

RESISTENCIA A COMPRESION DEL HORMIGON. INFLUENCIA DE LOS DEFECTOS DE LA PROBETA CUBICA

Moisés PIÑEIRO*

José JARA**

RESUMEN

Se estudia la influencia que ejercen ciertos defectos de la probeta cúbica de 20 cm de arista, en la resistencia que se obtiene al ensayarla a compresión.

Se prepararon moldes especiales en los cuales una de las caras había sido deformada previamente. De este modo se obtuvieron diversos grados de concavidad, convexidad y falta de perpendicularidad de una cara.

Además se analizaron las resistencias de probetas fabricadas en moldes cúbicos de las mismas dimensiones pero constituídos por placas delgadas (8 mm de espesor).

Las resistencias se compararon con las obtenidas empleando moldes de pared gruesa, previamente revisados y seleccionados, con el fin de asegurar la perfección de su forma.

Para completar esta investigación se estudió el efecto producido en las probetas defectuosas al rectificarlas mediante azufre fundido.

INTRODUCCION

En el ensayo de compresión, una de las principales ventajas de la probeta cubica es que puede ser ensayada sin necesitar en sus caras de carga ningun

*Ingeniero del IDIEM. Sección Investigación de Hormigones.

**Ingeniero Civil. Parsons Company (Chile).

rectificado. Esto implica que las exigencias sobre perfección de forma, sean transferidas a los moldes, los cuales, por esta razón, deben ser indeformables una vez armados, e invariables a lo largo de su uso. Esto incide en general, en que los moldes resulten de un peso bastante elevado, lo cual trasciende tanto en su costo como en sus condiciones de transporte.

Para dar suficiente robustez al molde cúbico se emplean ya sean placas muy gruesas (del orden de 2 cm de espesor) o placas de regular espesor reforzadas con nervios. El empleo de moldes fabricados con placas delgadas, de un espesor menor que 1 cm, sin tomar ninguna otra precaución, entraña el riesgo de que sus paredes se deformen ya sea por apriete excesivo de las tuercas de armado o bien, en otros casos, por los golpes inevitables que recibe durante su uso.

Los resultados de Gonnerman¹, sobre las condiciones de las caras de carga del cilindro, sólo pueden aplicarse en el caso del cubo en términos muy generales por las diferencias de forma y de esbeltez.

Por otro lado, en la literatura técnica alemana y francesa tampoco se encontró información sobre este asunto; sólo los ingleses se han ocupado muy recientemente de él, pero refiriéndose al cubo de 15 cm de arista.^{2,3,4}

La presente investigación se proyectó con el fin de determinar la resistencia relativa obtenida en cubos fabricados en moldes de pared delgada (8 mm de espesor). Por otro lado, con el fin de averiguar el efecto de ciertas fallas específicas también se determinaron las resistencias de cubos en los cuales una de sus caras tenía una de las fallas siguientes: concavidad, convexidad o falta de perpendicularidad de una de las caras de carga.

Nos pareció, finalmente, que complementaba la información relativa a este asunto, el averiguar hasta qué punto el rectificado mediante mezcla de azufre, tan eficaz en el caso del cilindro, corregía el defecto en la probeta cúbica.

DESCRIPCION DE LAS EXPERIENCIAS

En la Fig. 1 se muestran las conformaciones de los moldes cúbicos de pared delgada y de pared gruesa. Estos últimos, debido al espesor de sus paredes, son prácticamente indeformables.

En la Fig. 2 se ha ilustrado el tipo de deformación más corriente que sufre el molde de pared delgada debido al apriete excesivo de las tuercas de armado.

La deformación convexa es la más corriente; pero además, por efecto de golpes o por un armado defectuoso del molde, puede producirse deformación cóncava o falta de perpendicularidad entre caras contiguas.

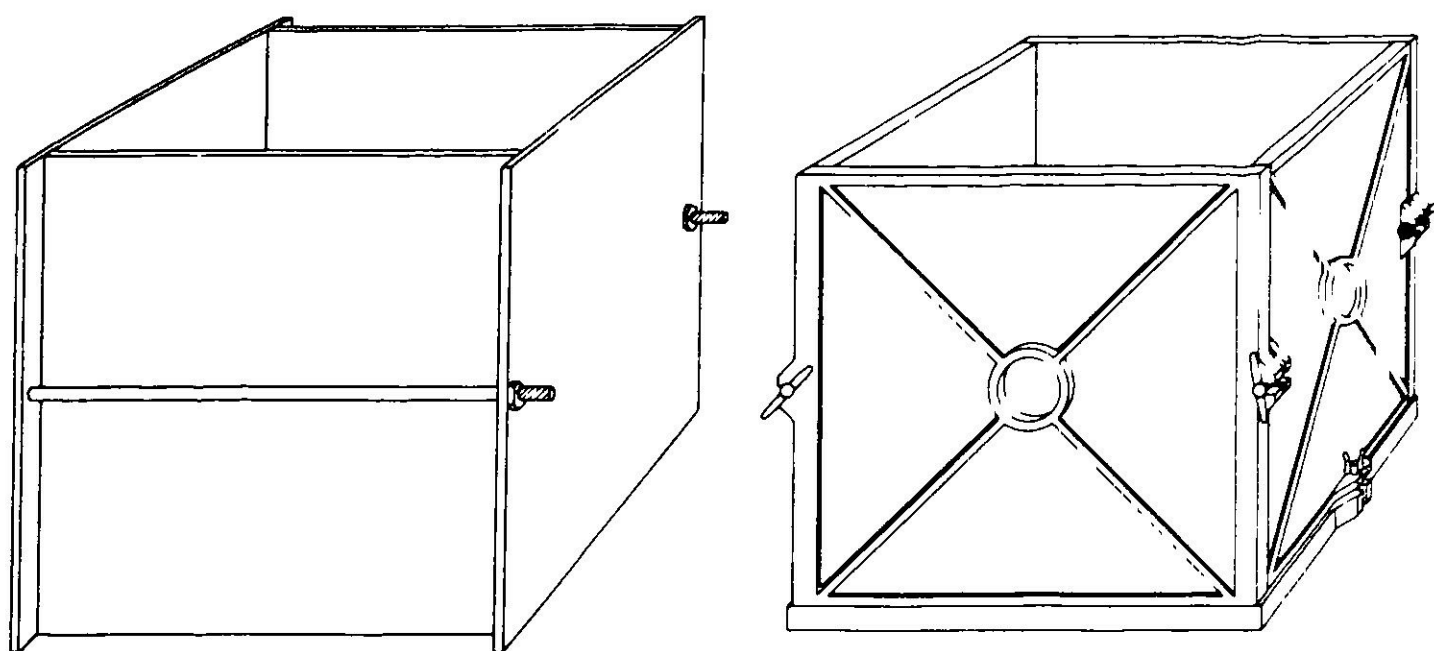


Fig. 1. Molde cúbico de pared delgada y molde cúbico de pared gruesa.

Debido a las razones expuestas, para abordar experimentalmente el estudio de la influencia de fallas en las caras de carga del cubo, las probetas defectuosas las clasificamos en los siguientes grupos:

- a) Probetas con una cara cóncava
- b) Probetas con una cara convexa
- c) Probetas con falta de perpendicularidad en una de sus caras,
- d) Probetas confeccionadas en moldes de pared delgada.

En los dos primeros casos, la concavidad o convexidad de las caras fue del tipo cilíndrico, obtenida deformando una de las caras laterales del molde mediante una prensa. Por otro lado, para evaluar con mayor claridad el efecto de las fallas a), b) y c) se les dio diversas magnitudes, según se indica en la Tabla I.

Las comparaciones de resistencias se hicieron tomando como referencia probetas preparadas en moldes cúbicos, de pared gruesa, seleccionados previamente. En las Figs. 3 y 4 se indican esquemas de moldes con imperfecciones por convexidad y por falta de perpendicularidad.

