



Docol®

Gama de produtos
de chapa laminada
o fria

SSAB
SWEDISH STEEL



Docol é o nome da marca registada pela SSAB Swedish Steel para os seus produtos de chapa laminada a frio, incorporando uma vasta gama que vai desde os aços macios para estampagem e quinagem, até aos aços de alto limite elástico. O desenvolvimento tecnológico contínuo tem levado ao aparecimento de novos materiais, e os aços de alta resistência Docol da SSAB Swedish Steel são bons exemplos desta tendência. Os aços de alto limite elástico estão disponíveis em diversas qualidades com diferentes propriedades. Esta brochura tem o objectivo de o ajudar na selecção da qualidade do aço mais apropriada às suas necessidades: aquele que melhor se enquadra ao seu produto.

Í N D Í C E :

4–5 Docol chapa laminada a frio

Gama de produtos

6–7 Aços macios

DC01, DC03, DC04, DC05, DC 06 e Docol 4D

8–17 Aços de alto limite elástico

Docol YP (8), Docol LA (8), Docol DP/DL (10),
Docol RP/BH (12), DocolWear (14), DOCOL S (14) e
Docol W resistente à corrosão

18–19 Aços para têmpera

Docol Aços para cementação (18), Docol aços ao carbono,
Docol aço ao boro

20–21 Qualidade e Acabamento Superficial

Qualidade da superfície A e B, acabamento da superfície

22–23 Tolerâncias

Espessura, perpendicularidade, planicidade

24–25 Outras informações técnicas

Envelhecimento, soldabilidade, lubrificação/protecção

26–27 Serviço de Apoio Técnico ao Cliente

Ferramentas modernas de análise, cursos e seminários, manuais,
amostras de chapas de aço para ensaio, informação sobre o
material, recomendações para encomenda.

Chapa de aço laminada a frio Docol

Docol é o nome da marca registada pela SSAB Swedish Steel para a chapa laminada a frio. A matéria-prima utilizada na produção destas chapas de aço é uma banda previamente laminada na nossa linha de laminagem a quente. Esta banda é depois decapada e laminada a frio para se obter chapas mais finas, com tolerâncias de espessura mais apertadas. Finalmente, o material é recozido e laminado superficialmente para se atingir as propriedades mecânicas exigidas, bem como a planicidade e o acabamento superficial desejado.

A chapa de aço laminada a frio é utilizada numa grande variedade de aplicações, incluindo aquelas em que os produtos deverão ser pintados ou receber um tratamento superficial. Peças para veículos, refrigeradores, aparelhos de iluminação, radiadores eléctricos e radiadores de água são produtos típicos, produzidos a partir de chapa de aço laminada a frio.

Poder-se-á dizer que este tipo de chapa é o material mais usado actualmente, dada a sua formabilidade e soldabilidade. O acabamento superficial desta chapa é também propícia a diversos tipos de revestimentos.

Passos mais importantes no processo de laminagem a frio

Decapagem: após a banda de aço ter sido laminada a quente, a sua superfície fica coberta com uma película de óxido de ferro, conhecida por calamina. Para evitar que a calamina danifique a superfície, esta é removida através de um processo

químico de decapagem, durante a laminagem a frio que se processa numa fase posterior.

Laminagem a frio: este processo reduz o material para a sua espessura final. Um cuidadoso processo de controlo durante a laminagem a frio possibilita que os parâmetros de produção sejam controlados com elevada exactidão. A espessura e a planicidade poderão, assim, ser mantidas dentro de tolerâncias muito apertadas.

Tratamento térmico e laminagem superficial: é aqui que são dadas as propriedades mecânicas exigidas ao material, bem como o acabamento superficial. Simultaneamente, o material é inspeccionado para estar em conformidade com os requisitos específicos de cada Cliente.

Gama de aços

A gama de produtos divide-se em três grupos principais. Além dos aços macios comerciais, destinados às várias operações de conformação, tal como a estampagem e a quinagem, a gama inclui, igualmente, os aços de alto limite elástico e os aços para tratamento térmico.

Aços macios



DC01 – Radiador



DC03 – Armários de distribuição eléctrica



DC04 – Extintor



DC05 – Reforços e suportes de fixação



DC06 – Estruturas de portas de automóveis



Docol 4D – Reservatório de óleo

Aços de alto limite elástico



Docol YP – Aços microligados



Docol DP/DL – Aços de dupla fase



Docol RP/BH – Aço reforçado



Docol W – Aços resistentes à corrosão atmosférica



Docol S – Fitas para embalagem



Docol WR – Aço resistente ao desgaste

Aços para têmpera



Aços para cementação, aços com elevado teor de carbono e aço ao boro

Aços macios

DC01

Aço de aplicação geral, para operações simples de conformação, estampagem e quinaagem.

DC03

Aço apropriado para operações de conformação já com algum grau de dificuldade.

DC04

Aço adequado a aplicações cujas exigências se baseiam nas propriedades da conformação, especificamente com boa plasticidade.

DC05

Aço adequado para conformação avançada, com óptimo desempenho de alongamento.



DC06

Aço apropriado para estampagem profunda, com óptimo alongamento.

Docol 4D

Aço apropriado para estampagem extremamente profunda. Apresenta excelentes propriedades, tanto nas operações de alongamento, como na utilização com serra-chapas.

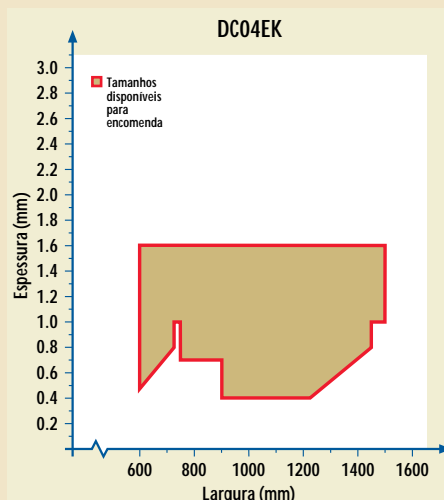
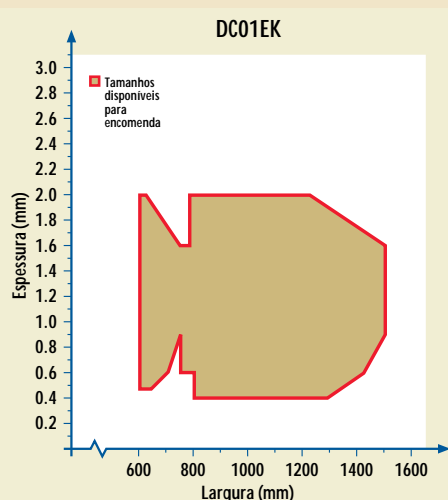
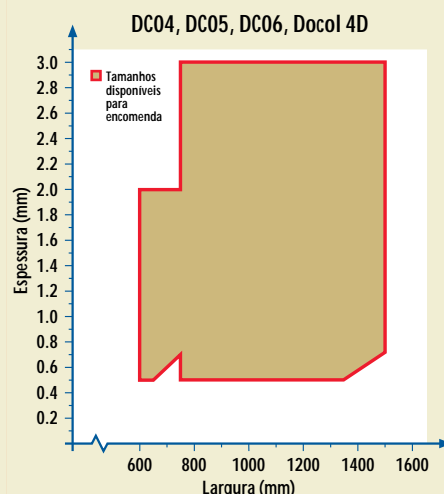
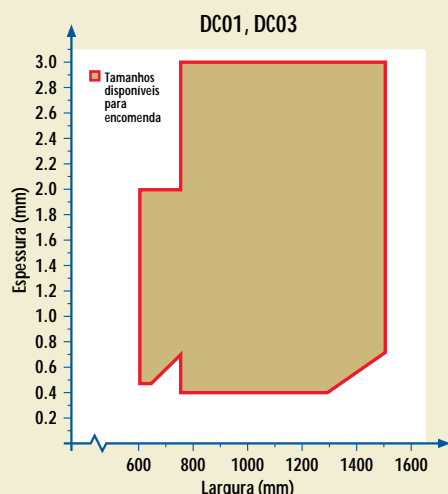
Para Galvanização a quente:

A gama de aços macios, com a excepção do Docol 4D e DC 06, pode ser fornecida com composições químicas apropriadas para a galvanização a quente após estampagem.

