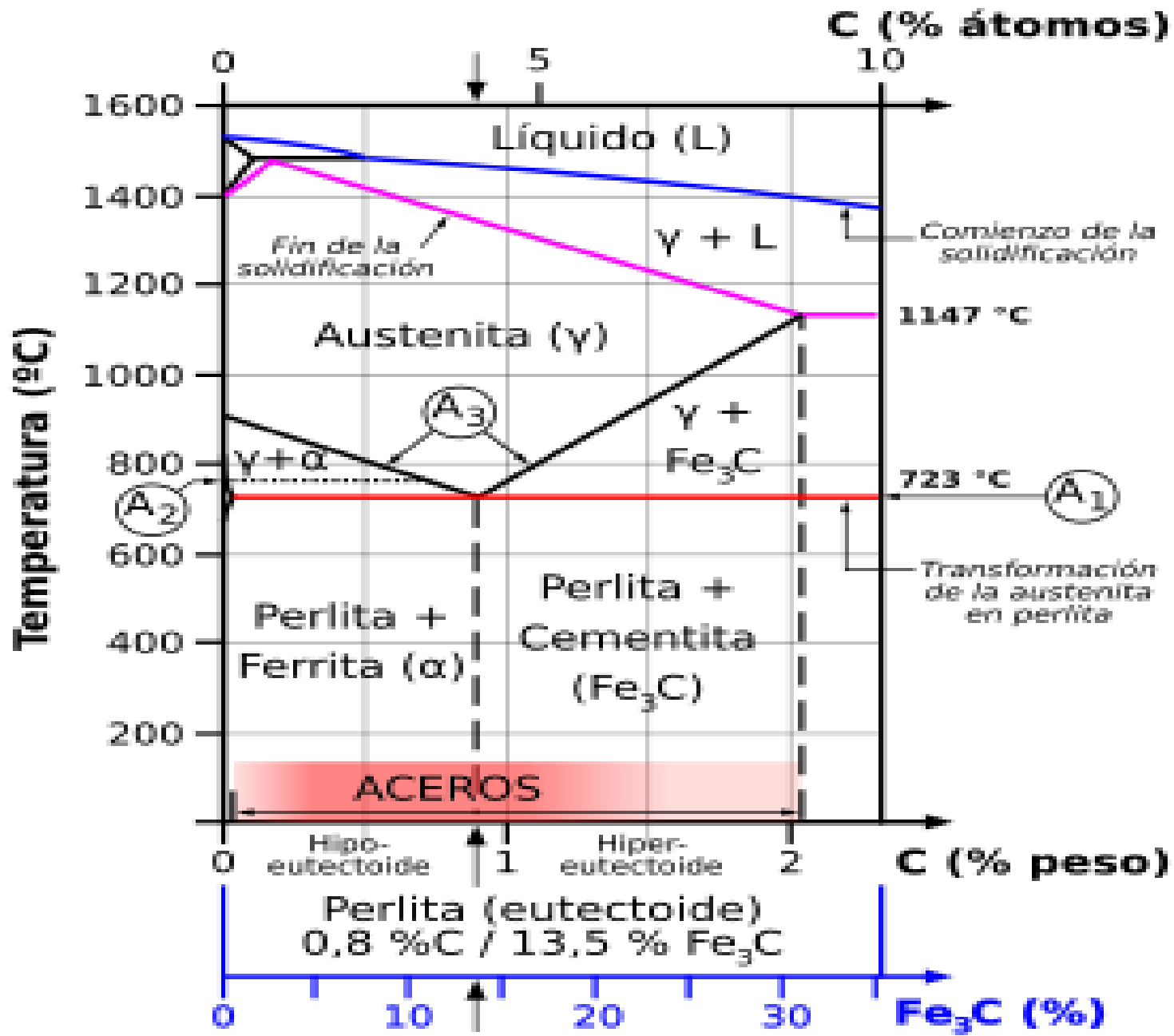
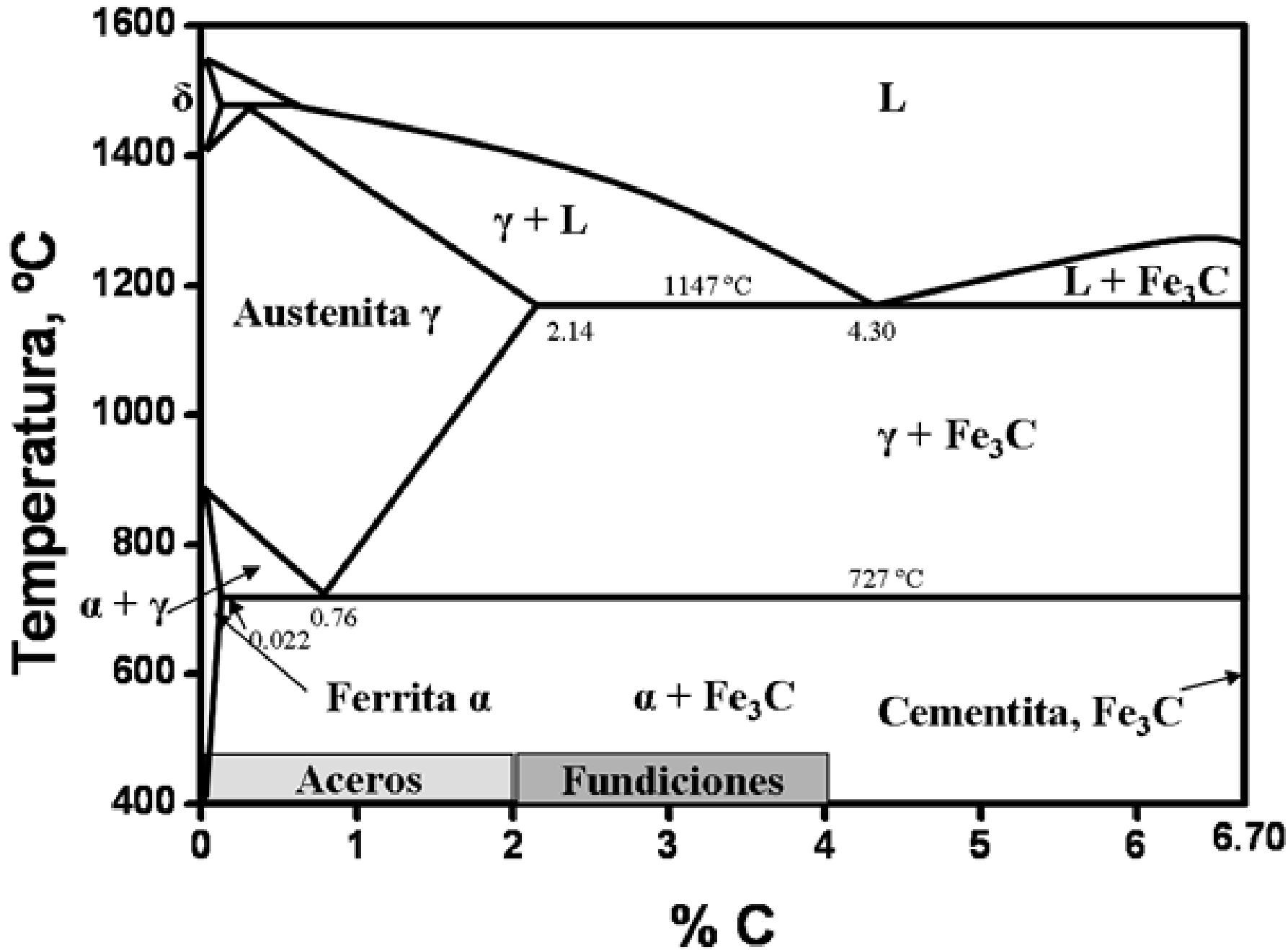


# **TRATAMIENTOS TERMICOS DE LOS ACEROS**

Julio Alberto Aguilar Schafer





# Cambios alotrópicos del hierro

- Hierro  $\alpha$ : 20-767<sup>0</sup> C, CC (CCB), magnético.
- Hierro  $\beta$ : 767-907<sup>0</sup> C, CC (CCB), ligeramente magnético.
- Hierro  $\gamma$ : 907-1401<sup>0</sup> C, CCC (CCF) amagnético.
- Hierro  $\delta$ : 1401-1537<sup>0</sup> C, CC (CCB), magnético.

# Tratamientos de los aceros

## I. Tratamientos térmicos:

- recocido o normalizado
- temple
- revenido

## II. Tratamientos mecánicos:

- en frío
- en caliente

## III. Tratamientos termoquímicos:

- cementación
- nitruración
- cianuración
- carbonitruración
- titanuración

## IV. Tratamientos superficiales:

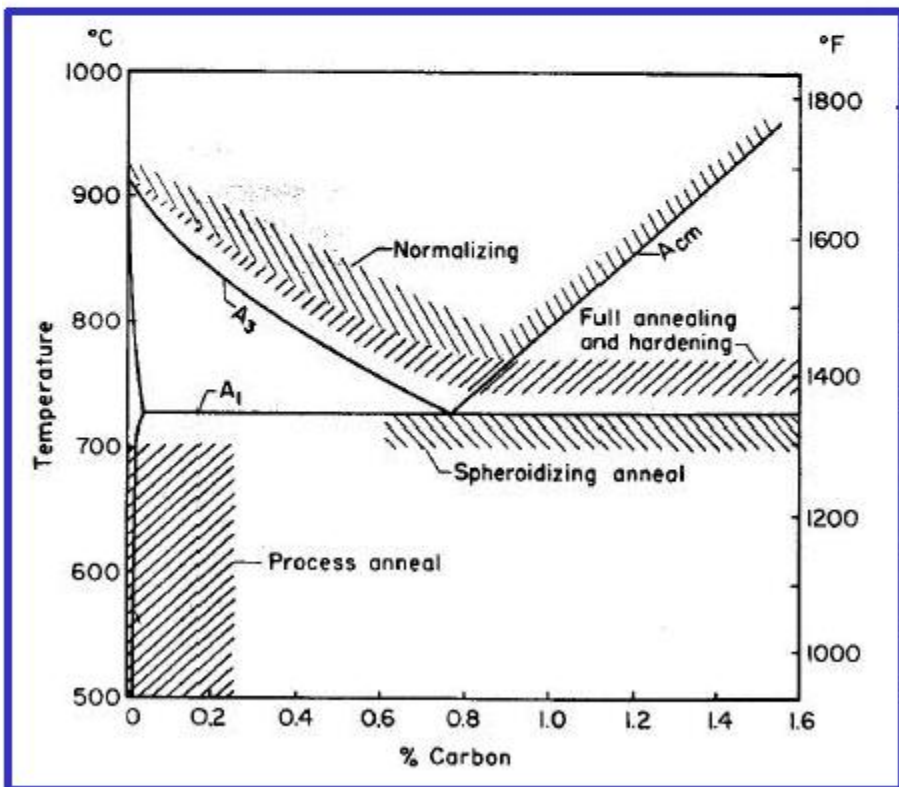
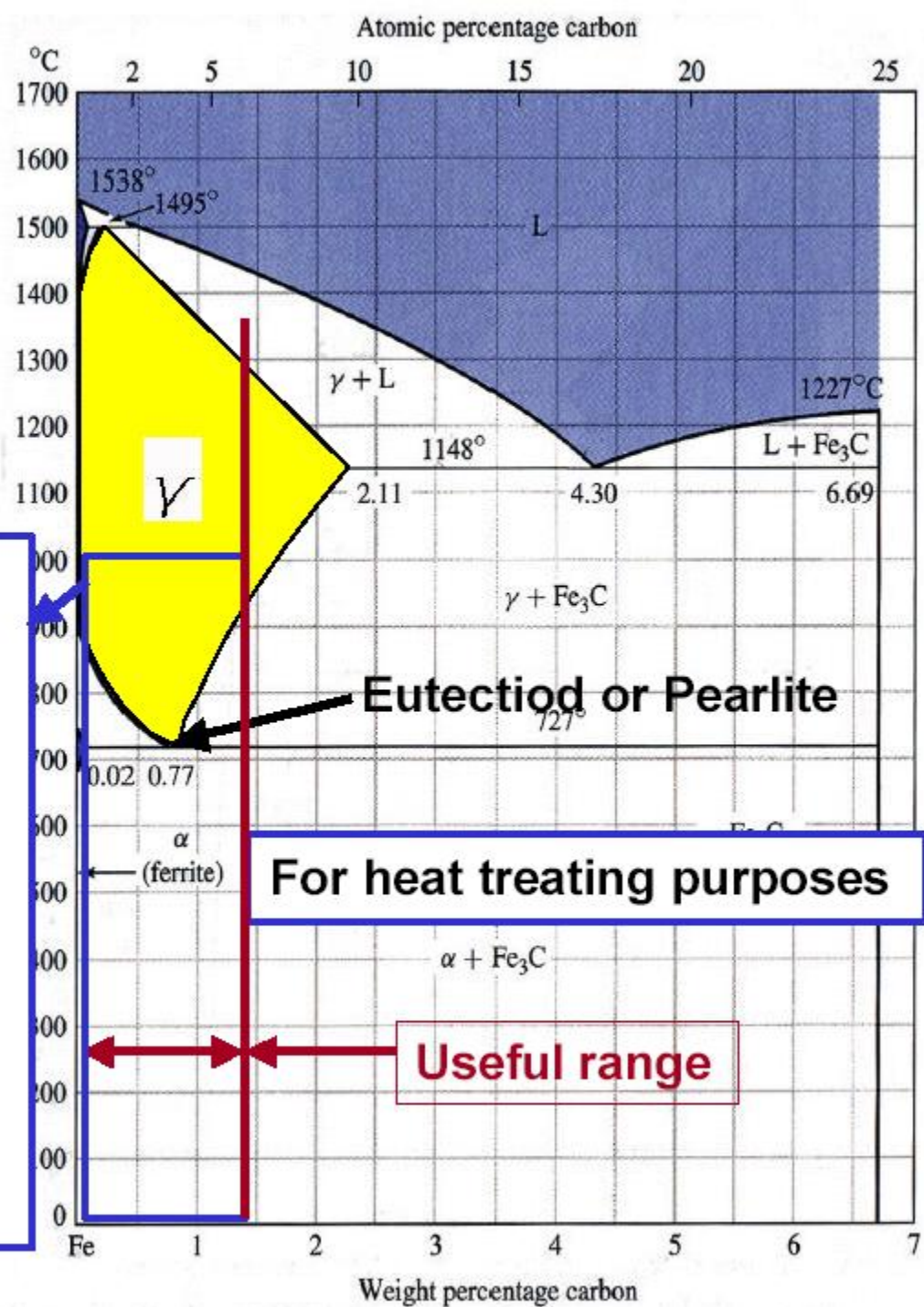
- cromado duro
- Metalización

# Recocido/normalizado

- **El recocido consiste en elevar la temperatura del acero a una temperatura de austenita+50°C y enfriarlo lentamente para:**
  1. Eliminar tratamientos térmicos anteriores.
  2. Eliminar tensiones residuales.
  3. Eliminación de acritud.
  4. Homogenización y crecimiento del tamaño de los granos.

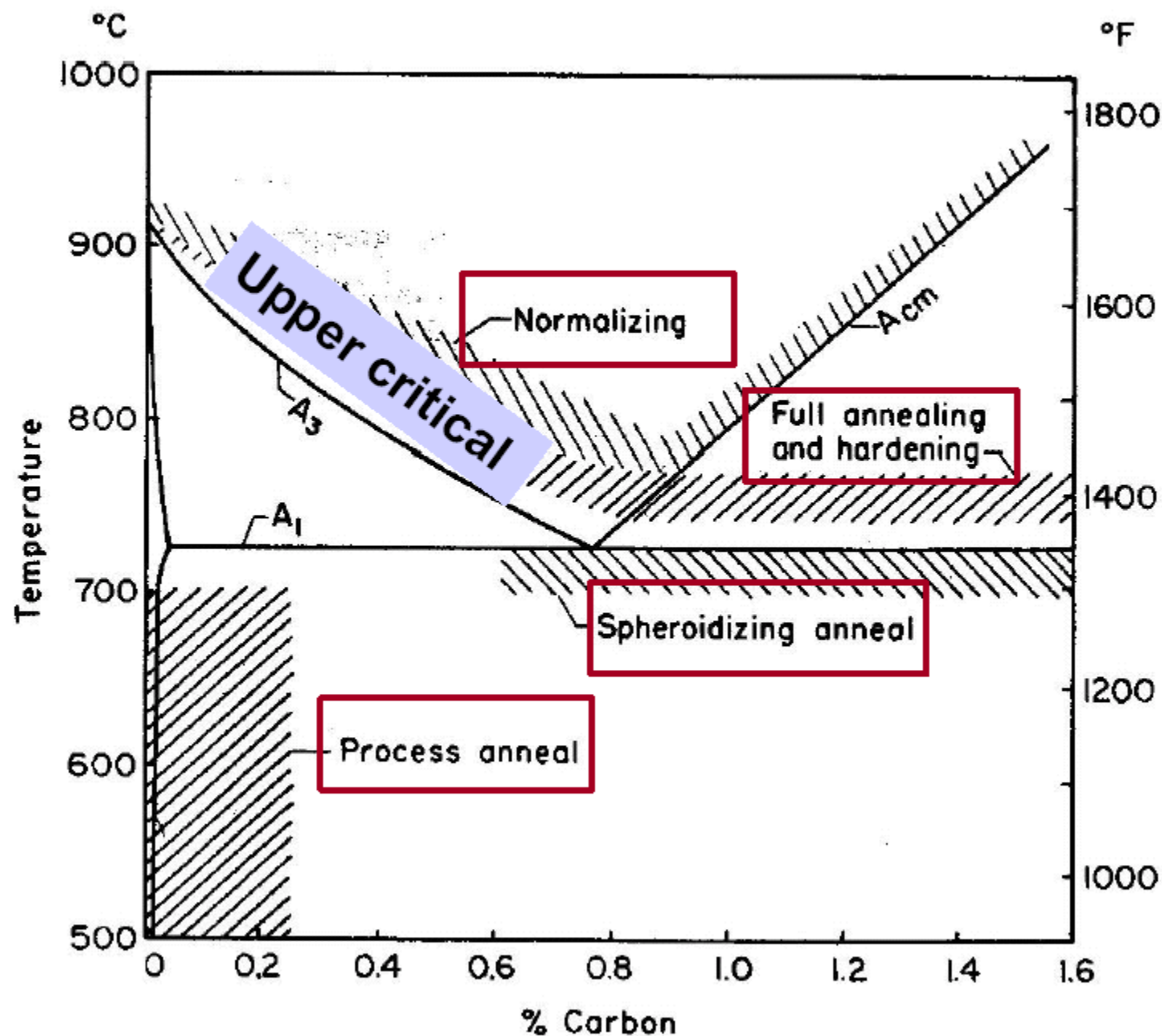


# Iron Carbon Diagram





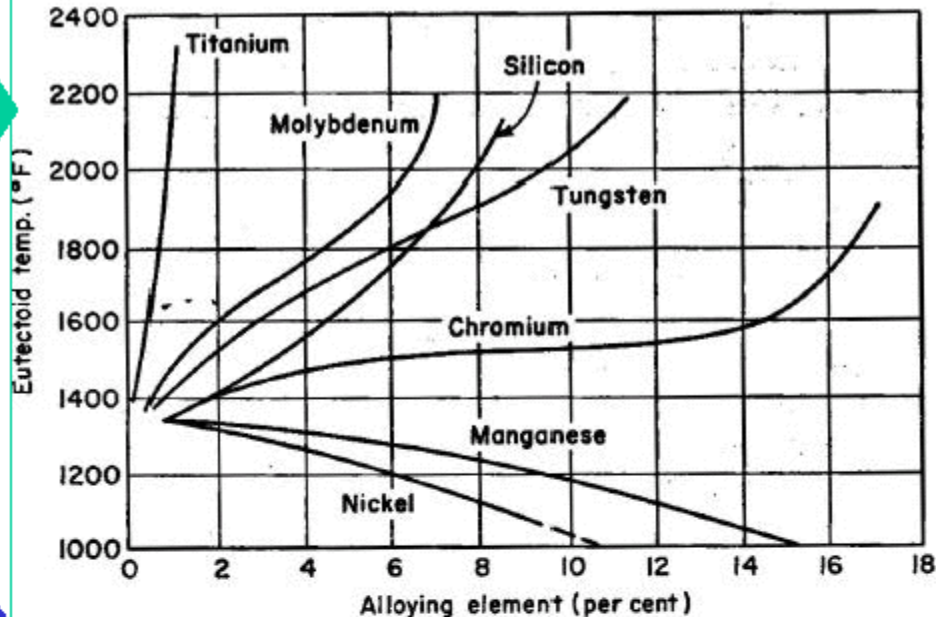
# Heat treating temperature ranges for plain carbon ste



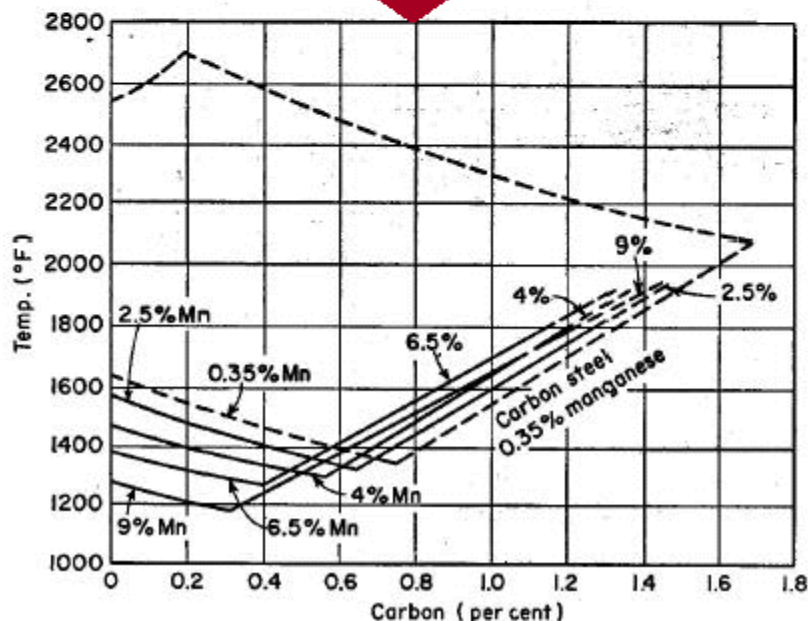
**Alloying has an effect upon the Eutectoid Temperature**

and upon the carbon content

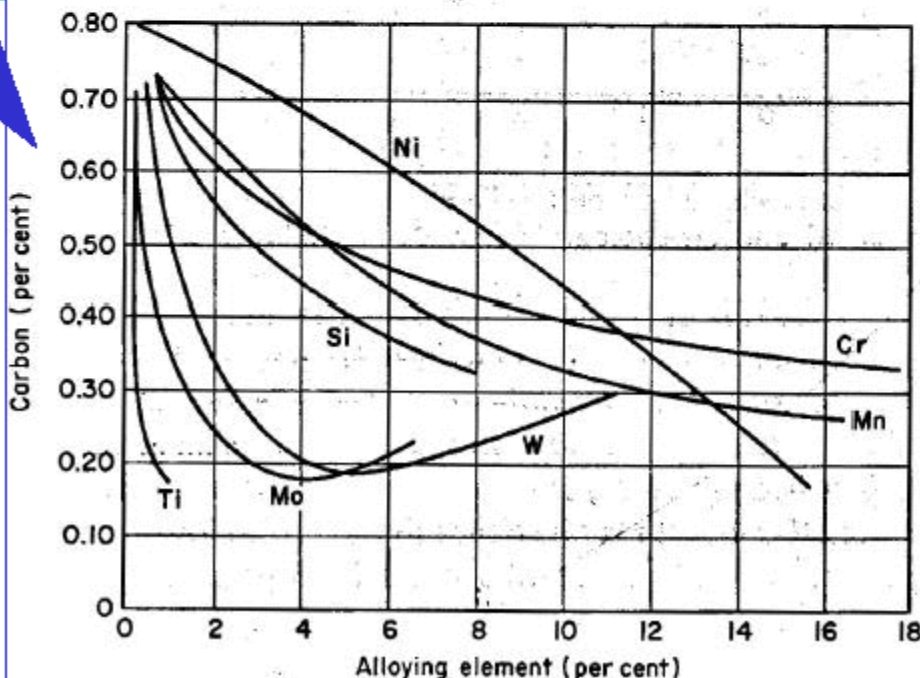
and upon the size of the austenitic zone



Effect of alloying elements in steel on the eutectoid temperature

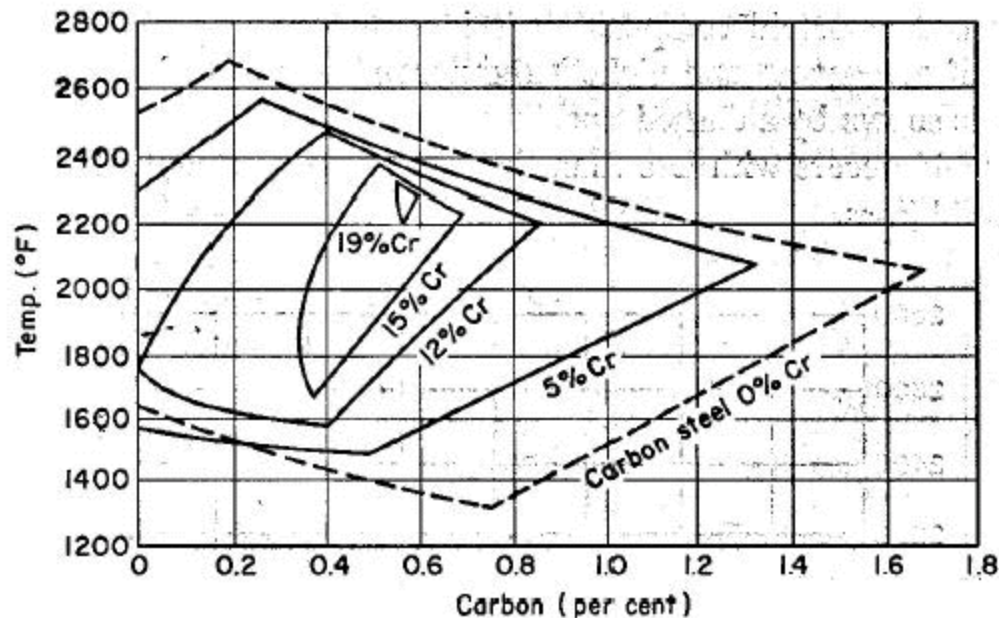


Effect of manganese on the austenite phase region.

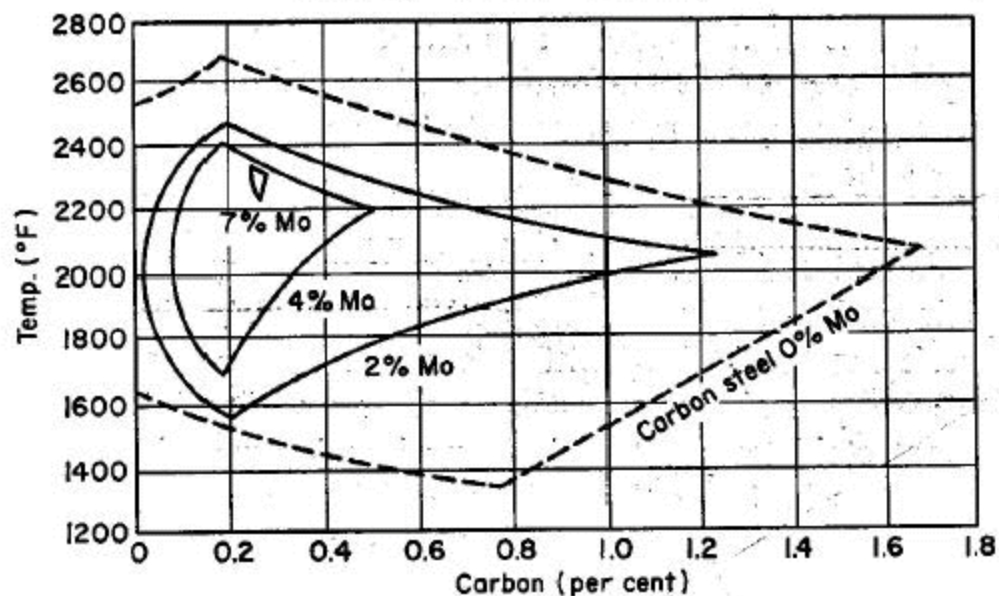


Effect of elements on the carbon content of the eutectoid.

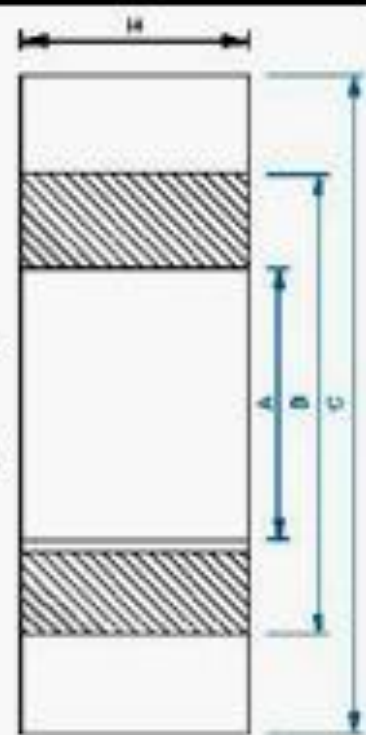
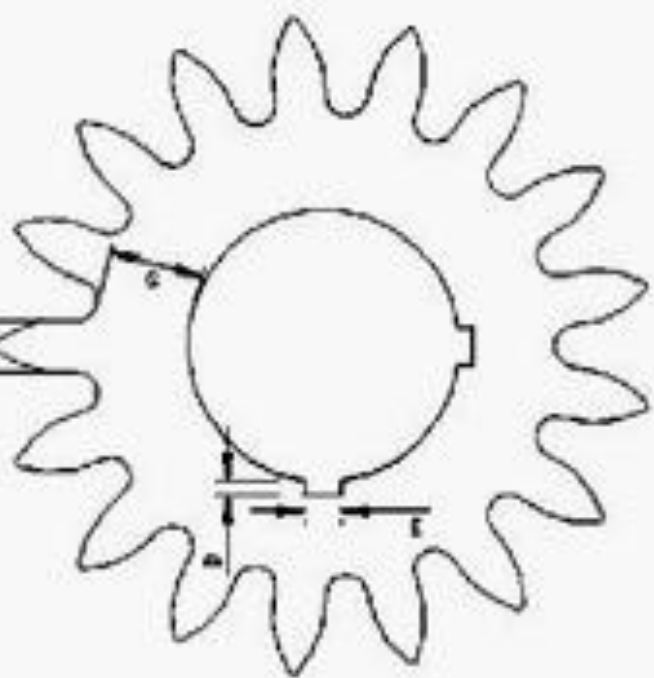
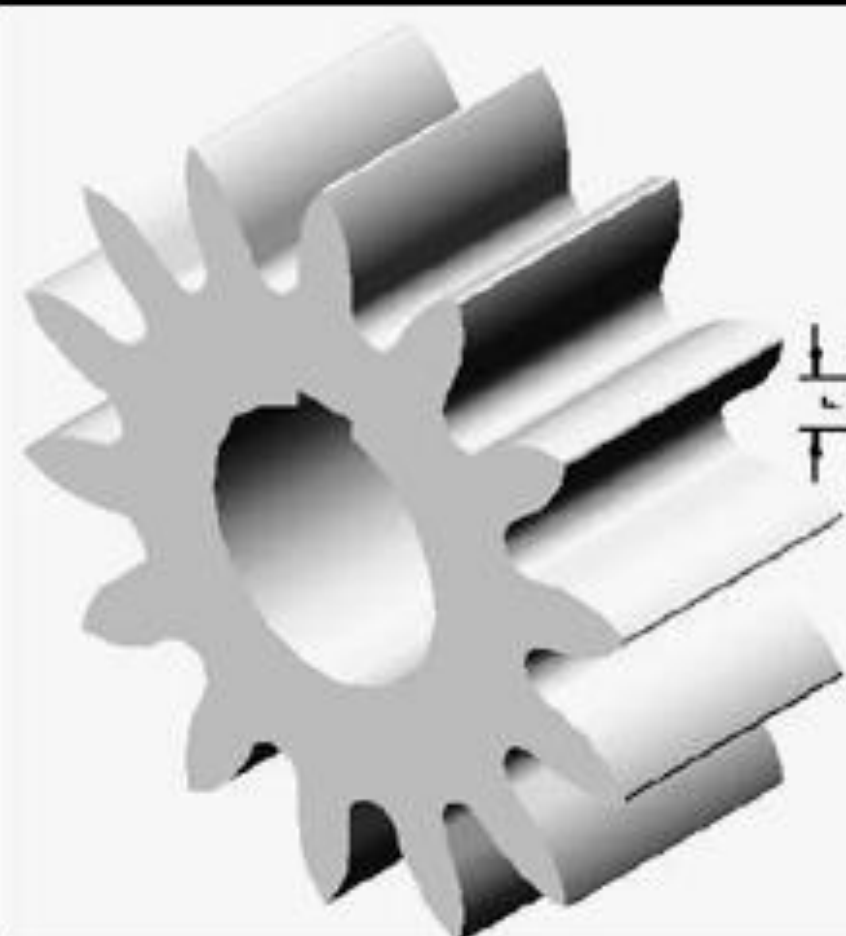
Two Alloys which are used for either increasing hardenability or corrosion resistance or both, affect the austenitic zone as shown



Effect of chromium on the austenite phase region. (After Bain, *Alloying Elements in Steel*)



Effect of molybdenum on the austenite phase region. (After Bain, *Alloying Elements in Steel*)







Horno tipo batch pequeño.



# TRATAMIENTOS TERMICOS AL VACIO

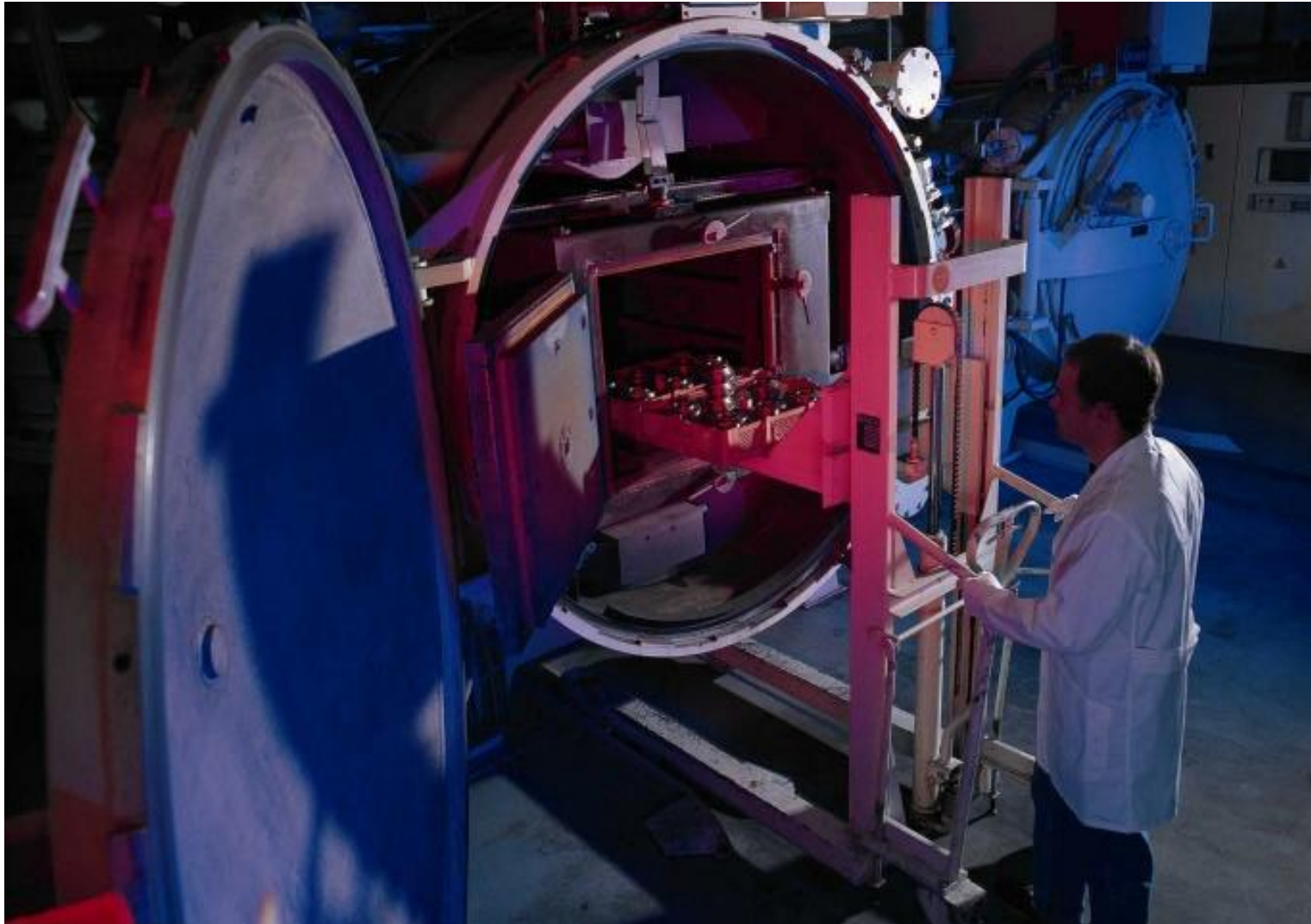






Fig. 19-13. — Austenita x 200. Ataque electrolítico con ácido oxálico al 10 %. Las maclas visibles en la estructura corresponden a deformaciones de orden mecánico de la red cristalina.

