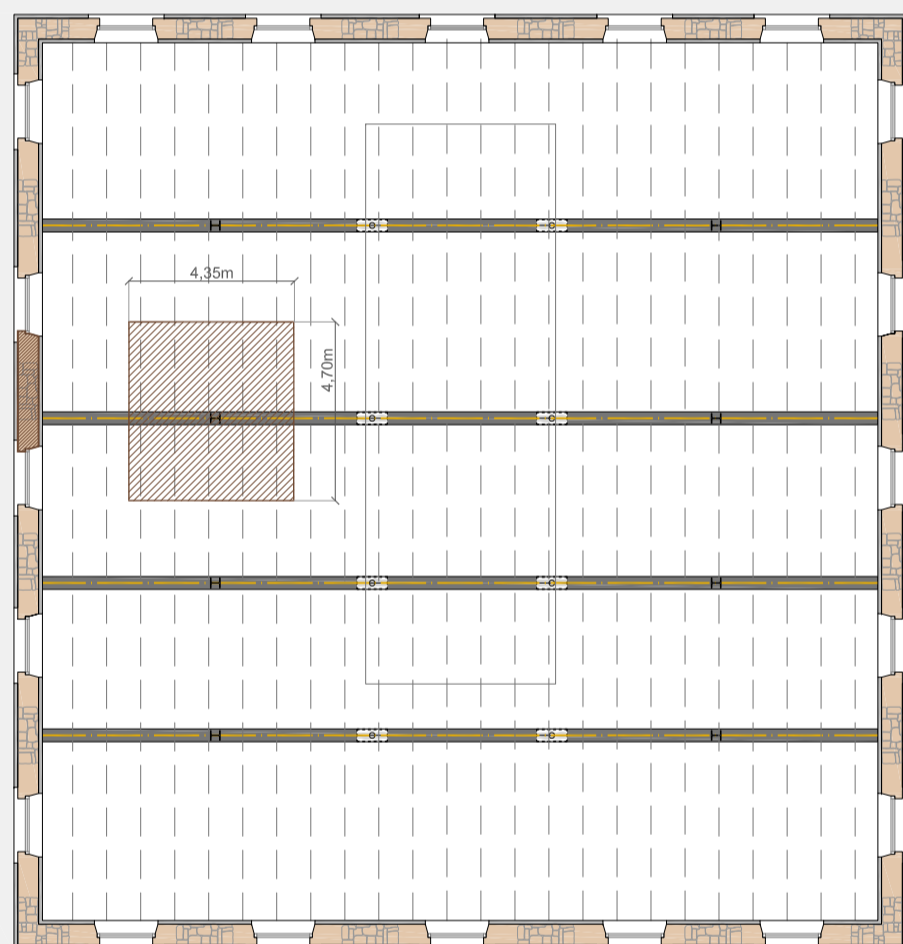
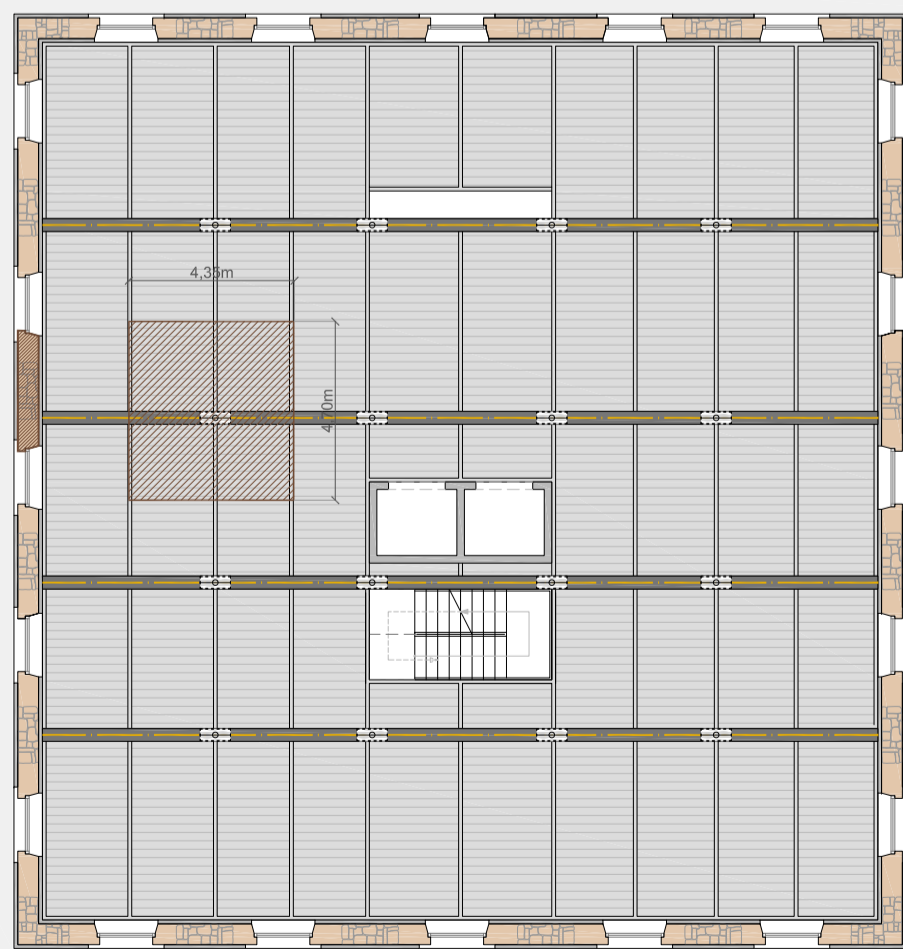