Aço destinado à esmaltagem:

Aços segundo as normas europeias EN 10209. Aços DC01 EK e DC04EK possuem as propriedades químicas necessárias para a esmaltagem convencional de duas camadas e para esmaltagem directa com uma camada aderente. As propriedades mecânicas do DC01EK e DC04EK são as mesmas do DC01 e DC04 respectivamente.

Dimensões das bobines





Este triciclo é um bom exemplo da aplicação do Docol 280 YP seleccionado pelo seu peso reduzido, pela sua resistência e conformabilidade.

Dimensões das chapas

Espessura em mm	Comprimento mm	
	min.	máx.
0.40–3.00	1000	8000

Nota: entre as duas dimensões da chapa, considera-se a mais pequena como largura, enquanto que a maior é considerada como comprimento.

Propriedades Mecánicas*

Tipo de Aço	Limite Elástico $R_{p0.2}$ N/mm ² máx.	Tensão de ruptura R_m N/mm ² min.–máx.	Alongamento A_{80} % min.	r_{90}° min.	n_{90}° min.
DC01	280	270–410	28	–	–
DC03	240	270–370	34	1.3	–
DC04	210	270–350	38	1.6	0.18
DC05	180	270–330	40	1.9	0.20
				\bar{r} min	\bar{n} min
DC06	180	270–350	38	1.8	0.22
Docol 4D	140	250–330	40	2.0	0.24

*Provete retirado na direcção perpendicular ao sentido da laminagem

Composição Química (valores típicos) em %

Tipo de Aço	C (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)	N (%)	Al (%)	Ti (%)
DC01	0.05	0.20	0.01	0.01	0.003	0.04	–
DC03	0.05	0.20	0.01	0.01	0.003	0.04	–
DC04	0.02	0.20	0.01	0.01	0.003	0.04	–
DC05	0.02	0.20	0.01	0.01	0.005	0.05	–
DC06/Docol 4D	0.002	0.15	0.01	0.01	0.003	0.04	0.065

Aços de alto limite elástico

Dentro dos aços de alto limite elástico, existem diferentes subdivisões. Os aços podem ser seleccionados, tendo em vista as propriedades mais vantajosas, tais como:

- Excelente capacidade de conformação em relação à sua elevada resistência
- Boas propriedades de resistência às intempéries (resistência à corrosão atmosférica)
- Boa resistência ao desgaste.
- Boa resistência ao impacto e aos choques
- Boas propriedades magnéticas

Os aços de alto limite elástico Docol são muitas vezes utilizados para diminuir o peso de um produto, sem diminuir a sua resistência, ou, para aumentar a resistência sem aumentar o peso.

Docol YP

Estes aços são apropriados para a estampagem. Os aços YP são caracterizados por uma elevada tensão de cedência



cia, combinada com uma boa formabilidade. A elevada resistência é conseguida em parte, através da adição de pequenas quantidades de nióbio.

A homogeneidade das propriedades mecânicas dos aços YP Docol é muito boa. São garantidas propriedades (mecânicas e químicas) entre os valores mínimos e máximos especificados pelas normas.

As designações dos tipos de aço são baseadas na tensão de cedência mínima garantida.

Se necessário, a SSAB Swedish Steel poderá fornecer aos seus clientes aços de baixa liga equivalentes, igualmente conhecidos por Docol LA, em conformidade com a EN 10268.

Docol LA tem tensões de cedência garantidas entre

limites mínimos e máximos. A tensão de ruptura é garantida apenas quanto ao seu limite mínimo.

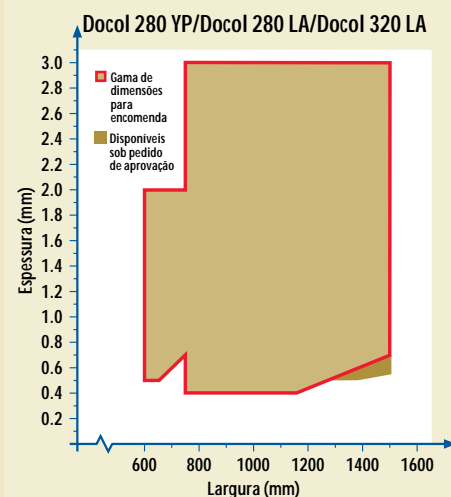
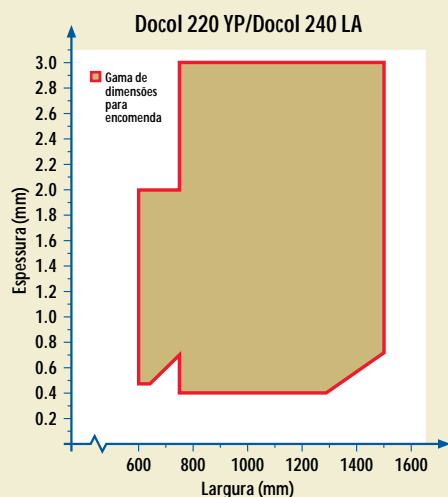
Aços YP para galvanização a quente

Docol 220 YP, Docol 280 YP e Docol 350 YP podem ser fornecidos com uma composição química modificada, para serem adequados à galvanização a quente.

Dim. para o corte em chapas

Espessura mm	Comprim. mm
0.40–3.00	1000–8000

Dimensões des bobines



Propriedades Mecánicas*

Tipo de Aço	Tensão de cedência R_{el} N/mm ² min.–máx.	Tensão de ruptura R_m N/mm ² min.–máx.	Alongamento A_{80} % min.	Raio de quinagem 180°
Docol 220 YP	220–290	330–400	30	0xt
Docol 260 YP	260–340	350–450	24	0xt
Docol 280 YP	280–350	370–450	26	0xt
Docol 300 YP	300–380	380–480	22	0xt
Docol 340 YP	340–440	410–530	20	0xt
Docol 350 YP	350–440	410–510	22	0xt
Docol 380 YP	380–500	460–650	18	0.25xt
Docol 420 YP	420–540	480–620	16	0.25xt
Docol 500 YP	500–620	570–710	12	0.5xt

*Proveite retirado na direcção perpendicular ao sentido de laminagem t = espessura da chapa

Composição Química em %

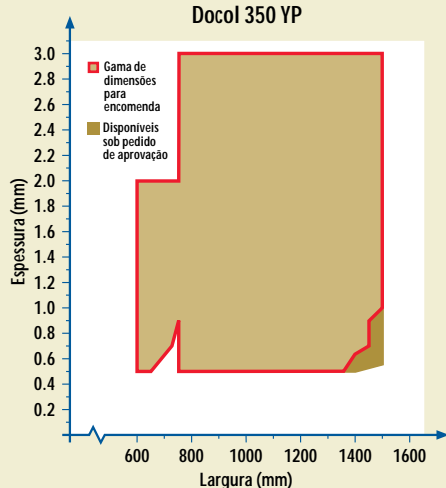
Tipo de Aço	C (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)	Al (%)	Nb (%)
Docol 220 YP	0.05	0.01	0.20	0.01	0.01	0.05	–
Docol 260 YP	0.05	0.01	0.40	0.01	0.01	0.04	0.01
Docol 280 YP	0.05	0.01	0.40	0.01	0.01	0.04	0.01
Docol 300 YP	0.05	0.01	0.40	0.01	0.01	0.04	0.01
Docol 340 YP	0.05	0.01	0.40	0.01	0.01	0.04	0.03
Docol 350 YP	0.05	0.01	0.40	0.01	0.01	0.04	0.03
Docol 380 YP	0.05	0.01	0.50	0.01	0.01	0.04	0.05
Docol 420 YP	0.05	0.20	0.60	0.01	0.01	0.04	0.04
Docol 500 YP	0.06	0.40	1.20	0.01	0.005	0.04	0.05

