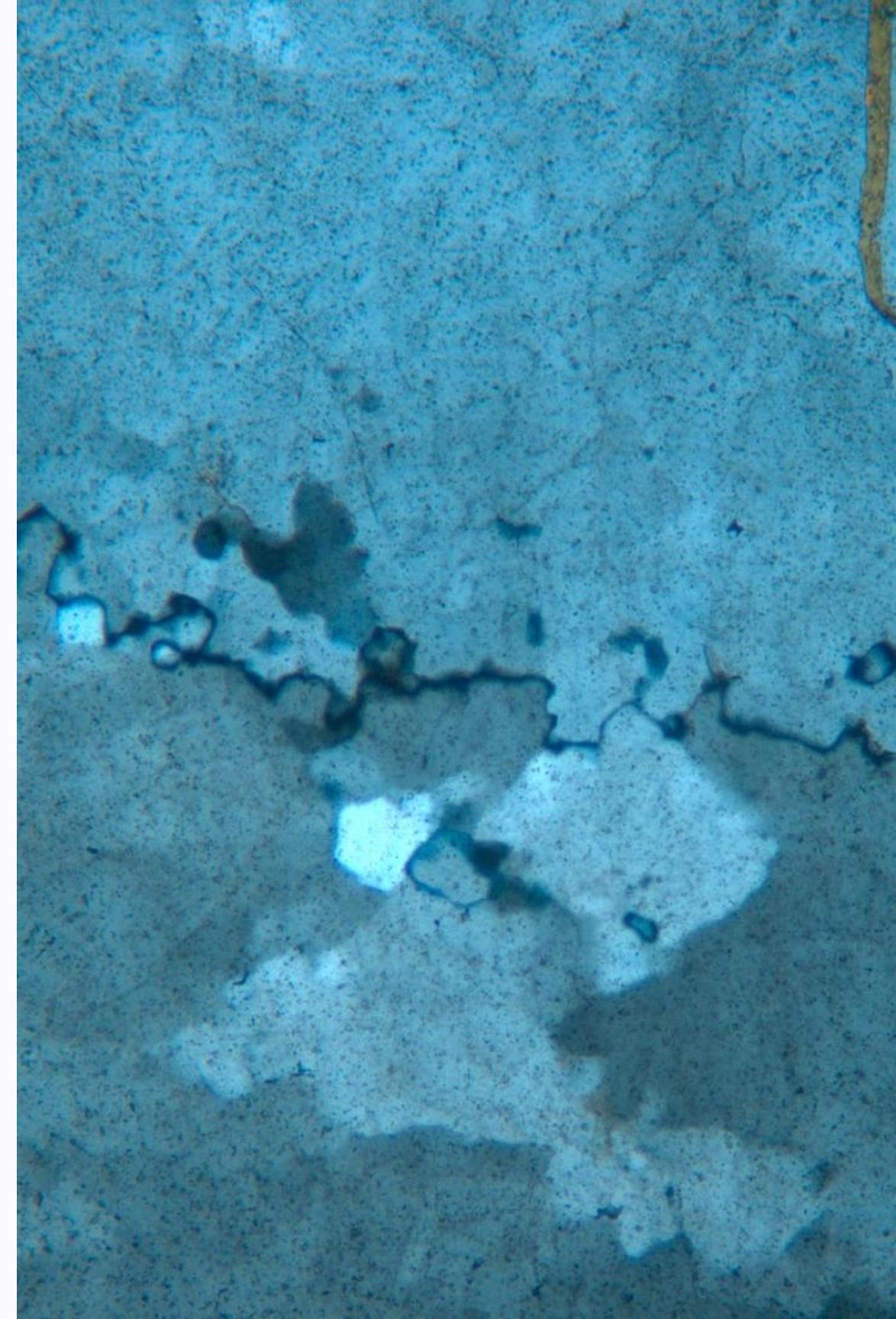


# Recuperación y Recristalización de los Metales Deformados

Ciencia de los Materiales -  
Facultad de Ingeniería



# Introducción al tema

- Procesado de metales → Deformación en frío → Tratamientos térmicos
- Recocido: recalentamiento para blandar el metal
- Etapas: Recuperación, Recristalización, Crecimiento granular

