

armado". Agotados los tres primeros tomos, lo que prueba su excelente aceptación, publicó la segunda edición de ellos con adiciones y correcciones. La del tomo III, que la corrigió estando herido de muerte, ha visto la luz estos días.

Tal es a grandes rasgos la gigantesca labor de Ribera, que mereció, a veces, de los Gobiernos las frías recompensas, que se otorgan en forma de condecoraciones, que jamás solicitó, sin duda porque sabía que no siempre se conceden al verdadero mérito.

El Gobierno francés le hizo Caballero de la Legión de Honor por los trabajos que hizo en la sección española del ferrocarril internacional Tünger-Íez, del que fué director-adjunto.

El Gobierno español, entre otras distinciones, le otorgó las grandes cruces de Isabel la Católica, del Mérito militar, la cruz de Caballero de Carlos III y la de la Orden Civil de Alfonso XII.

Ribera fué más ingeniero que negociante. Por eso al morir, siendo el contratista que más volumen de obra ejecutó, lega a sus hijos más fama que fortuna.

Con lo que jamás transigió Ribera, fué con el sabio pedante o con el desprovisto de seso, por alta que fuese su jerarquía social, lo que le ocasionó serios rencores. En cambio, se complacía en ensalzar y proteger a las personas de mérito, por humilde que fuese su condición, lo que le granjeó sinceras simpatías. Cuando le visitaba casi a diario en su última enfermedad, me decía: Casi me alegro de estar malo, pues he visto así lo mucho que me quieren.

El autorretrato moral de Ribera está hecho en los consejos que dió a sus discípulos al terminar la última lección, a la que he aludido varias veces. Les dijo así:

"Aunque sepáis mucha matemática, no incurráis en pedantería, pues, más que problemas científicos, tendréis que poner a contribución el buen sentido.

"Más que sabios deberéis ser gerentes.

"Sed valerosos, cívica y profesionalmente, pues un ingeniero no debe ser nunca pusilánime; no temáis, pues, las responsabilidades, cuando están fortalecidas por hondas convicciones y el austero cumplimiento de vuestros deberes, ya que no sólo es puni-

ble el delito, sino la pereza o la cobardía que lo consiente. Para ello, sed buenos y justos, sobre todo con los obreros, y contribuid eficazmente a suavizar y resolver el más apremiante de los problemas: el de la justicia social.

"Antes que ingenieros y antes que funcionarios, habéis de ser hombres y ciudadanos.

"Sólo así conseguiréis la *intima satisfacción*, que es el premio que debe perseguir todo hombre consciente y honrado."

Antes de pronunciar estas palabras, que reflejan el alma de Ribera, proclamó su acentuado cariño al Cuerpo de Caminos y a su Escuela, que se acentuaron al fin de su vida. El último artículo que escribió para la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS, titulado "Progresos constructivos de la Ingeniería española", que apareció en el número de 15 de abril último, es una entusiasta apología a la labor realizada por sus compañeros de profesión.

Al sentir, sereno, su cercano fin, indicó a sus hijos el deseo de que su cadáver pasase por la Escuela de Caminos, lo que era difícil conciliar con su traslado el panteón de familia en San Sebastián. Por si no era posible cumplir esta espiritual indicación, se mandaron cortar todas las rosas del jardín de la Escuela para ofrendarlas al querido compañero; pero a última hora se decidió que la comitiva fúnebre, que debía salir de Madrid a las diez de la noche del día 18, llegase a la Escuela. A dicha hora entraba la carroza por la puerta del jardín, ascendía por la cuesta que sube al edificio principal, en cuya puerta se habían congregado hasta doscientas personas entre profesores, alumnos, compañeros y amigos de Ribera.

Fué emocionante el momento en que se abrieron las puertas del coche estufa y se vió el féretro, iluminado por tenue luz en la noche oscura y lluviosa que hacía. El homenaje al muerto insigne fué silencioso y solemne. Descendió la carroza lentamente, seguida de todos los asistentes, que se despidieron de la familia doliente a la puerta del jardín.

Descanse en paz el amigo del alma, que tanto honró a la ingeniería española.

Vicente MACHIMBARRENA.