COMPROVACIÓ PER MANTENIR ELS PILARS DE FOSA

ESTAT DE CÀRREGUES [KN/m ²]	
PC	SOSTRE COBERTA
	3,80KN/m²
- PP. pes propi coberta	
- pannel sandwix	0,4KN/m ²
- corretja de fusta laminada	1,5KN/m ²
- CP. càrregues permanents	
- teula ceràmica	0,5KN/m ²
- CV. càrregues variables (ús)	
- sobrecàrrega neu	0,4KN/m ²
(altitud 57m - zona 2)	
- G2. manteniment	1KN/m ²
(pendent < 20°)	
- PP. encavallada fusta massissa	
δ = 4 KN/m ²	
V = 6,51m ² x 0,30m = 1,95m ³	
1,95m ³ x 4KN/m ³ = 7,81 KN	
P3	SOSTRE PLANTA SEGONA
P2	9,8KN/m²
- PP. pes propi forjat	
- forjat col·laborant	2,8KN/m ²
C (6x8cm)=0,14m ---- 0,11m	
δ formigó armat 24-1=25KN/m ³ ;	
25KN/m ³ x 0,11m = 2,75KN/m ²	
- CP. càrregues permanents	
- paviment, fals sostre	1KN/m ²
- CV. càrregues variables (ús)	
- C5. zona d'aglomeració	5KN/m ²
- envans	1KN/m ²



SOSTRE PLANTA TERCERA
Nivell 03. +65,5m



SOSTRE PLANTA SEGONA
Nivell 02. +61,5m

CONSIDERACIONS PRÈVIES EN EDIFICIS AMB ELEMENTS DE FOSA (REHABILITAR CON ACERO, Robert Brufau i Nubó. Publicaciones APTA)

En la conformació de pilars de ferro colat, l'acer s'abocava fos en motlles amb una forma predeterminada, fins que se solidificava. El material resultant conté entre un 2,5% i un 3,5% de carboni i és relativament tou i fàcilment mecanitzable. Resisteix molt bé la compressió, encara que és bastant fràgil i no es pot forjar ni soldar. Fou molt utilitzat en la construcció durant els segles XVIII, XIX i principis del XX.

