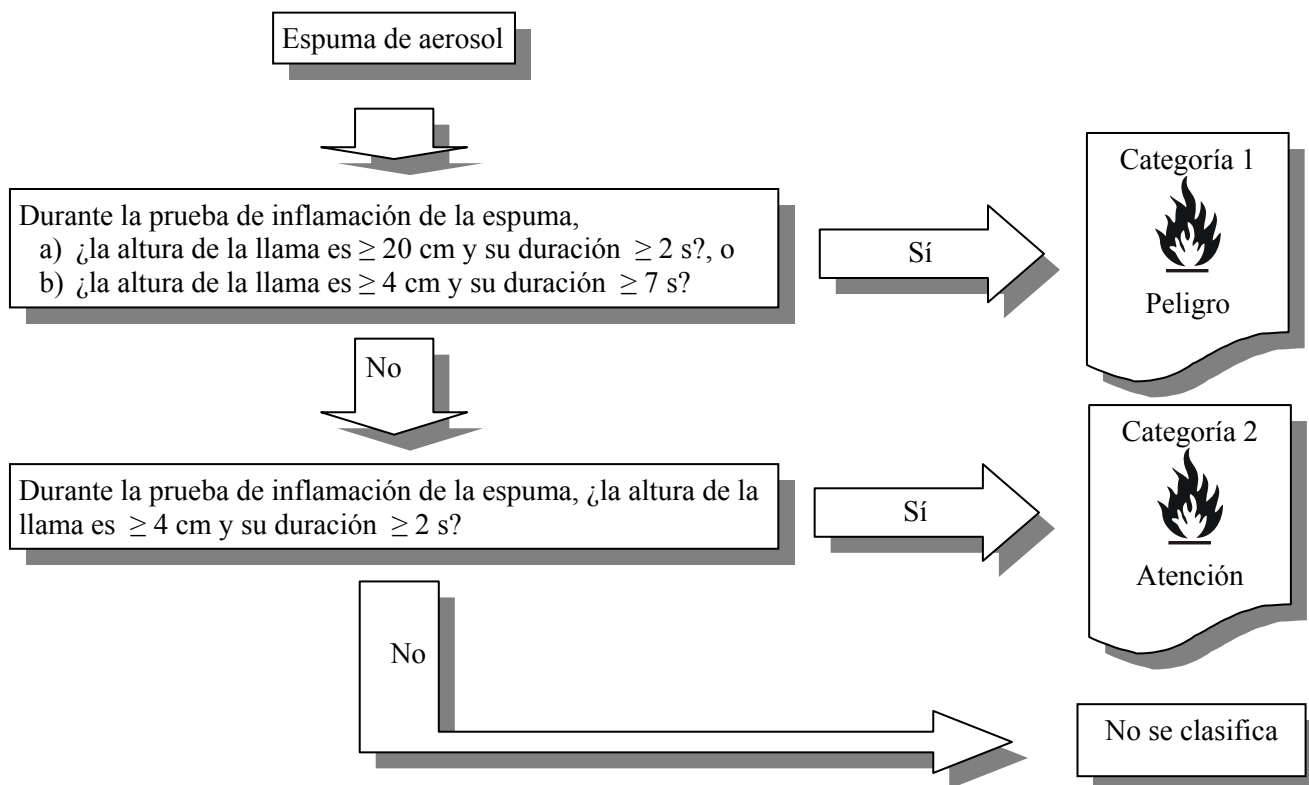
Para los aerosoles vaporizados, pasar al procedimiento de decisión 2.3 b)

Para las espumas de aerosoles, pasar al procedimiento de decisión 2.3 c)

**Procedimiento de decisión 2.3 b) para aerosoles vaporizados**



**Procedimiento de decisión 2.3 c) para espumas de aerosoles**



**2.3.4.2 Indicaciones complementarias**

2.3.4.2.1 El calor químico de combustión ( $\Delta H_c$ ), en kilojulios por gramo (kJ/g), es el producto del calor teórico de la combustión ( $\Delta H_{comb}$ ) y del coeficiente de eficiencia de la combustión, por lo general inferior a 1,0 (el coeficiente habitual es 0,95 o 95%).

Para un preparado de aerosol con varios componentes, el calor químico de combustión es la suma de los valores ponderados de los calores de combustión de cada uno de los componentes, calculado del siguiente modo:

$$\Delta H_{c \text{ (producto)}} = \sum_i^n [W_i\% \times \Delta H_{c(i)}]$$

donde :

- $\Delta H_c$  = calor químico de combustión (kJ/g);
- $W_i\%$  = fracción en masa del componente i en el producto;
- $\Delta H_{c(i)}$  = calor específico de combustión (kJ/g) del componente i en el producto.

Los valores del calor químico de combustión pueden encontrarse en trabajos sobre el particular, obtenerse mediante cálculos o determinarse empíricamente (véanse ASTM D 240, ISO/FDIS 13943:1999 (E/F) 86.1 a 86.3 y NFPA 30B).

2.3.4.2.2 Véase la parte III, subsecciones 31.4, 31.5 y 31.6 de las *Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios*, para las pruebas de inflamación a distancia, inflamación en espacio cerrado e inflamabilidad de espumas de aerosol, respectivamente.

## CAPÍTULO 2.4

### GASES COMBURENTES

#### 2.4.1 Definición

*Gas comburente* es un gas que, generalmente liberando oxígeno, puede provocar o facilitar la combustión de otras sustancias en mayor medida que el aire.

#### 2.4.2 Criterios de clasificación

Un gas comburente se clasificará en la única categoría de esta clase con arreglo a la tabla siguiente:

**Tabla 2.4.1: Criterios de clasificación para gases comburentes**

Categoría	Criterios
<b>1</b>	Todo gas que, generalmente liberando oxígeno, puede provocar o facilitar la combustión de otras sustancias en mayor medida que el aire.

**NOTA:** *El aire artificial que contenga hasta 23,5%, en volumen, de oxígeno puede considerarse como no comburente en algunas reglamentaciones (por ejemplo, en la del transporte).*

#### 2.4.3 Comunicación de peligro

En el capítulo 1.4 (*Comunicación de peligros: Etiquetado*) se hacen algunas consideraciones generales y específicas sobre los requisitos de etiquetado. El anexo 2 contiene tablas resumen sobre clasificación y etiquetado. El anexo 3 contiene ejemplos de consejos de prudencia y pictogramas de precaución que pueden utilizarse con la aprobación de la autoridad competente.

**Tabla 2.4.2: Elementos que deben figurar en las etiquetas para gases comburentes**

	<b>Categoría 1</b>
<b>Símbolo</b>	Llama sobre círculo
<b>Palabra de advertencia</b>	Peligro
<b>Indicación de peligro</b>	Puede provocar o agravar un incendio; comburente

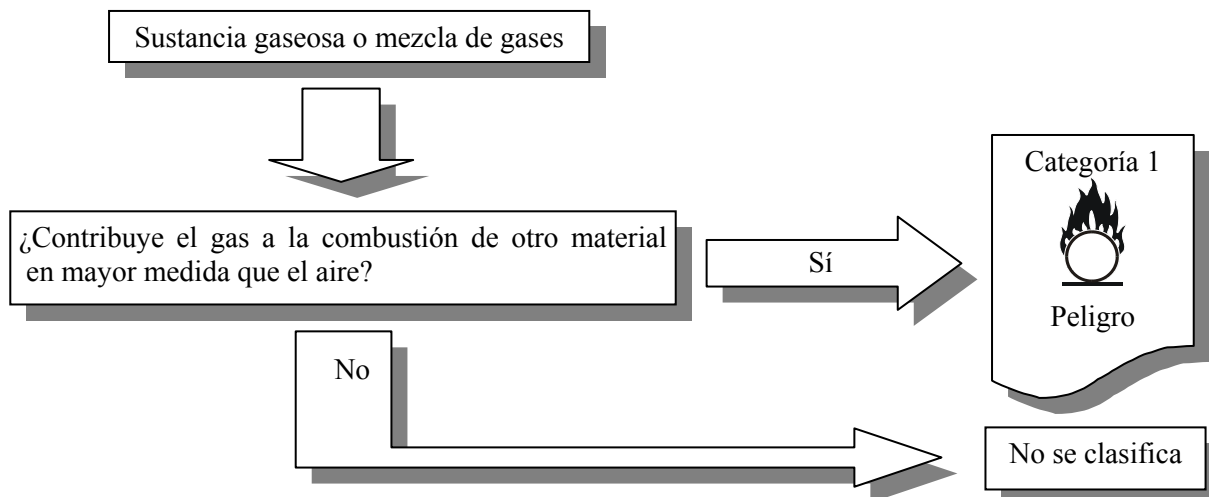
#### 2.4.4 Procedimiento de decisión e indicaciones complementarias

El procedimiento y las indicaciones complementarias siguientes no forman parte del sistema armonizado de clasificación, pero figuran aquí como orientación adicional. Se recomienda encarecidamente que la persona que se encargue de la clasificación estudie los criterios de clasificación antes y durante la aplicación de este procedimiento de decisión.

##### 2.4.4.1 Procedimiento de decisión

Para clasificar un gas comburente deben utilizarse pruebas o métodos de cálculo, tal como se describen en las normas ISO 10156:1996 “Gases y mezclas de gases – Determinación del potencial de inflamabilidad y de oxidación, para seleccionar las juntas de las válvulas de las bombonas” e ISO 10156-2:2005 “Bombonas de gas, gases y mezclas de gases. Parte 2: Determinación del potencial de oxidación de los gases y mezclas de gases tóxicos y corrosivos”.

**Procedimiento de decisión 2.4 para gases comburentes**



**2.4.4.2 Indicaciones complementarias**

Ejemplo de clasificación de una mezcla de gases comburentes mediante cálculos según las normas ISO 10156:1996 e ISO 10156-2:2005.

Fórmula

$$\sum_i^n V_i\% \times C_i$$

donde:

- $V_i\%$  = porcentaje en volumen de un gas;
- $C_i$  = coeficiente de equivalencia de oxígeno;
- $i$  = primer gas de la mezcla;
- $n$  = gas n-ésimo de la mezcla;

**NOTA:** *El gas de compensación no se toma en consideración.*

Criterio

$$\sum_i^n V_i\% \times C_i \geq 21$$

Mezcla de gases

A los efectos de este ejemplo se usa la mezcla de gas siguiente: 9 % (O<sub>2</sub>) + 16 % (N<sub>2</sub>O) + 75 % (N<sub>2</sub>)

Cálculo

1. Averigüese el coeficiente de equivalencia de oxígeno (C<sub>i</sub>) para los gases comburentes de la mezcla
  - C<sub>i</sub> (N<sub>2</sub>O) = 0,6 (óxido nitroso)
  - C<sub>i</sub> (O) = 1 (oxígeno)
  - C<sub>i</sub> (todos los demás gases comburentes) = 40

2. Calcúlese si la mezcla de gases es comburente utilizando los valores del coeficiente de equivalencia de oxígeno de los gases comburentes

$$9 \% (\text{O}_2) + 16 \% (\text{N}_2\text{O}) + 75 \% (\text{N}_2) = (9 \times 1) + (16 \times 0,6)$$

$$18,6 < 21$$

Por lo tanto, se considera que la mezcla es menos comburente que el aire.

Si la mezcla de gases hubiera sido de 0,6% F<sub>2</sub> en el nitrógeno, el cálculo equivalente habría sido

$$0,6 \% (\text{F}_2) + 99,4 \% (\text{N}_2)$$

El coeficiente de equivalencia de oxígeno (Ci) para F<sub>2</sub> = 40

$$40 \times 0,6 = 24 > 21$$

Por lo tanto, la mezcla se considera más comburente que el aire.



## CAPÍTULO 2.5

### GASES A PRESIÓN

#### 2.5.1 Definición

Los *gases a presión* son gases que se encuentran en un recipiente a una presión (manométrica) superior o igual a 200 kPa o como gases licuados o licuados refrigerados.

Se incluyen los gases comprimidos, licuados, disueltos y licuados refrigerados.

#### 2.5.2 Criterios de clasificación

Los gases se clasificarán, con arreglo a su estado físico cuando se envasan, en uno de los cuatro grupos de la tabla siguiente:

**Tabla 2.5.1: Criterios de clasificación para los gases a presión**

Grupo	Criterios
<b>Gas comprimido</b>	Un gas que, cuando se envasa a presión, es totalmente gaseoso a $-50\text{ °C}$ ; en este grupo se incluyen todos los gases con una temperatura crítica inferior o igual a $-50\text{ °C}$ .
<b>Gas licuado</b>	Un gas que, cuando se envasa a presión, es parcialmente líquido a temperaturas superiores a $-50\text{ °C}$ . Se distingue entre: a) Gas licuado a alta presión: un gas con una temperatura crítica entre $-50\text{ °C}$ y $+65\text{ °C}$ ; y b) Gas licuado a baja presión: un gas con una temperatura crítica superior a $+65\text{ °C}$ .
<b>Gas licuado refrigerado</b>	Un gas que, cuando se envasa, se encuentra parcialmente en estado líquido a causa de su baja temperatura.
<b>Gas disuelto</b>	Un gas que, cuando se envasa a presión, está disuelto en un disolvente en fase líquida.

La temperatura crítica es la temperatura por encima de la cual un gas puro no puede licuarse, con independencia del grado de compresión.

#### 2.5.3 Comunicación de peligro

En el capítulo 1.4 (*Comunicación de peligros: Etiquetado*) se hacen consideraciones generales y específicas sobre los requisitos de etiquetado. El anexo 2 contiene tablas resumen sobre clasificación y etiquetado. El anexo 3 contiene ejemplos de consejos de prudencia y pictogramas de precaución que pueden ser utilizados con la aprobación de la autoridad competente.