Propriedades Mecánicas*

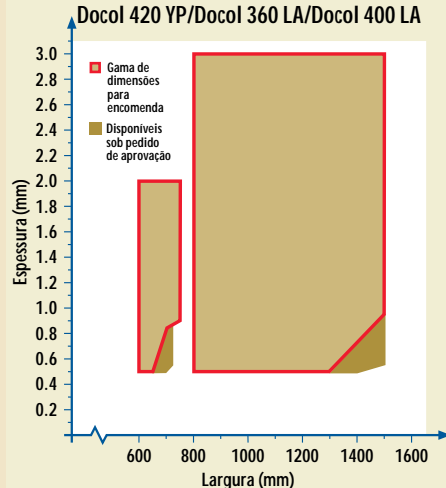
Tipo de Aço	Tensão de cedência R_{el} N/mm ² min.–máx.	Tensão de ruptura R_m N/mm ² min.	Alongamento A_{80} % min.	Raio de quinagem a 180°
Docol 240 LA	240–310	340	27	0xt
Docol 280 LA	280–360	370	24	0xt
Docol 320 LA	320–410	400	22	0xt
Docol 360 LA	360–460	430	20	0.25xt
Docol 400 LA	400–500	460	18	0.25xt

* Proveite retirado na direcção perpendicular ao sentido de laminagem

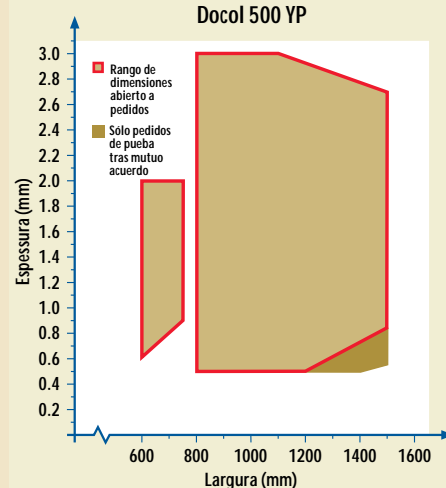
Docol 350 YP



Docol 420 YP/Docol 360 LA/Docol 400 LA



Docol 500 YP

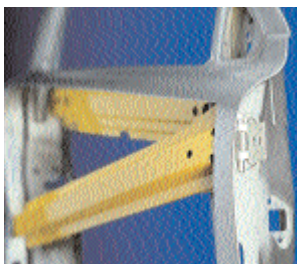


Docol DP/DL

Docol DP e Docol DL são aços de dupla fase. Os aços são sujeitos a um tratamento térmico especial na linha de recozimento contínuo, na qual se produz uma micro estrutura de duas fases. A ferrite é a fase que confere propriedades únicas de conformação, e a martensite é a fase da qual advém a resistência. O aumento da resistência é proporcional ao aumento da percentagem de martensite na micro-estrutura.

Os aços Docol DP/DL são caracterizados por uma baixa relação entre a tensão de cedência e a tensão de ruptura, que permite uma boa deformação plástica durante a operação de conformação.

Nos aços DL, a diferença entre a tensão de cedência e a tensão de ruptura é ainda maior do que nos aços DP. Por isso, os aços DL estão mais aptos à conformação do que os aços DP. A tensão de ruptura final do produto acabado é



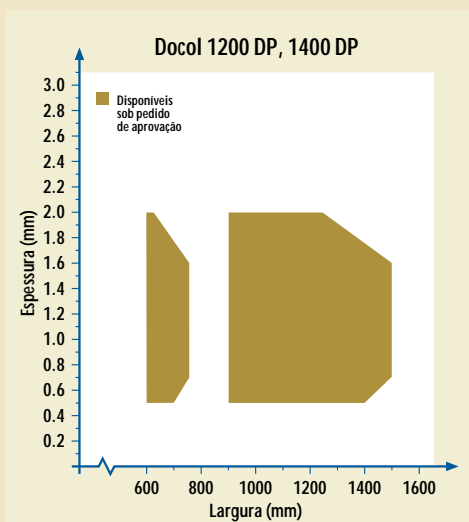
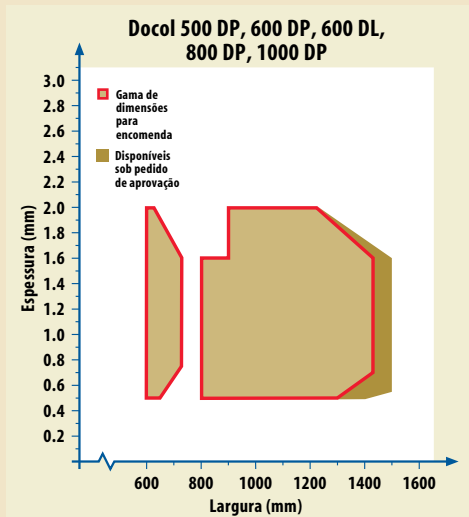
conseguida através do encruamento por deformação plástica durante a estampagem, e pelo encruamento térmico, durante o processo de pintura.

Os números que designam os aços, especificam a tensão de ruptura mínima de cada um deles.

Docol DP/DL+ZE

Os aços DP/DL laminados a frio, 500 DL, 600 DL, 800 DL, 1000 DP, 1000 DZ, 1200 DP e 1400 DP, estão disponíveis com espessuras de zinco de entre 2,5 e 10 µm por face.

Dimensões da banda em bobines



Dimensões para o corte de chapas

Espessura (mm)	Comprimento (mm)
0.40–3.00	1000–8000

Propriedades Mecânicas*

Tipo de Aço	Tensão de Cedência $R_{p0.2}$ N/mm ² min.–máx.	Tensão de cedência após encruamentos mecânico e termico $R_{p2.0} + BH^{**}$ N/mm ² min.	Tensão de ruptura R_m N/mm ² min.–máx.	Alongamento A_{80} % min.
Docol 500 DP	300–(390)	400	500–600	20
Docol 500 DL***	230–	–	500–600	25
Docol 600 DP	350–(440)	500	600–700	16
Docol 600 DL	280–(360)	420	600–700	20
Docol 800 DP	500–(650)	650	800–950	8
Docol 800 DL***	390–	–	800–950	13
Docol 1000 DP	700–(950)	850	1000–1200	5
Docol 1000 DL***	550–	–	1000–1200	8
Docol 1200 DP	950–(1200)	1150	1200–1400	4
Docol 1400 DP	1150–(1400)	1350	1400–1600	3

* Provete retirado na direcção perpendicular ao sentido de laminação

** BH = encruamento mecânico após 2% de deformação plástica e aquecimento a 170°C durante 20 min

*** materiais em desenvolvimento

Composição Química em %

Tipo de Aço	C (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)	Al (%)	Nb (%)
Docol 500 DP	0.08	0.30	0.65	0.015	0.01	0.04	–
Docol 500 DL***	0.07	0.20	1.80	0.015	0.002	0.04	–
Docol 600 DP	0.11	0.40	0.90	0.015	0.005	0.04	–
Docol 600 DL	0.10	0.40	1.50	0.015	0.002	0.04	–
Docol 800 DP	0.13	0.20	1.50	0.015	0.002	0.04	0.015
Docol 800 DL***	0.14	0.20	1.70	0.015	0.002	0.04	0.015
Docol 1000 DP	0.15	0.50	1.50	0.015	0.002	0.04	0.015
Docol 1000 DL***	0.15	0.50	1.50	0.015	0.002	0.04	0.015
Docol 1200 DP	0.11	0.20	1.60	0.015	0.002	0.04	0.015
Docol 1400 DP	0.17	0.50	1.60	0.015	0.002	0.04	0.015



Um novo modelo de chassis para um carrinho mais confortável, produzido pela empresa Emmaljunga. Tubagem em aço de extra alto limite elástico que fornece um elevado nível de elasticidade, fazendo com que o carrinho seja mais confortável. Conseguiu-se, igualmente, uma redução no custo de produção.



