

De sencillas expresiones geométricas se tiene que, si la temperatura media anual del lugar considerado se admite igual a 15°C , y para ella el diámetro m debe ser vertical,

$$T = (t - 15)$$

y entonces:

$$\varphi \text{ radian} = \frac{2L \cdot \alpha}{d} (t - 15)$$

que si se expresa en grados sexagesimales se convierte en [1].

Hemos prescindido del giro debido a la variación de longitud del tramo como consecuencia de la actuación de las sobrecargas, pues dicho ángulo, según se sabe, es proporcional a la relación entre los coeficientes de trabajo y de elasticidad del material que constituye el tramo considerado, cuya relación en los tramos metálicos es muy pequeña, y despreciable, por tanto, si se compara con los efectos de la dilatación térmica.

Teniendo en cuenta que en M. Z. A. se vienen empleando hasta ahora, con carácter general y único, rodillos de 150 ó 180 milímetros de diámetro, el gráfico que se incluye (fig. 7) se ha establecido particularizando la fórmula general antes anotada para aquellos dos valores del diámetro.

Dicho gráfico va dividido en dos zonas: la izquierda, para rodillos de 180 mm de diámetro, y la derecha, para los de 150 mm; horizontalmente se halla dividido también por la línea $t = 15^{\circ}\text{C}$, por encima de la cual los ángulos han de tomarse en el sentido de las dilataciones del tramo, y, por debajo, en el de las contracciones, según aclaran los esquemas que se dibujan en el gráfico de referencia.

Las brigadas de revisión van provistas, con este objeto, de un termómetro corriente, de un útil-goniómetro (fig. 8) con graduación adecuada y del equipo de gatos hidráulicos correspondiente.

El modo de operar es bien sencillo:

Comprobada la incorrección de los rodillos móviles con ayuda del gráfico y goniómetro, previa lectura de la temperatura ambiente y conocida la luz teórica del tramo, se aprovecha un intervalo de circulación de trenes, y, efectuándose el necesario corte de

vía, se eleva la extremidad correspondiente del tramo con los gatos y, con ayuda del goniómetro, se define el ángulo correcto a dar al eje vertical de los rodillos, para lo que se utilizan los dos pezones que los embridan; se acuñan entonces provisionalmente los rodillos y se hacen descender los gatos, dándose la operación por terminada, una vez quitadas las cuñas provisionales colocadas en los rodillos. En los tramos de viga continua, la longitud L , a contar para la regulación de cada aparato de rodillos corresponde a la definida por su distancia al apoyo fijo de aquéllos.

Esta circunstancia debe tenerse muy en cuenta al establecer los proyectos de aparatos de apoyo móvi-

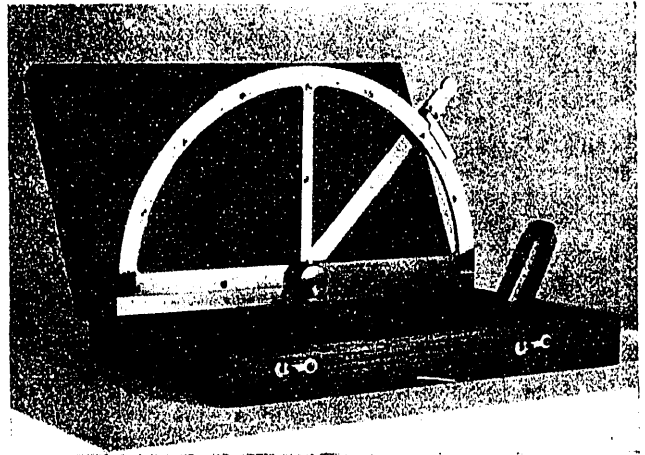


Fig. 8. Goniómetro para rodillos de aparatos de apoyo

les de tales obras, pues, aunque tengan luces corrientes, la suma de varias de ellas puede llegar, y alcanza con frecuencia, a longitudes de importancia que, con la elongación de temperatura de nuestros climas, exigen contar con ángulos de giro en los rodillos suficientemente amplios para satisfacer de modo adecuado las dilataciones de las vigas principales en cada uno de sus diversos puntos de apoyo. Para ello puede ser útil también el gráfico de que hacemos mención anteriormente.

Rafael CEBALLOS
Ingeniero de Caminos

Revista de revistas

El derrumbamiento de las torres de la estación radioemisora de Munich-Stadelheim

El año 1926 construyó la estación emisora de Munich dos torres de madera para su antena, con una altura de 75 m y 12 m de sustentación. Las hipótesis de cálculo fueron: tracción de la antena de 600 kg y carga del viento de 150 kg/m^2 sobre el plano anterior de la estereoestructura, que se reduce a la mitad en el plano posterior. Como material se empleó madera de abeto impregnada de un antiséptico.

En la madrugada del 23 de noviembre de 1930 un fuerte huracán descuajó las partes altas de ambas torres, dejando en pie los recuadros inferiores hasta una altura comprendida entre los 25 y 30 m.

Para aclarar la verdadera causa del accidente fué

requerido el profesor Graf, de la Escuela Técnica Superior de Stuttgart. El examen minucioso del proyecto y de las partes de obra desprendida y conservada manifestó conformidad de las hipótesis de cálculo con los reglamentos oficiales, excelente calidad de la madera, sana y resistente; buen montaje, acertadas uniones de las barras, etc. Esto hizo sospechar que la acción del viento durante la borrasca fué mucho más violenta de lo que podía presumirse, con arreglo a la Instrucción oficial.

