

# REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

ASOCIACION AMERICANA PARA ENSAYO DE MATERIALES

## PROYECTO DE MÉTODOS

PARA

### LA TOMA DE MUESTRAS Y EL ANÁLISIS DE LA CREOSOTA

La Comisión D-7 de la Asociación tiene especial interés en hacer notar la gran importancia de los métodos que se adopten para tomar las muestras á fin de que haya la seguridad completa de que éstas representan real y verdaderamente la sustancia adquirida. La Comisión aconseja que, á ser posible, se tomen las muestras en la fábrica en el momento de preparar la partida correspondiente, bien en presencia del comprador ó de un representante suyo, bien por el mismo vendedor, quien certificará, bajo su responsabilidad, la procedencia de las mismas.

#### I.—Toma de muestras.

1. TOMA CONTINUA.—Cuando la creosota se eche en los recipientes ó se extraiga de ellos con bomba, se seguirá el procedimiento siguiente:

En la tubería que conduce la creosota, y á ser posible en una rama ascendente, se hace un taladro y por él se introduce un tubo de 12 milímetros de diámetro que llegue hasta el centro de aquélla y con su extremo doblado en ángulo recto hacia el lado del que viene el líquido. Dicho tubo llega hasta un barril ó barrica de 250 á 500 litros de capacidad, en el que se recoge de una manera continua, y mientras dura el envase de la creosota, una fracción de ésta que constituye la muestra que se ha de ensayar. En el tubo de 12 milímetros ha de haber una llave para regular su caudal. El recipiente en que se recoge la muestra, que conviene sea de hierro, tendrá un serpentín por el que pasará vapor de agua, á fin de que la creosota se mantenga completamente líquida, procurando al mismo tiempo que la temperatura no pase de 50° C. Antes de tomar una porción de la muestra para hacer el ensayo que proceda se agitará toda ella perfectamente. El volumen de la mezcla será  $\frac{1}{1000}$  del total que constituya la partida, aunque no es necesario que pase de 500 litros, cuando éstas son muy grandes.

2. Después de considerados y discutidos muy detenidamente los métodos para tomar muestras de creosota, incluso el pro-

puesto por la American Railway Engineering Association en su Memoria de 1915, se ha llegado á la conclusión de que se carece de elementos suficientes para proponer alguno de aquellos métodos como preferible á los demás. Es de recomendar, por el momento, que se vigilen los suministros actuales por una Comisión en la que tengan representación las Asociaciones interesadas en esta cuestión para luego poder darla una solución satisfactoria.

3. TOMA DE MUESTRAS DE UN DEPÓSITO.—En este caso se formará la muestra de creosota con porciones procedentes de distintos niveles, para lo cual es muy conveniente que el depósito tenga varias llaves de toma repartidas regularmente en toda su altura, por cada una de las cuales se extraerán unos cinco litros, que después de bien mezclados unos con otros constituirán la muestra que se ha de ensayar. Antes de recoger la porción correspondiente á cada llave se dejará que salga por ésta la creosota durante bastante tiempo para asegurarse de que el tubo de salida ha quedado perfectamente limpio.

Cuando el depósito no tiene llaves para dar salida á la creosota se sumerge en aquél una caja cerrada provista de una llave que se maneja desde el exterior con una cuerda, llave que se abre cuando la caja está á la profundidad deseada y que se cierra cuando en ésta ha entrado suficiente cantidad de creosota. Las muestras obtenidas á distintos niveles se mezclan íntimamente para formar la que se ha de ensayar.

#### II. Análisis.

En vista de la gran aceptación que tienen los métodos de ensayo propuestos por la American Railway Engineering Association, se consignan á continuación:

##### A) DESTILACIÓN.

4. APARATOS PARA LA DESTILACIÓN.—a) *Retorta*.—Se empleará una de vidrio de Jena, de forma corriente, cuya capacidad esté comprendida entre 250 y 290 centímetros cúbicos. Para medir ésta se coloca la retorta de manera que su fondo y el extremo del tubo estén en un mismo plano horizontal, y se echa agua hasta que vierta por dicho extremo; el volumen de agua que quede en la retorta mide su capacidad (fig. 1.<sup>a</sup>).