Docol RP/BH

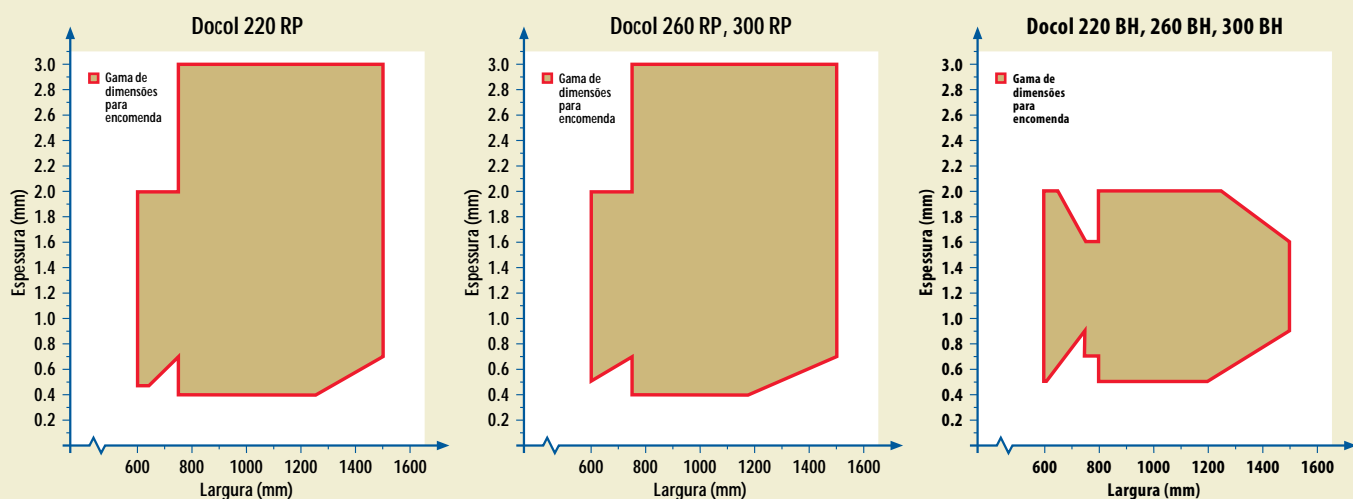
Docol RP é um aço de elevada resistência de liga fosforosa conhecido por aço refosforizado e adequado para estampar. Docol RP é caracterizado por uma excelente aptidão para a conformação combinada com uma elevada resistência. A resistência final da peça acabada é conseguida por encruamento mecânico durante a estampagem.

Docol BH é também um aço refosforizado com excelente aptidão para a conformação, contudo, neste tipo de aço, a resistência final da peça acabada deve-se a dois processos: encruamento durante a estampagem e encruamento térmico durante o processo de pintura.

Os números que designam os aços especificam a tensão de cedência mínima garantida.

A necessidade de se conseguirem carros mais eficientes, a nível do combustível, e mais seguros, levou ao recurso crescente de aços de alto limite elástico. Actualmente, os aços Docol são largamente aplicados na indústria automóvel.

Dimensões das bobinas



Dimensões para o corte de chapas

Espessura mm	Comprimento mm min.–máx.
0.40–3.00	1000–8000

Nota: Entre as duas dimensões da chapa, considera-se a mais pequena como largura, enquanto que a maior é considerada como comprimento.

Propriedades Mecânicas*

Tipo de Aço	Tensão de cedência $R_{p0.2} / R_{el}$ N/mm ² min.–máx.	Tensão de cedência após encruamentos mecânico e térmico $R_{p2.0} + BH^{**}$ N/mm ² min.	Tensão de ruptura R_m N/mm ² min.–máx.	Alongamento A_{80} % min.
Docol 220 RP	220–280	–	340–420	30
Docol 260 RP	260–320	–	380–460	28
Docol 300 RP	300–360	–	420–500	26
Docol 220 BH	220–280	270	340–420	30
Docol 260 BH	260–320	310	380–460	28
Docol 300 BH	300–360	360	420–500	26

* Provete retirado na direcção perpendicular ao sentido de laminagem

** BH = encruamento mecânico após 2% de deformação plástica e aquecimento a 170°C durante 20 min

Composição Química em %

Tipo de Aço	C %	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)	Al (%)
Docol 220 RP/BH	0.04	0.01	0.30	0.06	0.01	0.04
Docol 260 RP/BH	0.04	0.01	0.50	0.09	0.01	0.04
Docol 300 RP/BH	0.05	0.20	0.60	0.11	0.01	0.04



Docol Wear

Docol Wear é um aço laminado a frio, resistente ao desgaste. O material é sujeito a tratamento inicial de recozimento, depois é endurecido por têmpera e, finalmente, revenido numa linha de recozimento contínuo. Docol Wear está indicado para aplicações com desgaste abrasivo por partículas duras, como pedras, areia e grãos. Os números que designam os aços especificam o valor típico de dureza Vickers.

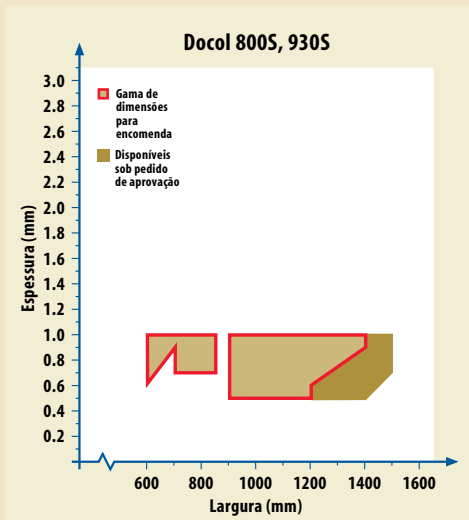
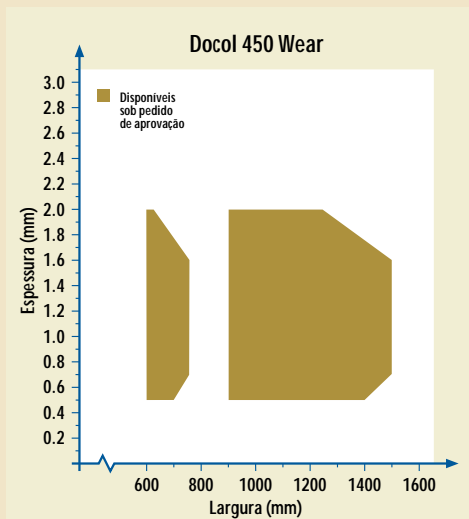


Docol S

Os aços para as cintas de embalagem em Docol 800S e Docol 930 são fornecidos temperados e revenidos. Docol S é caracterizado pelo seu alto limite elástico, combinado com uma boa formabilidade e quinagem.



Dimensão de banda em bobines



Dimensões para o corte de chapas

Tipo de Aço	Espessura mm	Comprimento mm
Docol 450 Wear	0.50–2.0	1000–8000



Docol Wear é aplicado em diversas peças de máquinas agrícolas, uma vez que estão sujeitas a um desgaste muito grande.