**Tabla 2.5.2 Elementos que deben figurar en las etiquetas para gases a presión**

	Gas comprimido	Gas licuado	Gas licuado refrigerado	Gas disuelto
<b>Símbolo</b>	Botella de gas	Botella de gas	Botella de gas	Botella de gas
<b>Palabra de advertencia</b>	Atención	Atención	Atención	Atención
<b>Indicación de eligro</b>	Contiene gas a presión; puede explotar si se calienta	Contiene gas a presión; puede explotar si se calienta	Contiene gas refrigerado; puede provocar quemaduras o lesiones criogénicas	Contiene gas a presión; puede explotar si se calienta

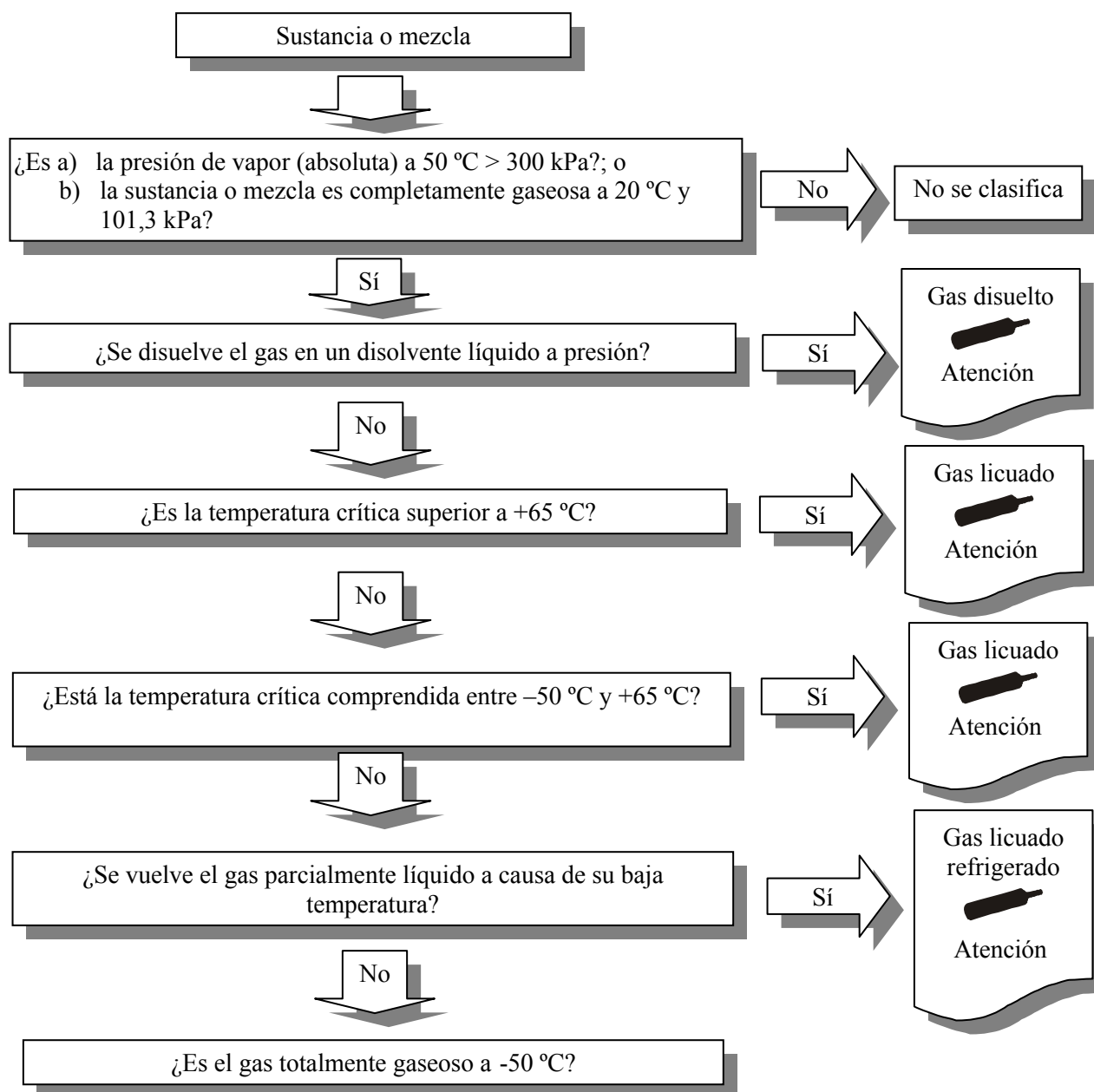
## 2.5.4 Procedimiento de decisión e indicaciones complementarias

El procedimiento de decisión y las indicaciones complementarias siguientes no forman parte del sistema armonizado de clasificación, pero figuran aquí como orientación adicional. Se recomienda encarecidamente que la persona que se encargue de la clasificación estudie los criterios de clasificación antes y durante la aplicación de este procedimiento de decisión.

### 2.5.4.1 Procedimiento de decisión

La clasificación se hará con arreglo al procedimiento de decisión 2.5

#### Procedimiento de decisión 2.5 para gases a presión



**2.5.4.2**      ***Indicaciones complementarias***

Para este grupo de gases, se requiere conocer la información siguiente:

- a)    La presión de vapor a 50 °C;
- b)    El estado físico a 20 °C a presión normal;
- c)    La temperatura crítica;

Con el fin de clasificar un gas, se necesitan los datos anteriores. Éstos pueden encontrarse en trabajos sobre el particular, obtenerse mediante cálculos o determinarse mediante ensayos. La mayor parte de los gases puros están ya clasificados en las *Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Reglamentación Modelo*. Casi todas las mezclas que se salen de lo corriente requieren cálculos adicionales que pueden resultar muy complejos.



## CAPÍTULO 2.6

### LÍQUIDOS INFLAMABLES

#### 2.6.1 Definición

*Líquido inflamable* es un líquido con un punto de inflamación no superior a 93 °C.

#### 2.6.2 Criterios de clasificación

Un líquido inflamable se clasificará en una de las cuatro categorías de esta clase con arreglo a la tabla siguiente:

**Tabla 2.6.1: Criterios de clasificación para líquidos inflamables**

Categoría	Criterios
<b>1</b>	Punto de inflamación < 23 °C y punto inicial de ebullición ≤ 35°C
<b>2</b>	Punto de inflamación < 23 °C y punto inicial de ebullición > 35°C
<b>3</b>	Punto de inflamación ≥ 23 °C y ≤ 60°C
<b>4</b>	Punto de inflamación > 60 °C y ≤ 93 °C

**NOTA 1:** Los gasóleos, carburantes diesel y aceites ligeros para calefacción con un punto de inflamación comprendido entre 55 °C y 75 °C pueden considerarse como un grupo especial en algunas reglamentaciones.

**NOTA 2:** Los líquidos con un punto de inflamación superior a 35 °C pueden considerarse como líquidos no inflamables en algunas reglamentaciones (por ejemplo, las aplicables al transporte) si se han obtenido resultados negativos en la prueba de combustibilidad sostenida L.2 de las Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios, Parte III, sub-sección 32.5.2.

**NOTA 3:** Los líquidos viscosos inflamables tales como pinturas, esmaltes, lacas, barnices, adhesivos y ceras pueden considerarse como un grupo especial en algunas reglamentaciones (por ejemplo, las aplicables al transporte). La clasificación atribuida o la decisión de considerar esos líquidos como no inflamables dependen de la reglamentación aplicable o de la autoridad competente.

#### 2.6.3 Comunicación de peligro

En el capítulo 1.4 (*Comunicación de peligros: Etiquetado*) se hacen consideraciones generales y específicas sobre los requisitos de etiquetado. El anexo 2 contiene tablas resumen sobre clasificación y etiquetado. El anexo 3 contiene ejemplos de consejos de prudencia y pictogramas de precaución que pueden utilizarse con la aprobación de la autoridad competente.

**Tabla 2.6.2: Elementos que deben figurar en las etiquetas para líquidos inflamables**

	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Categoría 4
<b>Símbolo</b>	Llama	Llama	Llama	<i>Sin símbolo</i>
<b>Palabra de advertencia</b>	Peligro	Peligro	Atención	Atención
<b>Indicación de peligro</b>	Líquido y vapores extremadamente inflamables	Líquido y vapores muy inflamables	Líquido y vapores inflamables	Líquido combustible

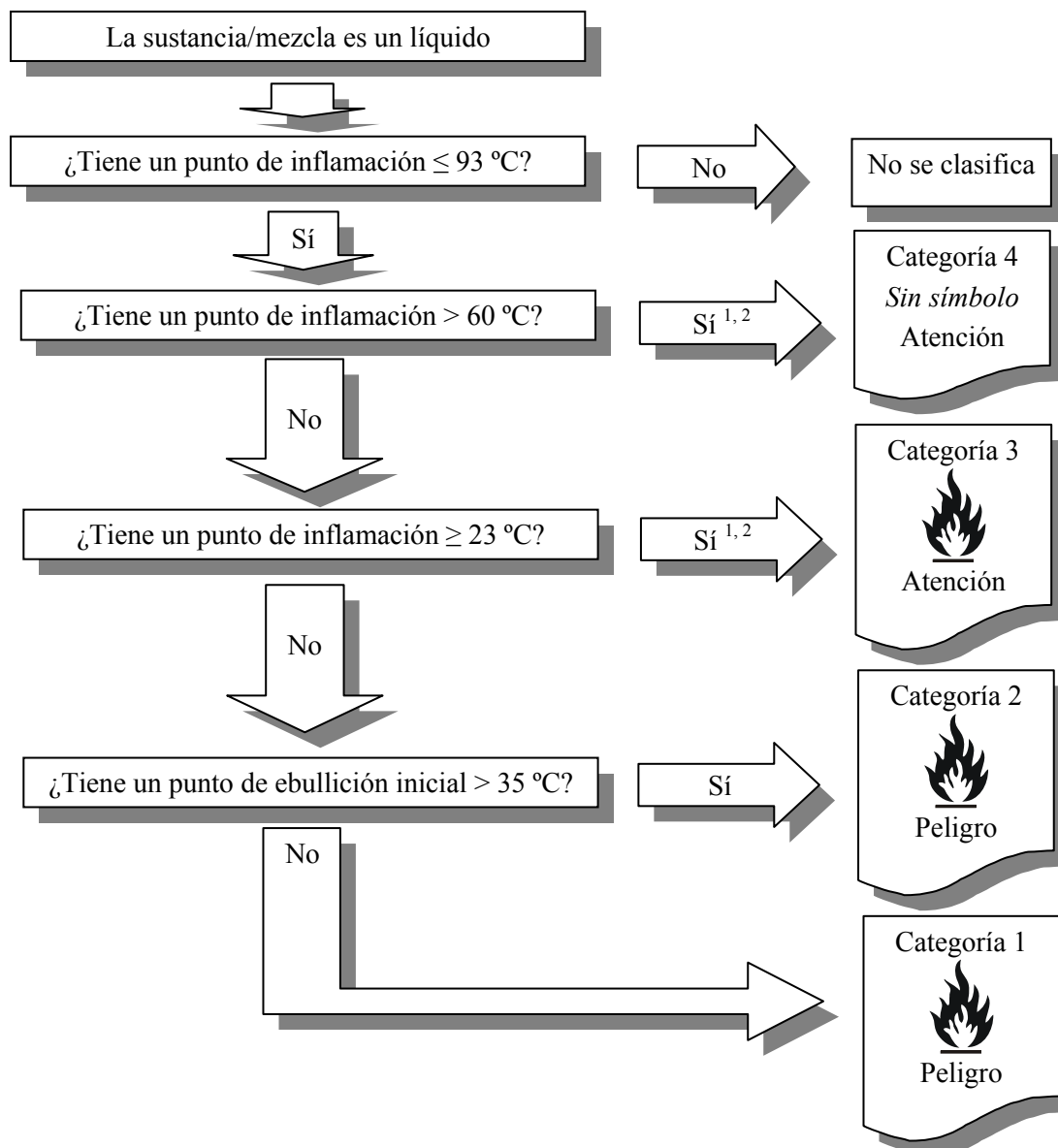
## 2.6.4 Procedimiento de decisión e indicaciones complementarias

El procedimiento de decisión y las indicaciones complementarias siguientes no forman parte del sistema armonizado de clasificación, pero figuran aquí como orientación adicional. Se recomienda encarecidamente que la persona que se encargue de la clasificación estudie los criterios de clasificación antes y durante la aplicación de este procedimiento de decisión.

### 2.6.4.1 Procedimiento de decisión

Una vez que se conozcan el punto de inflamación y el punto inicial de ebullición, la clasificación de la sustancia o mezcla y la determinación de los elementos que deberán figurar en la etiqueta podrá realizarse siguiendo el procedimiento de decisión 2.6:

#### Procedimiento de decisión 2.6 para líquidos inflamables



<sup>1</sup> Los gasóleos, carburantes diesel y aceites ligeros para calefacción con un punto de inflamación comprendido entre 55 °C y 75 °C pueden considerarse como un grupo especial en algunas reglamentaciones. En esos casos, la clasificación de esos productos en la Categoría 3 o 4 estará determinada por la reglamentación aplicable o por la autoridad competente.

<sup>2</sup> Los líquidos con un punto de inflamación > 35 °C pueden considerarse como líquidos no inflamables en algunas reglamentaciones (por ejemplo, las aplicables al transporte) si se han obtenido resultados negativos en la prueba de combustibilidad sostenida L.2 de las Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios, Parte III, sub-sección 32.5.2.

#### **2.6.4.2 Indicaciones complementarias**

2.6.4.2.1 Para clasificar un líquido inflamable se necesitan datos sobre su punto de inflamación y su punto inicial de ebullición. Esos datos pueden determinarse mediante ensayos, encontrarse en trabajos sobre el particular o calcularse.

2.6.4.2.2 En el caso de mezclas<sup>3</sup> que contienen líquidos inflamables conocidos en concentraciones definidas, aunque puedan contener componentes no volátiles como polímeros o aditivos, no es necesario determinar experimentalmente el punto de inflamación si el de la mezcla, usando el método que figura en 2.6.4.2.3, es superior al menos en 5 °C a los criterios de clasificación aplicables y siempre que:

- a) Se conozca con precisión la composición de la mezcla; (si puede variar entre determinados límites, se seleccionará para la clasificación la composición con el punto de inflamación calculado más bajo);
- b) Se conozca el punto de inflamación (determinado en vaso cerrado, tal como se indica en 2.6.4.2.5) de cada componente (tendrá que aplicarse un método de correlación adecuado cuando esos datos se extrapolan a otras temperaturas distintas de las condiciones de ensayo);
- c) Se conozca el coeficiente de actividad para cada componente tal como está presente en la mezcla, incluida la relación con la temperatura;
- d) La fase líquida sea homogénea.

2.6.4.2.3 Un método adecuado se describe en Gmehling y Rasmussen (Ind. Eng. Chem. Fundament, 21, 186, (1982)). Para una mezcla que contenga componentes no volátiles, como polímeros o aditivos, el punto de inflamación se calcula sobre la base de los componentes volátiles. Se considera que un componente no volátil sólo disminuye ligeramente la presión parcial de los disolventes y que el punto de inflamación calculado es sólo ligeramente inferior al valor medido.

2.6.4.2.4 Si no se dispone de datos, el punto de inflamación y el punto inicial de ebullición se determinarán mediante ensayos. El punto de inflamación se determinará por el método del vaso cerrado. Los ensayos en vaso abierto sólo son aceptables en casos especiales.