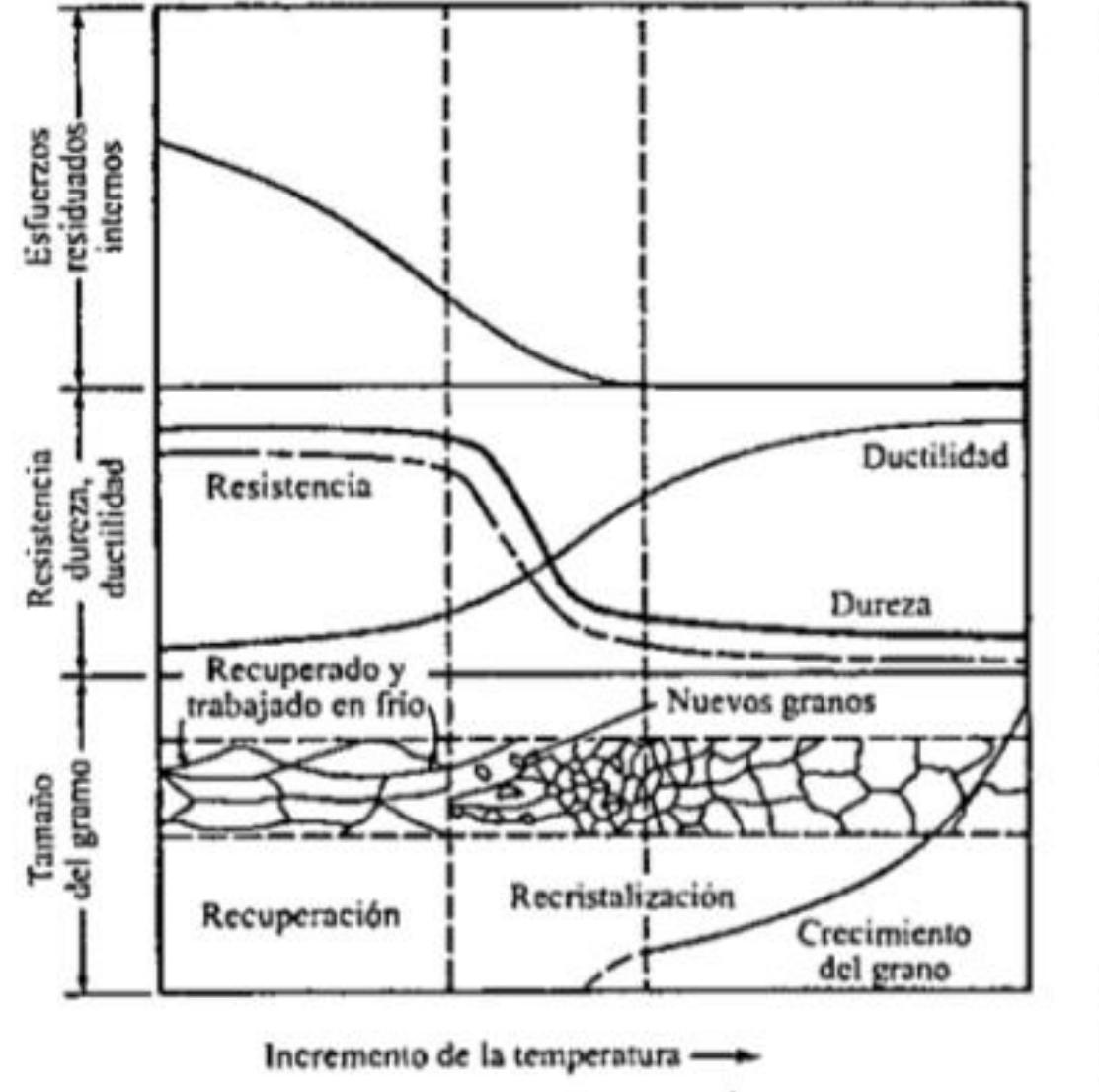


# Estructura del Metal Trabajado en Frío

Alta densidad de  
dislocaciones y  
defectos puntuales

Alta energía interna

Aumento de resistencia pero menor ductilidad