El puente sobre el río Guadalhorce, en Pízarra, Málaga¹

II. — CÁLCULO DEL DESCIMBRAMIENTO Y CORRECCIÓN.

Calculado el arco por cualquiera de los métodos usuales, en este caso lo fué por medio de las líneas de influencia y fórmulas derivadas del trabajo elástico, para el efecto del peso propio, cargas permanentes y sobrecargas, estudiamos las variaciones longitudinales.

Resultó de los ensayos verificados con el material empleado en el arco, un coeficiente de elasticidad próximamente de 2×10^9 kg./m.², esto es, algo más elevado del preconizado por Zafra, pero de acuerdo con el tenido en cuenta en los grandes puentes modernos de hormigón, sin llegar a las cifras, tal vez exageradas, dadas por Gay. Y para retracción del fra-

guado, dada la época en que se verificó el descimbramiento, y teniendo en cuenta la curva de retracción deducida también experimentalmente, se adoptaron los $3/4$ de la retracción total, 0,0003, es decir, 0,00025.

Por último, si bien estos valores aun obtenidos directamente en ensayos verificados sobre muestras de hormigón tomadas en obra, siempre diferirán de los efectivos, según hemos dicho, el cálculo que vamos a exponer no es, por consiguiente, más que una norma a seguir, modificable según los resultados de las pruebas en obra, en el instante del descimbramiento, ya que el procedimiento de construcción facilita estas correcciones, para lo cual se dispone de los aparatos para ello precisos, según más adelante diremos.

En esta forma, los momentos flectores y esfuer-

¹ Véase el número anterior, página 185.

zos normales debidos a la retracción del fraguado, son:

también de 10°; cada uno de cuyos efectos supone una variación longitudinal de 0,00012; mitad muy próximamente de los anteriores.

Tenemos por consiguiente:

Secciones.	Momentos flectores. $\overline{T_{mm}}$	Esfuerzos normales. $\overline{T_n}$	Variación por retracción.	0,00025
0,0 (arranques)	— 140,84	— 25,10	por exceso de temperatura	0,00012
0,1	— 60,23	— 27,20		
0,2	— 2,74	— 28,75		
0,3	35,59	— 29,72		
0,4	37,49	— 30,18		
0,5 (clave)	64,49	— 30,42		
			Suma	0,00037

Contracción total:

$$2 \times 0,00037 \times 23750 = 18,00 \text{ mm.}$$

En la época en que se verificó el descimbramiento, la temperatura era de unos 10° sobre la media, y así se supuso, y la oscilación de temperatura se supuso

Evalúadas las cargas móviles, en definitiva, los máximos momentos totales y esfuerzos normales correspondientes obtenidos, son:

Máximos momentos positivos totales y esfuerzos normales correspondientes.

	Cargas fijas.	Contracción o dilatación.	Exceso de temperatura.	Retracción.	Cargas móviles.	Totales.
Arranques. { M	— 8,26	70,4	— 70,4	— 140,8	72,0	— 77,1
{ N	+42,00	12,5	— 12,5	— 25,1	52,8	+470,7
0,1. { M	— 31,93	30,1	— 30,1	— 60,2	17,9	— 74,2
{ N	402,00	13,6	— 13,6	— 27,2	32,7	+407,5
0,2. { M	— 31,06	1,3	— 1,3	— 2,7	34,4	0,6
{ N	388,60	14,3	— 14,3	— 28,7	15,8	375,7
0,3. { M	— 6,36	17,7	— 17,7	35,6	44,6	109,2
{ N	377,50	— 14,8	— 14,8	— 29,7	24,6	342,7
0,4. { M	30,10	28,7	28,7	37,5	39,2	184,3
{ N	367,20	— 15,0	— 15,0	— 30,2	37,0	342,0
Clave. . . . { M	32,86	32,2	32,2	64,5	30,3	191,10
{ N	366,50	— 15,2	— 15,2	— 30,4	38,9	344,6

M, en toneladas. N, en toneladas.

Máximos esfuerzos negativos y totales y esfuerzos normales correspondientes.

