

ciones devengadas por el personal facultativo de Obras públicas y con la esperanza halagüeña de que no se repetirán retrasos análogos en los años sucesivos.

Sobre este punto tendremos al corriente á nuestros lectores.

INGENIERÍA PRACTICA

DATOS ESTADÍSTICOS

RELATIVOS Á LOS CIMIENTOS DE VARIOS PUENTES DE LA LÍNEA DIRECTA DE MADRID Á BARCELONA, SITUADOS ENTRE LAS ESTACIONES DE SAMPER Y REUS.

Hace próximamente dos años que se terminó la construcción de las secciones, entre Samper y Reus, de la llamada línea directa de Madrid á Barcelona, cuales secciones forman hoy parte de la línea directa de Barcelona á Zaragoza. En los 158 kilómetros que hay entre Samper y Reus cruza la línea terrenos sumamente abruptos, que exigieron la construcción de numerosas obras, algunas de excepcional importancia, entre las cuales pueden citarse varios túneles de uno, dos y cuatro kilómetros de longitud, y muchos puentes y viaductos que, además de tener proporciones considerables en longitud ó altura, presentaron dificultades especiales en su cimentación, debidas á la naturaleza del terreno y á la abundancia de las aguas, exteriores unas veces y subterráneas otras.

Difícil nos sería exponer algo nuevo y de interés bastante para los lectores de la REVISTA sobre procedimientos de ejecución y cálculo ó trazado de dichas obras; pero sí creemos de alguna utilidad dar á conocer ciertos datos estadísticos, especialmente sobre el coste de los cimientos, que podrán servir de término de comparación á los Ingenieros que tengan que proyectar obras parecidas; datos que, por referirse á obras construidas recientemente en nuestro país, serán de más útil consulta que los que ordinariamente publican las revistas extranjeras concernientes á obras construidas en condiciones muy distintas de las que aquí se tienen en cuenta para su ejecución.

Antes de dar á conocer los referidos datos nos parece oportuno hacer algunas observaciones:

1.º Entre los distintos puentes de la referida línea elegiremos únicamente los más importantes, y sobre todo aquellos en que se presentaron dificultades de cimentación; y hacemos esto para que no resulte este trabajo interminable y á fin de que los datos que consignemos presenten algún interés.

2.º Todas estas obras fueron construidas con gran rapidez, y además formaban parte de secciones de línea que se atacaban á la vez por numerosos puntos, en términos que en longitudes de línea de 40 á 50 kilómetros trabajaban de 5 á 6.000 hombres. Todos los Ingenieros que han construido obras conocen con cuánta rapidez crece el coste de éstas á medida que se aumenta la *velocidad de su ejecución*. Los

resultados que vamos á exponer no pueden, pues, aplicarse á puentes para carreteras, los cuales cuestan siempre mucho menos que los de ferrocarriles, ya que su construcción rara vez exige una aglomeración extraordinaria de obreros; y por estas razones, me parece muy aceptable el coeficiente de reducción de 25 por 100 que ha propuesto Croizzette Desnoyers para calcular el coste aproximado de los puentes de carreteras, partiendo de los datos conocidos de puentes de ferrocarriles.

3.º Los puentes á que nos vamos á referir los indicaremos por el orden con que se hallan en la línea, á partir de Reus y en dirección á Samper, que es precisamente el orden en que se construyeron.

4.º De los referidos puentes consignaremos únicamente las principales dimensiones, y á continuación los datos estadísticos relativos al coste de los cimientos, sin hacer consideración alguna, por nuestra parte, ya que, como hemos dicho al principio, nuestro objeto se limita á la recopilación de dichos datos.

Puente sobre el río Ebro.—Consta de cinco tramos de hierro, los tres centrales de 57 metros de longitud y los dos extremos de 47^m,50, con estribos y pilas de sillería y sillarejo; la altura de la rasante sobre el plano de estiaje es de 17^m,30.

