

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 (1).

Cuarto paso sobre el río Matarraña.—Es un puente metálico de dos tramos de 47'50 metros luz y uno central de 57'50; la longitud total del puente (estribos inclusive) es de 198'50 metros; la altura máxima de la rasante, sobre el fondo del cauce, es 21'50 metros, y la media 17'55 metros.

Los cimientos de esta obra se construyeron por los procedimientos siguientes:

Estribo de entrada.—Fundación directa sin agotamiento.

Pila núm. 1.—Fundación directa con cajón de hierro sin fondo y agotamiento.

Pila núm. 2.—Fundación por aire comprimido.

Estribo de salida.—Fundación por aire comprimido.

Las profundidades alcanzadas fueron:

	Bajo zarpa.	Bajo la superficie del terreno.
Estribo de entrada.....	4m'26	4m'70
Pila núm. 1.....	6m'64	7m'20
Pila núm. 2.....	6m'12	6m'60
Estribo de salida.....	4m'75	4m'30

Las fundaciones con agotamiento y auxilio del cajón de hierro de la pila núm. 1, fueron extraordinariamente difíciles, porque se presentó un verdadero río interior que exigió el empleo simultáneo de un gran número de bombas y máquinas, que alcanzaron una fuerza de más de 30 caballos. De manera que la excavación para el cimiento costó realmente más de 25.000 pesetas, siendo así que la Compañía solo abonó 3.000 pesetas, en números redondos, por haberlo así precisamente convenido con el contratista.

Esto demuestra que cuando hay duda sobre la importancia de los agotamientos es preferible optar por el aire comprimido.

La fundación de la pila segunda y estribo de salida por el aire comprimido no presentó dificultad con-

siderable. Únicamente en el estribo había una parte que descansaba fuera del círculo del cajón, y se hizo firme por medio de un muro de mampostería que se construyó entre el paramento exterior del cajón y los bancos de roca inmediatos, lo que fué fácil ejecutar atendido que se pudo achicar el agua ya escasa en los últimos tiempos de la fundación.

En la parte que no se pudo lograr esto fácilmente se hizo descansar dicho macizo sobre sacos de arpillera clara llenos de hormigón con cemento rápido. Hay que tener presente que esta dificultad sólo se presentó en los extremos de la planta del estribo y del lado de la montaña.

Los sondeos previos para determinar la naturaleza del subsuelo y proyectar en consecuencia la clase de cimientos que debía adoptarse, se empezaron el día 10 de Agosto y se continuaron durante todo el mes.

El día 3 de Octubre de 1891 se dió principio á la excavación del estribo de entrada y todos los cimientos se terminaron el día 15 de Julio de 1892, ó sea 286 días, es decir, nueve meses en números redondos.

El tiempo empleado en la fundación total de cada uno de los apoyos y por metro de profundidad fué, pues, el siguiente:

	DÍAS	
	Total.	Por metro de altura.
Estribo de entrada.....	73	17
Pila núm. 1.....	221	33
Pila núm. 2.....	70	11
Estribo de salida.....	145	30

La gran duración de las fundaciones de la pila número 1, fué debida, como ya hemos dicho, á las dificultades de los agotamientos, y en el estribo de salida (que se hizo por aire comprimido) fué debido al tiempo que se perdió en rellenar los trozos de cimiento que quedaban fuera del cajón de hierro. Si se prescinde de este tiempo entonces resultan 14. días por metro de altura.

El coste de los cimientos por aire comprimido y el de todas las fundaciones del puente, se encuentra respectivamente resumido en los dos estados siguientes:

(1) Véase el núm. 24 del tomo I del corriente año.