	Cargas fijas.	Contracción o dilatación.	Exceso de temperatura.	Retracción.	Cargas móviles.	Totales.
Arranques. { M	— 8,26	— 70,4	— 70,4	— 140,8	— 67,8	— 357,7
{ N	+42,00	— 12,5	— 12,5	— 25,0	32,3	+424,3
0,1. { M	31,93	— 30,1	— 30,1	— 60,2	— 15,4	— 167,7
{ N	402,00	— 13,6	— 13,6	— 27,2	59,7	+407,9
0,2. { M	31,06	— 1,3	— 1,3	— 2,7	— 36,6	— 72,9
{ N	388,60	— 14,3	— 14,3	— 28,7	66,0	397,4
0,3. { M	— 6,36	— 17,7	17,7	35,6	— 40,8	11,6
{ N	377,50	14,8	— 14,8	— 29,7	44,9	392,8
0,4. { M	30,10	— 28,7	28,7	57,5	— 24,2	63,4
{ N	367,20	15,0	— 15,0	— 30,2	44,2	361,4
Clave. . . . { M	32,86	— 32,2	32,2	64,5	— 17,3	80,1
{ N	366,50	15,2	— 15,2	— 30,4	30,9	367,0

M, en toneladas. N, en toneladas.

Vemos en estos cuadros los enormes descentramientos de las líneas de presiones que originan esfuerzos inadmisibles, especialmente en los arranques y sección a 0,1 de la luz, por lo cual no hay más recurso que corregir estos defectos, en lo posible.

Siendo los datos de las secciones los siguientes:

Secciones.	Juntas. m.	Áreas. m. ²	Momento de inercia. m. ⁴
Arranques.	1,51	2,26	0,421
0,1	1,40	2,10	0,342
0,2	1,32	1,98	0,300
0,3	1,28	1,92	0,262
0,4	1,26	1,89	0,250
Clave.	1,25	1,87	0,244

Mediante los elementos consignados, y acudiendo a las fórmulas de carga descentrada, puede formarse el resumen que a continuación se inserta, análogo al dado por Freyssinet (*Genie Civil*, 13 agosto 1921), que pone de manifiesto las cargas resultantes. En el agrupamos las cargas fijas, que son: el peso propio, el acortamiento elástico, la retracción por fraguado y el exceso de temperatura al cerrar el arco, sobre la media. Sumadas las cargas de trabajo se obtienen, no solamente cargas de compresión elevadas, sino cargas de tensión verdaderamente importantes, siendo las variaciones longitudinales las que producen tan perjudiciales efectos.

En cuanto al efecto de las sobrecargas, es de secundaria importancia.

FATIGAS POR LAS CARGAS

	ARRANQUES		CLAVE	
	Intradós.	Trasdós.	Intradós.	Trasdós.
PESO PROPIO:	Kg./cm. ²	Kg./cm. ²	Kg./cm. ²	Kg./cm. ²
Presión normal. . .	19,6	19,6	19,5	19,5
Flexión residual . .	1,5	— 1,5	— 8,1	8,1
Acortamiento elástico	8,1	— 8,9	— 6,1	5,1
Retracción del fraguado.	23,5	— 25,8	— 17,7	14,5
Exceso de temperatura.	11,7	— 12,9	— 8,8	7,2
Suman las cargas fijas.	64,8	— 28,9	— 21,2	54,4
CARGAS MÓVILES:				
Momentos positivos.	— 9,5	15,4	— 5,6	9,8
Momentos negativos.	13,4	— 10,6	6,0	— 2,8
TEMPERATURA:				
Dilatación en arranques	— 11,7	12,9	— 8,8	7,2
Dilatación en clave.	11,7	— 12,9	8,8	— 7,2
Sumas de cargas variables.	— 21,2	28,0	— 14,4	17,0
	25,1	— 23,5	14,8	— 10,0
Compresiones totales.	43,6	— 0,9	— 35,6	71,4
	89,9	52,4	— 6,4	44,4

Demuestran estas cifras las malas condiciones en que estaría una bóveda de hormigón armado, las potentes armaduras precisas y la imposibilidad de aceptar un arco de hormigón en masa, de no adoptar un medio de centrar las presiones.

Siendo las causas perturbadoras acortamientos en la fibra media, si después de cerrado el arco se suplementa en cantidad análoga a la que ha de acortarse, se destruyen sus efectos; en otras palabras, la causa que hay que anular es igual a una fuerza horizontal que pasa por el centro elástico del arco y en el sentido de una disminución del empuje. Luego si allí mismo se añade una fuerza suplementaria de igual y opuesto sentido, se habrán evitado aquellos efectos perturbadores.

