# Força de dobra ao ar em dobradeiras

SheetMetal · Referência de engenharia · Verificado em 2026-11-04

Valores típicos de engenharia — confirme com a norma aplicável e com sua máquina antes de cotar.

Força de dobra ao ar em toneladas-força, quilonewtons e toneladas-força dos EUA para uma dobra de 1000 mm, por espessura e abertura da matriz em V.

## Fórmula

Força de dobra ao ar em toneladas-força:

```
T = 1.33 × resistência à tração (MPa) × espessura² (mm²) × comprimento de dobra (mm) / (9.80665 × 1000 × abertura em V (mm))
```

O fator 1.33 é um coeficiente empírico para condições usuais de dobra ao ar. A espessura é elevada ao quadrado; portanto, dobrar a espessura com a mesma abertura em V quadruplica a força. A força cresce em proporção direta ao comprimento de dobra e à resistência à tração, e diminui quando a abertura em V aumenta. Uma tonelada-força é considerada como 9.80665 kN; uma tonelada-força curta dos EUA equivale a 907.18474 kg-força.

## Força por espessura e abertura em V — dobra de 1 m, aço baixo carbono a 450 MPa

| Espessura (mm) | Abertura em V (mm) | V / t | Toneladas-força | Força (kN) | Força (toneladas-força dos EUA) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 6 | 6 | 10.2 | 99.8 | 11.21 |
| 1 | 8 | 8 | 7.63 | 74.8 | 8.41 |
| 1 | 10 | 10 | 6.10 | 59.8 | 6.73 |
| 1 | 12 | 12 | 5.09 | 49.9 | 5.61 |
| 1.5 | 9 | 6 | 15.3 | 149.6 | 16.82 |
| 1.5 | 12 | 8 | 11.4 | 112.2 | 12.61 |
| 1.5 | 15 | 10 | 9.15 | 89.8 | 10.09 |
| 1.5 | 18 | 12 | 7.63 | 74.8 | 8.41 |
| 2 | 12 | 6 | 20.3 | 199.5 | 22.42 |
| 2 | 16 | 8 | 15.3 | 149.6 | 16.82 |
| 2 | 20 | 10 | 12.2 | 119.7 | 13.45 |
| 2 | 24 | 12 | 10.2 | 99.8 | 11.21 |
| 3 | 18 | 6 | 30.5 | 299.3 | 33.64 |
| 3 | 24 | 8 | 22.9 | 224.4 | 25.23 |
| 3 | 30 | 10 | 18.3 | 179.6 | 20.18 |
| 3 | 36 | 12 | 15.3 | 149.6 | 16.82 |
| 4 | 24 | 6 | 40.7 | 399.0 | 44.85 |
| 4 | 32 | 8 | 30.5 | 299.3 | 33.64 |
| 4 | 40 | 10 | 24.4 | 239.4 | 26.91 |
| 4 | 48 | 12 | 20.3 | 199.5 | 22.42 |
| 5 | 30 | 6 | 50.9 | 498.7 | 56.06 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 40 | 8 | 38.1 | 374.1 | 42.05 |
| 5 | 50 | 10 | 30.5 | 299.3 | 33.64 |
| 5 | 60 | 12 | 25.4 | 249.4 | 28.03 |
| 6 | 36 | 6 | 61.0 | 598.5 | 67.27 |
| 6 | 48 | 8 | 45.8 | 448.9 | 50.46 |
| 6 | 60 | 10 | 36.6 | 359.1 | 40.36 |
| 6 | 72 | 12 | 30.5 | 299.3 | 33.64 |

## Tabela de referência no ponto de partida usual V = 8t

As sete linhas abaixo usam a regra inicial comum V = 8 × espessura para aço baixo carbono. Este PDF mantém seu escopo de 1–6 mm. O site fornece separadamente estimativas calculadas para três materiais até 20 mm; essa tabela calculada mais ampla não amplia as evidências de fábrica arquivadas. Nenhuma margem de capacidade está incluída nestas colunas de força.

| Espessura (mm) | Abertura em V (mm) | Toneladas-força | Força (kN) | Força (toneladas-força dos EUA) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 8 | 7.63 | 74.8 | 8.41 |
| 1.5 | 12 | 11.4 | 112.2 | 12.61 |
| 2 | 16 | 15.3 | 149.6 | 16.82 |
| 3 | 24 | 22.9 | 224.4 | 25.23 |
| 4 | 32 | 30.5 | 299.3 | 33.64 |
| 5 | 40 | 38.1 | 374.1 | 42.05 |
| 6 | 48 | 45.8 | 448.9 | 50.46 |

## Fatores por material

A força é proporcional à resistência à tração. Os fatores abaixo são relativos ao aço baixo carbono a 450 MPa; portanto, são estimativas iniciais, não valores de catálogo. Materiais de alta resistência ou encruados podem exigir ainda mais força.

| Material | Resistência à tração (MPa) | Fator de força em relação ao aço baixo carbono |
|---|---|---|
| Aço baixo carbono | 450 | 1.00 |
| Aço inoxidável | 600 | 1.33 |
| Alumínio | 250 | 0.56 |

Um aço inoxidável próximo de 600 MPa exige cerca de um terço a mais de força que o aço baixo carbono; um alumínio macio próximo de 250 MPa exige aproximadamente metade. Parta da resistência à tração real, em vez de um único fator por material.

## Por que uma tabela isolada pode levar à escolha da máquina errada

- Uma tabela impressa geralmente fixa material, abertura em V e comprimento de dobra. Um trabalho real frequentemente muda os três.
- A força é proporcional ao comprimento de dobra. Uma tabela para dobra de 1 m subestima em duas vezes e meia uma dobra de 2.5 m.
- Uma abertura em V maior reduz a força, mas aumenta o raio interno e a aba mínima.
- Dobra ao ar, dobra de fundo e cunhagem usam níveis de força diferentes. Uma tabela sem identificação do processo é ambígua.
- Selecione uma máquina com capacidade acima da força calculada, não exatamente igual a ela, e confirme a placa de capacidade com a engenharia.