Quan es rehabilita un edifici amb pilars de fosa s'ha de tenir present els següents aspectes:

El diagrama tensió - deformació de la fosa mostra un comportament elàstic lineal en tot el desenvolupament. La fase plàstica és, pràcticament, inexistent, produint-se la ruptura de forma sobtada. El límit elàstic de la fosa és variable i, en funció de la seva qualitat, pot arribar a valors habitualment entre 1100 i 1500 Kg/cm².

La fosa pot ser un material amb un comportament molt acceptable a compressió, però degut a la seva fragilitat no dona un bon resultat quan treballa a tracció.

Sempre que sigui possible s'intentarà centrar la càrrega al màxim. El material no treballa massa bé a flexió i la més mínima excentricitat que desplaci la resultant fora del nucli central de qualsevol de les seccions dels pilars augmentarà el risc d'una ruptura sobtada.

Actualment no hi ha una normativa específica per estructures resoltes amb aquest material. La fosa no queda contemplada per l'actual normativa espanyola de l'acer i, per aquest motiu, serà recomanable recórrer a promptuaris, com per exemple, els dels Altos Hornos de Vizcaya.

LA TRANSICIÓ MECÀNICA ENTRE PILARS

Un dels punts importants que cal considerar serà la transició mecànica que s'haurà de produir entre els pilars d'una planta a les plantes següents. En la preexistència aquest paper el juga un element de fusta que uneix el cap i la base de cada pilar amb el de les plantes següents, i que fa possible la baixada de la càrrega fins al fonament, i d'aquest al terreny.

Hauré de substituir aquest element per un altre que realitzi la mateixa funció i que es comporti condicionat per les característiques físiques del material, la fosa:

- Haurà de ser prou resistent per suportar els esforços de compressió a què estarà sotmès.
- Haurà de fixar la base i el capitell del pilar però sense que aquesta unió es comporti com un empotrament, ja que això implicaria que el pilar assumís part del moment flector de la jàssera, cosa que podria provocar la ruptura sobtada del pilar, perquè, com ja hem dit abans, la fosa és un material fràgil i no treballa bé a flexió.
- La unió, doncs, entre els pilars i aquest element haurà de ser una articulació, impedit el desplaçament horitzontal de la base i el cap del pilar, però permetent-ne el gir. Així doncs, no podrà ser una unió mitjançant la soldadura, en part, perquè la fosa no es pot soldar.
- Aprofitarem aquest element per fixar-hi els extrems de cada tram de la jàssera de manera que aquests perfils d'acer laminat i els elements de transició mecànica, d'acer conformat, es comportin com un únic element continu.



CARACTERITZACIÓ DELS PILARS DE FOSA DE LA FÀBRICA DEL CATLLAR

Els pilars de fosa que trobem a la Fàbrica tenen un diàmetre de fust φ=220mm, i davant la impossibilitat de fer-ne cales i esbrinar el gruix real de la fosa en la secció del pilar, suposarem un gruix de secció e=16mm, el més desfavorable. L'alçada dels pilars és de 3,5 metres.

A partir de les dades aportades pels amidaments, i segons la taula de los Altos Hornos de Vizcaya, sabem que:

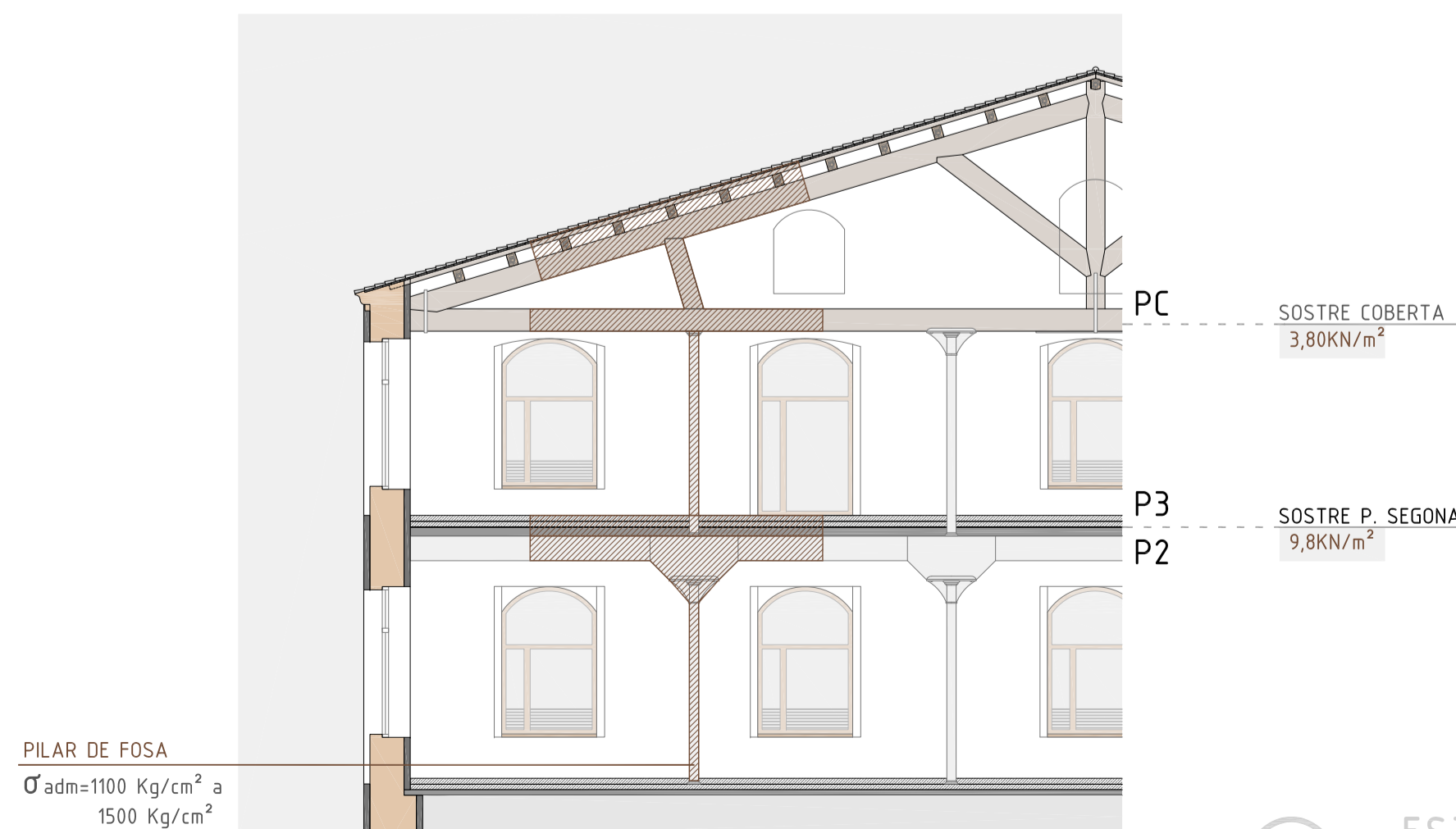
Sección φ mm	Peso por m Kg	Carga, en toneladas, para una altura de columna, en metros, de					Sección d r mm	Peso por m Kg	Carga, en toneladas, para una altura de columna, en metros, de							
		2,5	3,0	3,5	4,0	4,5			2,5	3,0	3,5	4,0	4,5			
100	12	24,1	7,3	5,9	4,8	---	210	22	94,2	50,9	46,5	42,2	38,1	34,3	30,9	27,9
>	14	27,4	8,2	6,5	5,3	---	>	24	101,6	54,4	49,6	44,9	40,4	36,3	32,7	29,3
>	16	30,6	8,9	7,1	5,7	---	>	220	16	74,3	41,4	38,2	35,0	31,9	28,9	26,3
110	12	26,8	9,1	7,5	6,1	---	>	18	82,8	46,1	42,6	38,9	35,5	32,2	29,2	26,6
>	14	30,6	10,2	8,4	6,8	---	>	20	91,1	50,3	46,3	42,2	38,3	34,7	31,4	28,4
>	16	34,2	11,2	9,1	7,5	---	>	22	99,2	54,7	50,3	46,0	41,7	37,8	34,2	30,9
>	18	37,7	12,2	9,9	8,1	---	>	24	107,3	58,5	53,7	48,8	44,2	39,9	36,1	32,5