DESIGNACIÓN DE LA OBRA	Profundidad de hincada bajo zarpa. — Ml.	Superficie de los cajones. — M. ²	Cubo del cimiento. — M. ³	COSTE DE LA FUNDACIÓN			
				TOTAL — Pesetas.	Por metro lineal de profundidad de hincada. — Pesetas.	Por m. ² de superficie de cajón. — Pesetas.	Por m. ³ de cimientos. — Pesetas.
Cajón de la pila núm. 2.....	6'12	62	379'44	45.708'00	7.468'62	737'22	120'46
Cajón del estribo de salida.....	4'75	69	327'75	38.458'00	8.096'42	657'36	117,33
SUMAS.....	10'87	131	707'19	84.166'00	»	»	»
Promedios	5'43	65'50	353'59	42.083'00	7.742'96	642'48	119'01

DESIGNACIÓN DE LA OBRA	Sistema de fundación adoptado.	Profundidad de cimientos bajo zarpa. — Ml.	Superficie del cimiento. — M. ²	Cubo d. l. cimiento. — M. ³	COSTE DE LOS CIMIENTOS			
					TOTAL — Pesetas.	Por ml. de profundidad de cimientos. — Pesetas.	Por m. ² de superficie de cimientos. — Pesetas.	Por m. ³ de cimientos. — Pesetas.
Estríbo de entrada.....	Fundación directa sin agotamiento.	4'26	300	1.278'00	28.994'33	6.808'52	9.664'77	22'68
Pila núm. 1.....	Fundación directa con agotamiento y cajón de hierro.....	6'64	62	411'68	15.571'87	2.345'16	251'15	37'82
Pila núm. 2.....	Aire comprimido.....	6'12	62	379'44	45.708'00	7.468'62	737'22	120'46
Estríbo de salida.....	Idem id.....	4'75	69	327'75	38.458'00	8.096'42	657'79	117'33
SUMAS.....	Para las pilas.....	12'76	124	791'12	61.279'87	4.802'49	494'19	77'46
	Para los estríbos.....	9'01	369	1.605'75	67.452'33	7.486'38	182'79	42'00
	Para todo el puente..	21'77	493	2.396'87	128.732'20	5.913'28	261'12	53'70
	Fundación directa sin agotamiento.	4'26	300	1.278'00	28.994'33	6.806'18	96'64	22'68
Promedios.....	Con agotamiento y cajón de hierro.....	6'64	62	411'68	15.571'87	2.345'16	251'15	37'82
	Por aire comprimido.	10'87	131	707'19	84.166'00	7.742'96	642'48	119'01
	Para las pilas.....	6'38	62'00	395'56	30.639'93	4.802'49	494'19	77'46
	Para los estríbos.....	4'50	184'50	802'87	33.726'16	7.486'39	182'79	42'00
Promedios.....	Para todo el puente..	5'44	123'25	599'21	32.183'05	5.913'28	261'12	53'70
	Fundación directa sin agotamiento.	4'26	300'00	1.278'00	28.994'33	6.806'18	96'64	22'68
	Con agotamiento y cajón de hierro.....	6'64	62'00	411'68	15.571'87	2.345'16	251'15	37'82
	Por aire comprimido.	5'43	65'50	353'59	42.083'00	7.742'96	642'48	119'01

Tercer paso sobre el río Matarraña.—Es un puente del mismo número de tramos y las mismas luces que el cuarto paso, con la sola diferencia que la altura de la rasante sobre el cauce es menor, pues tiene solo 11'75 metros.

Los cimientos se construyeron por el procedimiento siguiente:

Estribo de entrada. Fundación directa con agotamientos.

Pila núm. 1..... Idem id. id.

Pila núm. 2..... Idem por aire comprimido.

Estribo de salida.. Idem directa con agotamientos.

Las profundidades alcanzadas fueron:

APOYOS	Bajo zarpa.	Bajo la superficie del terreno natural.
Estribo de entrada.....	3'45	4'50
Pila núm. 1.....	2'00	2'00
Pila núm. 2.....	10'00	10'00
Estribo de salida.....	3'34	8'40

Las fundaciones de esta obra no presentaron nada de notable; únicamente las de la pila segunda por el aire comprimido tuvieron alguna importancia, por la circunstancia de haber tenido necesidad de bajar el cajón a 10 metros bajo zarpa.

