



ArcelorMittal

Estacas Pranchas Metálicas Laminadas a Quente

Catálogo Geral 2014



STEEL SHEET PILING
MADE IN LUXEMBOURG
100
YEARS



Cobertura:
Colwyn Bay | UK
© VolkerStevin | UK
AZ 28-700 | 790 t | 6,0 - 15,7 m
AZ 17-700 | 120 t | 5,7 - 12,2 m



Estacas Pranchas Metálicas Laminadas a Quente

Catálogo Geral 2014



New app for iPad™
and Android™ tablets

Links to the online stores on
sheetpiling.arcelormittal.com





Marcas

ArcelorMittal é a proprietária das seguintes aplicações de marcas ou marcas registradas:

“AS 500”, “AU”, “AZ”, “GU”, “HZ”, “PU”, “AMLoCor”, “AKILA”, “Beltan”, “ROXAN”, “Arcoseal”.

Nas comunicações e documentos o símbolo TM ou [®] deve seguir a marca em seu primeiro ou mais proeminente exemplo, como por exemplo:

AZ[®], AUTM

Linhas de crédito devem ser usadas em todas as comunicações e documentos onde a marca é usada por terceiros, por exemplo:

AZ é uma marca registrada do grupo ArcelorMittal

AU, AZ e HZ são marcas comerciais do grupo ArcelorMittal

AZ 26-700N é uma estaca prancha metálica fabricada pelo grupo ArcelorMittal

Aviso de responsabilidade

Os dados e comentários contidos neste documento de estacas pranchas de aço se destinam somente a fins informativos gerais. São fornecidos sem garantia de nenhuma espécie. A ArcelorMittal Commercial RPS S.à r.l. não será considerada responsável por nenhum erro, omissão ou mal uso de nenhuma informação anexa e neste ato se isenta de toda e qualquer responsabilidade resultante da capacidade ou incapacidade de usar as informações aqui contidas. Qualquer pessoa usando este material se responsabiliza por quaisquer riscos. Em nenhuma hipótese a ArcelorMittal Commercial RPS S.à r.l. será responsável por quaisquer danos, incluindo lucros cessantes, perda de economias ou outros prejuízos incidentais ou consequentes resultantes do uso de ou da inabilidade de usar as informações neste documento. Os nossos perfis de estacas pranchas podem ser modificados sem aviso prévio.

Impresso em papel FSC.

O selo FSC certifica que a madeira provém de florestas ou plantações que são gerenciadas de modo responsável e sustentável (os princípios da FSC atendem as necessidades sociais, econômicas, ambientais e culturais das gerações atuais e futuras) www.fsc.org.

Índice

Novo
AZ[®]26-700N, GU[™] 22N
HZ[®] 680M LT, Beltan[®] Plus
ROXAN[®] Plus



Porto de águas profundas, Northport, Nova Zelândia

Introdução	6
Perfis Z	8
Perfis U	14
Estacas pranchas planas AS 500 [™]	22
Estacas em box	26
Paredes especiais (“jagged”)	30
HZM [™] / AZ [®] Sistema de parede combinada	32
Paredes combinadas	34
Capacete de cravação	38
Estacas HP	40
Durabilidade das estacas pranchas metálicas	41
AMLoCor [®]	44
Impermeabilidade	45
AKILA [®] Novo sistema de vedação	46
Declaração ambiental do produto	47
Condições de entrega	48
Documentação	51

Introdução

ArcelorMittal é o maior produtor mundial de estacas pranchas laminadas a quente. LCE – Sheet Piling é responsável pelas vendas, marketing e promoção das estacas pranchas metálicas laminadas a quente, estacas pranchas formadas a frio, estacas em aço e soluções para fundações produzidas pelas seguintes usinas da ArcelorMittal:

- estacas pranchas laminadas a quente: Belval e Differdange, em Luxemburgo, Dabrowa na Polônia,
- estacas pranchas formadas a frio: “Palfroid” em Messempré, França,
- tubos de aço (para fundações): Dintelmond, na Holanda.

Além disso, LCE – Sheet Piling pode fornecer qualquer acessório necessário para um pacote completo de solução de fundação, incluindo o material de ancoragem, conjunto de tirantes, estacas pranchas fabricadas, estacas revestidas, capacetes de cravação, etc.

ArcelorMittal **Belval** (anteriormente conhecida como ProfilArbed) **é a maior usina do mundo de laminação de estacas pranchas metálicas laminadas a quente e tem desempenhado um papel de liderança no desenvolvimento da tecnologia de estacas pranchas há mais de 100 anos.** As primeiras estacas pranchas foram laminadas em 1911 e 1912: tipo “Ransome” e “Terre Rouge”. Desde então, o programa de produção da fábrica da ArcelorMittal em Belval passou por constante aperfeiçoamento e desenvolvimento para incluir as estacas U com larguras de até 750 mm (AU™) e estacas Z de até 700 / 770 mm de largura (AZ®-700, AZ®-770).

ArcelorMittal Differdange produz a maior seção HZM™ para formar o mais competitivo sistema de parede combinada de alto módulo de flexão.

Após a fusão com a Mittal Steel em 2006, as estacas do tipo U produzidas pela fábrica da ArcelorMittal em Dabrowa, Polônia (ex-Huta Katowice), também são comercializados através de LCE – Sheet Piling.

