

Os Pinos Elásticos Espirais são usados em milhares de aplicações, abrangendo uma ampla gama de mercados. A **SPIROL** avalia muitas aplicações e identificou erros comuns de projeto/fabricação que reduzem a resistência das juntas fixadas. Essas características incluem, entre outras, rebaixamentos, escareamentos e folgas entre os componentes de encaixe. Essas condições resultam em folgas e causam flexão que reduzem a efetiva resistência do pino ao cisalhamento.

Os Pinos Elásticos Espirais possuem valores mínimos de resistência ao cisalhamento duplo de acordo com as especificações aplicáveis da indústria. Devido à natureza dinâmica do Pino Espiral, os valores de cisalhamento são estabelecidos por testes em vez do cálculo tradicional. Os testes são conduzidos com base em critérios específicos, conforme descrito em especificações, como ASME B18.8.2, ASME B18.8.3M e ISO 8749. Os medidores devem ser de aço temperado com uma folga máxima de 0,005" (0,13 mm) nos planos de cisalhamento. Essa seria a condição ideal e garante que o pino esteja em cisalhamento. Quanto mais as condições de folga das montagens se afastam dos parâmetros de teste, mais propenso o pino fica a falhas na flexão – não no cisalhamento – e a resistência começará a diminuir. É fundamental entender como o desvio das condições ideais de cisalhamento afeta o desempenho da junta fixada porque isso pode afetar a integridade e a longevidade da montagem.

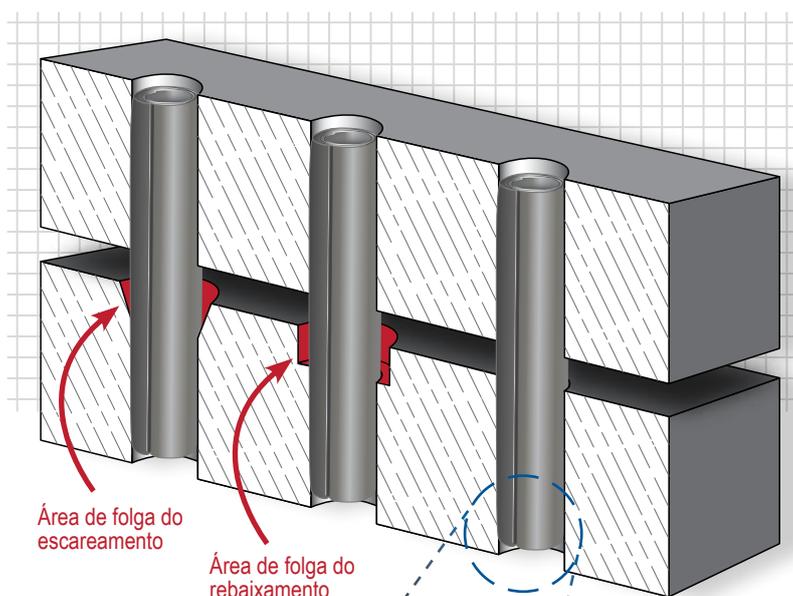
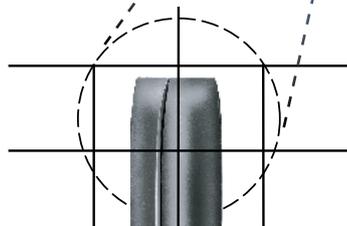


Figura 1



Os Pinos Elásticos Espirais são projetados para instalação sem orientação extra de escareadores ou rebaixadores. O chanfro concêntrico e liso combinado com extremidades quadradas e bem definidas resultam em uma instalação sem problemas.

Frequentemente, é feito um furo rebaixado ou escareado entre os componentes com a intenção de guiar o pino de um furo para o próximo. Embora a intenção seja compreendida, o vão resultante costuma ser inaceitável. Os Pinos Espirais da SPIROL são projetados com chanfros generosos para facilitar o alinhamento durante a instalação, portanto, escareamentos e rebaixamentos não são necessários (*Figura 1*). Esses detalhes, embora muitas vezes esquecidos, causam folgas e dobras que reduzem o desempenho do pino quando carregado por cisalhamento. A redução da resistência também contribui para a fadiga, que pode levar à falha prematura. Embora as causas da falha possam ser fáceis de identificar, é importante quantificar os efeitos da falha prematura para desenvolver um entendimento do seu impacto.