b) *Tubo de condensación*.—Puede adoptarse cualquier forma de tubo de vidrio; por ejemplo, el representado en la figura 1.<sup>a</sup>

c) *Pantalla*.—Con una de amianto, que tenga la forma representada en la figura 2.<sup>a</sup>, se cubrirá la retorta, para defender-

la del enfriamiento determinado por las corrientes de aire y para evitar la radiación. Puede sustituirse el amianto por una tela metálica, disposición más conveniente y más permanente.

d) El líquido procedente de la destilación se recogerá en vasos de 50 á 100 centímetros cúbicos de capacidad del modelo Erlenmeyer.

e) *Termómetro*.—Será de vidrio, estará bien templado y su

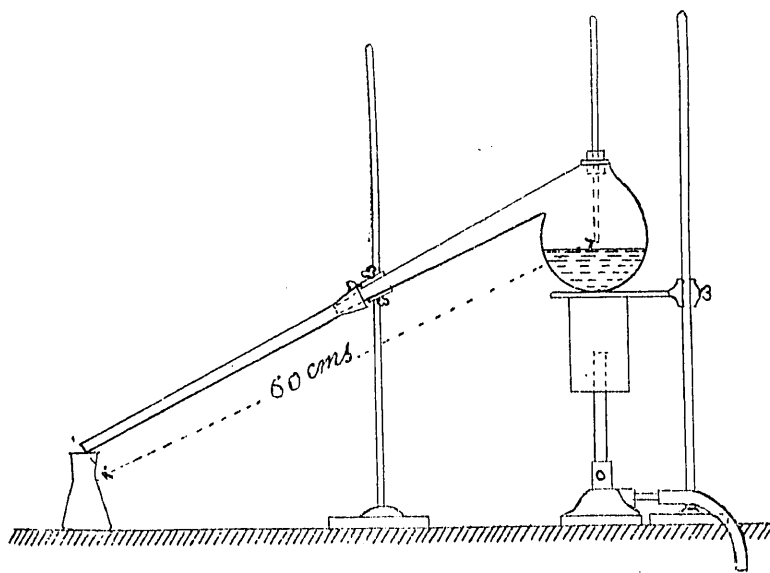


Fig. 1.ª

cero no variará después de calentado hasta 400° C. El espacio que no ocupa el mercurio contendrá nitrógeno ó anhídrido carbónico. En la parte superior de la columna habrá una cámara de dilatación.

La escala, dividida en grados centígrados, empezará en 0° y llegará hasta 400°; toda ella habrá de estar grabada en el vidrio.

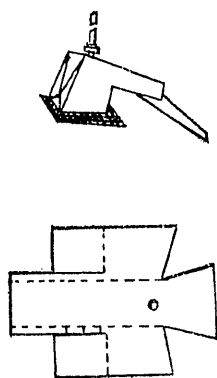


Fig. 2.ª

El extremo inferior del termómetro terminará en forma de anillo, para que se le pueda colgar.

Las dimensiones del termómetro serán:

Longitud total, 375 mm.  $\pm$  10 mm.  
Longitud del depósito, 14 mm.  $\pm$  1 mm.  
Distancia desde el 0 al fondo del depósito, 30 mm.  $\pm$  4 mm.  
Longitud de la escala entre 0° y 400° C., 295 mm.  $\pm$  5 mm.  
Diámetro de la columna, 7 mm.  $\pm$  1 mm.  
Diámetro del depósito, 6 mm.  $\pm$  1 mm.

Comprobado el termómetro, los errores que se obtengan no pasarán de los límites siguientes:

|                         |        |
|-------------------------|--------|
| Entre 0° y 20.0° C..... | 0,5 C. |
| — 200° y 300° C.....    | 1,0 C. |
| — 300° y 360° C.....    | 1,5 C. |

5. *INSTALACIÓN PARA LA DESTILACIÓN*.—La retorta se apoyará en un triángulo ó en un anillo, interponiendo entre éste y aquélla dos cuadrados de tela metálica de 64 mallas por centímetro cuadrado, que tengan 15 centímetros de lado; el enlace de la retorta con el tubo de condensación se hará con un tapón de corcho taladrado, que ajuste perfectamente en una y en otro. En forma análoga se colocará el termómetro, y de manera que su extremo inferior diste 12 milímetros de la superficie de la creosota, situación que se determina con auxilio de una escala dividida en dobles milímetros, que se coloca verticalmente detrás de la retorta cuando ésta ocupa ya su posición definitiva, haciendo las observaciones necesarias por el lado opuesto. La distancia entre el depósito del termómetro y la salida del tubo de condensación ha de estar comprendida entre 50 y 60 centímetros. El mechero se defenderá de las corrientes de aire con una pantalla ó chimenea (fig. 1.ª).

