

V.—PRODUCTOS DERIVADOS

CHAPAS.—Hojas de madera obtenidas en espesores hasta dos décimas de milímetro.

Se obtienen de maderas finas, y se destinan a cubrir superficies de maderas más corrientes, mediante buenas calidades de cola y prensas convenientemente construídas para este trabajo.

Tienen poco uso en carpintería de taller, pero mucho en ebanistería.

TABLEROS CONTRACHAPADOS.—Varias chapas de las descritas anteriormente, superpuestas y encoladas, con la fibra alternada, hasta conseguir espesores de 20 milímetros, originan los *tableros contrachapados*.

Generalmente suelen componerse estos tableros de 3 ó 5 hojas, siendo las extremas de maderas más finas y de mejor visualidad que las intermedias.

Se emplean estos tableros con gran éxito en carpintería de taller, en sustitución de los antiguos, obtenidos con tabla o tableta.

Tienen la ventaja de ser menos deformables que los antiguos por contrarrestarse las mermas y dilataciones por causa de la disposición cruzada de sus fibras.

Son más resistentes en igualdad de espesor y soportan iguales esfuerzos en todas direcciones.

En carpintería de taller, las caras del tablero suelen ser de madera de Okume y pino de Oregón.

Tienen también la ventaja de poderse curvar con cierta facilidad, circunstancia muy estimable.

El radio de curvatura no debe ser menor que cincuenta veces el espesor del tablero.

El aire caliente y la humedad del aire, prácticamente no tienen influencia en la deformación del tablero.

TABLEROS CON NUCLEO DE CORCHO.—Están formados por bastidores, que pueden ser de madera de escuadría o de tablero. En el espesor de dicho bastidor se adapta el aglomerado de corcho, y, por último, se termina el tablero con las caras exteriores encoladas a los dos planos de enrase del bastidor con el corcho.

Según el espesor y el destino de estos tableros, las caras podrán ser de tableros contrachapados o simplemente de chapas.

Tienen estos tableros la ventaja de ser más ligeros que los anteriores y ofrecer buenas cualidades de aislamiento térmico y sonoro.

Suelen emplearse en carpintería de taller para tableros de puertas y para formar tabiquería de madera, como usos más corrientes.

OTROS PRODUCTOS.—La industria moderna obtiene de la madera infinidad de productos derivados empleando tratamientos químicos, como la urea, la baquelización, madera plástica, etc. Todo ello tiene escaso interés en la carpintería de taller.

LA CIMENTACION POR ZAPATAS DE HORMIGON ARMADO

Por Juan del Corro, Arquitecto

El sistema más frecuente de cimentación en el caso de utilizarse estructuras de hormigón armado, es el de dotar a cada pilar de su cimentación propia.

Esta puede ser construída en forma de macizo de hormigón en masa de suficiente altura, en relación con las dimensiones de su base de apoyo sobre el terreno, a fin de suponer un reparto aproximadamente uniforme de tensiones en todas las secciones horizontales del macizo, o bien por zapatas, cuya altura es pequeña si se compara con las otras dos dimensiones de dicho elemento, lo que obliga a tener en cuenta los esfuerzos que se desarrollan en ella.

Los problemas a que da lugar la cimentación con zapatas son, según esto, los siguientes:

- 1.º Determinación de la superficie de apoyo de la zapata sobre el terreno.
- 2.º Determinación de los esfuerzos que sufre la zapata.

3.º Determinación de las dimensiones y armaduras precisas para la absorción de dichos esfuerzos.

Vamos a prescindir del primero de los problemas enunciados, ya que el cálculo de las dimensiones de la superficie de apoyo es elemental, bastando aplicar la fórmula de la compresión simple, siempre y cuando pueda suponerse un reparto uniforme sobre el terreno, lo que condiciona el espesor de la zapata con la de que su vuelo no excede de

$$v = \sqrt[4]{\frac{4 E I}{c a}} \quad (1)$$

en la que E = módulo de elasticidad del material que forma la zapata, I = momento de inercia de su sección transversal, c = coeficiente elástico del terreno, a = ancho de la zapata en sentido normal al vuelo que se mide.

