

Elizabet

ÍNDICE DE MATERIAS

	<u>Págs.</u>
TABLAS PARA PROYECTAR	XV
NOTACIONES MÁS USADAS	XVII

PRIMERA PARTE

Los materiales

I. Fundamentos y desarrollo del hormigón armado	1
a) Concepto del sólido compuesto	1
b) Comparación del hormigón armado con otros materiales	2
c) La teoría y la experiencia en el hormigón armado	4
d) Datos históricos	5
II. Fabricación del hormigón	8
a) Generalidades sobre el cemento portland	8
b) Normas alemanas para el suministro y ensayo del cemento portland	12
c) Áridos	14
d) Preparación de la masa de hormigón	18
e) Hormigón apisonado	21
f) Hormigón colado	22
g) Hormigón proyectado	23
h) Hormigón conducido a presión	24
i) Moldes y andamios	25
k) Mortero de cemento	26
l) Hormigón de cemento	31
III. Propiedades del hormigón	39
a) Peso	39
b) Porosidad y permeabilidad	39
c) Desgaste	41
d) Dilatación térmica y conductibilidad	41
e) Influencia de las heladas	42
f) Influencia de diversas sustancias químicas	42
g) Retracción del hormigón	44

Índice de materias

	<u>Págs.</u>
IV. Resistencia del hormigón	48
<i>a)</i> Generalidades	48
<i>b)</i> Dimensiones y forma de las probetas	49
<i>c)</i> Naturaleza del cemento	50
<i>d)</i> Contenido de cemento, dosificación y densidad	51
<i>e)</i> Cantidad de agua	54
<i>f)</i> Mezcla y apisonado	56
<i>g)</i> Edad	57
<i>h)</i> Heladas y otras influencias	58
<i>i)</i> Comparación de la resistencia cúbica y la resistencia en obra ..	60
<i>k)</i> Resistencia a la tracción por ensayo directo y por flexión	61
<i>l)</i> Resistencia al esfuerzo cortante	64
 V. Deformaciones del hormigón	 66
<i>a)</i> Variabilidad del coeficiente de elasticidad	66
<i>b)</i> Deformaciones elásticas y permanentes	68
<i>c)</i> Resultados de los ensayos de compresión	69
<i>d)</i> Resultados de los ensayos de tracción y de flexión	72
<i>e)</i> Relación numérica entre la resistencia a la tracción y la calculada por flexión	74
<i>f)</i> Compresibilidad y dilatabilidad del hormigón	76
 VI. Armaduras y formas características del hormigón armado	 77
<i>a)</i> Sección y forma de las armaduras	77
<i>b)</i> Propiedades elásticas del hierro	80
<i>c)</i> Enlaces de las armaduras y colocación de las mismas	83
<i>d)</i> Adherencia y deslizamiento	85
<i>e)</i> Variables que intervienen en la resistencia al deslizamiento	88
<i>f)</i> Ensayos sobre la resistencia de los anclajes	90
<i>g)</i> Estructuras de compresión	92
<i>h)</i> Forjados y vigas de sección rectangular	97
<i>i)</i> Forjados y vigas nervadas	99
<i>k)</i> Arcos y pórticos	103
<i>l)</i> Piezas de fabricación industrial	108
 VII. Seguridad contra la oxidación y el fuego	 109
<i>a)</i> Condiciones para la seguridad contra la oxidación	109
<i>b)</i> Observaciones hechas sobre la oxidación	111
<i>c)</i> Las grietas como peligro de oxidación	112
<i>d)</i> Efectos electrolíticos	113
<i>e)</i> Comportamiento del acero a altas temperaturas	114
<i>f)</i> Comportamiento del hormigón en el fuego	115
<i>g)</i> Condiciones para la resistencia del hormigón a la acción del fuego ..	117
<i>h)</i> Conductibilidad del hormigón	118
<i>i)</i> El hormigón como protección del hierro	119
<i>k)</i> Comportamiento del hormigón armado en el fuego	120
<i>l)</i> Seguridad contra el rayo	121

