



### 1.- OBJETO DE LOS ENSAYOS

Determinar el comportamiento resistente y carga de rotura a compresión axil de dos puntales extensibles, componentes de andamios formados por marcos metálicos.

### 2.- CARACTERISTICAS DE LOS ANDAMIOS

Los andamios estaban formados por elementos metálicos denominados por el peticionario, marco terminal y marco europeo, fabricados con tubos metálicos, y unidos unos a otros por largueros dispuestos horizontal y diagonalmente.

Los puntales metálicos, a los que se aplicaba la carga, penetraban en los tubos verticales del marco terminal en una longitud variable. La posición de los puntales se fijaba mediante un pasador que se colocaba según una serie doble de agujeros distribuidos a lo largo del puntal. El pasador apoyaba a través de una arandela metálica, en un collarín roscado con un elemento de aproximación manual al tubo exterior, componente del marco metálico.

Los apoyos del andamio permitían su regulación mediante un husillo con una tuerca para su ajuste, dicho husillo descansa en una base metálica, soldada perpendicularmente y de dimensiones 12,5 x 12,5 x 0,4 cm. En las fotografías 1 y 2 pueden verse los sistemas de ajuste descritos anteriormente.

### 3.- CARACTERISTICAS GEOMETRICAS

Las características de los componentes de los andamios son las siguientes:

- Puntal metálico, tubo de 40 mm de diámetro y grueso de pared 2,5 mm. En el extremo del tubo, de longitud 194 cm, y soldada perpendicularmente a su eje tiene una chapa estampada de dimensiones 12,5 x 12,5 x 0,4 cm.

Expediente nº 16.436, que consta de 11 hojas



- Marco europeo, de dimensiones 2,03 x 1,05 m con espigas de ensamblaje de 11,5 cm y tubo de diámetro 48 mm y grueso de pared de 3 mm.
- Marco terminal, de dimensiones 2,03 x 1,05 m y tubo de diámetro 48 mm y grueso de pared 3 mm.
- Elemento de apoyo, con husillo de diámetro 3,8 cm y longitud 50 cm, con una tuerca para regular en altura y base estampada de 12,5 x 12,5 x 0,4 cm, soldada perpendicularmente al eje del husillo.
- Largueros para arriostamiento horizontal y oblicuo, de 2 m de longitud y 2,3 cm de diámetro.

#### 4.- DISPOSICION DE LOS ENSAYOS

Los andamios se colocaron, centrados, bajo un pórtico de carga con un gato hidráulico ICON de 50 Mp de capacidad, accionado por un dinamómetro AMSLER PM-103. Para transmitir la carga a los puntales centrales se utilizó un perfil metálico rigidizado. (Fotografías 3 y 4).

Con objeto de medir las deformaciones transversales en los puntales del marco central, se dispusieron en uno de ellos dos escalillas ortogonales ( $E_1$  y  $E_3$ ) en la unión del puntal con el marco. en ambos puntales se colocaron escalillas ( $e_1$  y  $e_2$ ) cuya lectura media  $E_2$  servía para medir el acortamiento y penetración de los puntales en los tubos del marco. La lectura de dichas escalillas se efectuaba con aparatos topográficos.

Para poder medir el desplazamiento de todo el andamio, coincidiendo con la parte superior de los marcos extremos y en cada uno de sus elementos verticales, se colocaron flexímetros en posición ortogonal. (Fotografía 5).

**Expediente n° 16.436, que consta de 11 hojas**



En la figura nº 1 puede verse la disposición de los aparatos de medida en cada uno de los tipos (a y b) de ensayo, y que corresponde el "a" a los ensayos 1 y 2 y el "b" a los ensayos 3, 4 y 5.