# Normalizado y crecimiento de grano

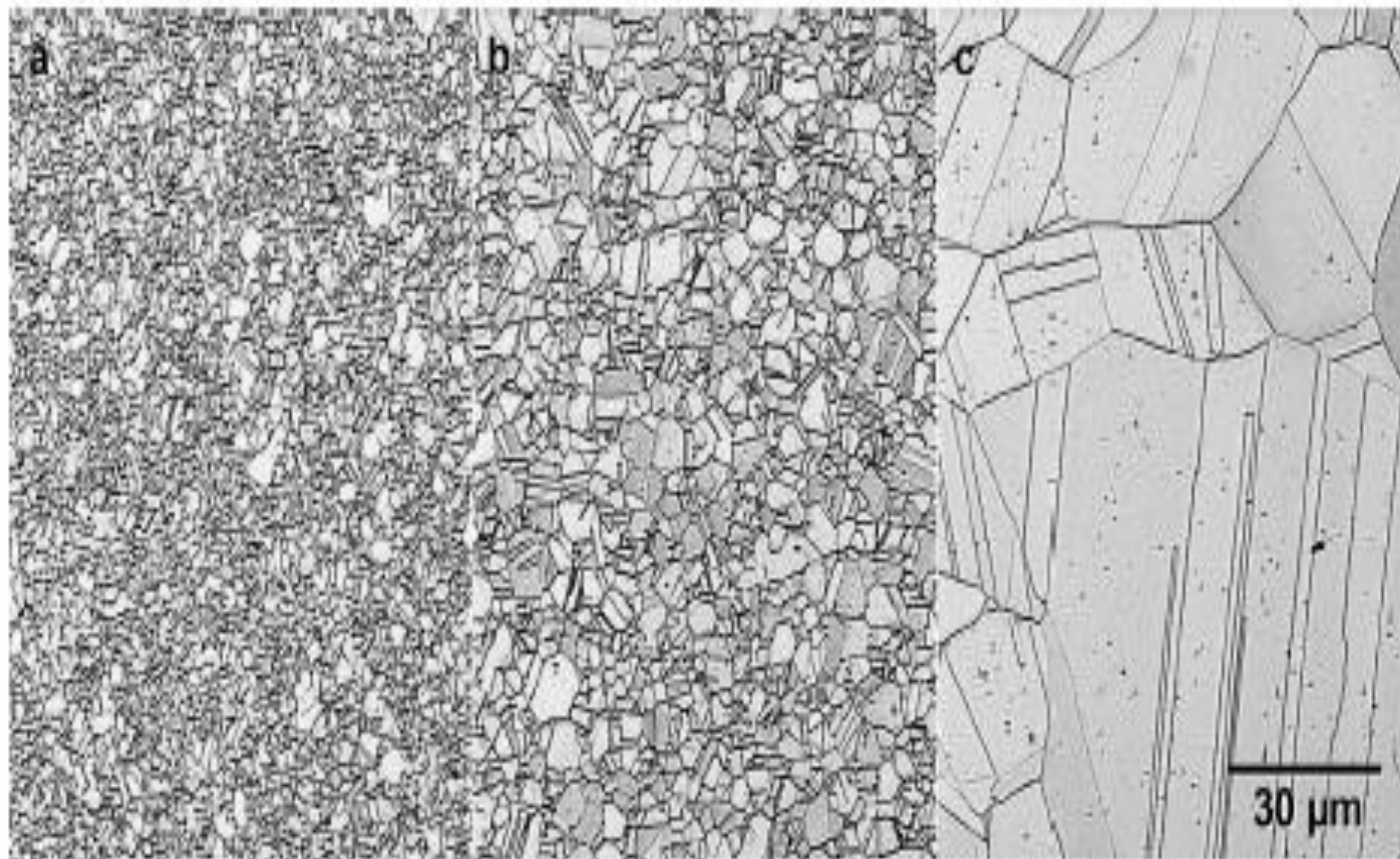
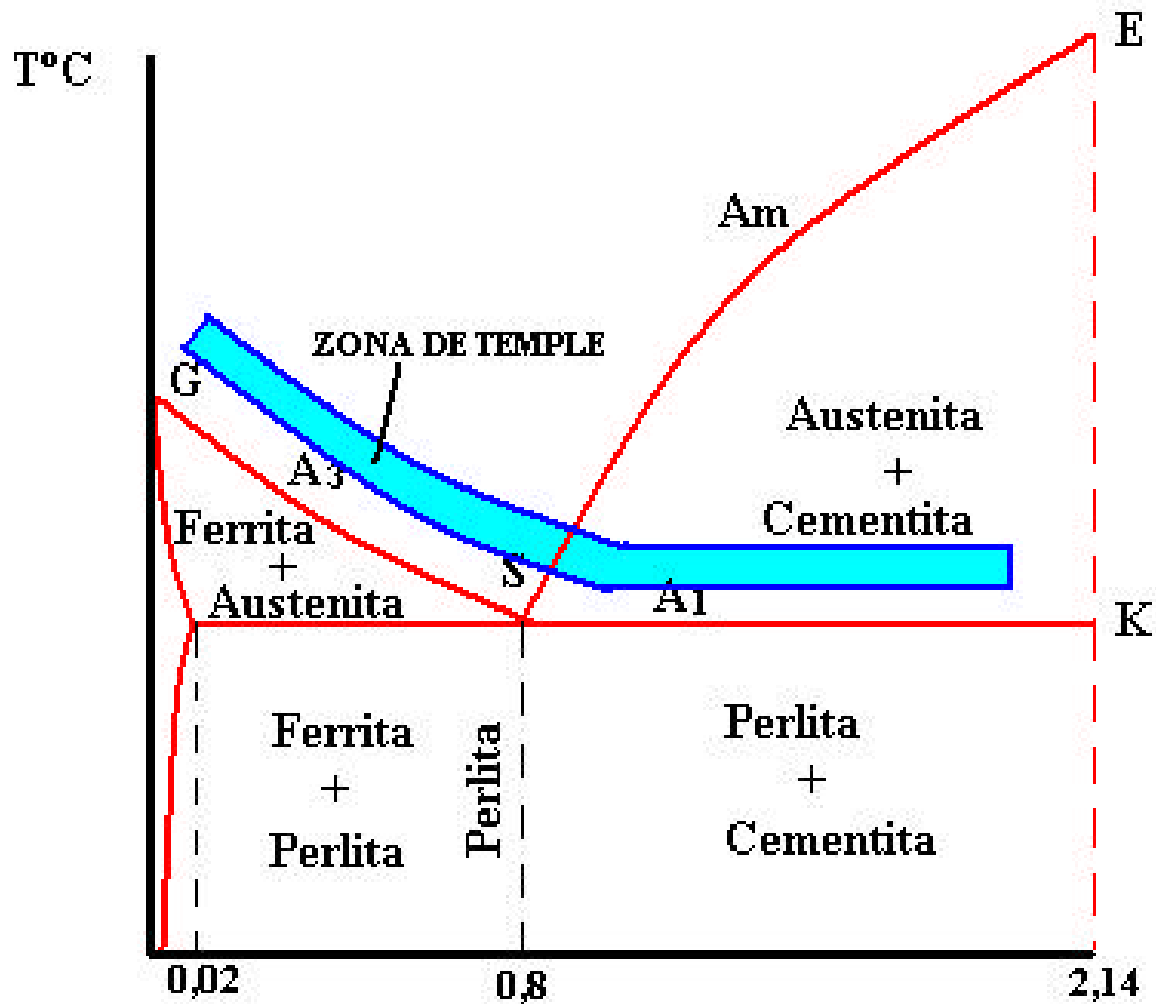


Figure 1 Microstructure of C26000 alloy after annealing: a) 1 hour at 450°C, b) 1 hour at 550°C, c) 2 hours at 750°C.

# TEMPLADO

- **Consiste en calentar la pieza de acero a temperatura de austenita+50oC y después enfriarlo violentamente dentro de algun medio enfriante para obtener martensita:**
  1. Corriente de aire
  2. Agua
  3. Salmuera
  4. Aceite
  5. Metales fundidos



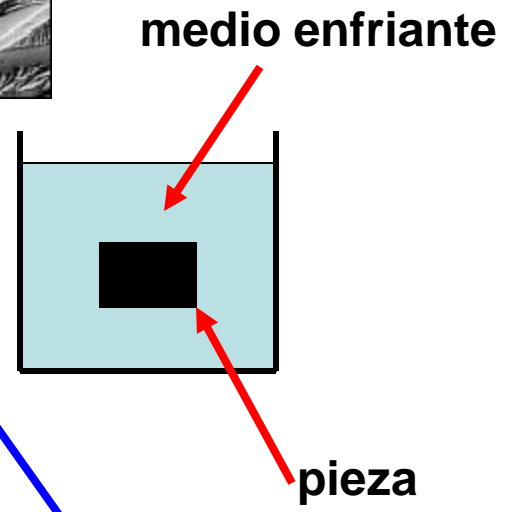
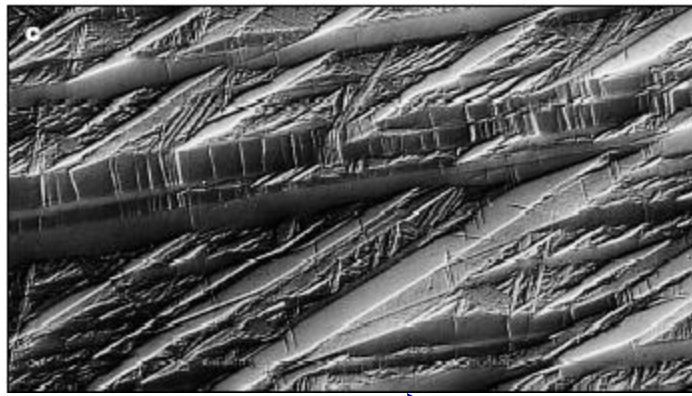
Temperaturas de calentamiento durante los tratamientos de Temple.

$>723^{\circ}\text{C}$

$\Theta^{\circ}\text{C}$

$100^{\circ}\text{C}$

tiempo en seg



AUSTENITA  $\longrightarrow$  MARTENSITA  
(AUSTENITA RETENIDA)

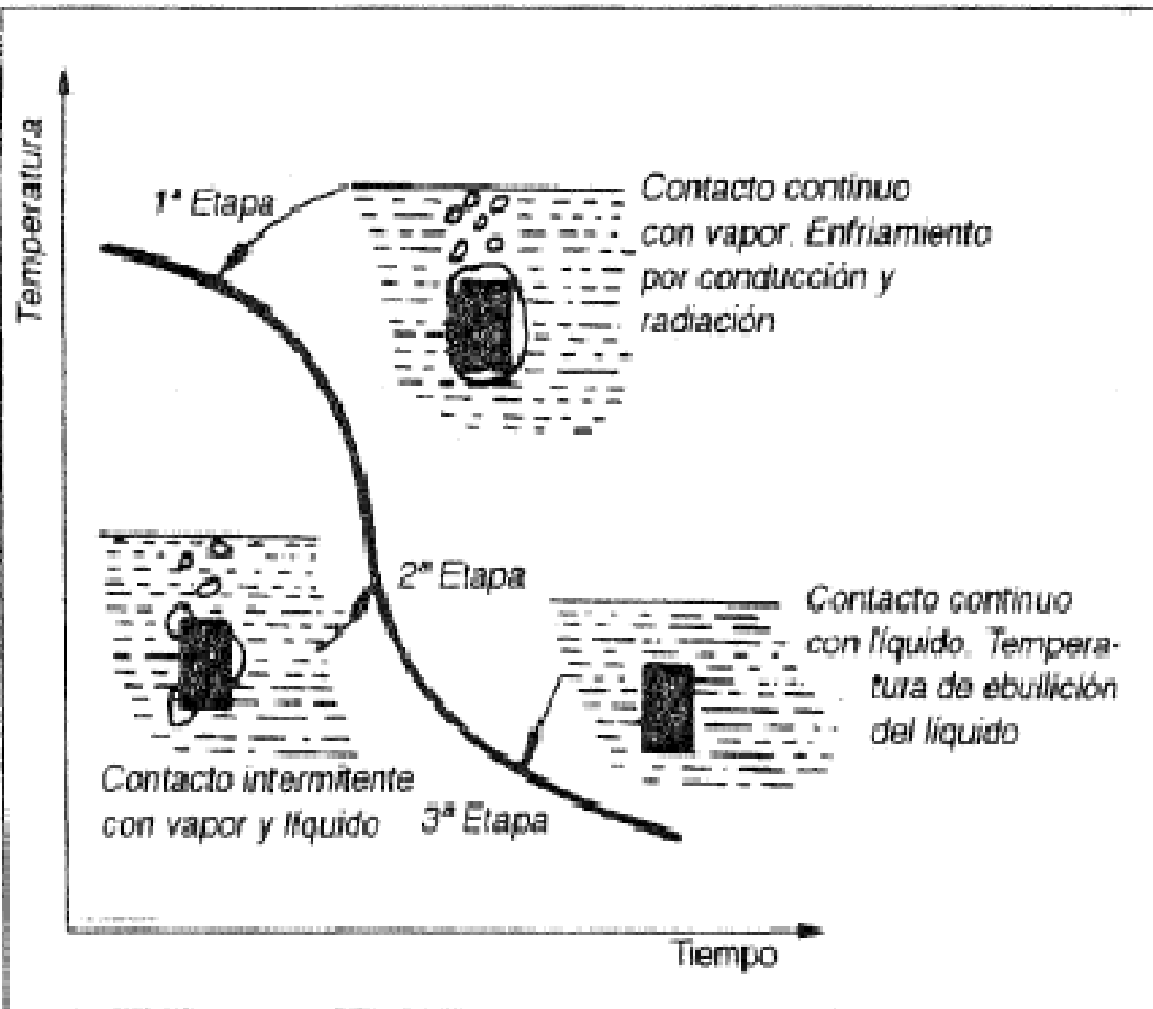
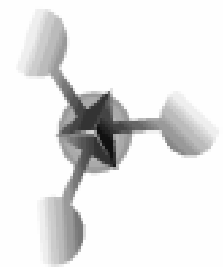
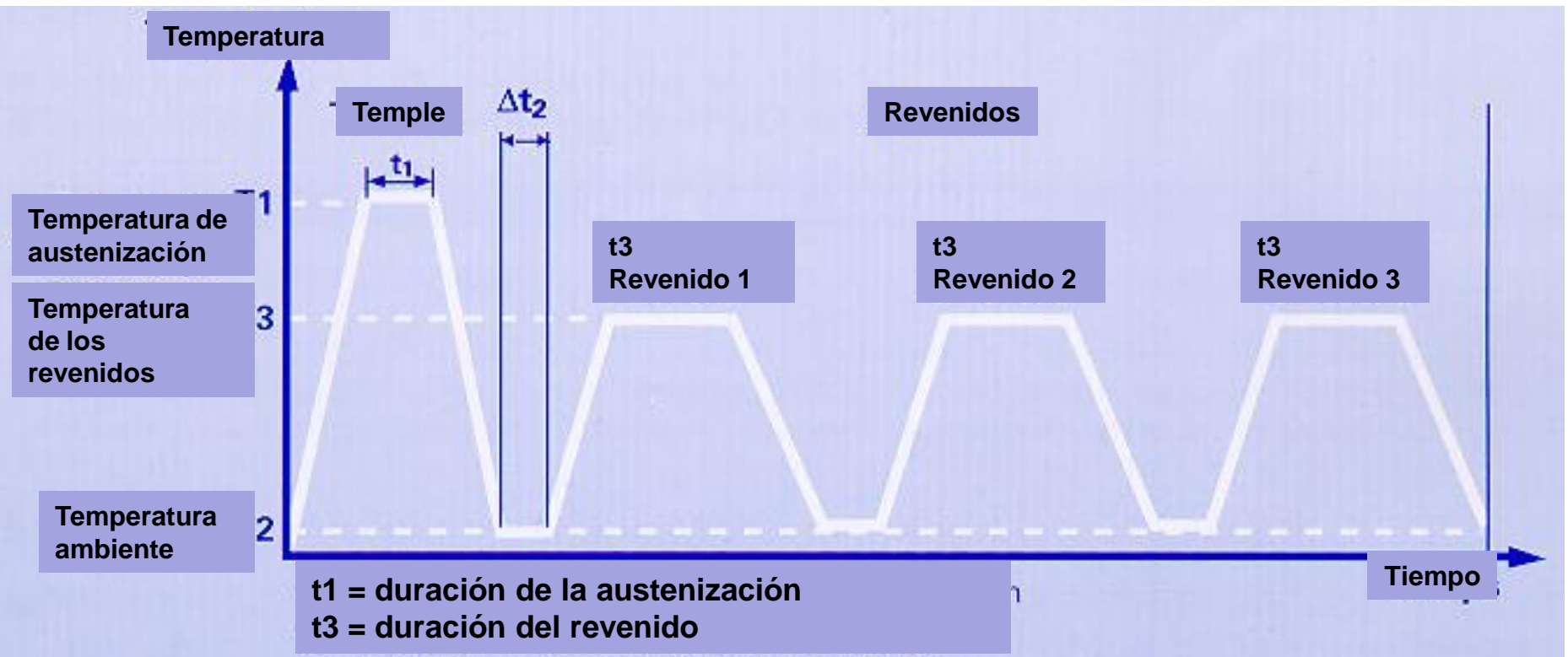
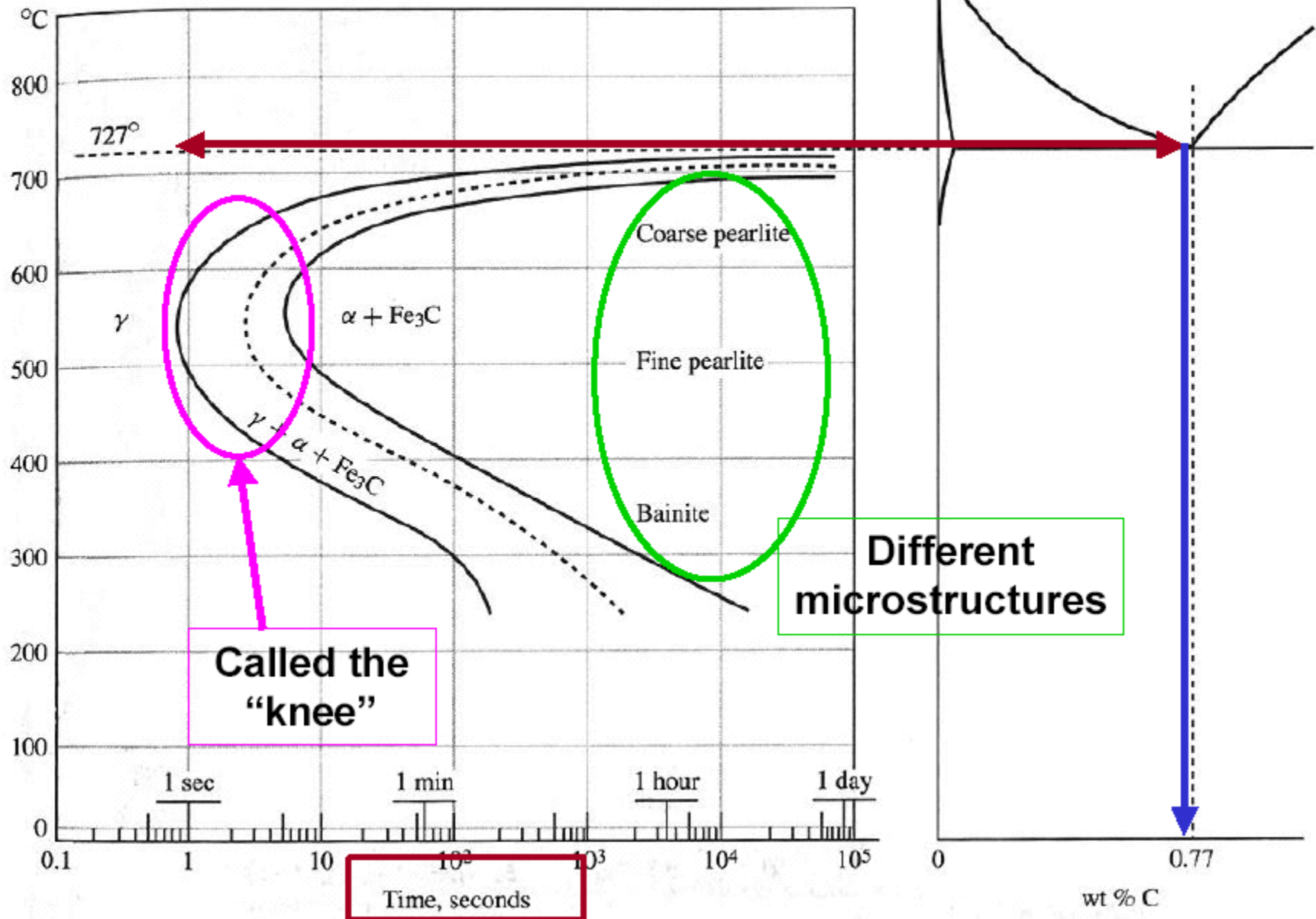


FIG. Velocidad de enfriamiento a diferentes temperaturas durante el temple en agua.

# Tratamiento térmico para aumentar la dureza por temple y revenido



# Time Temperature Transformation – TTT [for Eutectoid steel]

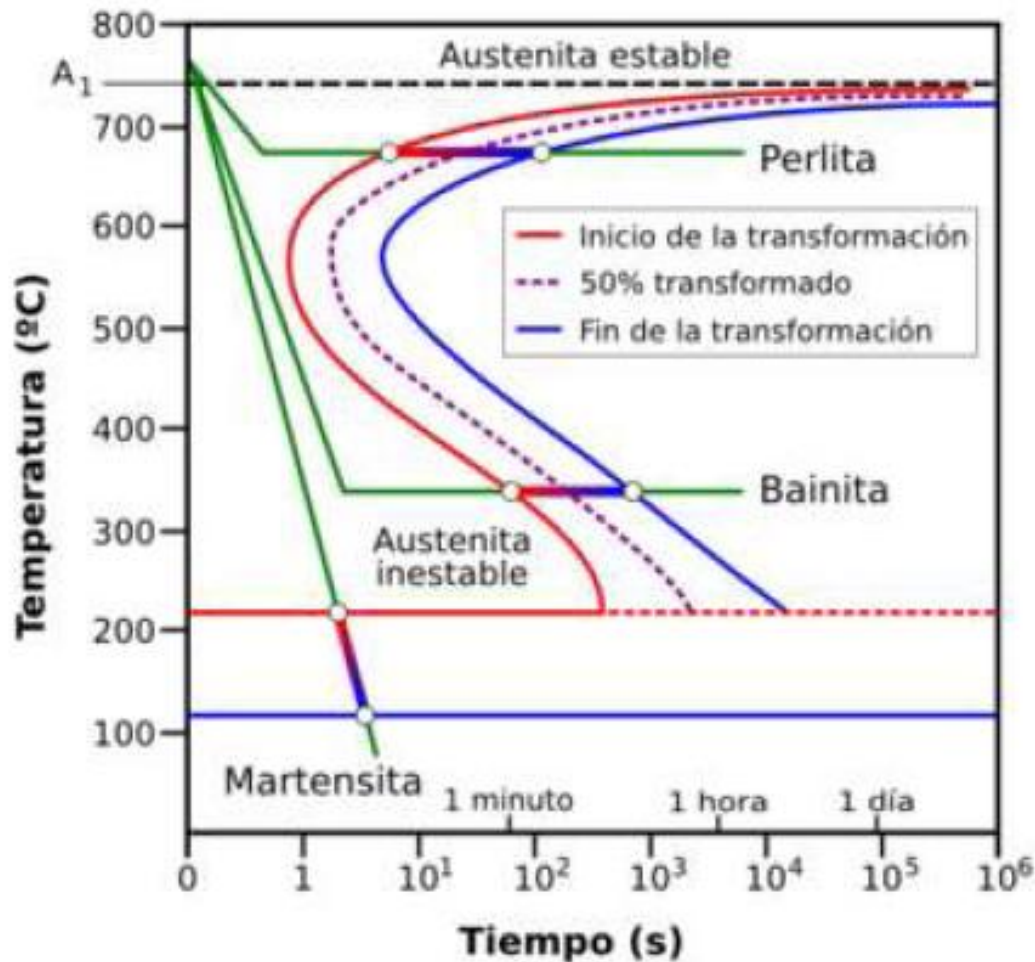




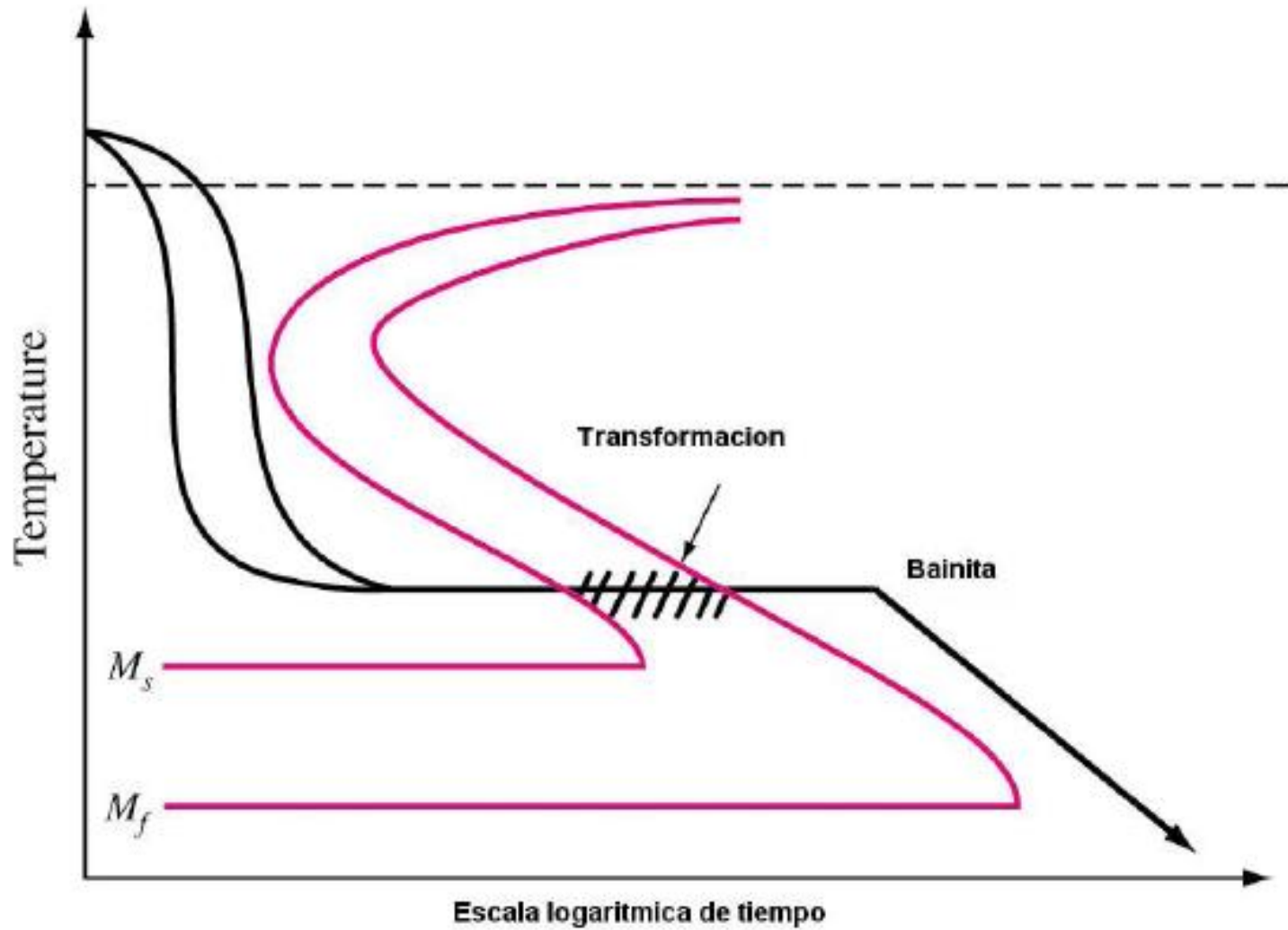
# ***Curva Tiempo-Temperatura-Transformación***

- **La curva TTT muestra cómo la velocidad de enfriamiento afecta la transformación de austenita [ $\gamma$ ] en varias fases posibles.**
- **Las fases se pueden dividir en:**
  - 1) A velocidades lentas de enfriamiento se transforma en Ferrita [ $\alpha$ ] y Cementita [ $\text{Fe}_3\text{C}$ ] o *perlita* [ $\alpha + \text{Fe}_3\text{C}$ ].**
  - 2) A velocidades rápidas de enfriamiento se transforma en Martensita [ $\alpha + \gamma$ ].**

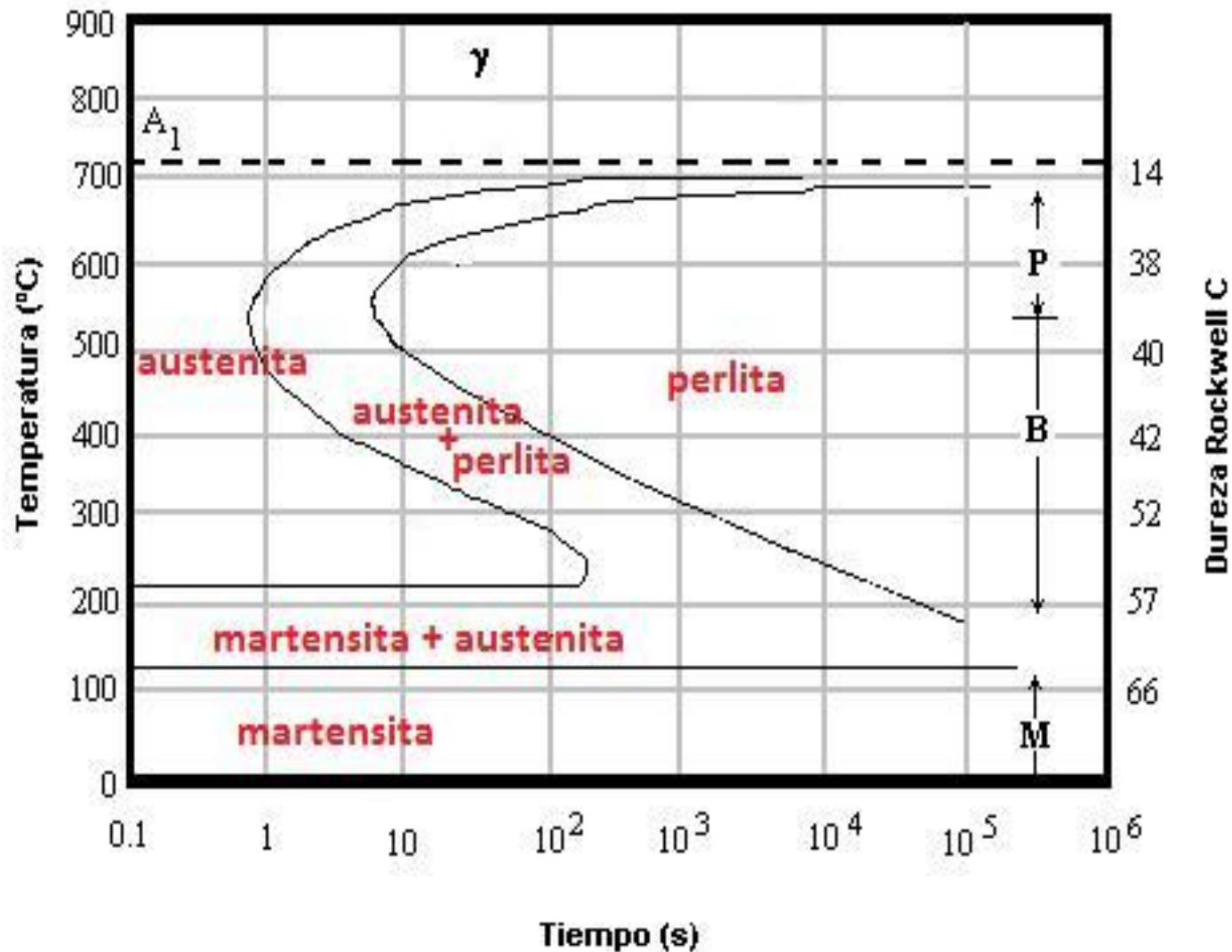
- La curva se interpreta partiendo del tiempo cero en la región austenita (en un lugar arriba de la línea de temperatura  $A_1$ ) y continúa hacia abajo y a la derecha a lo largo de una trayectoria que muestra cómo se enfría el metal en función del tiempo.