SEGUNDA PARTE

Cálculos estáticos de resistencia

	<u>Págs.</u>
VIII. Tracción y compresión axiales	123
a) Cálculo de columnas y apoyos aislados de armadura longitudinal.	123
b) Influencia de la resistencia del hormigón	126
c) Ensayos sobre las armaduras	127
d) Objeto de los estribos.....	129
e) Dilataciones transversales.....	131
f) Resistencia del hormigón zunchado	132
g) Deformaciones y grado de seguridad en el hormigón zunchado..	136
h) Relación entre el ángulo de rotura y la resistencia del zunchado.	139
i) Efectos del zunchado, según ensayos	140
k) Columnas zunchadas con núcleo de hierro	146
l) Pandeo de los pilares	149
m) Ensayos de pandeo	152
n) Ejemplos de cálculo de columnas	154
o) Estructuras que trabajan por tracción	156
IX. Trabajo por flexión	159
a) Resistencia a la flexión	159
b) Hipótesis de cálculo	160
c) Estados o fases elásticas	161
d) Cálculo de secciones rectangulares en las diversas fases	164
e) Cálculo de vigas nervadas en las distintas fases	168
f) Seguridad contra las grietas, según el cálculo y la experimentación.	169
g) El peligro de las grietas.....	173
h) Vigas con armadura dotadas de tensión previa	175
i) Desplazamiento de la fibra neutra y giro de las secciones	176
k) Tensiones efectivas	180
l) Resumen de los conocimientos relativos a n , a la fibra neutra y a las tensiones.....	184
m) Efecto de la repetición de sobrecargas	185
n) Deformación de las vigas.....	186
o) Ensayos para determinar la deformación angular.....	188
p) Coeficiente de elasticidad del hormigón armado en la flexión.....	190
q) Línea elástica y flecha de las vigas	192
X. Resistencia de las zonas de tracción y compresión	196
a) Generalidades	196
b) Resistencia de las armaduras	198
c) Ensayos sobre la resistencia a la tracción de las armaduras....	201
d) Ensayos sobre la resistencia a la tracción de armaduras empalmadas	204
) Capacidad resistente de las vigas trabajando a flexión	206
f) Ensayos comparativos sobre la capacidad resistente de las vigas de sección rectangular	209
g) Resistencia a la compresión (por flexión) del hormigón en relación con su resistencia cúbica.....	212

	Págs.
h) Ensayos relativos a la resistencia a la compresión (por flexión) y al factor de reducción	215
i) El forjado como zona resistente en las vigas nervadas	217
k) Seguridad en la resistencia a la flexión y coeficientes de trabajo admisibles	224
XI. Cálculo de secciones sometidas a flexión	227
a) Cálculo de las tensiones en la sección rectangular	227
b) Fijación de dimensiones en la sección rectangular, dadas las cargas unitarias o coeficientes de trabajo	232
c) Determinación de la armadura, conocida la sección rectangular del hormigón	238
d) Determinación de la altura del rectángulo, conociendo la sección del hierro	240
e) Cálculo de las armaduras de tracción y compresión en un rectángulo de altura reducida	241
f) Vigas con la zona de compresión zunchada	246
g) Sección rectangular sometida a la acción de flexiones opuestas	247
h) Cálculo de las tensiones en las vigas nervadas	249
i) Fijación de dimensiones en una viga nervada, dadas las tensiones	256
k) Fijación de dimensiones de una sección nervada, teniendo en cuenta las compresiones en el nervio	262
l) Determinación de la armadura de tracción cuando se dan las dimensiones de la sección de la viga nervada	264
m) Cálculo de las armaduras de tracción y compresión en vigas nervadas de altura reducida	267
n) Tensiones en la viga nervada con placa unilateral (piezas en escuadra)	271
o) Cálculo de las secciones en piezas de sección triangular	273
p) Vigas con armadura rígida	277
XII. Tracción y compresión excéntricas (flexión compuesta)	280
a) Ejes y momentos flectores	280
b) Compresión excéntrica en la fase I	282
c) Compresión excéntrica en la sección rectangular prescindiendo de las tracciones del hormigón	286
d) Ensayos de piezas sometidas a compresión excéntrica	297
e) Fijación de dimensiones de las secciones rectangulares solicitadas por compresión excéntrica	302
f) Compresión excéntrica en la sección nervada, según la fase II	312
g) Fijación de dimensiones en una viga nervada sometida a compresión excéntrica	314
h) Sección anular solicitada por compresión excéntrica	317
i) Flexión en la sección anular	321
k) Estudio gráfico de una sección cualquiera sometida a compresión excéntrica	322
l) Tensiones en la tracción excéntrica	324
m) Fijación de dimensiones en las secciones rectangulares solicitadas por tracción excéntrica	335
n) Sección nervada solicitada por tracción excéntrica	339

