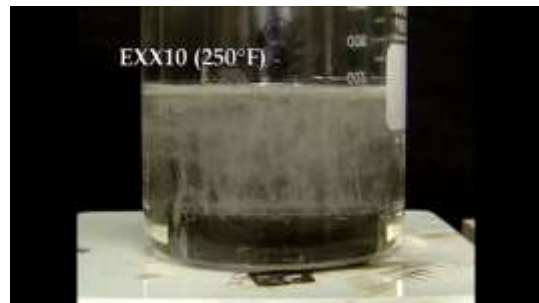


- **Tratamentos térmicos após soldadura:**
 - Os tratamentos térmicos mais aplicados às construções soldadas, podem ser de dois tipos:
 - Tratamentos a temperaturas inferiores a 500 °C – tratamento de eliminação de hidrogénio;
 - Tratamentos a temperaturas entre 500 e 700 °C – tratamento de relaxação de tensões e revenido metalúrgico.
 - Os tratamentos térmicos a temperaturas situadas entre as temperaturas A_1 e A_3 e acima de A_3 (tratamentos de normalização e têmpera) são pouco usados, só em casos específicos.



1. Tratamento de pós-aquecimento ($T \leq 500$ °C):

- Consiste em manter a peça soldada a uma temperatura igual ou superior à do pré-aquecimento durante o tempo suficiente para permitir a libertação do hidrogénio contido no metal depositado, evitando que se concentre na zona afectada pelo calor (ZAC) níveis de hidrogénio que possam induzir fenómenos de fissuração diferidos (a frio).

2. Tratamento térmico após soldadura:

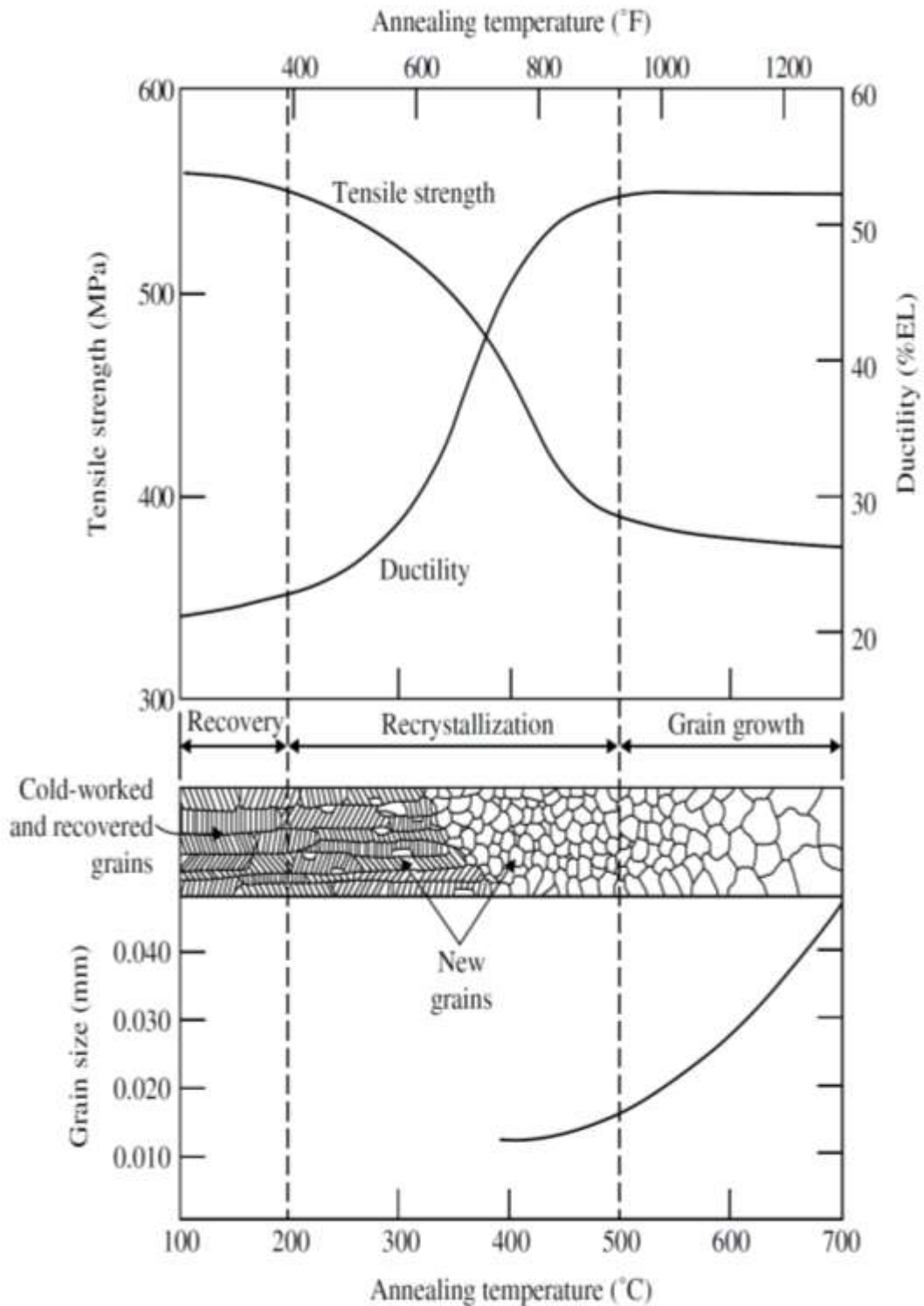
- Temperaturas entre 500 a 700 °C, com a finalidade de:
 - Relaxação das tensões residuais;
 - Efeito de revenido do metal depositado, zona afectada pelo calor e material base.
- Tratamento de relaxação de tensões residuais:
 - Aquecimento a uma velocidade moderada até atingir a temperatura máxima;
 - Manutenção à temperatura de patamar durante um tempo que é função da espessura;
 - Arrefecimento lento no forno e em seguida ao ar.
- A fase de aquecimento é fundamental para a relaxação das tensões, sendo também importante a temperatura máxima atingida durante o tratamento.
- Efeitos metalúrgicos do tratamento:
 - O tratamento térmico após soldadura produz efeitos de carácter metalúrgico tanto no metal depositado, como no metal base e ZAC.