## Fase 1: Recuperación



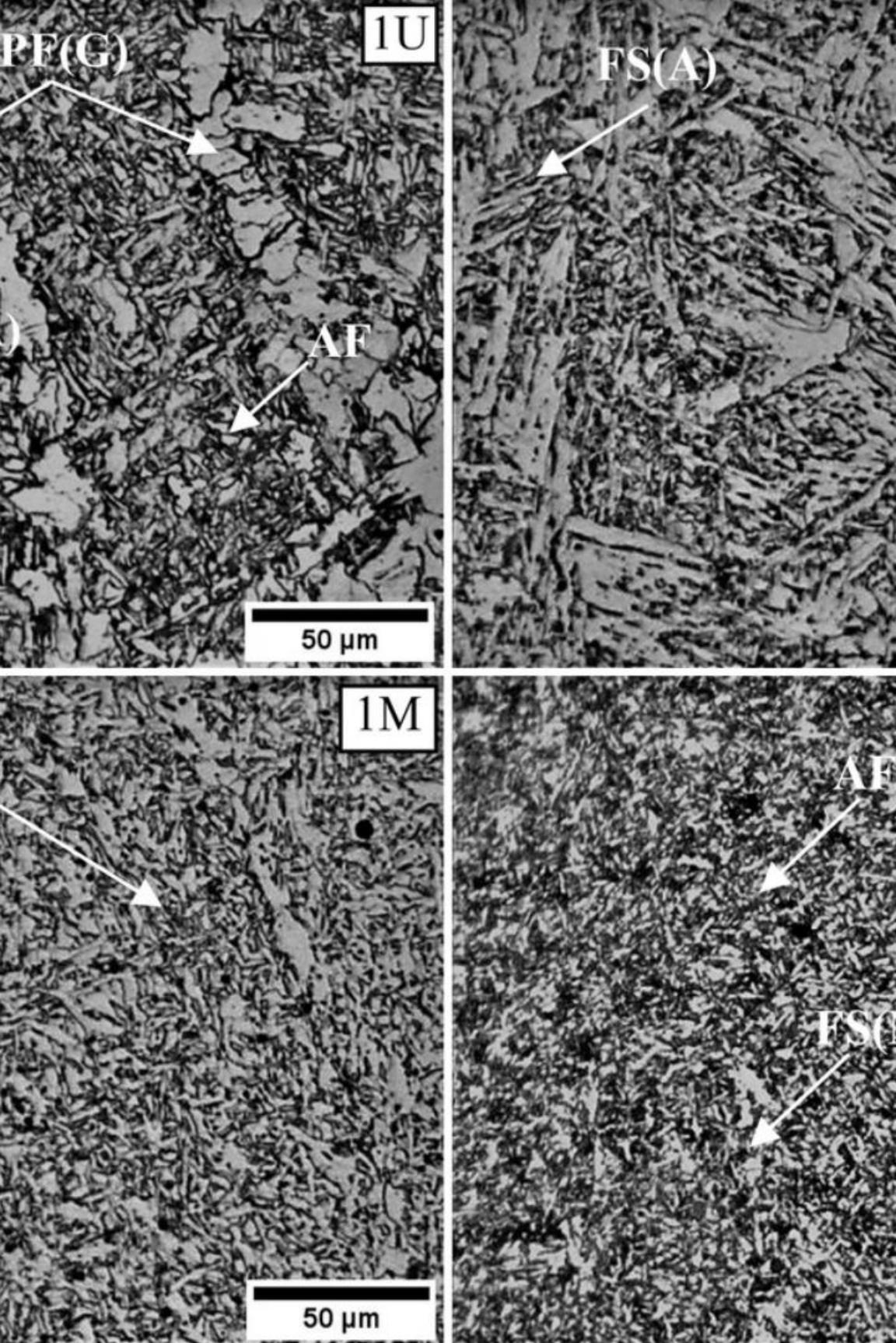
Temperaturas moderadas



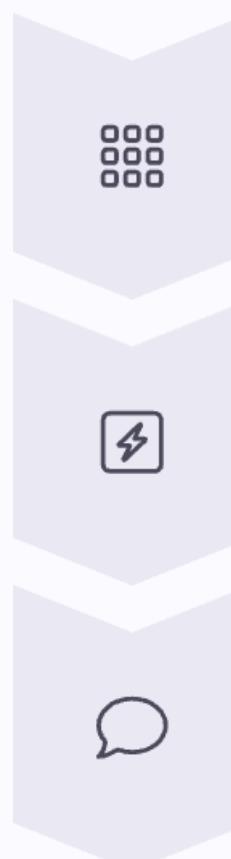
Reordenamiento o de dislocaciones



Reducción parcial de tensiones internas