Foi feito um teste com um Pino Espiral para cargas leves da SPIROL, com aumentos incrementais na folga do plano de cisalhamento para entender melhor a magnitude da mudança no desempenho. A escolha por um pino para cargas leves deveu-se ao fato de que é facilmente instalado e removido. O pino selecionado foi um CLDP padrão 0,250 x 2,500 LBK, ou Pino Espiral de aço de alto carbono para cargas leves com acabamento de óleo inibidor de corrosão "seco ao toque". Este pino possui comprimento suficiente para permitir o teste com várias folgas.

**PINO ESPIRAL  
PARA CARGAS  
LEVES**



Foi usado um bloco de cisalhamento quadrado padrão ASME B18.8.2 (*Figura 2*) com um Instron Modelo 3384 para todos os testes. Duas arruelas de tamanhos diferentes com uma espessura média de 0,072" (1,83 mm) e 0,120" (3,05 mm) foram usadas para aumentar a distância do espaçador, e o êmbolo do bloco de cisalhamento foi centralizado entre os acessórios de suporte. Como afirmado anteriormente, a distância máxima entre os planos de cisalhamento deve ser 0,005" (0,13 mm) para evitar a flexão do pino.

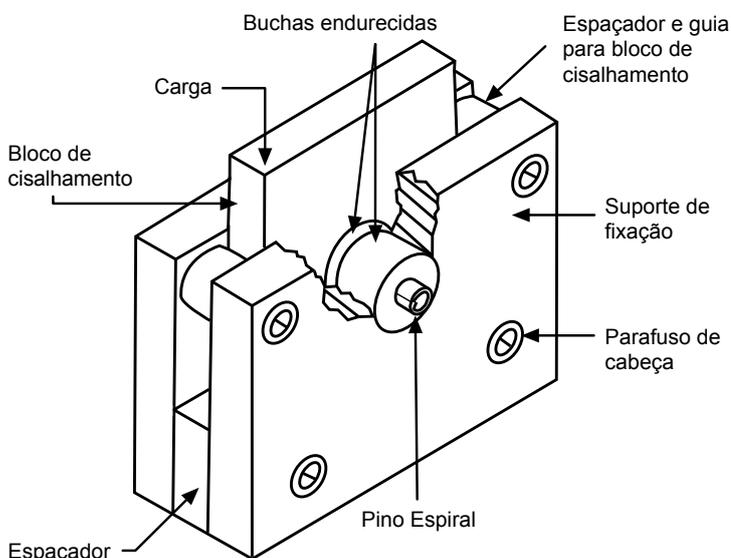


Figura 2: Típico acessório de teste de cisalhamento de pino de acordo com ASME B18.8.2.

Visualmente, há uma diferença significativa entre os pinos que falham no teste na flexão ou cisalhamento. Conforme mostrado na *Figura 3A*, os pinos que falharam no cisalhamento apresentam fratura em um plano. Quando os espirais estão deformados, eles parecem planos com o lado externo colapsando em uma direção. A *Figura 3B* mostra um pino testado com uma folga de 0,120" (3,05 mm). Nesta imagem, a curvatura claramente ocorreu a partir da curvatura que conduz à superfície fraturada.

Além disso, a superfície fraturada não se estende ao longo de um plano, mas exibe falha de forma diferente em cada espiral. É imprescindível avaliar as superfícies fraturadas dos pinos com falha, bem como os componentes receptores nos quais os pinos foram instalados. Não é incomum que não haja as características dos componentes receptores especificadas no desenho que introduz a folga. A causa raiz só pode ser precisamente determinada ao avaliar todos os componentes da aplicação.

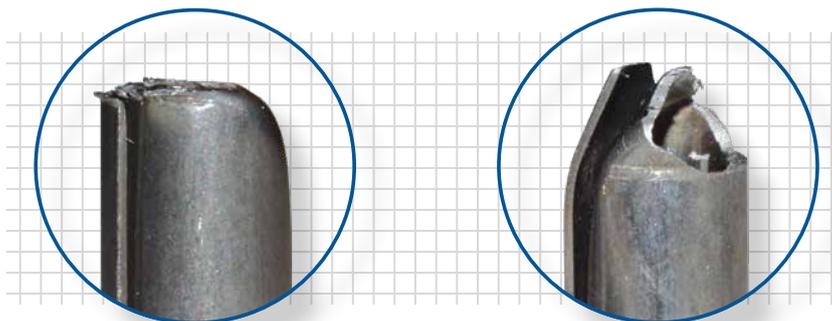


Figura 3A: A fratura na superfície de um Pino Espiral em cisalhamento mostra falha em um plano simples.