El Observatorio meteorológico del aeropuerto de Munich, emplazado a 8 km de la estación radioemisora, registró, precisamente a la hora de producirse el accidente, una ráfaga de 46 m/s , que debió afectar con igual intensidad, por lo menos, dada su mayor altura, a las torres. Graf estudia los efectos de una rá-

faga de 45 m/s utilizando las experiencias realizadas en el Instituto Aerodinámico de Gotinga con posterioridad a la época de construcción de las torres.

La conocida fórmula

$$p = \frac{1}{16} \rho v^2$$

para $v = 45$ m/s, $\rho = 1,6$, que es el coeficiente de forma relativo a la estructura estudiada, nos da el valor

$$p = 203 \text{ kg/m}^2.$$

La carga relativa al plano posterior, según los ensayos hechos en Gotinga, es el 60 por 100 de la carga sobre el plano anterior. Por consiguiente, la presión real sobre una superficie perpendicular a la dirección del viento es

$$203 + 122 = 325 \text{ kg/m}^2;$$

en cambio, la presión teórica considerada en los cálculos fué

$$150 + 75 = 225 \text{ kg/m}^2.$$

Además, por la situación de las partes desprendidas y arrumbadas en el suelo se comprobó que la dirección del viento coincidió con uno de los planos diagonales de las estructuras. Esta circunstancia no podía estimarse en el cálculo estático, pues la fórmula

$$p_{\alpha} = p \sin^2 \alpha$$

nos da para $\alpha = 45^\circ$ el valor $p_{\alpha} = 1/2 p$, y por adición algebraica de las resultantes sobre cada par de planos contiguos oblicuos se obtiene, sobre los montantes situados en dicho plano diagonal, iguales resultantes que en el caso de viento normal.

En este aspecto, los ensayos hechos en Gotinga arrojan resultados que se alejan mucho de las consideraciones teóricas expuestas. La ley de presiones en el caso de viento oblicuo no es proporcional al cuadrado del seno. Su variación es mucho más lenta. Para un ángulo de 45° está comprendida entre el 80 y el 90 por 100 de la carga normal. Adoptando un valor intermedio tendremos que la presión efectiva del viento diagonal sobre los montantes es

$$(203 + 122) \cdot 2 \cdot 0,85 = 550 \text{ kg/m}^2;$$

en cambio, la presión teórica de cálculo fué

$$(150 + 75) \cdot 2 \cdot 0,85 = 225 \text{ kg/m}^2.$$

El material alcanzó tensiones internas casi tres veces mayores que las previstas, y esa fué la causa del accidente.

Por todo ello no se han exigido responsabilidades personales, y se ha aprovechado simplemente esta lección para construir nuevas torres de madera, de mayor altura¹, adoptando hipótesis relativas al viento que se ajustan más a la realidad.

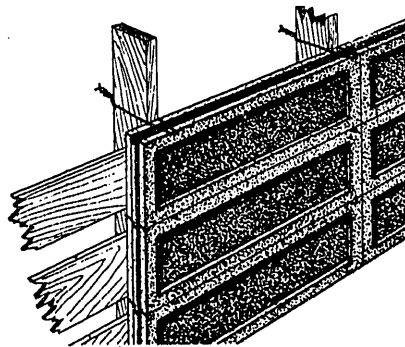
(Die Bautechnik, año 1934, números 1-2.)

F. A. G.

¹ Las actuales torres de la emisora de Munich tienen 115 metros de altura.

Revestimiento de una galería con placas de hormigón impregnadas de betún asfáltico como defensa contra los ataques del agua del mar

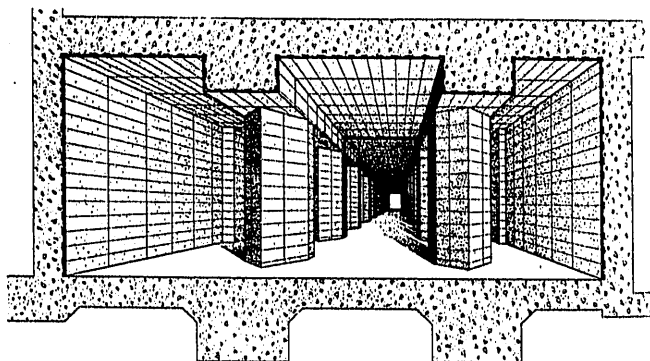
Es sabido que la experiencia aconseja adoptar precauciones en las obras marítimas donde se utilice el hormigón. Esta circunstancia ha sido la primera que se ha tenido en cuenta al proyectar un túnel de toma de agua para la condensación en la central térmica de



Detalle de las placas de revestimiento

Seal-Beach (Los Angeles). A causa de los graves inconvenientes que originaría cualquier paralización del servicio no se ha creído suficiente la garantía de un hormigón compacto ni el empleo de cementos con poco contenido de cal. La solución adoptada consiste en un revestimiento interior de placas de hormigón impregnadas de betún asfáltico. El hormigón empleado corresponde a la dosificación 1:5, con un factor agüamento muy reducido, que se moldea en placas de 91×30 cm y 5 cm de espesor en los bordes. El recuadro central de cada placa tiene 2,5 cm de espesor, lográndose esta reducción con un descenso gradual en forma de cola de milano, que sirve para lograr mayor adhesión de la placa con el hormigón de la estructura resistente de la galería.

Una vez fabricadas las placas, y cuando su hormi-



Disposición de conjunto de la galería

gón estuvo perfectamente fraguado y endurecido, se introdujeron en una cámara de desecación, a la temperatura de 107°C , y después en una cámara de vacío para extraer el aire contenido en la masa del hormigón poroso, y, por último, se inyecta el betún asfáltico líquido a una presión de 9 a 10 atmósferas. Estas placas sirven de paredes del encofrado y se enlazan a los montantes de sustentación con finos alambres de cobre. Sus juntas se toman con betún asfáltico.

(Eng. News-Rec., año 1933, núm. 4.)

F. A. G.