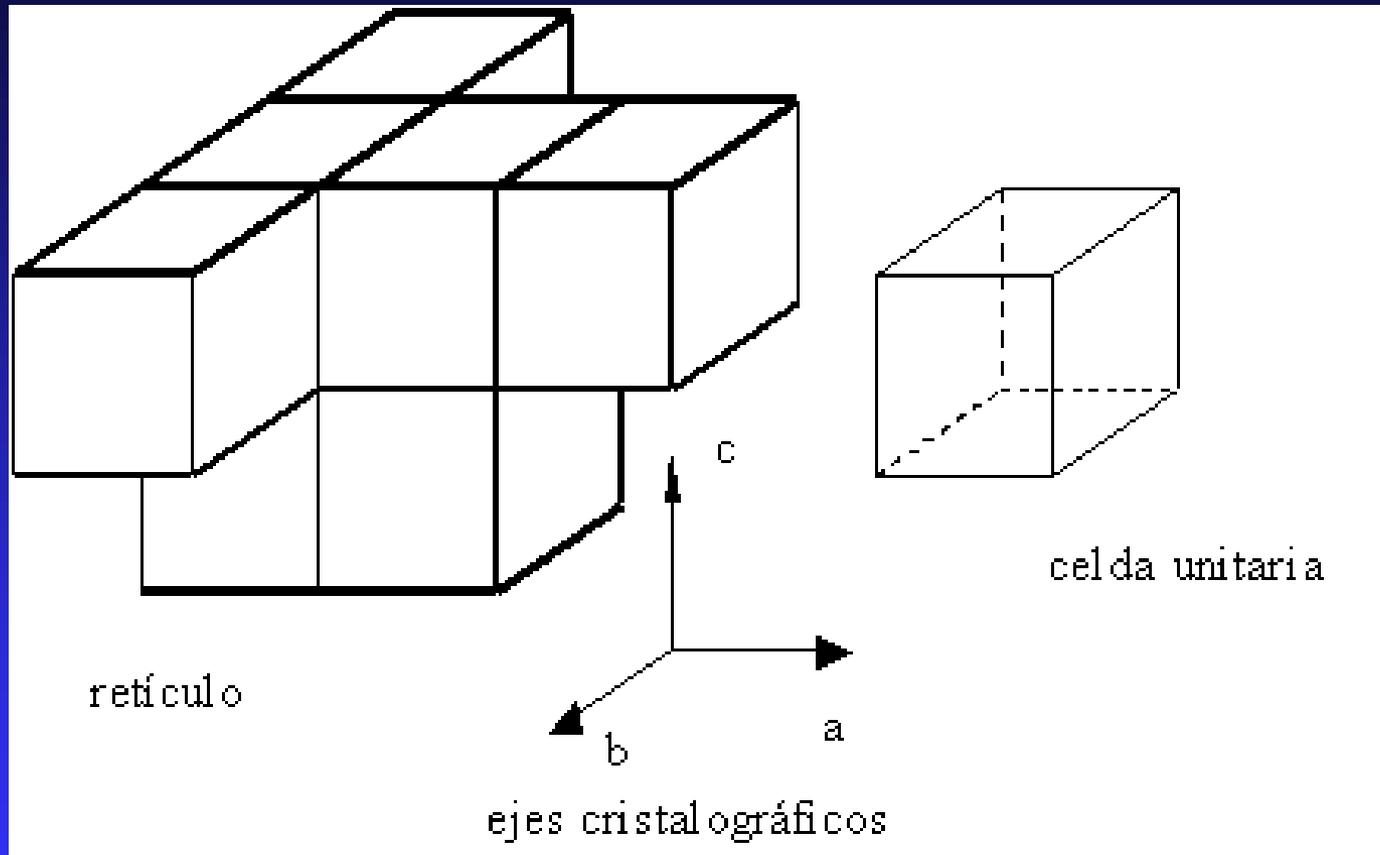


PRACTICA 2: DETERMINACION TAMAÑO DE GRANO

DETERMINACION TAMAÑO DE GRANO

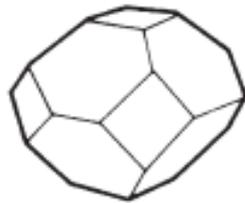
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- **Capítulo VIII** del libro “CIENCIA E INGENIERIA DE MATERIALES”. Prof. José Antonio Pero-Sanz Elorz
- **Norma: ASTM E-112** “STANDARD TEST METHODS FOR DETERMINING AVERAGE GRAIN SIZE”
- **UNE – EN ISO 643** “ACERO. DETERMINACION MICROGRAFICA DEL TAMAÑO DE GRANO APARENTE”