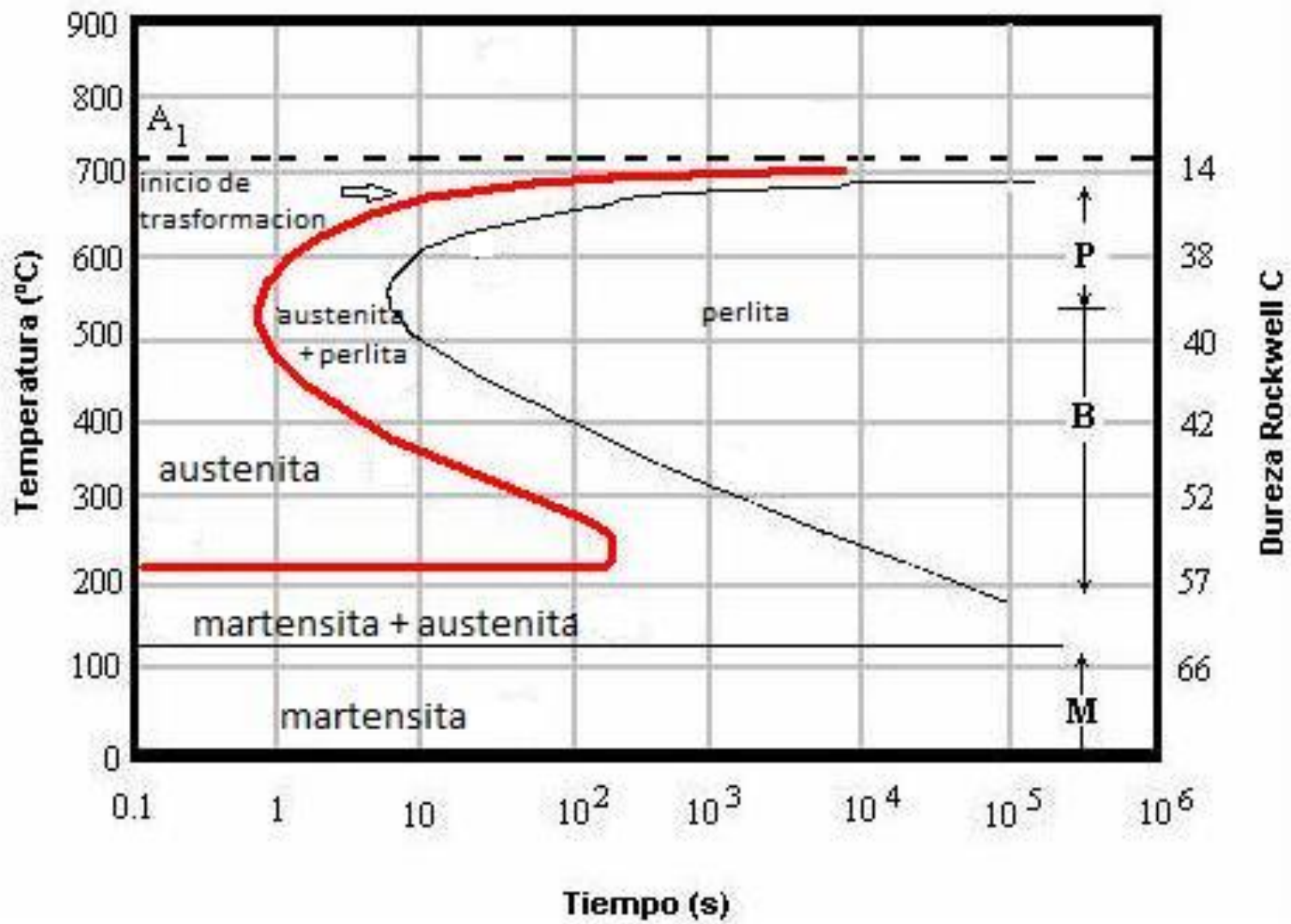


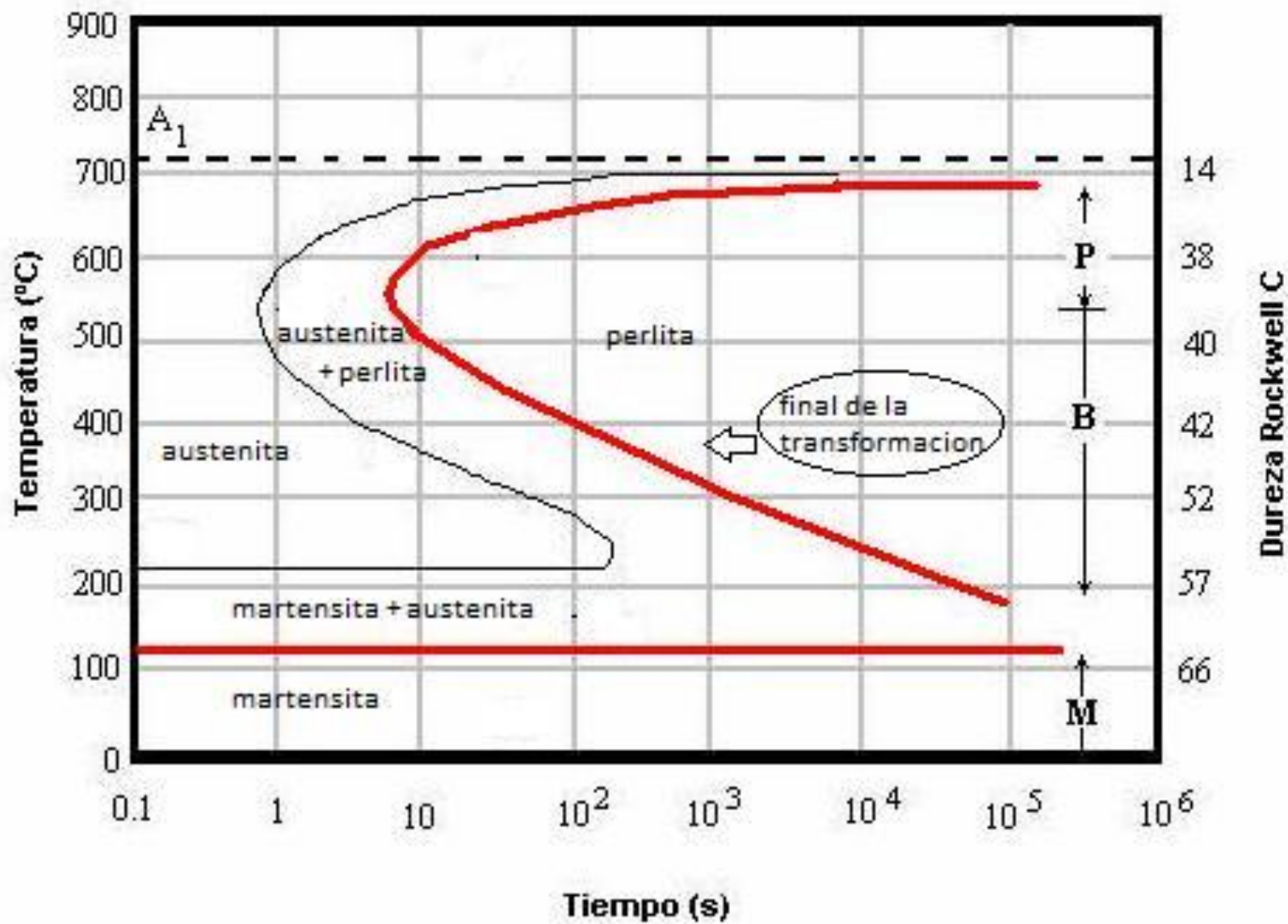
- La curva "S" Austenita

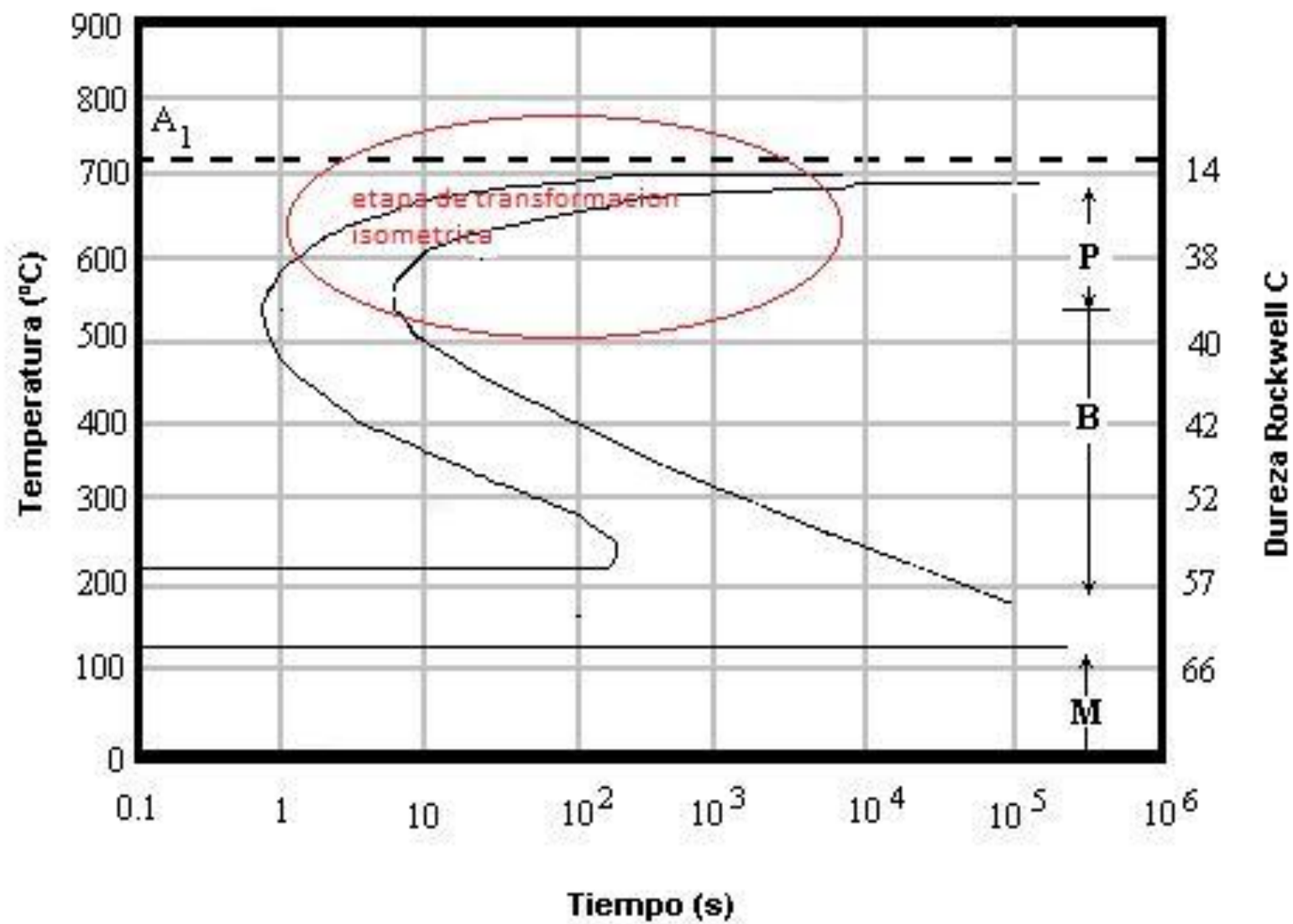


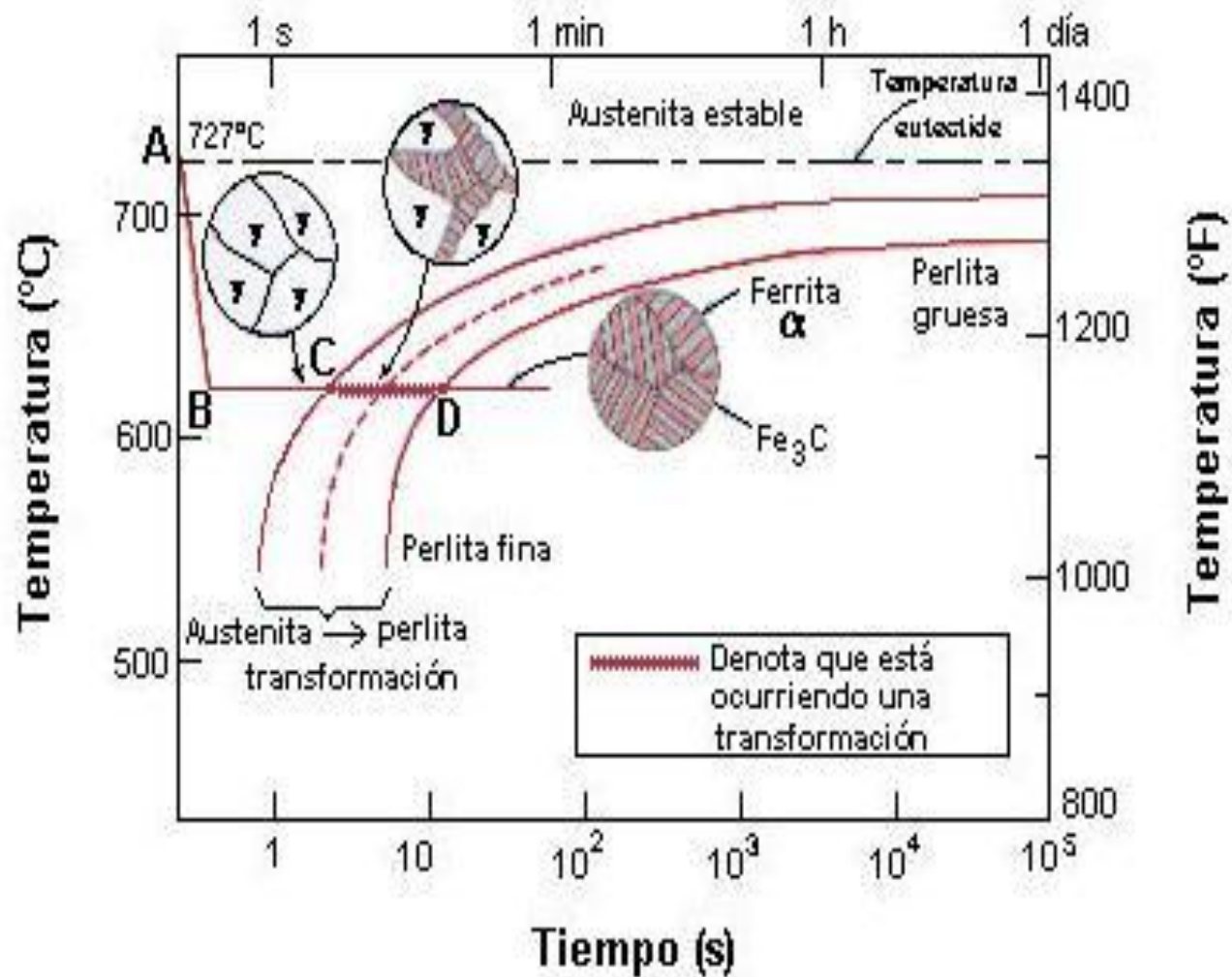
# Algunos ejemplos de curvas de enfriamiento



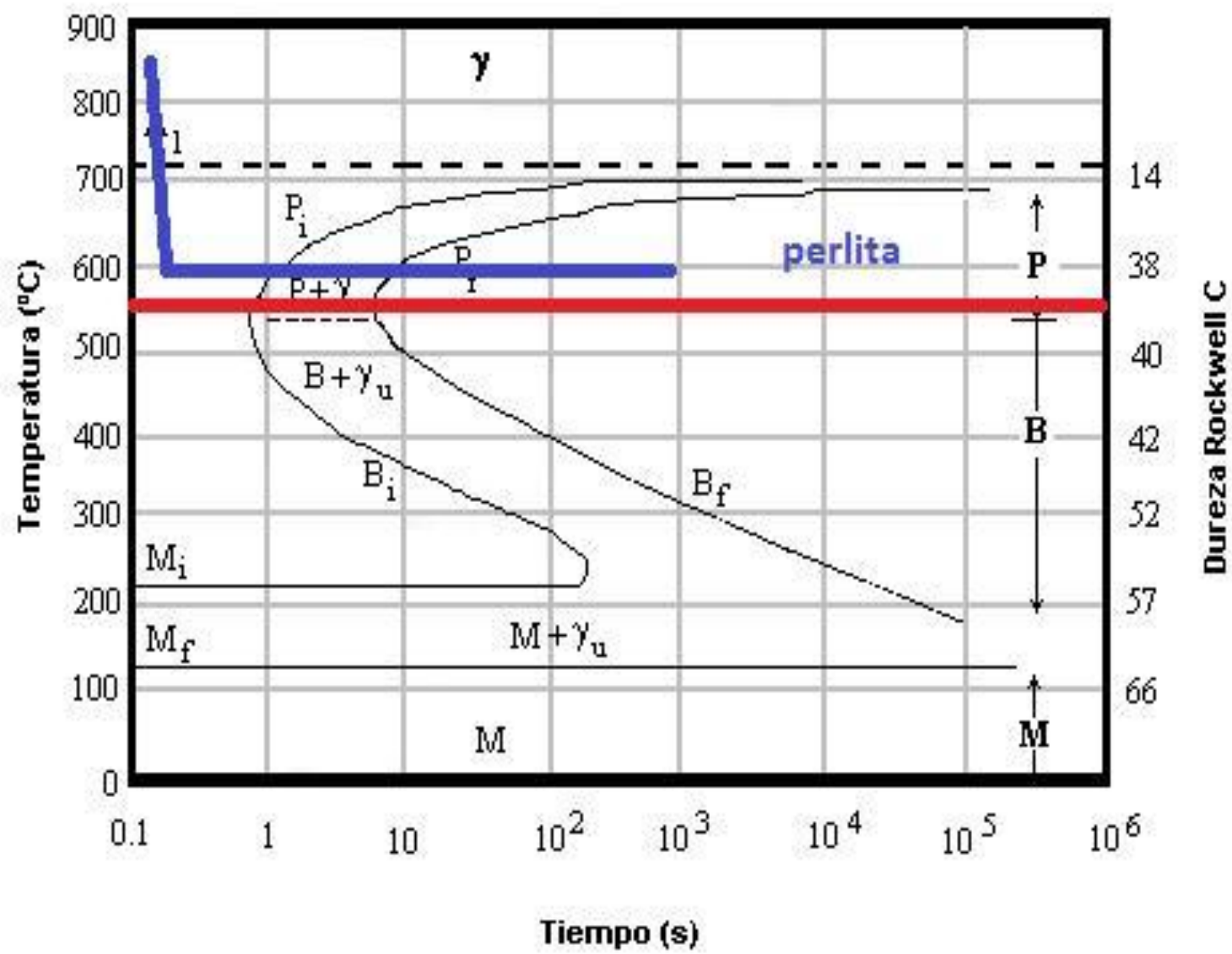


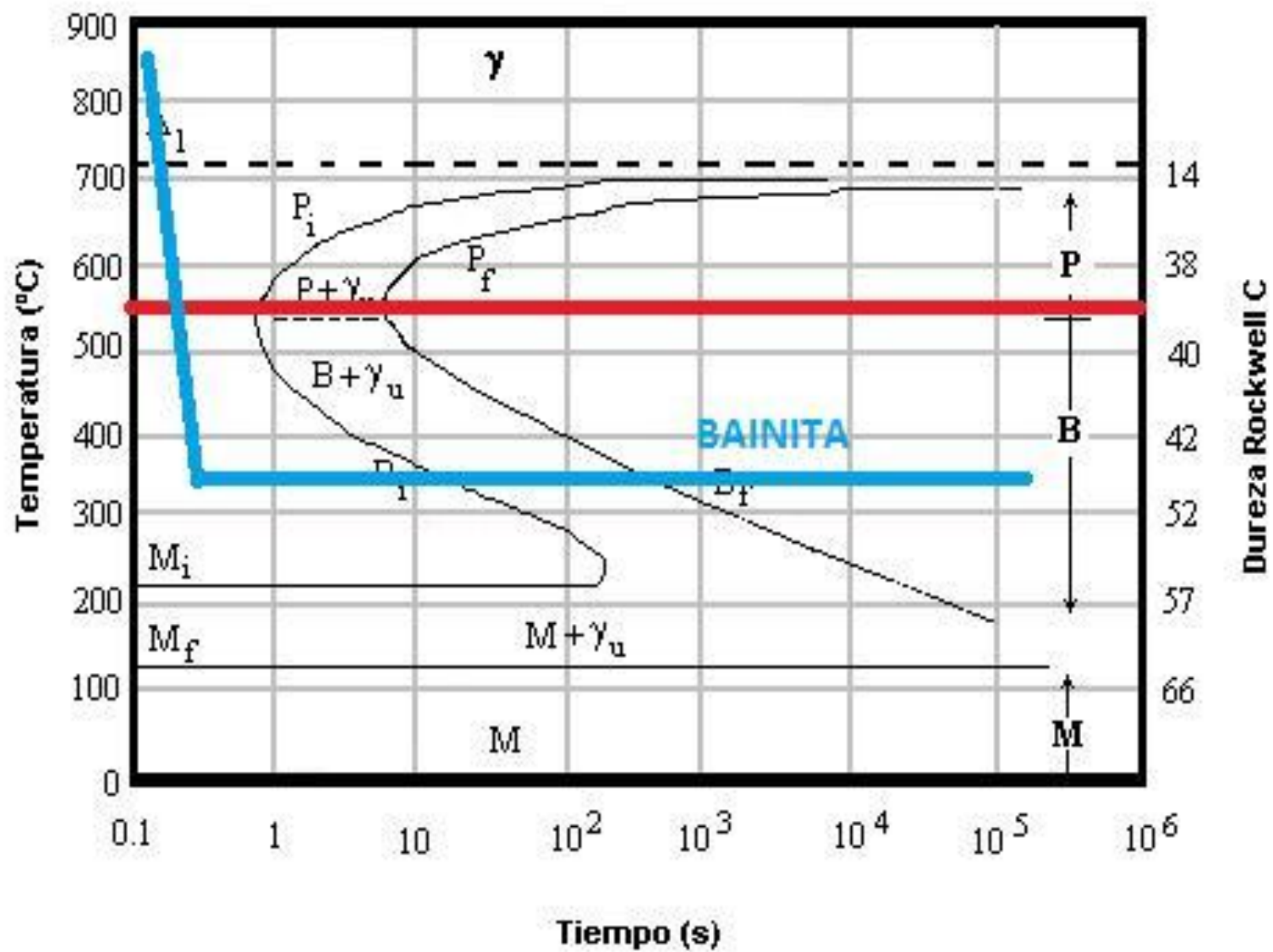


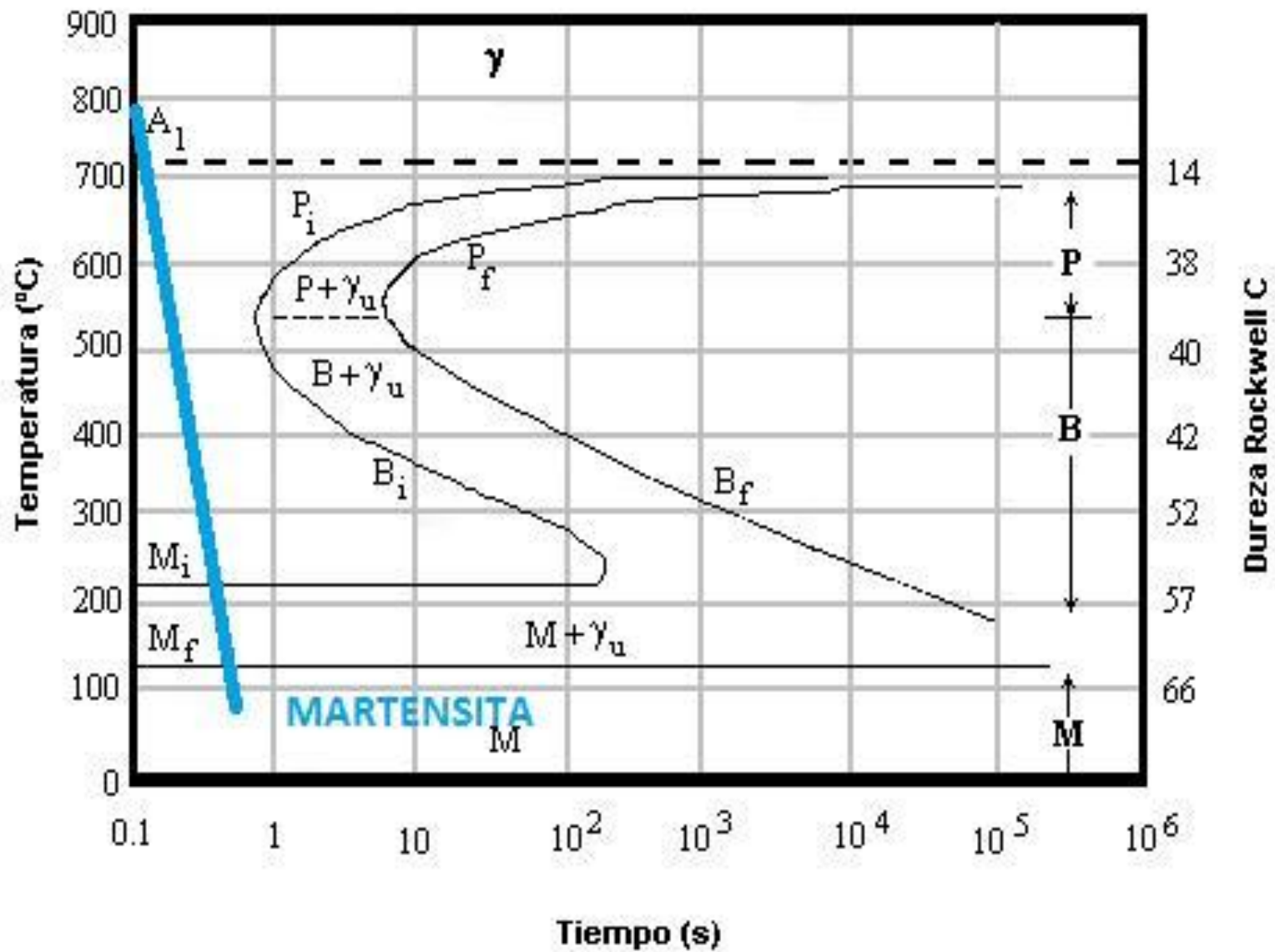


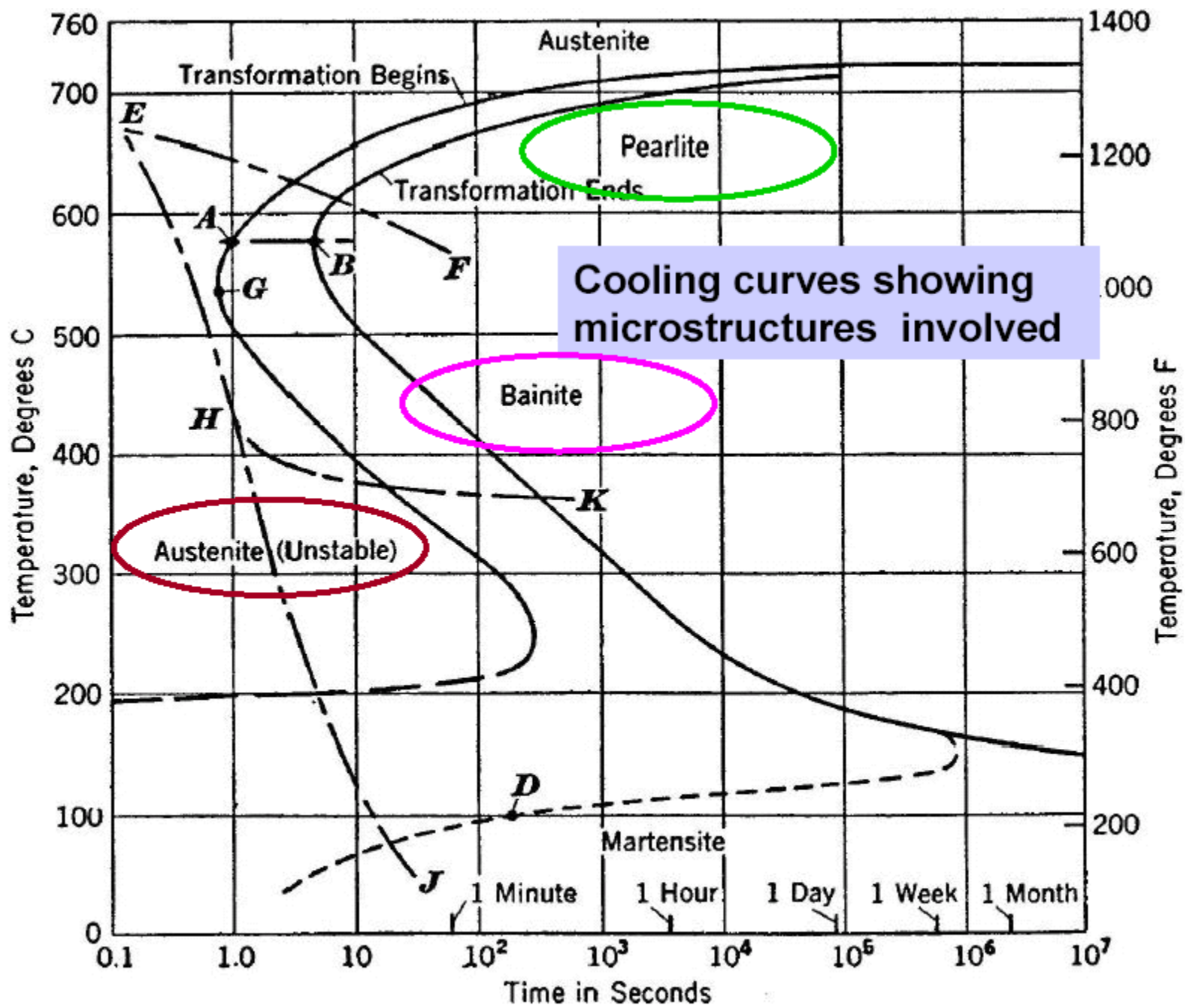






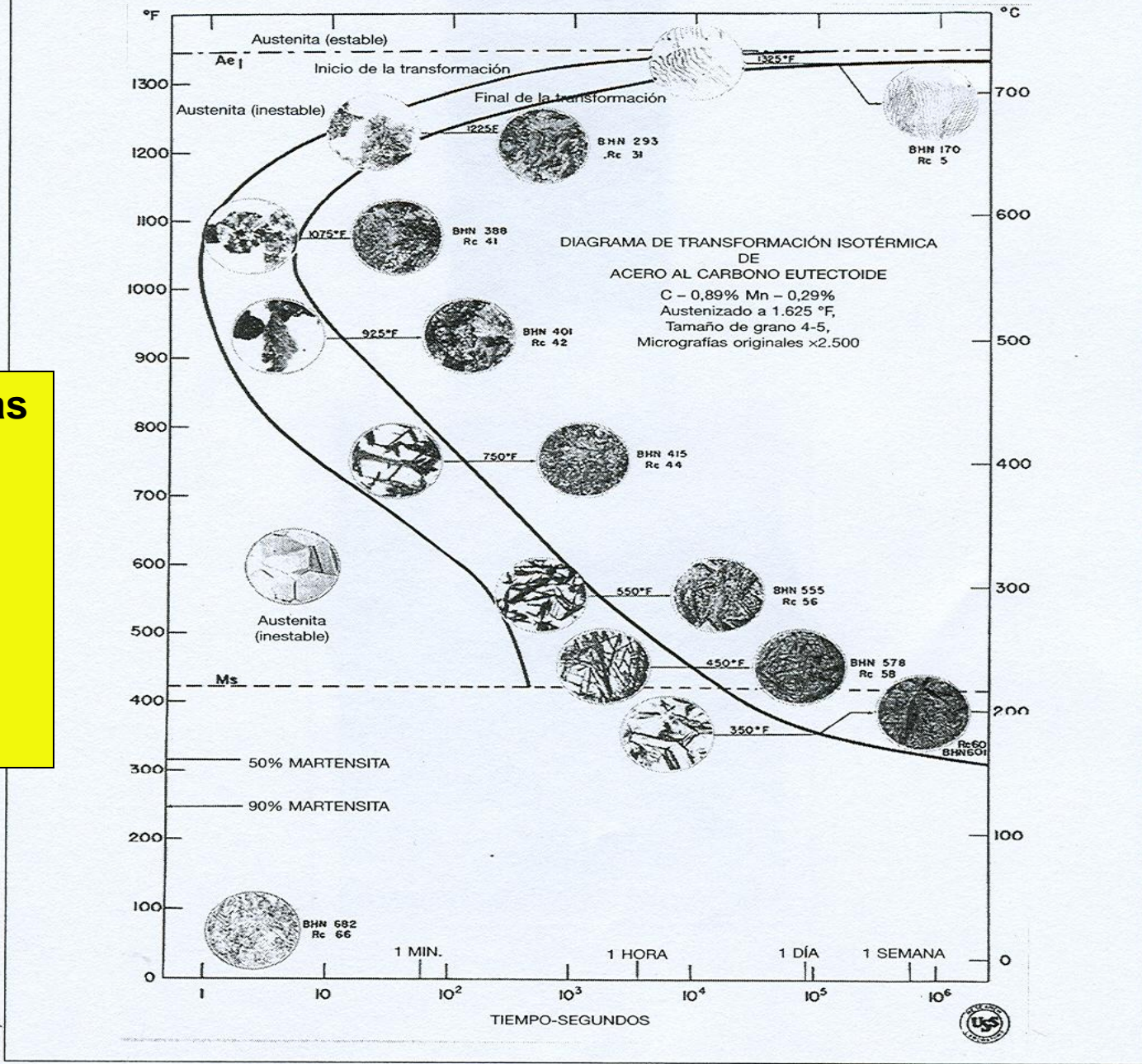






Transformation curves for eutectoid steel.

**Diferentes estructuras que se pueden dar como resultado de la velocidad de enfriamiento en el proceso de templado**



(Cortesía de United States Steel Corp., Research Laboratory.)

**FIGURA 9.23.** Diagrama de transformación isotérmica de un acero eutectoide.

# Nomenclatura de los aceros

- Existen diferentes clases de nomenclaturas.
- En Estados Unidos existen los sistemas de cuatro digitos AISI y SAE.
- En AISI y SAE el metodo es numerico, los dos primeros numeros indican el tipo de aleación.
- Los dos últimos numeros indican el porcentaje de carbono.

1020

10      20

bajo contenido de C

0.20% de C

# Esquema General Clasificación aceros.



PROPIEDADES MECANICAS	ACEROS	FUNDICIONES
Plasticidad	↑	↓
Maleabilidad	↑	↓
Ductilidad	↑	↓
Resilencia	Buena	Muy Alta
Tenacidad	Buena	Muy Alta
Resistencia Mecanica	Buena	Muy Alta



- **Primer dígito:** Es un número con el que se indica el elemento predominante de aleación. 1= carbón, 2= níquel, 3=níquel-cromo, 4=molibdeno, 5=cromo, 6=cromo-vanadio, 8=triple-aleación, 9=silicio magnesio.
- **El segundo dígito:** Es un numero que indica la presencia de otros elementos aleantes. Por ejemplo un acero SAE 2540 indica que contiene níquel y cromo
- **Los dígitos 3 y 4:** Indican el contenido promedio de carbono en centésimas, así en el ejemplo anterior se tendría que un acero SAE 2540 es un acero con 0.4% de carbóno.



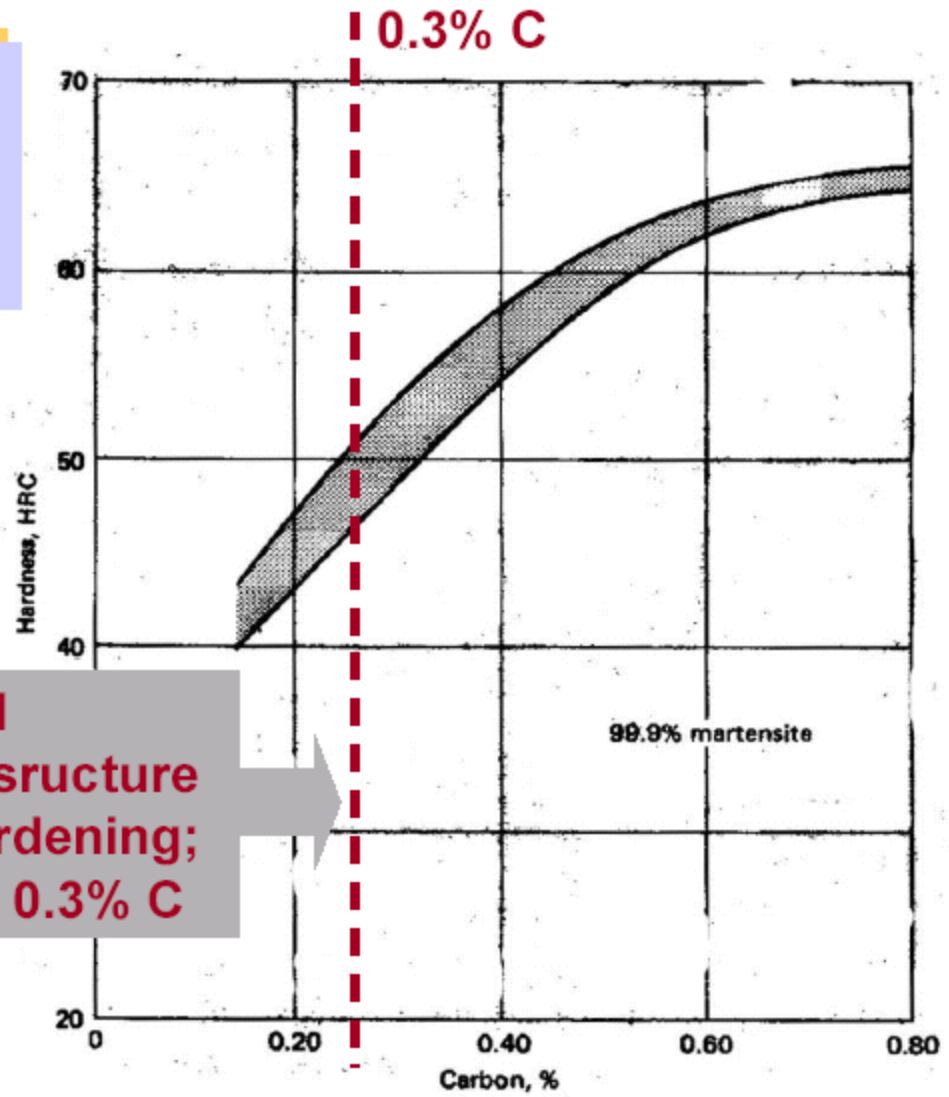
## Examples of steels:

- 10xx Plain carbon
- 11xx Free-cutting carbon
- 13xx Manganese (1.75%)
- 2xxx Nickel (3.50 or 5.00%)
- 31xx Nickel (1.25%), chromium (0.65 or 0.80%)
- 33xx Nickel (3.50%), chromium (1.55%)
- 40xx Molybdenum (0.25%)
- 41xx Molybdenum (0.20%), chromium (0.95%)
- 43xx Molybdenum (0.25%), chromium (0.50 or 0.80%), nickel (1.80%)
- 46xx Molybdenum (0.25%), nickel (1.80%)
- 48xx Molybdenum (0.25%), nickel (3.50%)

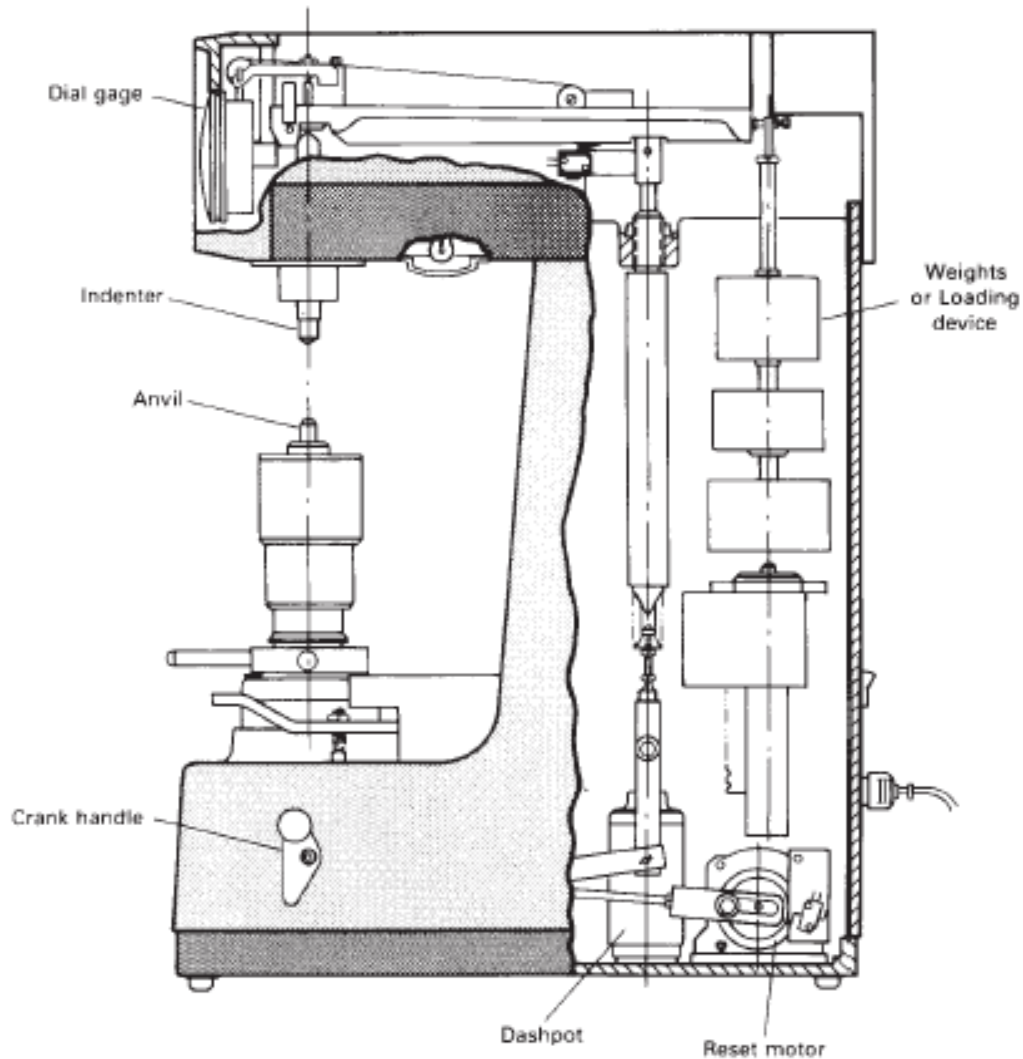
xx indicates the carbon content

- 5xxx Chromium
- 5xxxx Chromium
- 61xx Chromium (0.80 or 0.95%), vanadium (0.10 or 0.15%)
- 86xx Nickel (0.55%), chromium (0.50%), molybdenum (0.20%)
- 87xx Nickel (0.55%), chromium (0.50%), molybdenum (0.25%)
- 92xx Silicon (2.00%), manganese (0.85%)
- 93xx Nickel (3.25%), chromium (1.20%), molybdenum (0.12%)
- 94xx Nickel (0.45%), chromium (0.40%), molybdenum (0.12%)
- 97xx Nickel (0.55%), chromium (0.17%), molybdenum (0.20%)
- 98xx Nickel (1.00%), chromium (0.80%), molybdenum (0.25%)

The effect of carbon upon the hardness of martensite



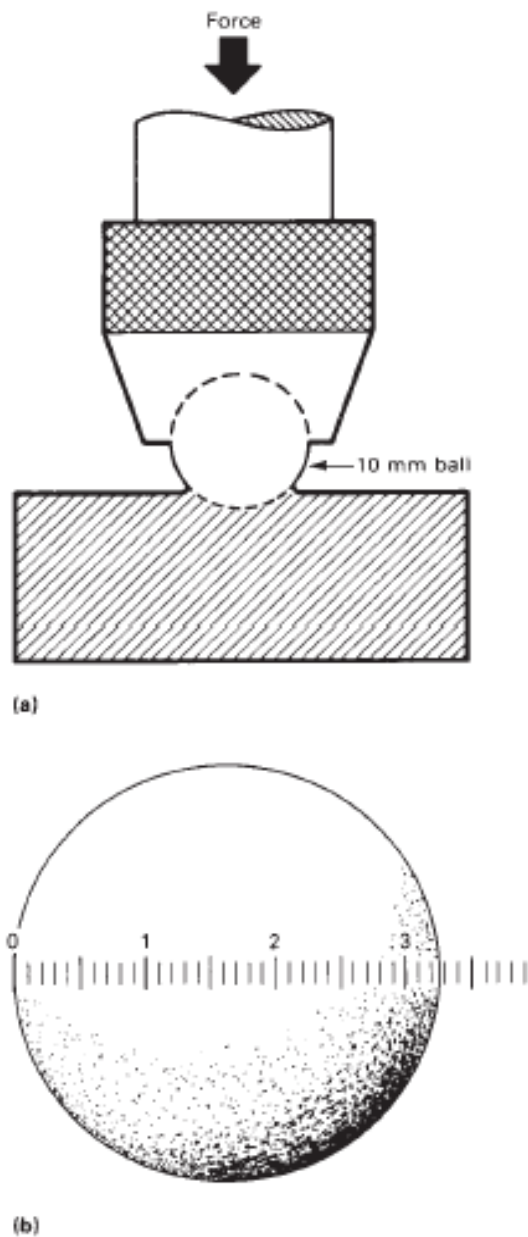
# Durómetro



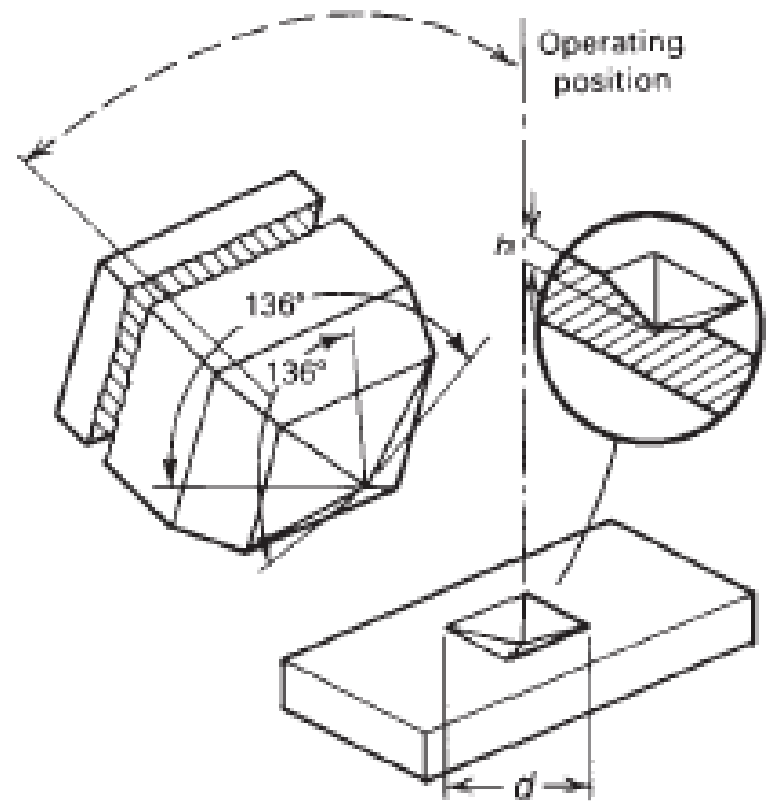
┆ Schematic of Rockwell testing machine



Fig. 4 Bench-type Rockwell tester



**Fig. 12** Brinell indentation process. (a) Schematic of the principle of the Brinell indentation process. (b) Brinell indentation with measuring scale in millimeters