2.6.4.2.5 Seguidamente figura una lista de documentos en los que se describen métodos normalizados para la determinación del punto de inflamación de líquidos inflamables:

#### Normas internacionales:

ISO 1516  
ISO 1523  
ISO 3679  
ISO 3680

#### Normas nacionales:

*American Society for Testing Materials International*, 100 Barr Harbor Drive, P.O. Box C700, West Conshohocken, Pennsylvania, USA 19428-2959:

ASTM D 3828-93, Standard test methods for flash point by small scale closed tester  
ASTM D 56-93, Standard test methods for flash point by tag closed tester  
ASTM D 3278-96, Standard test methods for flash point for liquids by setaflash closed-cup apparatus  
ASTM D 0093-96, Standard test methods for flash point by Pensky-Martens closed cup tester

---

<sup>3</sup> Los procedimientos de preselección están bien establecidos para mezclas ideales de disolventes, principalmente hidrocarburos.

*Association française de normalisation, AFNOR, Tour Europe, 92049 Paris La Défense:*

Norma francesa NF M 07 – 019

Normas francesas NF M 07 – 011/NF T 30 – 050/NF T 66 – 009

Norma francesa NF M 07 – 036

*British Standards Institute, Customer Services, 389 Chiswick High Road, London, N78LB:*

Norma británica BS EN 22719

Norma británica BS 2000 Parte 170

*Deutsches Institut für Normung, Burggrafenst 6, D-10787, Berlín:*

Norma DIN 51755 (punto de inflamación inferior a 65 °C)

Norma DIN 51758 (punto de inflamación comprendido entre 65 °C y 165 °C)

Norma DIN 53213 (para barnices, lacas y líquidos viscosos con un punto de inflamación inferior a 65 °C).

*Comité de Estado del Consejo de Ministros para la normalización, 113813, GSP, Moscú, M-49 Leninsky Prospect, 9:*

GOST 12.1.044-84

## CAPÍTULO 2.7

### SÓLIDOS INFLAMABLES

#### 2.7.1 Definiciones

Un *sólido inflamable* es una sustancia sólida que se inflama con facilidad o puede provocar o activar incendios por frotamiento.

Los *sólidos que entran fácilmente en combustión* son sustancias pulverulentas, granuladas o pastosas que son peligrosas en situaciones en las que sea fácil que se inflamen por breve contacto con una fuente de ignición, como puede ser una cerilla encendida, y si la llama se propaga rápidamente.

#### 2.7.2 Criterios de clasificación

2.7.2.1 Las sustancias pulverulentas, granuladas o pastosas se clasificarán como sólidos que entran fácilmente en combustión cuando en una o más de las pruebas efectuadas conforme al método descrito en la subsección 33.2.1 de la parte III de las *Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios*, el tiempo de combustión sea inferior a 45 s o bien la velocidad de la combustión sea superior a 2,2 mm/s.

2.7.2.2 Los polvos metálicos o las aleaciones metálicas se clasificarán como sólidos inflamables si hay ignición y si la reacción se propaga en 10 minutos o menos a todo lo largo de la muestra.

2.7.2.3 Los sólidos que pueden inflamarse por frotamiento se clasificarán en esta clase por analogía con productos ya catalogados (por ejemplo, las cerillas) mientras no se fijen criterios definitivos.

2.7.2.4 Un sólido inflamable deberá clasificarse en una de las dos categorías de esta clase mediante el método de prueba N.1 que se describe en la Parte III, subsección 33.2.1 de las *Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios*, de acuerdo con la tabla siguiente:

**Tabla 2.7.1: Criterios de clasificación para sólidos inflamables**

Categoría	Criterios
1	Prueba de la velocidad de combustión: Sustancias o mezclas distintas de polvos metálicos: a) la zona humedecida no impide la propagación de la llama b) el tiempo de combustión es < 45 s o la velocidad de combustión es > 2,2 mm/s Polvos metálicos: – el tiempo de combustión es ≤ 5 min
2	Prueba de la velocidad de combustión: Sustancias o mezclas distintas de polvos metálicos: a) la zona humedecida impide la propagación de la llama durante al menos 4 min b) el tiempo de combustión es < 45 s o la velocidad de combustión es > 2,2 mm/s Polvos metálicos: – el tiempo de combustión es > 5 min y ≤ 10 min

**NOTA:** *Los ensayos para la clasificación de sustancias o mezclas sólidas, deberán hacerse en la forma en la que éstas se presentan. Si, por ejemplo, con fines de comercialización o transporte, el mismo producto se presenta en una forma física diferente de aquella en la que ha sido ensayado y se considera que esto puede provocar una alteración notable de su comportamiento durante el ensayo de clasificación, la sustancia en su nueva forma deberá ser sometida a ensayo.*

### 2.7.3 Comunicación de peligro

En el capítulo 1.4 (*Comunicación de peligros: Etiquetado*) se hacen consideraciones generales y específicas sobre los requisitos de etiquetado. El anexo 2 contiene tablas resumen sobre clasificación y etiquetado. El anexo 3 contiene ejemplos de consejos de prudencia y pictogramas de precaución que pueden utilizarse con la aprobación de la autoridad competente.

**Tabla 2.7.2: Elementos que deben figurar en las etiquetas para sólidos inflamables**

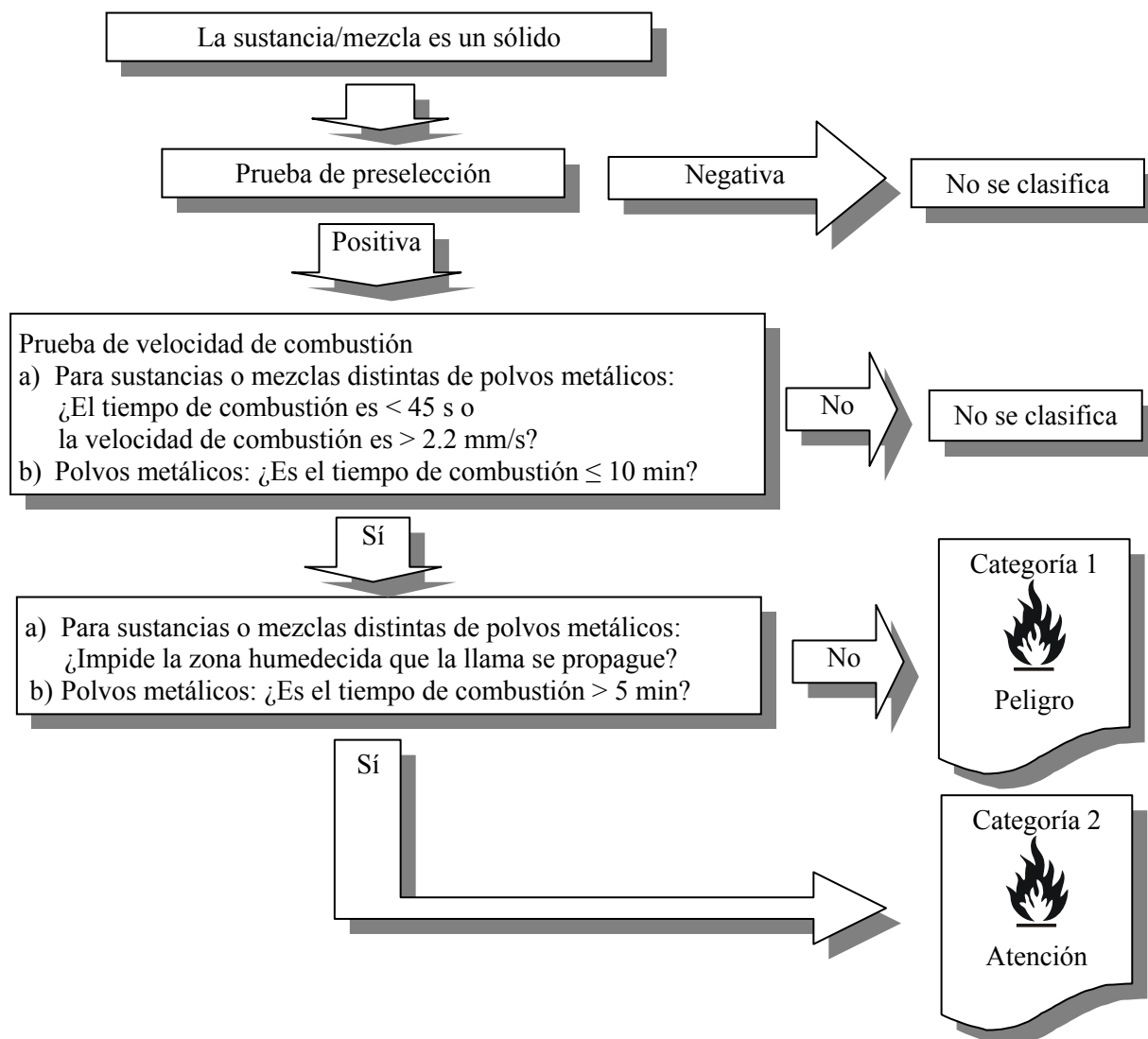
	<b>Categoría 1</b>	<b>Categoría 2</b>
<b>Símbolo</b>	Llama	Llama
<b>Palabra de advertencia</b>	Peligro	Atención
<b>Indicación de peligro</b>	Sólido inflamable	Sólido inflamable

### 2.7.4 Procedimiento de decisión

El procedimiento de decisión siguiente no forma parte del sistema armonizado de clasificación, pero figura aquí como orientación adicional. Se recomienda encarecidamente que la persona que se encargue de la clasificación estudie los criterios de clasificación antes y durante la aplicación de este procedimiento de decisión.

Para clasificar un sólido inflamable, deberá seguirse el método de prueba N.1 tal como se describe en la Parte III, subsección 33.2.1 de las *Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios*. El procedimiento consta de dos pruebas: una prueba de preselección y una de velocidad de combustión. La clasificación se hará con arreglo al procedimiento de decisión 2.7.

**Procedimiento de decisión 2.7 para sólidos inflamables**





## CAPÍTULO 2.8

### SUSTANCIAS Y MEZCLAS QUE REACCIONAN ESPONTÁNEAMENTE (AUTORREACTIVAS)

#### 2.8.1 Definiciones

2.8.1.1 Las *sustancias o mezclas que reaccionan espontáneamente* (sustancias o mezclas autorreactivas) son sustancias térmicamente inestables que pueden experimentar una descomposición exotérmica intensa incluso en ausencia de oxígeno (aire). Esta definición no incluye los peróxidos orgánicos ni las sustancias y mezclas clasificadas en el SGA como explosivas o comburentes.

2.8.1.2 Se considera que una sustancia que reacciona espontáneamente tiene características propias de los explosivos si en los ensayos de laboratorio puede detonar, deflagrar rápidamente o experimentar alguna reacción violenta cuando se calienta en condiciones de confinamiento.

#### 2.8.2 Criterios de clasificación

2.8.2.1 Toda sustancia o mezcla que reacciona espontáneamente deberá clasificarse en esta clase, a menos que:

- a) Sean explosivas, conforme a los criterios del capítulo 2.1 del SGA;
- b) Sean líquidos o sólidos comburentes, conforme a los criterios de los capítulos 2.13 o 2.14, salvo que se trate de mezclas de sustancias comburentes que contengan 5% o más de sustancias orgánicas combustibles en cuyo caso estarán sujetas al procedimiento de clasificación para las sustancias que reaccionan espontáneamente definido en la **NOTA** que figura al final de este párrafo;
- c) Sean peróxidos orgánicos conforme a los criterios del capítulo 2.15 del SGA;
- d) Su calor de descomposición sea inferior a 300 J/g; o
- e) Su temperatura de descomposición autoacelerada (TDAA) sea superior a 75 °C para un bulto de 50 kg.

**NOTA:** *Las mezclas de sustancias comburentes que cumplen los criterios de clasificación de esas sustancias y que contienen al menos 5% de sustancias orgánicas combustibles pero que no cumplen los criterios que se indican en los apartados a), c), d) o e) anteriores deberán someterse al procedimiento de clasificación de las sustancias que reaccionan espontáneamente;*

*Las mezclas que presenten las mismas propiedades que las sustancias que reaccionan espontáneamente de los tipos B a F (véase 2.8.2.2) deberán clasificarse como sustancias de esta clase.*

2.8.2.2 Las sustancias y mezclas que reaccionan espontáneamente se clasificarán en una de las siete categorías (tipos A a G) de esta clase, con arreglo a los principios siguientes:

- a) Toda sustancia o mezcla que pueda detonar o deflagrar rápidamente en su embalaje/envase, se definirá como **sustancia de reacción espontánea del TIPO A**;
- b) Toda sustancia o mezcla autorreactiva que tenga características propias de los explosivos y que no detone ni deflagre rápidamente en su embalaje/envase, pero pueda experimentar una explosión térmica en dicho embalaje/envase se definirá como **sustancia de reacción espontánea del TIPO B**;

- c) Toda sustancia o mezcla autorreactiva que tenga características propias de los explosivos y que no denote ni deflagre rápidamente en su embalaje/envase, y que no pueda experimentar una explosión térmica en dicho embalaje/envase, se definirá como **sustancia de reacción espontánea del TIPO C**;
- d) Toda sustancia o mezcla autorreactiva que en los ensayos de laboratorio:
  - i) detone parcialmente, pero no deflagre rápidamente ni reaccione violentamente al ser calentada en un espacio limitado; o
  - ii) no detone en absoluto, pero deflagre lentamente, sin reaccionar violentamente al ser calentada en un espacio limitado; o
  - iii) no detone ni deflagre en absoluto, pero reaccione moderadamente al ser calentada en un espacio limitado;se definirá como **sustancia de reacción espontánea del TIPO D**;
- e) Toda sustancia o mezcla autorreactiva que en los ensayos de laboratorio no detone ni deflagre en absoluto y reaccione débilmente, o no reaccione, al ser calentada en un espacio limitado se definirá como **sustancia de reacción espontánea del TIPO E**;
- f) Toda sustancia o mezcla autorreactiva que en los ensayos de laboratorio no detone en estado de cavitación ni deflagre en absoluto y reaccione débilmente, o no reaccione, al ser calentada en un espacio limitado, y cuya potencia de explosión sea baja o nula se definirá como **sustancia de reacción espontánea del TIPO F**;
- g) Toda sustancia o mezcla autorreactiva que en los ensayos de laboratorio no detone en estado de cavitación ni deflagre en absoluto y no reaccione al ser calentada en un espacio limitado, y cuya potencia de explosión sea nula, a condición de que el preparado de que se trate sea térmicamente estable (temperatura de descomposición autoacelerada de 60 °C a 75 °C en un bulto de 50 kg), y, que en las mezclas líquidas, el diluyente que se utilice para la insensibilización tenga un punto de ebullición superior o igual a 150 °C se definirá como **sustancia de reacción espontánea del TIPO G**. Si la mezcla no es térmicamente estable o si el diluyente que se usa para la insensibilización tiene un punto de ebullición inferior a 150 °C la mezcla se definirá como **sustancia de reacción espontánea del TIPO F**.