El tiempo empleado en la fundación total de cada uno de los apoyos y por metro de profundidad, fué el siguiente:

APOYOS	DÍAS	
	Total.	Por metro de altura.
Estribo de entrada.....	24	3,02
Pila núm. 1.....	12	3,00
Pila núm. 2.....	118	5,90
Estribo de salida.....	112	9,54

El coste de las fundaciones por aire comprimido y el de todos los cimientos de los distintos apoyos del puente, fué el que indica los siguientes estados:

DESIGNACIÓN DE LA OBRA	Profundidad de hinca bajo zarpa. — Ml.	Superficie de los cajones. — M. ²	Cubo del cimiento. — M. ³	COSTE DE LA FUNDACIÓN			
				Total.	Por ml. de profundidad de hinca.	Por m. ² de superficie de cajón.	Por m. ³ de cimientos.
				— Pesetas.	— Pesetas.	— Pesetas.	— Pesetas.
Pila núm. 2.....	10'00	52'00	520'00	61.456'00	6.145'60	1.181'84	118'18

DESIGNACIÓN DE LA OBRA	Sistema de fundación adoptado.	Profundidad de cimientos bajo zarpa. — Ml.	Superficie del cimiento. — M. ²	Cubo del cimiento. — M. ³	COSTE DE LOS CIMIENTOS			
					TOTAL	Por ml. de profundidad de cimientos.	Por m. ² de superficie de cimientos.	Por m. ³ de cimientos.
					— Pesetas.	— Pesetas.	— Pesetas.	— Pesetas.
Estribo de entrada.....	Fundación directa con agotamiento.....	3'45	142'00	489'90	13.443'60	3.896'69	94'67	27'44
Pila núm. 1.....	Fundación directa con agotamiento y cajón.....	2'00	36'00	72'00	2.527'60	1.263'80	70'21	35'11
Pila núm. 2.....	Aire comprimido.....	10'00	52'00	520'00	61.456'00	6.145'60	1.181'84	118'18
Estribo de salida.....	Fundación directa con agotamiento.....	3'34	65'00	217'10	5.230'00	1.565'86	80'46	24'09
SUMAS.....	Para las pilas.....	12'00	88'00	592'00	63.983'60	5.331'96	727'08	108'08
	Para los estribos.....	6'79	207'00	707'00	18.678'60	2.750'16	90'21	26'41
	Para todo el puente..	18'79	295'00	1.299'00	82.657'20	4.398'99	280'19	63'63
	Fundación directa con agotamiento.....	8'79	243'00	779'00	21.201'20	2.411'96	87'24	27'21
	Aire comprimido.....	10'00	52'00	520'00	61.456'00	6.145'60	1.181'84	118'18
Promedios...	Para las pilas.....	6'00	44'00	296'00	31.991'80	5.331'96	727'08	108'08
	Para los estribos.....	3'39	103'50	353'50	9.336'80	2.750'16	90'21	26'41
	Para todo el puente..	4'69	73'75	324'75	20.664'30	4.398'99	280'19	63'63
	Fundación directa con agotamiento.....	2'93	81'00	259'56	7.067'06	2.411'96	87'24	27'21
	Aire comprimido.....	10'00	52'00	520'00	61.456'00	6.145'60	1.181'24	118'18

Segundo paso sobre el río Matarraña.—Es un puente metálico de tres tramos, con las mismas luces que los puentes 3.º y 4.º paso sobre el mismo río. La longitud total del puente, estribos inclusive, es de 202'00 metros, y la altura media de la rasante sobre el fondo del cauce es de 16'96 metros.

Los cimientos se construyeron por los procedimientos siguientes:

Estribo de entrada. Fundación directa con agotamiento.

Pila núm. 1..... Idem id. id.

Pila núm. 2..... Idem por el aire comprimido.

Estribo de salida... Idem directa sin agotamiento.