Zonas de deformación más marcada (convexidad)

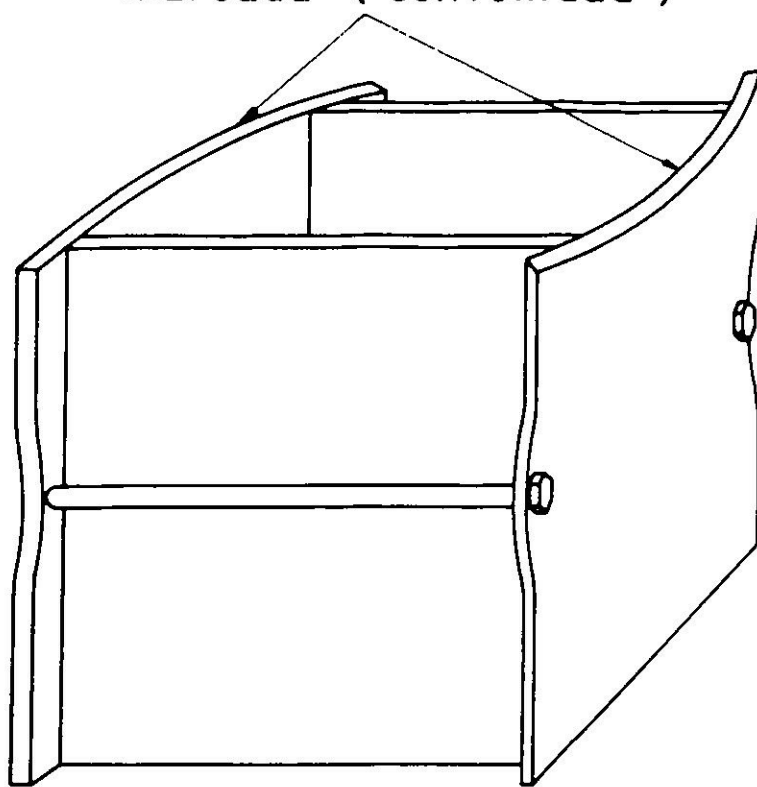


Fig. 2. Deformación del molde cúbico de pared delgada.

TABLA I
CLASIFICACION Y DENOMINACION DE LOS DIVERSOS
TIPOS DE FALLAS ESTUDIADAS

Tipo de falla	Denominación	Valor máximo de la deformación mm	Def. máx. relativa %
Concavidad	A ₁	1,4	0,7
	A ₃	3,3	1,6
	A ₄	4,0	2,0
Convexidad	B ₁	1,0	0,5
	B ₃	3,0	1,5
	B ₅	5,0	2,5
Falta de perpendicularidad	C ₁	3,1	1,5
	C ₃	6,9	3,5

Además de lo anterior se estudió el efecto que tiene el rectificado mediante azufre fundido en los diferentes casos de probetas defectuosas. Para rectificar los cubos se construyó un artefacto especial, cuyo esquema se indica en la Fig. 5. Conviene señalar que para efectuar la operación de rectificado el artefacto debió ser calentado previamente con el fin de evitar el enfriamiento brusco de la mezcla de azufre fundido.

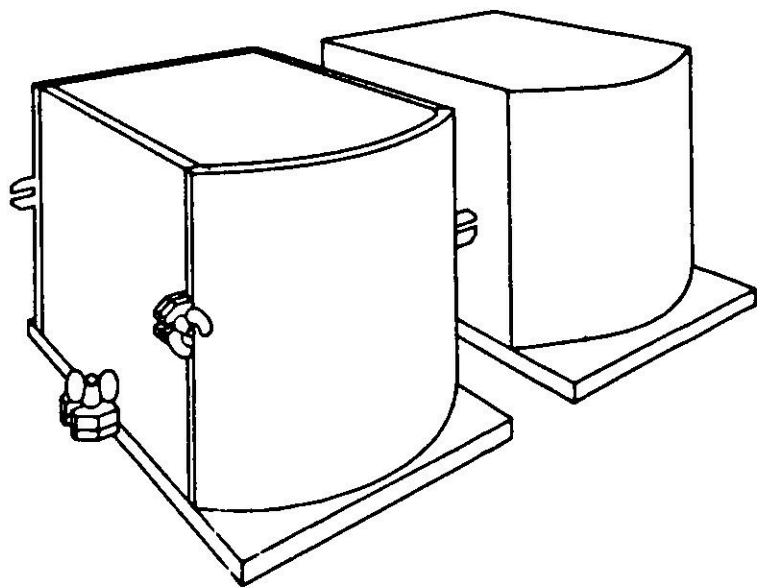


Fig. 3. Molde con una cara convexa y probeta correspondiente.

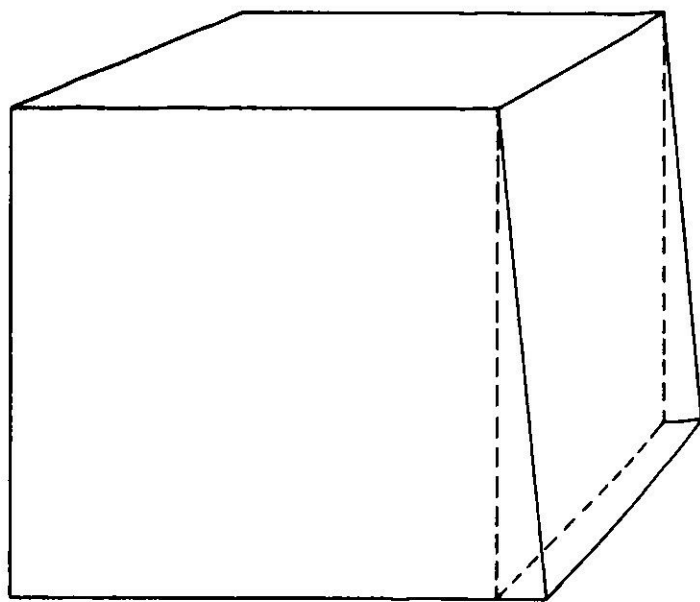


Fig. 4. Probeta con defecto de perpendicularidad.

Todas las probetas se mantuvieron en cámara húmeda hasta los 28 días y se ensayaron húmedas. Los ensayos se hicieron según indicaciones de la Norma DIN 1048 en una prensa Losenhausenwerk de 300 t.

Tanto la arena como la grava empleadas eran de naturaleza silíceas y provenían de una fábrica de material chancado. Sus características se resumen en la Tabla II.

TABLA II
CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS ARIDOS EMPLEADOS

Material	Módulo de finura	Densidad aparente material asentado ^a kg/dm ³	Peso específico	Absorción %
Arena	2,4 - 2,8	1,68 - 1,94	2,65 - 2,72 ^b	1,0 - 2,2 ^b
Grava	-	1,51 - 1,65	2,66 - 2,70 ^c	0,6 - 0,7 ^c

a) ASTM C 29-60 b) ASTM C 128-59 c) ASTM C 127-59

Tanto la granulometría de la arena como la de la grava estaban entre los márgenes aconsejados por la Norma ASTM C-33-64. El cemento utilizado fue un portland.

En líneas generales, los diversos hormigones fabricados se dosificaron siguiendo las indicaciones del método ACI 613-54. Con cada hormigón fabricado se confeccionaron a la vez las probetas defectuosas, y un cubo, que hemos llamado normal, en el molde seleccionado de pared gruesa.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos se detallan en las Tablas III a VI. En ellas, además de las resistencias de las probetas defectuosas, aparecen las resistencias obtenidas en cubos normales. En las cuatro tablas mencionadas se incluyen, además de los valores absolutos de resistencias a compresión, los valores relativos de resistencias, referidos al cubo normal.

