

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS.

MADRID, 15 DE FEBRERO DE 1887.

4.ª Serie.

Tomo 5.º

Número 3.º

AÑO XXXV DE LA PUBLICACIÓN.

SUMARIO.

Resistencia de postes y columnas, por D. A. de la Cámara, Ingeniero de Caminos.—Observaciones sobre los proyectos de ley incluyendo nuevas carreteras en el Plan general de las mismas.—Ferrocarriles de Canfranc y del Noguera-Pallaresa.—Problema sanitario (conclusión), por D. Pablo de Alzola, Ingeniero de Caminos.

RESISTENCIA DE POSTES Y COLUMNAS

(Continuación)

Las experiencias de Kirkaldy con barras de acero fundido y Bessemer, dan próximamente igual resistencia á la compresión en uno y otro, aunque algo más al fundido en crisoles (crucible steel), y que en piezas cuya altura era de cuatro diámetros, se encontró de 3,10 toneladas por centímetro para el límite de compresión elástica; es decir, para la carga en que la contracción se hizo perceptible.

En 31 experiencias hechas posteriormente en el arsenal de Woolwich por una Comisión de Ingenieros civiles con barras de la misma clase de aceros, aunque de altura más considerable, igual á 80 diámetros, los límites mínimo y máximo de elasticidad de compresión, fueron respectivamente 2,30 toneladas y 4,10 toneladas, siendo el término medio de 3,25 toneladas por centímetro cuadrado.

TABLA II

DE LAS CARGAS DE ROTURA POR COMPRESIÓN EN BLOQUES DE PEQUEÑAS DIMENSIONES DE LAS MADERAS MÁS USADAS EN CONSTRUCCIÓN.

DESCRIPCIÓN DE LA MADERA.	Kilogramos por centímetro cuadrado.
Abedul americano (muy seco)	817
Idem inglés (<i>Betula alba</i>)	230 á 450
Abeto ó pino del Norte (<i>Abies excelsa</i>)	340 á 457
Alamo (<i>Alnus glutinosa</i>)	480
Alerce europeo (<i>Larix europeo</i>)	225
Idem ruso	420
Boj	725
Caoba de Cuba (<i>Suiteria Mahagoni</i>)	510
Cedro (<i>Cedrus Libanis</i>)	400
Eucaliptus globulus (Australia)	490 á 620
Fresno (<i>Fraxinus excelsior</i>)	610 á 630
Haya (<i>Fagus silvática</i>)	540 á 655
Nogal	425
Olmo (<i>Ulmus campestris</i>)	725
Pino rojo (<i>Pinus silvestris</i>)	378 á 400
Pino amarillo (<i>Pinus variabilis</i>)	376 á 380
Roble de Quebec (<i>Quercus rubra</i>)	300
Idem inglés (<i>Quercus seniliflora</i>)	456 á 700
Idem francés	558
Idem de Cerdeña	410
Idem de Toscana	380
Sauce	200
Sicomoro (<i>Acer pseudo platanus</i>)	497
Teca de la India (<i>Tectona grandis</i>)	850

La resistencia de las maderas, determinadas por distintos observadores, varía mucho en cada especie, á causa de la más ó menos perfecta condición de los ejemplares ensayados. Si la madera está bien seca y curada, resiste mucho más que la verde recién cortada ó la húmeda, llegando en algunos casos, según observó Hodgkinson, á necesitarse, para romper ejemplares muy secos, doble carga que la empleada en bloques en el estado de humedad ordinaria. Esta disminución de resistencia en la madera húmeda debe tenerse en cuenta en el cálculo de las piezas que se empleen en obras bajo el agua.

También hay que observar que las experiencias verificadas en trozos pequeños con ejemplares escogidos y exentos de los defectos que siempre tienen las piezas grandes, deben dar resultados muy superiores á los que corresponden á estas piezas, necesitándose realmente más experiencias con esta clase de piezas para determinar las verdaderas constantes que convie-

nen en la práctica. Kirkaldy ha hecho algunas con pinos de América y del Norte de Europa cortado en piezas de gran tamaño, cilindros de 9,78 pulgadas de diámetro (24,88 centímetros) por 50 pulgadas (127,0 centímetros) de altura; las resistencias límites que obtuvo fueron las siguientes:

	Peso de la madera por decímetro cúbico.	Carga que produjo la rotura en kilogs. por cent. ² cuad. ^o	OBSERVACIONES.
Pino Pitch, americano (<i>Pinus rigida</i>)..	0,834 kilg.	330 kilg.	Media de cinco experiencias.
Pino rojo del Báltico (<i>Pinus silvestris</i>)..	0,671 kilg.	172 kilg.	Media de tres experiencias.