Fácilmente se calcula el acortamiento unitario y el total producido por las causas que queremos anular, no teniendo más que abrir el arco y suplementarle con una placa de las dimensiones calculadas.

Así tendremos:

Corrección al descimbramiento. — 1.^a parte.

Acortamiento elástico.	19,5	0,000096
	200 000	
Retracción por fraguado.		0,000250
Exceso de temperatura		0,000124
		0,000470

Acortamiento elástico absoluto,

$$0,00047 \times 47,5 = 0,022 \text{ m.}$$

Comparando con el efecto de retracción del fraguado, que anteriormente se indicó, el de una fuerza que compensara esa retracción, sería:

	ARRANQUES		CLAVE	
	Intradós.	Trasdós.	Intradós.	Trasdós.
	Kg./cm. ²	Kg./cm. ²	Kg./cm. ²	Kg./cm. ²
Primer efecto de corrección. . .	— 44,2	48,5	33,3	— 27,3

y las cargas antes fijadas, se convierten en las siguientes:

	ARRANQUES		CLAVE	
	Intradós.	Trasdós.	Intradós.	Trasdós.
	Kg./cm. ²	Kg./cm. ²	Kg./cm. ²	Kg./cm. ²
Cargas fijas, móviles y efecto corrector . . .	— 0,6	47,6	— 2,3	44,1
	45,7	— 3,9	27,9	17,1

obteniéndose ya cargas que son perfectamente admisibles por la disminución de las fatigas de compresión y la pequeñez de las tensiones resultantes.

Pero no hay más que forzar un poco la corrección, como vamos a ver, y reducimos aún más las cargas de tensión.

2.^a parte de la corrección.

Corrección suplementaria para disminuir la tensión máxima: deberá ser una fuerza tal, que produzca las cargas siguientes:

	ARRANQUES		CLAVE	
	Intradós.	Trasdós.	Intradós.	Trasdós.
	Kg./cm. ²	Kg./cm. ²	Kg./cm. ²	Kg./cm. ²
Corrección suplementaria. . .	— 1,8	1,9	1,3	— 1,1

que corresponde a un alargamiento unitario de 0,000007.

De este modo se obtendrán las cargas definitivas siguientes:

	ARRANQUES		CLAVE	
	Intradós.	Trasdós.	Intradós.	Trasdós.
	Kg./cm. ²	Kg./cm. ²	Kg./cm. ²	Kg./cm. ²
Efectos totales.	{ — 2,4	49,5	{ — 0,3	44,1
	43,9	— 2,0	29,2	16,0

El efecto de la corrección es notable; las máximas cargas de compresión, que por el procedimiento ordinario serían de 70 y 90 kg./cm.², se reducen a 45 y 50, y los grandes esfuerzos de tensión, prácticamente se anulan mediante este procedimiento, más lógico que el de poner armaduras que resistan las tensiones, ya que no sólo se evitan estas armaduras, sino que se disminuye la carga del hormigón a la mitad, próximamente.

El esfuerzo total de corrección, será:

	ARRANQUES		CLAVE	
	Intradós.	Trasdós.	Intradós.	Trasdós.
	Kg./cm. ²	Kg./cm. ²	Kg./cm. ²	Kg./cm. ²
Primera parte.	— 42,2	48,5	33,3	— 27,3
Segunda parte.	— 1,8	1,9	1,3	— 1,1
	— 44,0	30,4	34,6	— 28,4

o sea, una fuerza cuyo valor es:

$$\frac{1}{2} (34,6 - 28,4) \times 18\,750 = 58\,120 \text{ kg.}$$

situada bajo la clave, a una distancia

$$\frac{1}{2} (34,6 + 28,4) \times \frac{0,244}{0,625} \times 10^4 = 2,12 \text{ m.}$$

que, como debe resultar, es la ordenada del centro elástico del arco, bajo la clave.

Descimbramiento.