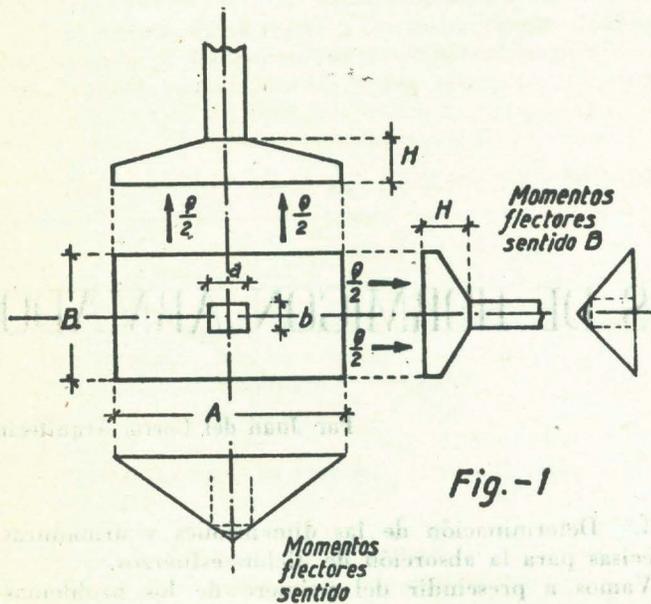
Supuesto lo anterior, de los dos problemas que quedan, el tercero es consecuencia del segundo, pues determinados los esfuerzos que sufre la zapata, bastará la aplicación de las fórmulas de la resistencia de materiales para la comprobación y determinación de las dimensiones precisas para su estabilidad, y por ello vamos a ocuparnos de ambos en conjunto.

La determinación de los esfuerzos a que está sometida la zapata puede abordarse para el caso en que ésta sea de espesor constante por la teoría general de la elasticidad (aunque dentro de las restricciones que imponen las hipótesis sobre las que se fundamenta dicha teoría). De este modo se establece una solución desarrollada en serie, y cuya aproximación dependerá de los términos que de ella se tomen.

Este procedimiento es de aplicación enojosa, y, por otra parte, no válido para zapatas troncopiramidales, cuya forma es la adoptada en la práctica.

Por estas razones se han procurado seguir métodos sencillos, aunque aproximados, para el cálculo de las dimensiones de las zapatas de cimentación.

Las Normas de la Dirección General de Arquitectura establecen que el cálculo de la zapata se hará como ménsula en cada uno de sus dos sentidos, con la reacción del terreno íntegra y con el ancho igual al del soporte que apoya sobre dicha zapata.



Es decir, que si la carga total transmitida al terreno es Q , los momentos flectores en cada sentido serán los dibujados en la figura 1.ª, y sus valores máximos

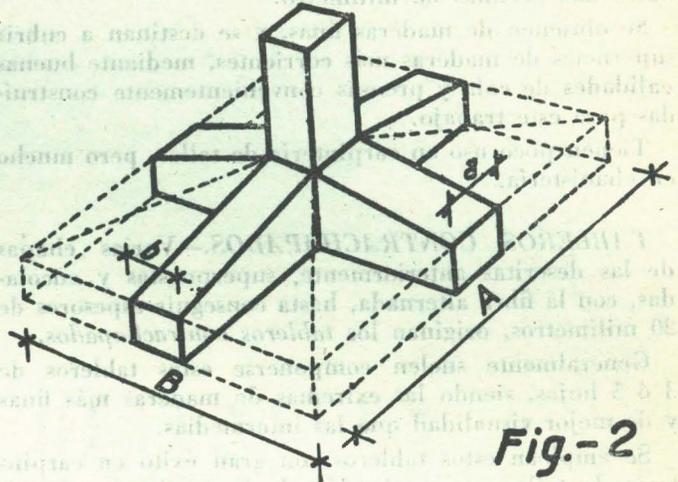
$$M_A = \frac{Q}{2} \frac{A}{2} = \frac{1}{4} Q A$$

$$M_B = \frac{Q}{2} \frac{B}{2} = \frac{1}{4} Q B$$

(II)

que pueden reducirse redondeando con una parábola la

ley triangular obtenida, si se considera la rigidez que produce el soporte, y en la zona que le corresponde con

