

**"Documento original en mal estado"**

## **Apéndice 4**

# **Método de calcular las consecuencias**

## 1. Introducción

En el presente apéndice se dan ejemplos de los cálculos necesarios para evaluar las consecuencias de accidentes mayores. Se han realizado considerables investigaciones internacionales para mejorar los métodos utilizados en los análisis teóricos y en los ensayos en gran escala, y estas investigaciones continúan, con inclusión de un gran programa de la Comisión Europea.

De ahí que los ejemplos dados representen el estado de los conocimientos en 1987, aunque en algunas esferas, por ejemplo la evaluación de las explosiones de nubes de vapor, se están analizando actualmente.

### GAS LICUADO DE PETROLEO (GLP)

#### 1.1. Bola de fuego producida por la explosión de un líquido en ebullición con desprendimiento de vapores en expansión

- a) Radio de la bola de fuego:  $R = 29M^{1/3}$ ,  
donde  $R$  = radio de la bola de fuego (m);  
 $M$  = masa de combustible (triple expansión).
- b) Duración de la bola de fuego:  $t = 4,5M^{1/3}$ ,  
donde  $t$  = duración (s);  
 $M$  = masa de combustible (triple expansión).

$M$  normalmente equivale a la mitad de la capacidad del tanque, es decir, para un tanque de GLP de 50te,  $M = 25$ te. Sin embargo, si el almacenamiento se efectúa en un grupo compacto de tres o más cisternas verticales, se recomienda que se dé a  $M$  el valor del 90 por ciento de la capacidad del tanque.

- c) El flujo radiactivo incidente sobre un objetivo situado a cierta distancia de la cisterna de GLP se deduce de la fórmula:

$$\alpha_i = EFT,$$

en la que  $\alpha_i$  = flujo radiactivo incidente sobre el objetivo ( $\text{kWm}^{-2}$ );

$E$  = radiancia intrínseca de superficie ( $\text{kWm}^{-2}$ );

$F$  = factor de visión;

$T$  = transmisividad atmosférica.

A  $E$  se le da el valor de  $270 \text{ kWm}^{-2}$  para las cisternas cilíndricas, horizontales y verticales y de  $200 \text{ kWm}^{-2}$  para las esferas.

$F$  se considera equivalente a  $\frac{R^2 r}{(R^2 + r^2)^{3/2}}$ ,

donde  $r$  es la distancia en el suelo entre la meta y la

cisterna de GLP. Para poder aplicar esta fórmula,  $r$  debe ser mayor que  $2R$ .

$T$  se determina por la relación

$$T = 1 - 0,058 \text{ pulgadas de radio.}$$

Una vez que se ha determinado  $\alpha_i$ , se puede calcular una dosis u onda térmica como  $\alpha_i \times t$

donde  $t$  = duración de la bola de fuego.

Por ejemplo, determinese el flujo de la radiación térmica incidente de una bola de fuego producida por la explosión de un líquido en ebullición con desprendimiento de vapores en expansión a una distancia de 300 m desde la cisterna de GLP de 100te:

$$R = 29M^{1/3} = 29 \times 50^{1/3} = 107 \text{ m};$$

$$t = 4,5M^{1/3} = 4,5 \times 50^{1/3} = 16,6 \text{ s};$$

$$E = 270 \text{ kWm}^{-2};$$

$$T = 1 - 0,058 \text{ pulgadas de radio} = 1 - 0,058 \text{ pulgadas} \\ 300 = 0,67;$$

$$F = \frac{R^2 r}{(R^2 + r^2)^{3/2}} = \frac{107^2 \times 300}{(107^2 + 300^2)^{3/2}} = 0,106;$$

$$\alpha_i = EFT = 270 \times 0,106 \times 0,67 = 19,2 \text{ kWm}^{-2};$$

$$\therefore \text{dosis u onda térmica} = \alpha_i \times t = 19,2 \times 16,6 \\ = 317 \text{ kJm}^{-2}.$$

#### 1.2. Explosión de nube de vapor

Hipótesis:

- a) la cisterna de GLP está llena cuando una deficiencia catastrófica causa un desprendimiento casi instantáneo;
- b) la nube de vapor/aerosoles es una fracción doble de la fulguración adiabática a  $15^\circ\text{C}$ , es decir, el 62 por ciento y el 34 por ciento del contenido de la cisterna para el propano y el butano, respectivamente;
- c) 1te de GLP  $\equiv$  0,42te TNT.

