



GUIA TÉCNICO

Tubo Flexível de Escape (Flex) de Caminhão: Avarias, Troca e Manutenção

Guia técnico VADEN sobre o tubo flexível de escape (flex) em veículos pesados: função, sintomas de avaria, diagnóstico, substituição, binários e manutenção.

Num veículo comercial pesado, a linha de escape move-se alguns milímetros a cada rotação do motor; esse movimento contínuo entre o chassi e o motor precisa de um ponto de apoio. É exatamente essa a função do tubo flexível de escape (flex). No terreno, quando se ouve dizer "o flex cedeu", "assobia depois do coletor" ou "entra cheiro de queimado na cabine", esta ligação flexível é uma das primeiras peças a inspecionar. Embora pareça uma peça pequena, um tubo flexível fissurado acaba por tensionar todo o sistema de escape, desde a saída do turbo até à linha do DPF/SCR, fatigando as soldas e gerando avarias em cadeia.

Este guia foi elaborado pela equipa técnica da VADEN, reunindo experiência de campo e dados de fabricantes OE. Os valores aqui apresentados são **intervalos de referência típicos**; variam consoante o motor, a carroçaria e o equipamento. Para binário, medida e procedimento exatos, deve sempre prevalecer o manual de assistência OE atualizado do veículo. *Última atualização: setembro de 2026.*

A integridade da linha de escape influencia diretamente a conformidade com o regulamento ECE R51, que regula o nível sonoro do veículo, e com o UNECE R49, que regula a homologação de emissões do motor.

O que é o Tubo Flexível de Escape (Flex)? Função e Princípio de Funcionamento

O tubo flexível de escape (flex) é um elemento de ligação flexível, fabricado em aço entrançado, colocado entre a linha de escape e o motor/coletor; ao amortecer a vibração do motor e a dilatação térmica do escape, evita que a linha seja tensionada e fissurada. Em alemão é designado por *Flexrohr* ou *Abgas-Flexrohr*; em português é conhecido também como tubo flexível, foles ou, popularmente, "acordeão".

O princípio de funcionamento é mecânico. O bloco do motor assenta sobre apoios flexíveis e, em funcionamento, vibra continuamente; ao acelerar, roda ligeiramente devido à reação do binário. A linha de escape, por sua vez, está em grande parte suspensa no chassi por suportes. Se entre estes dois pontos houvesse um tubo rígido (de peça única), cada vibração e cada ciclo de aquecimento-arrefecimento fatigaria o metal, formando fissuras em pouco tempo. O tubo flexível absorve essa fadiga ao assumir o movimento axial (para a frente e para trás), angular (flexão) e uma parte do movimento radial. Ao mesmo tempo, permite o alongamento longitudinal da linha (dilatação térmica) quando se arranca com o motor frio e o escape aquece até 500–600 °C.

- **Entrançado interior (fole interior / bellows):** fole ondulado fino, geralmente em aço inoxidável (tipo AISI 304/321); assegura a estanquidade e a flexibilidade.
- **Entrançado exterior (braid / malha):** malha entrançada de fio inoxidável; protege o fole de tensão excessiva e de impactos externos, suportando a pressão interna.
- **Tubo guia interior (interlock / liner):** revestimento interno que regula o fluxo de escape e protege o fole da erosão do gás quente.
- **Ligações de extremidade:** extremidades de tubo soldadas ou flange aparafusada; a montagem na linha é feita por estas extremidades.

Onde se Localiza?

O tubo flexível situa-se maioritariamente logo após a saída do turbo/coletor de escape, entre o primeiro tubo de escape e o lado do motor. Em algumas carroçarias comerciais pesadas pode existir um segundo flex, antes do módulo DPF/SCR (filtro de partículas / ARLA 32) ou, em linhas longas, na zona intermédia. A sua posição é o ponto mais próximo da zona onde o motor se move; pois é aí que se encontra o movimento que realmente é preciso amortecer.

Diferença entre Linha Rígida e Linha com Flex

Uma linha sem flex parece mais barata, mas transmite a vibração diretamente às soldas e às flanges. O resultado: tubos que fissuram cedo, flanges que se soltam, orelhas de suporte que partem. Um tubo flexível com o comprimento e o tipo corretos prolonga significativamente a vida útil de toda a linha.

O funcionamento, os sintomas de entupimento e as opções de limpeza desse componente de emissões estão explicados no guia do **DPF: filtro de partículas diesel, falhas e limpeza**.