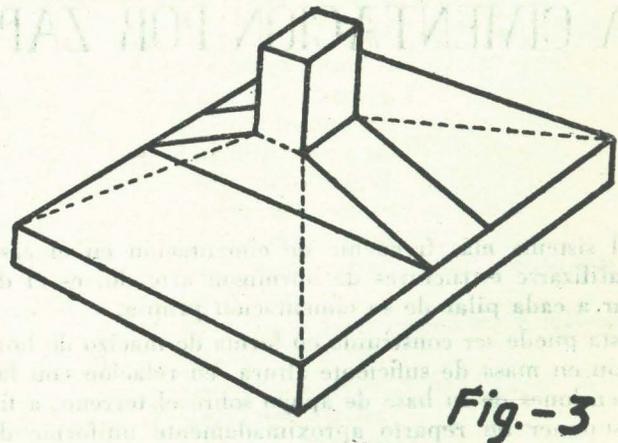


estos momentos se calculan las ménsulas, cuyas dimensiones son, respectivamente,

$$H \times B \quad \text{y} \quad H \times A$$

Se observa, por tanto, que dicho procedimiento es equivalente a considerar para el cálculo de la zapata, como útiles solamente, dos ménsulas en cruz, soportando independientemente cada una de ellas la totalidad de la carga (fig. 2.ª).

El mismo criterio para el cálculo de momentos establece la Instrucción del Ministerio de Obras Públicas, sin especificar las dimensiones que deben considerarse para el cálculo de las ménsulas.



Parece excesivo considerar en cada sentido la totalidad de la carga para el cálculo del momento flector; pero a dicha consecuencia llegamos por el razonamiento que sigue. Si imaginamos (fig. 3.ª) una losa de cimentación que se une al pilar por intermedio de una ménsula, teniendo en cuenta la mayor rigidez de este elemento, podrá suponerse para el cálculo de la losa la flexión en un solo sentido de ella, y, por tanto, sometida a la totalidad de la carga. La ménsula habrá de ser calculada con las reacciones de la losa, y de nuevo,

por tanto, con la totalidad de la carga y a flexión en un solo sentido, observando a la vez que la sección de este último elemento es el rectángulo de dimensiones, ancho de soporte por espesor de zapata en la sección más desfavorable.

Si prescindimos de la forma señalada, complicada de ejecución, y se construye la zapata, tronco piramidal usual, cabe suponer que las flexiones que se producen en ella son semejantes a las expuestas, y que en uno de los sentidos se produce la flexión de la zapata por la actuación directa de las reacciones del terreno, y en el otro la debida a la sustentación de las reacciones de la zapata en el eje de simetría por sí misma, y que habrá de calcularse con las dimensiones que fijan las Normas de la Dirección General de Arquitectura, por desconocer cuál de los dos sentidos corresponde a la ménsula.

Naturalmente que la hipótesis que acabamos de señalar no es exacta, pues la zapata sufrirá flexiones del tipo de losa, constituyendo un estado elástico triple en vez del estado elástico plano que hemos supuesto en dos sentidos; pero no cabe duda que los errores cometidos son por exceso, y, por tanto, tenemos una mayor seguridad en su resistencia.

Para corregir en parte el exceso de seguridad que lo anterior supone, puede considerarse la sección trapezoidal resistente efectiva del hormigón.

Si siguiendo la teoría clásica (que no exponemos en detalle, pues es suficientemente conocida) se tienen las siguientes fórmulas:

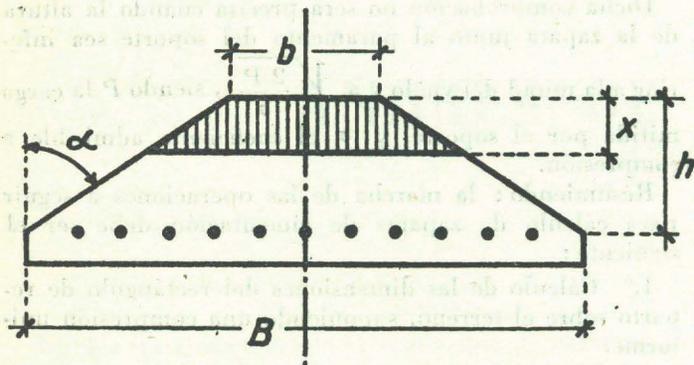


Fig.- 4

Altura útil:

$$h = \frac{\sqrt{M}}{\sqrt{\left(\frac{K}{2} \left(1 - \frac{K}{3} + \frac{K^2}{12}\right) b + \frac{K^2}{6} \left(1 - \frac{K}{2}\right) B\right) \sigma_b}}$$

Sección metálica:

$$F_e = \frac{K^2 \left(1 - \frac{K}{3}\right) b + \frac{K^2}{3} B}{n(1-K) \sqrt{\left(\frac{K}{2} \left(1 - \frac{K}{3} + \frac{K^2}{12}\right) b + \frac{K^2}{6} \left(1 - \frac{K}{2}\right) B\right) \sigma_b}} \sqrt{M} = \left(\frac{K^2 \left(1 - \frac{K}{3}\right)}{n(1-K)} b + \frac{K^2}{3n(1-K)} B\right) h$$

Línea neutra:

$$x = K h$$

en las cuales:

$$K = \frac{n \sigma_b}{n \sigma_b + \sigma_c}$$

y, además, n = coeficiente de equivalencia, σ_c y σ_b coeficientes de resistencia de armaduras y hormigón.