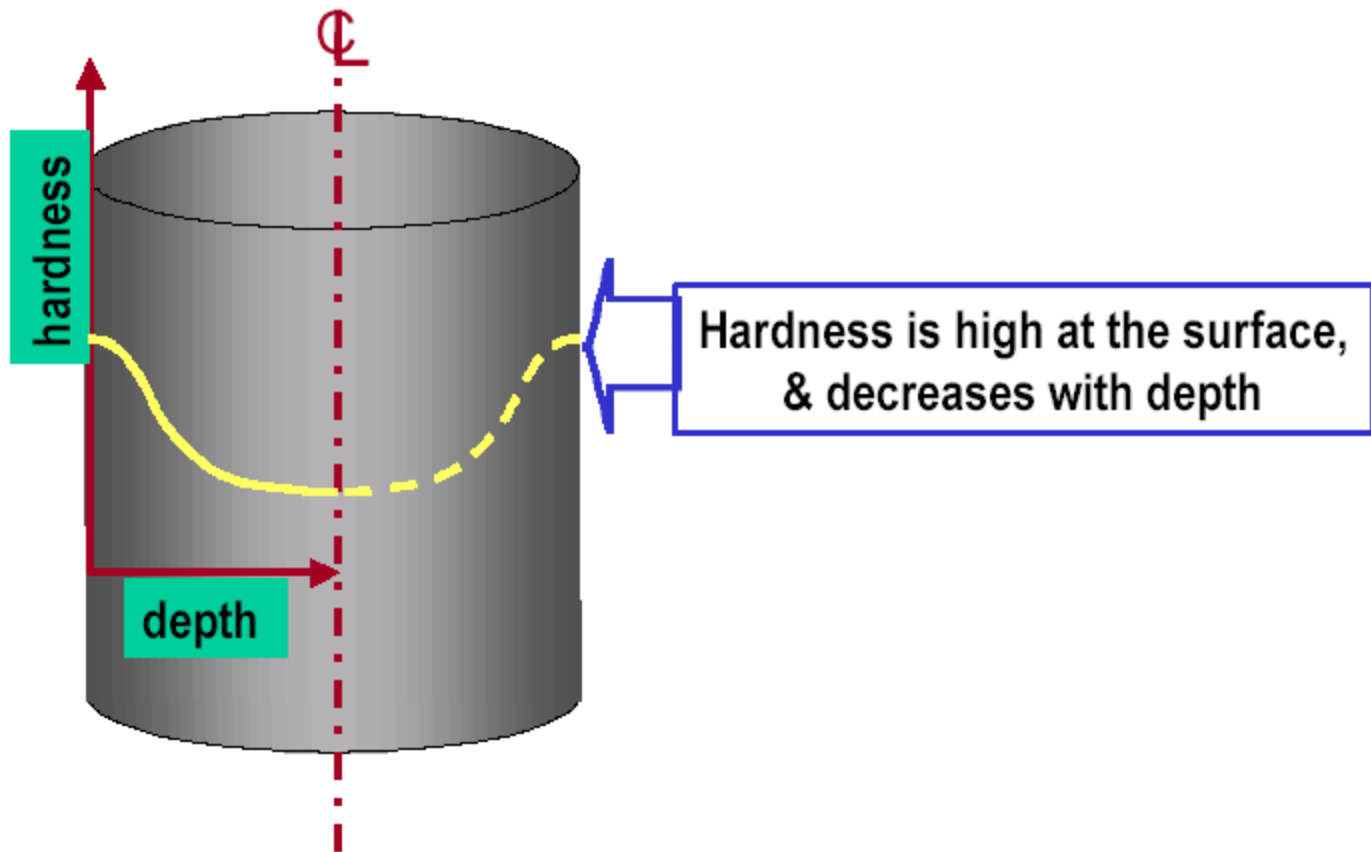
**Fig. 21** Diamond pyramid indenter used for the Vickers test and resulting indentation in the workpiece.  $d$ , mean diagonal of the indentation in millimeters

# templado/templabilidad

## Definición:

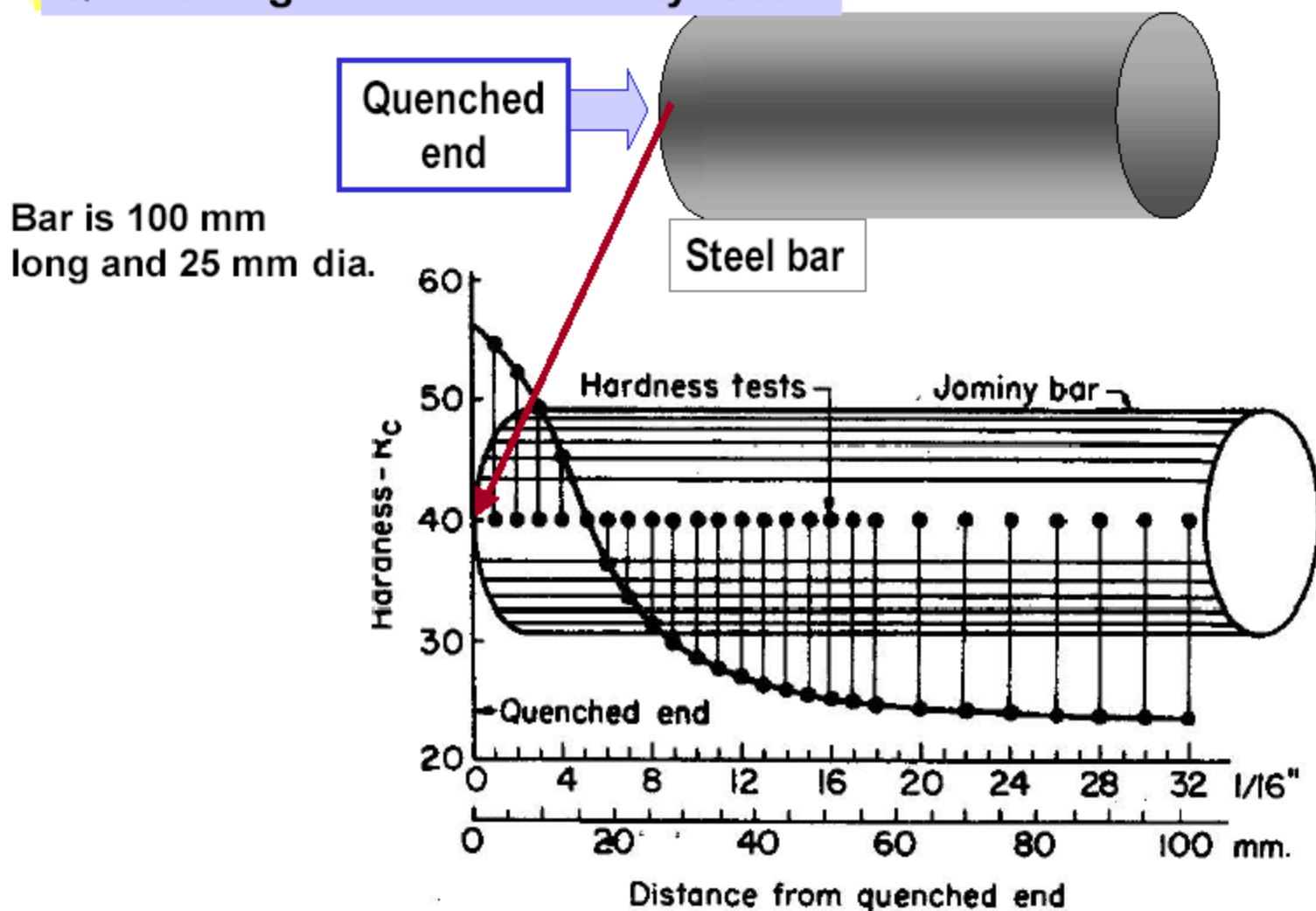
- **Templado:** es una propiedad mecánica que se manifiesta en la resistencia mecánica del acero y esta en función al contenido de carbono.
- **Templabilidad:** mide la profundidad de la dureza alcanzada en el templado, la variación de la dureza esta en función de la velocidad del enfriamiento en algún punto de la pieza.

# Hardness and Hardenability

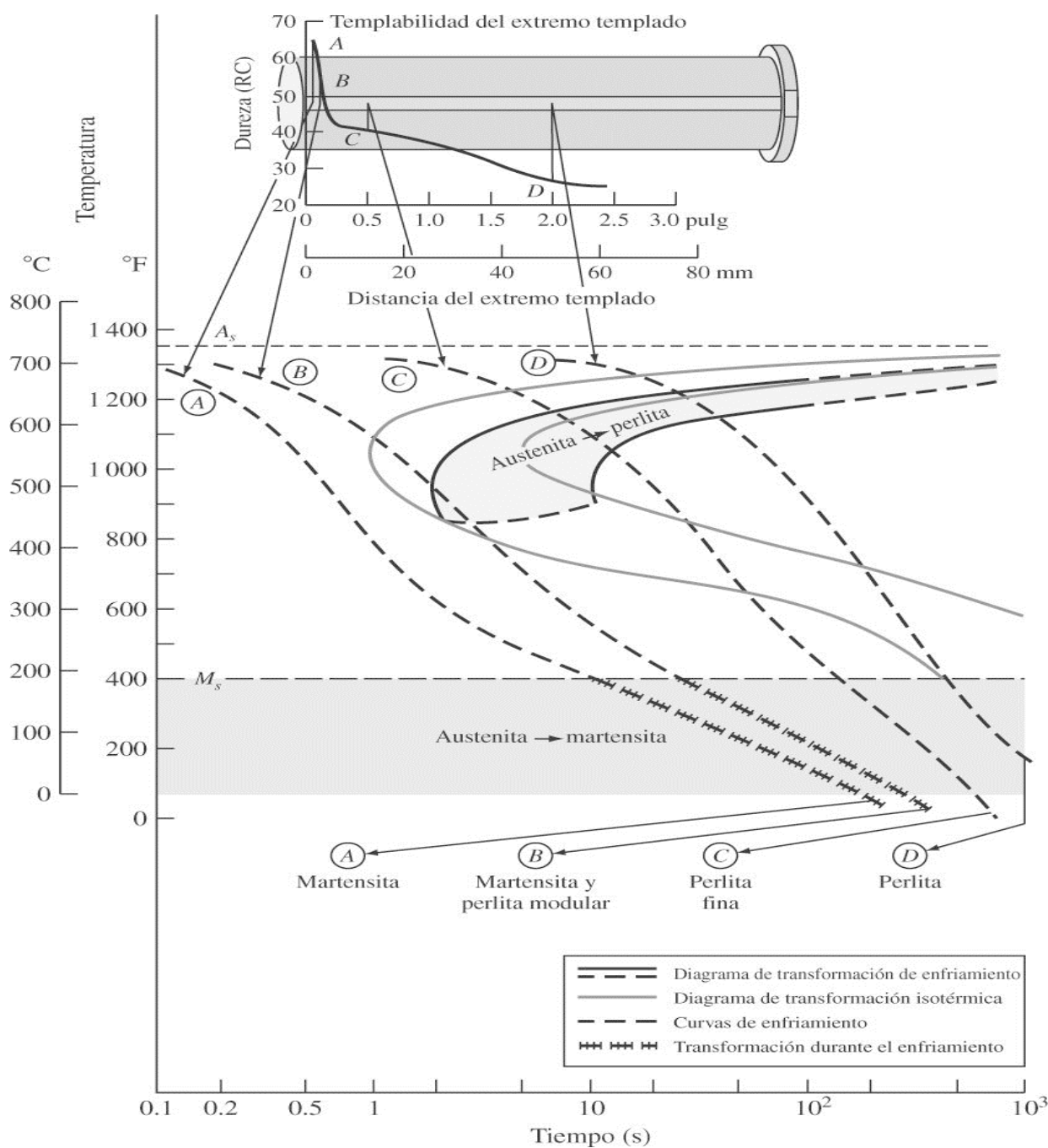




## Quenching and Hardenability tests

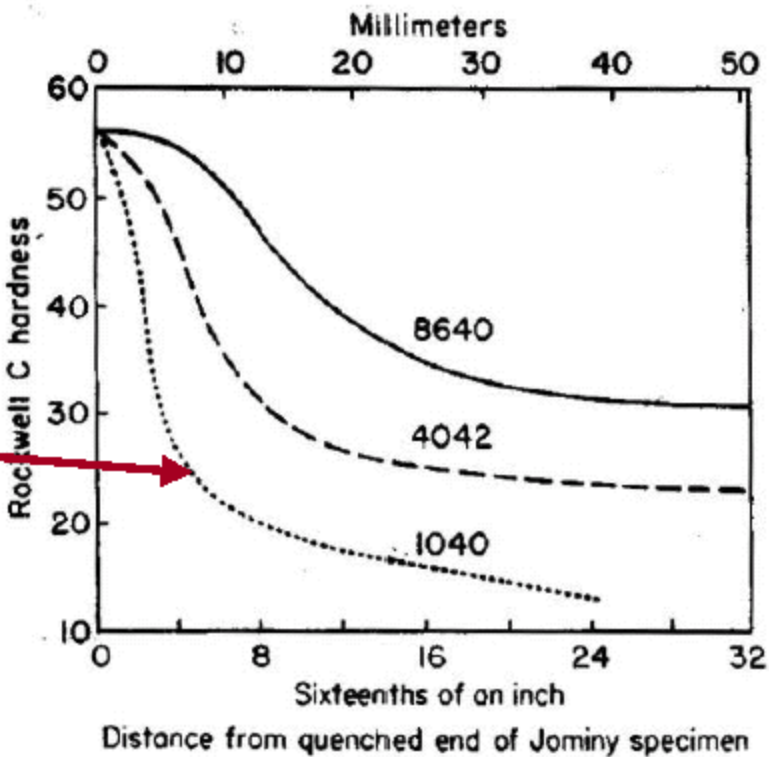
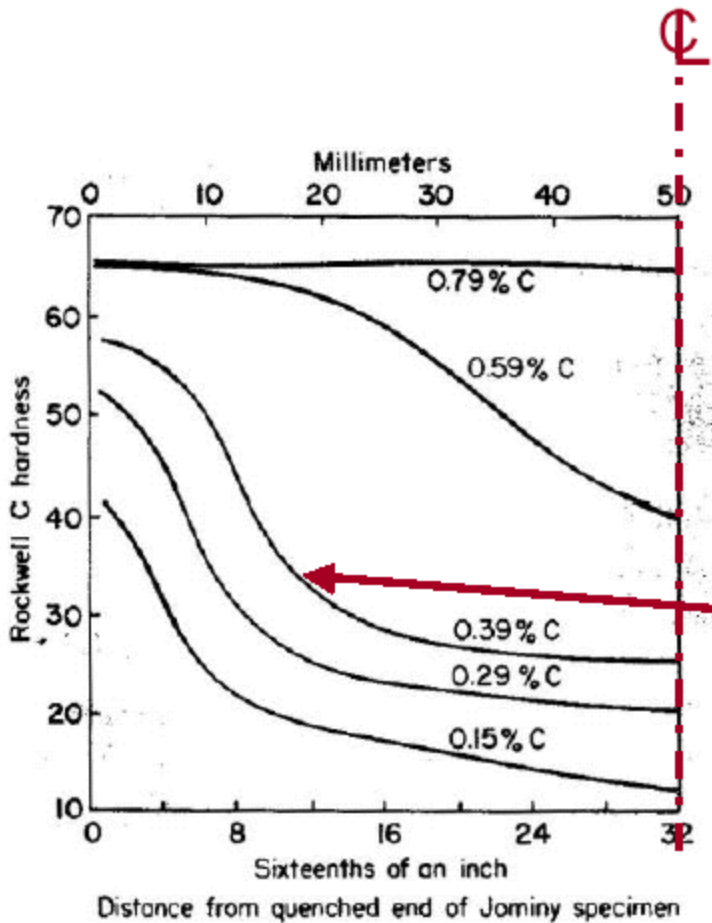
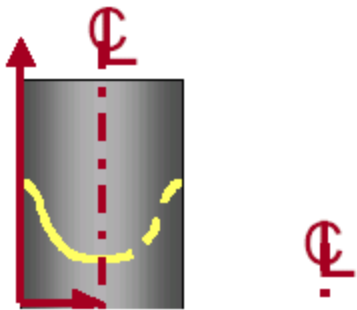




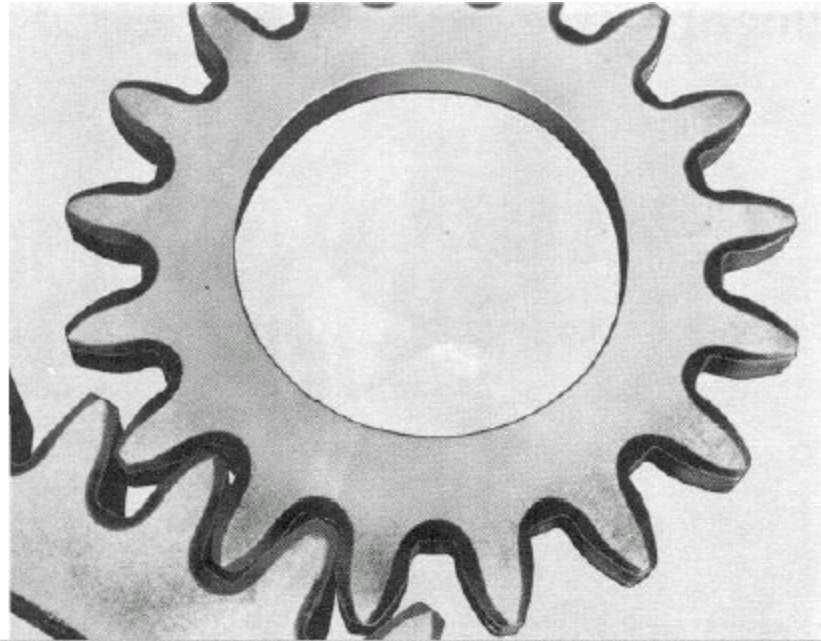


Correlación del diagrama de transformación por enfriamiento continuo y los datos de la prueba de la capacidad de endurecimiento de extremo templado para acero al carbono eutectoide.

# Hardenability can be influenced by alloying content



Induction hardened pinion gear,  
macro-etch showing surface  
hardened part



**Table I — Chemical Compositions of Typical Gear Steels, wt %**

AISI No.	C	Mn	Ni	Cr	Mo
4118	0.18-0.23	0.70-0.90	—	0.40-0.60	0.08-0.15
4320	0.17-0.23	0.45-0.65	1.65-2.00	0.40-0.60	0.20-0.30
4820	0.18-0.23	0.50-0.70	3.25-3.75	—	0.20-0.30
8620	0.18-0.23	0.70-0.90	0.40-0.70	0.40-0.60	0.15-0.25
9310	0.08-0.13	0.45-0.65	3.00-3.50	1.00-1.40	0.08-0.15

# Revenido

- El acero se vuelve a calentar a temperatura inferior de la eutectiodes, para así lograr descomponer la martensita y transformarla, según el tiempo de exposición y la temperatura en las estructuras de:

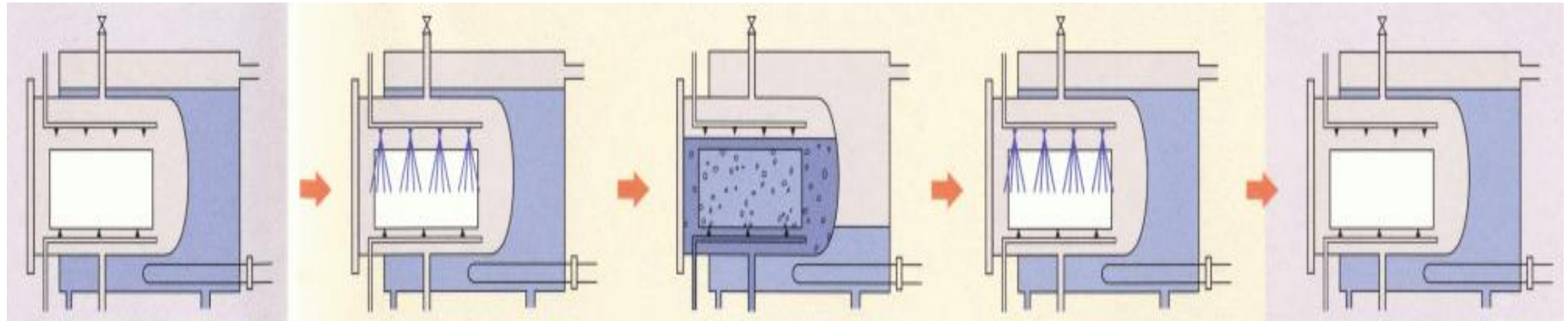
1. Bainita

2. Siderita

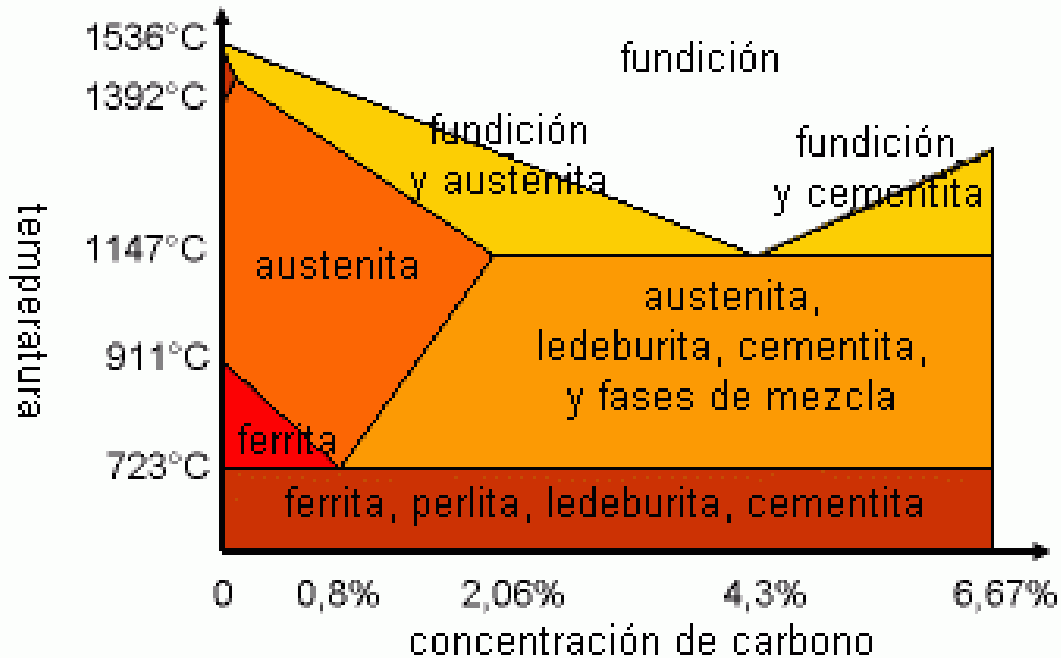
3. Sorbita

4. troostita

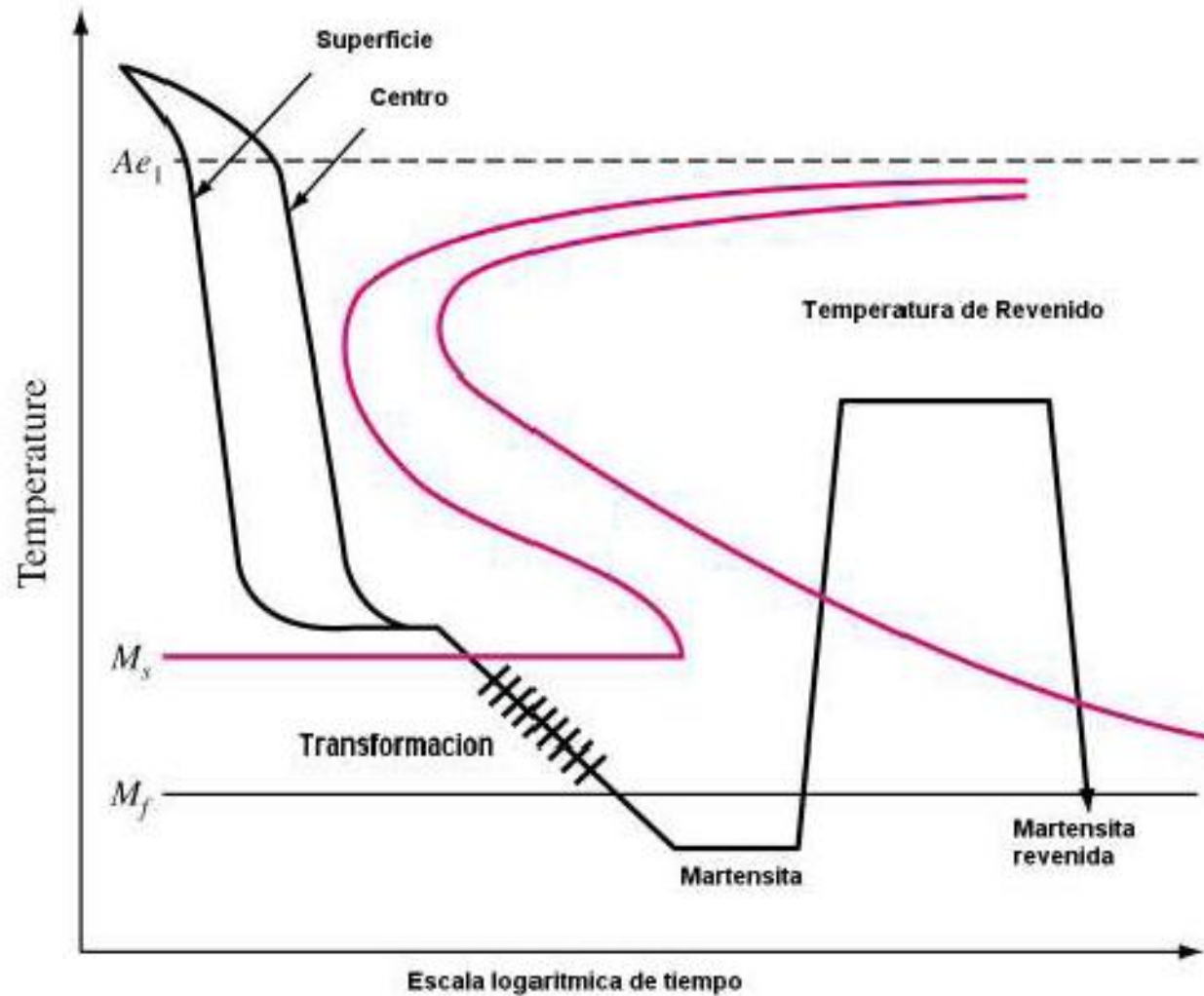


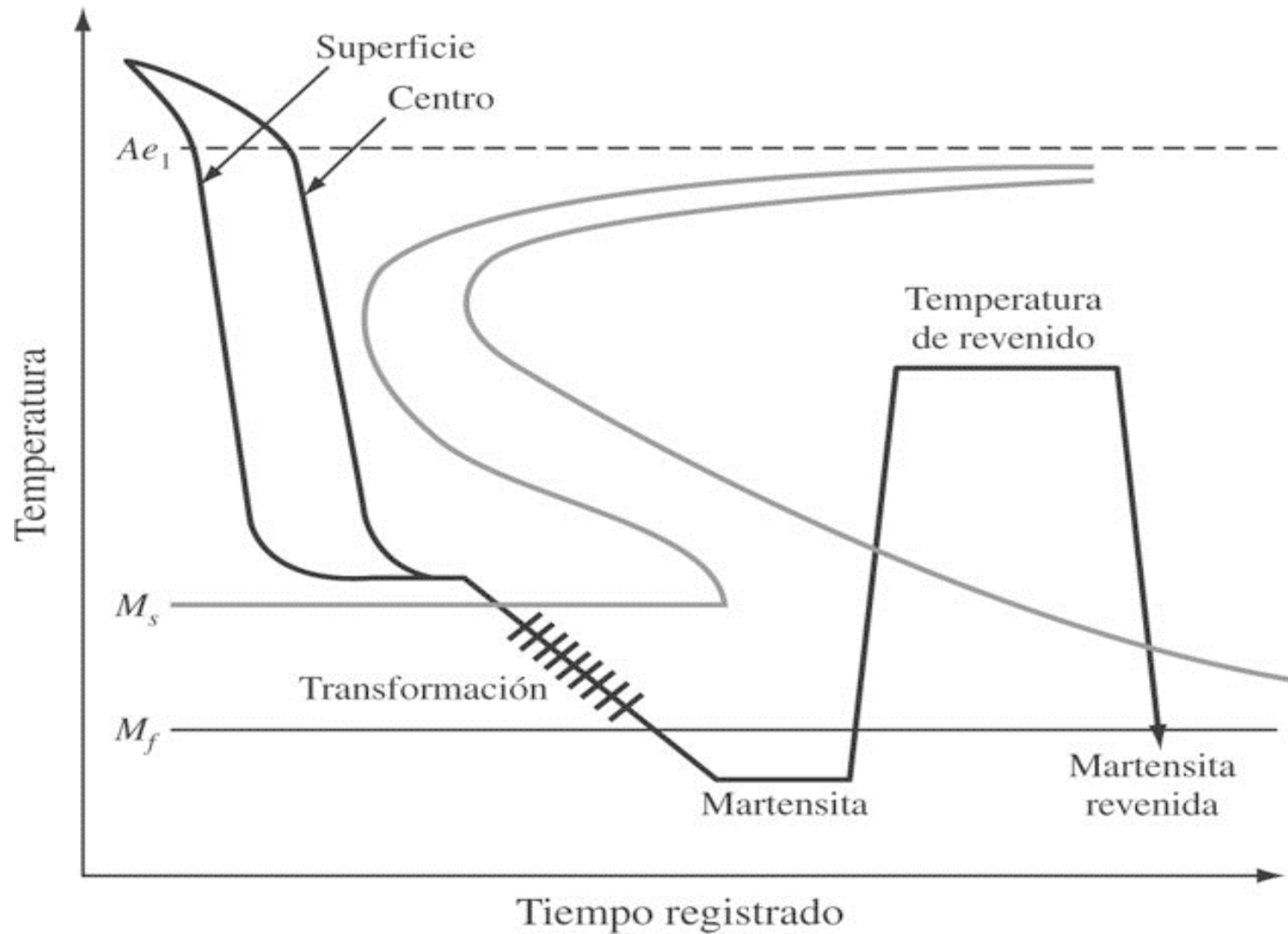


## Revenido de acero en horno para revenido



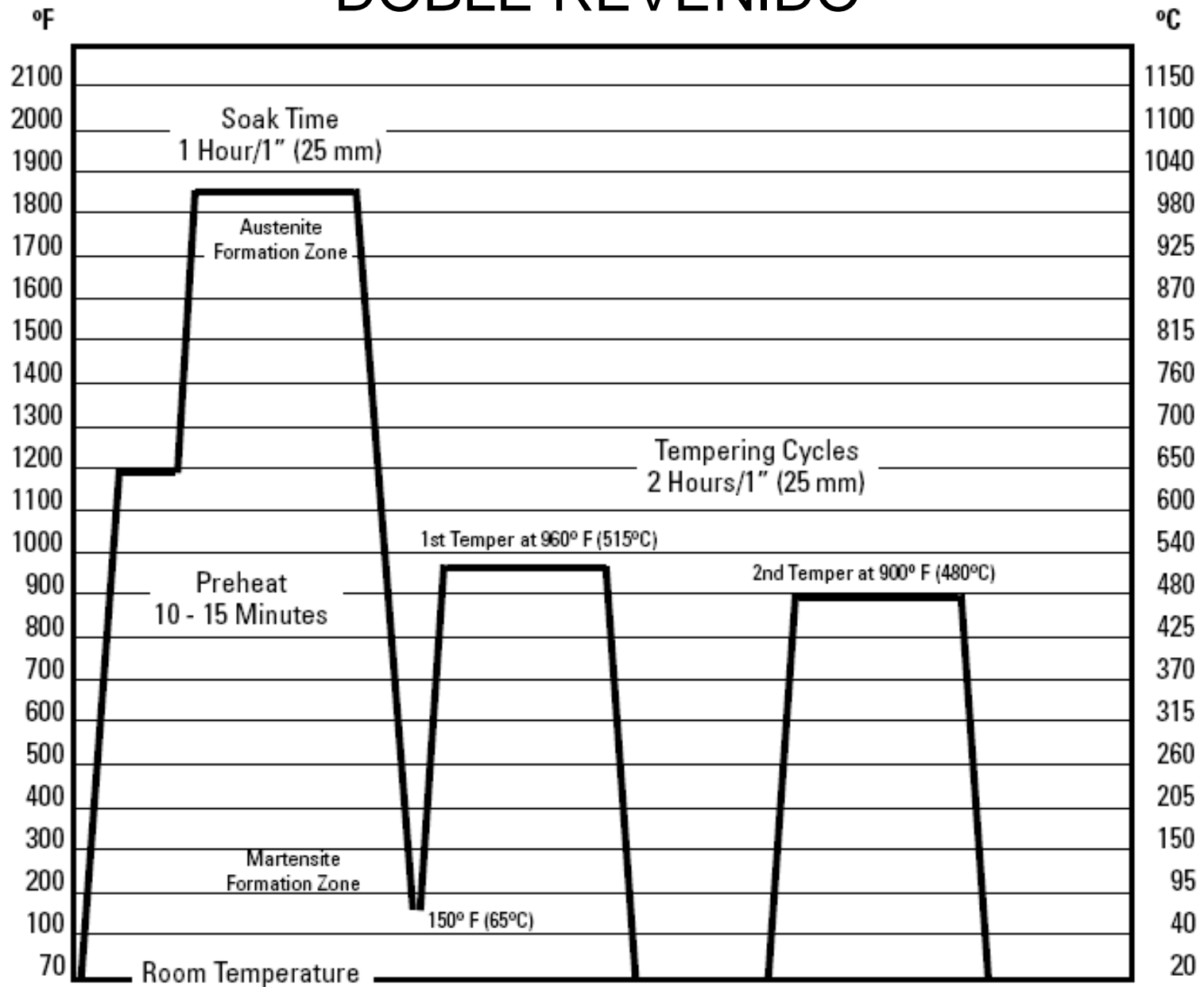
- **La curva “S” Martensita**





Curva de enfriamiento para el martemperizado (martemplado) sobrepuesta a un diagrama de acero al carbono simple eutectoide. La interrupción del templado reduce los esfuerzos que se crean en el metal durante ese proceso.