**NOTA 1:** *El Tipo G no tiene elementos de comunicación de peligro asignados, pero debería comprobarse si posee propiedades correspondientes a otras clases de peligro.*

**NOTA 2:** *Los tipos A a G pueden no ser necesarios en todos los sistemas.*

### **2.8.2.3 Criterios para la regulación de temperatura**

Las sustancias que reaccionan espontáneamente deberán someterse a una regulación de temperatura si su temperatura de descomposición autoacelerada (TDAA) es inferior o igual a 55° C. Los métodos de ensayo para determinar la TDAA y para deducir la temperatura de regulación y la temperatura crítica figuran en la parte II, sección 28, de las *Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios* de las Naciones Unidas. Para realizar el ensayo se tendrá en cuenta el tamaño y material del bulto.

### 2.8.3 Comunicación de peligro

En el capítulo 1.4 (*Comunicación de peligros: Etiquetado*) se hacen consideraciones generales y específicas sobre los requisitos de etiquetado. El anexo 2 contiene tablas resumen sobre clasificación y etiquetado. El anexo 3 contiene ejemplos de consejos de prudencia y pictogramas de precaución que pueden utilizarse con la aprobación de la autoridad competente.

**Tabla 2.8.1: Elementos que deben figurar en las etiquetas para sustancias y mezclas autorreactivas**

	<b>Tipo A</b>	<b>Tipo B</b>	<b>Tipos C y D</b>	<b>Tipos E y F</b>	<b>Tipo G<sup>a</sup></b>
<b>Símbolo</b>	Bomba explotando	Bomba explotando y llama	Llama	Llama	<i>Esta categoría de peligro no tiene elementos de etiqueta asignados</i>
<b>Palabra de advertencia</b>	Peligro	Peligro	Peligro	Atención	
<b>Indicación de peligro</b>	Puede explotar al calentarse	Puede incendiarse o explotar al calentarse	Puede incendiarse al calentarse	Puede incendiarse al calentarse	

<sup>a</sup> El tipo G no tiene elementos de comunicación de peligro asignados, pero debería comprobarse si posee propiedades correspondientes a otras clases de peligro.

### 2.8.4 Procedimiento de decisión e indicaciones complementarias

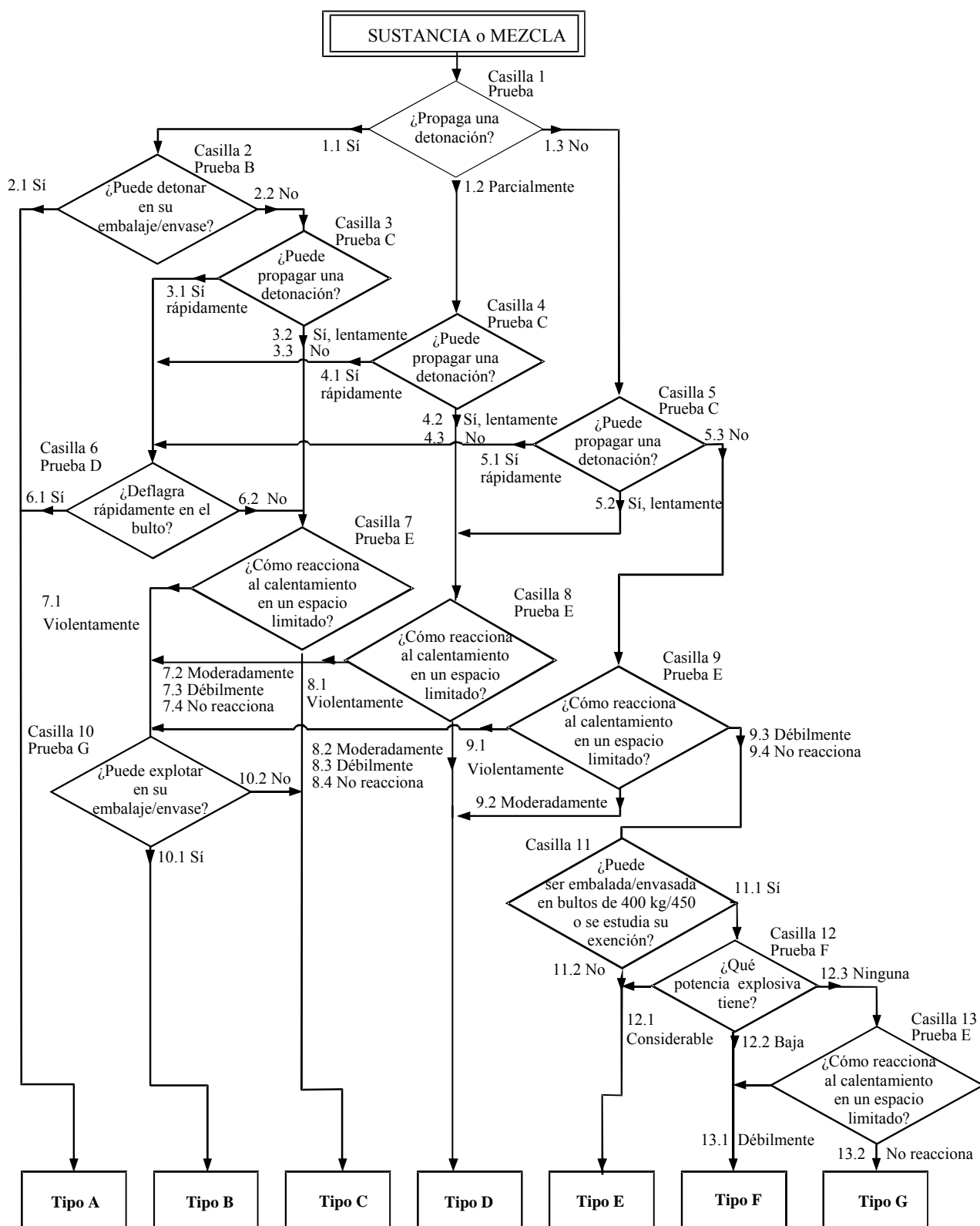
El procedimiento de decisión y las indicaciones complementarias siguientes no forman parte del sistema armonizado de clasificación, pero figuran aquí como orientación adicional. Se recomienda encarecidamente que la persona que se encargue de la clasificación estudie los criterios de clasificación antes y durante la aplicación de este procedimiento de decisión.

#### 2.8.4.1 Procedimiento de decisión

Para clasificar una sustancia o mezcla que reacciona espontáneamente deberían hacerse las series de pruebas A a H que se describen en la parte II de las *Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios*. La clasificación se hará con arreglo al procedimiento de decisión 2.8.

Las propiedades de las sustancias o mezclas que reaccionan espontáneamente que son decisivas para su clasificación deberían determinarse experimentalmente. Los métodos de prueba con los criterios pertinentes de evaluación figuran en las *Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios*, parte II (series de pruebas A a H).

**Procedimiento de decisión 2.8 para sustancias y mezclas de reacción espontánea**



#### **2.8.4.2**      ***Indicaciones complementarias***

No será necesario aplicar los procedimientos de clasificación de las sustancias y mezclas de reacción espontánea cuando:

- a) En la molécula no exista ningún grupo químico asociado a propiedades explosivas o de calentamiento espontáneo; ejemplos de esos grupos figuran en las tablas A6.1 y A6.2 del apéndice 6 de las *Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios*; o
- b) En una sustancia orgánica o en una mezcla homogénea de sustancias orgánicas, la TDAA calculada sea superior a 75 °C o la energía de descomposición exotérmica sea inferior a 300 J/g. La temperatura de comienzo y la energía de descomposición se pueden calcular mediante una técnica calorimétrica adecuada (véase parte II, subsección 20.3.3.3 de las *Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios*).



## CAPÍTULO 2.9

### LÍQUIDOS PIROFÓRICOS

#### 2.9.1 Definición

*Líquido pirofórico* es un líquido que, aun en pequeñas cantidades, se inflama al cabo de cinco minutos de entrar en contacto con el aire.

#### 2.9.2 Criterios de clasificación

Los líquidos pirofóricos se clasificarán en la única categoría de esta clase de conformidad con la prueba N.3 de la Parte III, subsección 33.3.1.5 de las *Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios*, con arreglo a la tabla siguiente:

**Tabla 2.9.1: Criterios de clasificación para los líquidos pirofóricos**

Categoría	Criterios
1	El líquido se inflama en menos de 5 min. cuando se le incorpora a un soporte inerte y se le expone al aire, o cuando se vierte sobre un papel de filtro, provoca la carbonización o inflamación del mismo en menos de 5 min.

#### 2.9.3 Comunicación de peligro

En el capítulo 1.4 (*Comunicación de peligros: Etiquetado*) se hacen consideraciones generales y específicas sobre los requisitos de etiquetado. El anexo 2 contiene tablas resumen sobre clasificación y etiquetado. El anexo 3 contiene ejemplos de consejos de prudencia y pictogramas de precaución que pueden utilizarse con la aprobación de la autoridad competente.

**Tabla 2.9.2: Elementos que deben figurar en las etiquetas para líquidos pirofóricos**

	Categoría 1
<b>Símbolo</b>	Llama
<b>Palabra de advertencia</b>	Peligro
<b>Indicación de peligro</b>	Se inflama espontáneamente en contacto con el aire

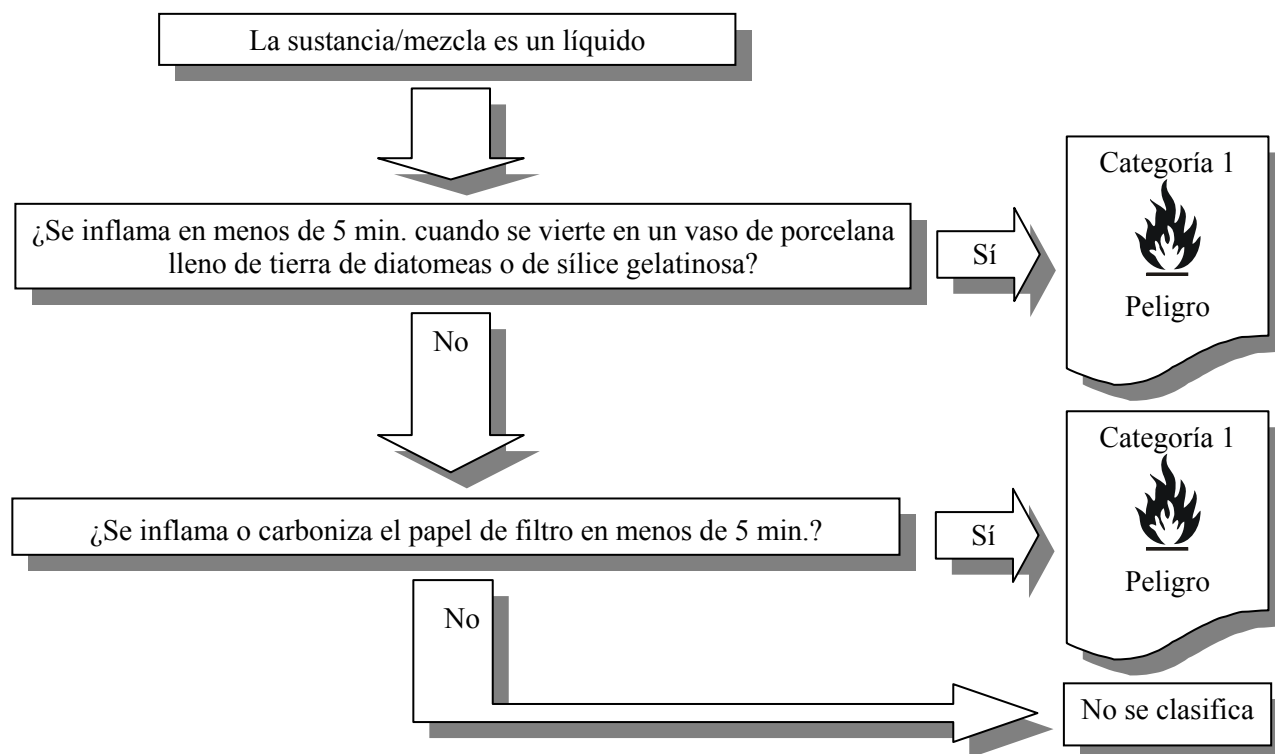
#### 2.9.4 Procedimiento de decisión e indicaciones complementarias

El procedimiento de decisión y las indicaciones complementarias siguientes no forman parte del sistema de clasificación armonizado, pero figuran aquí como orientación adicional. Se recomienda encarecidamente que la persona que se encargue de la clasificación estudie los criterios de clasificación antes y durante la aplicación de este procedimiento de decisión.

### 2.9.4.1 Procedimiento de decisión

Para clasificar un líquido pirofórico debe recurrirse al método de prueba N.3 tal como se describe en la Parte III, subsección 33.3.1.5 de las *Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios*. El procedimiento consta de dos pasos. La clasificación se hará con arreglo al procedimiento de decisión 2.9.

#### Procedimiento de decisión 2.9 para líquidos pirofóricos



### 2.9.4.2 Indicaciones complementarias

No será necesario aplicar el procedimiento de clasificación de los líquidos pirofóricos cuando la experiencia en su producción o manejo muestre que la sustancia o mezcla no se inflama espontáneamente en contacto con el aire a temperaturas normales (es decir, se sabe que la sustancia es estable a temperatura ambiente durante períodos de tiempo prolongados (días)).

## CAPÍTULO 2.10

### SÓLIDOS PIROFÓRICOS

#### 2.10.1 Definición

Un *sólido pirofórico* es un sólido que, aun en pequeñas cantidades, se inflama al cabo de cinco minutos de entrar en contacto con el aire.

#### 2.10.2 Criterios de clasificación

Los sólidos pirofóricos se clasifican en la única categoría de esta clase de conformidad con la prueba N.2 de la Parte III, subsección 33.3.1.4 de las *Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios*, con arreglo a la tabla siguiente:

**Tabla 2.10.1: Criterios de clasificación para sólidos pirofóricos**

Categoría	Criterios
<b>1</b>	El sólido se inflama en menos de 5 min. al entrar en contacto con el aire.