Rd = 35 T = 350 KN
Pes pròpi d'1 pilar = 0,743 KN/m x 3,5m = 2,6 KN cada pilar

NOTA IMPORTANT:

El promptuari dels Altos Hornos de Vizcaya ja té en compte els coeficients de majoració de càrregues en el propi material. Així doncs, el valor extret de la taula serà la resistència efectiva del pilar.

És per aquest motiu que en el càlcul de l'axil resultant en el pilar NO aplicarem coeficients de majoració de càrregues, ja que si ho féssim, l'estaríem aplicant per duplicat.



LA CÀRREGA EFECTIVA

Hauran de verificar-se els pilars de fosa, comprovant que el valor de càlcul de la càrrega (Ed) que haurà de suportar el pilar sigui menor que el valor de càlcul de la seva resistència (Rd) :

$$E_d \leq R_d \rightarrow \lambda_1 \times N \leq (R / \lambda_2) \rightarrow N \leq R / \lambda_1 \times \lambda_2$$

sent N la càrrega que ha de suportar el pilar, sense majorar.

R la resistència teòrica que té el pilar, sense minorar.

λ₁ el coeficient de majoració de les accions.

λ₂ el coeficient de minoració de les resistències.

Segons la Taula XXXVI. Columnas de fundición de sección circular de los Altos Hornos de Vizcaya, sabem que els pilars de fosa de la Fàbrica tenen una resistència efectiva de 350 KN i un pes propi de 0,743 KN/m x 3,5m = 2,6 KN cada pilar.

$$R_d = 35 T = 350 KN$$

Per trobar la càrrega que ha de suportar el pilar sense majorar (N) multipliquem l'àrea tributària de 4,70m x 4,35m ≈ 20,5 m² que assumeix el pilar per l'estat de càrregues de cada planta, i li sumarem el pes propi de cada pilar 2,6 KN:

$$N = \begin{aligned} & \cdot (PC) 3,80 KN/m^2 \times 20,5 m^2 = 78 KN \\ & \cdot (P2) 9,80 KN/m^2 \times 20,5 m^2 = 201 KN \\ & \cdot \text{Pes propi pilars (P2, P1)} = 2,6 KN \times 2 = 5,2 KN \end{aligned}$$

$$N = 78KN + 201KN + 5,2KN = 284,2 KN$$

Així doncs, podem concloure que:

$$E_d = N \quad N \leq R_d \rightarrow 284,2 KN \leq 350 KN \quad \text{COMPLEX}$$

LA TENSÍO ADMISSIBLE

Comprovarem que l'estat tensional al qual sotmetrem la fosa és assumible per aquest material mitjançant la normativa aplicable del CTE.

El límit elàstic i, per tant, la tensió admissible per la fosa σ_{adm} és variable, i en funció de la seva qualitat, acostuma a tenir habitualment valors d'entre 1100 a 1500 Kg/cm² = 110 a 150 N/mm² *