Cut corners off
octahedron



tetrakaidecahedron

14

faces

Packed tetrakaidecahedra
sectioned at A give

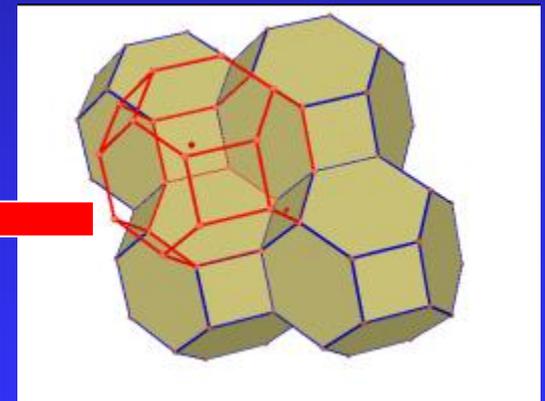
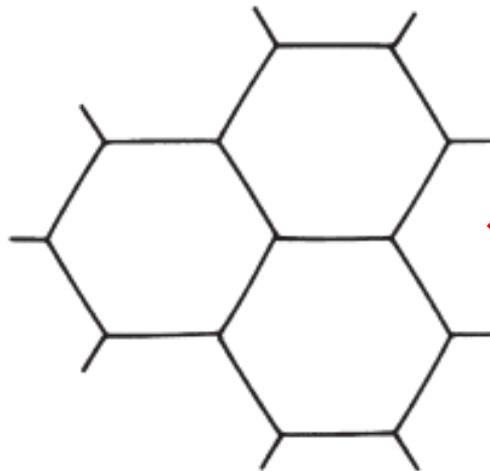
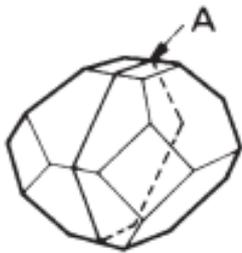
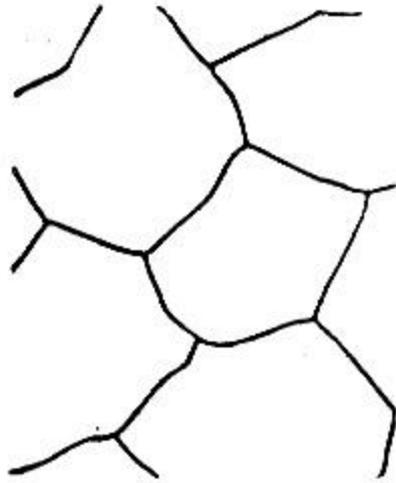
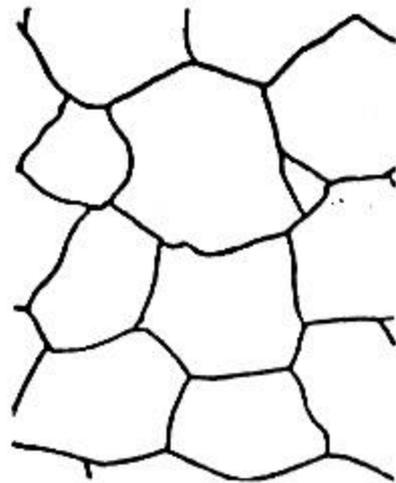