Los cimientos de las cuatro pilas y del estribo de entrada se construyeron por el procedimiento de aire comprimido, y el del estribo de salida por fundación directa con ligeros agotamientos, habiéndose hincado, en total, siete cajones por el aire comprimido.

El subsuelo del lecho del río está formado por una capa de grava de 10 á 11 metros de altura, que se apoya sobre una de arcilla blanda de 1^m,50 á 2^m,00 de espesor, y ésta descansa á su vez sobre la roca (arcilla muy dura que era preciso desmontar con el auxilio de la dinamita).

Por regla general se procuró que los cajones se empotraran en la roca por lo menos en un metro de altura.

La profundidad de hincada de las pilas debajo de la superficie de estiaje, fué:

Pila núm. 1.....	14,21 metros.
Pila núm. 2.....	14,21 »
Pila núm. 3.....	15,87 »
Pila núm. 4.....	11,02 »

La profundidad de hincada de los cajones del estribo de entrada bajo el nivel del terreno, fué de:

Cajón grande núm. 1.—20 metros, de éstos 15,87 debajo del agua.

Cajón pequeño núm. 2.—20 id., de éstos 15,87 idem id.

Cajón pequeño núm. 3.—18 id., de éstos 13,05 idem id.

El estribo de salida se apoya en la roca, que se encontró á 3^m,60 de la superficie del terreno.

El ancho de la zarpa es bastante variable, debido á la oblicuidad de las pilas y á la forma no simétrica de su planta respecto á la de los cajones, pero puede considerarse, por lo menos, de 0^m,65.

La superficie de los cajones era:

Cajones de las pilas..... 61,89 m.²
Cajón grande del estribo..... 64,00 »

Cajones pequeños del estribo... 38,25 m.²

La velocidad de hinca de los cajones fué la que se indica en el siguiente estado:

CAJONES		Profundidad de línea. — M.	DURACIÓN DE LA HINCA		PROFUNDIDAD MEDIA DE HINCA POR DÍA		TIEMPO NECESARIO PARA HINCAR 1 METRO DE PROFUNDIDAD DE CAJÓN	
			Total contando tiempo perdido en averías, etc.	De trabajo efectivo.	Contando las pérdidas de tiempo.	De trabajo efectivo.	Contando las pérdidas de tiempo.	De trabajo efectivo.
			— Días.	— Días.	— M.	— M.	— Días.	— Días.
<i>Estribo de entrada...</i>	Cajón grande..	15'87	76	46	0'209	0'345	4'7	2'9
	Cajón pequeño.	15'87	76	57	0'209	0'278	4'7	2'9
	Cajón pequeño.	13'05	79	45	0'165	0'289	6'1	3'5
<i>Pilas.....</i>	Núm. 1.....	14'21	105	53	0'135	0'208	7'3	3'6
	Núm. 2.....	14'21	117	44	0'121	0'330	8'2	3'1
	Núm. 3.....	15'87	195	118	0'081	0'135	12'3	7'4
	Núm. 4.....	11'02	123	67	0'089	0'164	11'2	6'1
SUMAS.....		100'10	771	430	1'009	1'809	54'5	29'5
<i>Promedios.....</i>		14'30	110	61	0'144	0'258	7'8	4'2

El peso del hierro de los cajones es el que indica el siguiente estado:

DESIGNACIÓN	Superficie de los cajones.	Profundidad de línea bajo nivel de estiaje.	PESO TOTAL DEL HIERRO DE CADA CAJÓN			PESO DEL HIERRO DE LA CÁMARA POR		PESO DEL HIERRO DE LAS ENVOLVENTES POR		PESO DEL HIERRO DEL CAJÓN POR		
			Peso del hierro de la cámara.	Peso del hierro de las envolventes.	Peso del hierro del cajón.	m. ² de superficie del cajón.	ml. de línea.	ml. de altura de las envolventes.	ml. de altura de las envolventes y m. ² de superficie cajón.	ml. de línea.	m. ² de superficie del cajón.	
—	—	—	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.		
M. ²	Metros.											
<i>Estribo de entrada.</i>	Cajón n.º 1.	64' 00	15' 87	26.200	12.900	39.100	409	1.650	965	15' 3	2.464	610
	Cajón n.º 2.	38' 25	15' 87	18.500	11.400	29.900	483	1.166	853	22' 4	1.885	781
	Cajón n.º 3.	38' 25	13' 04	18.500	9.800	28.300	483	1.418	853	22' 4	2.170	739
	Número 1..	62' 00	14' 21	24.800	11.100	35.900	400	1.752	948	15' 3	2.526	»
<i>Pilas...</i>	Número 2..	62' 00	14' 21	24.800	11.100	35.900	400	1.752	948	15' 3	2.526	579
	Número 3..	62' 00	15' 87	24.800	12.670	37.470	400	1.580	948	15' 3	2.361	604
	Número 4..	62' 00	11' 02	24.800	8.000	32.800	400	2.250	948	15' 3	2.976	529
SUMAS.....	388' 50	100' 09	162.400	76.970	239.370	2.975	11.568	6.463	121' 3	16.908	3.842	
<i>Promedios. .</i>	55' 70	14' 30	23.200	10.996	34.195	425	1.652	923	17	2.415	549	

El coste de las fundaciones por aire comprimido fué el siguiente:

DESIGNACIÓN DE LA OBRA	Profundidad de hinca bajo estiaje. — Ml.	Superficie de los cajones. — M. ²	COSTE DE LA FUNDACIÓN				Cubo del cemento. — M. ³
			TOTAL	Por metro lineal de profundidad de hinca.	Por m. ² de superficie de cajón.	Por m. ³ de cimientos por aire comprimido	
			— Pesetas.	— Pesetas.	— Pesetas.	— Pesetas.	
<i>Estribo de entrada.</i> { Cajón núm. 1.....	15'87	64'00	51.463'86	3.242'90	804'12	50'67	1.015'68
{ Cajón núm. 2.....	15'87	38'25	48.000'00	3.024'57	1.254'90	79'07	607'03
{ Cajón núm. 3.....	13'05	38'25	41.600'00	3.187'74	1.087'58	83'34	499'16
<i>Pilas. ...</i> { Número 1.....	14'21	62'00	94.419'45	6.644'57	1.474'51	107'17	881'02
{ Número 2.....	14'21	62'00	94.419'45	6.644'57	1.474'51	107'17	881'02
{ Número 3.....	15'87	62'00	114.819'45	7.235'00	1.851'92	116'69	983'94
{ Número 4.....	11'02	62'00	71.691'45	6.505'57	1.156'31	104'92	683'24
SUMAS.....	100'00	388'50	516.413'66	36.484'92	9.103'85	649'03	5.551'09
<i>Promedios.....</i>	14'28	55'50	73.773'00	5.158'97	1.329'25	93'03	793'00

Como en los estribos hubo el de salida que se fundó directamente, así como en el de entrada, parte de la altura también se fundó sin el auxilio del aire comprimido, puede formarse el siguiente cuadro resumen del coste de los cimientos por metro cúbico:

Coste de todos los cimientos de los dos estribos.....	Pesetas	159.233'86
Id. id. id. de las cuatro pilas...	»	376.000'00
Id. id. id. del puente.....	»	535.233'86
Cubo de los cimientos de los estribos.....	M. ³	2.904'00
Id. id. de las pilas.....	»	3.430'00
Id. id. de las pilas y estribos....	»	6.334'00
Coste del m. ³ de cemento de estribos.....	Pesetas	54'85
Id. del m. ³ de id. de las pilas...	»	109'62
Id. del m. ³ de id. de las pilas y estribos.....	»	84'50

5.º Paso sobre el río Matarraña.—Consta esta obra de dos tramos continuos de 52,^m00 de luz cada uno y de un tramo independiente de 35,^m00. La altura de la rasante sobre el fondo del cauce es de 12'75 metros. El puente se halla en curva de 550 metros de radio; debido á esta causa y á la posición que hubo que darse al tramo pequeño ó de *inundación*, los apoyos del puente son cuatro y de forma irregular y los designaremos: estribo de entrada, pila, estribo intermedio y estribo de salida.