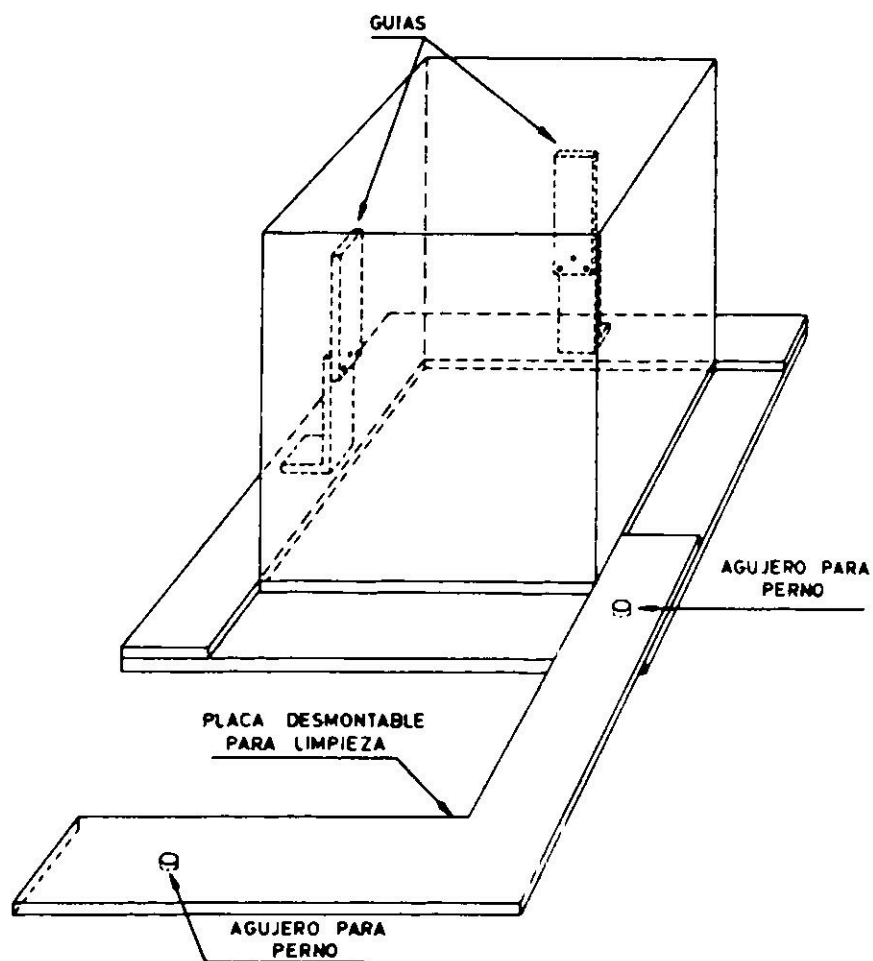


Fig. 5. Dispositivo para rectificar cubos.

TABLA III
RESISTENCIA DE CUBOS DEFECTUOSOS CON RELACION
AL CUBO NORMAL

Razón agua cemento	N kg/cm ²	A ₁ kg/cm ²	a ₁ %	A ₃ kg/cm ²	a ₃ %	A ₄ kg/cm ²	a ₄ %	B ₁ kg/cm ²	b ₁ %	B ₃ kg/cm ²	b ₃ %	B ₅ kg/cm ²	b ₅ %
0,35	530	434	82	361	68	303	57	488	92	264	50	250	47
	508	401	79	366	72	358	71	475	94	325	64	272	54
	539	456	85	370	69	290	54	482	89	337	70	269	50
	568	470	83	360	64	233	41	494	87	306	54	251	44
	526	435	83	350	66	345	66	492	94	358	68	286	54
0,40	473	296	63	228	48	148	31	440	93	266	56	214	45
	474	374	79	337	71	-	-	413	87	289	61	264	56
	440	340	77	328	75	309	70	424	96	304	69	237	54
	465	418	90	334	72	309	60	423	91	273	59	254	55
	528	480	91	306	77	356	67	451	95	327	62	265	50
0,50	376	217	58	286	73	191	51	344	92	268	71	193	51
	365	319	87	258	71	225	62	350	96	228	74	210	57
	401	332	83	247	62	223	56	372	93	266	66	196	49
	471	387	82	347	74	294	62	426	91	265	56	250	53
	411	373	91	276	67	243	59	389	95	240	58	200	49
0,70	272	249	92	234	85	198	73	257	94	183	67	151	56
	277	223	81	202	73	130	69	258	93	171	62	161	58
	278	235	85	215	77	206	75	270	97	181	65	147	53
	284	254	90	173	61	215	76	300	106	190	67	163	57
	252	238	94	187	74	208	83	260	103	174	69	154	61
0,90	104	98	94	89	86	94	90	107	102	67	65	64	62
	125	109	87	103	82	90	72	112	90	83	66	79	63
	128	119	93	104	81	108	85	118	92	88	69	67	52
	118	120	102	117	99	96	81	118	100	95	81	75	65
	144	148	103	123	85	116	81	140	97	105	73	84	58

N, resistencia cubo normal. A, resistencia cubo con cara cóncava. B, resistencia cubo con cara convexa. a, b, resistencias relativas. Los subíndices indican deformación máxima según Tabla I.

TABLA IV

RESISTENCIA DE CUBOS DEFECTUOSOS Y DEL CUBO NORMAL

Razón agua/cemento	N kg/cm ²	C _{1,5} kg/cm ²	c _{1,5} %	C _{3,5} kg/cm ²	c _{3,5} %
0,35	530	485	92	410	77
	508	491	96	544	107
	539	557	103	500	93
	568	530	93	525	92
	526	488	93	552	105
	565	553	98	553	98
	500	492	98	484	97
	503	463	92	464	92
	508	533	105	560	110
	475	560	118	535	112
	457	528	113	527	113
0,40	473	393	83	441	93
	474	487	102	490	103
	440	428	97	434	99
	465	438	94	457	98
	528	515	98	538	102
0,50	376	397	106	347	92
	365	378	104	389	107
	401	381	95	408	102
	471	450	96	400	85
	411	413	100	416	101
	450	436	97	416	92
	400	403	101	385	96
	400	433	108	416	104
	375	369	99	377	101
	400	401	100	407	102
	414	451	109	387	93
0,70	272	-	-	277	102
	277	270	98	-	-
	278	274	98	277	100
	284	309	109	276	97
	252	286	114	262	104
	293	283	97	258	88
	270	258	96	278	103
	234	256	109	238	102
	273	298	109	282	103
	287	270	91	279	97
	244	-	-	256	105

N, resistencia cubo normal. C, resistencia cubo con falla de perpendicularidad. c, resistencia relativa. Los subíndices indican el % de deformación máxima según Tabla I.

TABLA V
RESISTENCIA DE CUBOS DEFECTUOSOS CON RELACION
AL CUBO NORMAL

Razón agua/cemento	N kg/cm ²	D kg/cm ²	d %
0,35	530	400	76
	508	500	98
	539	443	82
	568	462	81
	526	464	88
0,40	473	420	89
	474	464	98
	440	426	97
	465	430	93
0,50	376	379	101
	365	284	78
	401	327	82
	471	-	74
	411	321	78
0,70	272	223	82
	277	277	100
	278	304	109
	284	306	108
	252	196	78
0,90	104	101	98
	125	124	99
	128	118	92
	118	121	102
	144	139	97

N, resistencia cubo normal. D, resistencia cubo moldeado en pared delgada. d, resistencia relativa.

En la Tabla VI se presentan los resultados obtenidos en cubos moldeados con alguno de los defectos ya vistos y posteriormente rectificadas con azufre fundido, en comparación con las resistencias de los cubos normales.