# DOBLE REVENIDO





# Doble Revenido

- **Proceso:**

- Temple
- 1er Revenido
- Enfriamiento
- 2do Revenido

- **Resultados:**

- 4 pts. Menos Rockwell
- 25-30% resistencia al desgaste

# Tratamientos Mecánicos

Julio Aguilar

# Tratamientos mecánicos

- **En frío:**

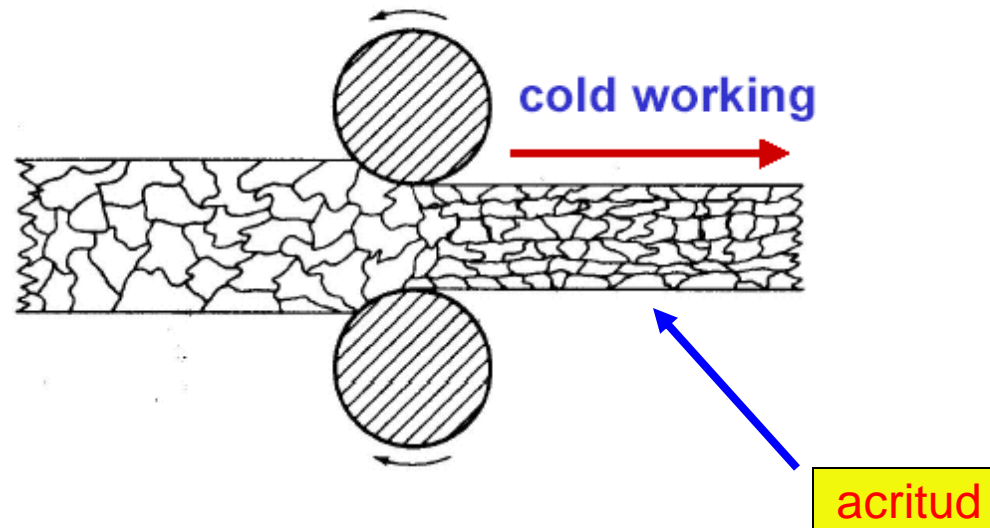
1. Laminado
2. Trefilado
3. Doblado
4. Estampado
5. Troquelado
6. Embutido
7. cortado

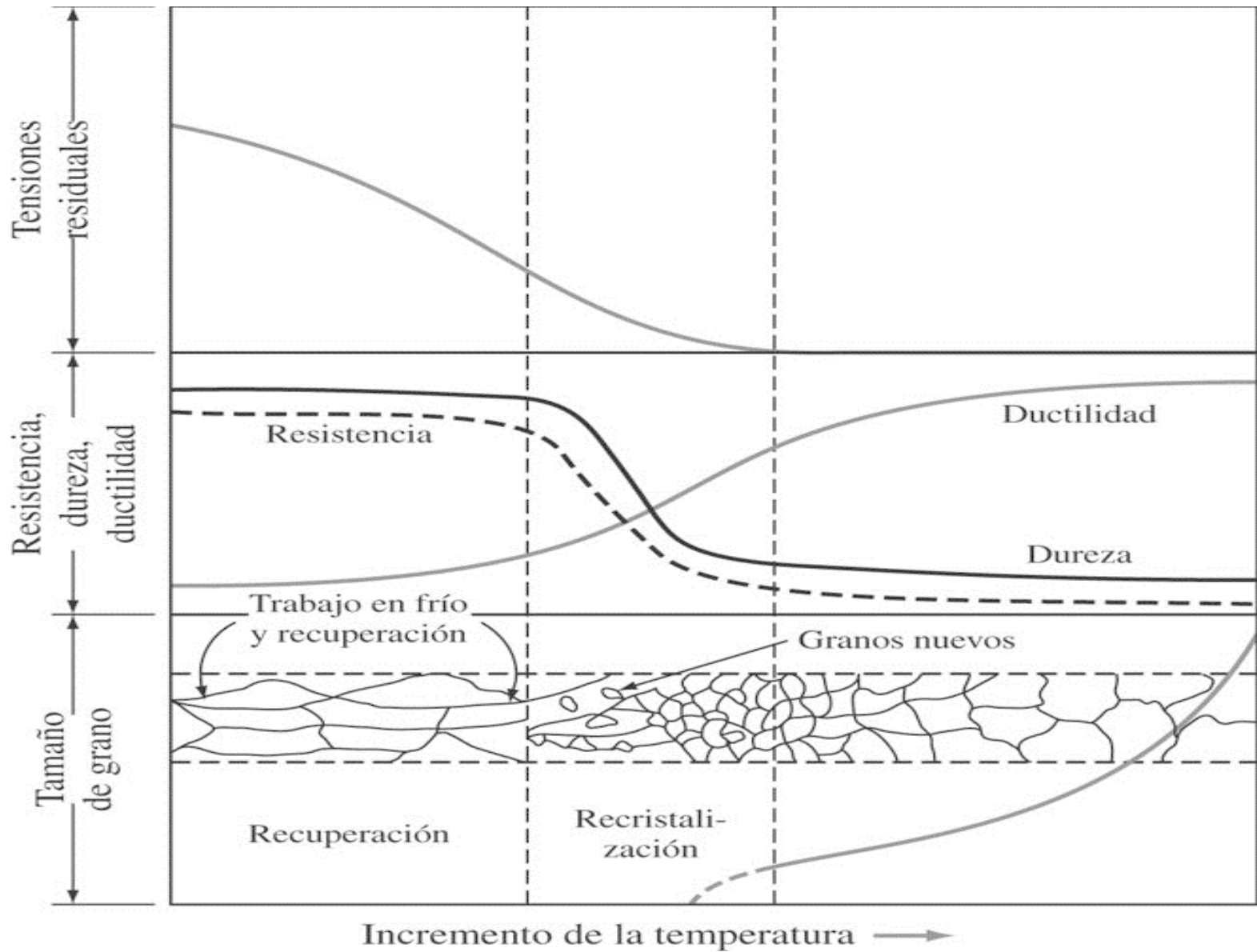
- **En caliente:**

1. Laminado
2. Forjado
3. Extrusión

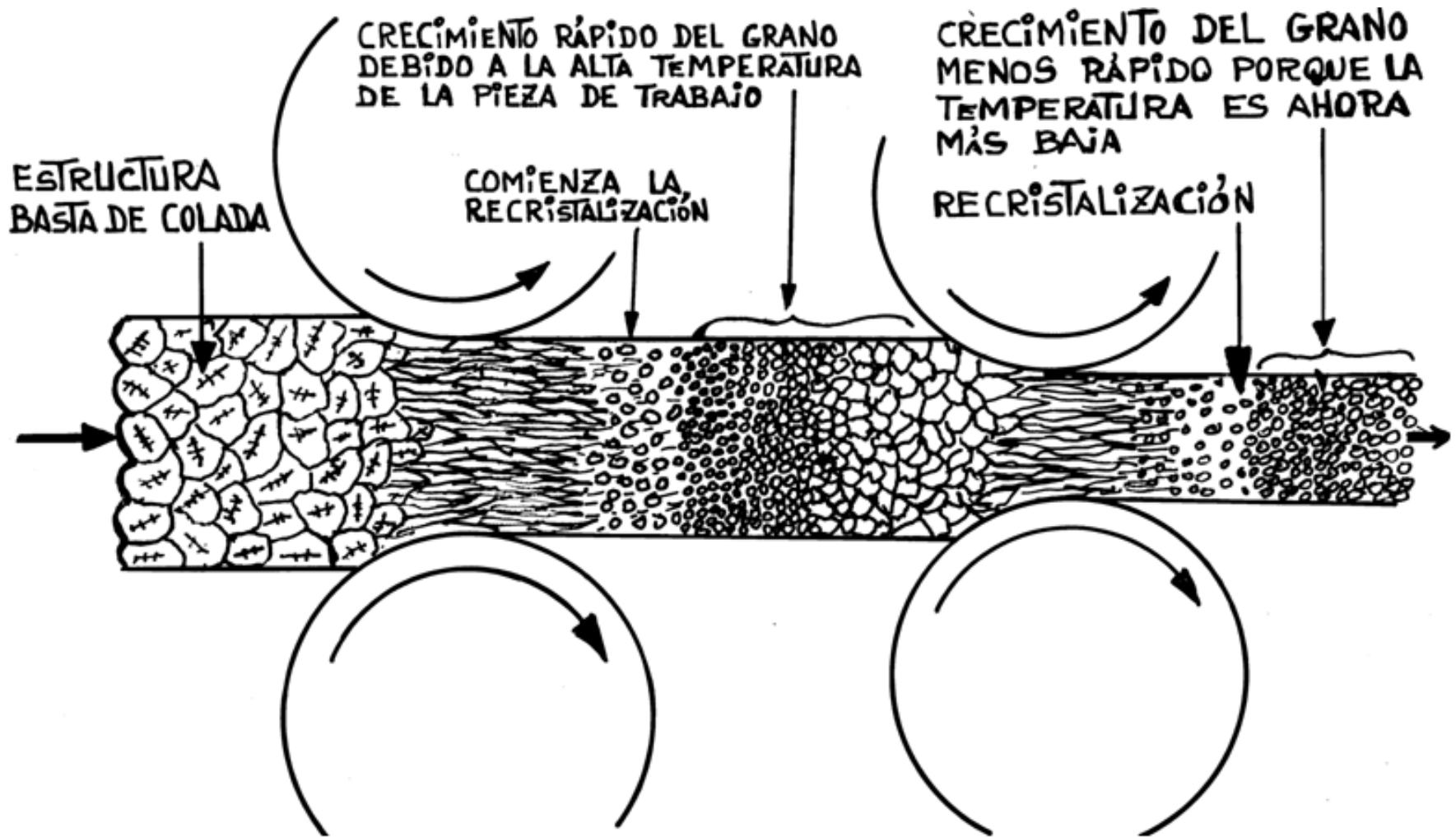
# Tratamientos mecánicos en frío

- Laminado: acritud

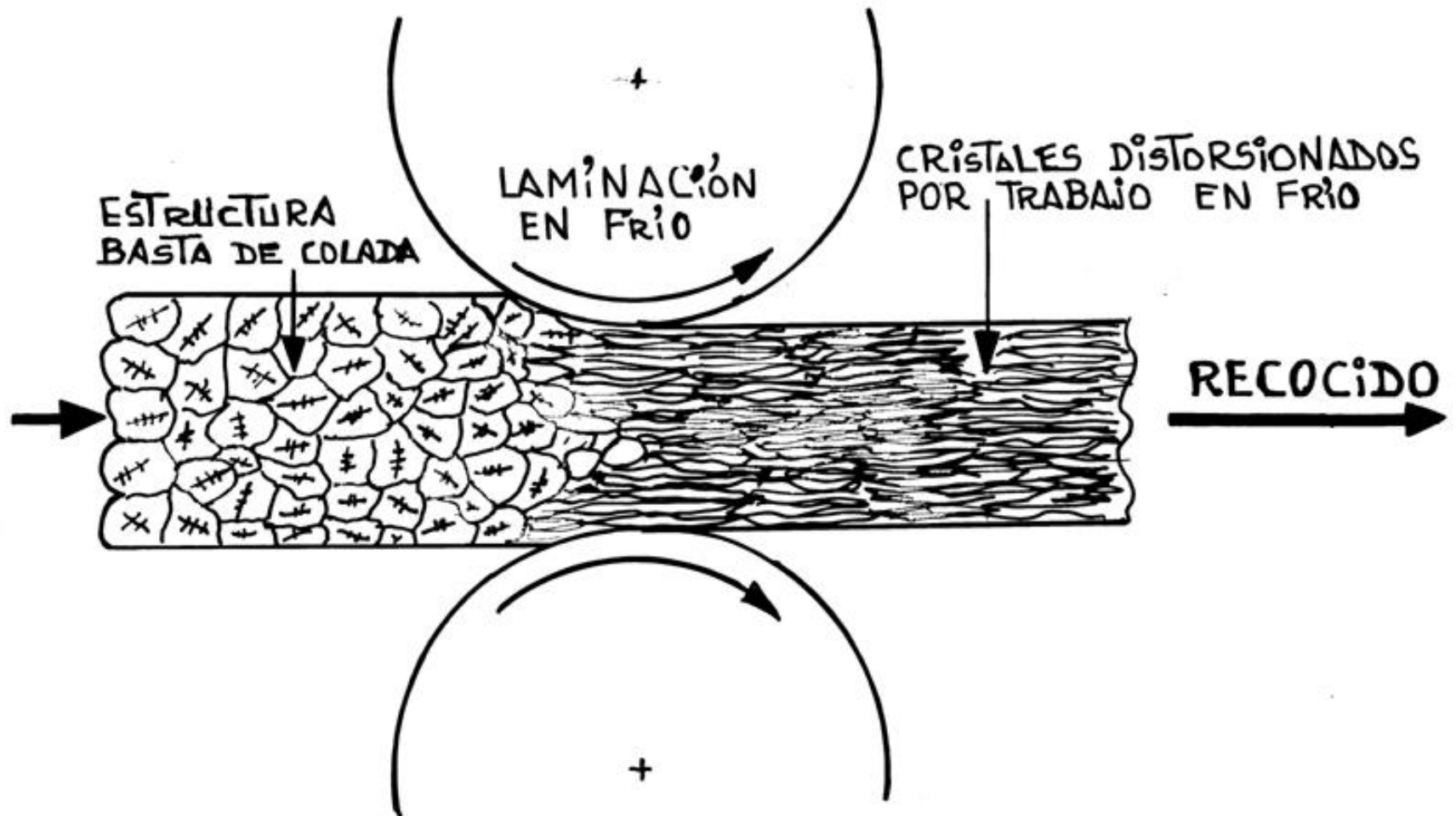




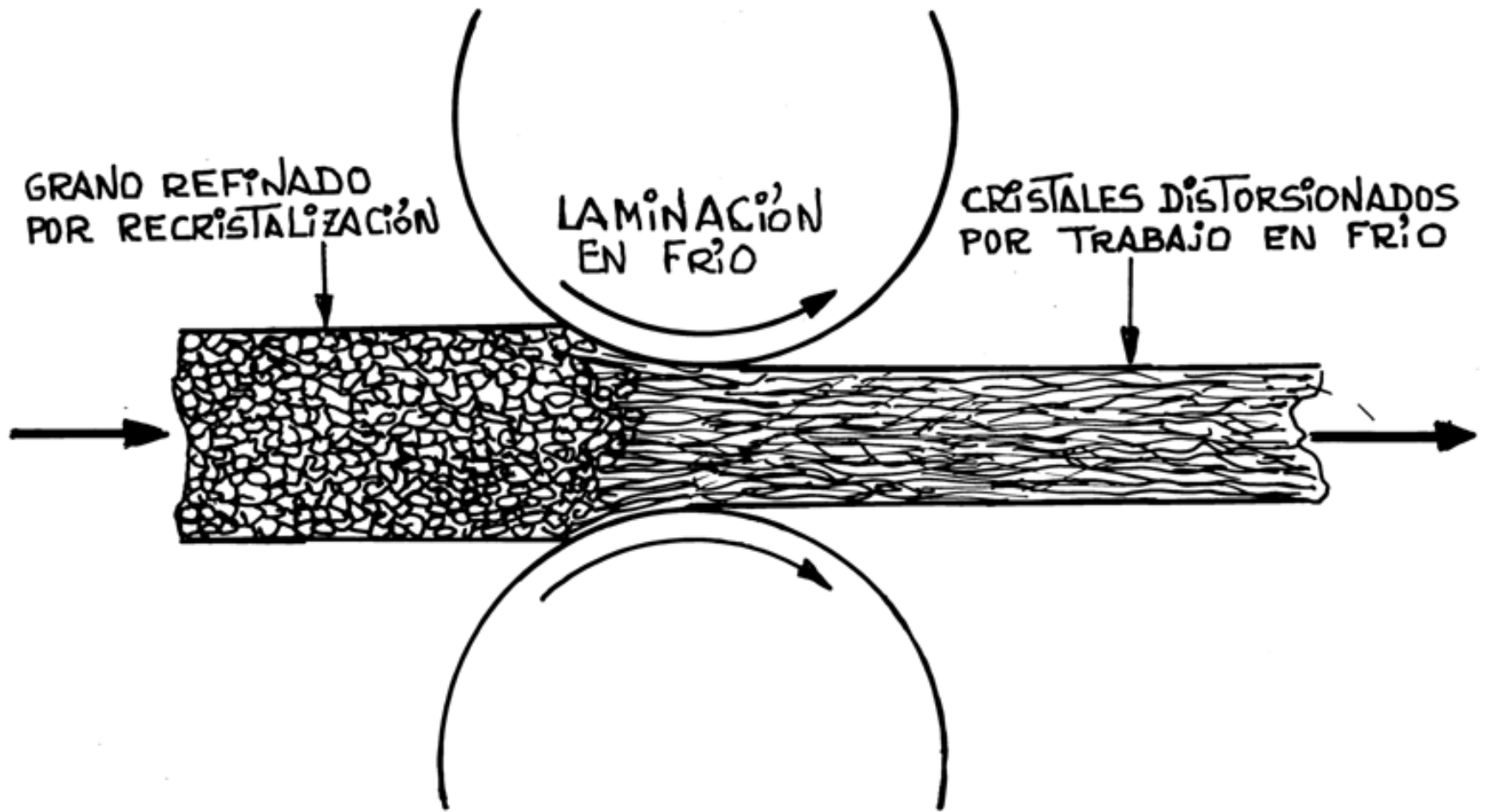
Efecto del recocido en los cambios sobre la estructura y las propiedades mecánicas de un metal trabajado en frío.



**Laminación en caliente.**



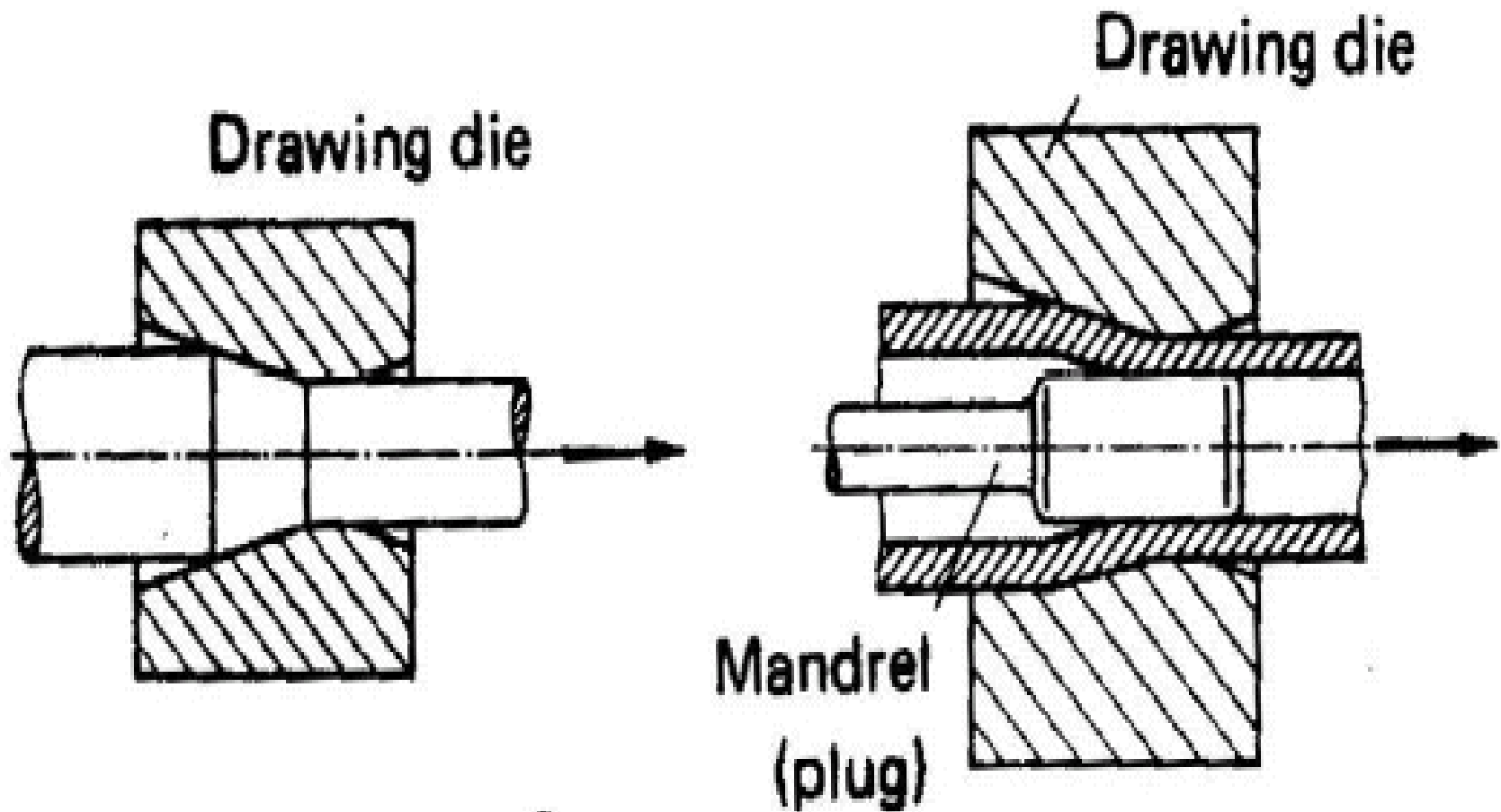
**Laminación en frío y recocido (fase1)**



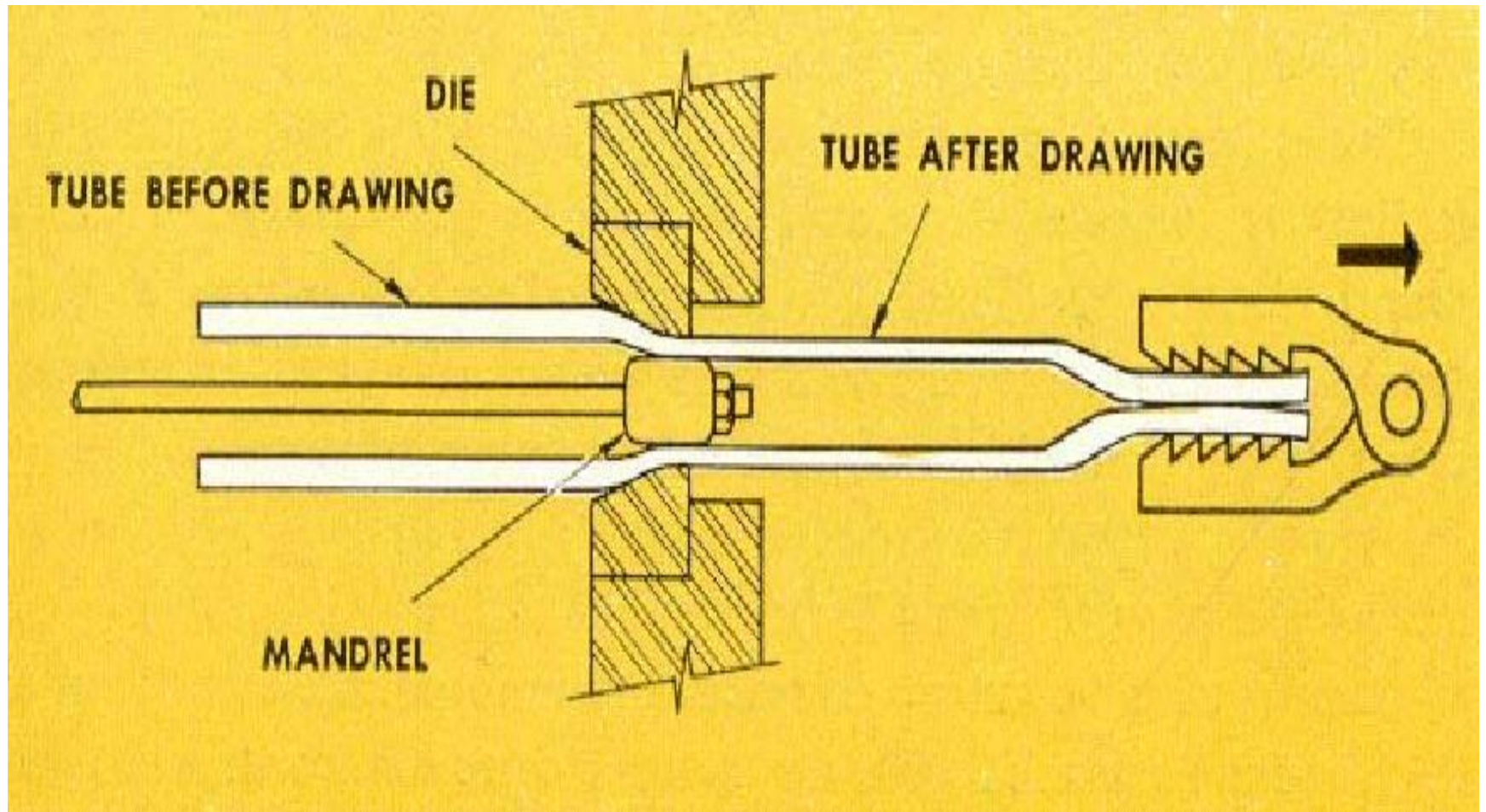
**Laminación en frío y recocido (fase 2).**



# Trefilado/estirado

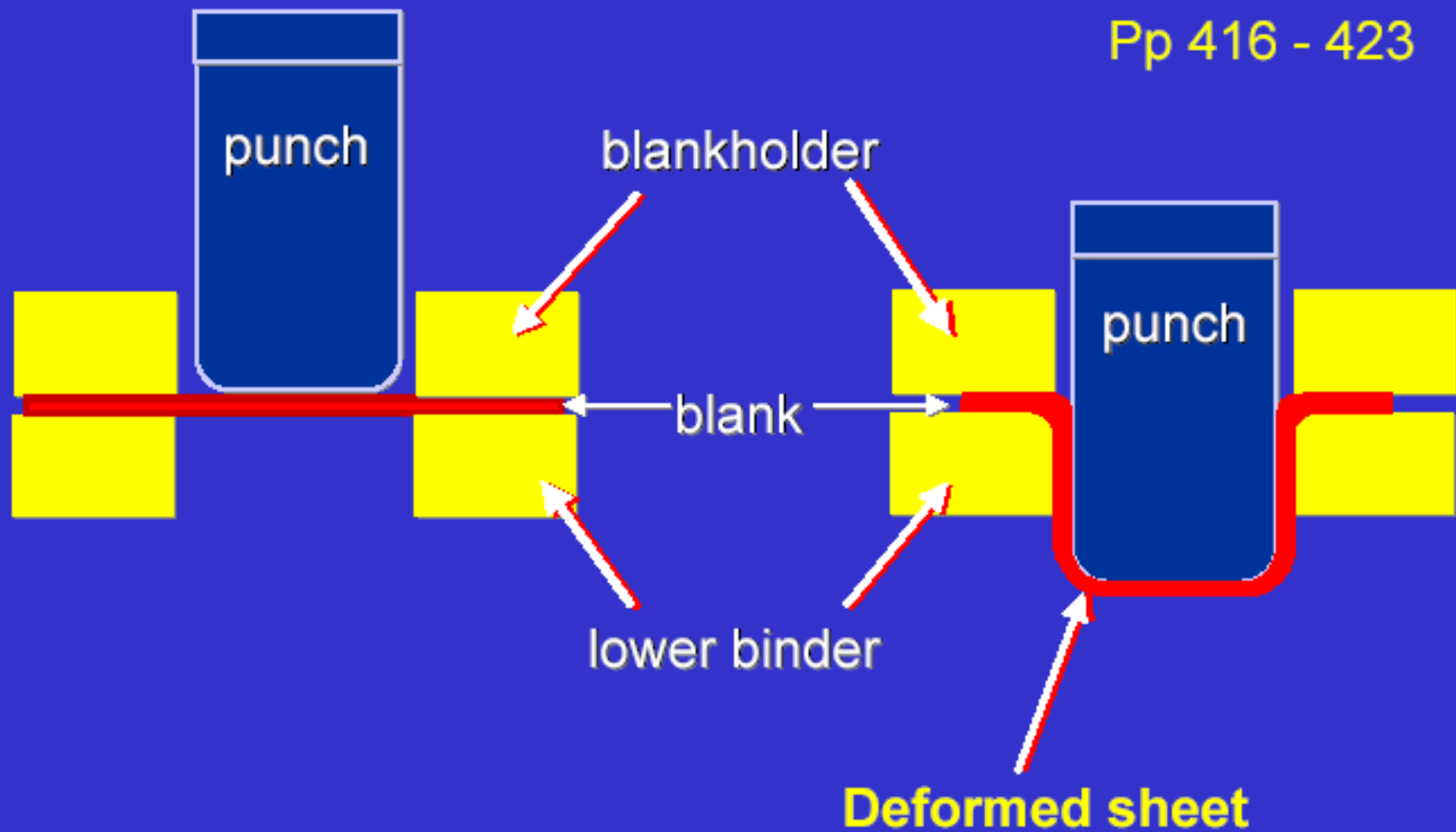


# Trefilado/estirado



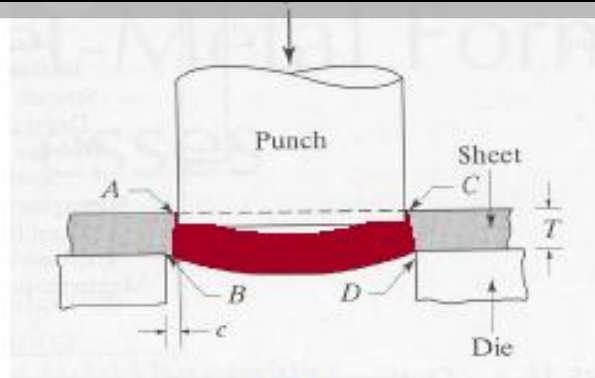
# Conventional Deep-Drawing

Pp 416 - 423

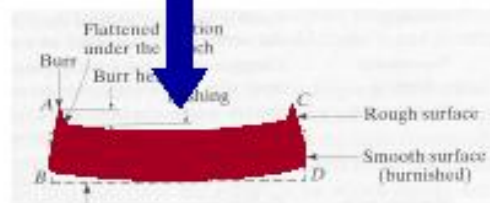
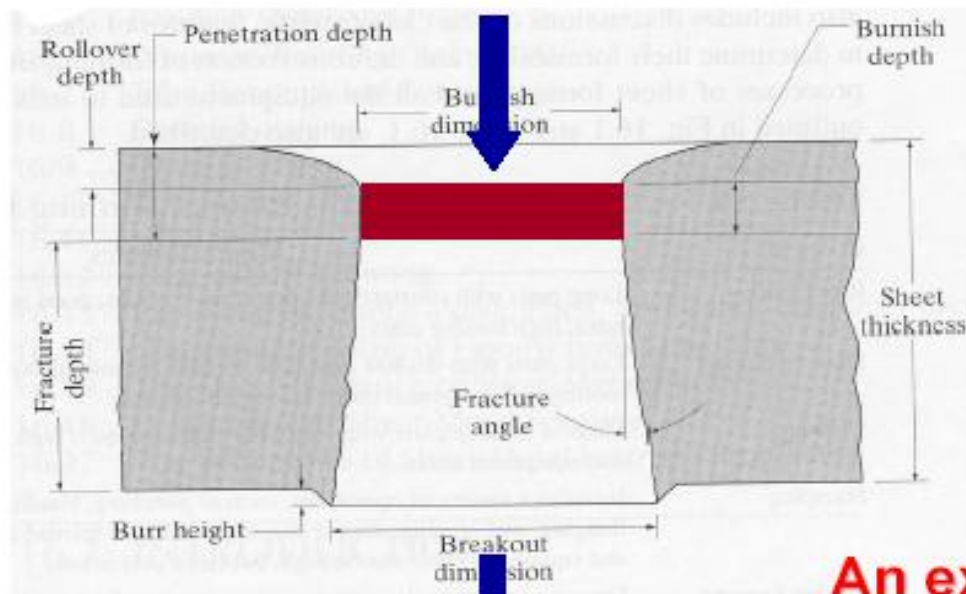


# CORTE EN FRIO

See figure 16.2



**Burrs due to Shearing/Blanking**



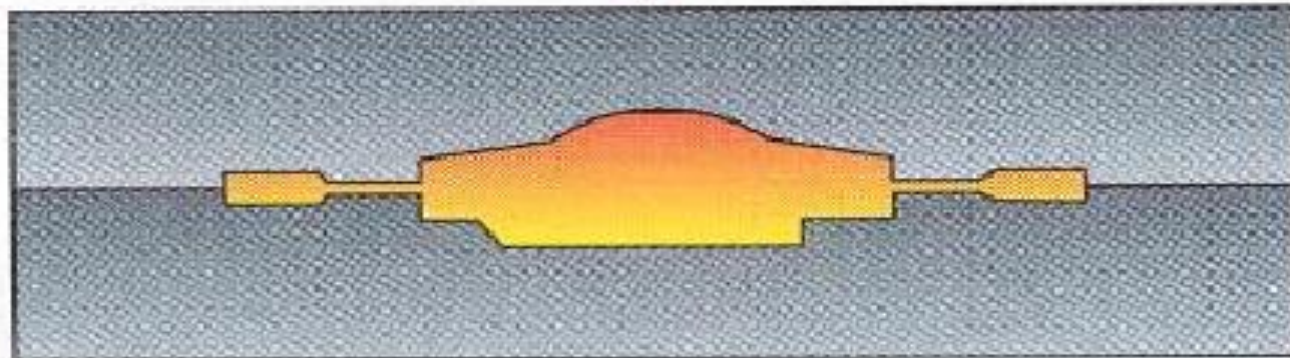
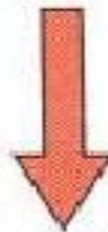
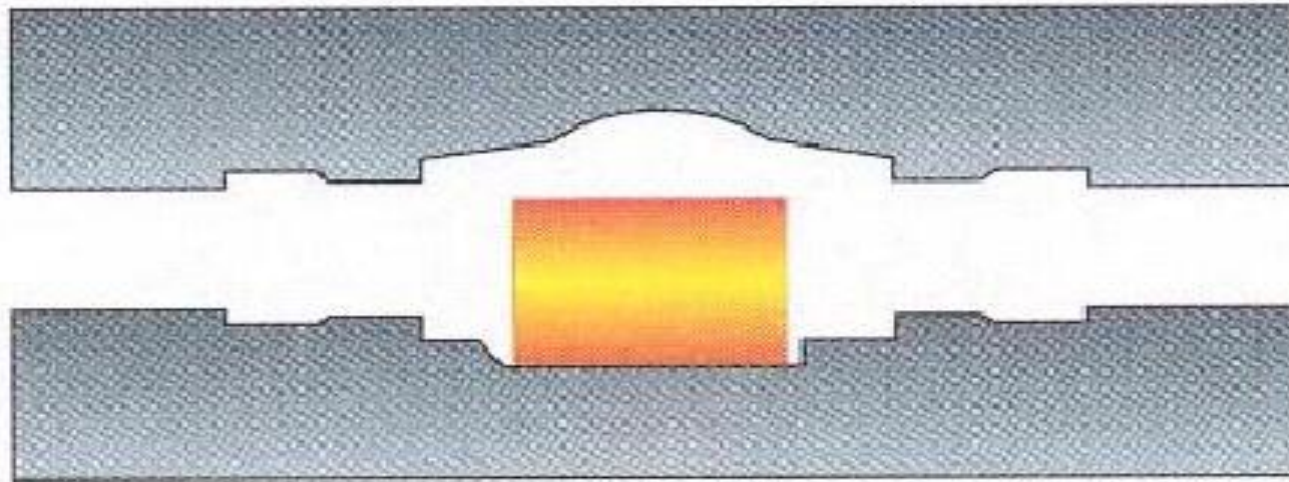
**An example of building a Blanking machine tool follows**



**LAMINADO EN CALIENTE**

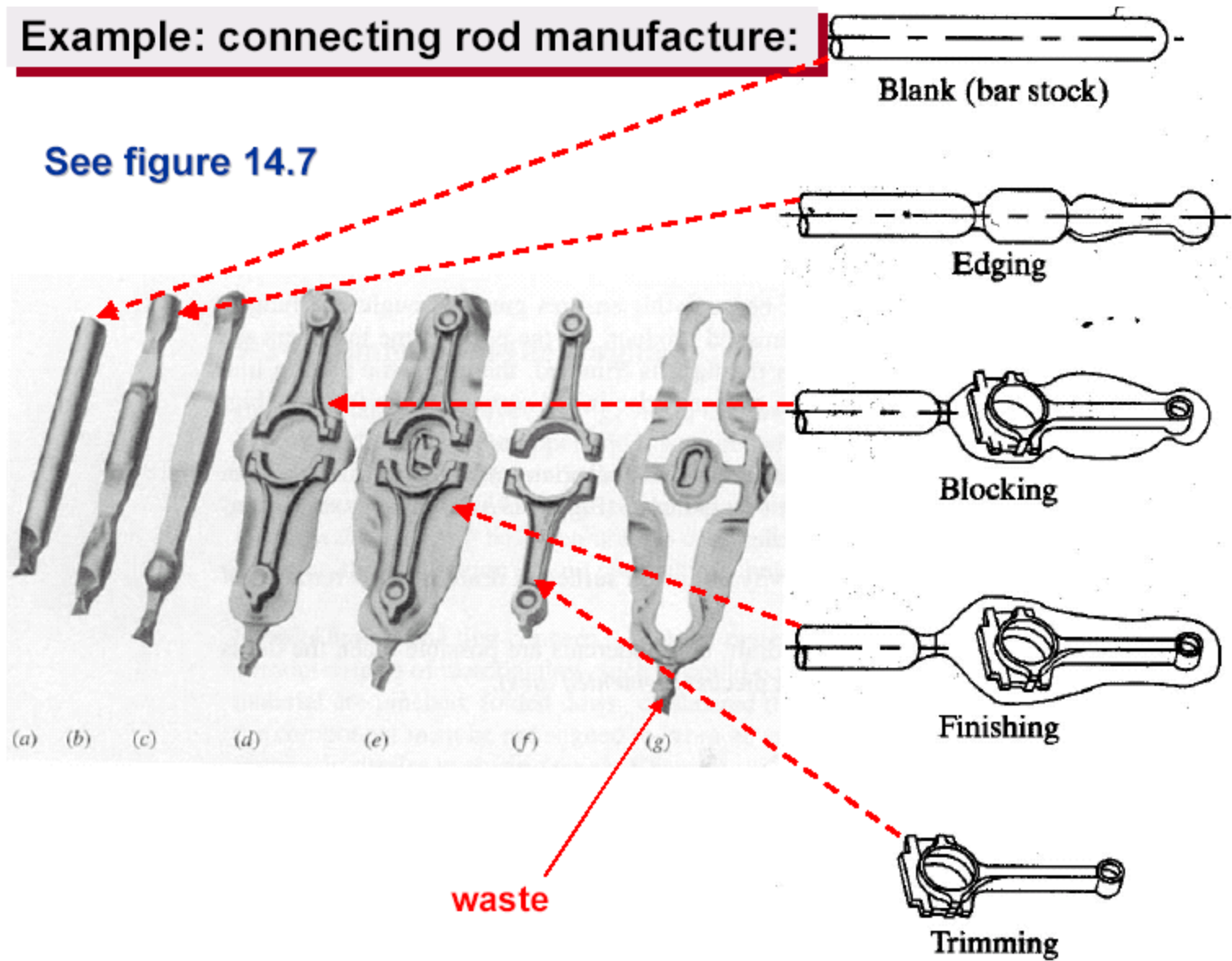
# Tratamientos mecánicos en caliente

## Forja en matriz cerrada

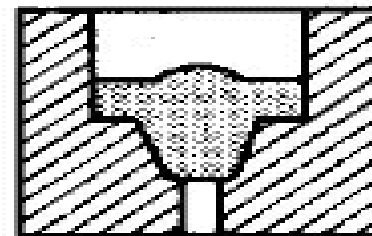
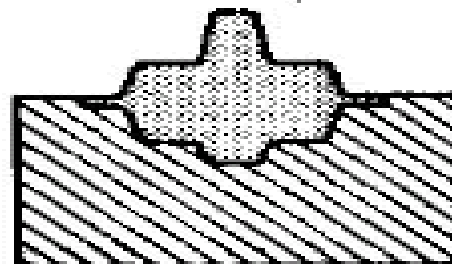
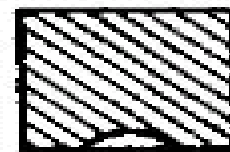
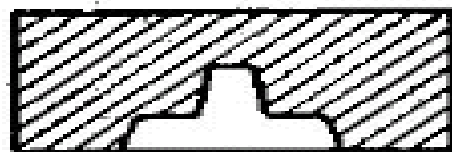
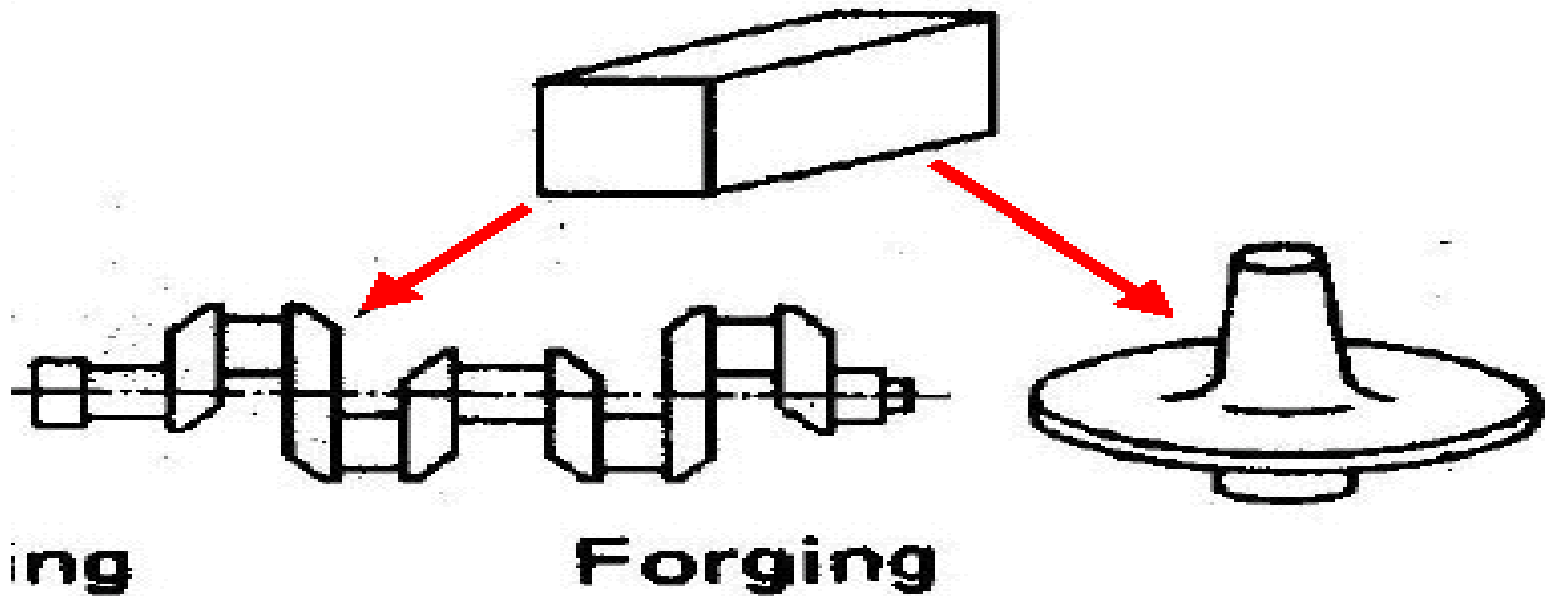