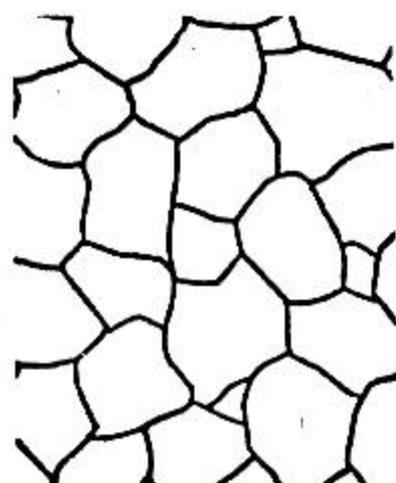
TABLA A. S. T. M. PARA DEFINIR EL TAMAÑO DEL GRANO AUSTENITICO DE LOS ACEROS (X100)



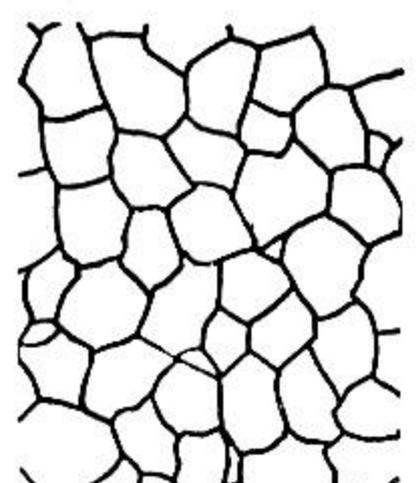
1



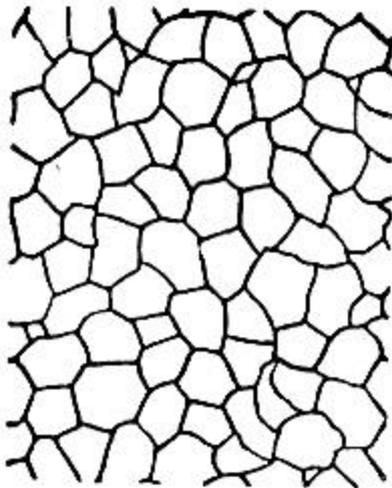
2



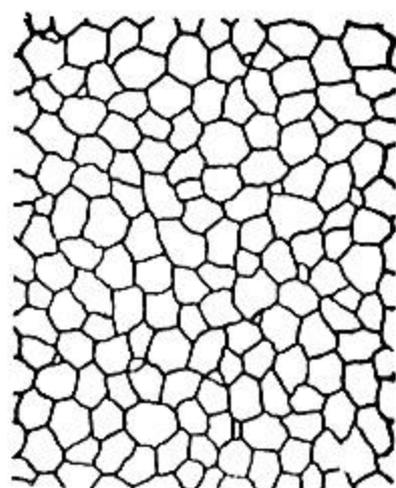
3



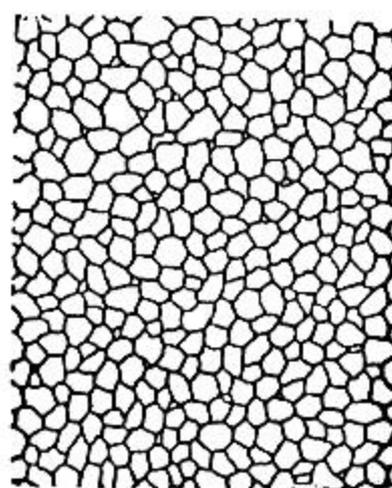
4



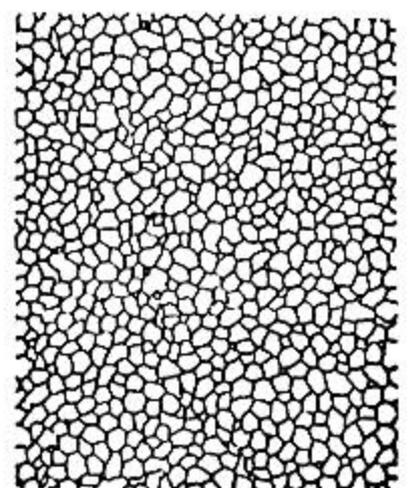
5



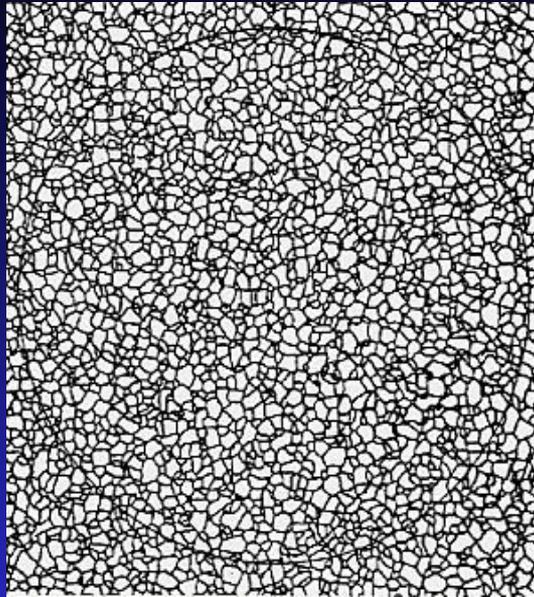
6



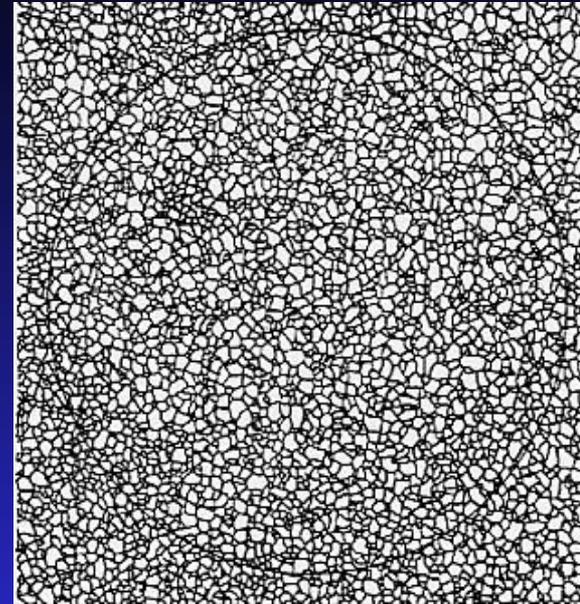
7



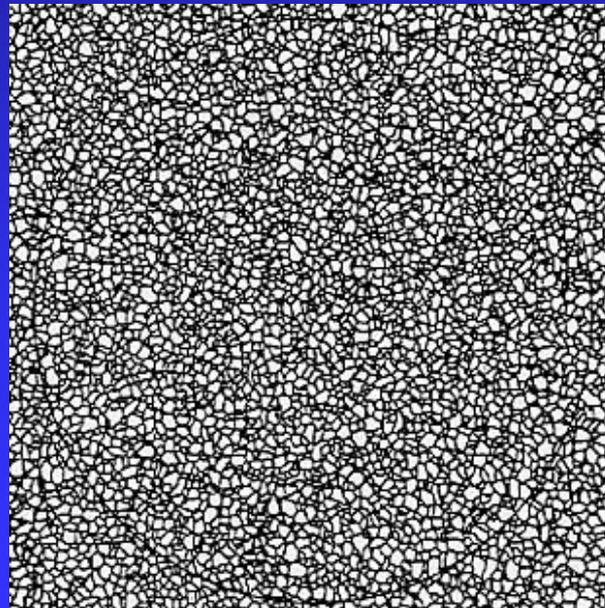
8



ASTM 9

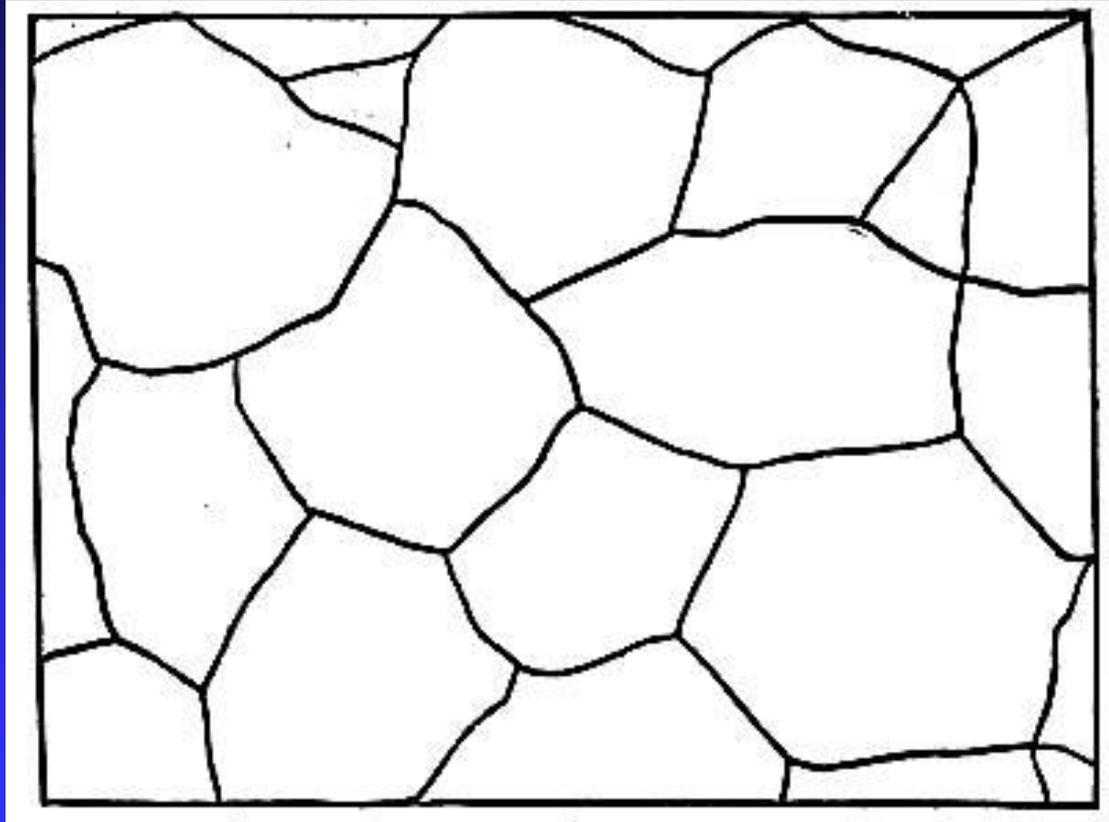


ASTM 9,5



ASTM 10