	<u>Págs.</u>
XIII. Resistencia a los esfuerzos tangenciales y enlace	341
a) Magnitud y dirección de las tensiones principales	341
b) Cargas tangenciales efectivas	344
c) Cálculo de las barras inclinadas	346
d) La viga armada considerada como un entramado	349
e) Cargas tangenciales en las vigas de altura variable	352
f) Ensayos sobre el efecto de las barras inclinadas	357
g) Ensayos sobre el efecto de los estribos	369
h) Armadura de barras inclinadas y estribos	372
i) Deslizamiento y anclaje de las barras	374
k) Reglas para la seguridad del enlace entre el hierro y el hormigón.	379
l) Resumen de los resultados experimentales y reglas para el cálculo de las resistencias tangencial y de enlace	383
XIV. Esfuerzos de torsión	385
a) Cálculo de la armadura	385
b) Ensayos de la Comisión alemana	388
c) Ejemplo	390
XV. Tensiones propias del hormigón armado	392
a) Causas de las tensiones propias	392
b) Tensiones de retracción en piezas armadas axialmente	395
c) Cálculo general de las tensiones y deformaciones de retracción ..	396
d) Tensiones de retracción en piezas de armadura corriente	399
e) Tensiones propias de las estructuras	404
f) Medios para atenuar la importancia de las tensiones y deforma- ciones propias	405
XVI. Fijación de secciones desde el punto de vista económico	407
a) Costos	407
b) Columnas	408
c) Placas	408
d) Vigas de sección rectangular	411
e) Vigas nervadas conociendo la distancia entre nervios	413
f) Cálculo de la distancia más conveniente entre nervios	416

TERCERA PARTE

Formas constructivas

XVII. Particularidades constructivas del hormigón armado	419
a) Distribución del material	419
b) Suelos de vivienda	427
c) Distribución transversal de las cargas	431
d) Vigas empotradas	435
e) Vigas de hormigón armado con empotramiento parcial	446
f) Determinación del grado de empotramiento	453
g) Rigidez y monolitismo	459
h) Juntas de dilatación	462
i) Articulaciones	466
k) Cálculos estáticos y estudio del proyecto	468

	<u>Págs.</u>
XVIII. Vigas continuas	472
a) Generalidades	472
b) Vigas de dos y tres tramos	476
c) Vigas continuas de tramos iguales con sobrecargas uniformes..	480
d) Vigas continuas de tramos iguales con cargas aisladas	482
e) Vigas continuas de tramos iguales con momentos extremos....	487
f) Ensayos sobre vigas continuas	489
g) Ejemplos de cálculo.....	495
XIX. Placas apoyadas en su contorno y en puntos aislados	504
a) Placas apoyadas en todo su contorno	504
b) Ensayos de placas	510
c) Placa artesonada	514
d) Placas sostenidas en puntos aislados (placas fungiformes).....	518
XX. Pórticos	524
a) Generalidades sobre los pórticos.....	524
b) Cálculo de un pórtico biarticulado	525
c) Cálculo de un pórtico empotrado.....	537
d) Influencia de los chaflanes	539
e) Teorema de los tres momentos para los pórticos con nudos in- desplazables	539
f) Teorema de los tres momentos para los pórticos con nudos des- plazables.....	545
g) Cálculos con el teorema de los cuatro momentos	562
h) Cálculo de entramados de gran indeterminación estática por me- dio de los grados de empotramiento.....	567
i) Grados de empotramiento para nudos desplazables.....	572
k) Vigas Vierendeel.....	582
l) Silos.....	588
XXI. Arcos, cúpulas, estructuras superficiales y aplicaciones varias	594
a) Arco de tres articulaciones (isostático)	594
b) Arco de dos articulaciones.....	598
c) Arco empotrado	601
d) Cúpulas	604
e) Estructuras de varias superficies	609
f) Vigas de celosía	618
g) Aplicaciones varias	620

Apéndices

I. Reglamento alemán de 1932 sobre las construcciones de hormigón armado.	624
II. Extracto de las normas de cálculo alemanas para puentes macizos....	659
III. Pliego general de condiciones español de 1930 para la recepción de los aglomerantes hidráulicos en las obras de carácter oficial.....	666
IV. Instrucción para el proyecto y ejecución de obras de hormigón, de 1939.	676
V. Nota sobre redacción de proyectos y estudio de precios, por R. DUBLANG.	717
Bibliografía técnica	731
Índice alfabético	737