**Example: connecting rod manufacture:**

See figure 14.7

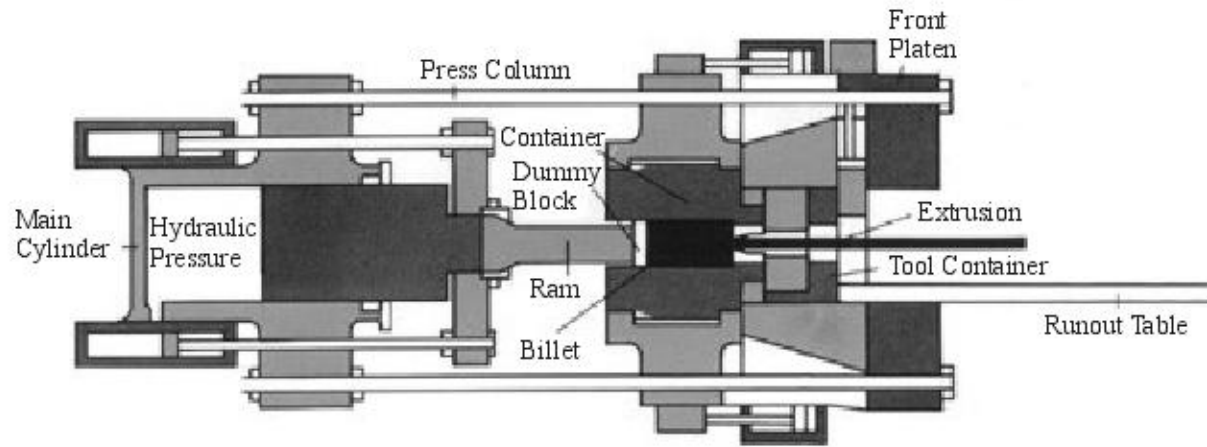
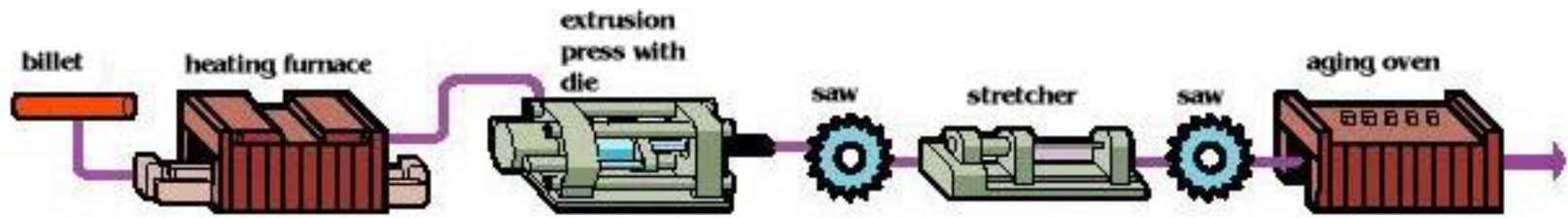


# Forja en caliente



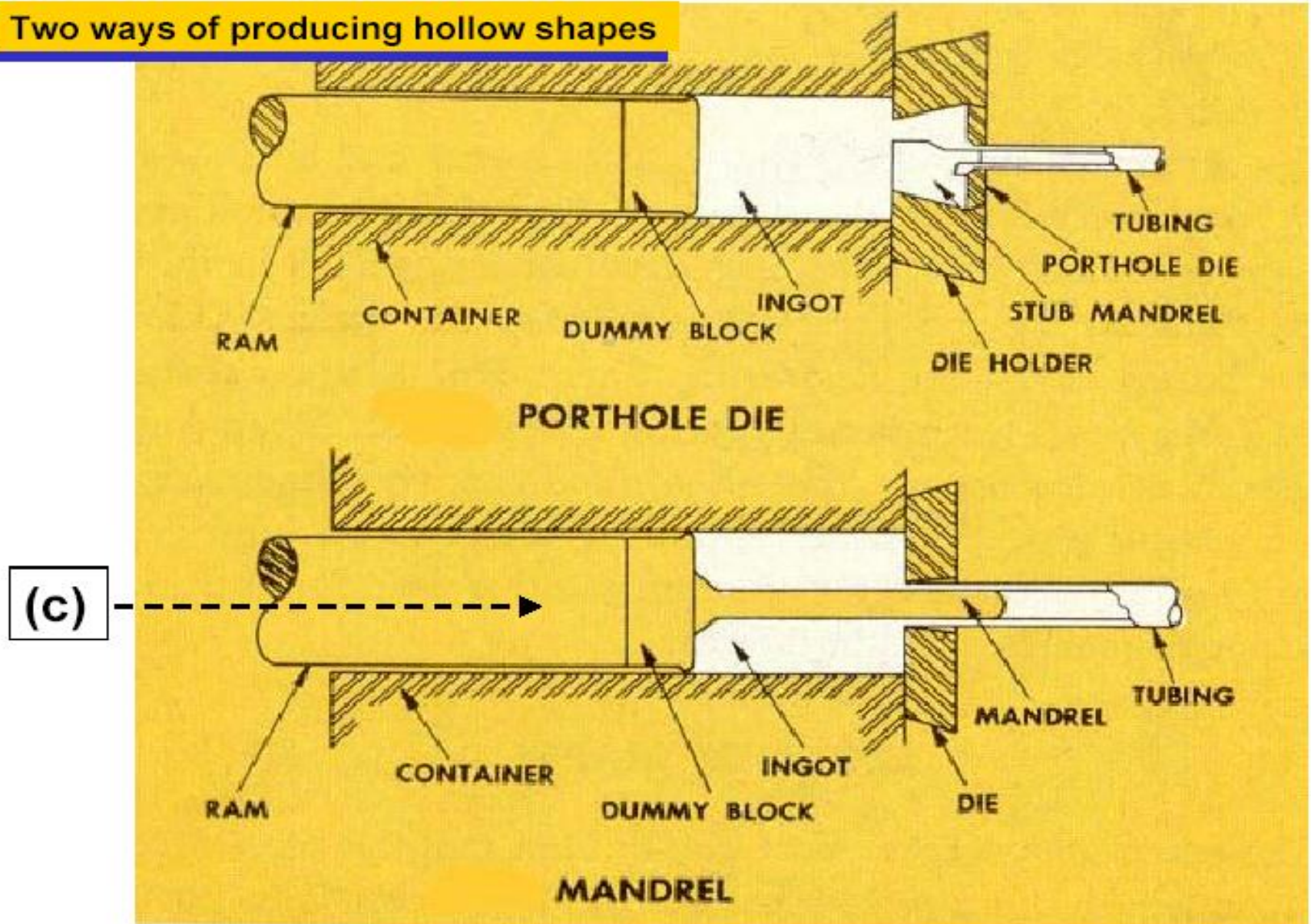


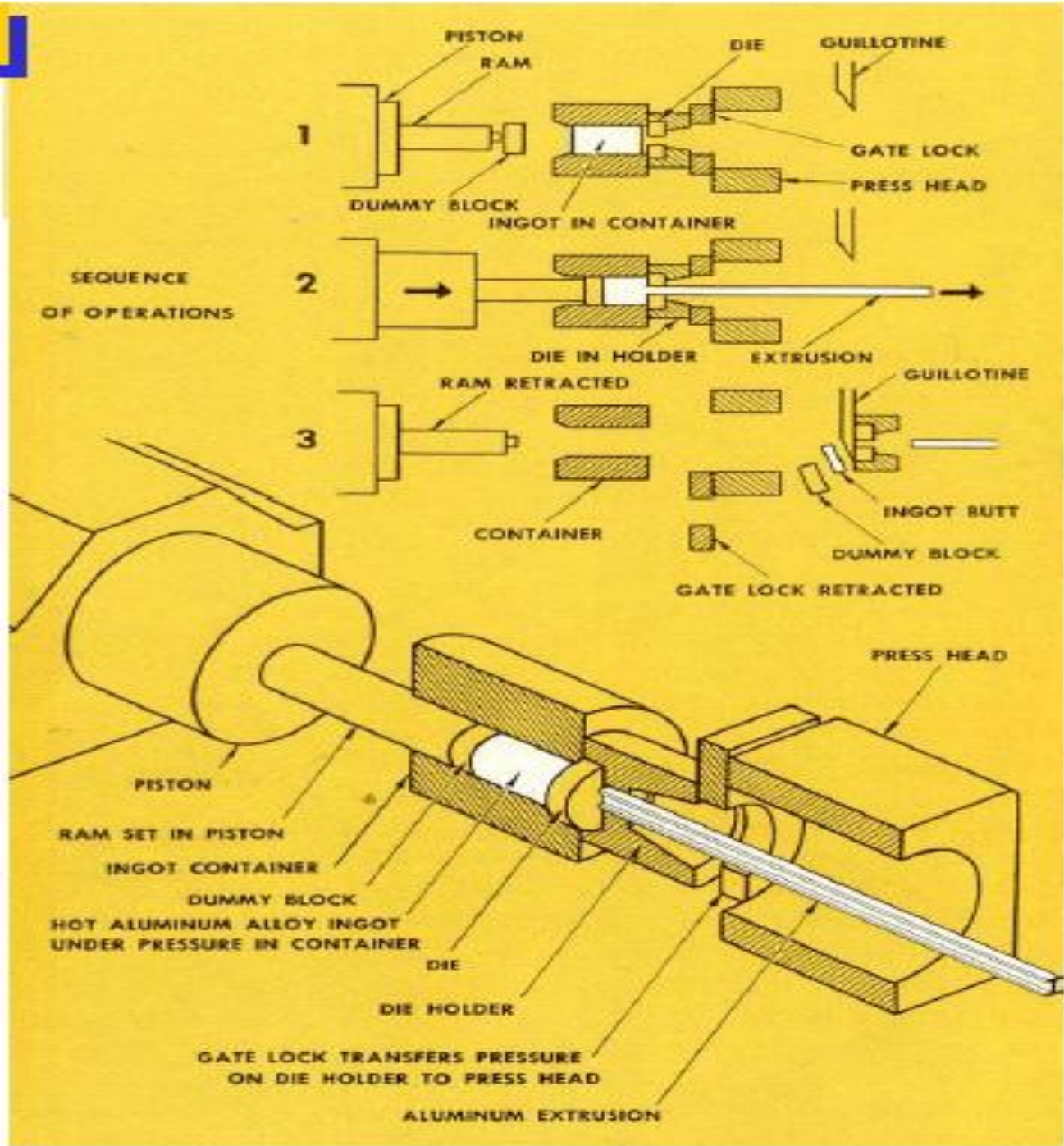
# Extrusión en caliente



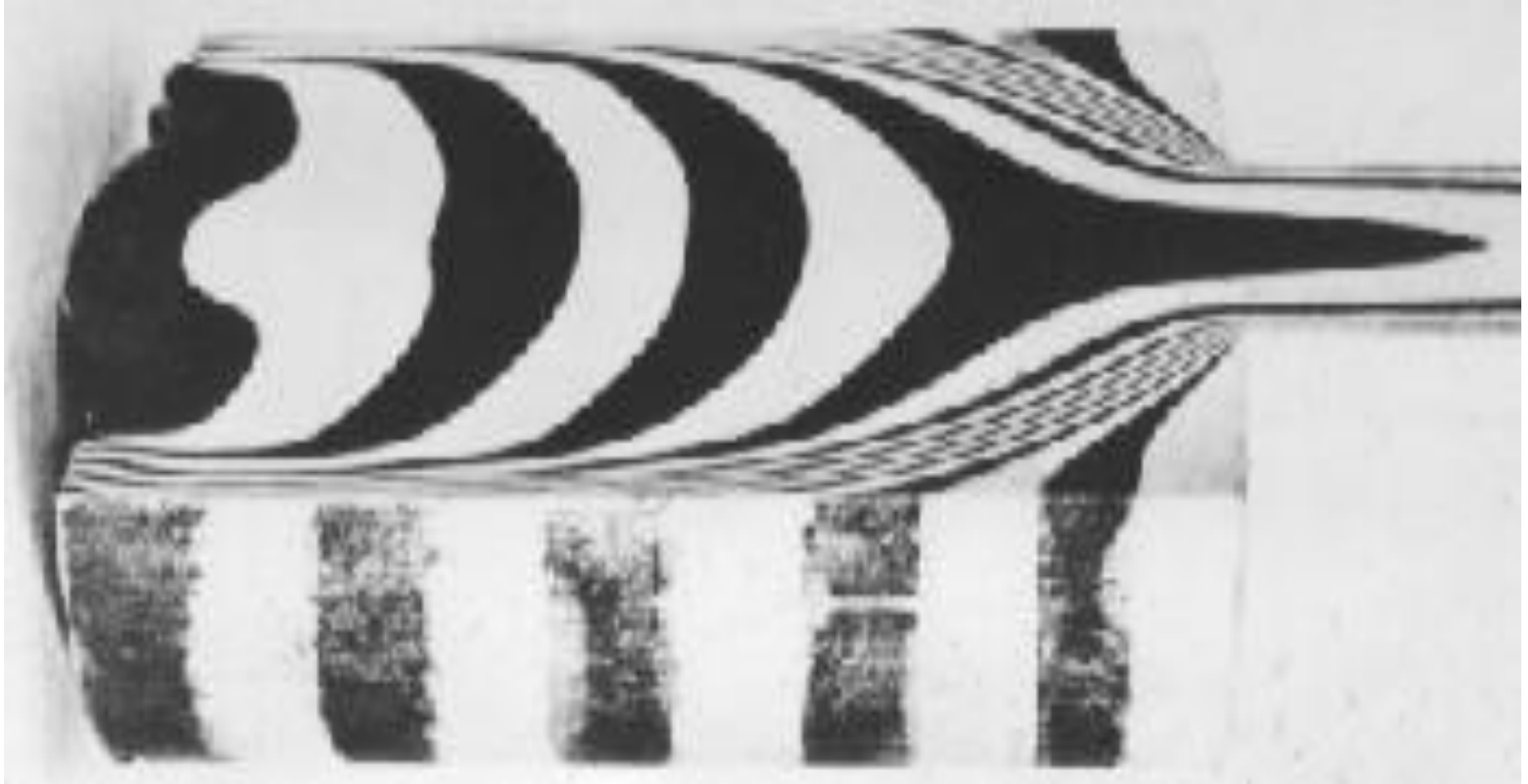
# Extrución en caliente

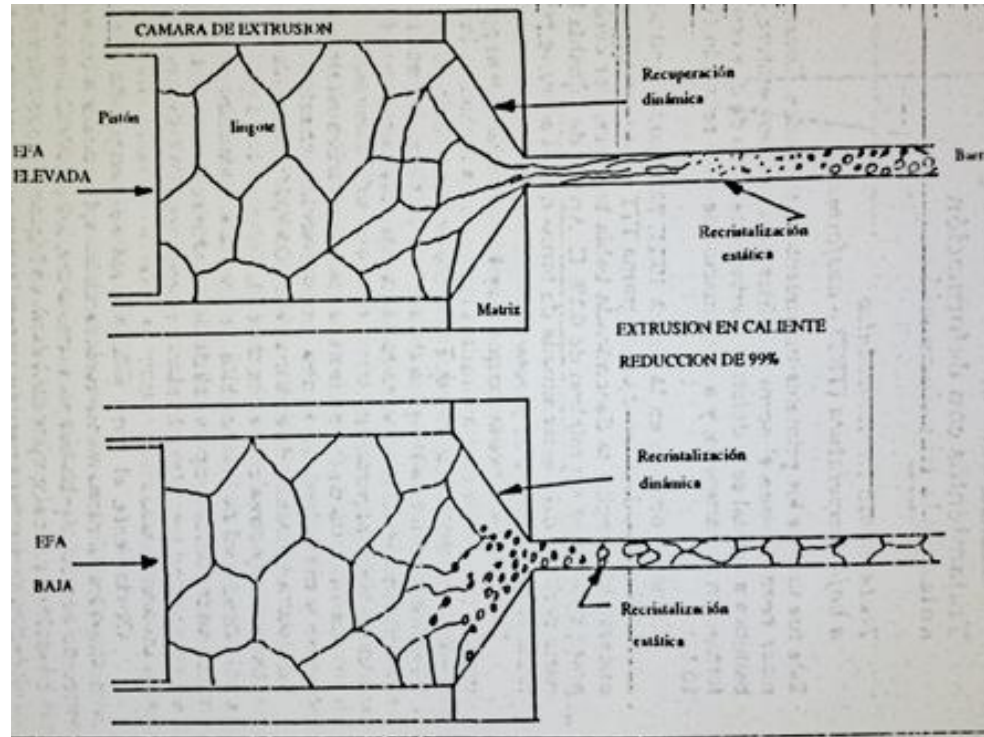
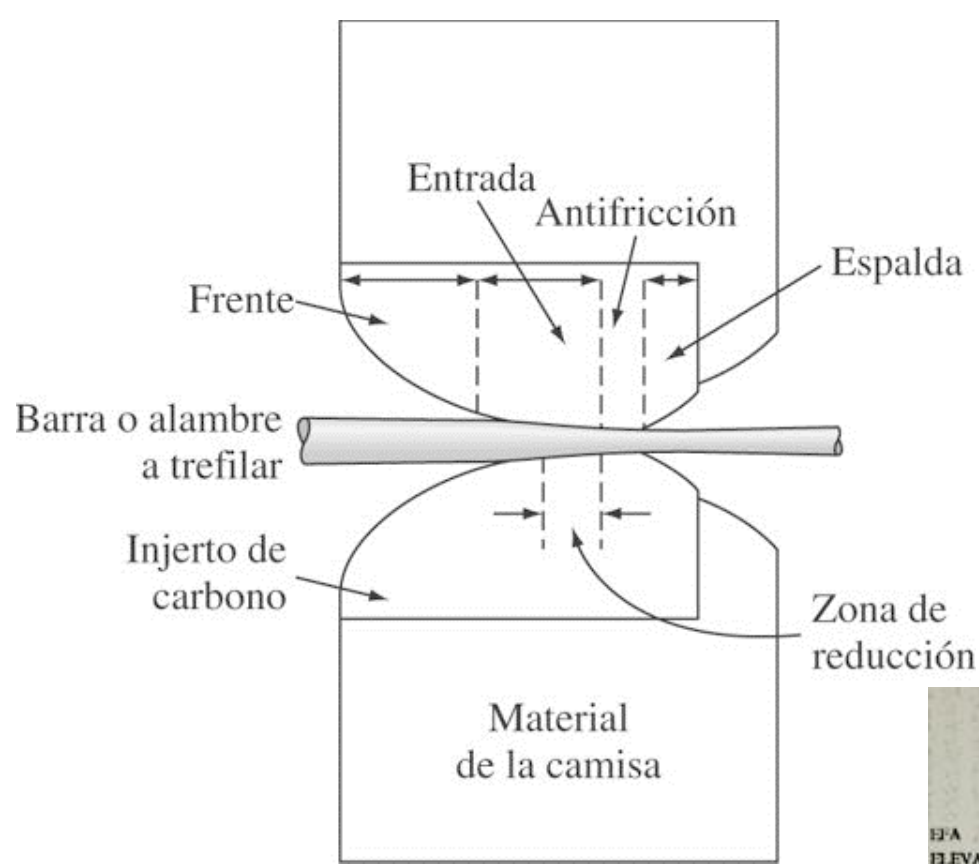
Two ways of producing hollow shapes





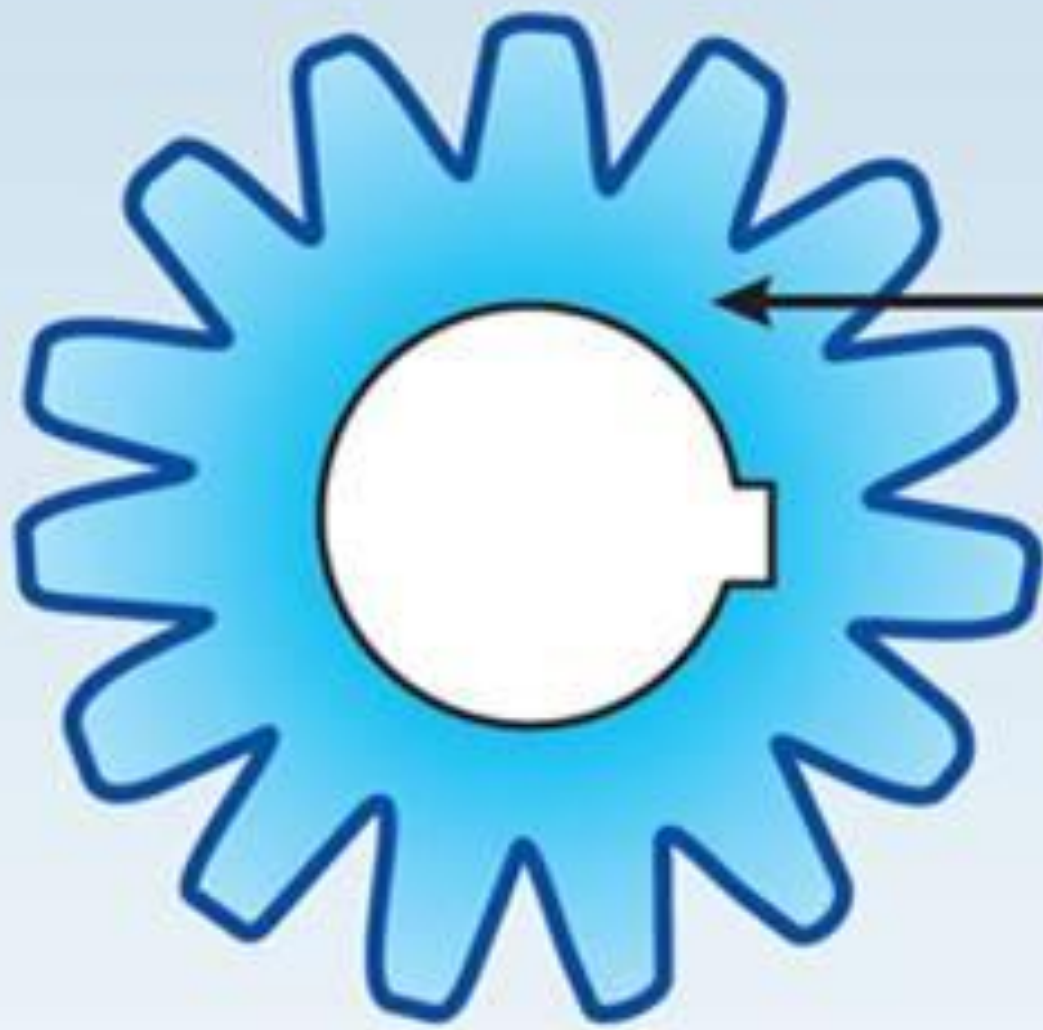
# Flujo del metal en el proceso de extrusión





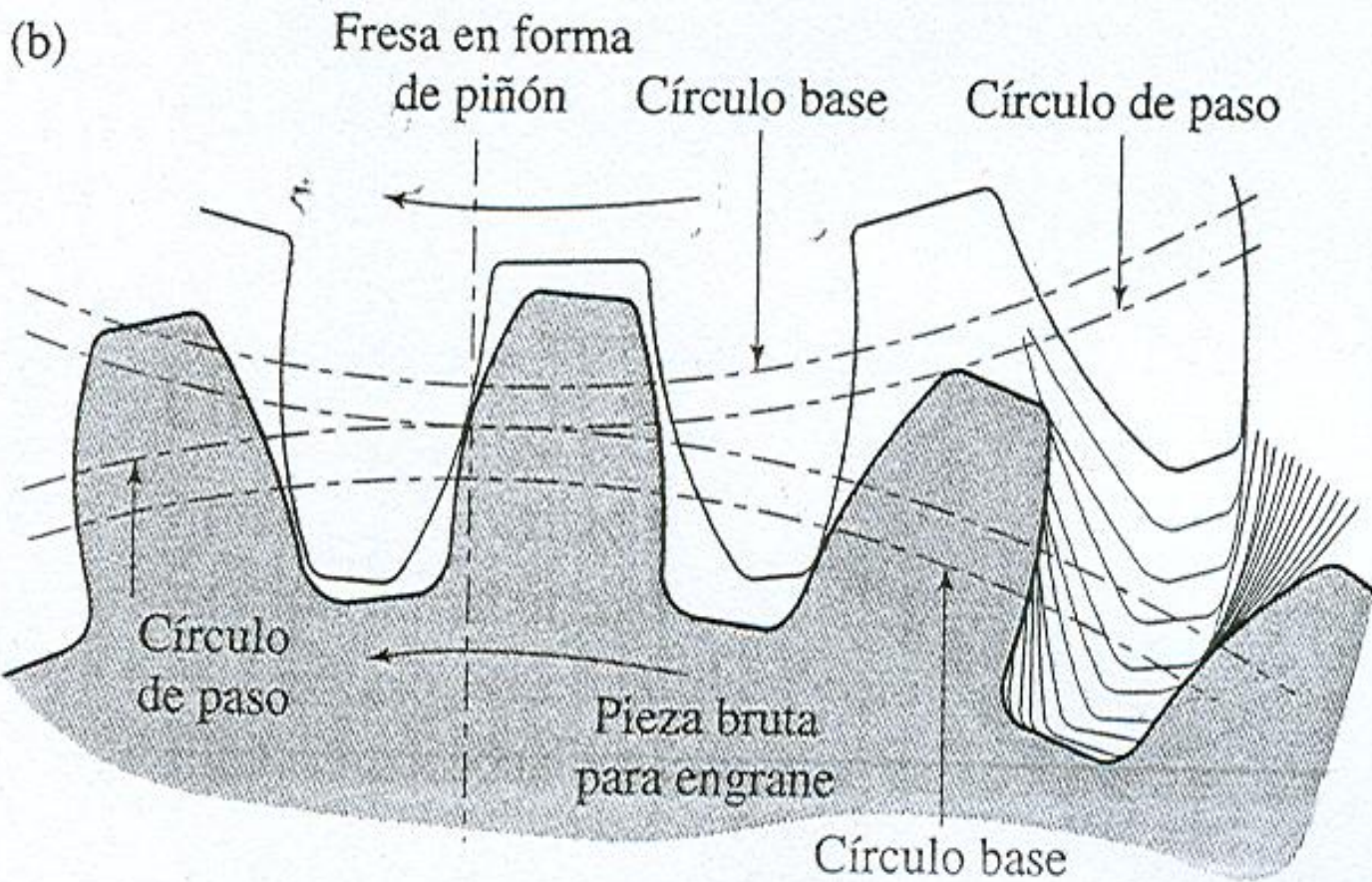
# Tratamientos termoquímicos

- Cementación:  $\text{Fe}_3\text{C}$
- Nitruración:  $\text{Fe}_2\text{N}$ ,  $\text{Fe}_4\text{N}$
- Cianuración:  $\text{Fe}_3\text{C}$ ,  $\text{Fe}_2\text{N}$ ,  
 $\text{Fe}_4\text{N}$
- Carbonitruración:  $\text{Fe}_3\text{C}$ ,  $\text{Fe}_2\text{N}$ ,  
 $\text{Fe}_4\text{N}$
- Titanuración:  $\text{Ti}_2\text{N}$ ,  $\text{Ti}_4\text{N}$



Núcleo de alta tenacidad

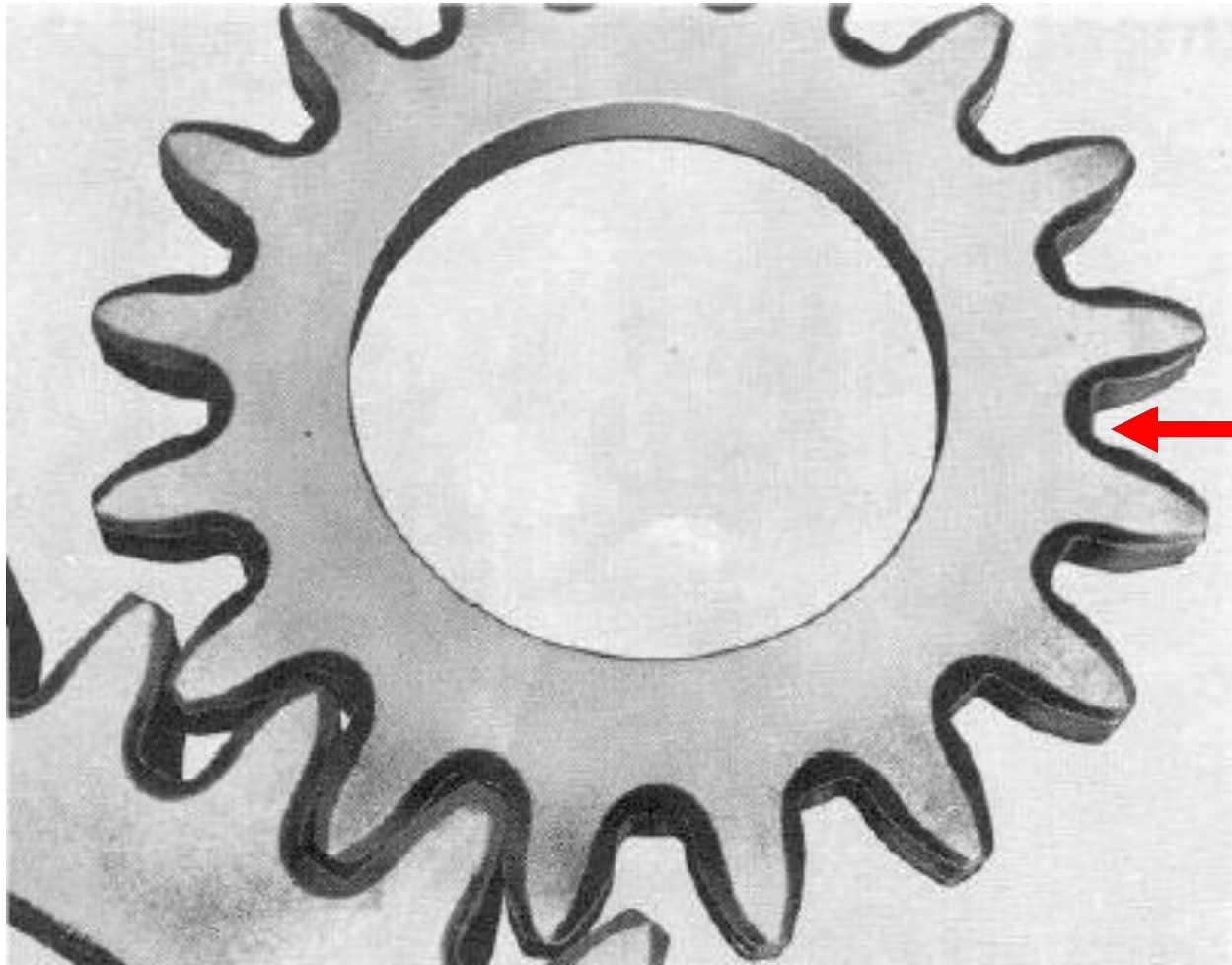
Superficie de alta dureza



(d)



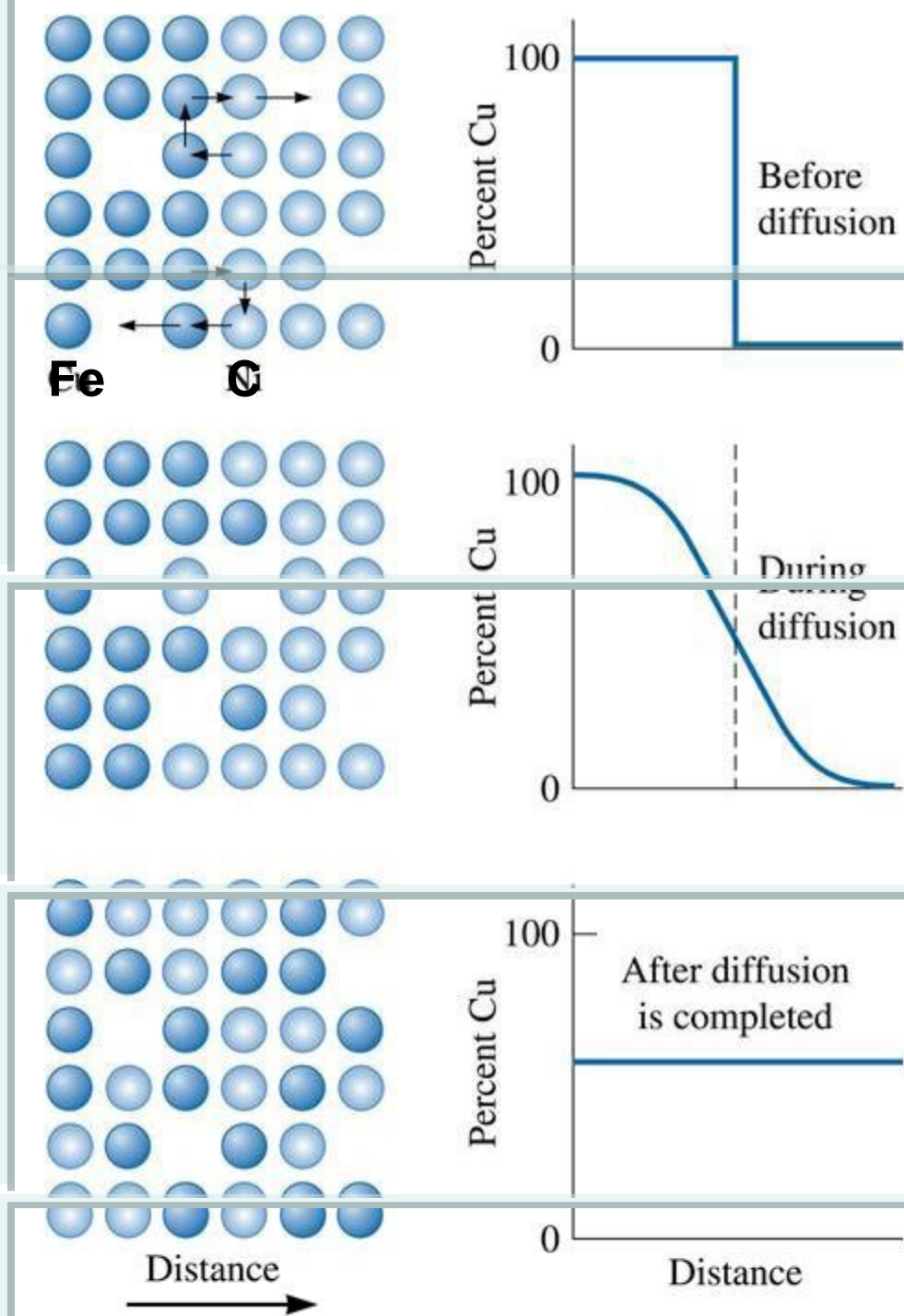
# Cementación



$\text{Fe}_3\text{C}$

# Cementación:

- Temperatura: 850-950 C
- Espesor: 0.5-1.5mm
- Dureza: 60 a 65 RHC
- Cementantes:
  - Sólidos
  - Líquidos
  - gaseosos

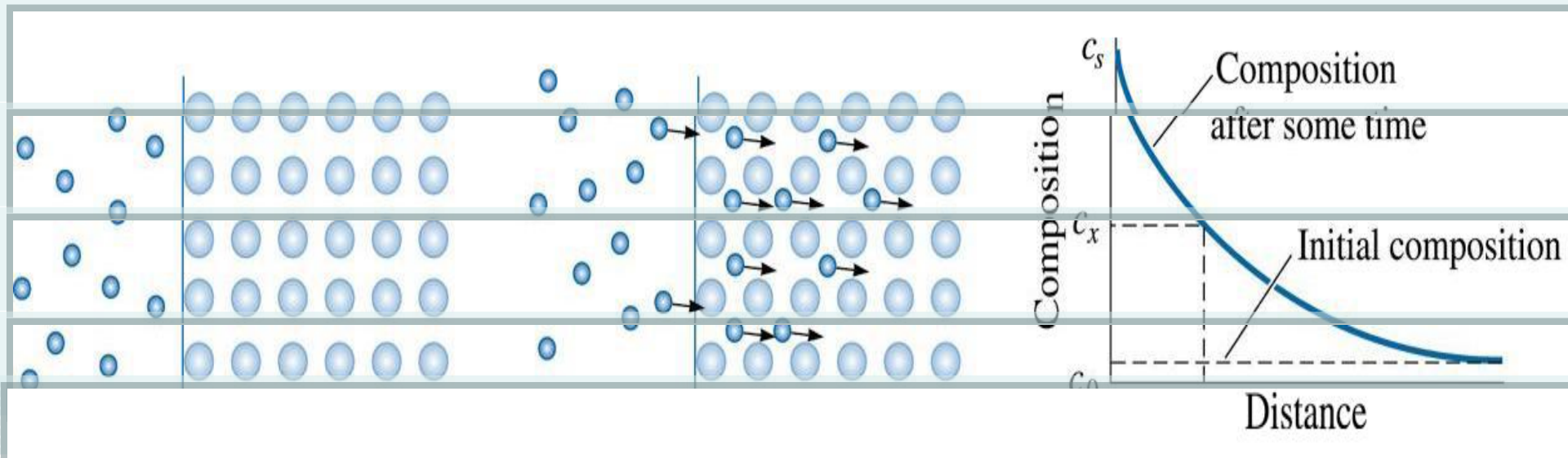


## Difusión

Etapas de difusión de átomos de C en Fe.

A alta temperatura los átomos de C se difunden en forma gradual por el Fe formando  $\text{Fe}_3\text{C}$ .

# Difusión de átomos en la superficie de un material



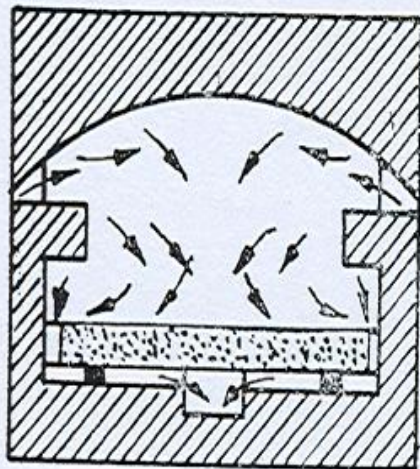


Fig. 32-9. — Horno de cámara abierta.

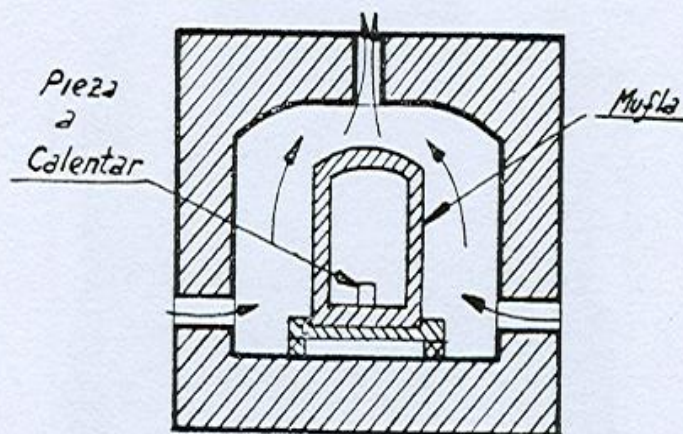


Fig. 32-10. — Horno de mufla.