Las profundidades alcanzadas en los cimientos, fueron:

	Bajo zarpa.	Bajo la superficie del terreno natural.
Estribo de entrada.....	1m,21	3m,20
Pila núm. 1.....	1m,85	2m,35
Pila núm. 2.....	5m,58	5m,70
Estribo de salida.....	1m,75	2m,25

El tiempo empleado en la fundación de cada uno de los apoyos y por metro de profundidad, fué el siguiente:

APOYOS	DÍAS	
	Total.	Por metro de altura.
Estribo de entrada.....	57	12'92
Pila núm. 1.....	102	24'28
Pila núm. 2.....	43	3'81
Estribo de salida.....	53	13'38

El coste de los cimientos de la pila fundada por el aire comprimido y el de todos los cimientos del puente, se halla resumido en los dos siguientes estados:

DESIGNACIÓN DE LA OBRA	Profundidad de hincado bajo zarpa.	Superficie de los cajones.	Cubo del cimiento.	COSTE DE LAS FUNDACIONES			
				Total.	Por ml. de profundidad de hincado.	Por m. ² de superficie de cajón.	Por m. ³ de cimiento.
	— Ml.	— M. ²	— M. ³	— Pesetas.	— Pesetas.	— Pesetas.	— Pesetas.
Pila núm. 2.....	5'58	52'00	290'16	37.928'00	6.797'00	729'38	130'71

DESIGNACIÓN DE LA OBRA	Sistema de fundación adoptado.	Profundidad de cimientos bajo zarpa.	Superficie del cimiento.	Cubo del cimiento.	COSTE DE LOS CIMIENTOS			
					TOTAL	Por ml. de profundidad de cimientos.	Por m. ² de superficie de cimientos.	Por m. ³ de cimientos.
		— Ml.	— M. ²	— M. ³	— Pesetas.	— Pesetas.	— Pesetas.	— Pesetas.
<i>Estribo de entrada.....</i>	Fundación directa con agotamiento.....	1'21	298'00	360'56	19.683'60	16.267'43	66'05	54'58
<i>Pila núm. 1.....</i>	Fundación directa con agotamiento y cajón.....	1'85	52'00	96'20	3.015'00	1.629'72	57'98	31'34
<i>Pila núm. 2.....</i>	Aire comprimido.....	5'58	52'00	290'16	37.928'00	6.797'13	729'38	130'71
<i>Estribo de salida.....</i>	Fundación directa sin agotamiento.....	1'75	213'00	372'75	6.388'40	3.650'51	29'99	17'13
SUMAS.....	Para las pilas.....	7'43	104'00	386'36	40.943'00	5.510'49	393'68	105'97
	Para los estribos.....	2'96	511'00	733'33	26.072'00	8.808'10	51'02	35'55
	Para todo el puente..	10'39	615'00	1.119'69	67.015'00	6.449'95	108'96	59'85
	Fundación directa con agotamiento.....	3'06	350'00	456'78	22.698'60	7.417'84	64'85	49'69
	Fundación directa sin agotamiento.....	1'75	213'00	372'75	6.388'40	3.650'51	29'99	17'13
<i>Promedios...</i>	Por aire comprimido.	5'58	52'00	290'16	37.928'00	6.797'13	729'38	130'71
	Para las pilas.....	3'71	52'00	193'18	20.471'50	5.510'49	393'68	105'97
	Para los estribos.....	1'48	255'50	366'66	13.036'00	8.808'10	51'02	35'55
	Para todo el puente..	2'59	153'75	279'92	16.753'75	6.449'95	108'96	59'85
	Fundación directa con agotamiento.....	1'53	175'00	228'39	11.349'30	7.417'84	64'85	49'69
	Fundación directa sin agotamiento.....	1'75	213'00	372'75	6.388'40	3.650'51	29'99	17'13
	Por aire comprimido.	5'58	52'00	290'16	37.928'00	6.797'13	729'38	130'71

(Se continuará.)

E. MARISTANY.