

# REVISTA DE OBRAS PUBLICAS

PUBLICACIÓN TÉCNICA 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.

## ACERCA DE UN ERROR FRECUENTÍSIMO

EN LOS EGLÍMETROS DE TANGENTES

El empleo de los clisímetros ó niveles de pendientes para los replanteos de rasantes que no exijan una gran precisión es más cómodo y menos expuesto á equivocaciones que el de cualquier otro aparato. He dicho intencionadamente equivocaciones y no errores, porque, además de ser de poca apreciación el aparato, aun bien construído, es teóricamente erróneo, y además, de cada diez que he visto seguramente no he encontrado dos bien construídos.

En todo lo que sigue me refiero al tipo más corriente de clisímetro, y es evidente que no es aplicable á los que dan las pendientes subiéndolo y bajándolo sin necesidad de invertir el anteojo en los collares.

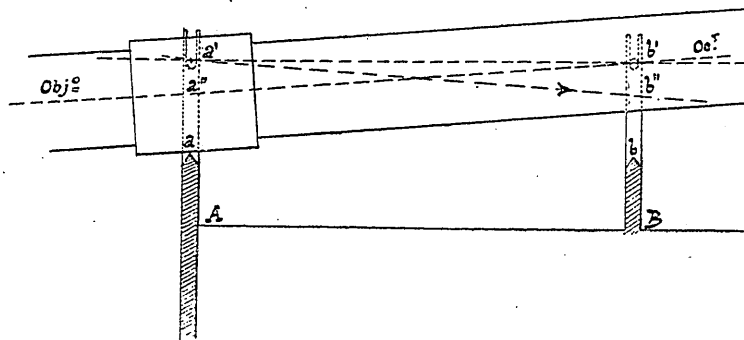
Digo que teóricamente son erróneos unos y otros, porque cuando la visual es inclinada, la distancia desde el punto de apoyo verticalmente hasta el eje del anteojo es variable por el lado del objetivo, lo que no se tiene en cuenta al hacer la división de la escala de pendientes; pero este error, que cae dentro del límite de apreciación del aparato, es poco perjudicial en la práctica. Los Sres. Mendizábal y Fungairiño en un aparato de su invención, del cual se están construyendo ejemplares en Alemania actualmente, salvan por modo muy ingenioso esta dificultad. Á su tiempo volveré á ocuparme de este asunto.

El error á que se refiere la presente nota es otro mucho más grave, y que con mucha facilidad puede pasar desapercibido, que es lo peor.

En el modelo más corriente de clisímetro hay dos montantes, uno el A, que puede elevarse con una cremallera y que es el que lleva la escala de pendientes, y otro el B fijo, salvo el corto movimiento vertical necesario para la corrección del cero.

El anteojo lleva del lado del ocular dos muñones que entran en las dos ranuras que para ello existen en cada soporte, y del lado del objetivo un cilindro de mayor diámetro que el del tubo del anteojo, torneado alrededor del mismo eje, que se apoya en el fondo de la escotadura central que llevan también ambos soportes y la cual tiene la forma de cuchillo curvo. Por cierto que estudiando la forma de esta curva se podría corregir también el error teórico de que antes hablaba, haciendo que el cilindro del anteojo se apoyase, no en el fondo, sino en dos puntos de la curva, tanto más próximos cuanto más inclinada fuese la visual, condición que aproximadamente satisfacen algunos de los clisímetros que he visto, yo creo que sin intención de que tal suceda por parte del fabricante.

Véase el adjunto esquema, y vamos á suponer que las alturas  $aa'$  y  $bb'$  son iguales entre sí y mayores ó menores que el radio del cilindro torneado del anteojo, y para fijar más las ideas, supongamos que, como en el esquema, son mayores. Aseguro que



esto sucede con muchísima frecuencia y que en algún caso la diferencia es considerable. Supongo que el nivel está perfectamente corregido y el aparato puesto en estación, faltando sólo corregir el cero. La línea AB será horizontal.