Llamando α , β , γ y ϑ a los coeficientes de las fórmulas anteriores, éstas toman la forma siguiente:

$$h = \frac{\sqrt{M}}{\sqrt{\alpha b + \beta B}}; F_e = (\gamma b + \vartheta B) h; x = K h \quad (III)$$

Con n = 15 y $\sigma_c = 1200$ Kgs/cm², se tienen los valores que figuran en la tabla 1 para dichos coeficientes y diversos valores de σ_b .

TABLA 1

σ_b	K	h		F _e	
		α	β	γ	ϑ
20	0,200	1,873	0,119	0,00330	0,000222
30	0,273	3,789	0,321	0,00628	0,000622
40	0,333	5,985	0,617	0,00982	0,001227
50	0,385	8,513	0,997	0,01399	0,002058
60	0,428	11,204	1,438	0,02612	0,004345

con los cuales hay que tomar b y B en cm., y M en Kgs/cm., obteniéndose h en cm. y F_e en cm².

La sustitución del estado elástico triple, que se desarrolla en la zapata por el estado elástico doble a que nos acabamos de referir, origina valores para el momento flector superiores a los reales, con diferencia tanto

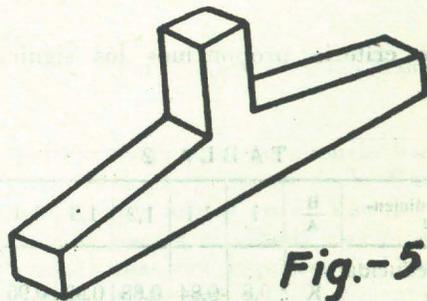


Fig.- 5

más acentuada cuanto las dimensiones del rectángulo se aproximen más a las del cuadrado, siendo rigurosamente lícita la simplificación hecha cuando, desapareciendo el vuelo de la zapata en uno de los sentidos (figura 5.^a), deje de serlo para convertirse en una viga flotante.

Por esta razón pueden reducirse las armaduras obtenidas en función de la relación de dimensiones de la zapata.

Hay diversos criterios para hacer la reducción expresada. Parece lógico prescindir de la armadura en el sentido del lado menor para zapatas en que el ángulo α (figura 6.^a) sea superior a 45°, dejando sólo una armadura de reparto, que pudiera estar formada por 1 \varnothing 7 cada 33,3 cm., y mantener entonces la armadura paralela al lado mayor sin reducción alguna, pues entonces estamos prácticamente en el caso de viga de cimenta-

ción en vez de zapata, y, en cambio, afectar de un coeficiente de reducción a las armaduras, tanto mayor cuanto más se aproximen al cuadrado las dimensiones de la zapata.