# Poligonización



Formación de subgranos

Reducción de energía interna

Preparación para recristalización

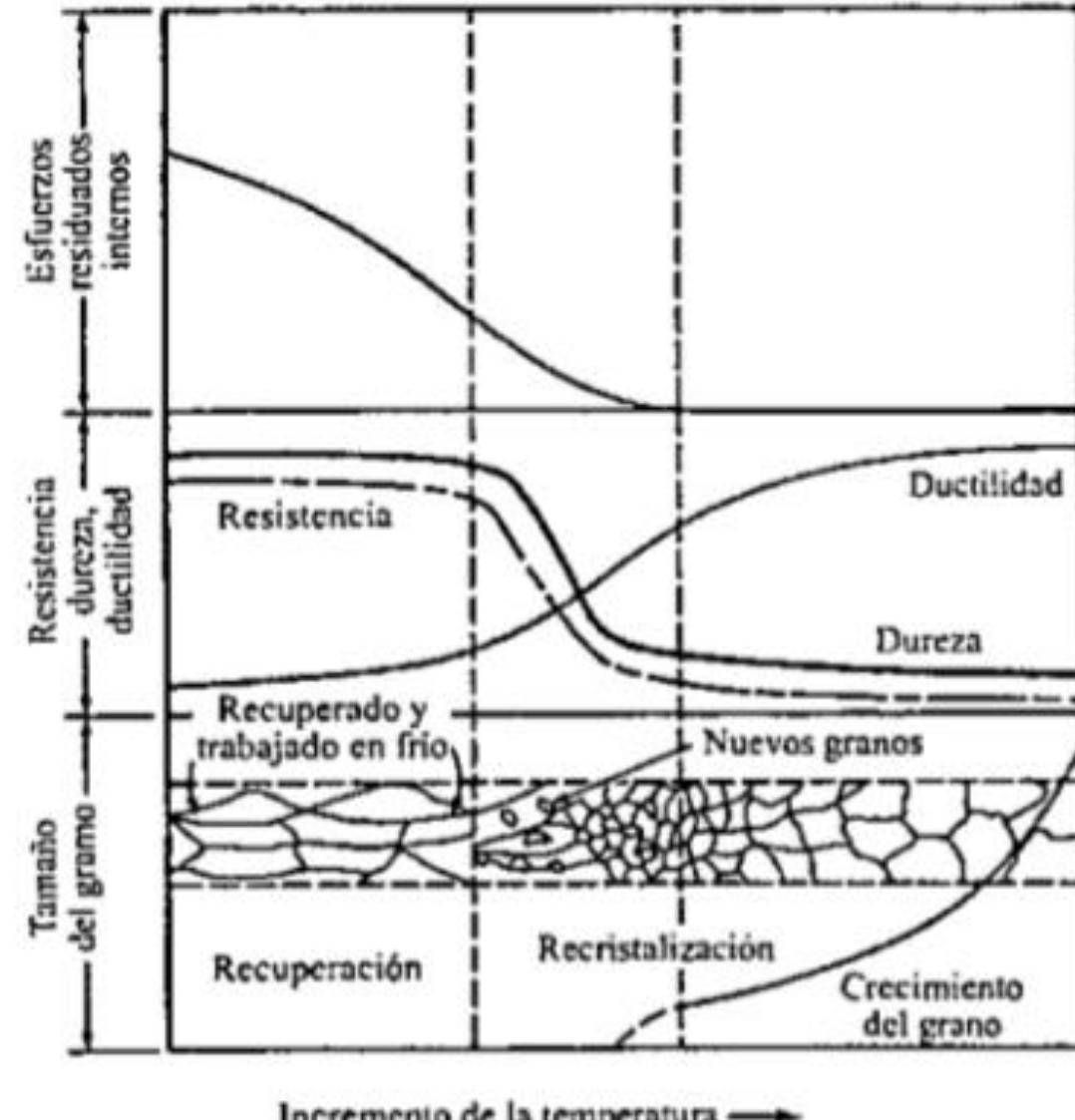
# Cambios Mecánicos durante Recuperación