Al verificarse el descimbramiento, estaba construido todo el puente, a excepción del pavimento. Actúan como cargas: el peso propio y su acortamiento elástico, la retracción del fraguado, verificada ya en su 75 por 100, según los ensayos; cargas móviles no existían.

En estas condiciones se estableció el siguiente cuadro, en el que se tuvo en cuenta que el peso del tablero era, sin el pavimento, de 1 125 kg. m. l.

Peso del pavimento	1 125 kg./m./l.
Relaciones en el arranque	{ V. 23,5 tn. H. 37,9 tn. M. 45,0 tnm.
En la clave	M. 73,6 tnm.
Esfuerzos normales N. {	Arranques. . . 45,6 tn. Clave 37,9 tn.

Con lo cual, restando de la primera columna del cuadro de los máximos momentos negativos totales y esfuerzos normales correspondientes, antes inserto, se tiene:

ARRANQUES:	CLAVE:
M. . . . — 53,6 tnm.	M. . . . 40,5 tnm.
N. . . . 396,4 tn.	N. . . . 328,6 tn.

y las cargas al descimbrar:

	ARRANQUES		CLAVE	
	Intradós.	Trasdós.	Intradós.	Trasdós.
	Kg./cm. ²	Kg./cm. ²	Kg./cm. ²	Kg./cm. ²
PESO PROPIO:	17,5	17,5	17,5	17,5
Presión normal .	9,4	— 9,4	10,2	— 10,2
Flexión residual.	7,3	— 8,0	— 5,5	4,6
Acortamiento elástico	17,6	— 19,3	— 14,3	10,9
Retracción por fraguado . . .	11,7	— 12,9	— 8,8	7,2
Exceso de temperatura . . .	— 44,0	50,4	34,6	— 24,4
Corrección de descimbramiento	19,5	18,3	33,7	1,6

Por consiguiente, el arco queda en muy buenas condiciones al descimbrar, obteniéndose cargas moderadas y con mayor coeficiente de seguridad que después de puesta en servicio la obra.

En el momento de descimbrar, se tiene:

	Intradós.	Trasdós.
	Kg./cm. ²	Kg./cm. ²
Cargas en la clave	33,7	1,6

que corresponden a una fuerza de

$$\frac{L}{2} (33,7 - 1,6) 18\,750 = 300,9 \text{ tn.}$$

actuando inferiormente a la clave, a una distancia de

$$\frac{\frac{1}{2} (33,7 + 1,6) \frac{0,244}{0,625} 10^4}{300\,900} = 0,21 \text{ m.}$$

Por consiguiente, los gatos debían dar 300,9 tn. al descimbramiento y ser capaces de desarrollar hasta 600 tn. para tener suficiente margen de garantía.

Al realizar los gatos su empuje, cada semiarco girará alrededor del antipolo de la fuerza suplementaria en la elipse elástica de cada medio anillo; como tal fuerza es horizontal y pasa por el centro elástico del arco, este movimiento es una traslación, puesto que el antipolo está en el infinito; ahora, la elipse elástica de cada semiarco está dispuesta de modo que ninguno de sus ejes es horizontal, y por lo tanto, el diámetro conjugado de la fuerza actuante no es vertical y la clave se desplaza según una dirección inclinada.

La elevación que sufre la clave al descimbrar, será:

Acortamiento elástico de las cargas fijas existentes	0,000086
75 por 100 de retracción por fraguado.	0,000187
Exceso de temperatura.	0,000124
SUMA	0,000397
Primer sumando de la corrección	0,000470
Segundo sumando	0,000007
SUMA	0,000477

Alargamiento resultante 0,00018

y mediante la fórmula de Rësäl,

$$= \delta b = 1,8 r \alpha t$$

en la cual, r es el radio, cuyo valor, muy aproximado al funicular y a la fibra media adoptada, es de 75,00 metros, y αt es el valor calculado 0,00018, con lo cual la elevación será

$$\delta \cdot b = 1,8 \times 75\,000 \times 0,00018 = 24,3 \text{ m.}$$

que asegura el descimbramiento.

Gatos hidráulicos.