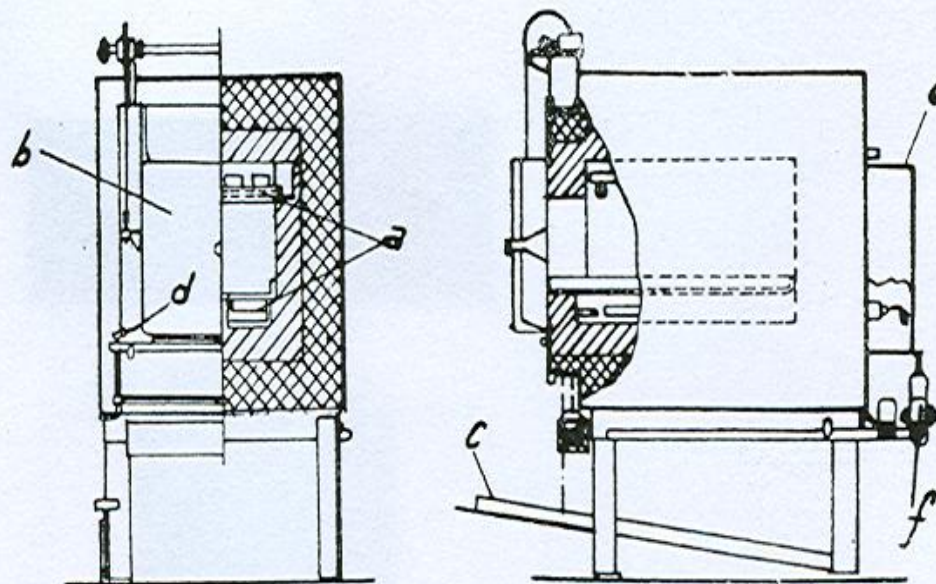


Fig. 32-11. — Horno eléctrico: a), resistencia calentadora; b), puerta; c), pedal de accionamiento de la puerta; d), lámpara piloto; e), caja de bornas; f), mezclador de gas para preparación de atmósferas controladas.

# Cementantes sólidos:

- 60% de carbón vegetal y 40% BaCO<sub>3</sub>
- Temperatura 900°C



# Cementantes líquidos:

Temperatura: 900<sup>0</sup>C

Espesor: 0.2 a 3.00 mm

- Espesor: 0.2-1.5mm:
  - Cianuro sódico 20%
  - Cloruro bórico 30%
  - Cloruro sódico 25%
  - Carbonato sódico 25%

- Espesor: 1.5-3.0mm:
  - Cianuro sódico 10%
  - Cloruro bórico 55%
  - Cloruro sódico 20%
  - Carbonato sódico 15%

# Cementantes gaseosos

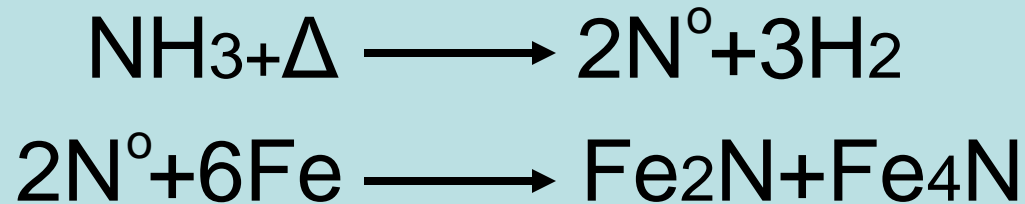
- Temperatura: 850<sup>0</sup>C a 900<sup>0</sup>C
- Gases: CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O y CH<sub>4</sub>





# Nituration

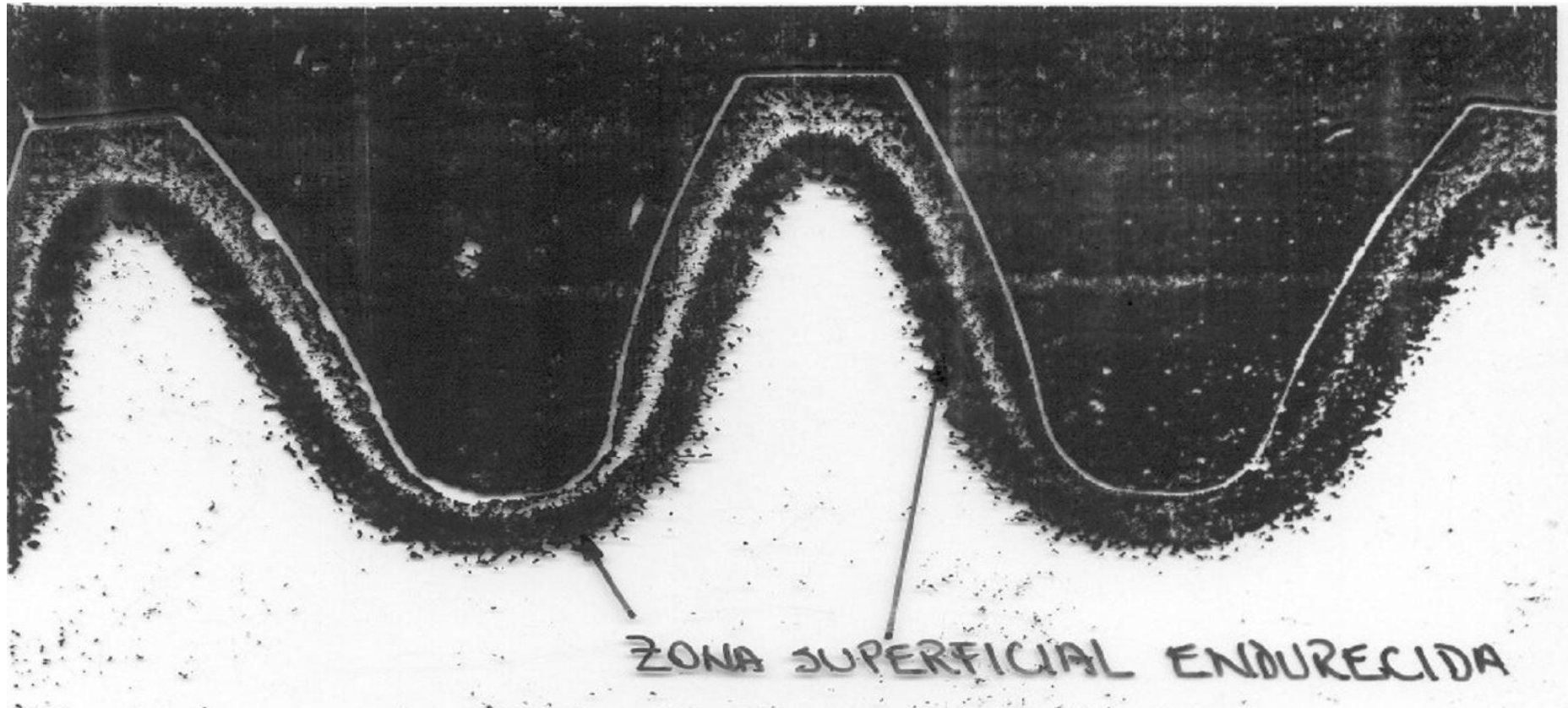
- Temperatura: 500°C
- Espesor: 0.20-0.70mm
- Gases: NH<sub>3</sub> (amoniaco)



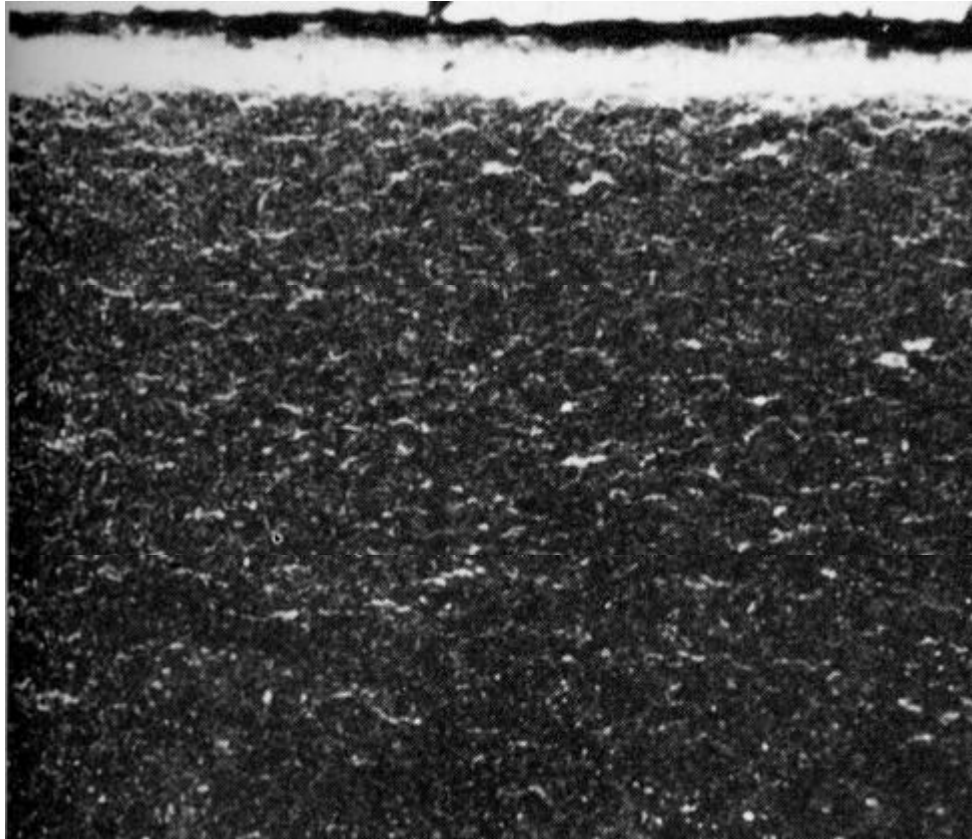
# PROCESO DE NITRURACION

34CrNiMo6



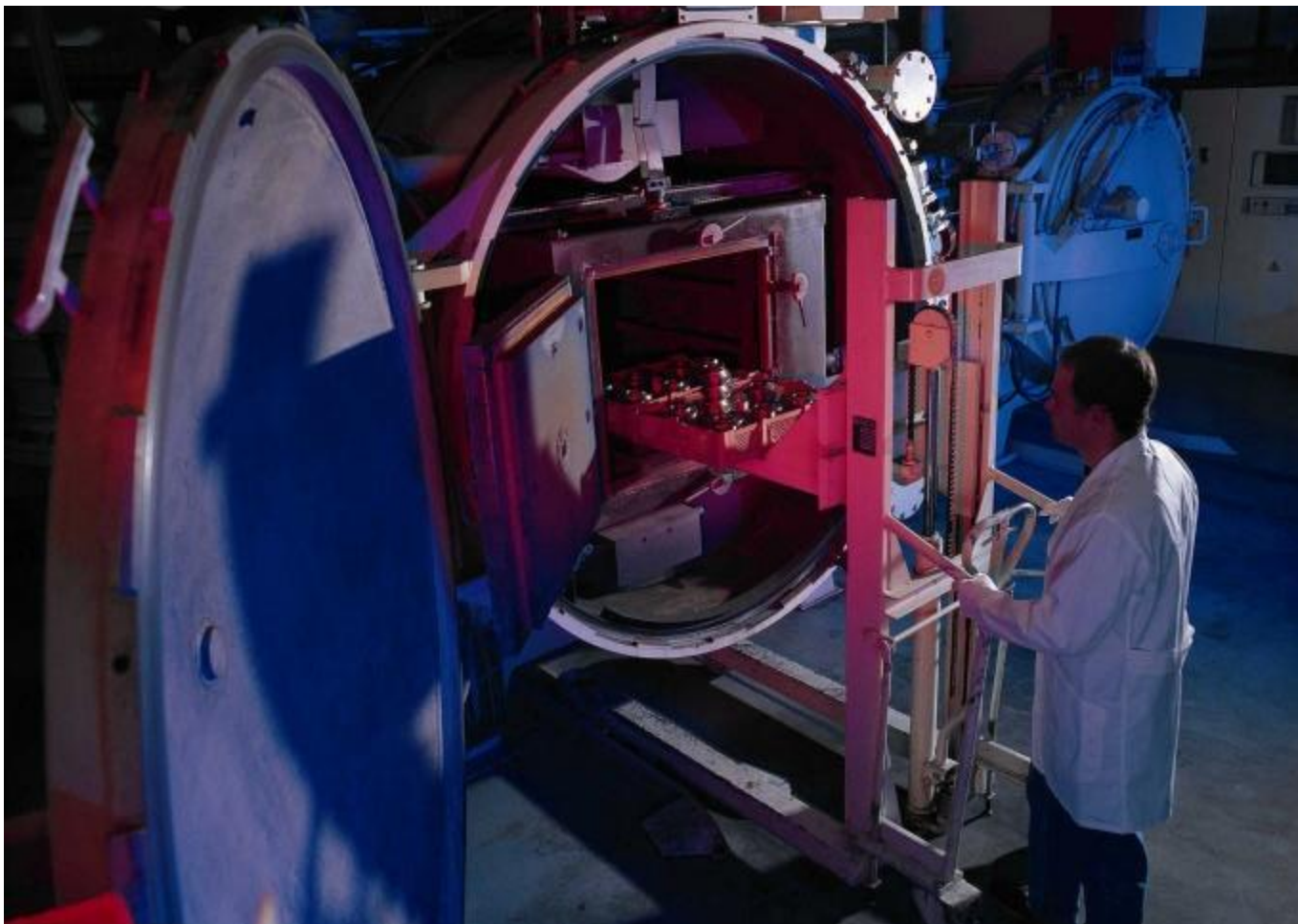


**NITRURACIÓN:** Similar a la cementación, se logra un endurecimiento superficial, pero de capa mucho más delgada (0.3-0.4 mm). La condición es que el acero debe estar pretemplado (como nuestros 705 o 709)



**Capa de Nitruración realizada sobre un  
acero a 524 °C.**

# TRATAMIENTOS TERMICOS AL VACIO



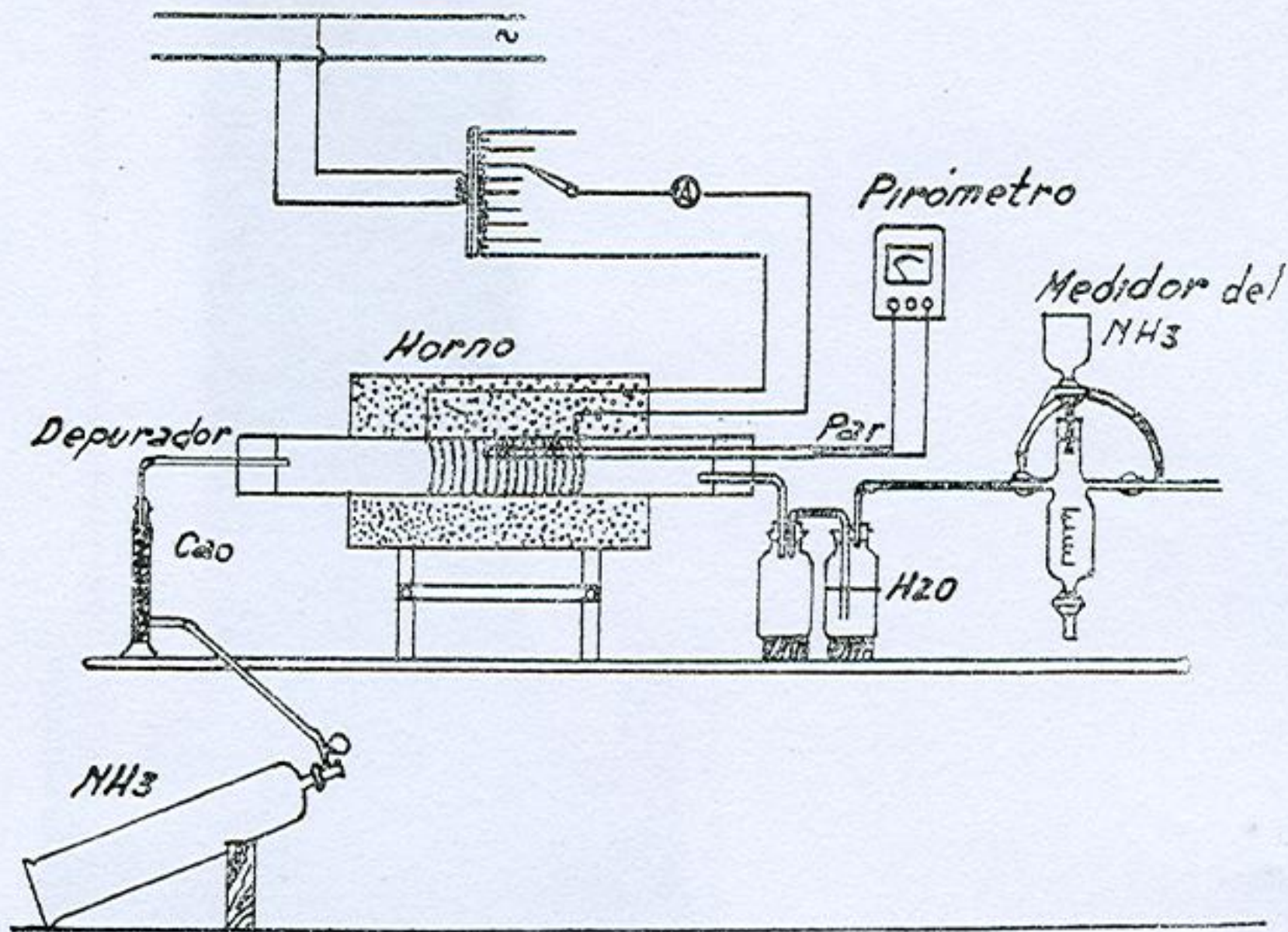
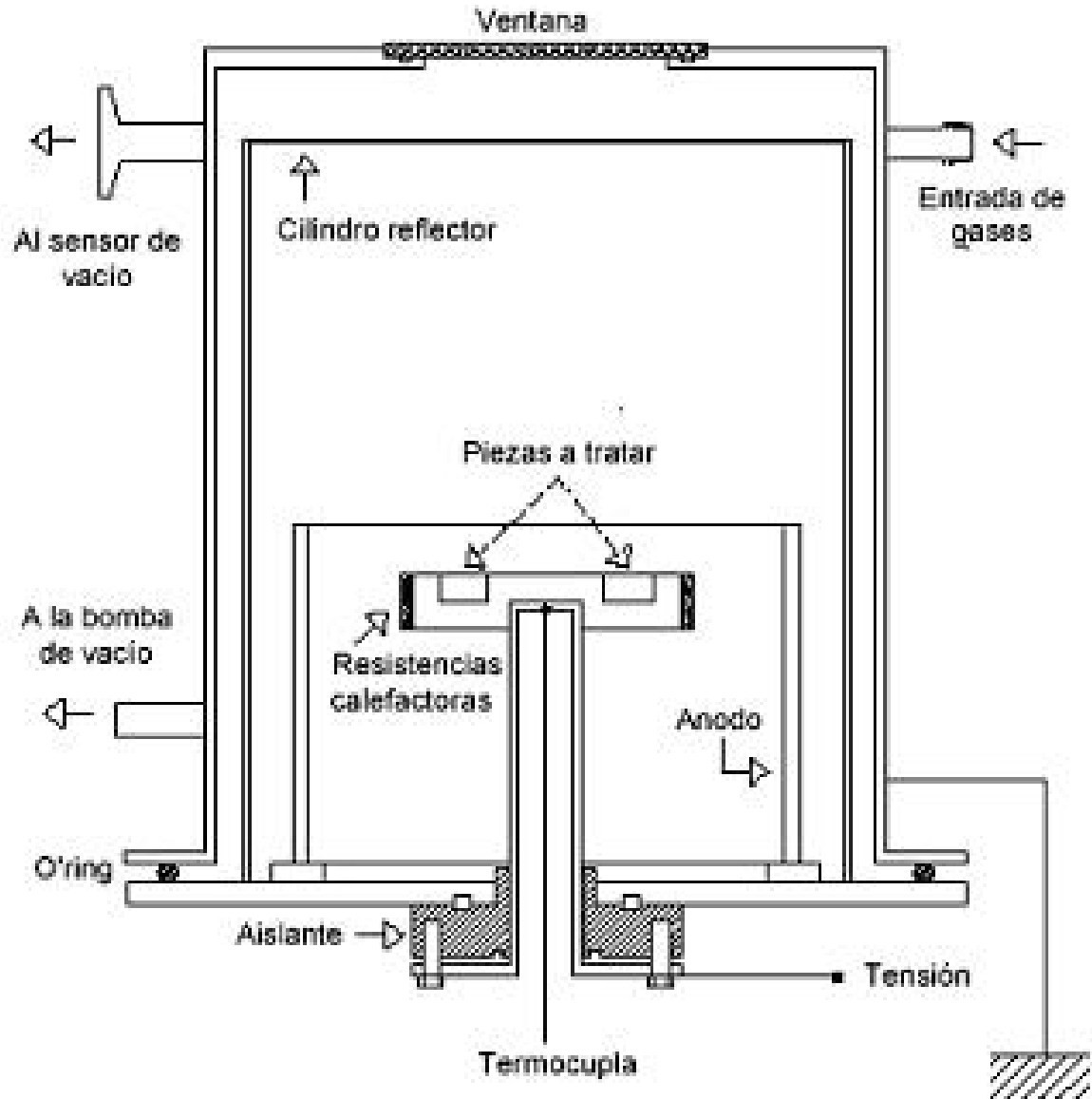


Fig. 31-2. — Instalación para nitruración de aceros

# Esquema del reactor de nitruración iónica





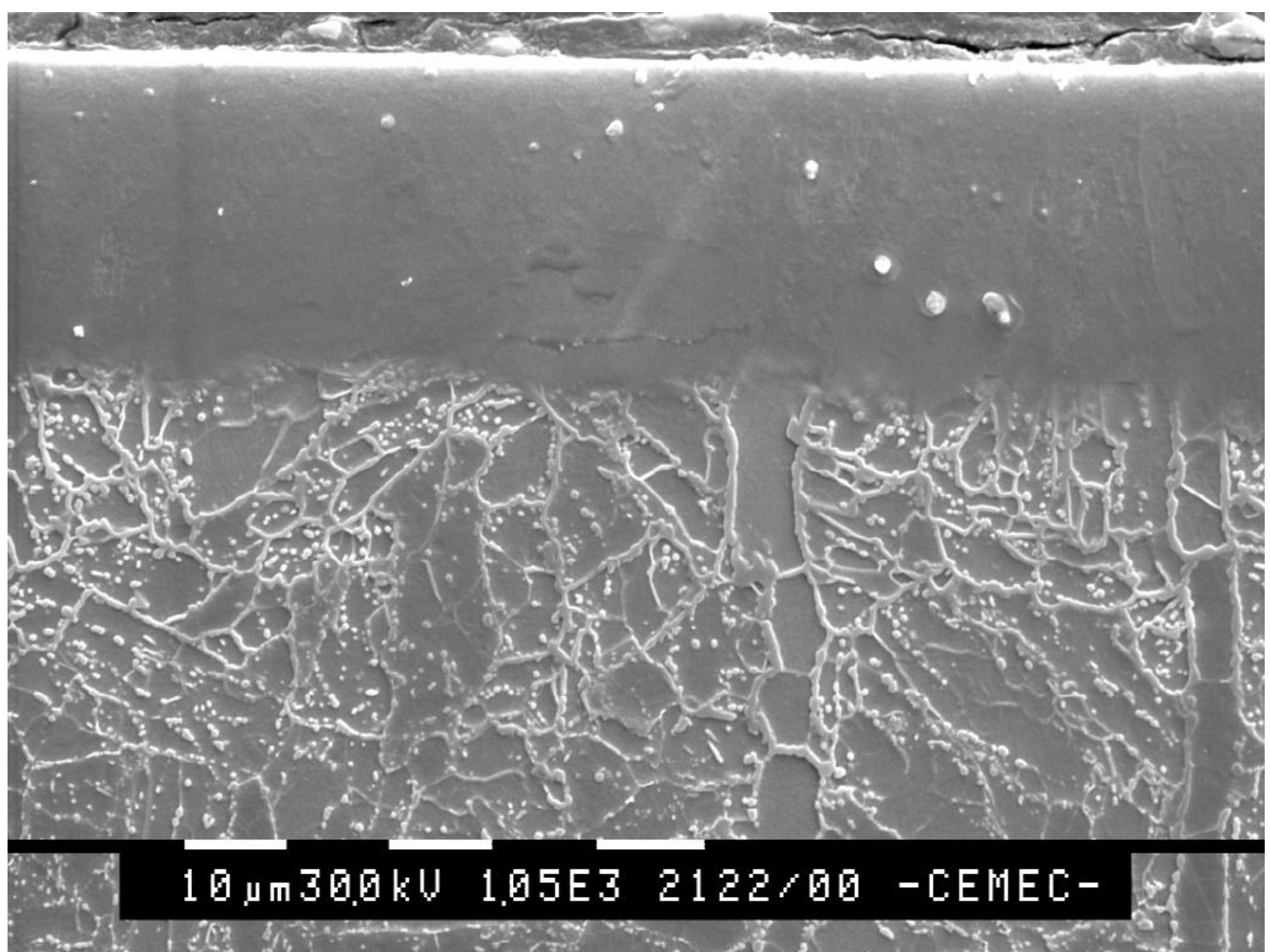
**Nitruración iónica**



## Deposición física en fase vapor (pvd)



Con este nombre se conoce a un amplio conjunto de técnicas que tienen en común el empleo de medios físicos para obtener el material de recubrimiento en fase vapor. Los recubrimientos se realizan en cámaras de alto vacío ( $10^{-6}$  mbar), requieren temperaturas de proceso medias ( $400^{\circ}\text{C}$ ) o bajas ( $<100^{\circ}\text{C}$ ) y se obtienen capas finas ( $10\mu\text{m}$ ) o muy finas ( $<1\mu\text{m}$ ) de composición muy controlable.



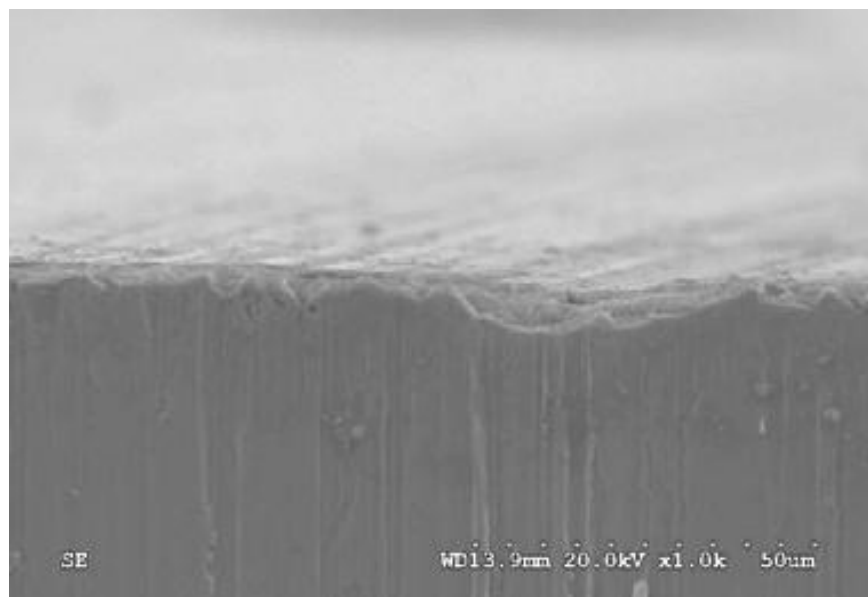
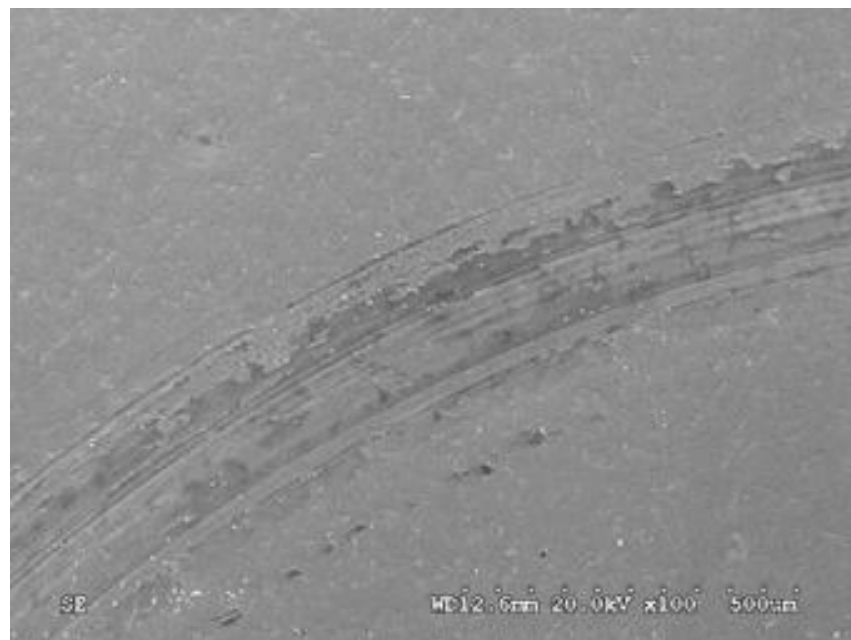
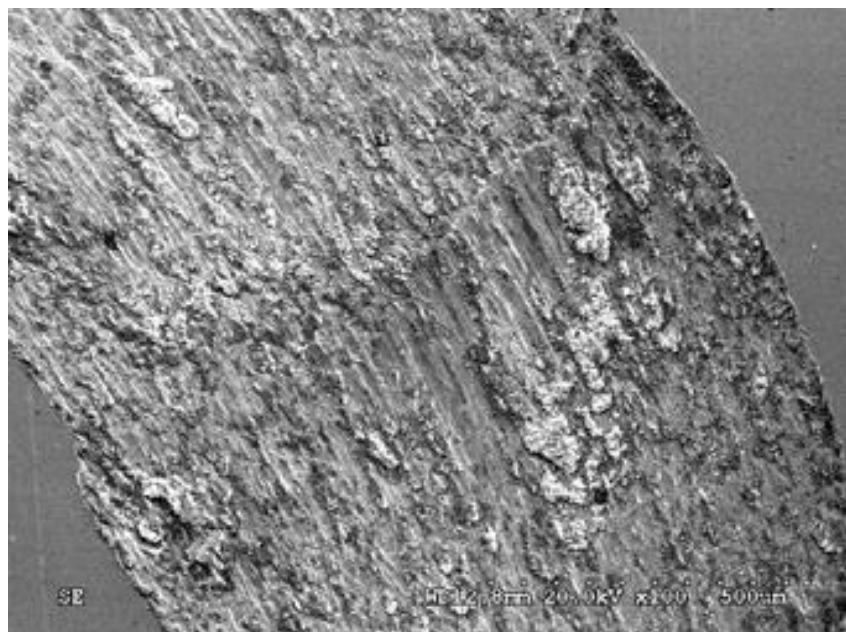
***Micrografía electrónica de barrido de la sección de una muestra A nitrurada a 500°C.***



*P = Borde poroso*

*VS = Capa compuesta*

**Fotografía de la estructura de una capa nitrurada,  
baño salino nitrocarburado**



# Cianuración (líquidas)

- Temperatura: 750°C a 950°C
- Espesor: 0.30mm
- Dureza >78RHC

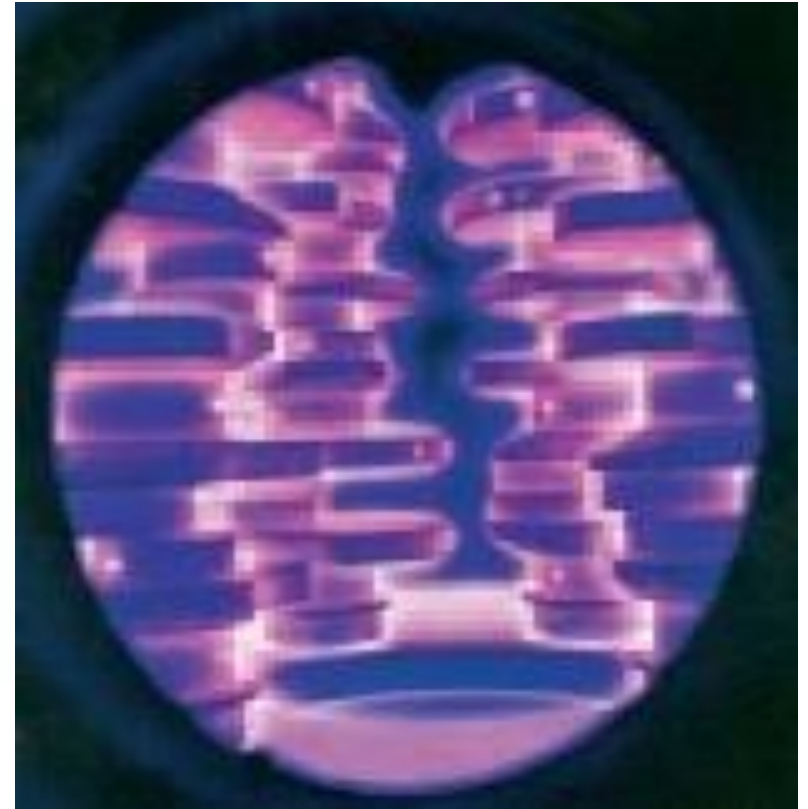


# Carbonituration (gases)

- Temperatura: 650<sup>0</sup>C-690<sup>0</sup>C
- Dureza: 57-63 RHC
- Espesor: 0.10-0.50mm
- Gases:
- CO 21%
- H<sub>2</sub> 40%
- N<sub>2</sub> 35%
- CH<sub>4</sub> 1%
- Resto CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, vapor de agua



*La nitrocarburation en una corriente de gas utilizando tecnología de última generación proporciona la posibilidad de realizar procesos de tratamiento térmico reproducibles incluso con materiales problemáticos.*



*Representación visual de un borde luminoso durante un tratamiento de nitruración de fusión por plasma*





***Horquilla selectora en St4  
nitrocarburado con gas***



***Los procesos de  
nitrocarburado con Gas  
mejoran la resistencia al  
desgaste de una amplia  
gama de componentes.***



# Boruración

## Fe<sub>2</sub>B

- El electrolito utilizado estaba compuesto por K<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>, C<sub>3</sub>H<sub>5</sub>(OH)<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>C (en polvo) y H<sub>2</sub>O.

# Esquema del proceso

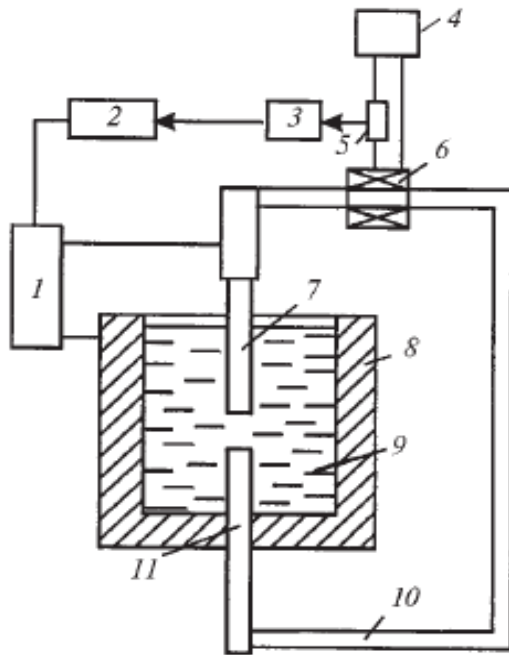


Fig. 1. The experimental plant: 1, 4) DC and AC sources; 2) feedback device; 3) recorder; 5) additional resistor; 6) induction coil; 7) workpiece; 8) bath; 9) electrolyte; 10) magnetic circuit; 11) ferromagnetic rod.

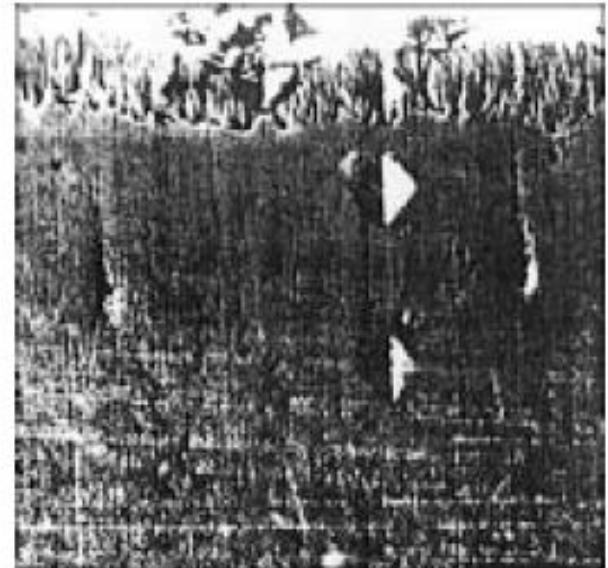


Fig. 2. Microstructure of boride layer on steel 45 from electrolytic plasma treatment ( $\times 500$ ).