Figura 3B: O Pino Espiral em flexão apresenta curvatura na camada externa e uma superfície de fratura multi-planar.

Foram testadas trinta amostras de cada condição e o resumo dos resultados encontra-se na *Tabela 1*. Os dados se alinham com a teoria de que a folga reduz a força máxima na fratura. Uma observação interessante foi a menor alteração na força que ocorreu entre 0,072" (1,83 mm) e 0,120" (3,05 mm). A força necessária para fraturar o pino caiu 18% ou cerca de 800 lbs. (3,6 kN) ao aumentar a folga de 0,005" (0,13 mm) para 0,072" (1,83 mm), mas aumentar ainda mais a folga para 0,120" (3,05 mm) resultou em uma redução adicional de aproximadamente 150 lbs. (0,7 kN) totalizando uma variação de 22%.

	Folga de 0,005" (cisalhamento)	Folga de 0,072"	Folga de 0,120"
<b>Média</b>	4.257,64	3.475,44	3.312,54
<b>Mínimo</b>	4.029,39	3.340,20	3.211,69
<b>Máximo</b>	4.548,73	3.583,60	3.395,75
<b>Desvio Padrão</b>	125,77	56,21	45,94

Tabela 1: Dados resumidos da força (em libras) na falha de 30 amostras de teste de CLDP 0,250 x 2,500 LBK

Este fenômeno é explicado usando princípios materiais gerais. Ao avaliar o comportamento tensão-deformação, a resistência à flexão é comumente usada para descrever cerâmicas quebradiças, mas é definida como a tensão na fratura devido às forças de flexão. É uma propriedade que é testada por meio de ensaio de flexão de três ou quatro pontos, que é feito em uma dobra transversal com cargas simples ou duplas e apoios subjacentes posicionados a uma distância predeterminada (L). Os modelos de ensaio de flexão são uma representação simplificada de um pino com um bloco de cisalhamento.

# Centros Técnicos

**Américas SPIROL Brasil**  
Rua Mafalda Barnabé Soliane, 134  
Comercial Vitória Martini, Distrito Industrial  
CEP 13347-610, Indaiatuba, SP, Brasil  
Tel. +55 19 3936 2701  
Fax. +55 19 3936 7121

**SPIROL EUA**  
30 Rock Avenue  
Danielson, Connecticut 06239 EUA  
Tel. +1 (1) 860 774 8571  
Fax. +1 (1) 860 774 2048

**SPIROL Divisão de Calços**  
321 Remington Road  
Stow, Ohio 44224 EUA  
Tel. +1 (1) 330 920 3655  
Fax. +1 (1) 330 920 3659

**SPIROL Canadá**  
3103 St. Etienne Boulevard  
Windsor, Ontario N8W 5B1 Canadá  
Tel. +1 (1) 519 974 3334  
Fax. +1 (1) 519 974 6550

**SPIROL México**  
Avenida Avante #250  
Parque Industrial Avante Apodaca  
Apodaca, N.L. 66607 Mexico  
Tel. +52 (01) 81 8385 4390  
Fax. +52 (01) 81 8385 4391

**Europa SPIROL França**  
Cit  de l'Automobile ZAC Croix Blandin  
18 Rue L na Bernstein  
51100 Reims, Franca  
Tel. +33 (0) 3 26 36 31 42  
Fax. +33 (0) 3 26 09 19 76

**SPIROL Reino Unido**  
17 Princewood Road  
Corby, Northants  
NN17 4ET Reino Unido  
Tel. +44 (0) 1536 444800  
Fax. +44 (0) 1536 203415

**SPIROL Alemanha**  
Ottostr. 4  
80333 Munich, Alemanha  
Tel. +49 (0) 89 4 111 905 71  
Fax. +49 (0) 89 4 111 905 72

**SPIROL Espanha**  
08940 Cornell  de Llobregat  
Barcelona, Espanha  
Tel. +34 93 669 31 78  
Fax. +34 93 193 25 43

**SPIROL Rep blica Tcheca**  
Sokola T my 743/16  
Ostrava-Mari nsk  Hory 70900  
Rep blica Tcheca  
Tel. +420 417 537 979