### 5.- RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados obtenidos se pueden ver en los cuadros siguientes.

La rotura en los distintos ensayos se produjo de la forma siguiente:

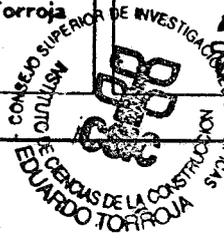
- Ensayo 1:** La rotura fue por pandeo de los dos puntales con ligero doblado de los pasadores (Fotografía 6).
- Ensayo 2:** La rotura fue por pandeo de los marcos centrales, con doblado de los pasadores y principio de desgarramiento de los agujeros.
- Ensayo 3:** Rotura por pandeo de los puntales y el marco central. En la Fotografía 7 puede verse dicha rotura.
- Ensayo 4:** Rotura por pandeo de los puntales y el marco central, con ligero doblado del pasador.
- Ensayo 5:** La rotura fue por doblado de los pasadores, rompiéndose uno de ellos, y desgarramiento de los agujeros.

Expediente nº 16.436, que consta de 11 hojas



LECTURA DE ESCALAS EN mm

CARGA Kp	ESCALA	ENSAYO					OBSERVACIONES
		1	2	3	4	5	
0	E <sub>1</sub>	0	0	0	0	0	
	E <sub>2</sub>	0	0	0	0	0	
	E <sub>3</sub>	0	0	0	0	0	
1000	E <sub>1</sub>	2	2	1	2	1	
	E <sub>2</sub>	1,25	0,5	1	1	1	
	E <sub>3</sub>	0	2,5	1	1	5	
2000	E <sub>1</sub>	3	3	2	3	1	
	E <sub>2</sub>	2,25	1,5	2	2	1,75	
	E <sub>3</sub>	1	5,5	2	1	6	
3000	E <sub>1</sub>	5	3	2	4	1	
	E <sub>2</sub>	3	2,25	2,5	3	2,5	
	E <sub>3</sub>	1	8	2,5	3	6	
4000	E <sub>1</sub>	6	3,5	2	4	1	
	E <sub>2</sub>	4,50	3	3,25	3,75	3,75	
	E <sub>3</sub>	2	10,5	3	6	6	
5000	E <sub>1</sub>	8	4		5	1	Principio de doblado del pasador en los ensayos 1, 4 y 5.
	E <sub>2</sub>	6	4		5	4,75	
	E <sub>3</sub>	2	13,5		8	6	
6000	E <sub>1</sub>	6	5		4	1	Principio de doblado del pasador en el ensayo 2.
	E <sub>2</sub>	13	5		9	5,75	
	E <sub>3</sub>	8	17		17	7	
7000	E <sub>1</sub>	11	5			2	
	E <sub>2</sub>	19	6			6,25	
	E <sub>3</sub>	50	22			8	
8000	E <sub>1</sub>		6			2	Principio de desgarramiento en el ensayo 2.
	E <sub>2</sub>		6,5			7,75	
	E <sub>3</sub>		27,5			10	
9000	E <sub>1</sub>		7			2	
	E <sub>2</sub>		8,5			9,25	
	E <sub>3</sub>		41			12	
10000	E <sub>1</sub>						
	E <sub>2</sub>						
	E <sub>3</sub>						
	E <sub>1</sub>						
	E <sub>2</sub>						
	E <sub>3</sub>						
	E <sub>1</sub>						
	E <sub>2</sub>						
	E <sub>3</sub>						
CARGA DE ROTURA EN Mp		7,309	9,792	4,538	6,340	9,951	
ALTURA TOTAL DE ENSAYO EN m.		4,83	4,38	3,80	3,04	2,45	
LONGITUD DEL PUNTAL EN m		0,71	0,19	1,64	0,70	0,19	



MEDIDAS DE FLEXIMETROS

Flechas en  $10^{-2}$  mm + Descensos  
- Ascensos

Flexímetro	Fases de carga										
	0	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
F1	0	0	0	0	0	0	0	190			
F2	0	-75	-136	-193	-305	-411	-295	-283			
F3	0	0	-12	-48	-140	-608	-435	-777			
F4	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-190			
F5	0	0	0	0	0	1	-94	-656			
F6	0	99	118	185	229	316	200	140			
F7	0	5	42	117	241	485	707	511			
F8	0	1	1	1	1	1	32	564			

Se considera signo negativo cuando el andamio se aleja del flexímetro, y positivo cuando se acerca.