## Reducción de resistencia

Durante el proceso de recuperación, los metales experimentan una disminución moderada en su resistencia mecánica debido a la reorganización de las dislocaciones y la reducción de tensiones internas.

## Incremento de ductilidad

A medida que se reducen las tensiones internas, el metal recupera parte de su capacidad para deformarse plásticamente, lo que resulta en un aumento notable de su ductilidad.



## Fase 2: Recristalización

### Nucleación de nuevos granos

Formación de pequeños núcleos de granos libres de deformación que comienzan a crecer dentro de la estructura deformada.

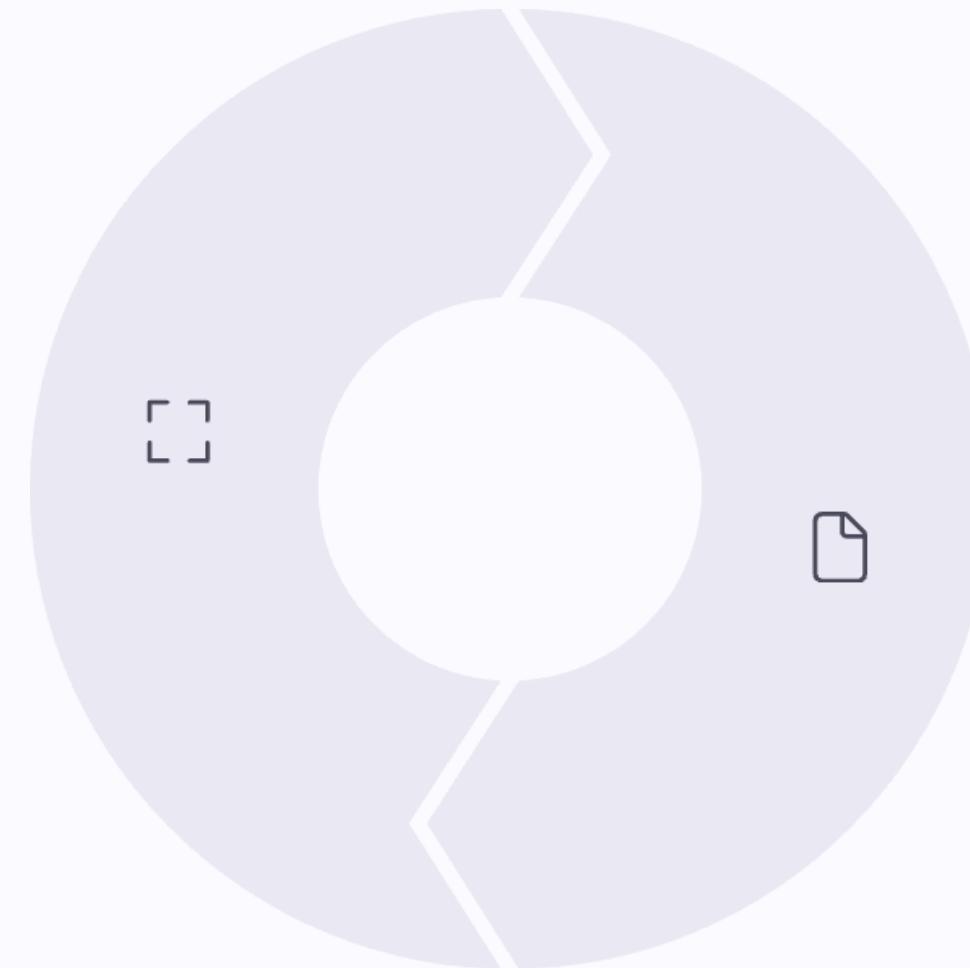
### Eliminación de la estructura deformada