Si para comprobar el cero nos limitamos á dirigir una visual sobre una mira, invertir el anteojo objetivo por ocular, girar  $180^\circ$  y ver si la segunda lectura es igual á la primera, corrigiendo en caso negativo la altura del montante fijo hasta que las dos lecturas sean iguales cuando coincidan los ceros del nonio y de la escala, creemos tener el aparato corregido y no lo estará. Las dos lecturas habrán sido iguales porque son simétricas las dos inclinaciones  $b'a''$  y  $a'b''$  del anteojo antes del giro sobre el eje del aparato y las visuales coinciden después del giro. En este caso, las pendientes leídas serán menores que las verdaderas y en las rampas se leerá más de lo justo, porque el anteojo tiene la posición simétrica de la primera.

Para averiguar este error, hay que hacer la comprobación como si se tratara de un nivel fijo sobre sus collares, ó medir la misma pendiente subiéndolo y bajándolo. La semidiferencia de las pendientes es el error que no hay medio de corregir más que en el taller. Y para tenerlo en cuenta se presenta la dificultad de que, aunque constante, es aditivo al subir y sustractivo al bajar ó viceversa, lo cual es expuestísimo á errores.

Podrían tener este mismo error los niveles de inversión sobre sus collares, y por tratarse de aparatos de mayores pretensiones á la precisión, sería más grave; pero hay que reconocer que por lo común no lo tienen, mientras que no es imposible encontrarse con un clisímetro para el cual alcance á más del 2 por 100 la diferencia entre la pendiente subiéndolo y la misma bajándolo.

En los niveles de dobles pendientes (sin necesidad de invertir el anteojo) puede existir el error; pero puede corregirse variando la altura del montante fijo.

De todos modos, es prudente no fiarse siempre de las correcciones que pueden hacerse desde una sola estación para los aparatos de anteojo invertible en los collares, y comprobarlos, por lo menos, la primera vez, como si fueran de anteojo fijo en cada una de las posiciones del anteojo.

He supuesto los collares mal hechos, pero iguales, porque es el caso más frecuente y el único que puede pasar fácilmente desapercibido.

T. CÁCERES.

El empleo del vapor recalentado en las locomotoras ha adquirido un desarrollo considerable en el continente americano. En Europa funcionan actualmente unas 1.600 máquinas equipadas con recalentadores de diversos sistemas, mientras que en América unas 260 máquinas de este tipo se hallan funcionando ó en construcción. Uno de los más recientes experimentos relativos á este asunto ha tenido lugar en el *Acheson, Topeka, and Santa Fe Railroad*. En esta línea, una pesada máquina tanlem-compound, después de haber estado funcionando durante algún tiempo con cilindros de 48 y 79 centímetros de diámetro, con una carrera de émbolo de 81 centímetros, se envió á los talleres, donde se transformó en una máquina de vapor recalentado. Se la colocó un recalentador en la caja de humos, se la quitaron los cilindros de alta presión (los de 48 centímetros de diámetro) y se rebajó la presión en la caldera á 10 kilogramos por centímetro cuadrado. La locomotora, funcionando en esta forma, con vapor recalentado tan sólo á 30° ó 40°, dió por resultado el obtener una economía de un 5 por 100 respecto de las locomotoras compound, que realizaban el mismo servicio, siendo, además, los gastos de conservación y reparación considerablemente menores que en éstas últimas.—H.

## INSTRUCCIONES RELATIVAS AL EMPLEO DEL HORMIGON ARMADO

(CONCLUSIÓN)

Art. 11. Este artículo dice que en los cálculos de deformación se tendrá en cuenta la resistencia á la extensión del hormigón.

Se puede tener que calcular la deformación en sí misma, particularmente para prever la flecha que tomará una obra. Pero en todo caso se tendrá que hacer uso de las fórmulas de deformación, para conocer en cada sección la compresión  $N$  de la *fibra media* (lugar de los centros de gravedad  $G$  de las secciones ficticias  $\Omega$ ), el momento de flexión  $M$  y el esfuerzo cortante  $T$ , cuando la estática no los proporciona.

Por definición  $N$  y  $T$  son las componentes normal y tangencial de las fuerzas exteriores, comprendida la reacción del apoyo que actúa de un lado convenido de la sección, y  $M$  es la suma de los momentos de estas mismas fuerzas exteriores con relación al punto  $G$ .