Por ejemplo, determinese la sobrepresión a una distancia de 300 m de una cisterna de propano de 100te:

$$\text{Distancia a escala} = \frac{\text{distancia}}{(0,42M \times 62)^{1/3}},$$

donde  $M$  = masa de combustible en la nube (te)

$$= \frac{300}{(0,42 \times 62)^{1/3}} = 101 \text{ m te}^{1/3}.$$

Del gráfico de la distancia a escala en relación con la sobrepresión (figura 4 1),

$$\text{Sobrepresión} = 2,23 \text{ psig.}$$

### **1.3. Coeficientes de liberación máxima del líquido para los GLP comerciales**

Se pueden determinar a partir de la figura 4 2.

### **1.4. Coeficientes máximos de liberación del gas para los GLP comerciales**

Se pueden determinar a partir de la figura 4.3.

### **1.5. Coeficientes de liberación máxima en dos fases para los GLP comerciales**

Se pueden determinar a partir de la figura 4.4

#### **COLORO**

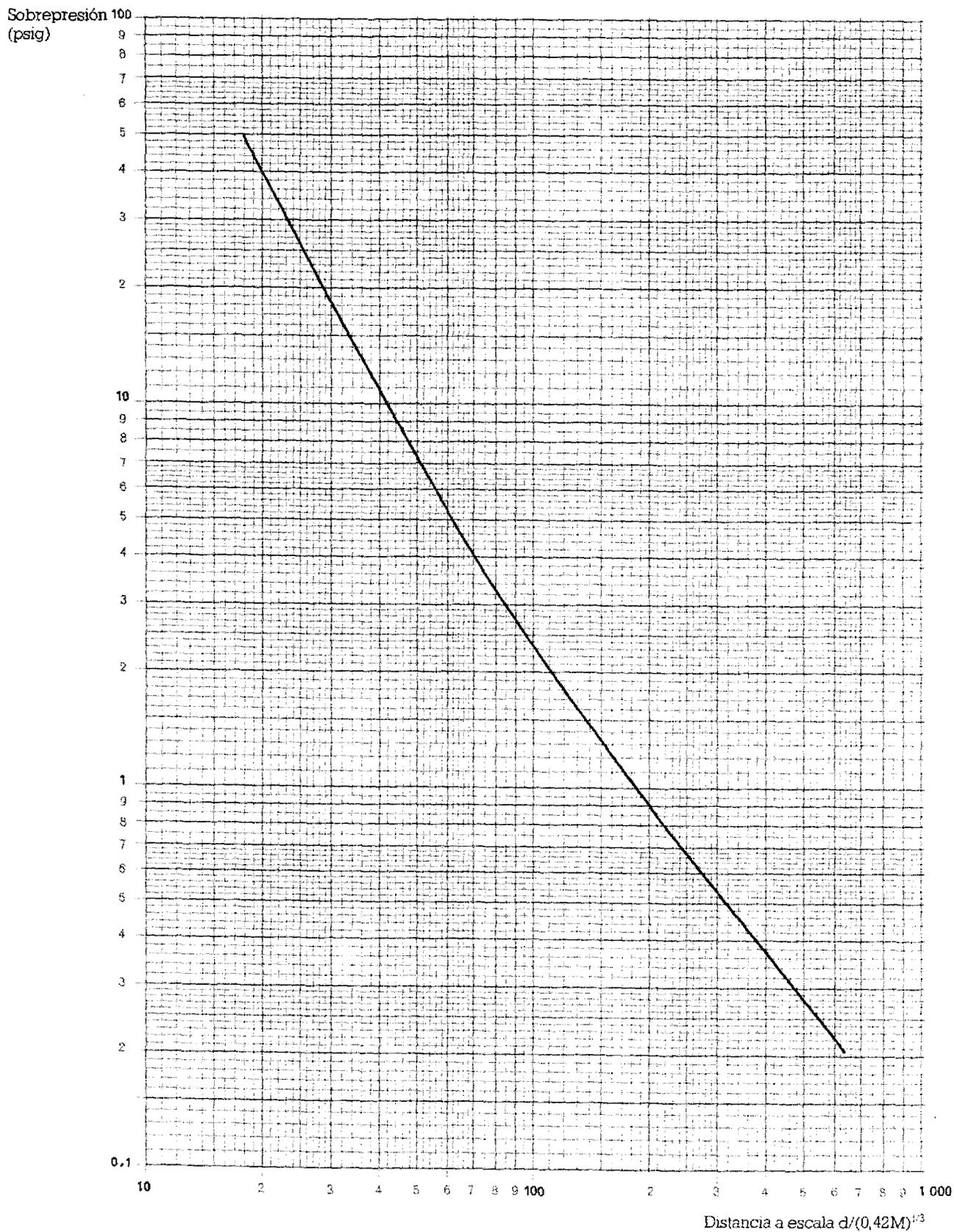
Las consecuencias del desprendimiento de gases tóxicos, como el cloro, dependen del tiempo y varían