Comparação de Tipos

Característica	Flex com Extremidades Soldadas	Flex com Flange Aparafusada
Montagem	Soldadura às extremidades do tubo	Flange + parafuso/porca
Tempo de substituição	Mais longo (requer soldador)	Mais curto (com ferramenta manual)
Risco de fuga	Depende da qualidade da soldadura	Depende da junta e do binário
Reparação em estrada	Difícil	Fácil
Uso típico	Linhas de fabrico OE	Assistência/renovação, linhas modulares

Verificação do número de peça: o tubo flexível é específico da carroçaria em termos de diâmetro, comprimento, tipo de entrançado e ligação de extremidade (soldadura/flange, distribuição dos furos da flange). Um comprimento ou diâmetro errado ou tensiona a linha ou deixa-a com folga, provocando avaria prematura. Antes de encomendar, confirme sempre o número de peça OE e a referência equivalente VADEN através do número de chassi/motor do veículo.

Sintomas de Avaria e Diagnóstico

A avaria do tubo flexível é, na maioria das vezes, uma avaria que se "ouve". O ruído e o cheiro surgem antes da fissura visível. A tabela abaixo orienta o diagnóstico no terreno.

Sintoma	Causa Provável	Verificação / Confirmação
Assobio / sopro proveniente do motor (sobretudo ao acelerar)	Fissura no entrançado, rasgo no fole, fuga de escape	Procura de fuga ao ralenti à volta do flex, com a mão (com cautela) ou com papel; inspeção visual a frio
Tinido metálico / chocalhar	Fio do entrançado exterior partido, separação do liner interior, flange solta	Elevar o veículo e abanar o flex com a mão; verificação dos suportes e dos parafusos da flange

Sintoma	Causa Provável	Verificação / Confirmação
Entrada de cheiro a queimado / a escape na cabine	Gás de escape em fuga a atingir a entrada de ar da cabine	Localizar o ponto de fuga pelos vestígios de fuligem/negro de fumo; procurar manchas ao longo da linha
Fissura, rasgo ou marca de fuligem preta visível	Fissura por fadiga, tensão excessiva, corrosão	Inspeção visual do corpo e das extremidades do flex, acumulação de fuligem
Perda de potência / queda na resposta do turbo	Grande fuga a montante do coletor, perda de contrapressão	Avaliar a dimensão da fuga; ler códigos de avaria relacionados com DPF/EGR
Flex com aspeto esmagado, colapsado ou excessivamente tensionado	Montagem com comprimento errado, suporte da linha partido, alinhamento incorreto	Verificação dos suportes da linha e do alinhamento do flex; confirmação de comprimento/diâmetro
Vibração transmitida à cabine/direção	Flex que perdeu a capacidade de amortecimento (endurecido/entupido)	Observação da vibração ao ralenti e a baixa rotação; distinguir dos apoios do motor

Diagnóstico Auditivo

Com o motor frio, o ruído da fuga do flex costuma ser mais nítido, porque o metal ainda não dilatou para fechar parcialmente a fuga. Se ouve o ruído aumentar com a rotação enquanto o motor trabalha, a fuga está muito provavelmente no lado do escape sob pressão. Para estreitar a origem do ruído — como o motor está quente e é perigoso — é mais seguro evitar o contacto direto e usar uma haste de madeira de cabo longo ou um estetoscópio mecânico.

Diagnóstico Visual

Eleve o veículo e, depois de a linha arrefecer, inspecione a zona do flex com uma boa lanterna. No ponto de fuga observa-se um anel escuro de fuligem/negro de fumo, tinta queimada ou marcas brilhantes de rutura no fio do entrançado. Fios do entrançado exterior desfeitos, com aspeto escovado, são um prenúncio de dano no fole interior.

Confusão com Outras Avarias

Fugas na junta do coletor, na junta de saída do turbo, na flange do DPF e nas abraçadeiras produzem um ruído semelhante. Numa queixa de vibração, os apoios do motor e o desequilíbrio do veio também se podem confundir com o flex. Substituir o flex sem confirmar o diagnóstico pode deixar oculta a fuga real; confirme fisicamente o ponto de fuga.

Se o ruído não vier do flexível mas das uniões, o lado da abraçadeira e do tubo de ligação tem a sua própria lista de verificação, detalhada no guia sobre [abraçadeira e tubo de escape](#).

Leitura complementar

Para uma visão técnica em linguagem simples deste assunto, consulte o artigo de referência em [Wikipedia](#). Confirme sempre os valores e procedimentos específicos com os dados de serviço do fabricante do veículo.