Primer buscarem l'àrea efectiva A_e de la secció del pilar de fosa:

$$\phi_H = 220mm \rightarrow r_H = 110mm$$

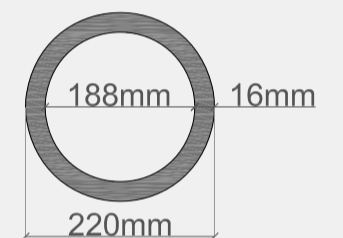
$$e = 16mm$$

$$\phi_m = 220mm - (2 \times 16mm) = 220 - 32 = 188mm \rightarrow r_m = 94mm.$$

$$A_H = \pi \times r_H^2 = \pi \times 110^2 = 38.013,27 mm^2$$

$$A_m = \pi \times r_m^2 = \pi \times 94^2 = 27.759,11 mm^2$$

$$A_e = A_H - A_m = 38.013,27 - 27.759,11 = 10.254,15 mm^2$$



Sabent l'àrea A_e de la secció del pilar de fosa i la càrrega a la qual el sotmetrem, sabem la tensió σ_f que haurà de suportar el material i, per tant, si aquesta és inferior a la tensió admissible σ_{adm} que considerarem de 110 N/mm², la més desfavorable.

$$N = 284,2 KN = 284.200 N$$

$$A_e = 10.254,15 mm^2$$

$$\sigma_f = N / A_e = 284.200 N / 10.254,15 mm^2 = 27,71 N/mm^2 \leq \sigma_{adm}$$

$$\sigma_f \leq \sigma_{adm} \rightarrow 27,71 N/mm^2 \leq 110 N/mm^2 \quad \text{COMPLEX}$$

MÈTODE DE TETMAJER. EL GUERXAMENT (REHABILITAR CON ACERO, Robert Brufau i Nubó. Publicaciones APTA)

Al considerar el risc de guerxament, el mètode de Tetmajer concreta unes fórmules per quantificar la resistència de càlcul que admet el material.

$$\text{Si } \lambda \leq 80; \quad \sigma_{adm} = 900 - 0,1005 \times \lambda^2$$

$$\text{Si } \lambda > 80; \quad \sigma_{adm} = 1,645 \times 10^6 / \lambda^2$$

Tetmajer parteix d'un valor bastant elevat de resistència (900 kg/cm²) cosa que ens porta a suposar que s'haurà d'aplicar un coeficient de seguretat que englobi tots els conceptes, que raonablement podria ser de l'ordre de μ = 2,00.

Primer buscarem l'esbelta λ:

$$\lambda = \text{long pandeig} / i$$

on la longitud de guerxament serà l'alçada del pilar perquè ens trobem davant d'una barra biarticulada, i el radi de gir menor de la secció i és:

$$i = \text{radi de gir menor de la secció} = \sqrt{I / A} = \sqrt{5.367,02 / 102.5415} = 7,234 cm$$

$$I = \text{moment d'inèrcia de la secció} = \pi / 4 \times (r_H^4 - r_m^4) = 3,141592 / 4 \times (110^4 - 94^4) = 5.367,02 cm^4$$

$$A_e = \text{àrea de la secció de fosa} = 102,5415 cm^2$$

Per tant l'esbelta serà:

$$\lambda = \text{long guerxament} / i = 350 / 7,234 = 48,37$$

Així doncs la tensió a compressió que podria suportar el pilar de fosa seria:

$$\sigma_{adm} = 900 - 0,1005 \times \lambda^2 = 900 - 0,1005 \times 48,37^2 = 664,86 Kg/cm^2$$

Aplicant un raonable coeficient de seguretat global μ = 2,00 resultaria:

$$R_d = (A \times \sigma_{adm}) / \mu = (102,5415 \times 664,86) / 2,00 = 34088,10 Kg = 340,88 KN$$

$$N \leq R_d \rightarrow 284,2 KN \leq 340,88 KN \quad \text{COMPLEX}$$



ESTRUCTURA - NAU NOVA
Comprovació dels pilars de fosa

1.200/1.100

PARADA I FONDA A LA FÀBRICA DEL CATLLAR
ETSAB / C. Díaz, P. Biurrun, F. Guàrdia, J.A. Marín
Eduarne Castro Montes . PFC . nov . 2015

12.3