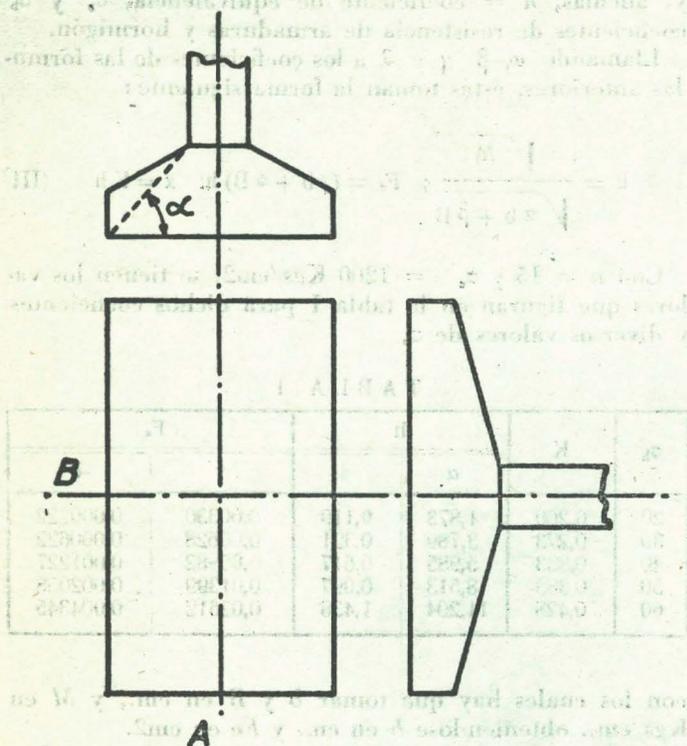


Fig. - 6

Con este criterio proponemos los siguientes coeficientes:

TABLA 2

Relación de dimensiones	B/A	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	>1,5
Armadura reducida K F.	K	0,8	0,84	0,88	0,92	0,96	1	1

que se justifican, ya que a medida que crece la relación $\frac{B}{A}$, nos acercamos por razón de la diferencia de rigidez en ambos sentidos al sistema elástico doble de la hipótesis simplificadora, cuando para la armadura paralela al lado menor se obtenga valor inferior a 1,15 cm²/m. (es decir, 1 \otimes 7 cada 33,3 cm.) se adoptará ésta.

No parece oportuna, por las razones apuntada, la opinión sustentada por un distinguido ingeniero en una de sus recientes obras, de disminuir desde 0,8 hasta 0,5 la armadura paralela al lado mayor cuando la relación de longitudes varía de 1 a 1,5.

Por último, será precisa la consideración del efecto de punzonamiento, comprobando a esfuerzo cortante la sección obtenida al cortar la zapata por planos ver-

ticales MNOP, trazados por la base del tronco de pirámide de 45° de inclinación de sus caras (fig. 7.º).

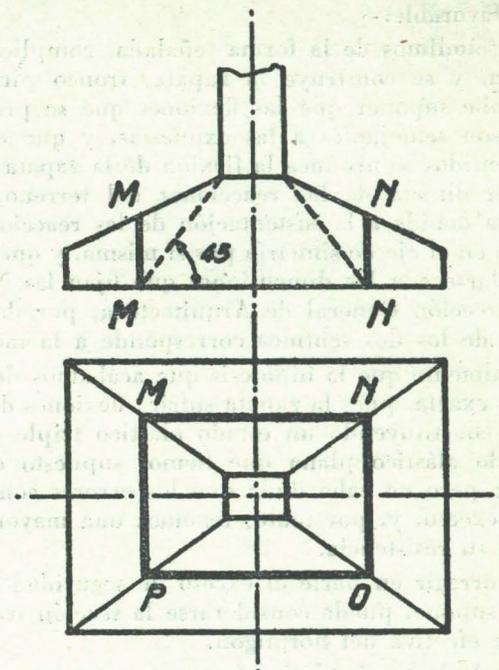


Fig. - 7

Dicha comprobación no será precisa cuando la altura de la zapata junto al paramento del soporte sea inferior a la mitad del vuelo y a $\sqrt{\frac{2P}{\sigma}}$, siendo P la carga mitida por el soporte, y σ el coeficiente admisible a compresión.

Resumiendo: la marcha de las operaciones a seguir para cálculo de zapatas de cimentación debe ser el siguiente:

- 1.º Cálculo de las dimensiones del rectángulo de reparto sobre el terreno, suponiendo una compresión uniforme.
- 2.º Determinación del espesor mínimo medio de la zapata, deducido a partir del momento de inercia que se despeja de la fórmula (I). En caso contrario, no podrá suponerse un reparto uniforme, y deberá tenerse en cuenta en el cálculo.
- 3.º Cálculo de los momentos flectores correspondientes a las dos direcciones octogonales, con las fórmulas II.
- 4.º Cálculo de las armaduras teóricas correspondientes a cada sentido con las fórmulas (III), eligiendo un coeficiente con el cual no se obtenga una altura media inferior a la determinada en el apartado 2.º.
- 5.º Reducción de estas armaduras teóricas aplicando los coeficientes de la tabla 2.
- 6.º Comprobación a punzonamiento de la zapata.

BIBLIOGRAFIA

TIMOSHENKO: *Teoría de placas planas y curvas*. Buenos Aires, 1947.
 VELASCO DE PANDO: *Arcos, bóvedas, placas y otros problemas constructivos*. Madrid, 1943.