con la distancia y con las condiciones climáticas imperantes. Las concentraciones y las duraciones se pueden calcular utilizando modelos computarizados que combinen una descripción física del comportamiento de la nube de gas con datos experimentales. Los modelos de computadora de tipo cerrado se utilizan frecuentemente para predecir el comportamiento de dispersión de los gases, como el cloro, que son más densos que el aire. Se puede utilizar un modelo conocido como DENZ para los desprendimientos instantáneos (por ejemplo, deficiencias de un recipiente de almacenamiento) que aporta la información que aparece en la figura 4.5.

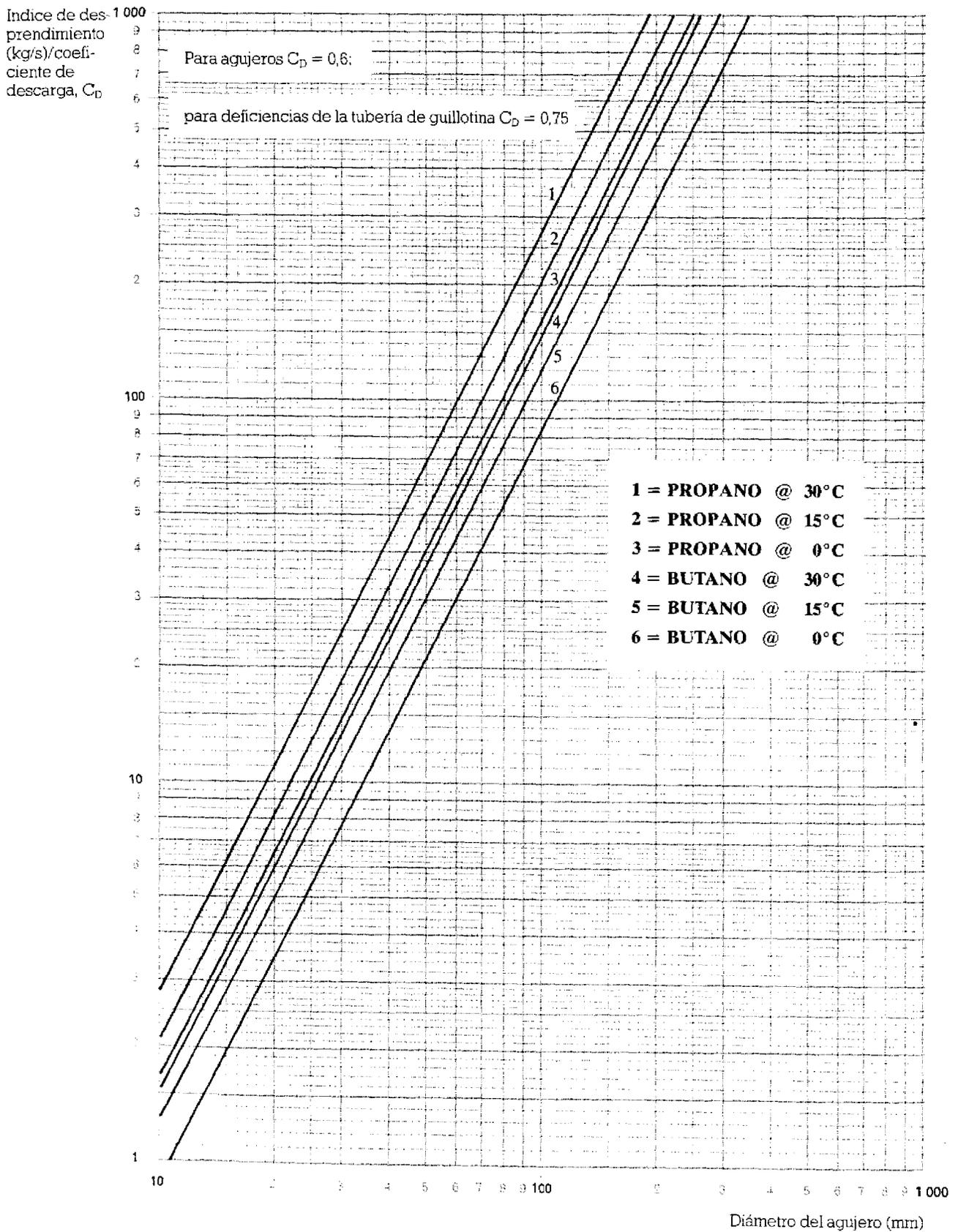
Para desprendimientos constantes (por ejemplo, de una tubería que pierde), un modelo conocido como CRUNCH dará la información indicada en la figura 4 6.