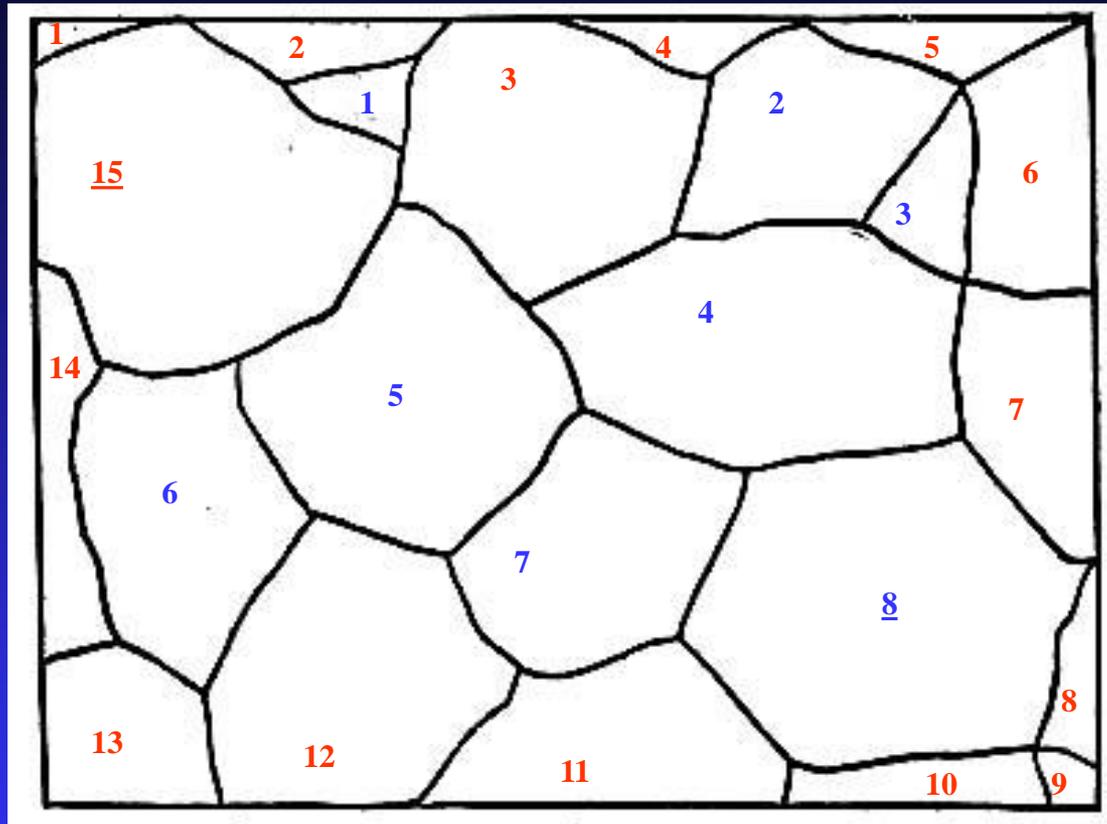
DETERMINACION TAMAÑO GRANO ASTM



Metalotecnia

E.T.S.I.M.O.

Número de granos



Granos enteros: 8

Medios granos: 15

Granos totales: $8 + 15/2 = 15,5$

Según la American Society for Testing Materials (ASTM):

$$n = 2^{N-1} @ 100x$$

Siendo: n = número de granos en una pulgada cuadrada a 100 x

N = número de grano ASTM (E 112)

Tamaño de la micrografía: (77 mm * 101 mm)

$$\begin{aligned} n &= \text{Granos totales} / (\text{tamaño micrografía} / 25,4^2) = \\ &= 15,5 / [(77 * 101) / (25,4 * 25,4)] = 1,3 \text{ granos/inch}^2 \end{aligned}$$