Los nuevos granos crecen y reemplazan progresivamente la estructura deformada, eliminando las dislocaciones acumuladas durante el trabajo en frío.

# Mecanismos de Recristalización

## Expansión de núcleos

Los núcleos de recristalización crecen a expensas de la matriz deformada



## Migración de bordes de grano de alto ángulo

Los bordes se desplazan consumiendo regiones con alta densidad de dislocaciones

# Factores que Afectan la Recristalización (I)



# Factores que Afectan la Recristalización (II)



## Composición química (pureza/aleación)

Influye en la movilidad de los bordes de grano



## Tamaño inicial del grano

Granos más pequeños facilitan la recristalización

# Conceptos Importantes

## 1 Deformación mínima requerida

Se necesita un umbral mínimo de deformación para iniciar la recristalización

## 2 Mayor deformación → menor temperatura necesaria

La energía almacenada facilita el proceso a temperaturas más bajas

## 3 Mayor temperatura → menor tiempo

La cinética del proceso se acelera con la temperatura

## 4 Alta pureza → facilita recristalización

Las impurezas y elementos aleantes suelen retardar el proceso

# Aplicaciones Prácticas



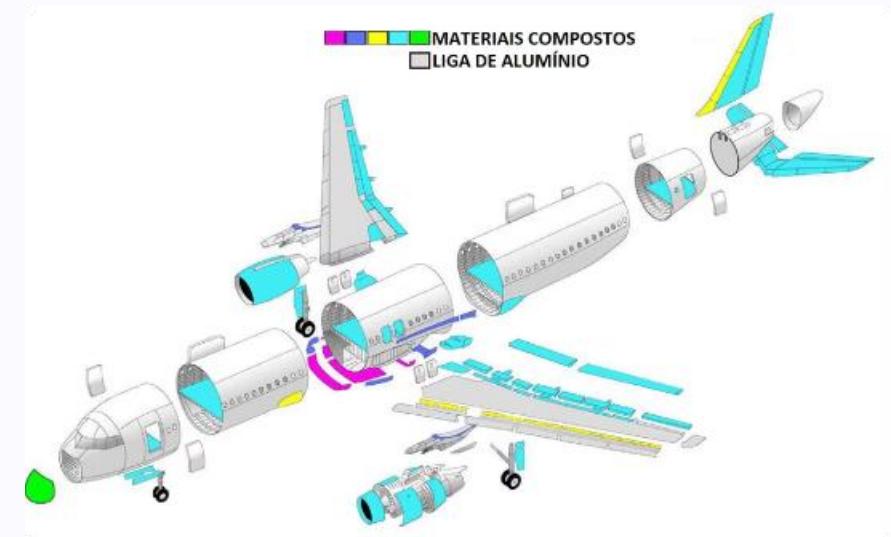
## Laminación de láminas metálicas

Proceso fundamental en la industria siderúrgica para producir chapas y láminas con propiedades controladas



## Producción de cables (trefilado)

Fabricación de alambres y cables mediante estiramiento a través de matrices



## Componentes aeronáuticos y automotrices

Piezas de alta precisión con propiedades mecánicas optimizadas

# Resumen Final



**Recuperación → reducción de tensiones**

Primera etapa donde se reorganizan las dislocaciones sin formar nuevos granos



**Recristalización → restauración de propiedades**

Formación de nuevos granos libres de deformación



**Controlar estos procesos → optimizar materiales**

Ajuste preciso de propiedades mecánicas según aplicación