El cimiento de la pila se obtuvo hincando dos tubos de hierro de 3,^m50 diámetro por el procedimiento del aire comprimido; los estribos se fundaron directamente con agotamientos.

La profundidad de los cimientos, fué:

	Bajo zarpa.	Bajo la superficie del terreno.
Estribo de entrada.....	6, ^m 60	11, ^m 00
Pila-tubo (aguas arriba)...	6, ^m 77	6, ^m 00
Pila-tubo (aguas abajo)....	6, ^m 77	6, ^m 00
Estribo intermedio.....	5, ^m 00	6, ^m 30
Estribo de salida.....	7, ^m 00	10, ^m 20

Los estribos fueron construídos por el contratista D. Ramón Miralles, suministrando parte del material necesario para los agotamientos La Maquinista Terrestre y Marítima, de Barcelona.

Su coste fué el que se especifica á continuación:

	Pesetas.
Agotamientos por Administración.....	42.439'64
Desmante para saneamiento del estribo intermedio y el de salida, 686'25 m. ³ , á 2 pesetas.....	1.372'50
Abonado al contratista D. Ramón Miralles.. Excavación, 2.413'80 m. ³ , á 1'40 id.....	3.379'52
Hormigón hidráulico, 1.826,20 m. ³ , á 17 id.....	31.045'40
Mampostería hidráulica, 1.465'87 m. ³ , á 17 id.....	24.919'79
Suma.....	104.684'19
Abonado á La Maquinista Terrestre y Marítima por agotamientos.....	8.981'56

TOTAL..... 113.665'75

y siendo de 3.292'07 m.³ el volumen de los cimientos de los estribos, el coste del m.³ del cemento resulta á:

$$\frac{113.665'75}{3.292'07} = 34'52 \text{ pesetas.}$$

El importe total de los agotamientos fué de:

	Pesetas.
Abonado á Miralles.....	42.439'64
Id. á La Maquinista.....	8.981'56
Suma.....	51.421'20

ó sea por m.³ de cimiento

$$\frac{51.421'20}{3.292'07} = 15'62 \text{ pesetas.}$$

El coste del m.³ de cimientos se descompone, pues, como sigue:

	Pesetas.
Excavación.....	1'40
Fábrica.....	17'00
Agotamiento.....	15'62
Gastos varios.....	0'50
TOTAL.....	34'52

La cantidad abonada al contratista Sr. Miralles por agotamientos, se descompone del modo siguiente:

	Pesetas.
Por jornales.....	36.756'99
Por materiales.....	3.121'00
Por 7 por 100 beneficio, herramientas, etc.	2.561'65
TOTAL.....	42.439'64

La cantidad abonada al contratista La Maquinista Terrestre y Marítima por agotamientos, se descompone así:

	Pesetas.
Por jornales.....	2.019'85
Por materiales.....	5.498'52
Por 7 por 100 beneficio, personal, etc....	1.462'19
TOTAL.....	8.981'56

La cantidad total abonada por agotamiento, se descompone:

	Pesetas.
Por jornales.....	38.776'74
Por materiales.....	8.619'52
Por beneficio, personal, etc.....	4.023'54
TOTAL.....	51.421'20

Los agotamientos de los cimientos de los estribos se empezaron el día 22 de Julio de 1890 y se terminaron el 11 de Enero siguiente, durando, por consiguiente, ciento cuarenta y un días. Se emplearon 12.547 jornales, ó sea un promedio diario de 88, habiendo habido días de trabajar á la vez 150 hombres.

El cimientto de la pila central costó 36.000 pesetas con arreglo al siguiente detalle:

DETALLE DEL COSTE DE UN TUBO

	Pesetas.
Hierro.—13.000 kilogramos, á 49 pesetas los 100 kilogramos.....	6.370'00
Transporte del hierro á pie de obra.—13 toneladas, á 45 pesetas la tonelada.	585'00
Revestimiento de ladrillo.—8'30 m. ³ , á 50 pesetas m. ³	415'00
Hormigón hidráulico.—80 m. ³ , á 17 pesetas m. ³	1.360'00
Hinca.—11 ml., á 843'63 pesetas ml....	9.820'00
TOTAL.....	18.000'00

E. MARISTANY.

(Se continuará.)