TABLA VI

RESISTENCIA DE CUBOS DEFECTUOSOS RECTIFICADOS
Y DE CUBOS NORMALES

Razón agua cemento	N kg/cm ²	Cubos cara cóncava rectificados					
		rA ₁ kg/cm ²	ra ₁ %	rA ₃ kg/cm ²	ra ₃ %	rA ₄ kg/cm ²	ra ₄ %
0,35	565	-	-	380	67	500	89
	500	485	97	494	99	420	84
	503	473	94	454	90	425	85
	508	498	98	437	86	500	98
	475	483	102	500	105	408	86
	457	495	109	444	98	421	92
0,50	450	438	98	449	100	446	99
	400	384	96	379	95	395	99
	400	402	101	417	104	378	95
	375	382	102	427	113	411	110
	400	397	99	383	96	380	95
	414	400	97	397	96	393	95
0,70	293	268	92	285	97	266	91
	270	250	93	253	94	254	94
	234	239	102	239	102	255	109
	273	290	106	268	98	280	103
	287	278	97	298	104	277	97
	244	268	110	242	99	258	106

Razón agua cemento	N kg/cm ²	Cubos cara convexa rectificados						Cubos molde pared delg.		Media valores relativos
		rB ₁ kg/cm ²	rb ₁ %	rB ₃ kg/cm ²	rb ₃ %	rB ₅ kg/cm ²	rb ₅ %	rD kg/cm ²	rd %	%
0,35	565	-	-	514	91	438	78	-	-	83
	500	498	100	374	75	453	111	458	92	94
	503	463	92	420	74	413	82	447	89	87
	508	526	103	403	79	444	87	497	98	93
	475	476	100	454	115	427	90	479	101	100
	457	461	101	477	104	448	98	486	106	101
0,50	450	469	104	464	103	434	97	463	103	101
	400	415	104	390	98	417	104	403	101	100
	400	420	105	396	99	389	97	371	93	99
	375	404	108	350	94	325	87	-	-	102
	400	402	101	388	97	420	105	410	103	99
	414	438	106	414	100	423	102	445	108	101
0,70	293	269	92	277	95	266	91	252	86	92
	270	265	98	267	99	261	97	270	100	96
	234	237	101	251	107	256	109	242	104	105
	273	273	100	290	106	270	99	246	90	100
	287	299	104	314	109	290	101	302	105	102
	244	269	110	272	111	-	-	250	102	106

N, resistencia cubo normal. rA, rB, rD, resistencias de cubos rectificados. ra, rb, rd, resistencias relativas. Los subíndices indican las deformaciones máximas según Tabla I.

INTERPRETACION DE RESULTADOS

Los porcentajes de resistencia obtenidos con los cubos defectuosos se representan en diversas figuras como función de la resistencia de los cubos normales correspondientes.

En la Fig. 6 puede apreciarse el efecto de la concavidad cilíndrica de una de las caras de carga en la resistencia. Se han obtenido líneas que difieren significativamente para los tres grados de imperfección 1,4-3,3 y 4,0 mm.

En la Fig. 7 se puede observar el efecto de la convexidad cilíndrica de una de las caras de carga. En este caso para los tres grados de imperfección sólo se obtuvieron dos líneas significativamente diferentes: la correspondiente a 1,0 mm de deformación máxima difirió significativamente de la común correspondiente a 3,0 y 5,0 mm.

Respecto de los dos efectos representados en las Figs. 6 y 7 conviene hacer notar que no es casual que las líneas que los definen tengan pendientes que son muy parecidas ya que la rotura de las probetas respectivas se produce en una forma que tiene rasgos comunes: la rotura de la probeta convexa es muy afectada por hendimiento, que se manifiesta según grietas verticales en la zona central de ella; en la probeta cóncava conforman el estado de

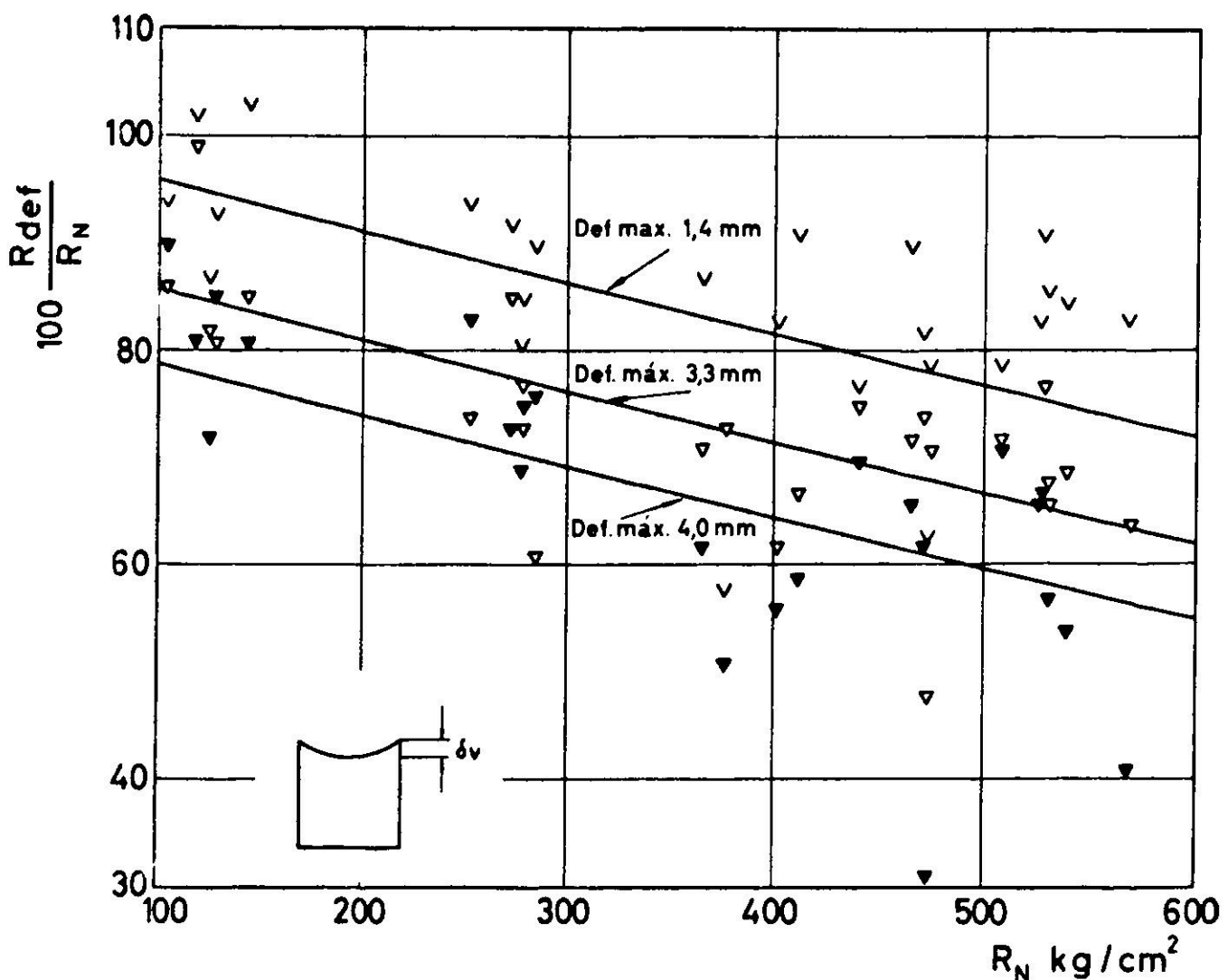


Fig. 6. Influencia de la concavidad de la cara de carga en la resistencia.