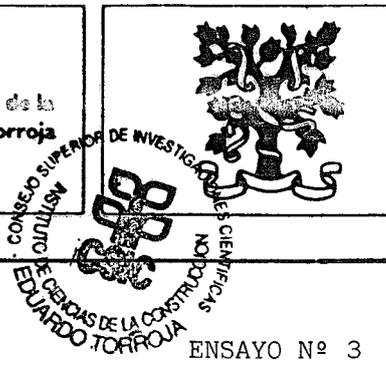
ENSAYO Nº 2

Hoja nº    
CUADRONº 3

**MEDIDAS DE FLEXIMETROS**

Flechas en  $10^{-2}$  mm + Descensos  
- Ascensos

Fleximetro	Fases de carga										
	0	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
F1	0	0	0	1	8	8	7	20	59	261	
F2	0	-110	-171	-188	-198	-194	-188	-199	-200	-600	
F3	0	-76	-153	-174	-203	-204	-232	-256	-292	-138	
F4	0	100	98	97	82	81	79	60	22	-270	
F5	0	-1	-5	-5	-5	-5	-12	-50	-78	-231	
F6	0	0	-12	-16	-35	-41	-66	-66	-76	-110	
F7	0	83	172	198	236	270	351	402	442	387	
F8	0	0	0	-1	-1	-1	1	9	34	104	



ENSAYO Nº 3

### MEDIDAS DE FLEXIMETROS

Flechas en  $10^{-2}$  mm   
 + Descensos  
 - Ascensos

Fleximetro	Fases de carga.									
	0	1000	2000	3000	4000					
F1	0	-12	-20	-22	-23					
F2	0	-107	-142	-153	-152					
F3	0	-1	-1	-1	-1					
F4	0	0	-7	1	1					
F5	0	1	1	0	0					
F6	0	7	31	52	52					
F7	0	90	124	129	129					
F8	0	-6	-6	285	285					



**MEDIDAS DE FLEXIMETROS**

Flechas en  $10^{-2}$  mm + Descensos  
- Ascensos

Fleximetro	Fases de carga										
	0	1000	2000	3000	4000	5000	6000				
F1	0	0	0	0	-68	-142	-183				
F2	0	0	27	177	504	732	405				
F3	0	-14	-84	-52	-84	-76	-74				
F4	0	0	2	2	54	125	183				
F5	0	-8	-8	-98	-108	-194	-215				
F6	0	16	60	38	-139	-181	-182				
F7	0	-1	-28	-172	-494	-688	-444				
F8	0	-31	-34	57	34	-104	97				



ENSAYO Nº 5

MEDIDAS DE FLEXIMETROS

Flechas en  $10^{-2}$  mm + Descensos  
- Ascensos

Fleximetro	Fases de carga										
	0	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	
F1	0	1	1	1	1	3	3	80	80	-22	
F2	0	322	394	381	371	371	396	476	575	704	
F3	0	87	142	237	314	337	139	99	5	-43	
F4	0	0	0	0	0	-2	0	32	32	35	
F5	0	-17	-58	-68	-93	-90	-163	-321	-434	-468	
F6	0	-127	-167	-280	-374	-318	-94	-92	-7	48	
F7	0	-373	-469	-470	-467	-484	-534	-626	-731	-857	
F8	0	28	50	63	82	58	155	302	432	453	

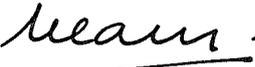


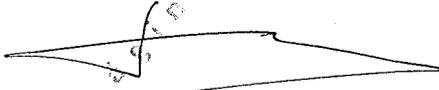
hoja nº 11

Este expediente consta de 11 hojas, 1 figura y 7 fotografías numeradas y selladas.

Madrid, 23 de Junio de 1993

VºBº  
EL VICEDIRECTOR

  
Aurelio Alamán  
Ing. Industrial



Fernando Baillo  
Aparejador



Cecilio López Hombrados  
Ing. de Caminos

véase nota en contraportada y pl. de protesta

Expediente nº 16.436, que consta de 11 hojas