Esta información se puede utilizar, conjuntamente con el cuadro 10 de la sección 6 1.4 del manual, para calcular los efectos de un desprendimiento de gases sobre los seres humanos.

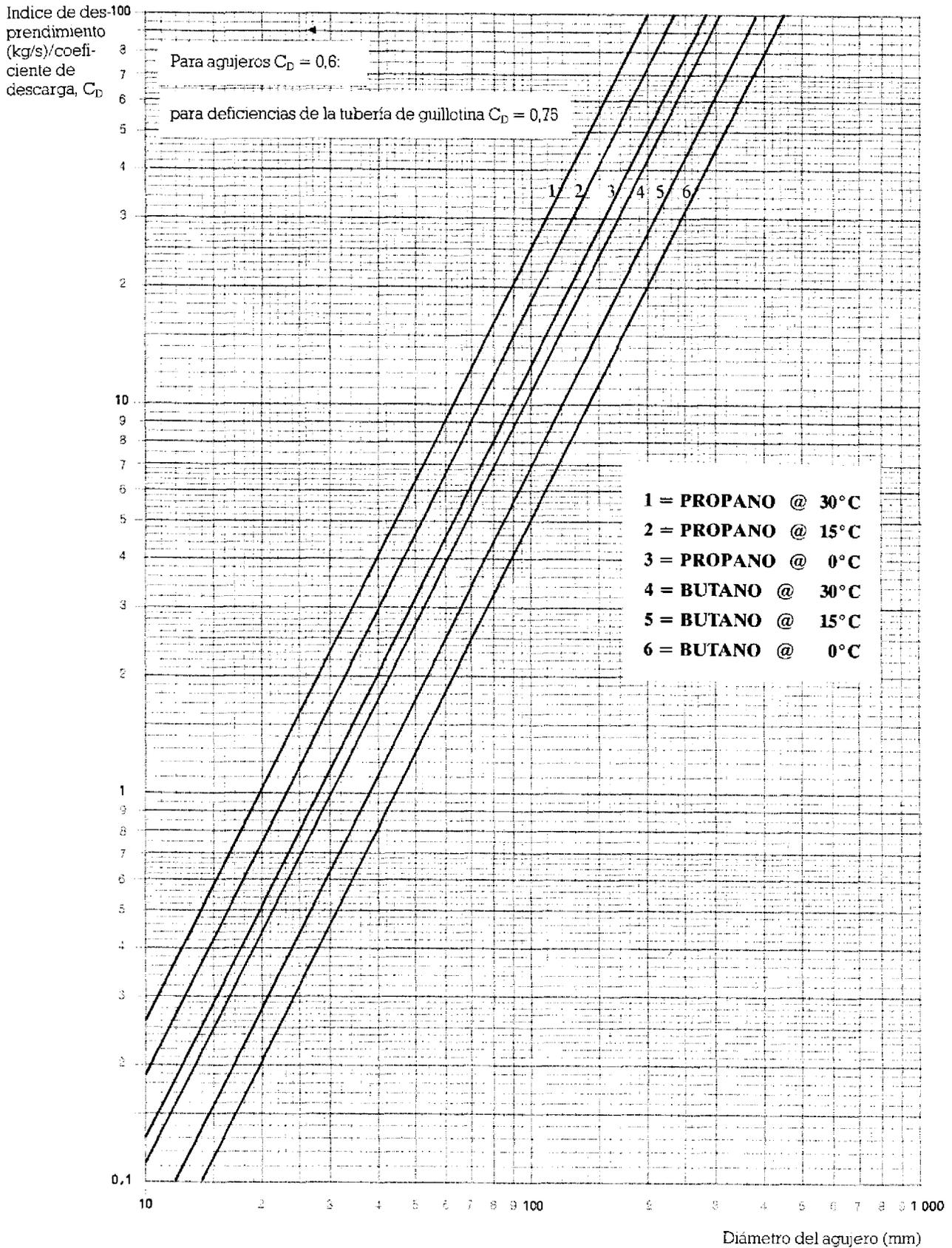
**Figura 4.1. Sobrepresión de la curva de TNT en relación con la distancia a escala**