Tablas para proyectar

	<u>Págs.</u>
Datos de hierros redondos (Tabla 33)	78
Columnas	
Cálculo de columnas de hormigón armado ($N = F_b \sigma$) (Tabla 45) ...	124
Cálculo del zunchado: $F_u = \frac{F_1 d_k \pi}{g}$. Cuantía de zunchado: $\mu_u = \frac{4 F_1}{g d_k}$	
(Tabla 54)	135
Cálculo de columnas armadas longitudinalmente y zunchadas ($N = F_k \sigma$)	
(Tabla 55)	135
Flexión	
Vigas rectangulares de hormigón armado, $n = 15$ (Tabla 73)	230
Fijación de dimensiones en vigas rectangulares de hormigón armado, $n = 15$ (Tablas 74 y 75)	234
Dimensiones de placas de 100 cm. de anchura (Tabla 76)	237
Vigas rectangulares con armadura doble y altura útil dada h , anchura b , $n = 15$ (Tabla 77)	243
Cálculo de vigas con armadura doble (Tabla 78)	244
Placas de armadura simétrica (Tabla 79)	249
Relaciones para placas nervadas, $n = 15$ (Tabla 80)	254
Vigas nervadas, $n = 15$ (Tablas 81 y 82)	258
Cálculo de secciones triangulares con vértice comprimido (Tabla 84) ..	275
Flexión pura en secciones anulares (Tabla 93)	322
Centros de gravedad y momentos de inercia de vigas nervadas (Tabla 116)	461
Compresión excéntrica	
Compresión excéntrica en rectángulos, con armadura de tracción F_e , prescindiendo de la zona de tracciones del hormigón (Tabla 85) ...	288
Compresión excéntrica en secciones rectangulares, con armadura de trac- ción F_e y prescindiendo del hormigón sometido a tracción (Tabla 86).	290
Compresión excéntrica en secciones rectangulares de armadura simé- trica $F_e = F_e'$, excluyendo las tracciones del hormigón (Tabla 87).	294
Compresión excéntrica en secciones rectangulares armadas simétrica- mente $F_e = F_e'$, prescindiendo del hormigón que trabaja a tracción (Tabla 88)	298
Compresión excéntrica en el rectángulo, dimensiones para $h' = 0,08$ (Tabla 89)	308
Compresión excéntrica en el rectángulo, dimensiones para $h' = 0,05$ (Tabla 90)	310
Valores de $\frac{N}{F_b \sigma_m}$ en la sección anular solicitada por compresión ex- céntrica (Tabla 91)	320
Valores de $\frac{\sigma_e}{\sigma_m}$ en la sección anular solicitada por compresión excén- trica (Tabla 92)	321

Tracción excéntrica	<u>Págs.</u>
Tracción excéntrica en la sección rectangular con armadura sencilla F_e , prescindiendo del hormigón que trabaja a tracción (Tabla 94).....	326
Tracción excéntrica en la sección rectangular F_e simplemente armada (Tabla 95).....	328
Tracción excéntrica en el rectángulo con armadura simétrica $F_e = F_e'$, excluyendo el hormigón que trabaja a tracción (Tabla 96).....	330
Tracción excéntrica en el rectángulo con armadura simétrica (Tabla 97).....	332
Tracción excéntrica en la sección rectangular (Tabla 98).....	336
Vigas empotradas (Tabla 115).....	444
 Vigas continuas	
Carga fija uniformemente repartida g (Tabla 117).....	480
Viga de dos tramos (Tabla 118).....	482
Viga de tres tramos (Tabla 119).....	483
Vigas de cuatro tramos (Tabla 120).....	484
Viga continua de número infinito de tramos (Tabla 121).....	485
Momentos máximos en una viga de dos tramos (Tabla 122).....	485
Momentos máximos en una viga de tres tramos (Tabla 123).....	485
Momentos máximos en una viga de cuatro tramos (Tabla 124).....	486
Momentos máximos en una viga de número indefinido de tramos (Ta- bla 125).....	486
Viga de dos tramos (Tabla 126).....	487
Viga de tres tramos (Tabla 127).....	488
Vigas de cuatro tramos (Tabla 128).....	491
Viga continua con momentos en los extremos (Tabla 129).....	493
 Placas	
Placas apoyadas (Tabla 130).....	505
Momentos flectores de una placa fungiforme, siendo $b = 0,8$ a $1,0 a$, en las direcciones a , por metro de ancho (Tabla 134).....	521
 Arcos	
Arco parabólico de tres articulaciones (Tabla 138).....	596
Arco circular de tres articulaciones (Tabla 139).....	596
Arco parabólico rebajado con dos articulaciones (Tabla 140).....	601
Arco parabólico empotrado (rebajado) (Tabla 141).....	604