$$1,3 = 2^{N-1} \rightarrow \log 1,3 = (N-1) \log 2; N = (\log 1,3 / \log 2) + 1 = 1,4$$

$N \approx 1$ ASTM

Metalotecnia

E.T.S.I.M.O.

Tamaño de grano (supuestos granos cuadrados)

$$n^{\circ} \text{ granos} / \text{mm}^2 @ 1x = 15,5 / [(77*101)/(100*100)] = 20,3 \text{ granos/mm}^2$$

$$n^{\circ} \text{ granos} / \text{mm}^2 * \text{Area grano} = 1 \text{ mm}^2 \rightarrow 20,3 \text{ gr/mm}^2 * l^2 \text{ mm}^2 = 1 \text{ mm}^2$$

$$l^2 = 1 / 20,3 (\text{mm}^2 / \text{grano}) \rightarrow l = \sqrt{(1/20,3)} \text{ mm} = \underline{\underline{0,222 \text{ mm}}}$$

Según Tabla VIII.36 (pág. 309) “Ciencia de los Materiales”, para un tamaño de grano ASTM 1, la longitud promedio del grano es 0,221 mm (221 μm).

Tamaño de grano (supuestos granos hexagonales)

$$n^{\circ} \text{ granos} / \text{mm}^2 @ 1x = 15,5 / [(77*101)/(100*100)] = 20,3 \text{ granos/mm}^2$$

$$\text{Area grano} = (P*a) / 2 = (3*I^2*\sqrt{3}) / 2$$

$$n^{\circ} \text{ granos} / \text{mm}^2 * \text{Area grano} = 1 \text{ mm}^2 \rightarrow 20,3 \text{ gr/mm}^2 * (3*I^2*\sqrt{3}) / 2 \text{ mm}^2 = 1 \text{ mm}^2$$

$$I^2 = 2 / (20,3*3*\sqrt{3}) = 0,02 \rightarrow I = \sqrt{0,02} = 0,138 \text{ mm}$$