Dureza (valores típicos)			
Tipo de Aço	Dureza		
	Brinell	Rockwell	Vickers
Docol 450 Wear	440	43	456

Composição Química (valores típicos) em %							
Tipo de Aço	C (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)	Al (%)	Nb (%)
Docol 450 Wear	0.17	0.50	1.60	0.015	0.002	0.04	0.015

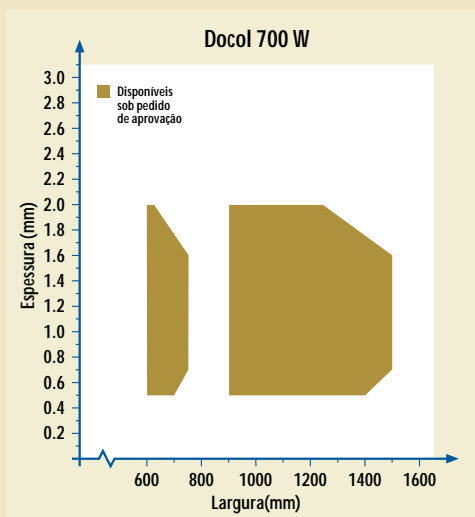
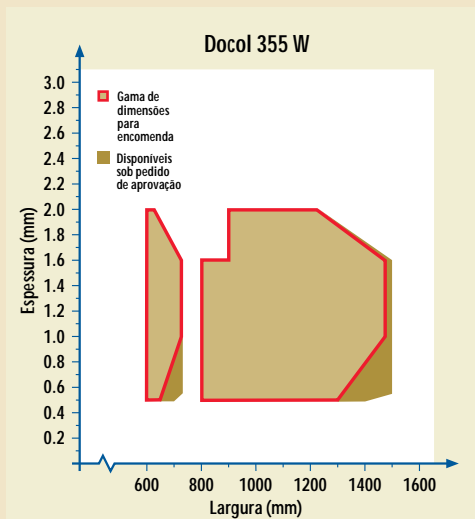
Propriedades Mecânicas* (valores típicos)			
Tipo de Aço	Tensão de cedência R _{p0.2} N/mm ²	Tensão de ruptura R _m N/mm ²	Alongamento A ₅ %
Docol 800S	660	850	20
Docol 930S	890	1070	14

* Provete retirado no sentido da laminagem

Composição Química em %						
Tipo de Aço	C (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)	Al (%)
Docol 800S/ Docol 930S	0.15	0.50	1.50	0.015	0.005	0.04



Dimensões das bobinas



Docol W

Docol W são aços resistentes à corrosão atmosférica. Numa fase inicial, estes aços corroem-se da mesma forma que os aços normais de carbono. Contudo, numa fase posterior, forma-se uma película uniforme de óxido na superfície da chapa de aço. Esta película é formada devido a concentrações adequadas de Cu, Cr, P e Si no aço. A película de óxido permanece firmemente na sua superfície e evita que a corrosão penetre, causando a corrosão do aço. Para além de possuir uma boa resistência à corrosão, Docol W é também caracterizado por uma boa capacidade de conformação e resistência ao choque. Docol W está disponível em dois níveis de resistência, com valores mínimos de tensão de cedência de 355 N/mm² e 700 N/mm².

Dimensões para o corte em chapa

Espessura mm	Comprimento mm Docol 355W Docol 700W
0.50–2.00	1000–8000

Propriedades Mecânicas*

Tipo de Aço	Tensão de cedência $R_{p0.2}/R_{eL}$ N/mm ² min.	Tensão de ruptura R_m N/mm ² min.	Alongamento A_{80} % min.
Docol 355W	355	450**	20
Docol 700W	700	800	5

* Proveite retirado na direcção perpendicular ao sentido de laminagem

**A tensão de ruptura não está em conformidade com a EN 10155

Composição Química em %

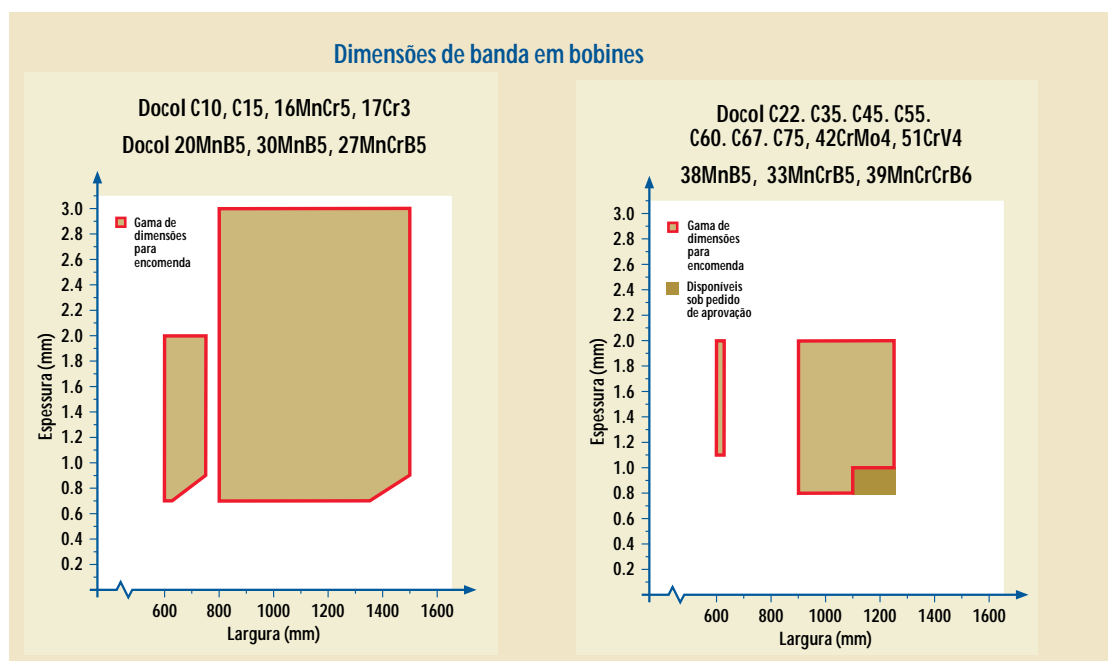
Tipo de Aço	C (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)	Cu (%)	Cr (%)	Al (%)	Nb (%)
Docol 355W	0.05	0.30	0.35	0.08	0.01	0.30	0.60	0.04	—
Docol 700W	0.13	0.50	1.20	0.015	0.002	0.40	0.50	0.04	0.015

Aços para têmpera

Os tipos de aço para têmpera, existentes no grupo de aços Docol, são caracterizados quer pela sua boa formabilidade, quer pelo facto da alta resistência e dureza serem conseguidas pela têmpera e revenido dos produtos acabados.



O aço para têmpera, com elevado teor de carbono, permite que os sapatos de senhora mantenham a sua forma inicial sem se deformarem.



Docol – Aços para cementação

Estes aços são produzidos de acordo com a EN 10132-2, e caracterizam-se quer pela sua formabilidade, quer pela possibilidade de fornecer à peça acabada uma superfície dura, enquanto que o núcleo do material permanece com a dureza inicial inalterada.

Propriedades Mecânicas (em estado recozido)

Tipo de Aço	Tensão de cedência $R_{p0.2}$ N/mm ² mín.	Tensão de ruptura R_m N/mm ² máx.	Alongamento A_{80} % mín.	Dureza HV máx.
Docol C10	345	430	26	135
Docol C15	360	450	25	140
Docol 16MnCr5	420	550	21	170
Docol 17Cr3	420	550	21	170

Composição Química em %

Tipo de Aço	C (%) mín–máx	Si (%) mín–máx	Mn (%) mín–máx	P (%) máx	S (%) máx	Cr (%) mín–máx
Docol C10	0.07–0.13	0.15–0.35	0.30–0.60	0.025	0.025	max 0.40
Docol C15	0.12–0.18	0.15–0.35	0.30–0.60	0.025	0.025	max 0.40
Docol 16MnCr5	0.14–0.19	0.15–0.35	1.00–1.30	0.025	0.025	0.80–1.00
Docol 17Cr3	0.14–0.20	0.15–0.35	0.60–0.90	0.025	0.025	0.70–1.00



Docol – Aços com elevada teor de carbono

São produzidos em conformidade com a EN 10132. Os aços são caracterizados por uma boa formabilidade e procuram alcançar uma elevada dureza através de têmpera e revenido.