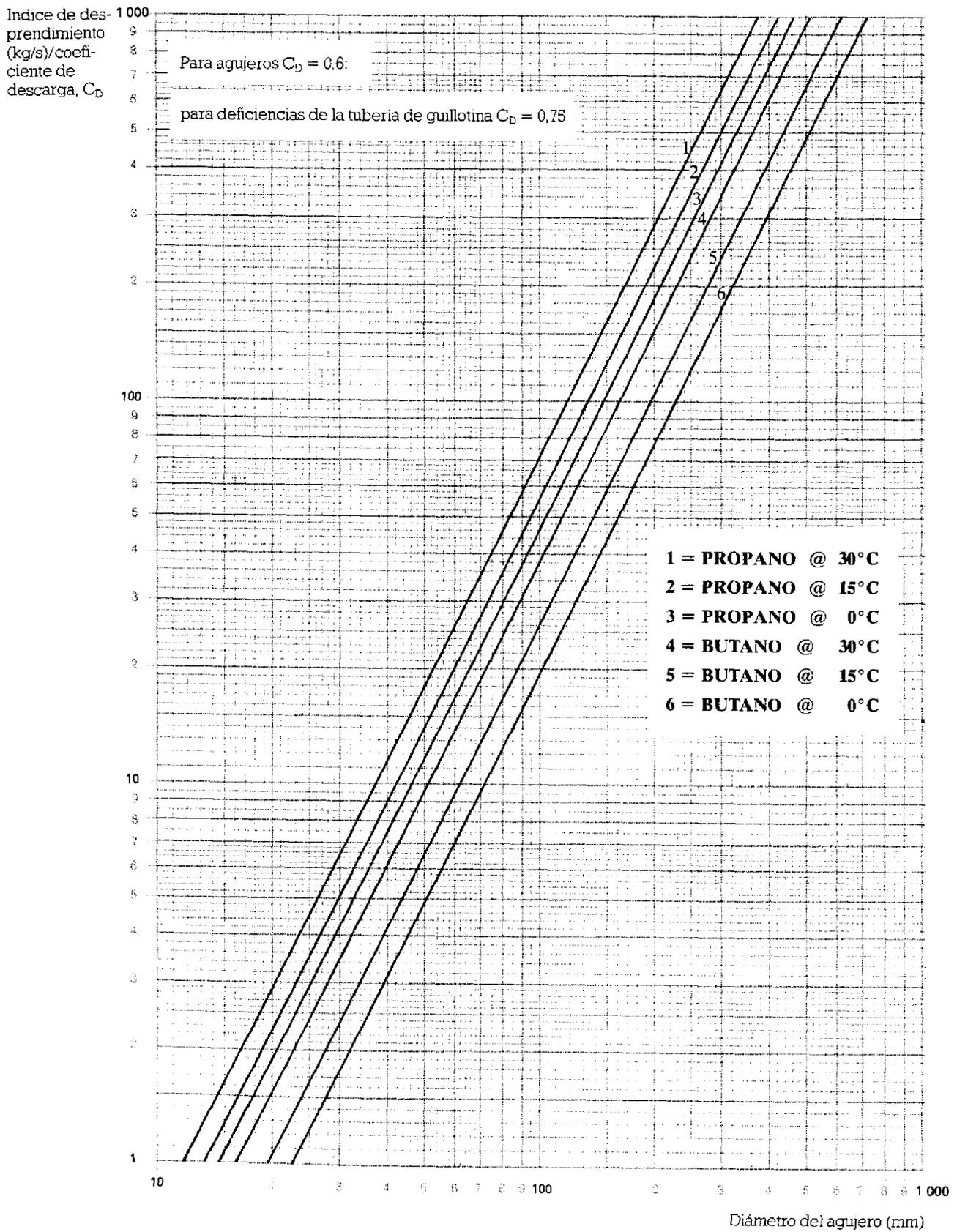
**Figura 4.2. Coeficientes máximos de desprendimiento del líquido para GLP comerciales**