**NOTA:** *Los ensayos para la clasificación de sustancias o mezclas sólidas deberán hacerse en la forma en que éstas se presentan. Si, por ejemplo, con fines de comercialización o transporte, el mismo producto se presenta en una forma física diferente de aquella en la que ha sido ensayado y se considera que esto puede provocar una alteración notable de su comportamiento durante el ensayo de clasificación, la sustancia en su nueva forma deberá ser sometida a ensayo.*

#### 2.10.3 Comunicación de peligro

En el capítulo 1.4 (*Comunicación de peligros: Etiquetado*) se hacen consideraciones generales y específicas sobre los requisitos de etiquetado. El anexo 2 contiene tablas resumen sobre clasificación y etiquetado. El anexo 3 contiene ejemplos de consejos de prudencia y pictogramas de precaución que pueden utilizarse con la aprobación de la autoridad competente.

**Tabla 2.10.2: Elementos que deben figurar en las etiquetas para sólidos pirofóricos**

	<b>Categoría 1</b>
<b>Símbolo</b>	Llama
<b>Palabra de advertencia</b>	Peligro
<b>Indicación de peligro</b>	Se inflama espontáneamente en contacto con el aire

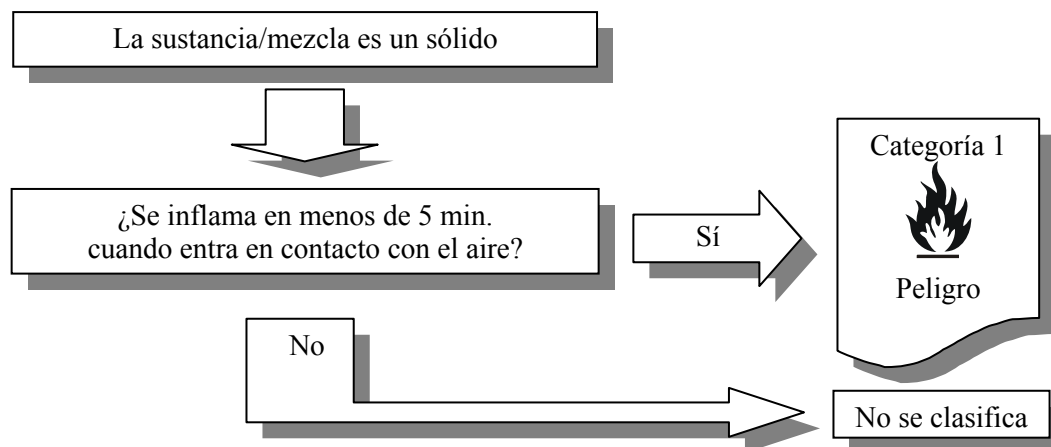
#### 2.10.4 Procedimiento de decisión e indicaciones complementarias

El procedimiento de decisión y las indicaciones complementarias siguientes no forman parte del sistema de clasificación armonizado, pero figuran aquí como orientación adicional. Se recomienda encarecidamente que la persona que se encargue de la clasificación estudie los criterios de clasificación antes y durante la aplicación de este procedimiento de decisión.

#### 2.10.4.1 Procedimiento de decisión

Para clasificar un sólido pirofórico se recurrirá al método de prueba N.2 tal como se describe en la parte III, subsección 33.3.1.4, de las *Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios*. La clasificación se hará con arreglo al procedimiento de decisión 2.10.

#### Procedimiento de decisión 2.10 para sólidos pirofóricos



#### 2.10.4.2 Indicaciones complementarias

No será necesario aplicar el procedimiento de clasificación de los sólidos pirofóricos cuando la experiencia en su producción o manejo muestre que la sustancia o mezcla no se inflama espontáneamente en contacto con el aire a una temperatura normal (es decir, se sabe que la sustancia es estable a temperatura ambiente durante períodos de tiempo prolongados (días)).

## CAPÍTULO 2.11

### SUSTANCIAS Y MEZCLAS QUE EXPERIMENTAN CALENTAMIENTO ESPONTÁNEO

#### 2.11.1 Definición

Una *sustancia o mezcla que experimenta calentamiento espontáneo* es una sustancia o mezcla sólida o líquida, distinta de un líquido o sólido pirofórico, que puede calentarse espontáneamente en contacto con el aire sin aporte de energía; esta sustancia o mezcla difiere de un líquido o sólido pirofórico en que sólo se inflama cuando está presente en grandes cantidades (kg) y después de un largo período de tiempo (horas o días).

**NOTA:** *El calentamiento espontáneo que experimentan algunas sustancias o mezclas y que da lugar a que entren en combustión espontánea se debe a que reaccionan con el oxígeno del aire y a que el calor generado no se disipa en el ambiente con suficiente rapidez. La combustión espontánea se produce cuando la producción de calor es más rápida que su pérdida y se alcanza la temperatura de inflamación espontánea.*

#### 2.11.2 Criterios de clasificación

2.11.2.1 Una sustancia o mezcla se clasificará como una sustancia que experimenta combustión espontánea si, en las pruebas realizadas conforme al método que figura en la parte III, subsección 33.3.1.6, de las *Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios*:

- a) Se obtiene un resultado positivo en un ensayo efectuado con una muestra cúbica de 25 mm de lado a 140 °C;
- b) Se obtiene un resultado positivo en un ensayo efectuado con una muestra cúbica de 100 mm de lado a 140 °C y un resultado negativo con una muestra cúbica de 100 mm de lado a 120 °C y la sustancia ha de ser embalada/envasada en bultos cuyo volumen supera 3 m<sup>3</sup>;
- c) Se obtiene un resultado positivo en un ensayo efectuado con una muestra cúbica de 100 mm de lado a 140 °C y un resultado negativo con una muestra cúbica de 100 mm de lado a 100 °C y la sustancia ha de ser embalada/envasada en bultos cuyo volumen supera 450 l;
- d) Se obtiene un resultado positivo con una muestra cúbica de 100 mm de lado a 140 °C y un resultado positivo con una muestra cúbica de 100 mm de lado a 100 °C.

2.11.2.2 Una sustancia o mezcla que se calienta espontáneamente se clasifica en una de las dos categorías de esta clase si, en las pruebas hechas de conformidad con el método de prueba N.4 de la parte III, subsección 33.3.1.6 de las *Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios*, el resultado cumple los criterios que se indican en la tabla 2.11.1.

**Tabla 2.11.1: Criterios de clasificación para sustancias y mezclas que experimentan calentamiento espontáneo**

Categoría	Criterios
1	Se obtiene un resultado positivo en un ensayo efectuado con una muestra cúbica de 25 mm de lado a 140 °C;
2	a) Se obtiene un resultado positivo en un ensayo efectuado con una muestra cúbica de 100 mm de lado a 140 °C; y un resultado negativo con una muestra cúbica de 25 mm de lado a 140 °C y la sustancia ha de ser embalada/envasada en bultos cuyo volumen supera 3 m <sup>3</sup> ; o b) Se obtiene un resultado positivo en un ensayo efectuado con una muestra cúbica de 100 mm de lado a 140 °C, un resultado negativo con una muestra cúbica de 25 mm de lado a 140 °C, y un resultado positivo con una muestra cúbica de 100 mm de lado a 120 °C y la sustancia ha de ser embalada/envasada en bultos cuyo volumen supera 450 l; o c) Se obtiene un resultado positivo en un ensayo con una muestra cúbica de 100 mm de lado a 140 °C, un resultado negativo con una muestra cúbica de 25 mm de lado a 140 °C, y un resultado positivo con una muestra cúbica de 100 mm a 100 °C.

**NOTA 1:** Los ensayos para la clasificación de sustancias o mezclas sólidas, deberán hacerse en la forma en que estas se presentan. Si, por ejemplo, con fines de comercialización o transporte, el mismo producto se presenta en una forma física diferente de aquella en la que ha sido ensayado y se considera que esto puede provocar una alteración notable de su comportamiento durante el ensayo de clasificación, la sustancia en su nueva forma deberá ser sometida a ensayo.

**NOTA 2:** Los criterios se basan en la temperatura de inflamación espontánea del carbón vegetal, que es de 50 °C para una muestra cúbica de 27 m<sup>3</sup>. Las sustancias y mezclas con una temperatura de inflamación espontánea superior a 50 °C para una muestra cúbica de 27 m<sup>3</sup> no deberán asignarse a esta clase de peligro. Las sustancias y mezclas con una temperatura de inflamación espontánea superior a 50 °C para un volumen de 450 l no deberán asignarse a la Categoría 1 de esta clase.

### 2.11.3 Comunicación de peligro

En el capítulo 1.4 (*Comunicación de peligros: Etiquetado*) se hacen consideraciones generales y específicas sobre los requisitos de etiquetado. El anexo 2 contiene tablas resumen sobre clasificación y etiquetado. El anexo 3 contiene ejemplos de consejos de prudencia y pictogramas de precaución que pueden utilizarse con la aprobación de la autoridad competente.

**Tabla 2.11.2: Elementos que deben figurar en las etiquetas para sustancias y mezclas que experimentan calentamiento espontáneo**

	Categoría 1	Categoría 2
<b>Símbolo</b>	Llama	Llama
<b>Palabra de advertencia</b>	Peligro	Atención
<b>Indicación de peligro</b>	Se calienta espontáneamente; puede inflamarse	Se calienta espontáneamente en grandes cantidades; puede inflamarse

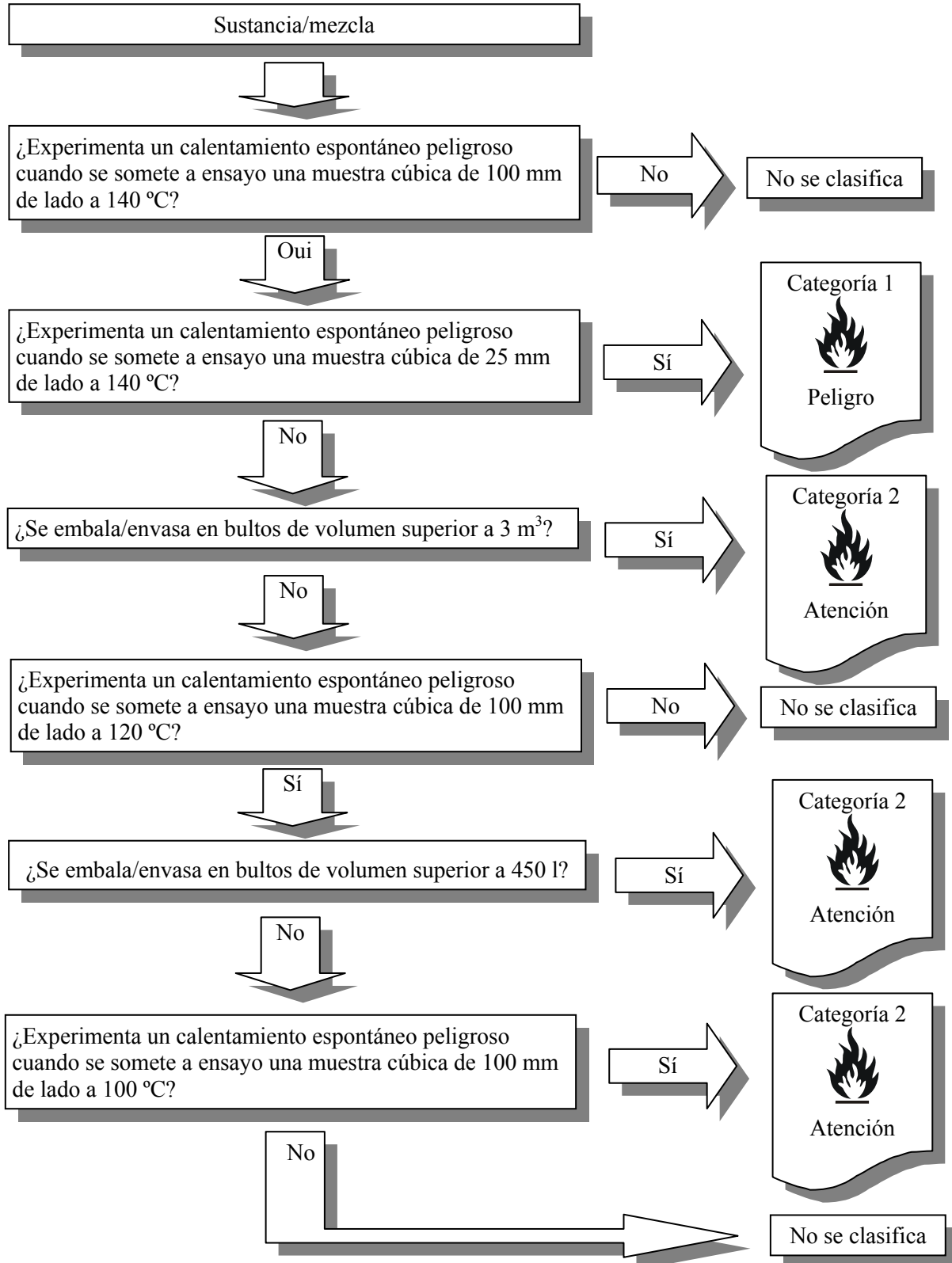
### 2.11.4 Procedimiento de decisión e indicaciones complementarias

El procedimiento de decisión y las indicaciones complementarias siguientes no forman parte del sistema de clasificación armonizado, pero figuran aquí como orientación adicional. Se recomienda encarecidamente que la persona que se encargue de la clasificación estudie los criterios de clasificación antes y durante la aplicación de este procedimiento de decisión.

**2.11.4.1 Procedimiento de decisión**

Para clasificar una sustancia o mezcla que experimenta calentamiento espontáneo, se recurrirá al método de prueba N.4 que figura en la Parte III, subsección 33.3.1.6 de las *Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios*. La clasificación se hará con arreglo al procedimiento de decisión 2.11 siguiente.

**Procedimiento de decisión 2.11 para sustancias o mezclas que experimentan calentamiento espontáneo**



#### 2.11.4.2 *Indicaciones complementarias*

No será necesario aplicar el procedimiento de clasificación de sustancias o mezclas que experimentan calentamiento espontáneo si puede establecerse una correlación apropiada entre los resultados del ensayo de preselección y los del ensayo de clasificación, y se aplica el margen de seguridad adecuado. He aquí algunos ejemplos de ensayos de selección:

- a) El ensayo del horno Grewer (Directriz VDI 2263, parte I, 1990, *Test Methods for the Determination of the Safety Characteristics of Dusts*) con una temperatura de inicio de 80 K por encima de la temperatura de referencia para un volumen de 1 l;
- b) El ensayo de preselección para sustancias pulverulentas a granel (Gibson, N. Harper, D.J. Rogers, R. *Evaluation of the fire and explosion risks in drying powders, Plant Operation Progress*, 4(3), 181-189, 1985) con una temperatura de inicio de 60 K por encima de la temperatura de referencia para un volumen de 1 l.