Si una de las extremidades de la pieza á estudiar está libre (columnas), ó si la estática proporciona la reacción de un apoyo (vigas con dos apoyos sin encastramiento), las fuerzas  $N$  y  $T$  y el par  $M$  son conocidas en *todo rigor*; podrá pasarse sin las fórmulas de las deformaciones, y por consecuencia, sin hipótesis para determinarlas. El art. 11 no interviene para este objeto.

Pero en el caso de vigas encastradas ó de vigas con muchos

tramos ó de arcos, trabajando á la extensión que es el caso general de los arcos de hormigón armado, se deberá aplicar el artículo 11 y, por consecuencia, interpretarlo.

La administración aceptará la interpretación hecha según el uso corriente hasta aquí, aunque sea poco correcto, y que consiste en atribuir al hormigón, trabajando á la extensión, el mismo coeficiente de elasticidad que cuando trabaja á la compresión.

Una vez admitida esta hipótesis, las fórmulas establecidas más arriba, bajo la restricción esencial de que no trabaja más que á la compresión, se convierten en generales.

Se ve fácilmente que estas fórmulas, gracias á la intervención de los elementos de la sección ficticia  $\Omega$ , refieren el problema de la resistencia de una pieza de hormigón armado, es decir, de una pieza heterogénea, al de la resistencia de una pieza homogénea ficticia. Desde luego todos los resultados generales y clásicos obtenidos en este último caso se extienden al primero, y por consecuencia, para tener los valores de  $N$ ,  $M$ ,  $T$ , en el caso de un arco, los de  $M$ ,  $T$  en el caso de una viga cargada transversalmente ó  $N = 0$ , así como las reacciones de los apoyos, bastará en cada caso adoptar los valores bien conocidos que se refieren á las piezas homogéneas.

Así, si tiene una viga de hormigón armado de extensión  $l$  encastrado en sus dos extremos y llevando una carga uniforme de  $p$  kilogramos por metro lineal, se admite que como para una viga homogénea, el mayor momento de flexión se producirá en el encastramiento y tendrá por valor:

$$\frac{pl^2}{12}$$

y que el momento de flexión en medio, de signo contrario al precedente, será en valor absoluto:

$$\frac{pl^2}{12}$$

Si el encastramiento es parcial, se adoptará, en lugar del valor de aquí arriba, un valor intermedio entre él y el de  $\frac{pl^2}{8}$  que se refiere á la viga con apoyos simples, por ejemplo  $\frac{pl^2}{10}$ .

Igualmente si se tiene una viga con muchos tramos, que serán generalmente iguales, bastará tomar en los Tratados ó Manuales de resistencia de materiales los valores calculados de los momentos de flexión, esfuerzos cortantes y reacciones de los apoyos referentes á piezas homogéneas, ó si se encuentra en estos casos especiales, calcular estos valores como si se tratase de piezas homogéneas.

Igualmente, en fin, si se trata de un arco, se hará uso de las tablas de Bresse relativas á los arcos homogéneos para tener el empuje, si se trata de un arco ó dos rótulas de las que el Ingeniero Pigeaud ha publicado recientemente en los *Annales de Ponts et Chaussées*, si se trata de un arco encastrado, y se tomará un valor intermedio entre las dadas por estas dos tablas, si se juzga que se tiene un encastramiento parcial.

En los casos especiales, se calculará directamente el empuje según la fórmula clásica referente á las piezas homogéneas.

Una vez conocido el empuje, como las reacciones verticales se deducen de la estática pura, se tendrán todos los datos necesarios para determinar  $M$ ,  $N$  y  $T$  gráficamente, ó por el cálculo para cada una de las secciones que se quiera estudiar.

*Interpretación más correcta.*—Se puede tomar en cuenta la resistencia á la extensión del hormigón de un modo más satisfactorio, admitiendo como resultado de diversas experiencias el principio siguiente: el coeficiente de elasticidad de hormigón armado á la extensión no conserva un valor sensiblemente constante más que hasta el límite de la resistencia á la extensión del