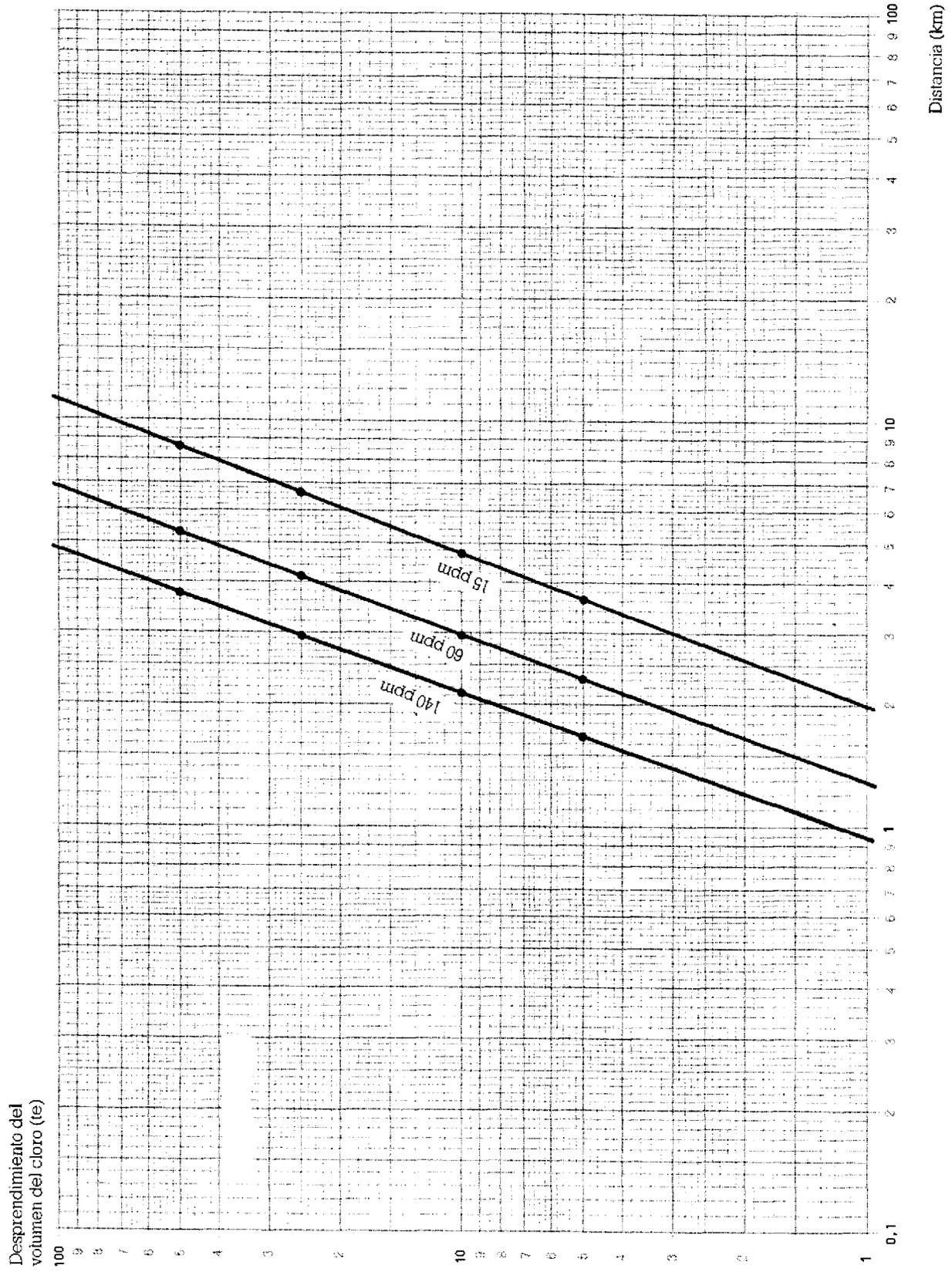
**Figura 4.3. Coeficientes máximos de desprendimiento del gas para GLP comerciales**



**Figura 4.4. Coeficientes máximos de desprendimiento en dos fases de GLP comerciales**



**Figura 4.5. Relación entre el volumen de cloro, las concentraciones máximas en el suelo y las distancias a favor del viento de la fuente del escape para desprendimientos instantáneos (clima D5)**



**Figura 4.6. Relación entre los coeficientes de desprendimiento del cloro, las concentraciones de equilibrio en el nivel del suelo y las distancias a favor del viento de la fuente de escape para los desprendimientos continuos (clima D5)**