Passos de Substituição / Instalação

EPI e segurança: a linha de escape atinge temperaturas muito elevadas. Antes de iniciar o trabalho, deixe o motor arrefecer por completo. Use luvas resistentes ao calor, óculos de proteção, máscara antipoeiras (fuligem/peças enferrujadas) e calçado de segurança. Imobilize o veículo em piso plano e apoie-o com cavaletes (jack stands); não confie apenas no macaco. Se for necessário soldar, tenha um extintor à mão e proteja do calor as linhas de combustível/ARLA 32 e os cabos.

- 1 Preparação e confirmação do diagnóstico:** confirme o ponto de fuga/dano, o número de peça correto (diâmetro, comprimento, tipo de extremidade) e o equivalente VADEN. Tenha à mão o novo flex, a junta e os parafusos/porcas necessários.
- 2 Imobilização do veículo:** puxe o freio de mão, calce as rodas, eleve o veículo e assente-o nos cavaletes. Certifique-se de que o motor arrefeceu.
- 3 Proteção do calor e do ambiente:** se necessário, desmonte ou proteja com manta térmica o chicote de cabos, o fole de ar e as linhas de ABS/ARLA 32 próximas.
- 4 Desaperto das ligações:** no tipo com flange, aplique desbloqueador de ferrugem e desaperte os parafusos/porcas de forma gradual; no tipo soldado, marque a linha de corte. Não force os parafusos que estejam a partir; aqueça-os se for preciso.
- 5 Remoção do flex antigo:** liberte os suportes e retire o flex da linha. Se for soldado, corte pelo local marcado com a ferramenta de corte adequada; proteja o ambiente das faíscas.
- 6 Limpeza das superfícies e da flange:** limpe as superfícies da flange de restos de junta antiga, fuligem e ferrugem com escova de arame. Certifique-se de que a superfície está plana e sem rebarbas.
- 7 Montagem a seco / alinhamento:** coloque primeiro o novo flex sem apertar os parafusos. Verifique que a linha não fica nem tensionada nem com folga e que o flex está **alinhado no eixo** e no seu comprimento natural. O comprimento errado é o erro de montagem mais frequente.
- 8 Junta e ligação:** no tipo com flange, una com junta nova. No tipo soldado, fixe com pontos de solda e confirme o alinhamento, depois faça a soldadura completa (elétrodo/gás adequado, método próprio para inoxidável).
- 9 Aperto ao binário:** aperte os parafusos/porcas ao valor OE e em sequência **cruzada (gradual)**. Não aplique o binário total de uma só vez; distribua-o em 2-3 passagens. Para o valor, baseie-se no manual de assistência.
- 10 Verificação de suportes e folga:** monte os suportes de escape, confirme que a linha não toca no chassi nem na carroçaria e que existe folga (clearance) suficiente. Certifique-se de que o flex não roça em nada durante o funcionamento.

- 11 Arranque e teste de fuga:** ligue o motor e verifique, ao ralenti e com aceleração ligeira, se há fugas (ruído, fuligem) no flex e nas flanges. Após uma pequena volta de teste, confirme novamente o binário e a estanquidade.

Pontos de Atenção (Erros Frequentes)

Os três erros mais frequentes: (1) montar um flex de comprimento/diâmetro errado e tensionar a linha — reduz a vida do flex a semanas. (2) montar o flex dobrando-o ou torcendo-o em excesso — o fole fadiga-se num único ponto. (3) substituir o flex sem confirmar bem a fuga e ignorar a origem real (junta do coletor, abraçadeira).

Aviso sobre soldadura: uma soldadura defeituosa que expõe o fole de inoxidável diretamente a calor excessivo deforma o revestimento interior e provoca fissuras precoces. Faça a soldadura afastada do corpo do fole, nos tubos de extremidade, e controle o aporte de calor.

- Aperte os parafusos de forma gradual e cruzada, e não de uma só vez; caso contrário a flange empena e a junta é esmagada de forma irregular.
- Não reutilize parafusos e porcas velhos, esmagados ou enferrujados; partem sob o calor.
- Não dobre o flex de forma acentuada durante o transporte/montagem; se o fole se danificar, a estanquidade fica comprometida à partida.
- Não deixe os suportes da linha em falta; uma linha sem suportes descarrega todo o peso sobre o flex.
- Após a montagem, faça sempre a verificação de fugas a frio e a quente; pode haver uma ligação que se solta no primeiro aquecimento.

Valores Técnicos e Pontos de Verificação

Os valores abaixo são de caráter **referência típica/geral** para sistemas de escape de veículos comerciais pesados. Variam consoante a carroçaria, o motor e o fabricante; para o valor exato, prevalece o manual de assistência OE.