## CAPÍTULO 2.12

### SUSTANCIAS Y MEZCLAS QUE, EN CONTACTO CON EL AGUA, DESPRENDEN GASES INFLAMABLES

#### 2.12.1 Definición

Las *sustancias o mezclas que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables* son sustancias o mezclas sólidas o líquidas que, por interacción con el agua, tienden a volverse espontáneamente inflamables o a desprender gases inflamables en cantidades peligrosas.

#### 2.12.2 Criterios de clasificación

Una sustancia o mezcla que en contacto con el agua desprende gases inflamables se clasificará en una de las tres categorías de esta clase de conformidad con la prueba N.5 de la parte III, subsección 33.4.1.4 de las *Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios*, con arreglo a la tabla siguiente:

**Tabla 2.12.1: Criterios de clasificación para sustancias y mezclas que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables**

Categoría	Criterios
1	Toda sustancia o mezcla que, a la temperatura ambiente, reacciona con gran intensidad en contacto con el agua y desprende gases que, por lo general, tienden a inflamarse espontáneamente, o que a la temperatura ambiente reacciona rápidamente en contacto con el agua de tal forma que el régimen de emanación de gas inflamable es igual o superior a 10 litros por kilogramo de sustancia en el espacio de un minuto.
2	Toda sustancia o mezcla que, a la temperatura ambiente, reacciona rápidamente en contacto con el agua de modo que el régimen máximo de emanación de gas inflamable es igual o superior a 20 litros por kilogramo de sustancia por hora, y no cumple los criterios de la Categoría 1.
3	Toda sustancia o mezcla que, a la temperatura ambiente, reacciona lentamente en contacto con el agua de modo que el régimen máximo de emanación de gas inflamable es igual o superior a 1 litro por kilogramo de sustancia por hora, y no cumple los criterios de las Categorías 1 y 2.

**NOTA 1:** *Una sustancia o mezcla se clasificará en la categoría de aquellas que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables si se produce inflamación espontánea en cualquier fase del ensayo.*

**NOTA 2:** *Los ensayos para la clasificación de sustancias o mezclas sólidas deberán efectuarse con la sustancia o mezcla tal como se presenta. Si, por ejemplo, con fines de comercialización o transporte, el mismo producto se presenta en una forma física diferente de aquella en la que ha sido ensayado y se considera que esto puede provocar una alteración notable de su comportamiento durante el ensayo de clasificación, la sustancia en su nueva forma deberá ser sometida a ensayo.*

#### 2.12.3 Comunicación de peligro

En el capítulo 1.4 (*Comunicación de peligros: Etiquetado*) se hacen consideraciones generales y específicas sobre los requisitos de etiquetado. El anexo 2 contiene tablas resumen sobre clasificación y etiquetado. El anexo 3 contiene ejemplos de consejos de prudencia y pictogramas de precaución que pueden utilizarse con la aprobación de la autoridad competente.

**Tabla 2.12.2: Elementos que deben figurar en las etiquetas para sustancias y mezclas que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables**

	<b>Categoría 1</b>	<b>Categoría 2</b>	<b>Categoría 3</b>
<b>Símbolo</b>	Llama	Llama	Llama
<b>Palabra de advertencia</b>	Peligro	Peligro	Atención
<b>Indicación de peligro</b>	En contacto con el agua desprende gases inflamables que pueden inflamarse espontáneamente	En contacto con el agua desprende gases inflamables	En contacto con el agua desprende gases inflamables

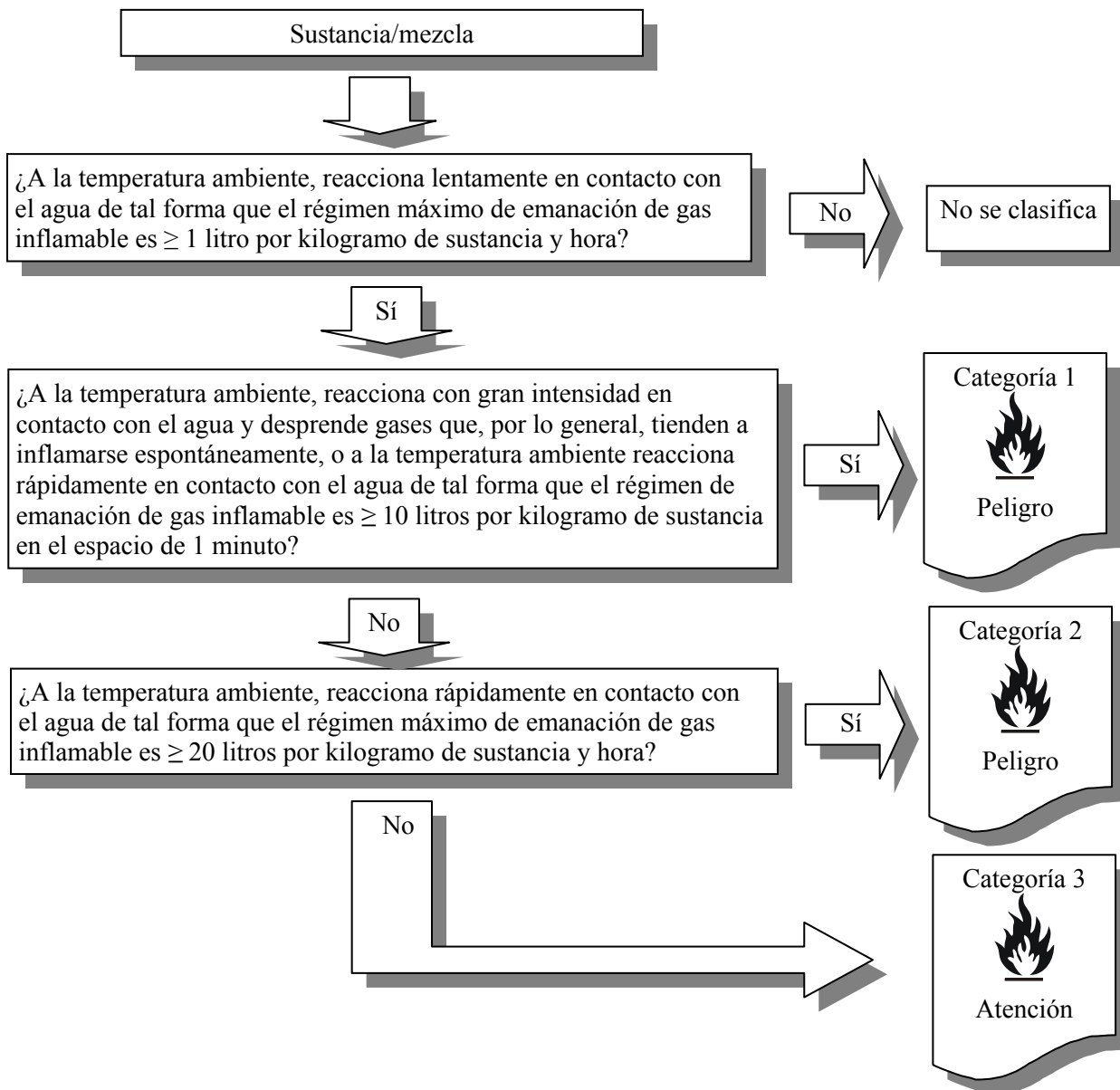
#### **2.12.4 Procedimiento de decisión e indicaciones complementarias**

El procedimiento de decisión y las indicaciones complementarias siguientes no forman parte del sistema de clasificación armonizado, pero figuran aquí como orientación adicional. Se recomienda encarecidamente que la persona que se encargue de la clasificación estudie los criterios de clasificación antes y durante la aplicación de este procedimiento de decisión.

##### **2.12.4.1 Procedimiento de decisión**

Para clasificar una sustancia o mezcla que en contacto con el agua desprende gases inflamables se efectuará la prueba N.5 tal como se describe en la parte III, subsección 33.4.1.4 de las *Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios*. La clasificación se hará con arreglo al procedimiento de decisión 2.12.

**Procedimiento de decisión 2.12 para sustancias y mezclas que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables**



**2.12.4.2 Indicaciones complementarias**

No será necesario aplicar el procedimiento de clasificación en esta clase si:

- La estructura química de la sustancia o mezcla no contiene metales ni metaloides; o
- La experiencia en su producción o manejo muestra que la sustancia o mezcla no reacciona con el agua, por ejemplo cuando se fabrica o se lava con agua; o
- Se sabe que la sustancia es soluble en agua y forma una mezcla estable.



## CAPÍTULO 2.13

### LÍQUIDOS COMBURENTES

#### 2.13.1 Definición

Un *líquido comburente* es un líquido que, sin ser necesariamente combustible en sí, puede, por lo general al desprender oxígeno, provocar o favorecer la combustión de otras sustancias.

#### 2.13.2 Criterios de clasificación

Un líquido comburente se clasificará en una de las tres categorías de esta clase de conformidad con la prueba O.2 de la parte III, subsección 34.4.2 de las *Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios*, con arreglo a la tabla siguiente:

**Tabla 2.13.1: Criterios de clasificación para líquidos comburentes**

Categoría	Criterios
<b>1</b>	Toda sustancia líquida o mezcla que, mezclada con celulosa en una proporción 1:1 (en masa) se inflama espontáneamente; o tiene un tiempo medio de aumento de presión que es inferior o igual al de una mezcla de ácido perclórico al 50% y celulosa en la proporción 1:1 (en masa).
<b>2</b>	Toda sustancia líquida o mezcla que, mezclada con celulosa en una proporción 1:1 (en masa) tiene un tiempo medio de aumento de presión que es inferior o igual al de una mezcla de clorato de sodio en disolución acuosa al 40% y celulosa en la proporción 1:1 (en masa) y no cumple los criterios de la Categoría 1.
<b>3</b>	Toda sustancia o mezcla que, mezclada con celulosa en una proporción 1:1 (en masa) tiene un tiempo medio de aumento de presión que es inferior o igual al de una mezcla de ácido nítrico en disolución acuosa al 65% y celulosa en la proporción 1:1 (en masa) y no cumple los criterios de las Categorías 1 y 2.

#### 2.13.3 Comunicación de peligro

En el capítulo 1.4 (*Comunicación de peligros: Etiquetado*) se hacen consideraciones generales y específicas sobre los requisitos de etiquetado. El anexo 2 contiene tablas resumen sobre clasificación y etiquetado. El anexo 3 contiene ejemplos de consejos de prudencia y pictogramas de precaución que pueden utilizarse con la aprobación de la autoridad competente.

**Tabla 2.13.2: Elementos que deben figurar en las etiquetas para líquidos comburentes**

	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3
<b>Símbolo</b>	Llama sobre círculo	Llama sobre círculo	Llama sobre círculo
<b>Palabra de advertencia</b>	Peligro	Peligro	Atención
<b>Indicación de peligro</b>	Puede provocar un incendio o una explosión; muy comburente	Puede agravar un incendio; comburente	Puede agravar un incendio; comburente

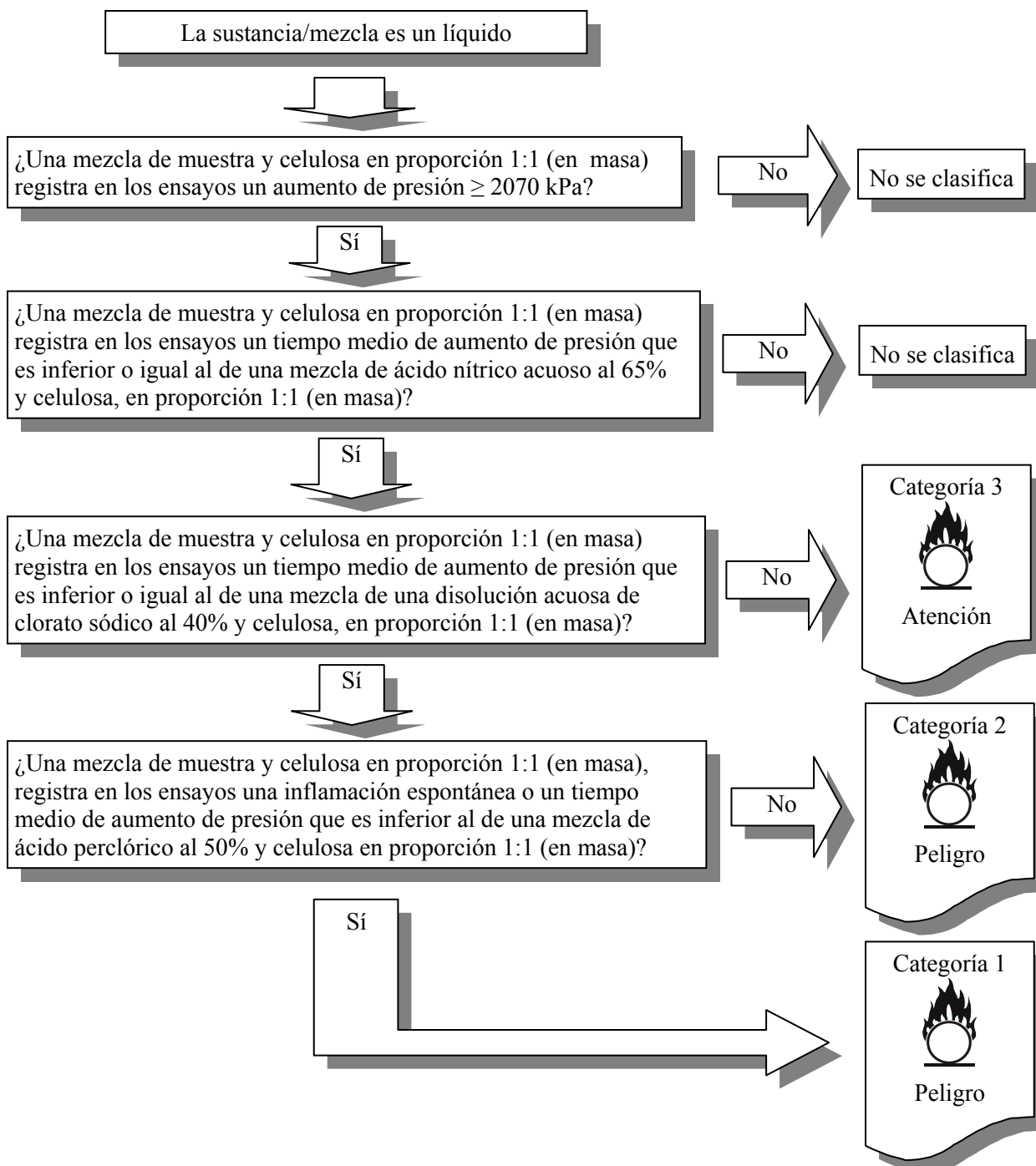
### 2.13.4 Procedimiento de decisión e indicaciones complementarias

El procedimiento de decisión y las indicaciones complementarias siguientes no forman parte del sistema de clasificación armonizado, pero figuran aquí como orientación adicional. Se recomienda encarecidamente que la persona que se encargue de la clasificación estudie los criterios de clasificación antes y durante la aplicación de este procedimiento de decisión.