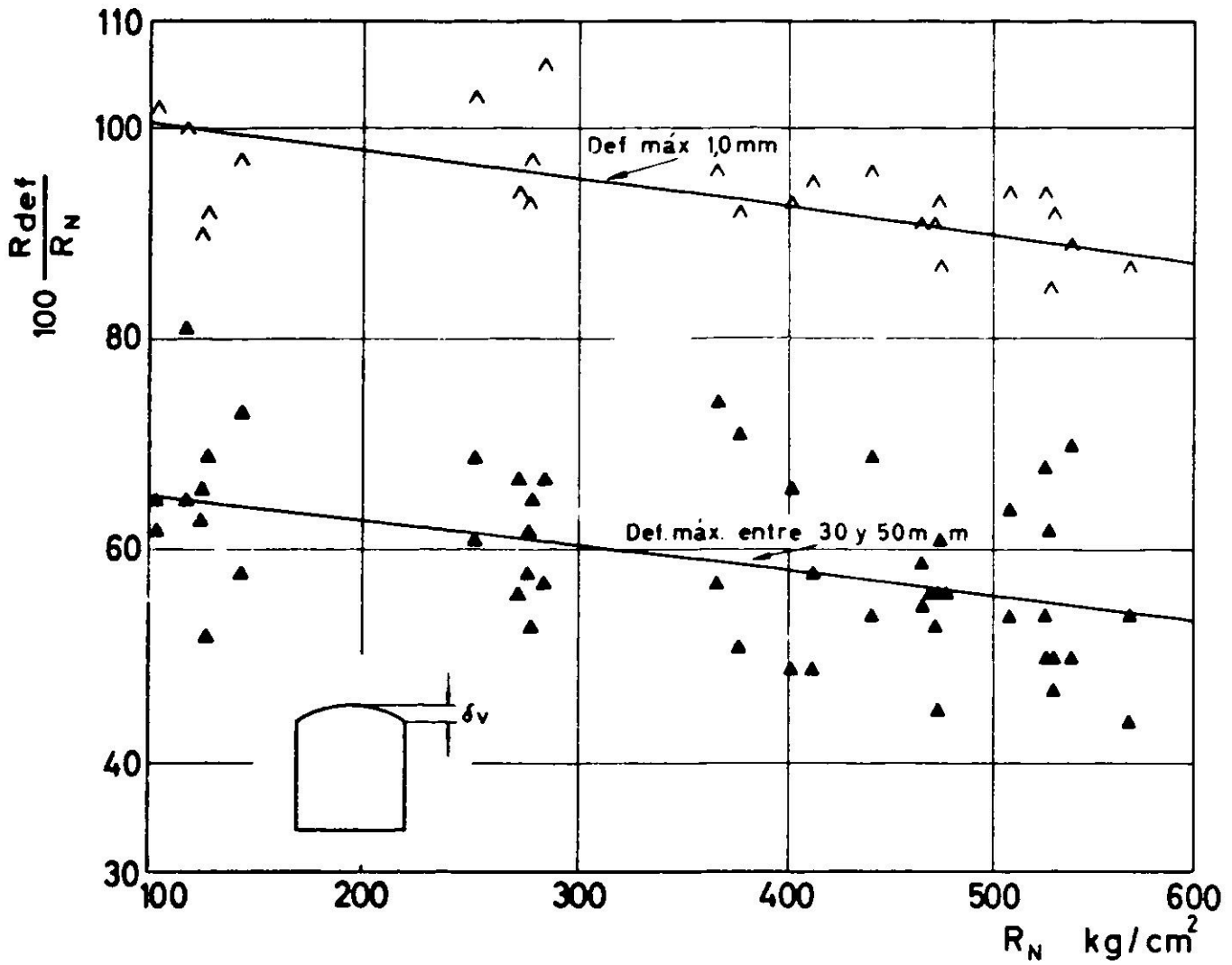


Fig. 7. Influencia de la convexidad de la cara de carga en la resistencia.

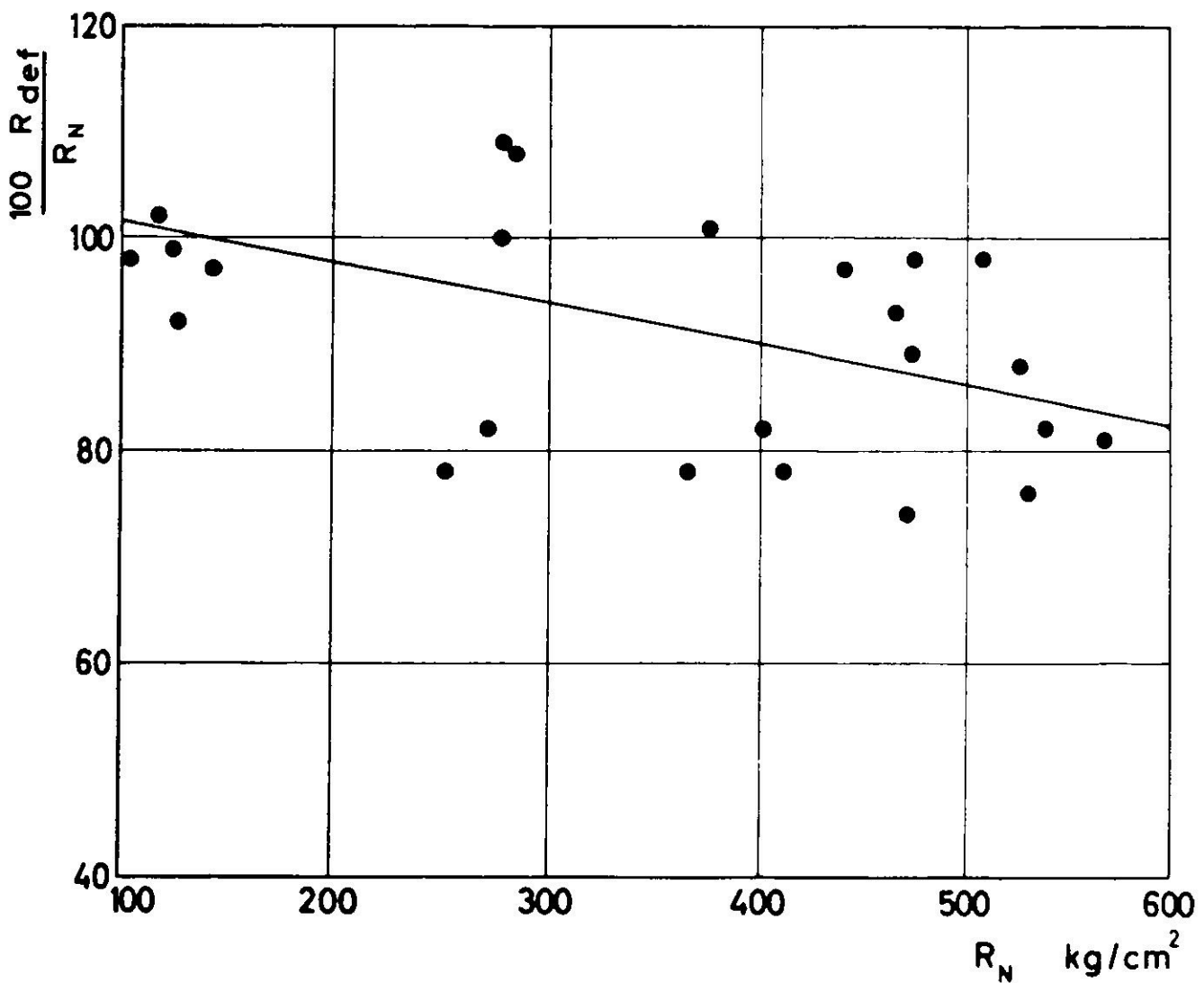


Fig. 8. Comparación de resistencias entre cubos confeccionados en moldes de pared delgada y cubos confeccionados en moldes de pared gruesa..

rotura primeramente un aplastamiento preliminar de los bordes superiores de la cara, seguido de la aparición de grietas verticales de hendimiento, ubicadas cerca de las aristas verticales y paralelas a ellas. Según parece, esta sucesión de efectos influye en que, en los instantes finales del proceso de carga, la probeta de cara convexa se encuentre más debilitada y en definitiva resista menos carga.

En la Fig. 8 se muestra la disminución de resistencia que se produce en el cubo confeccionado en el molde de pared delgada referido al cubo normal. Atendiendo más a la distribución de los puntos que a la línea de regresión dibujada, puede decirse que en hormigones de resistencia superior a 300 kg/cm² la disminución de resistencia es superior a 10%.