Propriedades Mecânicas (em estado recozido)				
Tipo de Aço	Tensão de ced. $R_{p0.2}$ N/mm ² máx.	Tensão de ruptura R_m N/mm ² máx.	Alongamento A_{80} % min.	Dureza HV máx.
Docol C22	400	500	22	155
Docol C35	430	540	19	170
Docol C45	455	570	18	180
Docol C55	480	600	17	185
Docol C60	495	620	17	195
Docol C67	510	640	16	200
Docol C75	510	640	15	200
Docol 42CrMo4	480	620	15	195
Docol 51CrV4	550	700	13	220

Propriedades Químicas (valores típicos) em %						
Tipo de Aço	C (%) min.–máx.	Si (%) min.–máx.	Mn (%) min.–máx.	P (%) máx.	S (%) máx.	Cr (%) min.–máx.
Docol C22	0.17–0.24	0.15–0.35	0.40–0.70	0.025	0.025	0.20–0.40
Docol C35	0.32–0.39	0.15–0.35	0.50–0.80	0.025	0.025	0.20–0.40
Docol C45	0.42–0.50	0.15–0.35	0.50–0.80	0.025	0.025	0.20–0.40
Docol C55	0.52–0.60	0.15–0.35	0.60–0.90	0.025	0.025	0.20–0.40
Docol C60	0.57–0.65	0.15–0.35	0.60–0.90	0.025	0.025	0.20–0.40
Docol C67	0.65–0.73	0.15–0.35	0.60–0.90	0.025	0.025	0.20–0.40
Docol C75	0.70–0.80	0.15–0.35	0.60–0.90	0.025	0.025	0.20–0.40
Docol 42CrMo4	0.38–0.45	0.15–0.35	0.60–0.90	0.025	0.025	0.90–1.20
Docol 51CrV4	0.47–0.55	0.15–0.35	0.70–1.10	0.025	0.025	0.90–1.20

Docol – Aços ao boro

Estão disponíveis em versões que estão em conformidade com a EN 10083-3. Os aços são caracterizados por uma boa formabilidade e soldabilidade, e podem ser facilmente endurecidos com têmpera. O revenido é muitas vezes desnecessário.

Propriedades Mecânicas (valores típicos)					
Tipo de Aço	Estado	Tensão de cedência $R_{p0.2}$ N/mm ²	Tensão de ruptura R_m N/mm ²	Alongamento A_{80} %	Dureza HRC
Docol 20MnB5	Recozido	350	500	28	46 43
	Temperado em água		1480		
	Temperado em óleo		1360		
Docol 30MnB5	Recozido	350	500	28	53 50
	Temperado em água		1845		
	Temperado em óleo		1675		
Docol 38MnB5	Recozido	350	500	28	56 53
	Temperado em água		2050		
	Temperado em óleo		1845		
Docol 27MnCrB5	Recozido	400	550	25	51 48
	Temperado em água		1735		
	Temperado em óleo		1575		
Docol 33MnCrB5	Recozido	400	550	25	53 50
	Temperado em água		1845		
	Temperado em óleo		1675		
Docol 39MnCrB6	Recozido	400	550	25	55 52
	Temperado em água		1980		
	Temperado em óleo		1795		

Composição Química em %							
Tipo de Aço	C (%) min.–máx.	Si (%) máx.	Mn (%) min.–máx.	P (%) máx.	S (%) máx.	Cr (%) min.–máx.	B (%) min.–máx.
Docol 20MnB5	0.17–0.23	0.40	1.10–1.40	0.030	0.015	0.10–0.30	0.0008–0.0050
Docol 30MnB5	0.27–0.33	0.40	1.15–1.45	0.030	0.015	0.10–0.30	0.0008–0.0050
Docol 38MnB5	0.36–0.42	0.40	1.15–1.45	0.030	0.015	0.10–0.30	0.0008–0.0050
Docol 27MnCrB5	0.24–0.30	0.40	1.10–1.40	0.030	0.015	0.30–0.60	0.0008–0.0050
Docol 33MnCrB5	0.30–0.36	0.40	1.20–1.50	0.030	0.015	0.30–0.60	0.0008–0.0050
Docol 39MnCrB6	0.36–0.42	0.40	1.40–1.70	0.030	0.015	0.30–0.60	0.0008–0.0050

Qualidade e Acabamento Superficial

Qualidade de Superfície A

Admite defeitos que não afectem a formabilidade, os processos de revestimentos e a sua qualidade. Exemplo destes pequenos defeitos são poros, marcas leves, riscos e uma leve descoloração.

Qualidade de Superfície B

Um dos lados deverá ter uma superfície isenta de defeitos, para que não afectem a aparência da superfície após-

pintura ou electrozincagem. O outro lado da chapa deverá, pelo menos, corresponder às exigências da qualidade de superfície A.

Se o material for fornecido em bobines, é aceitável uma proporção de defeitos maior do que se for em chapa.

Acabamento Superficial

A aparência da superfície da chapa de aço laminada a frio está directamente ligada à

topografia da superfície da chapa. Esta topografia afecta as características de atrito quando a chapa é trabalhada, e também influencia a qualidade do revestimento subsequente. O acabamento da superfície pode ser classificada em brilhante, semi-brilhante, normal ou rugosa.

O material será entregue com uma aparência normal, se no acto da encomenda não se especificar outras exigências.

Aparência da Superfície	Símbolo	Rugosidade da Superfície
Brilhante	b	$R_a \leq 0.4 \mu\text{m}$
Semi-brilhante	g	$R_a \leq 0.9 \mu\text{m}$
Normal	m	$0.6 \mu\text{m} < R_a \leq 1.9 \mu\text{m}$
Rugoso	r	$R_a > 1.6 \mu\text{m}$





Vários produtos e equipamentos de linha branca ou para iluminação, exigem uma qualidade de acabamento superficial elevada, de modo a assegurar que o processo de tratamento final da superfície seja homogêneo e tenha bons resultados.



Tolerâncias

Os equipamentos e os sistemas de controlo avançados que a SSAB Swedish Steel possui, permitem assegurar tolerâncias bastante apertadas e uma grande repetibilidade de produção. Trata-se de um benefício para os Clientes, cujos processos exigem tolerâncias apertadas. Para outros Clientes, permite aproveitar a maior área possível de chapa de cada tonelada, e assim rentabilizar a matéria-prima, sem desperdícios ou aparas.

Tolerâncias segundo a EN 10131

Tolerâncias na largura

Tolerância Normal:

+4/-0 (≤ 1200 mm de extensão)

+5/-0 (> 1200 mm – ≤ 1500 mm de extensão)

Aplica-se, a menos que especificado de outra forma.

Tolerâncias Aproximadas:

+2/-0 (600 – ≤ 1500 mm de extensão)

Tolerâncias de planicidade

A tabela especifica o desvio máximo permitido (altura vertical) de acordo com a norma EN 10131, quando a chapa está assente numa superfície horizontal plana. Os valores na coluna com a designação “Planicidade Normal” aplicam-se a chapas cortadas transversalmente, com equipamento de endireitar adequado.

A menos que se especifique, a chapa é entregue com planicidade normal.

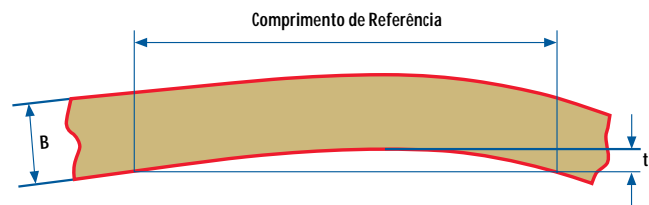
Requisitos de planicidade de acordo com a norma EN 10131 são aplicáveis a materiais com uma tensão de cedência < 360 N/mm².