# Titanuración: $Ti_2N$ , $Ti_4N$

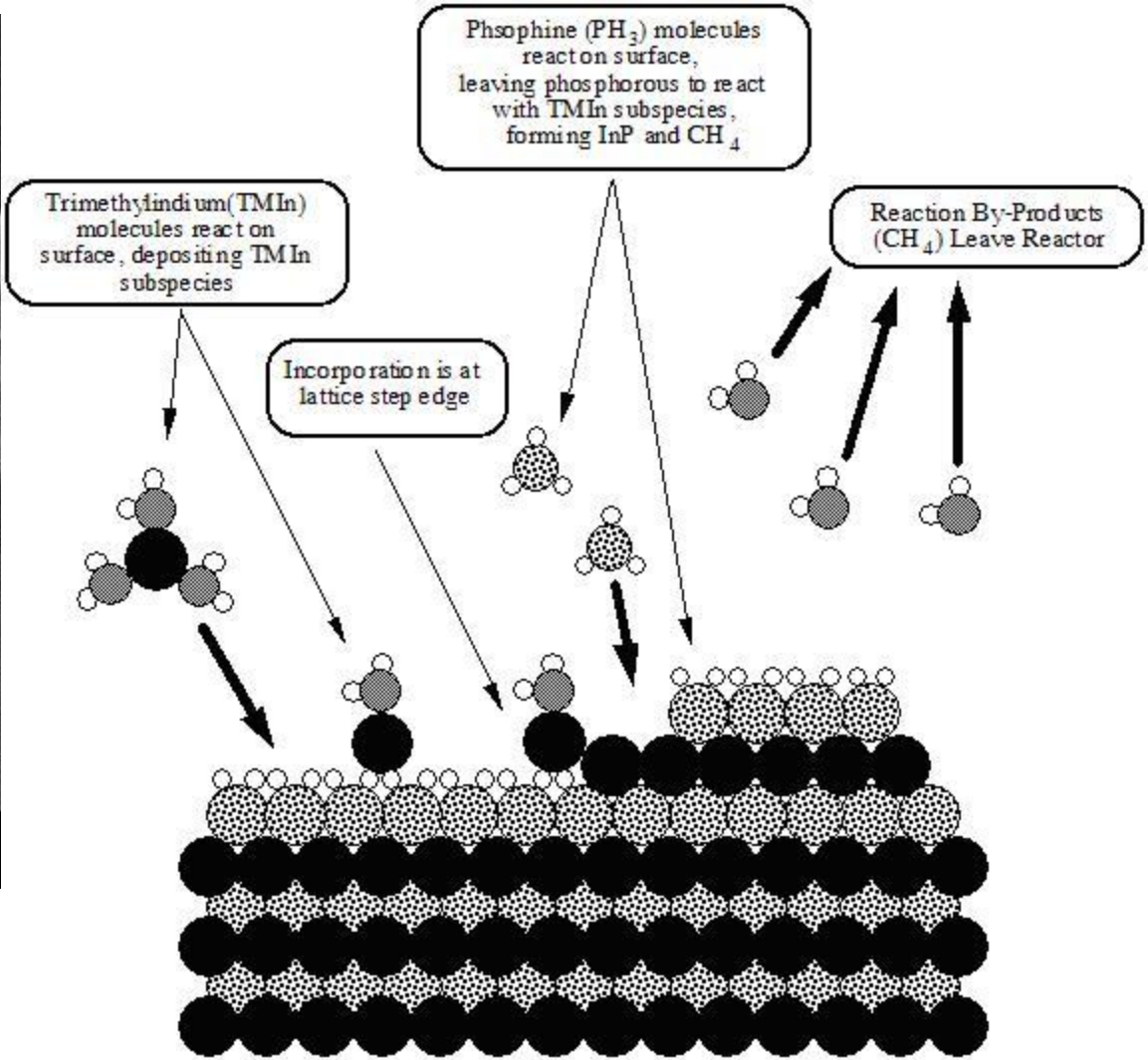
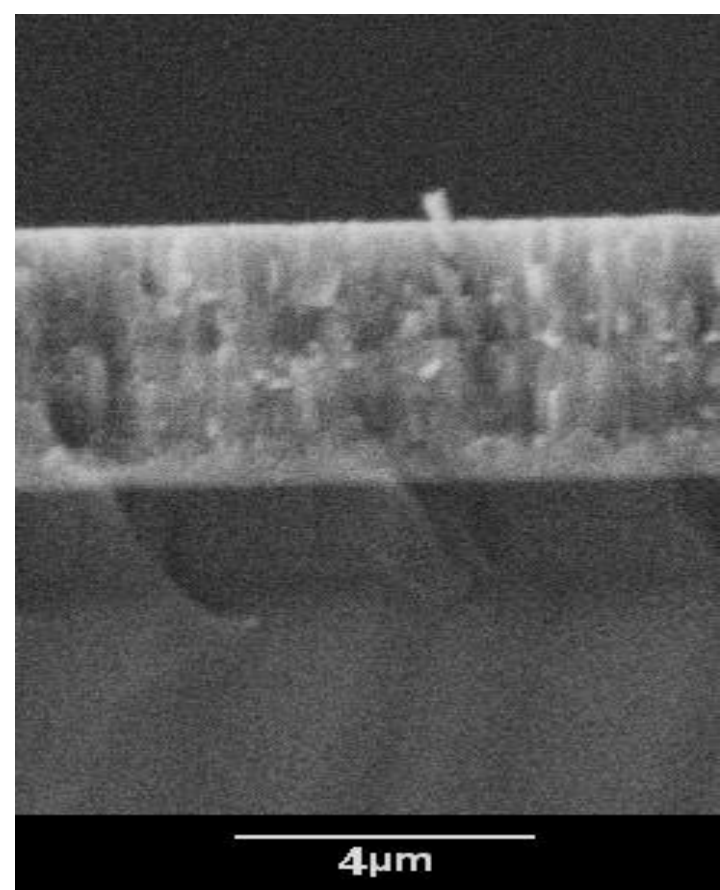


- *Gracias a su capa microscópica superdura esta pieza resistirá mejor el desgaste por el trabajo que aquellos quienes la construyeron.*

# CAPA DE TiN (NITRURO DE TITANIO), SOBRE ACERO DE HERRAMIENTAS DE CORTE

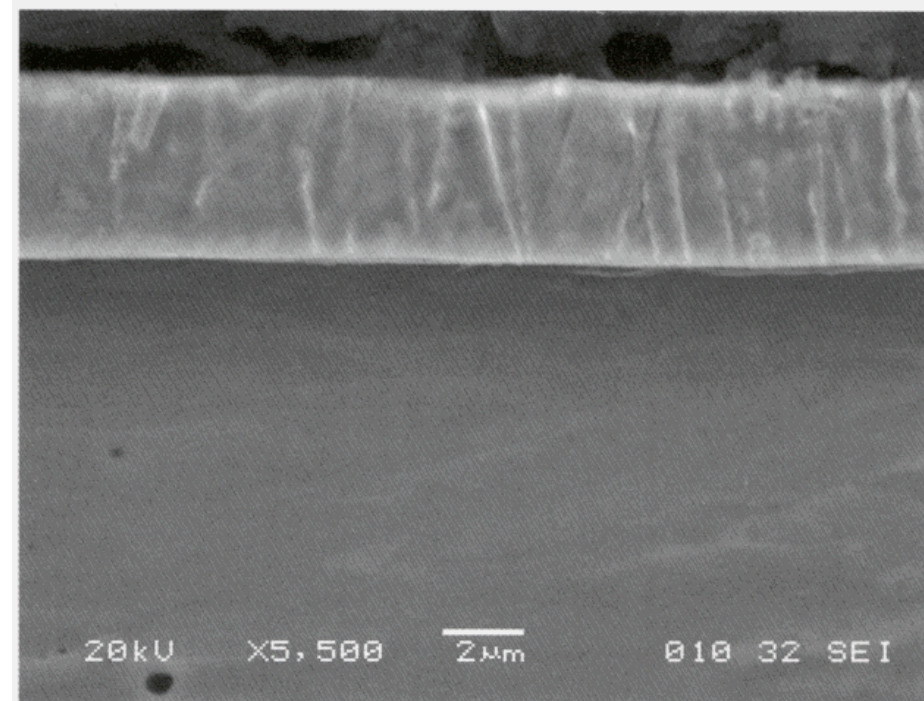


**En el caso concreto que estamos comentando, se produce la deposición de una capa de TiN (nitruro de titanio) sobre el acero escogido. Para ello, el TiN está a unos 1000° C, en estado vapor y crea una capa que se asemeja a la capa de oxido que el oxigeno de la atmósfera generaría sobre una pieza de acero. La diferencia es que esta capa se adhiere simplemente por calor y contacto. Se mantiene una fuerte unión entre ambos, porque parte del acero se difunde hacia el TiN y el nitruro de titanio se difunde hacia acero, pero no reacciona una con la otra por tanto no se puede hablar de una reacción química. En verdad es una pura adhesión física.**

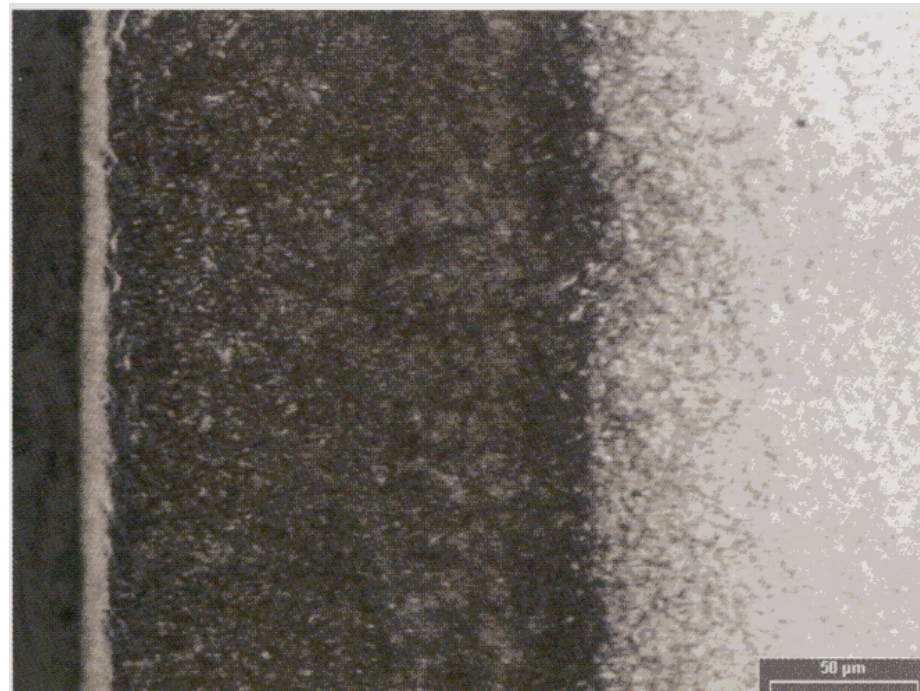


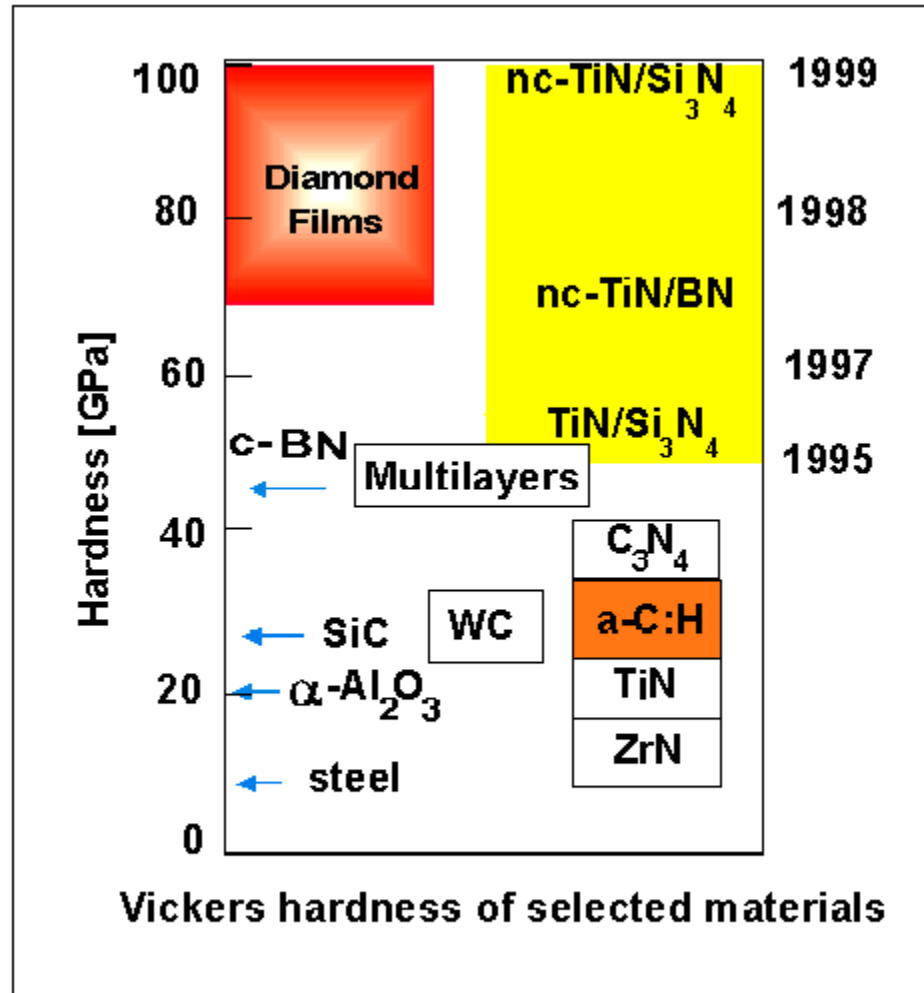
**NITRURO DE TITANIO- NITRURO DE ZIRCONIO COMO RECUBRIMIENTOS DUROS SOBRE ACERO**

**Sección metalográfica de un acero recubierto de TiN.**



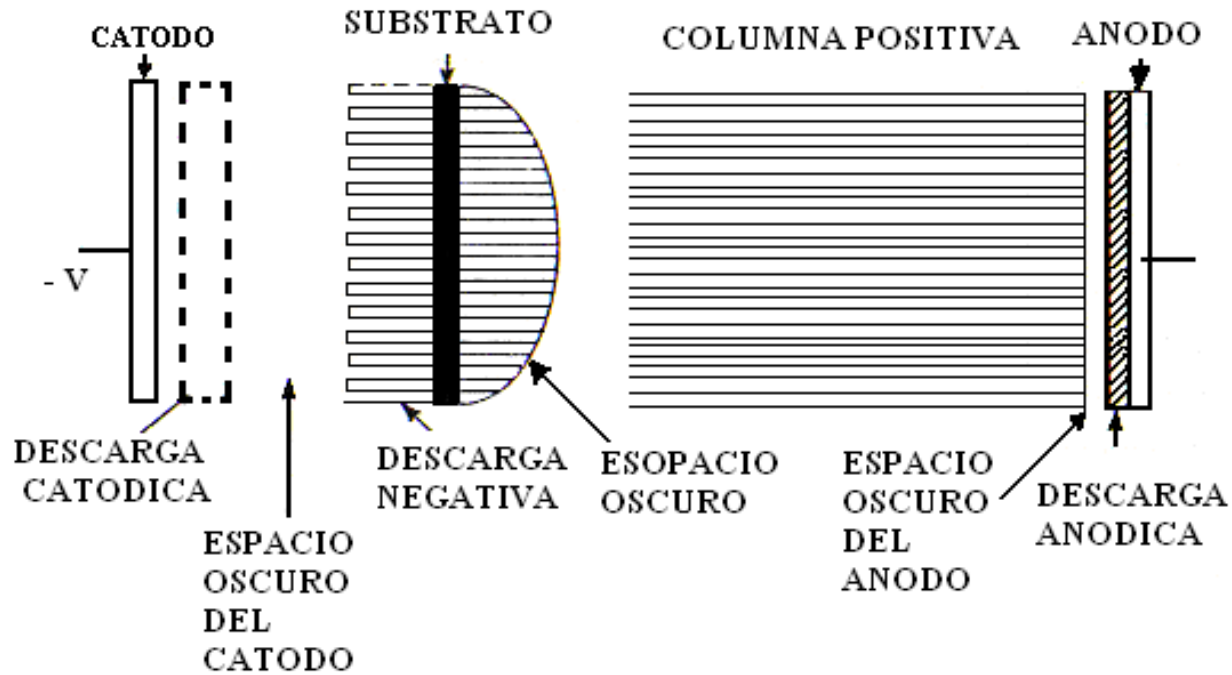
**Acero AISI h-13 nitrurado a alta presión**



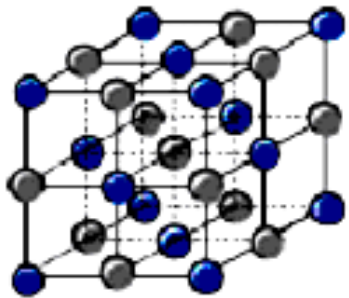


**Dureza Vickers de algunos materiales utilizados como recubrimientos duros**

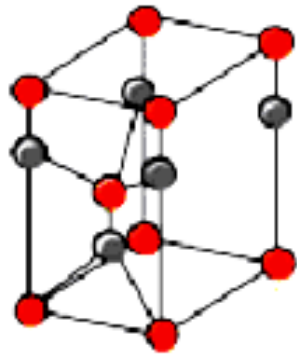




## TiN



**Cubica**  
Ti ● N ●



**Hexagonal**  
Ti ● N ●

Estructuras cristalinas del Nitruro de Titanio Cúbica Centrada en Caras (fcc) fase delta (TiN) y Hexagonal fase épsilon (Ti<sub>2</sub>N)

# **Cromado duro y metalización**

# Cromado duro

- Con el nombre de cromado duro se designa un recubrimiento galvánico que se realiza sobre metales con arreglo a una técnica especial que mejora algunas de las propiedades del metal base.
- El cromado duro mejora sobre todo la resistencia al desgaste, el rayado, a la penetración, a la corrosión y mejora también, en general, el coeficiente de rozamiento del metal base.

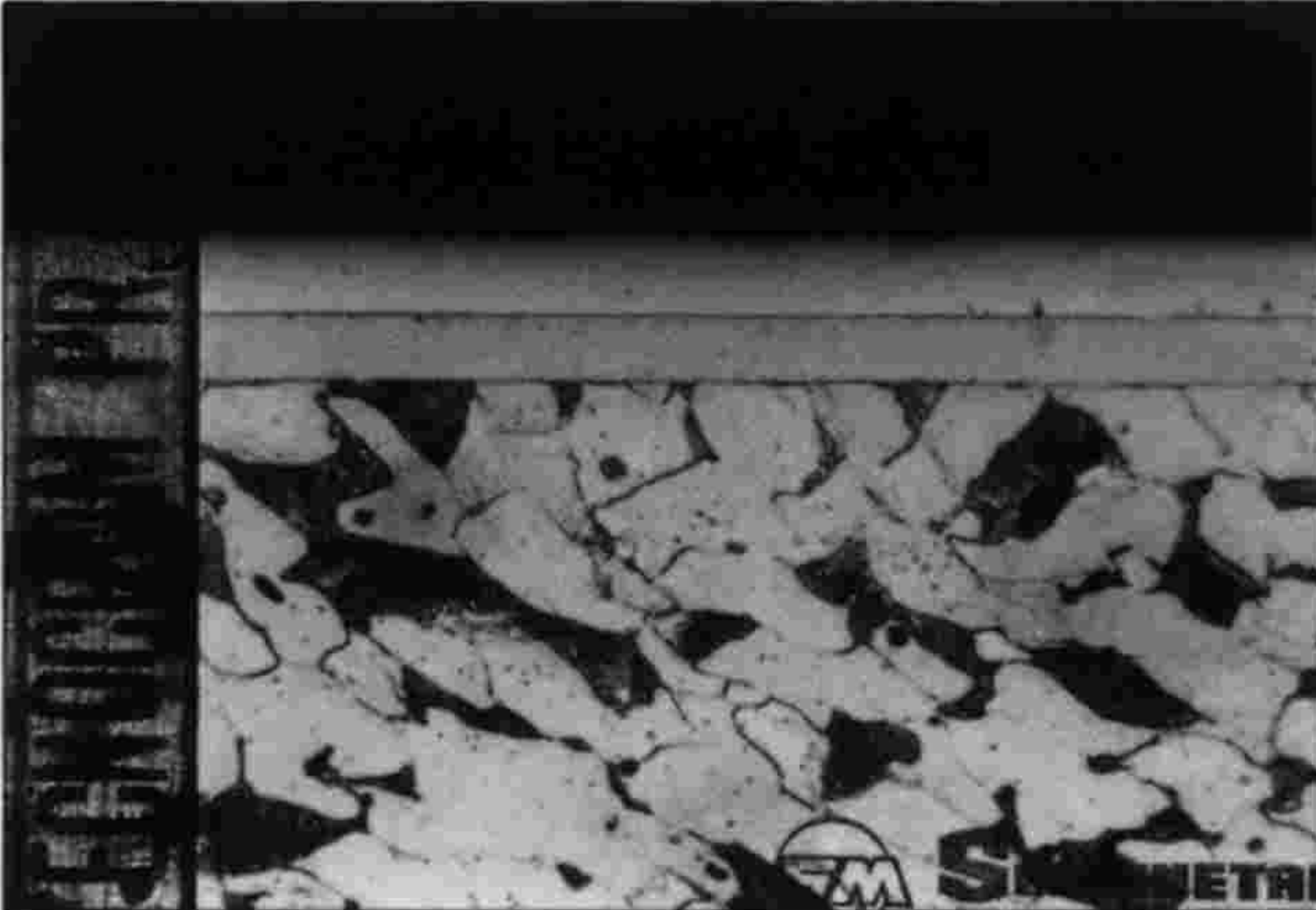
## Algunas características del cromado duro

- **Materiales que pueden cromarse:**

1. Acero
2. Fundición de hierro
3. Aluminio
4. Latón
5. Cobre
6. Polimeros

- **Espesor de la película de cromo:**

1. En el cromado duro industrial de:  
0.05 a 0.10 mm.
2. En el cromado decorativo en general 0.001 mm.



**1- CAPA CROMO DURO,  $e= 0,20$  m/m**  
**2- CAPA NIQUEL QUIMICO,  $e= 0,015$  m/m**  
**3- SUBSTRATO**

# Recubrimientos superficiales

## Función de los recubrimientos

1. **Protección contra la corrosión**
2. **Mejorar el aspecto (textura) superficial del producto**
3. **Aumentar la resistencia al desgaste y/o reducir la fricción**
4. **Aumentar la conductividad o la resistencia eléctrica**
5. **Reconstruir superficies gastadas**

# Recubrimientos por inmersión o por vía electroquímica

## **ELECTRODEPOSICIÓN O RECUBRIMIENTO ELECTROQUÍMICO**

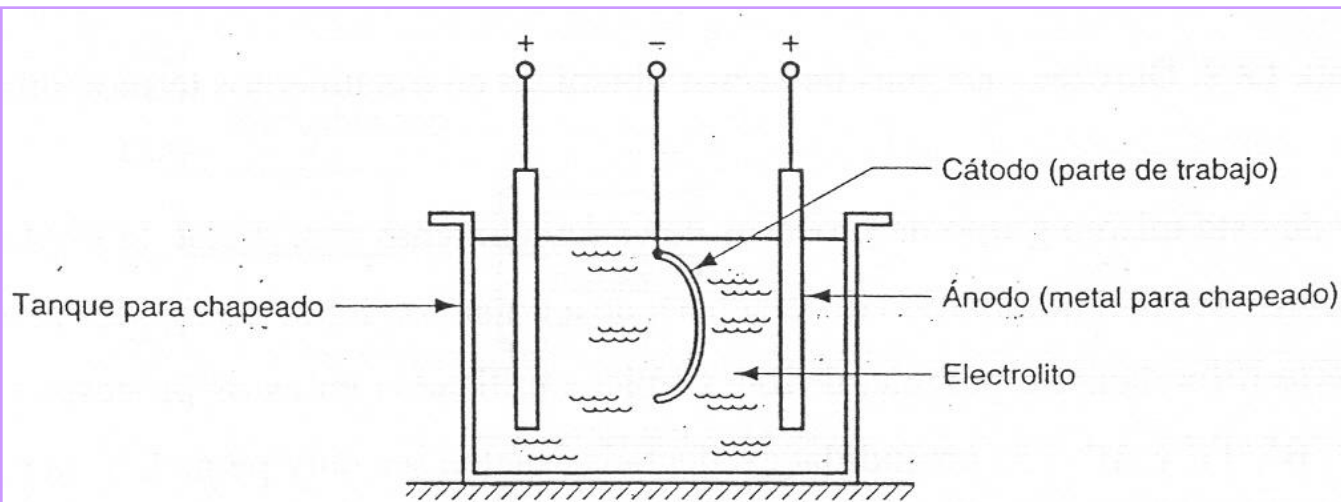


Figura 12.2. Electrodeposición



**El volumen de metal depositado es directamente proporcional a la intensidad de corriente circulante y al tiempo**

**Metales más comunes:**

**Zn (sobre acero: galvanizado), Ni, Cr, Cu, Sn (sobre acero: hojalata)  
Au, Ag y Pt**

# Recubrimientos por inmersión o por vía electroquímica

## ANODIZADO

**Proceso electrolítico de protección ambiental de las aleaciones de Al y Mg, que consiste en la formación de un óxido protector, que aísla al producto del medio ambiente y de este modo dificulta la corrosión posterior del mismo**

En este caso la pieza a recubrir constituye el ánodo de la celda  $(\text{Me} \rightarrow \text{Me}^+ + \text{e}^-)$

Los cationes metálicos forman el correspondiente óxido en presencia de un medio oxidante



# Recubrimientos por inmersión o por vía electroquímica

## INMERSIÓN EN CALIENTE

Se sumerge la pieza en un baño fundido de un segundo metal.

Al extraer la pieza, el segundo metal solidifica sobre la superficie del primero.

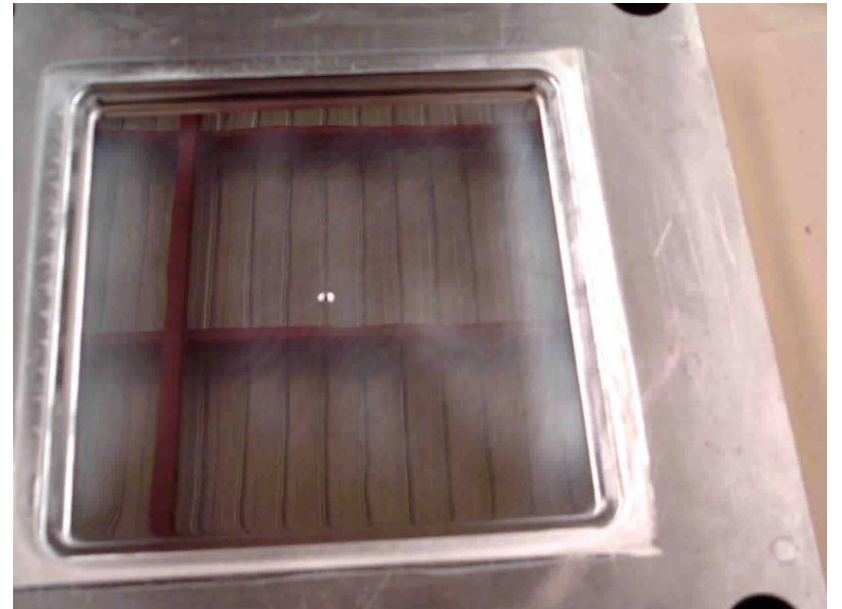
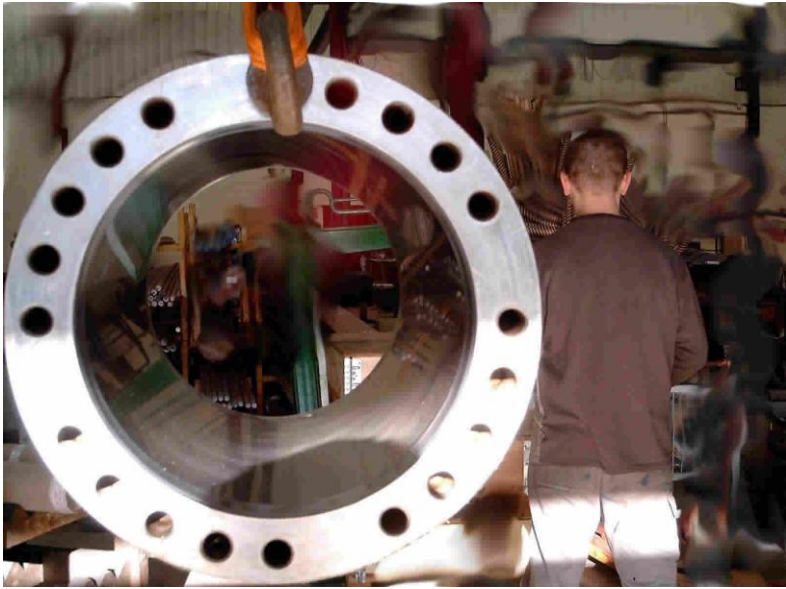
El tiempo de inmersión controla el espesor de la capa ( $40\mu\text{m} < e < 100\mu\text{m}$ )

Metales más comunes:

Zn, Al, Sn y Pb

Se obtiene una excelente adherencia ya que la difusión que opera necesariamente a las temperaturas del tratamiento lleva a la formación de compuestos intermetálicos de transición

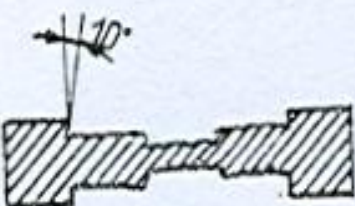




**metalización**



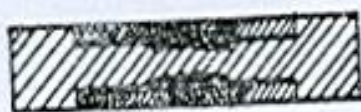
1ª METALIZACION



PREPARACION



2ª METALIZACION



TERMINACION

EJE DESGASTADO



METALIZADO

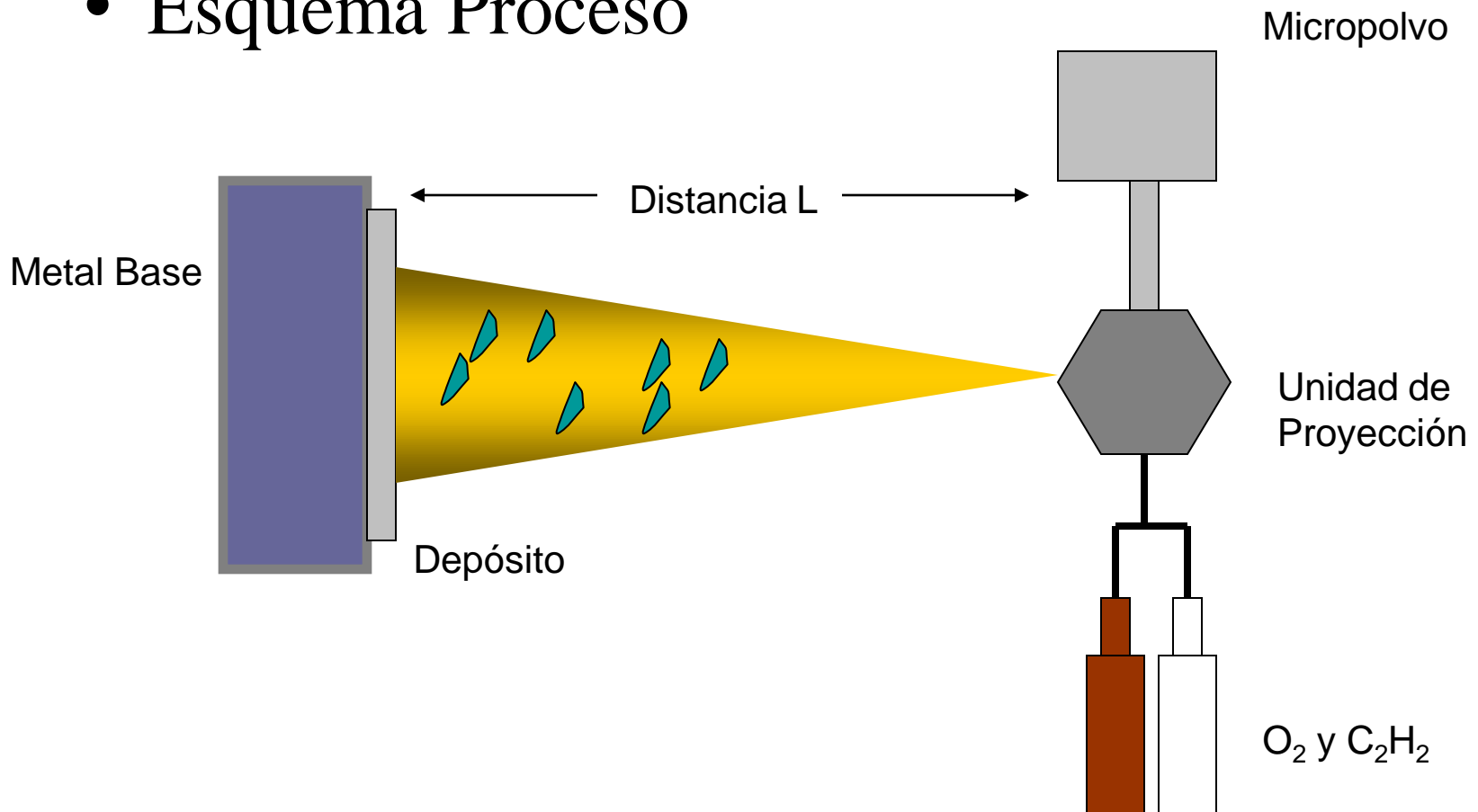


TERMINADO

Fig. 33-10. — Preparación y metalización de un eje irregularmente desgastado

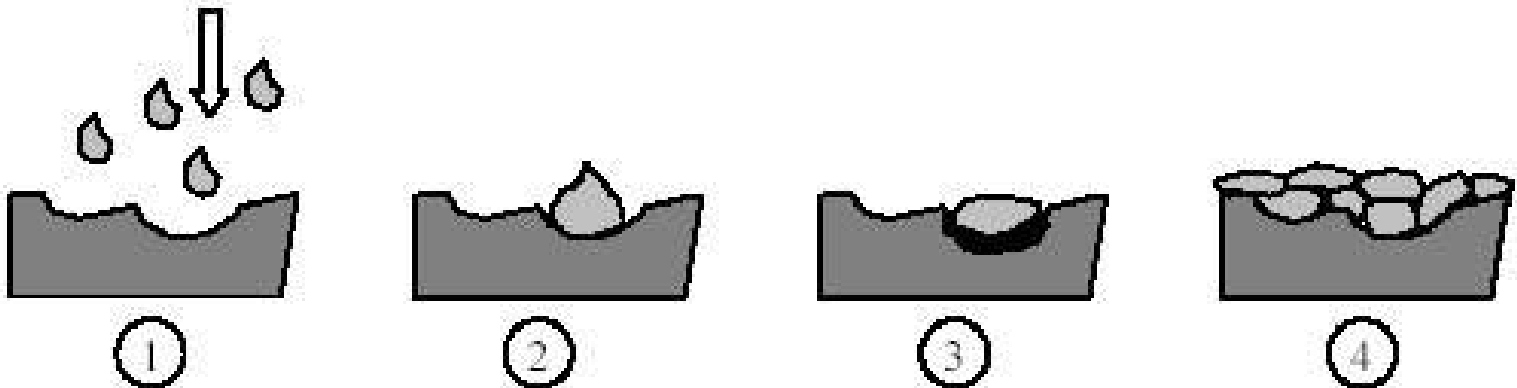
# Proceso de Metalizado

- Esquema Proceso



**A continuación se plantea esquemáticamente la construcción de la capa de zinc:**

- 1. Movimiento de las partículas de zinc fundido al sustrato.**
- 2. Colisión y dispersión de las partículas sobre el sustrato.**
- 3. Transferencia del calor al metal base.**
- 4. Solidificación e incrustación del material rociado.**









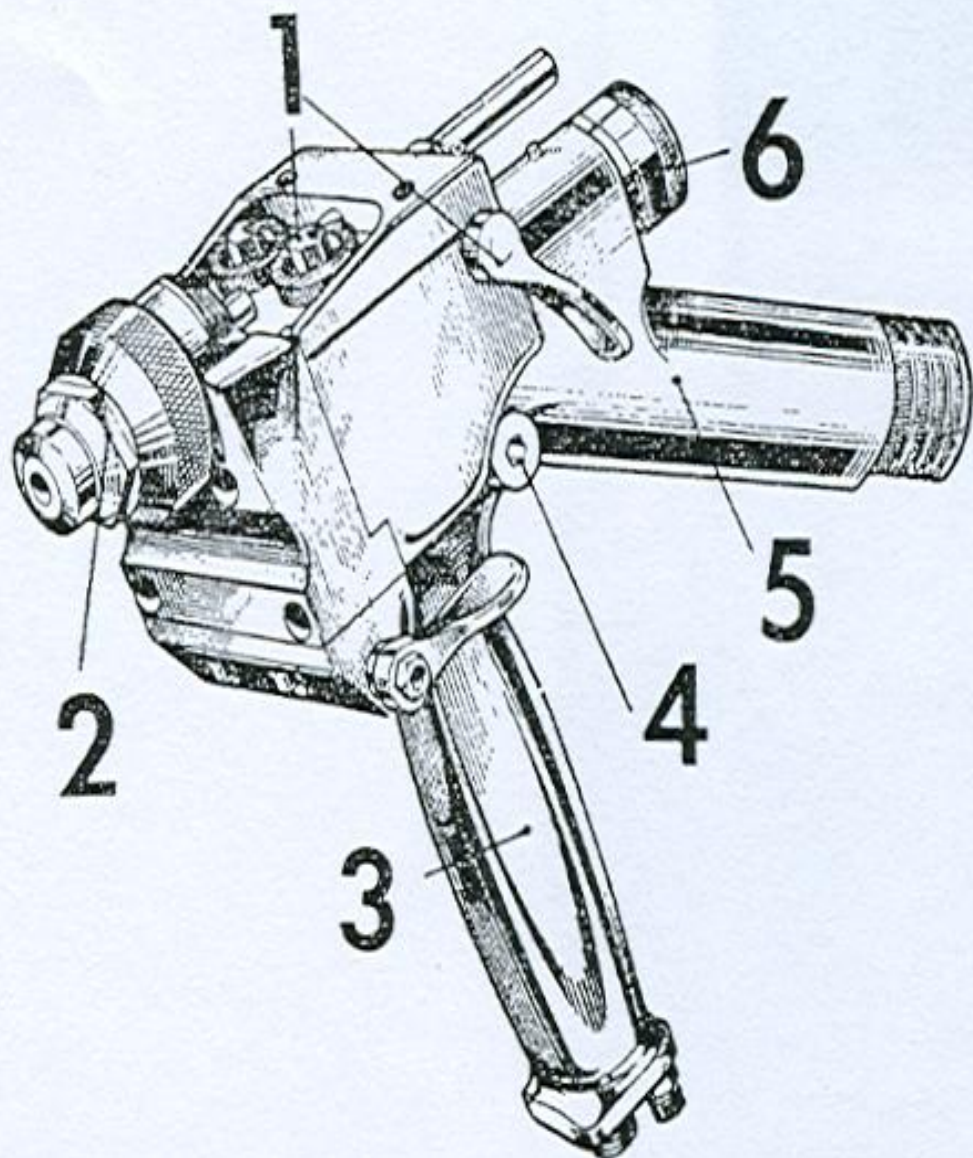
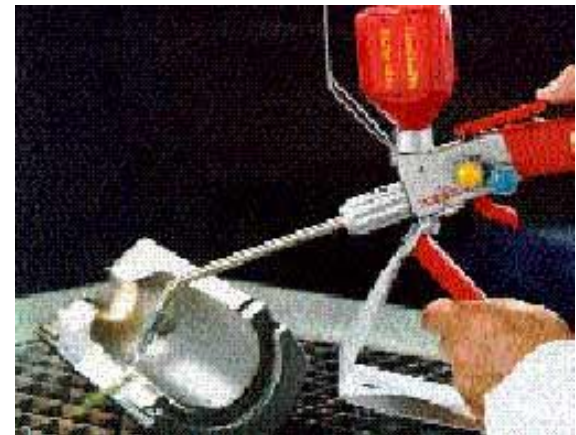








Fig. 33-14. — Pistola de proyección TOP-JET: 1, mandos; 2, boquilla de proyección; 3, soporte con las tuberías de entrada de oxígeno, acetileno y aire; 4, mecanismo de micrométrico para el avance automático del alambre. (Gentileza de «Sánchez Bueno, S. A.» de Vitoria, y «Société Nouvelle de Métallisation», de París.)



# Sistema Eutalloy



# Aplicaciones Típicas

	Industria: Papel, Pulpa Pieza: Rotor de bomba Producto: ProXon 19132 Incremento vida útil 200%		Industria: Textil Pieza: Cigüeñal Producto: ProXon 19122 Incremento vida útil 200%
	Industria: Utilitaria Pieza: Camisa de rodillo Producto: ProXon 19132 Incremento vida útil 300%		Industria: Taller Pieza: Eje Producto: ProXon 19121 Incremento vida útil 300%
	Industria: Impresión Pieza: Rodillo impresión Producto: ProXon 19132 Incremento vida útil 250%		Industria: Química Pieza: sello de bomba Producto: ProXon 19132 Incremento vida útil 200%





# Aplicación de la Soldadura