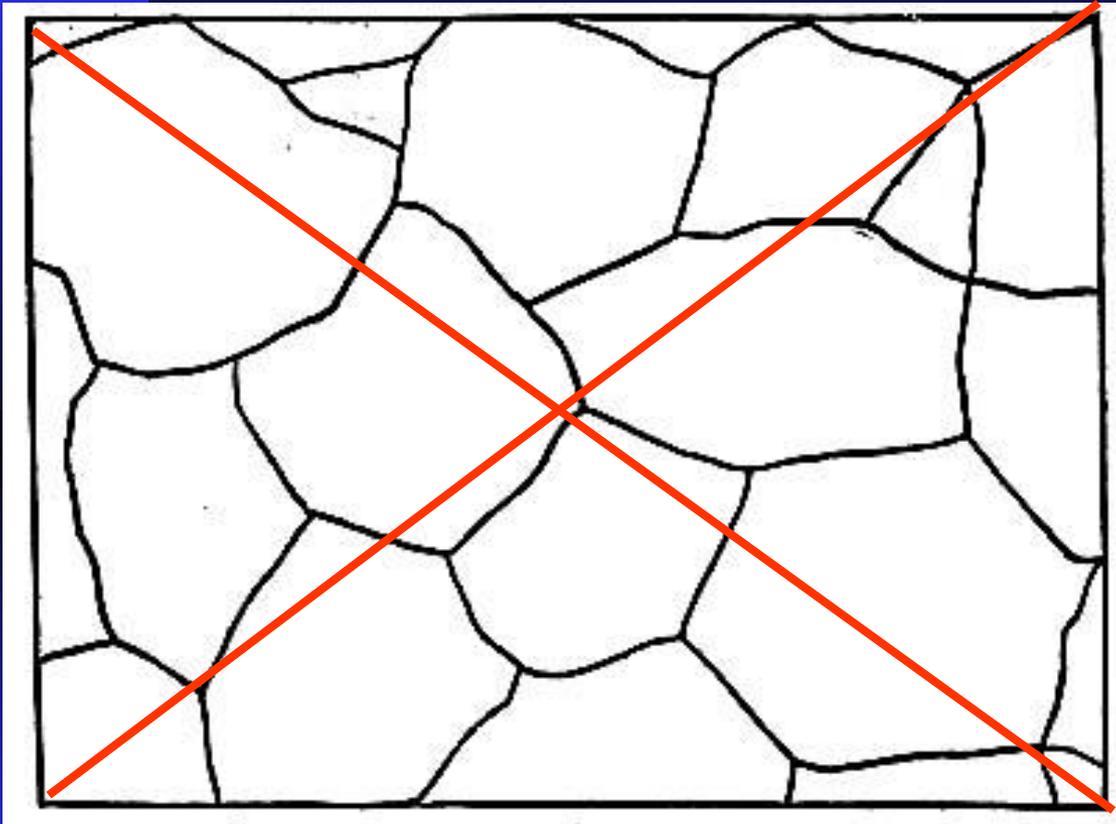
$$d = I \sqrt{2} = 0,138 * \sqrt{2} = \underline{\underline{0,195 \text{ mm}}}$$

Según Tabla VIII.36 (pág. 309) “Ciencia de los Materiales”, para un tamaño de grano ASTM 1 la longitud promedio del grano es 0,221 mm (221 μm) y para ASTM 1,5 es de 0,186 mm (186 μm).

TABLA VIII.36.

Número N A.S.T.M.	Granos/mm ²	Longitud promedio en mm
-3½	0,685	1,051
-3	0,969	0,884
-2½	1,370	0,743
-2	1,938	0,625
-1½	2,740	0,526
-1	3,875	0,442
-½	5,480	0,372
0	7,750	0,313
½	10,96	0,262
1	15,50	0,221
1½	21,92	0,186
2	31,00	0,156
2½	43,84	0,131
3	62,00	0,110
3½	87,68	0,0929
4	124,0	0,0781
4½	175,4	0,0657
5	248,0	0,0552
5½	350,7	0,0465
6	496,0	0,0391
6½	701,4	0,0328
7	992,0	0,0276
7½	1 403	0,0232
8	1 984	0,0195
8½	2 806	0,0164
9	3 968	0,0138
9½	5 612	0,0116
10	7 936	0,00977
10½	11 220	0,00821
11	15 870	0,00691
11½	22 450	0,00581
12	31 740	0,00488