Para materiais com uma tensão de cedência > 360 N/mm², os requisitos de planicidade devem ser especificados na encomenda.

Rectilismo

Comprimento de referência mm	t_{\max}
5000	15
1000	2

t_{\max} aplica-se a ambos comprimentos de referência, localizados aleatoriamente na chapa



Até 0.2 % do comprimento da chapa

Tolerâncias de Espessura

Espessura Nominal, mm	Tolerância normal para largura nominal, mm	
	≤ 1200	$> 1200 \leq 1500$
$> 0.35 \leq 0.40$	± 0.04	± 0.05
$> 0.40 \leq 0.60$	± 0.05	± 0.06
$> 0.60 \leq 0.80$	± 0.06	± 0.07
$> 0.80 \leq 1.00$	± 0.07	± 0.08
$> 1.00 \leq 1.20$	± 0.08	± 0.09
$> 1.20 \leq 1.60$	± 0.10	± 0.11
$> 1.60 \leq 2.00$	± 0.12	± 0.13
$> 2.00 \leq 2.50$	± 0.14	± 0.15
$> 2.50 \leq 3.00$	± 0.16	± 0.17

Fornecimentos efectuados com tolerâncias normais, a menos que se especifique de outro modo. A espessura é medida numa distância de pelo menos 40mm da extremidade da chapa.

Tolerâncias no comprimento (Chapas cortadas transversalmente)

< 2000 mm +6/-0 mm

≥ 2000 mm +0.3% do comprimento nominal/-0 mm

Perpendicularidade

(Chapas cortadas transversalmente)

Até 1% da largura nominal da chapa.

Planicidade

Espessura, mm	Largura, mm	Desvio máximo, mm	
		Planicidade normal	Planicidade melhorada
-0.70	-1200	12	5
	(1200)-1500	15	6
(-0.70)-1.20	-1200	10	4
	(1200)-1500	12	5
(1.20)-3.00	-1200	8	3
	(1200)-1500	10	4

Espessura, mm	Largura, mm	Desvio máximo, mm	
		Planicidade normal	Planicidade melhorada
-0.70	-1200	15	8
	(1200)-1500	18	9
(-0.70)-1.20	-1200	13	6
	(1200)-1500	15	8
(1.20)-3.00	-1200	10	5
	(1200)-1500	13	6

Para materiales con límite elástico ≥ 360 N/mm² se especificará el nivel de planitud requerido.



Outras informações técnicas

Envelhecimento

As propriedades de estampagem dos diversos aços macios, laminados a frio, declinam com o tempo. O risco da ocorrência de ruptura por estampagem aumenta. A chapa de aço laminada a frio, destinada à estampagem, não deverá, por isso, ser armazenada mais tempo do que o necessário antes da sua utilização.

Os aços DC06 e Docol 4D são ligados com pequenas quantidades de titânio, o que resulta num material que não envelhece e que retém as suas propriedades de estampagem por um longo período de tempo.

Soldabilidade

Todos os aços descritos neste catálogo são adequados às

operações de soldadura. As soldaduras por resistência (por pontos e contínua) poderão ser realizadas sem dificuldade. A soldadura por fusão (MIG/MAG) também não oferece dificuldades, excepto para chapas muito finas, devido ao empeno que poderá provocar.

A soldadura por arco submerso em atmosfera controlada é benéfica, devido à baixa indução de calor e pode ser usada em chapa até 0.7 mm de espessura.

A soldadura por eléctrodos poderá ser usada em chapa até 1mm de espessura.

Protecção com óleo

A chapa é normalmente protegida por uma camada de óleo anti-corrosivo antes da-

entrega. Se especificado pelo Cliente, poderá utilizar-se, em alternativa, um óleo de estampagem anti-corrosivo.

Peso das bobines

Conforme especificado pelo Cliente, mas sempre inferior a 24 toneladas.

Diâmetro das bobines

Diâmetro interior = 610 mm
Diâmetro exterior = até 2000 mm

Embalagem

Veja a nossa brochura sobre embalagem.

Cada entrega é cuidadosamente inspeccionada, em relação às dimensões e aos pesos, antes de ser carregada em vagão de comboio ou camião.



Aços Macios								
Designação nova	Designação anterior							
EN 10130	Suécia SS 14 XXXX	Alemanha DIN 1623	Grã Br. BS 1449	França NF A 36-401	Finlândia SFS 600	Itália UNI 5866	Espanha UNI 36-086	Japão
DC01	1142	St 12	CR4	TC	CR 2	Fe P01	AP 01	SPCD
DC03	1146	St 13	CR2	E	CR 3	0	AP 03	SPCE
DC04	1147	St 14	CR1	ES	CR 4	Fe P04	AP 04	SPCEN
DC05	—	St 14	—	—	—	—	—	—
DC06	—	—	—	—	—	—	—	—
Docol 4D	—	—	—	—	—	—	—	—

Qualidade da Superfície									
A	32	3	GP	X	11	MA	X	GP	
B	42	5	FF	Z	12	MB	X	FF	FF

Aços de Alto Limite Elástico		
Tipo de aço	Símbolo	Rugosidad Superficial
Brilhante	b	$R_a \leq 0.4 \mu\text{m}$
Semi-brilhante	g	$R_a \leq 0.9 \mu\text{m}$
Normal	m	$0,6 \mu\text{m} < R_a \leq 1.9 \mu\text{m}$
Rugoso	r	$R_a > 1.6 \mu\text{m}$

Aços de Alto Limite Elástico							
Tipo de Aço SSAB Tunplåt	SS 14xxx	BS 1449	SEW 093	SEW 094	NF A36-203	EN 10268	EN 10155
Docol 220 RP	—	—	—	ZStE 220 P	—	—	—
Docol 260 RP	—	—	—	ZStE 260 P	—	—	—
Docol 300 RP	—	—	—	ZStE 300 P	—	—	—
Docol 220 BH	—	—	—	ZStE 220 BH	—	—	—
Docol 260 BH	—	—	—	ZStE 260 BH	—	—	—
Docol 300 BH	—	—	—	ZStE 300 BH	—	—	—
Docol 220 YP	1316	CR37/23	—	—	—	—	—
Docol 240 YP	—	—	—	—	—	—	—
Docol 240 LA	—	—	—	—	—	H 240 LA	—
Docol 260 YP	—	—	ZStE 260	—	—	—	—
Docol 280 YP	1426	—	—	—	E 275 D	—	—
Docol 280 LA	—	—	—	—	—	H 280 LA	—
Docol 300 YP	—	CR40/30	ZStE 300	—	—	—	—
Docol 320 LA	—	—	—	—	—	H 320 LA	—
Docol 340 YP	—	—	ZStE 340	—	E 335 D	—	—
Docol 350 YP	2136	CR43/35	—	—	—	—	—
Docol 360 LA	—	—	—	—	—	H 360 LA	—
Docol 380 YP	—	—	ZStE 380	—	—	—	—
Docol 400 LA	—	—	—	—	—	H 400 LA	—
Docol 420 YP	—	—	ZStE 420	—	E 430 D	—	—
Docol 500 YP	—	—	—	—	E 490 D	—	—
Docol 355 W	—	—	—	—	—	—	JOWP

Serviço de Apoio Técnico ao Cliente

Os especialistas da SSAB Swedish Steel, e a sua longa experiência com aços laminados a frio, estão à disposição dos Clientes.

Estes especialistas do Serviço de Apoio Técnico ao Cliente, possuem uma ampla experiência em materiais e engenharia de produção. Poderá obter respostas imediatas a questões de foro técnico através dos seguintes contactos: telef. +46 243 72929, e-mail teknisk.kundservice@ssab.com (Suécia); telef. 256 371 610, e-mail info.pt@ssab.com (Portugal).