#### 2.13.4.1 Procedimiento de decisión

Para clasificar un líquido comburente se recurrirá al método de prueba O.2 tal como se describe en la parte III, subsección 34.4.2 de las *Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios*. La clasificación se hará con arreglo al procedimiento de decisión 2.13.

#### Procedimiento de decisión 2.13 para líquidos comburentes



#### **2.13.4.2 Indicaciones complementarias**

2.13.4.2.1 Para la clasificación de una sustancia en esta clase, se considerará como un elemento adicional relevante la experiencia adquirida en el manejo y uso de la sustancia en cuestión cuando ésta indique que dicha sustancia es comburente. Cuando surjan divergencias entre los resultados de los ensayos y la experiencia acumulada, prevalecerá esta última.

2.13.4.2.2 En algunas sustancias o mezclas, puede generarse un incremento de presión (demasiado fuerte o demasiado débil), provocado por reacciones químicas que no guardan relación con las propiedades comburentes de la sustancia o mezcla. En esos casos, puede ser necesario repetir la prueba descrita en la parte III, subsección 34.4.2 de las *Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios*, con una sustancia inerte (kieselguhr, por ejemplo) en lugar de celulosa, para poder aclarar la índole de la reacción.

2.13.4.2.3 No será necesario aplicar a las sustancias orgánicas o sus mezclas el procedimiento de clasificación en esta clase si:

- a) La sustancia o mezcla no contiene oxígeno, flúor o cloro; o
- b) La sustancia o mezcla contiene oxígeno, flúor o cloro y estos elementos sólo están ligados químicamente al carbono o al hidrógeno.

2.13.4.2.4 Para sustancias o mezclas inorgánicas, no será necesario aplicar el procedimiento de clasificación en esta clase si no contienen átomos de oxígeno o halógenos.



## CAPÍTULO 2.14

### SÓLIDOS COMBURENTES

#### 2.14.1 Definición

Un *sólido comburente* es un sólido que, sin ser necesariamente combustible en sí, puede, por lo general al desprender oxígeno, provocar o favorecer la combustión de otras sustancias.

#### 2.14.2 Criterios de clasificación

Un sólido comburente se clasificará en una de las tres categorías de esta clase mediante la prueba O.1 de la parte III, subsección 34.4.1 de las *Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios*, con arreglo a la tabla siguiente:

**Tabla 2.14.1: Criterios de clasificación para sólidos comburentes**

Categoría	Criterios
<b>1</b>	Toda sustancia o mezcla que, mezclada con celulosa en la proporción 4:1 o 1:1 (en masa) tiene un tiempo medio de combustión inferior al de una mezcla de bromato de potasio y celulosa en proporción 3:2 (en masa).
<b>2</b>	Toda sustancia o mezcla que, mezclada con celulosa en la proporción 4:1 o 1:1 (en masa) tiene un tiempo medio de combustión igual o inferior al de una mezcla de bromato de potasio y celulosa en proporción 2:3 (en masa) y que no cumple los criterios de la Categoría 1.
<b>3</b>	Toda sustancia o mezcla que, mezclada con celulosa en la proporción 4:1 o 1:1 (en masa) tiene un tiempo medio de combustión igual o inferior al de una mezcla de bromato de potasio y celulosa en proporción de 3:7 (en masa) y que no cumple los criterios de las Categorías 1 y 2.

**NOTA 1:** *Algunos sólidos comburentes también pueden presentar peligro de explosión en determinadas condiciones (por ejemplo, cuando se almacenan en grandes cantidades). Así, pues, algunos tipos de nitrato de amonio pueden ocasionar un peligro de explosión en condiciones extremas, y la "Prueba de resistencia a la detonación (Código BC<sup>1</sup>, anexo 3, prueba 5) podrá utilizarse para evaluar este peligro. Deberán hacerse las oportunas observaciones en la ficha de datos de seguridad.*

**NOTA 2:** *Los ensayos para la clasificación de sustancias o mezclas sólidas, deberán efectuarse con la sustancia o mezcla tal como se presenta. Si, por ejemplo, con fines de comercialización o transporte, el mismo producto se presenta en una forma física diferente de aquella en la que ha sido ensayado y se considera que esto puede provocar una alteración notable de su comportamiento durante el ensayo de clasificación, la sustancia en su nueva forma deberá ser sometida a ensayo.*

#### 2.14.3 Comunicación de peligro

En el capítulo 1.4 (*Comunicación de peligros: Etiquetado*) se hacen consideraciones generales y específicas sobre los requisitos de etiquetado. El anexo 2 contiene tablas resumen sobre clasificación y etiquetado. El anexo 3 contiene ejemplos de consejos de prudencia y pictogramas de precaución que pueden utilizarse con la aprobación de la autoridad competente.

<sup>1</sup> Código de prácticas de seguridad para la carga sólida a granel, OMI, 2005.

**Tabla 2.14.2: Elementos que deben figurar en las etiquetas para sólidos comburentes**

	<b>Categoría 1</b>	<b>Categoría 2</b>	<b>Categoría 3</b>
<b>Símbolo</b>	Llama sobre círculo	Llama sobre círculo	Llama sobre círculo
<b>Palabra de advertencia</b>	Peligro	Peligro	Atención
<b>Indicación de peligro</b>	Puede provocar un incendio o una explosión; muy comburente	Puede agravar un incendio; comburente	Puede agravar un incendio; comburente

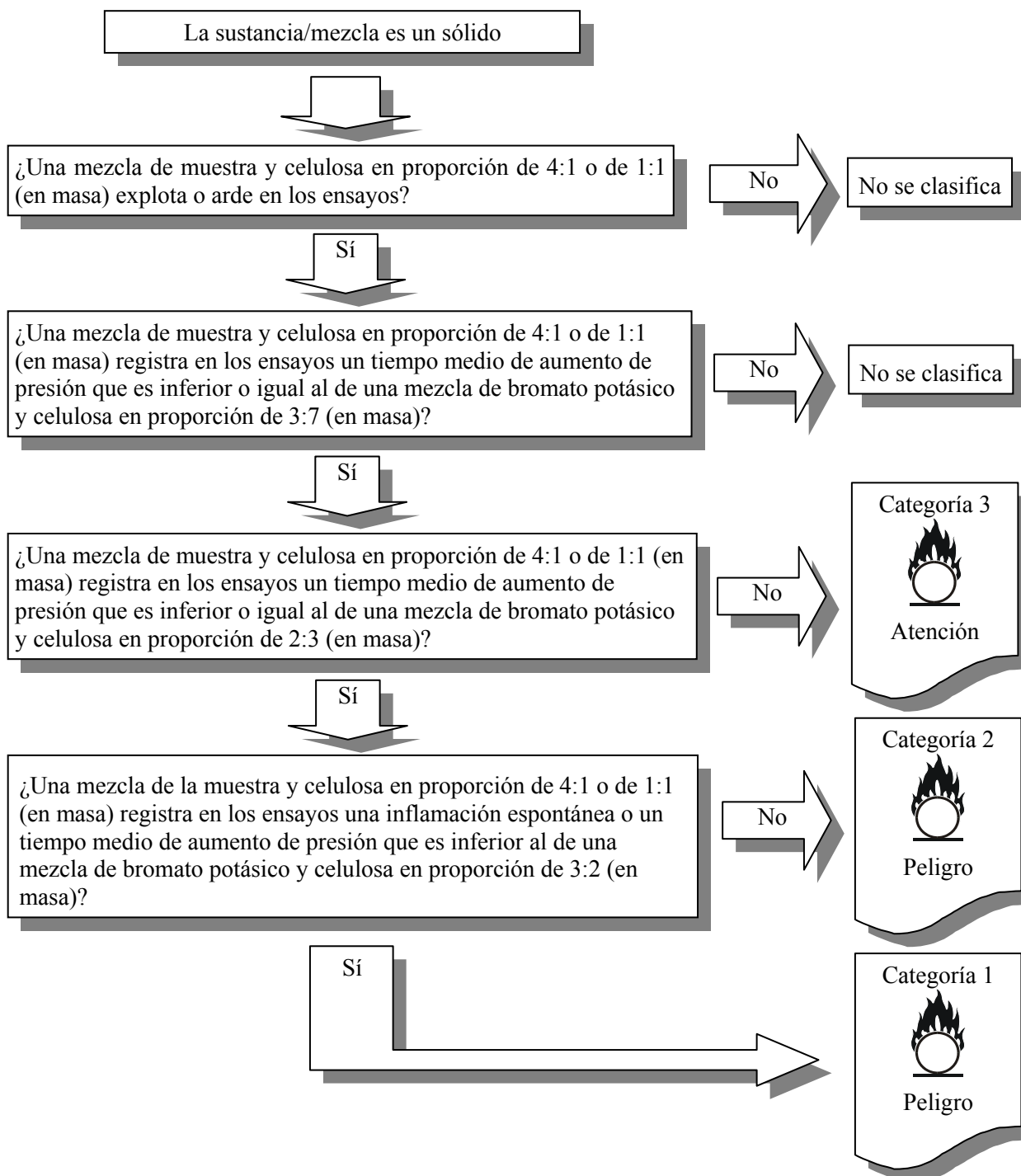
#### **2.14.4 Procedimiento de decisión e indicaciones complementarias**

El procedimiento de decisión y las indicaciones complementarias siguientes no forman parte del sistema de clasificación armonizado, pero figuran aquí como orientación adicional. Se recomienda encarecidamente que la persona que se encargue de la clasificación estudie los criterios de clasificación antes y durante la aplicación de este procedimiento de decisión.

##### **2.14.4.1 Procedimiento de decisión**

Para clasificar un sólido comburente se recurrirá al método de prueba O.1 tal como se describe en la Parte III, subsección 34.4.1 de las *Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios*. La clasificación se hará con arreglo al procedimiento de decisión 2.14.

**Procedimiento de decisión 2.14 para sólidos comburentes**



**2.14.4.2      *Indicaciones complementarias***

2.14.4.2.1      Para la clasificación de una sustancia en esta clase se considerará como un elemento adicional relevante la experiencia adquirida en el manejo y uso de la sustancia en cuestión cuando ésta indique que dicha sustancia es comburente. Cuando surjan divergencias entre los resultados de los ensayos y la experiencia acumulada, prevalecerá esta última.

2.14.4.2.2      No será necesario aplicar a las sustancias o mezclas orgánicas el procedimiento de clasificación en esta clase si:

- a)      La sustancia o mezcla no contiene oxígeno, flúor o cloro; o
- b)      La sustancia o mezcla contiene oxígeno, flúor o cloro y estos elementos sólo están ligados químicamente al carbono o al hidrógeno.

2.14.4.2.3      No será necesario aplicar a sustancias o mezclas inorgánicas el procedimiento de clasificación en esta clase si no contienen átomos de oxígeno o halógenos.

## CAPÍTULO 2.15

### PERÓXIDOS ORGÁNICOS

#### 2.15.1 Definición

2.15.1.1 Los *peróxidos orgánicos* son sustancias orgánicas líquidas o sólidas que contienen la estructura bivalente -O-O- y pueden considerarse derivados del peróxido de hidrógeno, en el que uno o ambos átomos de hidrógeno han sido sustituidos por radicales orgánicos. El término también comprende preparados (mezclas) de peróxidos orgánicos. Los peróxidos orgánicos son sustancias o mezclas térmicamente inestables, que pueden sufrir una descomposición exotérmica autoacelerada. Además, pueden tener una o varias de las propiedades siguientes:

- a) ser susceptibles de experimentar una descomposición explosiva;
- b) arder rápidamente;
- c) ser sensibles a los choques o a la fricción;
- d) reaccionar peligrosamente con otras sustancias.

2.15.1.2 Se considerará que un peróxido orgánico tiene propiedades explosivas cuando, en un ensayo de laboratorio, el preparado puede detonar, deflagrar rápidamente o mostrar un efecto violento cuando se calienta en un espacio limitado.

#### 2.15.2 Criterios de clasificación

2.15.2.1 Los peróxidos orgánicos se someterán al procedimiento de clasificación en esta clase, a menos que el preparado contenga:

- a) No más de 1,0 % de oxígeno disponible y no más del 1,0 % de peróxido de hidrógeno; o
- b) No más de 0,5% de oxígeno disponible y más de 1,0 % pero no más de 7,0 % de peróxido de hidrógeno.

**NOTA:** *El contenido de oxígeno activo (%) de un preparado de peróxido orgánico viene dado por la fórmula:*

$$16 \times \sum_i^n \left( \frac{n_i \times c_i}{m_i} \right)$$

donde:  $n_i$  = número de grupos peroxi por molécula del peróxido orgánico  $i$

$c_i$  = concentración (% en masa) del peróxido orgánico  $i$ ; y

$m_i$  = masa molecular del peróxido orgánico  $i$ .