TABLA. III

CARGAS DE ROTURA POR COMPRESIÓN EN KILOGRAMOS POR CENTÍMETRO CUADRADO DE PIEDRAS Y FÁBRICAS.

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL.	Kilogramos por centímetro cuadrado.	Cargas medias.
Granitos y sienitas..	400 á 1.200	800
Basalto..		750
Calizas y mármoles..	300 á 1.000	650
Areniscas propias para construcción..	160 á 750	450
Ladrillo..	40 á 120	80
Fábrica de ladrillo ordinaria, se agrieta con..	22 á 33	27
Idem de id. con mortero de cemento..	33 á 44	38
Idem de id. con mortero cemento (de calidad superior)..	55 á 76	65
Pizarras..	450 á 950	650
Arcilla dura..	22 á 32	27
Yeso de Paris, á las 24 horas..		44
Hormigón (1 de mortero por 3 de grava), á las tres semanas..	32 á 55	43
Cemento Portland puro, á las seis semanas..	85 á 175	130
Mortero de cemento (1 parte de cemento, 1 de arena)..		85
Idem de id. (1 parte de cemento, 3 de arena)..		44
Idem de id. (1 parte de cemento, 10 de grava)..		20
Cemento romano, inglés puro..		55
Idem id. (1 parte cemento, 2 arena)..		6
Vidrio, verde crown y flint..	1.400 á 2.500	2.000
Hielo compacto..	13 á 20	16

Rankine atribuye á la mampostería concertada una resistencia igual á $\frac{4}{10}$ de la que tenga la piedra de los mampuestos y á la mampostería ordinaria poco más que la del mortero que entra en ella.

La resistencia que presentan las piedras á la compresión es muy variable, según puede verse en el cuadro anterior; así que, para determinarla con alguna aproximación, hay que tener en cuenta en cada caso las apariencias externas que ofrezca la piedra. En los granitos y sienitas, observa Rankine, la inalterabilidad y resistencia son tanto mayores cuanto más predomina el cuarzo y la hornablenda, y cuanto menores sean la cantidad de feldespato y mica. Si los cristales de feldespato son pequeños y con brillo, la piedra será duradera, y lo contrario si son grandes y poco lustrosos.

Las areniscas más resistentes y de más duración son aquellas en que la sílice forma casi exclusivamente la pasta de cimentación, y las más flojas y deleznales las que contienen mucha alúmina en el cemento, que se asemeja entonces á feldespato ó arcilla

Las areniscas calcíferas son también deleznales, especialmente si están expuestas á los aires del mar ó á la atmósfera viciada de las grandes poblaciones.

Las apariencias de una arenisca resistente y duradera se caracteriza por la aspereza de los granos, escasez de la pasta de cimentación y un aspecto claro, traslúcido y brillante, en las superficies nuevas de los pedazos que se rompan de un bloque. Los granos redondeados y las superficies de aspecto opaco y terroso caracterizan areniscas blandas y perecederas.

En las pizarras, los signos de la buena calidad, son: compactidad, uniformidad y suavidad en la textura, color limpio y oscuro, lustre y sonido metálico á la percusión.

Entre las calizas, las de formaciones primarias, siendo compactas, son las más resistentes, y las fosilíferas y porosas las más blandas.

Por punto general, casi sin excepción, se puede asegurar que en piedras de la misma clase, las de más peso son las más resistentes.

De las experiencias de Clark resulta que las areniscas ceden á las cargas de repente, y sin que precedan grietas ó indicios ningunos de rotura. Después de la fractura, la parte superior generalmente tiene la forma de una pirámide cuadrada invertida, rompiéndose en pedazos las caras laterales del cubo. Este mismo hecho lo ha observado Rennie en todas las piedras amorfas. Las calizas se agrietan verticalmente y se astillan mucho antes de llegar á la carga de aplastamiento, próximamente con la mitad de la carga de rotura.

Siendo tan variable la resistencia de las piedras, lo más seguro será ensayar directamente la resistencia de la piedra que vaya á emplearse cuando se trate de construcciones de importancia, practicando las experiencias por medio de la prensa hidráulica.

RESISTENCIA DE POSTES LARGOS FLEXIBLES.

En esta categoría se comprenden todos los postes que se rompen por la flexión ó encorvamiento total de la pieza; su longitud, cuando sus dos extremidades están cortadas en secciones planas y bien empotradas, ha de ser mayor de 30 diámetros en postes de hierro fundido ó madera; y de 60 diámetros en postes de hierro forjado.

Las leyes á que está sujeta esta clase de rotura han sido determinadas experimentalmente por Hodgkinson, y á continuación transcribimos los principios más importantes deducidos por este observador.