El efecto de la falta de perpendicularidad de una cara de carga puede verse en la Fig. 9, donde se observa que con las pendientes consideradas, 1,5% y 3,5%, los diferentes resultados obtenidos oscilan en torno a 100% cualquiera que sea la resistencia.

Finalmente, en la Fig. 10 puede observarse el efecto del rectificado con azufre en probetas confeccionadas con los diversos tipos de fallas (con excepción de las de perpendicularidad). La distribución de los puntos muestra una tendencia bastante clara: hasta una resistencia, del orden de 500 kg/cm² los valores individuales oscilan en torno al valor 100%; sobre esta resistencia la

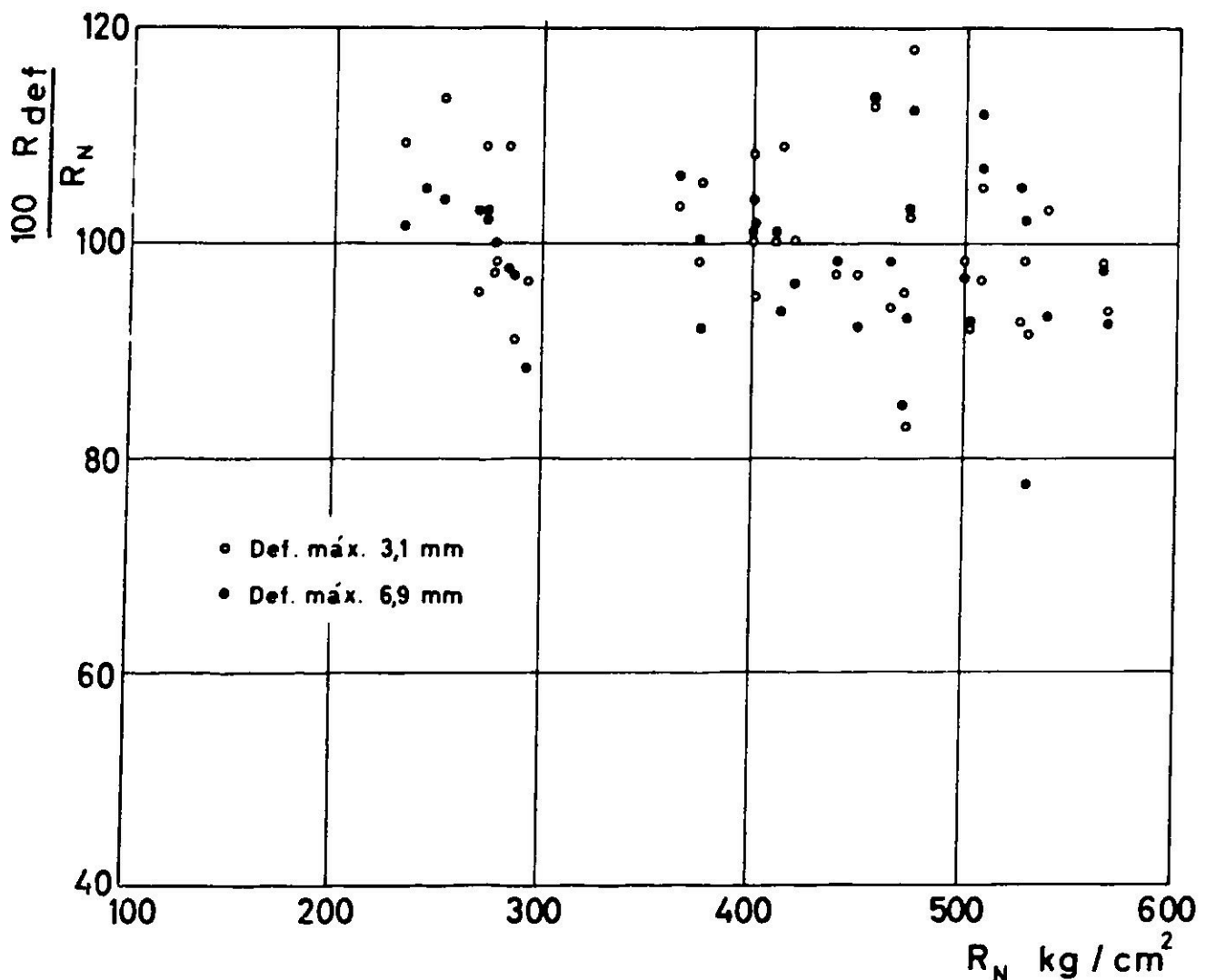


Fig. 9. Influencia de la falta de paralelismo entre caras de carga en la resistencia.

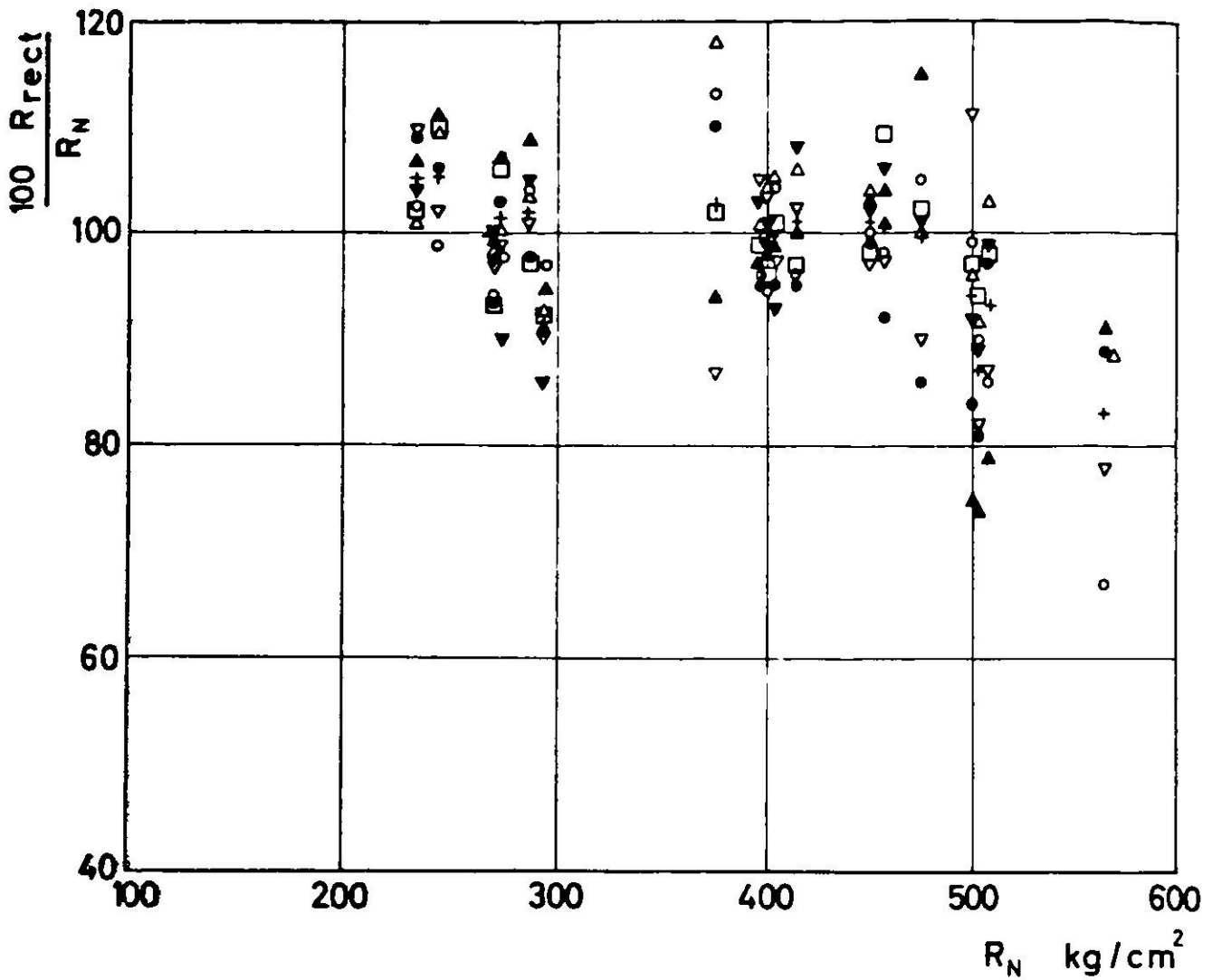


Fig. 10. Resistencias en cubos imperfectos rectificados posteriormente.