2.15.2.2 Los peróxidos orgánicos se clasificarán en una de las siete categorías (Tipos A a G) de esta clase, con arreglo a los principios siguientes:

- a) Todo peróxido orgánico que pueda detonar o deflagrar rápidamente en su embalaje/envase se clasificará como **peróxido orgánico del TIPO A**;
- b) Todo peróxido orgánico que tenga características propias de los explosivos y que no detone ni deflagre rápidamente en su embalaje/envase, pero pueda experimentar una explosión térmica en dicho embalaje/envase, se clasificará como **peróxido orgánico del TIPO B**;

- c) Todo peróxido orgánico que tenga características propias de los explosivos y no pueda detonar ni deflagrar rápidamente ni experimentar una explosión térmica en su embalaje/envase, se clasificará como **peróxido orgánico del TIPO C**;
- d) Todo peróxido orgánico que en los ensayos de laboratorio:
  - i) detone parcialmente pero no deflagre rápidamente ni reaccione violentamente al ser calentado en un espacio limitado; o
  - ii) no detone en absoluto pero deflagre lentamente sin reaccionar violentamente al ser calentado en un espacio limitado;
  - iii) no detone ni deflagre en absoluto pero reaccione moderadamente al ser calentado en un espacio limitado;se clasificará como **peróxido orgánico del TIPO D**;
- e) Todo peróxido orgánico que en los ensayos de laboratorio no detone ni deflagre en absoluto ni reaccione débilmente o no reaccione al ser calentado en un espacio limitado, se clasificará como **peróxido orgánico del TIPO E**;
- f) Todo peróxido orgánico que en los ensayos de laboratorio no detone en estado de cavitación ni deflagre en absoluto, y reaccione débilmente o no reaccione al ser calentado en un espacio limitado, y cuya potencia de explosión sea baja o nula se clasificará como **peróxido orgánico del TIPO F**;
- g) Todo peróxido orgánico que en los ensayos de laboratorio no detone en estado de cavitación ni deflagre en absoluto, y no reaccione al ser calentado en un espacio limitado, y cuya potencia de explosión sea nula, a condición de que sea térmicamente estable (TDAA igual o superior a 60 °C en un bulto de 50 kg), y de que, en el caso de las mezclas líquidas, se emplee un diluyente con un punto de ebullición no inferior a 150 °C como medio de insensibilización, se clasificará como **peróxido orgánico del TIPO G**. Si el peróxido orgánico no es térmicamente estable, o si se emplea como medio de insensibilización un diluyente con un punto de ebullición inferior a 150 °C se clasificará como **peróxido orgánico del TIPO F**.

**NOTA 1:** *El tipo G no tiene elementos de comunicación de peligro, pero debería comprobarse que no posee propiedades correspondientes a otras clases de peligro.*

**NOTA 2:** *Los tipos A a G pueden no ser necesarios en todos los sistemas.*

### **2.15.2.3 Criterios para la regulación de temperatura**

Los peróxidos orgánicos siguientes deberán someterse a una regulación de temperatura:

- a) Peróxidos orgánicos de los tipos B y C con una TDAA  $\leq 50^\circ \text{C}$ ;
- b) Peróxidos orgánicos del tipo D que presentan una reacción moderada al calentamiento en espacio limitado<sup>1</sup> con una TDAA  $\leq 50^\circ \text{C}$  o una reacción débil o nula al calentamiento en espacio limitado con una TDAA  $\leq 45^\circ \text{C}$ ; y
- c) Peróxidos orgánicos de los tipos E y F con una TDAA  $\leq 45^\circ \text{C}$ .

<sup>1</sup> *Tal como queda determinado por los ensayos de la serie E descritos en la Parte II del Manual de Pruebas y Criterios.*

Los métodos de ensayo para determinar la TDAA y para deducir la temperatura de regulación y la temperatura crítica figuran en la parte II, sección 28 de las *Recomendaciones relativas al transporte de las mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios* de las Naciones Unidas. Para realizar el ensayo se tendrá en cuenta el tamaño y el material del bulto.

### 2.15.3 Comunicación de peligro

En el capítulo 1.4 (*Comunicación de peligros: Etiquetado*) se hacen consideraciones generales y específicas sobre los requisitos de etiquetado. El anexo 2 contiene tablas resumen sobre clasificación y etiquetado. El anexo 3 contiene ejemplos de consejos de prudencia y pictogramas de precaución que pueden utilizarse con la aprobación de la autoridad competente.

**Tabla 2.15.1: Elementos que deben figurar en las etiquetas para peróxidos orgánicos**

	<b>Tipo A</b>	<b>Tipo B</b>	<b>Tipos C y D</b>	<b>Tipos E y F</b>	<b>Tipo G<sup>a</sup></b>
<b>Símbolo</b>	Bomba explotando	Bomba explotando y llama	Llama	Llama	<i>Esta categoría de peligro no tiene elementos de etiqueta asignados</i>
<b>Palabra de advertencia</b>	Peligro	Peligro	Peligro	Atención	
<b>Indicación de peligro</b>	Puede explotar al calentarse	Puede incendiarse o explotar al calentarse	Puede incendiarse al calentarse	Puede incendiarse al calentarse	

<sup>a</sup> El tipo G no tiene elementos de comunicación de peligro asignados, pero debería comprobarse si la sustancia no posee propiedades correspondientes a otras clases de peligro.

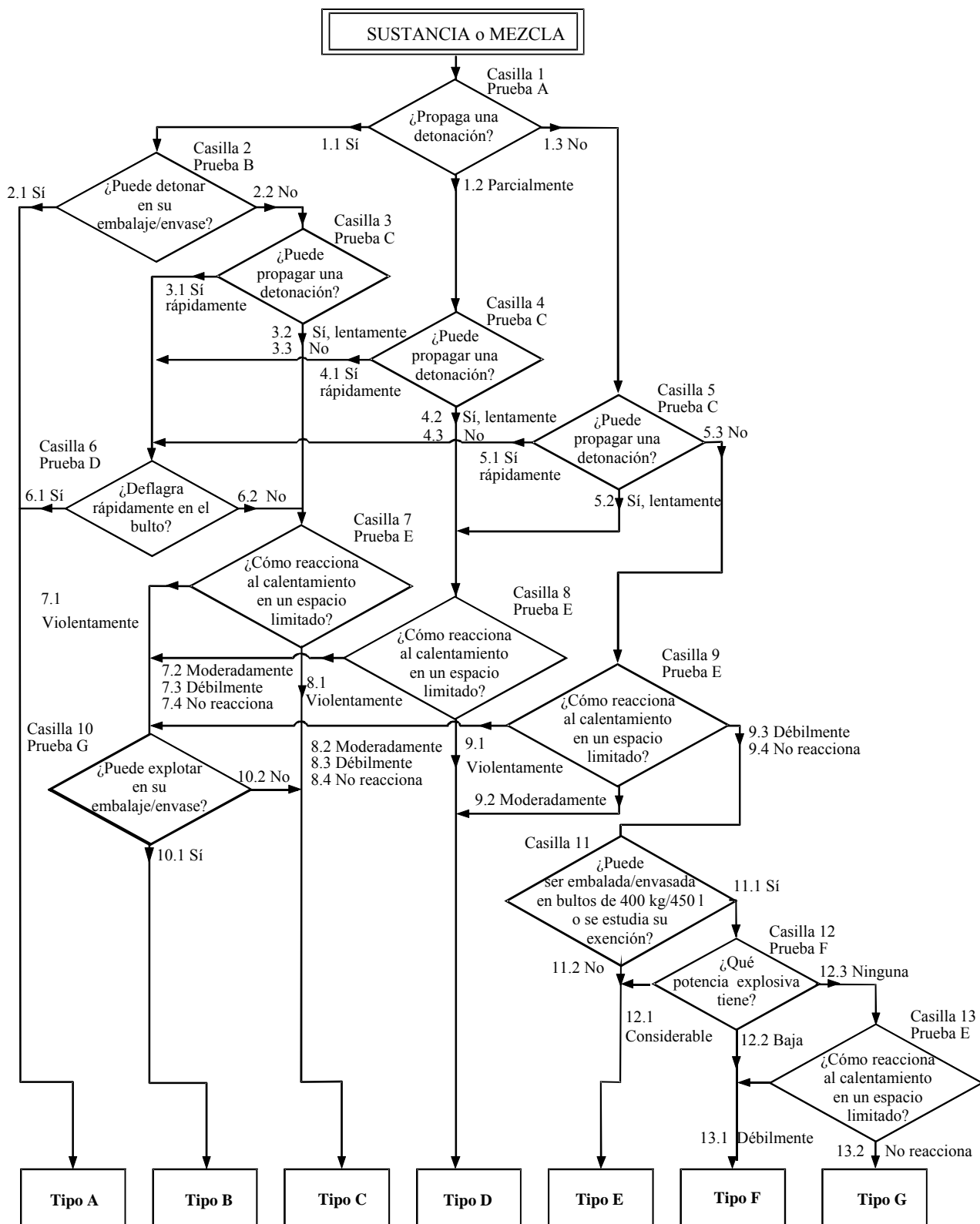
### 2.15.4 Procedimientos de decisión e indicaciones complementarias

Los procedimientos de decisión y las indicaciones complementarias siguientes no forman parte del sistema de clasificación armonizado, pero figuran aquí como orientación adicional. Se recomienda encarecidamente que la persona que se encargue de la clasificación estudie los criterios de clasificación antes y durante la aplicación de este procedimiento de decisión.

#### 2.15.4.1 Procedimiento de decisión

Para clasificar un peróxido orgánico deberá recurrirse a la serie de pruebas A a H tal como se describen en la parte II de las *Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios*. La clasificación se hará con arreglo al procedimiento de decisión 2.15.

**Procedimiento de decisión 2.15 para peróxidos orgánicos**



**2.15.4.2      *Indicaciones complementarias***

2.15.4.2.1      Los peróxidos orgánicos se clasificarán por definición basándose en su estructura química y en el contenido de oxígeno activo y peróxido de hidrógeno de la mezcla (véase 2.15.2.1).

2.15.4.2.2      Las propiedades de los peróxidos orgánicos que son decisivas para su clasificación deberán determinarse experimentalmente. Los métodos de prueba con los criterios de evaluación pertinentes figuran en las *Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios*, parte II (serie de pruebas A a H).

2.15.4.2.3      Las mezclas de peróxidos orgánicos pueden clasificarse como peróxidos orgánicos del mismo tipo que el que corresponda al más peligroso de sus componentes. No obstante, dado que dos componentes estables pueden formar una mezcla menos estable, se determinará la temperatura de descomposición autoacelerada (TDAA).



## CAPÍTULO 2.16

### SUSTANCIAS Y MEZCLAS CORROSIVAS PARA LOS METALES

#### 2.16.1 Definición

Una *sustancia o mezcla es corrosiva* para los metales cuando, por su acción química, puede dañarlos o incluso destruirlos.

#### 2.16.2 Criterios de clasificación

Una sustancia o mezcla que sea corrosiva para los metales se clasificará en la única categoría de esta clase, mediante la prueba que se describe en la parte III, subsección 37.4 de las *Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios*, con arreglo a la tabla siguiente.

**Tabla 2.16.1: Criterios de clasificación para las sustancias corrosivas para los metales**

Categoría	Criterios
1	Velocidad de corrosión en superficies de acero o de aluminio superior a 6,25 mm por año a una temperatura de ensayo de 55 °C, cuando la prueba se realiza en ambos materiales

**NOTA:** Cuando una prueba inicial en acero o en aluminio indica que la sustancia o mezcla ensayada es corrosiva, no es necesario hacer la prueba complementaria sobre el otro metal.

#### 2.16.3 Comunicación de peligro

En el capítulo 1.4 (*Comunicación de peligros: Etiquetado*) se hacen consideraciones generales y específicas sobre los requisitos de etiquetado. El anexo 2 contiene tablas resumen sobre la clasificación y el etiquetado. El anexo 3 contiene ejemplos de consejos de prudencia y pictogramas de precaución que pueden utilizarse con la aprobación de la autoridad competente.

**Tabla 2.16.2: Elementos que deben figurar en las etiquetas para las sustancias y mezclas corrosivas para los metales**

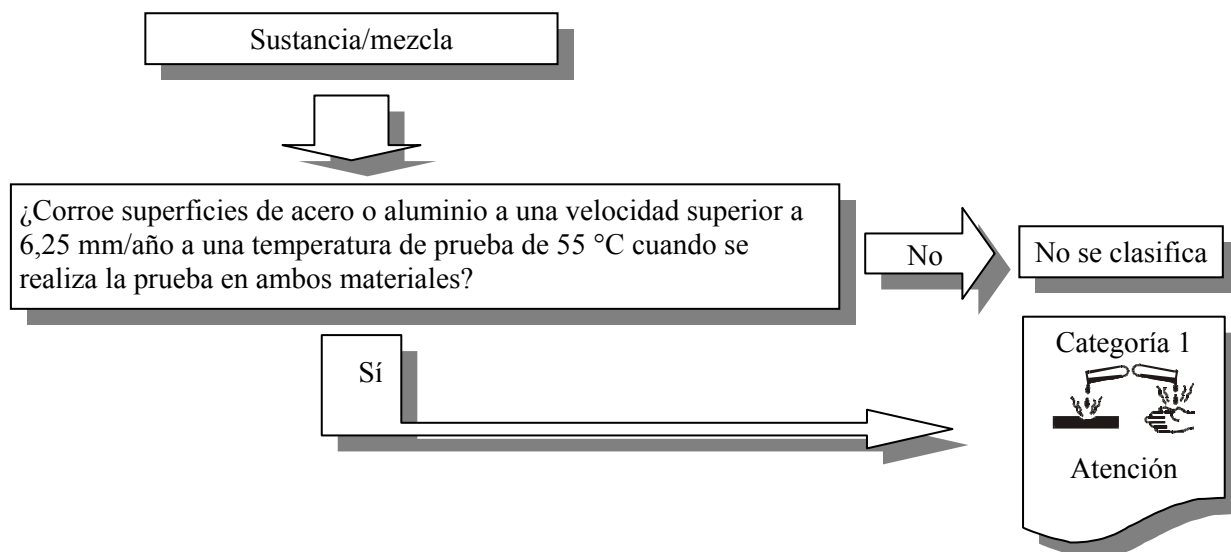
	Categoría 1
<b>Símbolo</b>	Corrosión
<b>Palabra de advertencia</b>	Atención
<b>Indicación de peligro</b>	Puede ser corrosiva para los metales

#### 2.16.4 Procedimiento de decisión e indicaciones complementarias

El procedimiento de decisión y las indicaciones complementarias siguientes no forman parte del sistema de clasificación armonizado, pero figuran aquí como orientación adicional. Se recomienda encarecidamente que la persona que se encargue de la clasificación estudie los criterios de clasificación antes y durante la aplicación de este procedimiento de decisión.

### 2.16.4.1 Procedimiento de decisión

#### Procedimiento de decisión 2.16 para las sustancias y mezclas corrosivas para los metales



### 2.16.4.2 Indicaciones complementarias

La velocidad de corrosión puede medirse con el método de prueba descrito en la Parte III, subsección 37.4 de las *Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios*. La muestra que se usará en la prueba deberá estar fabricada con los materiales siguientes:

- a) Para las pruebas con acero, los tipos:
  - S235JR+CR(1.0037 resp. St 37-2),
  - S275J2G3+CR (1.0144 resp. St 44-3), ISO 3574, Unified Numbering System (UNS) G 10200, o SAE 1020.
- b) Para las pruebas con aluminio, los tipos no revestidos 7075-T6 o AZ5GU-T6.