Os nossos Engenheiros de Aplicações são especialistas em conformação, processos de união, tratamentos de superfície.

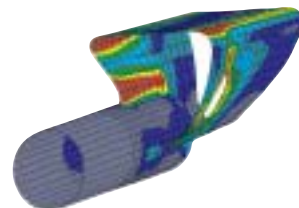
Disponha das nossas ferramentas de análise!

A SSAB Swedish Steel utiliza as ferramentas mais modernas para auxiliar os seus Clientes na selecção do aço indicado,

para o projecto mais apropriado. Nestas ferramentas estão incluídas:

A *análise pelo método de elementos finitos (FEM)* pode ser usada para simular todas as fases do desenvolvimento de uma peça, tais como a selecção do tipo de aço, a forma da platina, o processo de produção e a geometria final da peça. A análise FEM também poderá ser utilizada para calcular a absorção de energia de uma peça no caso de um acidente. Muitas das variantes de concepção (ferramentas, raio, espessura e tipo de aço) poderão ser simuladas no computador para assim se encontrar a solução perfeita.

ASAME é um equipamento que nos permite verificar rapidamente se um Cliente conseguiu a combinação certa entre um tipo de aço e a geometria final da peça. ASAME mede a distribuição da deformação em peças estampadas. Esta deformação é recolhida por câmaras e processada



A análise FME mostra que as tensões no material são demasiado elevadas em vários pontos.



Após algumas modificações relativamente simples de geometria, e do processo de produção, a análise demonstra que a peça satisfaz todas as exigências.

num programa informático complexo que, rapidamente, descreve como as ferramentas, os processos produtivos e o projecto final afectam o material. ASAME pode lidar com análises muito detalhadas de operações de conformação muito complexas.



Cursos e Seminários

A SSAB Tunnplat organiza regularmente cursos e seminários sobre as vantagens dos aços laminados a frio, como por exemplo:

Curso sobre Fabrico de Aço

Fornecer conhecimento fundamental sobre a produção do aço, as propriedades e as aplicações dos diferentes tipos de aço.

Seminários que fornecem um conhecimento profundo sobre projecto, processos de produção, conformação, processos de união, aplicados aos aços de elevada resistência. Seminários à medida das necessidades das empresas.

Manuais

Os nossos manuais descrevem, com alguma profundidade, as muitas oportunidades oferecidas pelos aços laminados a frio:

“The Sheet Steel Handbook” (Manual da Chapa de Aço) fornece informação sobre dimensões e projectos, bem como conselhos destinados à engenharia de produção.

“The Sheet Steel Forming Handbook” (Manual de conformação de Chapa de Aço) fornece extensa informação sobre a conformação plástica.

Chapas para ensaios

Encomende amostras do nosso stock de chapa para ensaios, e descubra como um novo tipo de aço se pode adequar ao seu equipamento de produção e ao produto final.

Informação sobre materiais

Informação adicional sobre todos os nossos tipos de aço de alto limite elástico, e a forma de os utilizar e trabalhar, é apresentada nas nossas

brochuras com os títulos *Alto Limite Elástico*, *Extra Alto Limite Elástico* e *Ultra Alto Limite Elástico*.

Certificação

SSAB Tunnplat está certificada pela SS-EN ISO 9001:2000, ISO/TS 16949:2002 e SS-EN ISO 14001:1996.

Visite os nossos sites!

www.ssab.pt

www.ssabtunnplat.com

www.businesssteel.com

www.steelprize.com



Recomendações para a sua encomenda

A quantidade de cada item da encomenda resulta da multiplicação de 18 Kg/mm pela largura de banda ou chapa. Ao fazer a sua encomenda, lembre-se que deverá especificar sempre as suas exigências ou requisitos, nomeadamente sobre:

- Tipo de aço (descrição, a nossa designação, n.º da norma, etc)
- Adequação para galvanização a quente
- Adequação para esmaltagem
- Qualidade de superfície
- Aparência da superfície
- Rugosidade da superfície
- Dimensões, incluindo tolerâncias
- Bordos cortados, ou não
- Quantidade
- Prazo de entrega
- Protecção com óleo de estampagem anticorrosivo
- Peso máx. e/ou min. do malote
- Tamanho da bobine máx. e/ou min. (peso e/ou diâmetro exterior)
- Embalagem
- Certificado de ensaio
- Outros requisitos

A SSAB Swedish Steel é o maior fabricante de chapa de aço da Escandinávia e um líder na Europa, quando se fala em desenvolvimento de aços extra e ultra-resistentes.

A SSAB Tunnplåt, membro do SSAB Swedish Steel Group, tem um volume de negócios de mil milhões de euros e emprega cerca de 4400 pessoas na Suécia. A produção anual desta empresa é de mais de 2.8 milhões de toneladas de chapa de aço.

A SSAB Swedish Steel possui uma política ambiental que envolve melhoramentos contínuos nas condições ambientais dos processos e equipamentos. A melhoria contínua dos nossos aços tem como objectivo, minimizar os impactos ambientais que lhes são inerentes, ao longo dos ciclos de vida de cada um deles.

Nas nossas linhas de produção fabricamos os seguintes aços:

DOMEX®

Chapa de aço laminada a quente

DOCOL®

Chapa de aço laminada a frio

DOGAL®

Chapa de aço galvanizada a quente

PRELAQ®

Chapa de aço pré-pintada

Marcas registadas da SSAB Tunnplåt.

Ajudamos os nossos Clientes na selecção do aço mais adequado, para melhorar a sua competitividade. A nossa aposta está na qualidade dos nossos produtos, na confiança do nosso fornecimento, e na flexibilidade do nosso Serviço de Apoio Técnico ao Cliente.

ssabtunnplat.com



**SSAB Swedish Steel
Portugal**

Rua São Nicolau N. 2,
Sala 407
PT-4520-248 Santa Maria
da Feira
Tel +351 256 371 610
Fax +351 256 371 619
info.pt@ssab.com
ssab.pt

SSAB Tunnplåt AB
SE-781 84 Borlänge
Sweden
Tel +46 243 700 00
Fax +46 243 720 00
office@ssabtunnplat.com
ssabtunnplat.com

Denmark

SSAB Svensk Stål A/S
Tel +45 4320 5000
ssab.dk

Finland

OY SSAB Svenskt Stål AB
Tel +358-9-686 6030
ssab.fi

France

SSAB Swedish Steel SA
Tel +33 1 55 61 91 00
ssab.fr

Germany

SSAB Swedish Steel GmbH
Tel +49 211 91 25-0
Tel +49 711 6 87 84-0
ssab.de

Great Britain

SSAB Swedish Steel Ltd
Tel +44 1905 795794
swedishsteel.co.uk

Italy

SSAB Swedish Steel S.p.A
Tel +39 030 90 58 811
ssab.it

The Netherlands

SSAB Swedish Steel BV
Tel +31 24 67 90 550
ssab.nl

Norway

SSAB Svensk Stål A/S
Tel +47 23 11 85 80
ssab.no

Poland

SSAB Swedish Steel Sp. z o.o.
Tel +48 602 72 59 85

Portugal

SSAB Swedish Steel
Tel +351 256 371 610
ssab.pt

Spain

SSAB Swedish Steel SL
Tel +34 91 300 5422
ssab.es

USA

SSAB Swedish Steel Inc.
Tel +1 412-269 21 20
swedishsteel.us

Brazil

SSAB Swedish Steel, Ltda.
Tel: +55 41 3014 9070
ssab.com.br

South Africa

SSAB Swedish Steel Pty Ltd
Tel +27 11 827 0311
swedishsteel.co.za

China

SSAB Swedish Steel
Tel +86 10 6466 3441
swedishsteel.cn

Korea

SSAB Swedish Steel Ltd
Tel +822 761 6172