6. *DESTILACIÓN*.—En la retorta se colocan 100 gramos de creosota y en seguida se instala el aparato y se enciende el mechero. La destilación se llevará con la velocidad de una gota ó á lo sumo dos de líquido destilado por segundo. Los productos procedentes de la destilación se pesarán en los vasos en que se recogen, los cuales se habrán pesado previamente. El tubo de condensación se calentará suavemente cuando se crea necesario para evitar la acumulación en él de sustancias sólidas. Los productos de la destilación se cambiarán de vaso á las temperaturas siguientes:

170°, 200°, 210°, 235°, 270°, 315° y 355° C.

Los vasos se sustituirán por otros vacíos tan pronto como la columna del termómetro pase de la temperatura límite correspondiente á cada fracción; el último se retirará á los 355° C., prescindiendo en absoluto de los productos que puedan quedar detenidos en el tubo de condensación. Todas las pesadas se harán en una balanza que aprecie 0,05 gramos. La posición del termómetro no se modificará durante todo el proceso de la destilación ni se aplicará la corrección relativa al trozo de columna exterior á la retorta.

Cuando el producto obtenido por la destilación contiene agua en cantidad apreciable, es preciso separarla en lo que sea posible y referir todos los resultados á la creosota seca. Si el agua pasa del 2 por 100, se destila una cantidad grande de creosota para obtener ésta seca, y se le agrega la que pueda haber arrastrado el vapor de agua, después se procede á hacer la destilación en la forma antes explicada. Es muy conveniente el empleo de un alambique de cobre para conseguir creosota seca.

#### B) PESO ESPECÍFICO.

7. *APARATO*.—a) El densímetro tendrá la forma y las dimensiones que se indican en la figura 3.ª

b) La probeta tendrá la forma y las dimensiones que se indican en la figura 4.ª

8. *ENSAYO*.—Se hará con un densímetro comprobado previamente análogo al representado en la figura 3.ª: con dos hay bastante, cuyas escalas sean 1,00-1,08 y 1,07-1,15, respectivamente. La temperatura de la creosota será 38° C., con la cual hay seguridad de que es completamente líquida. Antes de sumergir el densímetro en la creosota, se agita ésta con una varilla de vidrio hasta que al extraerla salga sin partículas sólidas adheridas. Se cuidará de que el densímetro no toque á las paredes ni al fondo de la probeta, así como de que la superficie de la creosota no tenga espuma ni burbujas de aire. Si la temperatura es superior á 38° C., por cada grado de exceso se agrega 0,0008 á la lectura del densímetro.

## C) ACIDOS.

el número

$$u_2 = u_1 + r_1 u_0$$

9. ACIDOS.—La determinación de los ácidos por el procedimiento de la American Railway Engineering Association, ó por otros muy empleados, conduce á resultados erróneos, razón por

que designaremos con la misma letra, por ser, en uno y otro caso, el primer denominador que viene á sustituir á uno de los primitivos en el cálculo sucesivo de los denominadores correspondientes á las crecientes aproximaciones.

Las dos fórmulas se reducirían á una misma, si conviniéramos en hacer para este caso

$$u_0 = n \quad u_1 = q$$

Esto, supuesto á la división inmediata, el denominador correspondiente sería  $2u_2 - u_1$ ; pero, según que  $r_2$  pertenezca á una ú otra clase, se tendrá para denominador del valor aproximado de la función, al cabo de las  $r_2$  segundas divisiones,

$$u_3 = r_2 u_2 + (u_2 - u_1) \quad \text{ó} \quad u_3 = u_2 + r_2 (u_2 - u_1)$$

Si convenimos en que, en uno ú otro caso, se tenga, respectivamente,

$$u'_2 = u_2, \quad u'_1 = u_2 - u_1 \quad \text{ó} \quad u'_2 = u_2 - u_1, \quad u'_1 = u_2,$$

las dos fórmulas se podrán reducir á la fórmula única

$$u_3 = r_2 u'_2 + u'_1,$$

y los  $r_3$  siguientes denominadores podrán calcularse en función de  $u_3$  y de  $u_3 - u'_2$ , que representados, según la clase de  $r$  por  $u''_3 = u_3$ ,  $u''_2 = u_3 - u'_2$  ó por  $u''_3 = u_3 - u'_2$ ,  $u''_2 = u_3$ , darían para el último de dichos denominadores la fórmula