- **Efeitos benéficos:**

- Revenido de estruturas de têmpera porventura formadas na ZAC;
- Melhoria das propriedades mecânicas do metal depositado de soldadura de aços Cr-Mo (tensão de rotura, cedência e resiliência);
- Restauração parcial da ductilidade de materiais fragilizados por efeito de deformações ocorridas nas operações de conformação a frio ou de soldadura);
- Melhoria da tenacidade do metal depositado de aços ao C-Mn.

- **Efeitos indesejáveis:**

- Diminuição dos níveis de resiliência em certos casos (por exemplo: aços ao C-Mn micro-ligados ao Nb ou V, chamados aços de grão fino);
- Aços com risco de fragilização por revenido, na gama de temperaturas do tratamento;
- Aços com risco de fissuração no reaquecimento;
- Aços com risco de precipitação de carbonetos de Cr ou formação de fase sigma (σ), como é o caso de aços placados ou revestidos a aço austenítico.



Effect of temperature on microstructure, strength, and ductility of cold-worked materials (From Ref. [46]. © Wiley).

- **Exigências dos códigos de construção:**
 - Os códigos de construção que mais claramente explicitam as condições de tratamento térmico após soldadura são os códigos de construção de reservatórios de pressão, sendo os mais utilizados: ASME VIII (divisão 1 e 2), BS 5500, AD-Merkblatt.

ASME VIII		BS 5500		AD HP + SEW 089	
P1 A 285 ABCD A 285 ABC A 515 et A 515 G 55-60-65-70 A 537 cl. 1 et cl. 2 (T.R.)	M0 C et CMn M1 - BS 1501 - 221 223 224	C-Mn e < 35 option e > 35 exigé		G1 Re < 370 N/mm² sauf aciers tenaces à froid analyse chimique G5 a Aciers tenaces à froid	
		C-Mn KCV 27 J - 20 °C < 40 option > 40 exigé		Nuances Tous aciers	
		l = 580 - 620 °C		KCV Néant	
		2,5 mn/mm 60 mn mini 90 mn mini		SEW 089	
e < 31,8 mm e > 38,1 mm si préchauffage 93° mini	2,5 mn/mm 60 mn mini 90 mn mini	2,5 mn/mm 60 mn mini 100 mn mini		Aciers grain fin SIE et SIE W 26 à 36 Autres	
l > 593 °C		30 > e > 38		Géométrie simple CND 100 % Epreuve : 0,85 v _g RT	
1 h/25 mn; 15 mn mini		38 > e > 50		40 J/cm² T - 10° C Essais rupture fragile sans PWHT	
		G2 aciers grain fin 370 < Re < 480 N/mm² sauf aciers tenaces à froid G5b aciers tenaces à froid		Tous aciers	
			Nuances SIE et WSIE 39 et 43 Autres	KCV SEW 089 SEW 089	Autres exigences Néant
			G3 aciers à grain fin SIE et W SIE 47-51 G5c aciers tenaces à froid		
			Nuances Tous	KCV SEW 089	Autres exigences Néant
		t° 530-580° aciers SEW. Pour les autres aciers, voir feuille matière. 2 mn/mm 30 mn mini.			