**SPIROL Pol nia**  
Aleja 3 Maja 12  
00-391 Warszawa, Pol nia  
Tel. +48 510 039 345

** sia-Pac fico SPIROL  sia**  
1st Floor, Building 22, Plot D9, District D  
No. 122 HeDan Road  
Wai Gao Qiao Free Trade Zone  
Xangai, China 200131  
Tel. +86 (0) 21 5046 1451  
Fax. +86 (0) 21 5046 1540

**SPIROL Coreia**  
160-5 Seokchon-Dong  
Songpa-gu, Seoul, 138-844, Coreia  
Tel. +86 (0) 21 5046-1451  
Fax. +86 (0) 21 5046-1540

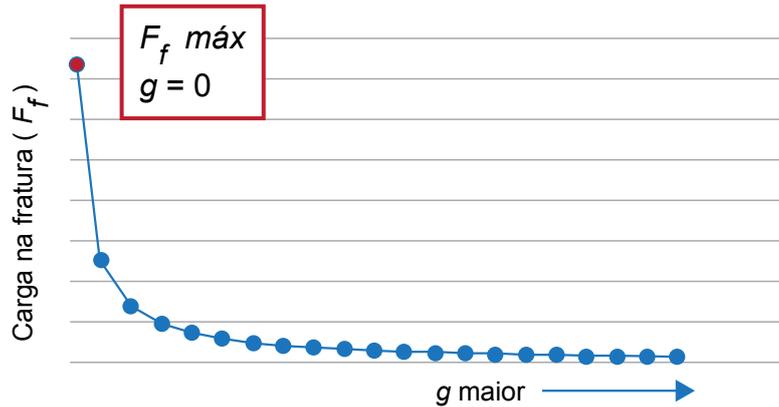


Figura 4: Há uma relação inversa negativa entre a folga e a carga na fratura

A equação da tensão de flexão é  $\sigma_{fs} = \frac{F_f L}{\pi R^3}$

$\sigma$ = tensão	$\frac{F}{A} = \frac{Mc}{I}$
M = momento de flexão máxima	$\frac{FL}{4}$
c = distância do centro da amostra à superfície externa	R
I = momento da inércia na seção transversal	$\frac{\pi R^4}{4}$

onde  $F_f$  é a carga na fratura, R é o raio do pino e L é a distância entre os suportes. Como a folga é adicionada simetricamente para aumentar a distância entre os pontos de suporte, L muda para  $L+2g$  com g sendo a distância de folga adicionada em um dos lados. Usando os valores conhecidos, a Figura 4 mostra o impacto de g na força. A transição de cisalhamento para flexão ocorre rapidamente quando a folga excede o máximo

recomendado de 0,005" (0,13 mm). Comensuradamente, os dados indicam que a maior mudança na resistência ocorre com um desvio mínimo das condições ideais de cisalhamento. À medida que a folga aumenta entre os componentes montados, a resistência continua a ser impactada negativamente, mas a magnitude da mudança não é tão substancial. Neste caso, com um CLDP 0,250 x 2,500 LBK, foi observada uma redução de 18% na força ao aumentar a folga de 0,005" (0,13 mm) para 0,072" (1,83 mm).

## Conclusão

No geral, é um equívoco comum pensar que rebaixamentos ou escareamentos melhoram a inserção do pino e causam mínimo impacto na resistência da junta fixada. O chanfro moldado no Pino Espiral direciona o pino para o próximo furo, mesmo quando há algum grau de desalinhamento entre os furos, eliminando a necessidade de um rebaixamento ou escareamento. Os dados demonstram uma queda significativa na resistência do pino quando é adicionado um pequeno vão entre os planos de cisalhamento. Usando a resistência à flexão e os princípios de flexão de três ou quatro pontos, fica claro que o aumento da folga tem um efeito negativo na carga necessária para fraturar as peças. Ao projetar novas aplicações ou reavaliar as aplicações atuais, é importante minimizar o espaço entre os componentes para otimizar as propriedades de cisalhamento do pino e maximizar a vida útil da montagem.

**Envolva os Engenheiros de Aplicação da SPIROL na fase inicial do seu próximo projeto!**

<sup>1</sup>Callister, William D., "Stress-Strain Behavior" in Materials science and Engineering: An Introduction, 7th ed. New York: Wiley, 2007 pp 447-448