$$u_4 = r_3 u''_3 + u''_2$$

Procediendo del mismo modo en lo sucesivo, se tendrá en general para el denominador que ocupará el lugar  $r_1 + r_2 + r_3 + \dots + r_s$  después de los dos primitivos, la expresión

$$1) \quad u_{s+1} = r_s u_s^{(s-1)} + u_{s-1}^{(s-1)}$$

con

$$u_s^{(s-1)} = u_s, \quad u_{s-1}^{(s-1)} = u_s - u_{s-1}^{(s-2)}$$

ó

$$u_s^{(s-1)} = u_s - u_{s-1}^{(s-2)}, \quad u_{s-1}^{(s-1)} = u_s,$$

según que  $r_s$  pertenezca á la primera ó á la segunda clase. Los denominadores intermedios entre  $u_s$  y  $u_{s-1}$  se calcularían substituyendo en la fórmula 1), en vez de  $r_s$  los valores

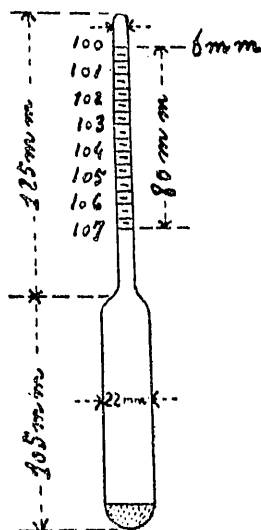
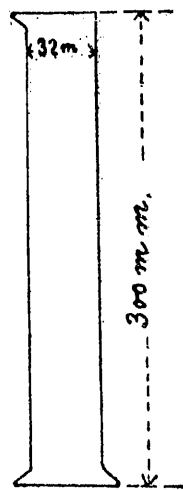
$$1, 2, 3, \dots, r_s$$

y podrán representarse por la notación

$$u_{s+1}, u_{s+2}, u_{s+3}, \dots, u_{s+r_s} = u_{s+1}.$$

Esto supuesto,  $f(x)$  quedará siempre comprendida en un intervalo, en el cual, dado el carácter creciente de la función, la oscilación será igual á la diferencia entre los valores extremos, al mismo tiempo que esta diferencia, en virtud de una de las propiedades enunciadas más atrás, será igual á la unidad dividida por el producto de los denominadores extremos. La relación entre este producto y el intervalo que contiene á  $x$  será, si tiende hacia un límite, la derivada de  $f(x)$ .

Sin entrar en el estudio del caso general bastará el examen de algunos casos particulares para comprobar la existencia de derivadas no infinitas. Observemos en primer lugar que, si todos los valores  $r$  pertenecen á la primera clase, las ecuaciones

Fig. 3.<sup>a</sup>Fig. 4.<sup>a</sup>

la cual se aconseja que se continúe haciendo estudios para encontrar un método aceptable.

## D) NAFTALINA.

10. NAFTALINA.—El procedimiento de la American Railway Engineering Association para determinar la naftalina, no se emplea mucho y es inexacto. Por regla general, es suficiente la observación directa de los productos de la destilación á la temperatura del ambiente para tener idea de la cantidad de naftalina que contiene la creosota.

Ω

## Sobre algunas funciones continuas con infinitas singularidades en el menor intervalo <sup>(1)</sup>

(CONTINUACIÓN)

Estudiemos ahora los valores sucesivos de la función para los valores aproximados de la variable, y fijémonos con especialidad en los denominadores de las fracciones correspondientes. Los numeradores son menos interesantes y podrían en todo caso ser tratados del mismo modo. Hagamos, para generalidad de las fórmulas

$$u_0 = q \quad u_1 = n;$$

al cabo de las  $r$ , primeras divisiones, se tendrá para el denominador irreducible de la expresión

$$f\left(a + \frac{1}{2^k + r_1}\right)$$

el número  $u_2$  dado por la igualdad

$$u_2 = r_1 u_1 + u_0$$

Si  $x$  perteneciera originariamente á un segundo intervalo, se tendría para denominador de la expresión

$$f\left(b - \frac{1}{2^k + r_1}\right)$$

(1) Véase el número 2112.