Parâmetro	Intervalo de Referência Típico	Nota
Temperatura do gás de escape (zona do flex)	~400-650 °C (picos instantâneos mais altos sob carga)	Sobe à medida que aumenta a proximidade da saída do turbo
Temperatura de funcionamento contínuo do material	Resistência de ~600-800 °C para o fole inoxidável	Material tipo AISI 304/321
Contrapressão de escape (sistema)	~0,1-0,5 bar (≈1,5-7 psi) típico	Varia com a colmatagem do DPF; valor elevado indica entupimento
Tolerância de movimento axial do flex	Da ordem de alguns mm (típico)	Movimento que se espera absorver sem esforço
Flexibilidade angular	Alguns graus (consoante tipo/comprimento)	Ângulo excessivo fatiga o fole

Parâmetro	Intervalo de Referência Típico	Nota
Vida útil esperada	Tipicamente compatível com a revisão principal do escape	Depende das condições de uso, estrada e vibração

O binário de ligação da flange varia consoante o diâmetro da peça e a classe do parafuso. Os valores abaixo são apenas **referência geral**; para o binário exato, deve prevalecer o manual OE.

Parafuso / Porca (tipo)	Referência de Binário Típica	Nota
Porca de flange de escape M8	~20–30 Nm	Aperto gradual e cruzado
Porca de flange de escape M10	~35–50 Nm	Reverificar após aquecimento
Flange / abraçadeira M12	~55–75 Nm	Atenção nas ligações com anilha de mola
Abraçadeira V-band (se existir)	~10–20 Nm	Respeite rigorosamente o valor do fabricante

Como os parafusos de escape trabalham sob calor e vibração elevados, usar na montagem uma pasta anti-seize (anti-gripante) resistente ao calor e, se possível, elementos de ligação novos facilita a desmontagem na assistência seguinte. Aplique sempre o binário com o motor frio.

Lista de verificação no terreno:

- O corpo do flex apresenta fissura, rasgo, esmagamento ou anel de fuligem?
- O fio do entrançado exterior está íntegro, há fio desfeito/partido?
- As superfícies da flange estão planas e limpas, a junta está esmagada de forma uniforme?
- Os parafusos/porcas estão completos e com o binário correto?
- Os suportes da linha estão íntegros, o flex está com folga ou tensionado?
- O flex roça no chassi/carroçaria ou nas mangueiras?

Manutenção e Vida Útil

O tubo flexível não é uma peça de "trocar e esquecer"; deve ser verificado visualmente e à escuta na manutenção periódica. Uma pequena fuga detetada a tempo pode ser resolvida sem fatigar toda a linha e as peças vizinhas (DPF, SCR, coletor).

- Em cada grande manutenção, faça a inspeção visual do flex: procure fissura, fuligem, dano no entrançado.
- Nunca adie um ruído de fuga de escape ou a entrada de cheiro na cabine; uma pequena fuga cresce depressa.
- Na substituição por um flex novo, verifique também os suportes da linha e os apoios do motor; se a origem da vibração persistir, o novo flex também se avaria cedo.
- Terreno acidentado, carga máxima contínua e trânsito de arranca-para encurtam a vida do flex; em veículos nessas condições, aumente a frequência de verificação.
- Ambientes corrosivos (sal, lama) desgastam o entrançado exterior; após a lavagem por baixo, inspecione a linha.

Um tubo flexível com o comprimento correto e de material de qualidade, bem montado e com os suportes íntegros, funciona geralmente sem problemas até ao período de revisão principal da linha de escape. O principal fator que encurta a vida não é o material, mas sim, na maioria dos casos, a montagem incorreta e uma origem de vibração não resolvida.

Quando se juntam um diagnóstico correto, o comprimento certo e uma montagem conforme as regras, o tubo flexível de escape funciona de forma duradoura e sem problemas. A gama de produtos VADEN ORIGINAL de Tubo Flexível de Escape (Flex) está concebida com opções de diâmetro, comprimento e ligação de extremidade adequadas às carroçarias de veículos comerciais pesados, com estrutura de entrançado inoxidável e medidas equivalentes às OE. Para escolher a referência adequada ao seu veículo e obter apoio técnico, pode contactar os canais autorizados VADEN.

Categoria de produto: Tubo flexível

Este documento é informativo; na prática, prevalecem o manual de serviço atual e as instruções de segurança do fabricante do veículo. Os valores são referências gerais para sistemas de veículos pesados comuns; use a documentação de serviço OE para valores específicos do modelo. © VADEN Otomotiv San. Tic. A.Ş. · vadenoriginal.com