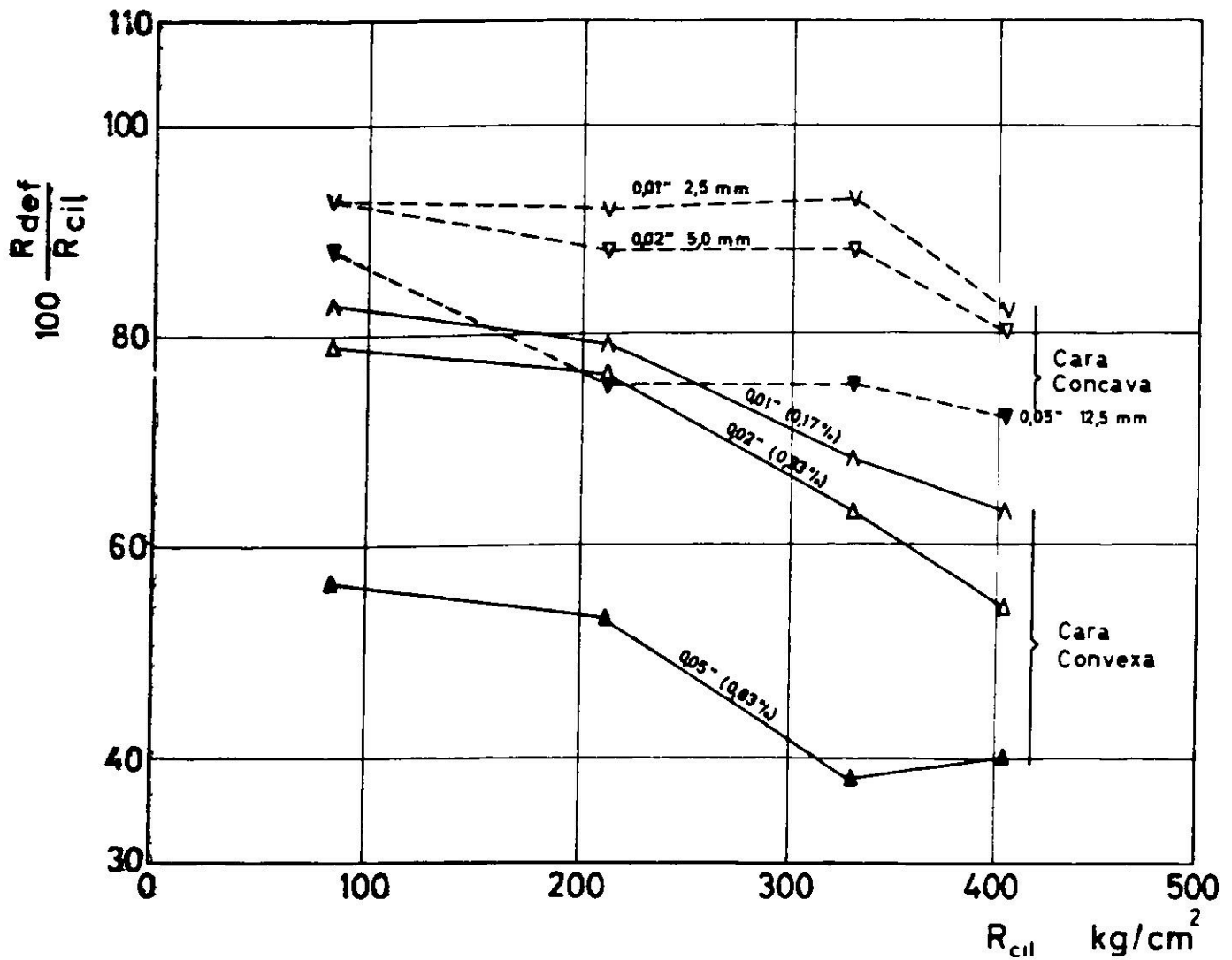


Fig. 11. Efectos de la concavidad o convexidad esférica de la cara de carga segun Goumerner.

pendiente descendente es brusca, debido probablemente a la falla del rectificadado de azufre ante las tensiones a que está sometido.

COMPARACION CON RESULTADOS DE OTROS INVESTIGADORES

Ya hemos señalado que la información adicional referente al asunto que hemos tratado es escasa. Indudablemente la de mayor importancia en este sentido es la que aparece en el trabajo de Gonnerman¹ pero que se refiere, como hemos dicho, a la probeta cilíndrica de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura. En la Fig. 11 se han resumido los resultados obtenidos por este investigador para probetas cilíndricas con una base cóncava o una convexa. Conviene señalar que mientras en nuestras experiencias la superficie de la cara defectuosa era del tipo cilíndrico, en las de Gonnerman¹ era de tipo esférico.

En la Fig. 12 se han colocado los resultados de Gonnerman¹ y los nuestros en forma tal que sea posible compararlos. Puede observarse que para determinado tipo de falla y orden de resistencia, el descenso relativo de