1.º Los postes largos, terminados por secciones planas y bien empotrados, son tres veces más resistentes que los postes con extremidades redondeadas de las mismas dimensiones.

2.º La resistencia de un poste que tenga un extremo plano y otro redondeado, es la media aritmética entre la de un poste con sus extremos planos y otro con extremos redondeados.

De aquí resulta que, si consideramos tres postes cilíndricos de la misma longitud y diámetro, de los cuales el primero tenga sus extremidades redondeadas, el segundo una plana y otra redondeada y el tercero las dos planas, las resistencias de los tres postes estarán en la relación de 1 : 2 : 3, próximamente.

Esta ley se aplica lo mismo á los postes largos flexibles que á los postes intermedios; pero en éstos últimos la relación de la resistencia entre los que tienen extremidades planas y los que las tienen redondeadas es de 3 á 1,50 ó menos, según que se reduzca la relación entre la longitud y el diámetro de la pieza.

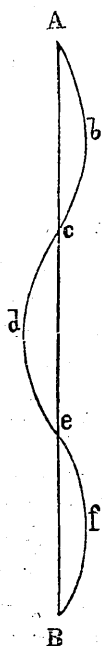
3.º Un poste largo, con sus extremos perfectamente empotrados, tiene la misma resistencia que otro poste con una longitud mitad que el primero, y sus extremos redondeados.

Este hecho lo explica Hodgkinson de la siguiente manera:

Supongamos que una barra larga de hierro fundido la comprimimos por sus dos extremos, de modo que tome la forma $A b c d e f B$, en la que todas las curvas $A b c$, $c d e$, $e f B$, separadas por la recta $A c e B$, serán iguales, puesto que la barra se supone uniforme. Supongamos también que después que la barra ha tomado esta forma curva, dejamos inmóviles los puntos b y f , fijándolos invariablemente por cualquier medio. En este caso, es evidente que podemos separar las partes de la barra próximas á A y B sin alterar en nada la curva $b c d e f$ de la parte del poste comprendida

entre b y f , y considerar sólo esta parte. La parte $b f$, á que queda reduci-

Fig. 1.



da la barra, estará sometida á la misma flexión en los puntos *b d* y *f*. Los *c* y *e* son puntos de contraria curvatura, y por lo tanto, el poste no tendrá flexión en ellos. Estos puntos no sufren otro esfuerzo que el de la presión que los mantiene unidos, y la sección transversal del poste se podría reducir en ellos todo lo que se quisiera, con tal de que la fuerza que los comprime no llegase á aplastar el material de que se compone la barra. De aquí que estos puntos los podemos concebir ejerciendo el mismo oficio que los extremos redondeados de los postes, y la parte *c d e* de la barra con sus extremos *c* y *e* redondeados, soportará un peso igual al de la barra *b c d e f* de doble longitud con sus extremos *b* y *f* firmemente empotrados.

Las leyes que anteceden se aplican, según Hodgkinson, lo mismo á los postes de hierro fundido que á los de acero, hierro forjado ó madera; pero es preciso que la longitud de los postes, relativamente á su diámetro, sea tan considerable que la resistencia unidad del poste resulte muy inferior á la de la resistencia del material al aplastamiento.

En los puentes y armaduras de hierro las extremidades de los postes ó piezas oblicuas sujetas á compresión, con frecuencia no se las puede afirmar bien á las otras piezas, de modo que su posición relativa sea invariable, y otras veces sólo están unidas por medio de pernos ó pasadores en uno ó en los dos extremos. La resistencia de estas piezas articuladas, según las observaciones de C. Shaler-Smith, es intermedia entre la que tienen las piezas empotradas y las de extremos redondeados, tanto en postes de hierro como en los de madera, fundición ó acero; pero debe reconocerse que hay en todos estos puntos mucha incertidumbre todavía.

(Se continuará)

OBSERVACIONES

SOBRE LOS

PROYECTOS DE LEY INCLUYENDO NUEVAS CARRETERAS

EN EL PLAN GENERAL DE LAS MISMAS

La multitud de proyectos de este género votados por las Cámaras desde 1877, y sobre todo en 1883 y 1885, y en su inmensa mayoría declarando de interés general carreteras imposibles ó de escasisima utilidad, dió lugar á que el Senado acordase en 1885 no tramitar estos proyectos, como se hacía con los de ferrocarriles, sin previa presentación del proyecto de la obra é informe del Ministerio de Fomento.

Este sabio y prudente acuerdo dió por resultado el que al principiar la legislatura se encontraran en la Alta Cámara más de 40 proyectos de ley,