SECCIÓN DE NOTICIAS

Provincia de Cádiz.—Se han remitido á la aprobación de la Superioridad:

La liquidación de las obras ejecutadas en el trozo 2.º de la carretera de Ecija á Olvera, sección de Pruna á Olvera, por la contrata rescindida á causa del fallecimiento del contratista.

El proyecto de prosecución de las obras de la misma sección de carretera.

Y el expediente de expropiación del trozo 5.º de la carretera de Jerez á Ronda, sección de Villamartín al puerto de Montejaque.

—Han sido aprobados por la Superioridad: el expediente de expropiación de la carretera de Ecija á Olvera sección de Pruna á Olvera, trozo 2.º, término municipal de Olvera

Y el proyecto de los trozos 1.º y 2.º de la carretera de Cabezas de San Juan á Ubrique, sección de Villamartín á El Bosque.

ULTRAMAR

Isla de Cuba.—16 Mayo 96 —Real orden nombrando á D. Jorge Pérez y Texero Ayudante 2.º de Obras públicas en comisión.

—Idem id.—Real orden creando una plaza de Ingeniero 1.º Director facultativo de las obras del puerto de Santiago de Cuba.

—Idem id.—Real orden disponiendo la reducción de los haberes de los peones camineros y capataces de las carreteras, á un peso diario los primeros y un peso y quince centavos los segundos.

—Idem id.—Real orden aprobando los trasposos realizados de un muelle y almacén en la ensenada de Samá en Santiago de Cuba; advirtiendo el cumplimiento de la Ley general de Obras públicas allí vigente, interin no se modifique, y concediendo la prórroga solicitada de un año para terminar las expresadas obras.

—Idem id.—Real orden concediendo un ferrocarril de servicio particular y uso público entre Cimanayagua y Rodas, solicitado por la Empresa del de Matanzas.

Isla de Puerto Rico.—16 Mayo 96 —Real orden aprobando el nombramiento de Sobrestante, que ha hecho la Junta de Obras del puerto de Mayagüez, y disponiendo que dicho subalterno cobre el aumento de su haber con cargo al de la plaza de Ayudante que figura en la plantilla de dicha Junta (la que por ahora no debe cubrirse) y desestimando las demás propuestas de haberes que para el personal propone dicha Junta.

—25 Mayo 96 —Real orden disponiendo: 1.º que la Junta de obras del puerto de la capital abone los haberes reglamentarios al Ingeniero Director de las obras y que continúe abonándole la gratificación hasta que en el nuevo presupuesto proponga lo que estime procedente; 2.º que cuando las obras adquieran mayor importancia y se justifique, se proponga el aumento de subvención por el Estado previo el informe del Ingeniero Jefe y de aquella Autoridad superior; 3.º que asimismo y cuando se halle más justificado podría proponer la Junta el aumento de haberes de sus empleados; y 4.º que se concedan las categorías de oficiales quintos al Pagador y Sobrestante de las obras de dicho puerto.

—27 Mayo 96.—Real orden disponiendo se tramite el expediente para que el Estado se encargue de la travesía en los pueblos de Caguas y Albonito de la carretera central, según dispone el reglamento correspondiente

—Idem id.—Real orden aprobando la baja del Torretero tercero D. Julio Rengel, y nombrando para la vacante á D. Rafael Mendialdua.

Islas Filipinas.—23 Mayo 96.—Real orden disponiendo el aumento y publicación del modelo y pliego de condiciones para la contratación en subasta pública de la construcción de un edificio destinado á Escuela Normal Superior de maestras.

Se ha concedido el ferrocarril minero de Monteburrio á Villafrias (provincia de Burgos). La cuenca