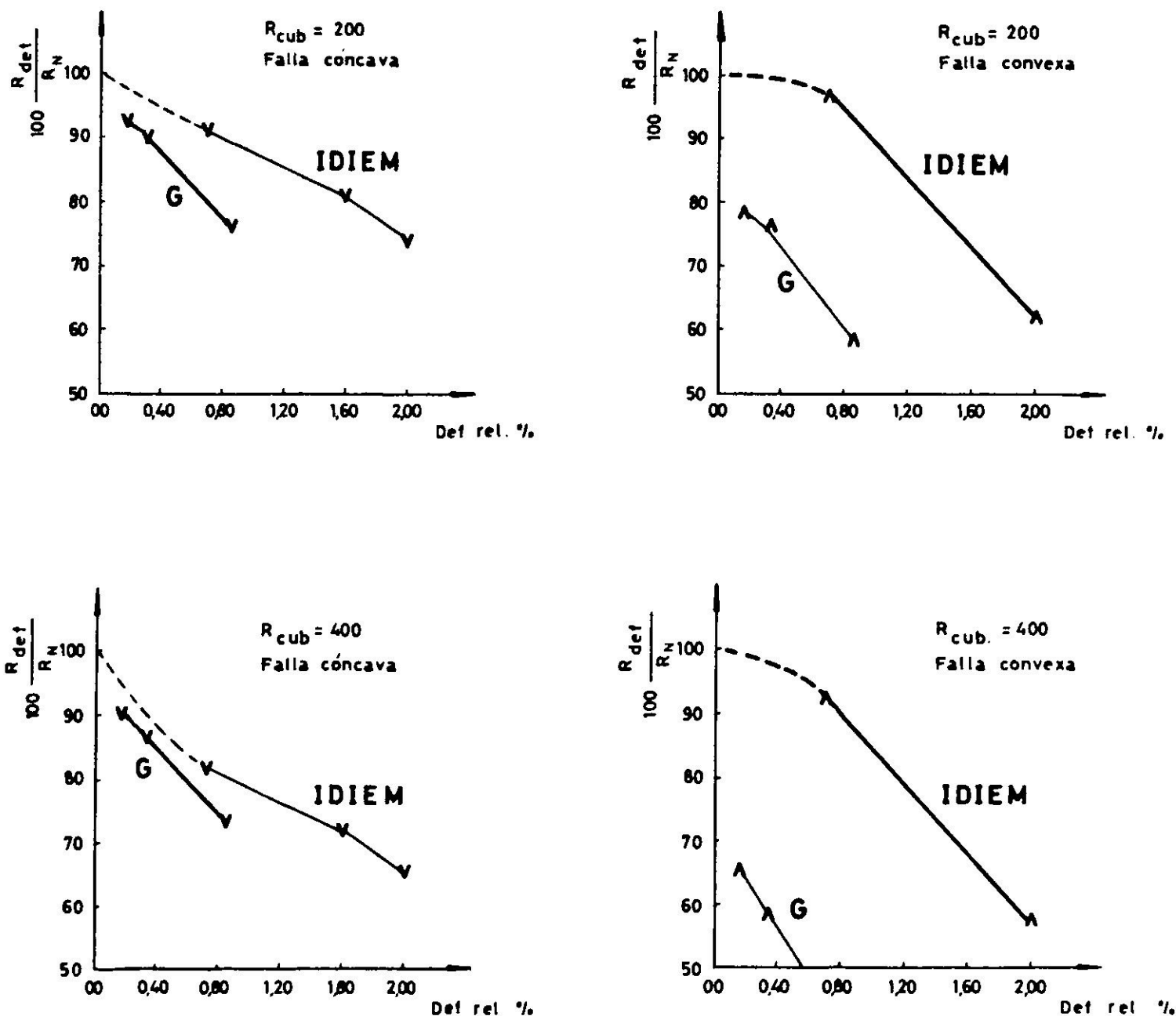


Fig. 12. Comparación entre los resultados de IDIEM y los resultados de Gonnerman.

resistencia observado en la probeta defectuosa es mayor en la probeta cilíndrica a igualdad de magnitud relativa de la concavidad o convexidad fabricada. Además en el caso de ambas investigaciones el tipo de falla convexa es el que da mayores disminuciones de resistencias.

Respecto de falla de perpendicularidad de una cara de carga nuestros resultados también concuerdan con los de Gonnerman¹ pese a la diferencia de forma de probeta. Efectivamente para 4,2% de pendiente la resistencia que obtuvo fue del orden de 100% y para 8,3% de pendiente la resistencia que obtuvo fue del orden de 95% de la resistencia real cilíndrica. Según nuestros resultados hasta con una pendiente de 3,5% las resistencias oscilaron en torno a 100% de la resistencia del cubo normal.

DISCUSION

Los defectos que tengan las probetas cúbicas pueden disminuir la resistencia a compresión que se obtiene al ensayarlas, con respecto a la probeta sin defectos. En el caso de probetas obtenidas en moldes de pared delgada tales defectos se deben principalmente a deformaciones que experimentan dos caras opuestas del molde cúbico por una tensión excesiva de los pernos de armado (Fig. 1), y dan lugar a deformaciones de tipo convexo de las probetas. Cuando se han empleado moldes de pared delgada, es recomendable revisar las caras del cubo antes del ensayo por medio de una regla de acero, para detectar las faltas de planidad y elegir como caras de carga aquellas que sean menos defectuosas. Si esta revisión no se hiciese se podría, en todo caso, aminorar el efecto de las deformaciones por convexidad, ensayando la probeta a través de las caras que están menos expuestas a deformación, las cuales pueden marcarse al desmoldar el cubo.

Si no se toman las precauciones que acabamos de detallar, seguramente se producirán descensos de resistencias en las probetas ensayadas, especialmente si se trata de hormigón de resistencias altas, en los cuales tal disminución puede llegar a ser del orden de 20%. (Fig. 8).

Respecto de los resultados experimentales que hemos obtenido, éstos muestran la influencia que pueden tener ciertos tipos de fallas en las resistencias a compresión resultantes utilizando la probeta cúbica de 20 cm de arista. De los tres tipos de fallas analizadas, concavidad, convexidad de las caras de carga, y falta de perpendicularidad, las más influyentes, a igualdad de deformación, son las de concavidad y las de convexidad. La falla por falta de perpendicularidad de una cara tiene poca influencia en la resistencia obtenida. El efecto de todas estas fallas, además de crecer con la magnitud de la

falla, aumenta con el monto de resistencia.

Un examen de la Fig. 12 permite ver, extrapolando las líneas (I) hasta intersectar con el valor 100% de resistencia, que una deformación relativa -la más desfavorable es la convexa- que no supere 0,20%, equivalente a una deformación máxima de 0,4 mm, garantiza obtener resistencias relativas medias superiores al 95%. Para resistencias inferiores a 400 kg/cm², o para fallas convexas, la tolerancia respecto de la deformación máxima aceptable es mayor.

La limitación de la deformación máxima tolerable en el sentido de que no supere 0,4 mm puede cumplirse a través de dos condiciones. En primer lugar las placas deben ser suficientemente gruesas de modo que garanticen su indeformabilidad. Creemos que placas de un espesor superior a 1 cm ya aseguran tal condición. En segundo lugar, las placas una vez cortadas deben ser repasadas en taller, mediante cepillo mecánico; tal operación elimina las deformaciones mayores que 0,1 mm.

CONCLUSIONES

1. Las caras del molde cúbico de fierro de 20 cm de arista, de pared delgada, menos de 8 mm, son muy susceptibles de alabearse tanto por efecto de esfuerzos sufridos durante el armado como por golpes durante su uso.
2. Una de las fallas más corrientes del cubo confeccionado en el molde de pared delgada es la deformación convexa de las dos caras opuestas correspondientes a las placas que sustentan las tuercas de apriete de los pernos de armado. Tal falla puede evitarse ensayando la probeta a través de las otras dos caras moldeadas.
3. El no tomar precauciones para el ensayo de la probeta cúbica confeccionada en el molde de pared delgada puede resultar en disminuciones de resistencias que pueden llegar a ser del orden de 20% en el caso de resistencias altas (sobre 400 kg/cm²).
4. De las fallas que pueden producirse en el molde cúbico las que más afectan la resistencia son el alabeo cóncavo o convexo de las caras. La falta de perpendicularidad de una cara, menores que 3,5%, prácticamente no afecta la resistencia.
5. Fallas por concavidad o convexidad menores que 0,4 mm no afectan apreciablemente la resistencia.
6. Para conseguir condiciones de indeformabilidad es recomendable que la probeta cúbica esté constituida al menos por placas de espesor mayor que 1 cm. Espesores menores dan pocas garantías.

7. Probetas con fallas cóncavas o convexas pueden corregirse mediante rectificado con azufre fundido. Este funciona aceptablemente hasta para resistencias del orden de 500 kg/cm^2 ; sobre esta resistencia comienza a fallar. Conviene destacar en todo caso que el rectificado de la probeta cúbica mediante azufre, es más difícil de realizar que el de la probeta cilíndrica.

BIBLIOGRAFIA

1. GONNERMAN, H.F. Effect of end condition of cylinder in compression tests of concrete. *Proceedings of the American Society for Testing Materials*, vol. 24, 1924, part II, pp. 1036-1065.
2. GERMAN REINFORCED CONCRETE ASSOCIATION REPORT Nº 105. Abstracted compilation of the tests reports of the German Reinforced Concrete Association Nº 1 to 102. *Cement and Concrete Association Library*, Translation London 1952.
3. BONZEL, J. Zur Gestaltsabhängigkeit der Betondruckfestigkeit. *Beton- und Stahlbetonbau*, sept. 1959, cuaderno 9, pp. 223-228.
4. WESTLEY, J.W. Some experiments on concrete cubes with non-plane surfaces. *Magazine of Concrete Research* vol. 17, nº 54, (marzo 1966), pp. 35-37.
5. DIN 1048 Bestimmungen für Betonprüfungen bei Ausführung von Bauwerken aus Beton und Stahlbeton.

INFLUENCE OF IMPERFECTIONS OF TEST SPECIMEN ON CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH

SUMMARY:

The influence of some imperfections in cubic moulds for casting concrete test specimens in the results of compression tests is studied. Test specimens with three types of defects: concavities, convexities and lack of perpendicularity of the loaded face were prepared, and their strengths were compared with those of cubic specimens without defects. The effect of capping of the defective surfaces prior to testing was also studied.