Tamaño de grano: Método intersecciones



$n_1 = 7,5$

$n_2 = 6$

$$N_L = 13,5 / [(2 * 127)/100] = 5,63 \text{ mm}^{-1}$$

$$L_3 = 1/5,3 = 0,189 \text{ mm}$$

1.- Contar las intersecciones ($\alpha-\alpha$)

2.- Determinar n^a

3.- Hallar N_L^a

$$N_L^a = n^a / (L_d / M_x)$$

4.- Calcular \bar{L}_3

$$\bar{L}_3 = \frac{1}{N_L^a} (\text{mm})$$

Metalotecnia

E.T.S.I.M.O.

Influencia del tamaño de grano sobre el límite elástico del acero

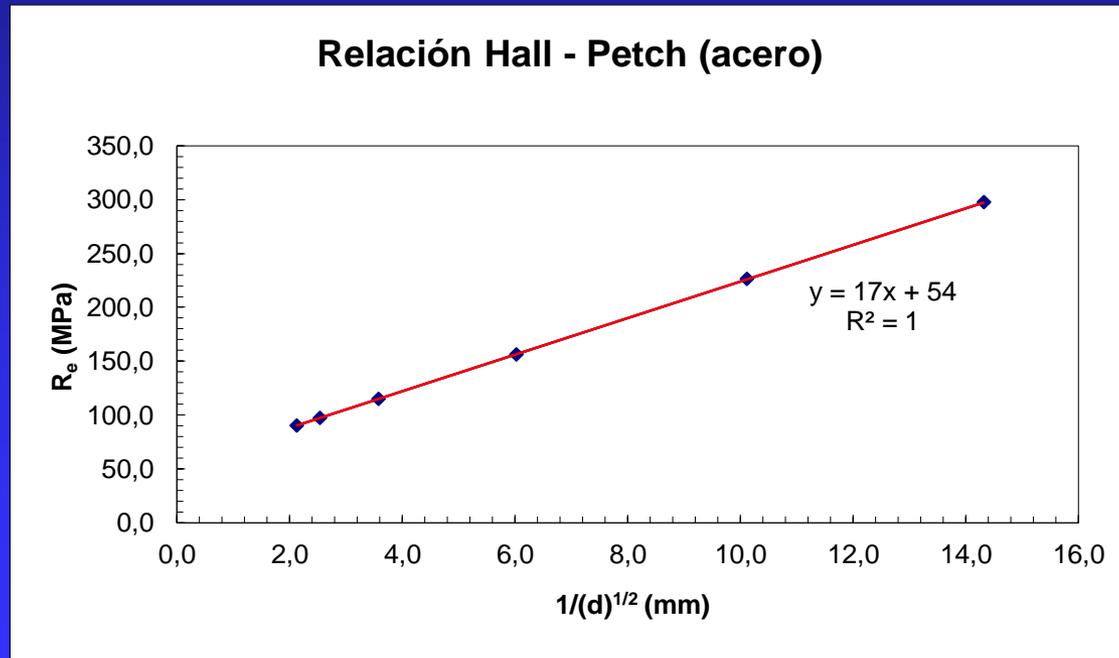
Ecuación de Hall - Petch

$$R_e \text{ (MPa)} = \sigma_i + K \cdot d^{-1/2}$$

σ_i y K son constantes que dependen del material ensayado.
 d en mm

Relación Hall – Petch de un acero con diferentes tamaños de grano

ASTM	d (mm)	d ^(-1/2)	R _e (MPa)
1	0,221	2,1	90,2
2	0,156	2,5	97,0
4	0,0781	3,6	114,8
7	0,0276	6,0	156,3
10	0,00977	10,1	226,0
12	0,00488	14,3	297,4



$$R_e \text{ (MPa)} = 54 + 17 \cdot d^{-1/2} \text{ (d en mm)}$$