La potencia de cada gato será $600:4 = 150 \text{ tn.}$
Sección de un gato de 20 cm. de diámetro, 314,00 cm.², con lo cual tendremos:

$$\text{Presión necesaria.} \cdot \frac{150\,000}{214} = 477 \text{ atmósferas.}$$

$$\text{Presión de trabajo} \cdot \frac{300\,900}{4 \times 314} = 238 \quad "$$

Resulta, en definitiva, que mediante la corrección se trata de corregir lo siguiente:

1.º Abrir la clave 23 mm.

2.º Ejercer una fuerza suplementaria de 58 120 kilogramos y total de los gatos de 300,9 tn. que actúe a 0,21 m. bajo el centro de la clave.

3.º Producir en el trasdós de arranques una carga suplementaria de 50,4 kg./cm.².

Todo ello se consigue abriendo con los gatos la clave y dejando cerrar el arco sobre placas del espesor calculado, en virtud de los datos experimentales, por el procedimiento que acabamos de exponer.

César VILLALBA GRANDA.
Ingeniero de Caminos.

Sobre un nuevo «Estatuto para la contratación de obras costeadas con fondos públicos»

Se ha entablado de nuevo una discusión alrededor de la reforma del Pliego de Condiciones generales vigentes. Y digo de *nuevo*, porque son varias las veces que, por diferentes agrupaciones y organismos, se ha estudiado y discutido la modificación de ese cuerpo legal. En 1913, si no recuerdo mal, se celebró en Madrid una Asamblea de contratistas cuyo principal objetivo fué la discusión de una reforma del Pliego, llegándose a redactar completamente un proyecto articulado. En aquella Asamblea nació la Asociación de Contratistas de Obras públicas. Después, y creo que más de una vez, se ha ocupado de este asunto, a requerimiento de la Superioridad y por propia iniciativa, el Consejo de Obras públicas. Ahora es la Asociación de Ingenieros de Caminos la que lo plantea y lo tiene en estudio.

“Algo tiene el agua cuando la bendicen”. Algo tiene el vigente Pliego general cuando desde hace veintitrés años se viene discutiendo la necesidad de su reforma, y no sólo a instancia de la que debe estimarse parte más perjudicada, sino también por iniciativa de entidades legítimamente representativas de la Administración. Y a poco que se reflexione sobre ello, se comprende, si no se está cegado por una pasión despótica y autoritaria poco conforme con los actuales tiempos de democracia y *paritarismo*, que el Pliego general no está a la altura de la época y que contiene enormidades jurídicas, con daño exclusivo de una de las partes contratantes.

Todos los que hasta ahora han terciado en el debate, menos uno, y aun éste no niega que sea susceptible de mejora, están conformes en la necesidad de la reforma y sólo discrepan en la extensión y alcance de la misma.

Se ha solicitado en la REVISTA DE OBRAS PÚBLI-

CAS la aportación de opiniones que pudieran contribuir a resolver justamente problema tan importante, y me considero moralmente obligado a intervenir, pues si bien no he sido nunca, ni soy, *personalmente* contratista, sí he servido durante veintitrés años a una Sociedad Constructora y he sido dos veces presidente de la Asociación de Contratistas de Obras públicas, lo que ha motivado que haya tenido ocasión de conocer los estragos que en muchos casos ha causado la aplicación estricta del Pliego vigente o la imposibilidad que sus preceptos creaban para resolver equitativamente situaciones de notoria injusticia.

Afortunadamente, el buen criterio de la inmensa mayoría de los ingenieros de Caminos y el espíritu de justicia y equidad que, generalmente, ha predominado en las altas esferas de la Administración, han servido, muchas veces también, para suavizar u orillar dificultades, y gracias a ello no se ha llegado en numerosas ocasiones a soluciones desastrosas e injustas.

De unos y otros podría citar concretamente casos; pero no creo que sea necesario, pues estimo que la opinión de la inmensa mayoría de los que intervienen en la contratación de obras públicas es a favor de una reforma fundamental que, respetando los fueros de la Administración, que nadie intenta coartar, transforme el Pliego vigente en un Estatuto de la contratación en el que no haya que buscar la justicia y la equidad en el espíritu de los llamados a aplicarlo, sino que estén expresas y visibles en las disposiciones objetivas del nuevo cuerpo legal.

* * *

Me vengo refiriendo a un “Estatuto de la contratación de obras”, no solamente a un Pliego de Condiciones generales, porque estimo que la reforma