A série de estacas da ArcelorMittal é especialmente adequada para a construção de estruturas de forma rápida e econômica. Os perfis são caracterizados por um excelente módulo de seção em relação ao peso, e altos momentos de inércia. As estacas pranchas metálicas são usadas em todo o mundo para a construção **de paredes de cais e quebra-mares em portos, diques secos, e para reforço de margens em rios e canais.** Outras aplicações são **ensacadeiras temporárias em terra e na água, encontros de ponte permanentes, muros de contenção para passagens subterrâneas ou parques de estacionamento subterrâneos, paredes de contenção impermeáveis, etc.**

O Departamento Técnico oferece serviços completos em todo o mundo com o apoio personalizado a todas as partes envolvidas num projeto de design, especificação ou instalação de estacas pranchas e estacas de carga, por exemplo, engenheiros consultores, arquitetos, autoridades regionais, empreiteiros, acadêmicos e estudantes.



Porto de Calais, França



Extensão do Porto de Mariakerke, Ostend, Bélgica



Usina de Belval, anos 1930



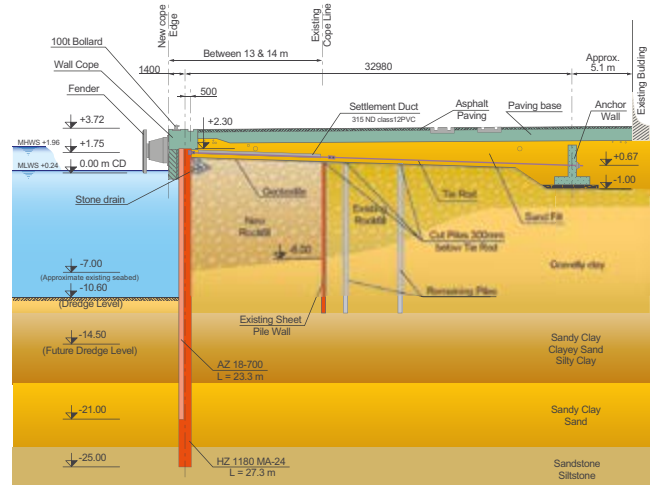
Catálogos de Estaca-Prancha, anos 1910

Departamento técnico

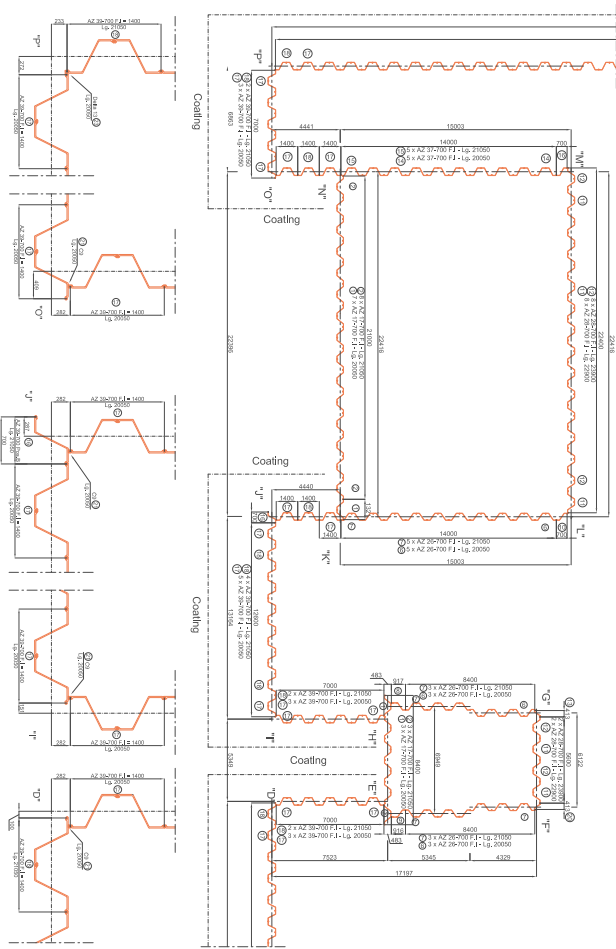
Serviços fornecidos gratuitamente pelos projetistas e equipes de apoio da ArcelorMittal:

- projetos preliminares de soluções completas, incluindo sistemas de ancoragem e cálculos da vida útil,
- otimizações de projeto oferecido aos usuários finais para fornecer a solução completa mais competitiva,
- elaboração de desenhos de layout de projetos detalhados,
- assistência e recomendações sobre métodos de instalação das estacas pranchas e equipamentos de cravação,
- promoção de “estacas prancha verde”, incluindo Avaliação do Ciclo de Vida (LCA).

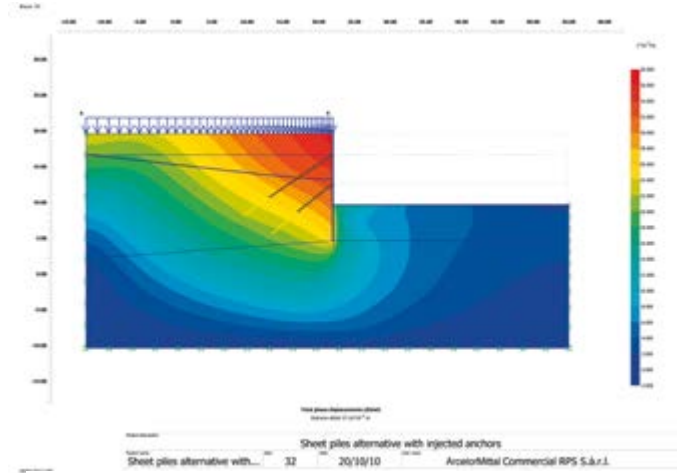
Nota: a responsabilidade legal da estrutura final permanece com o dono da obra.



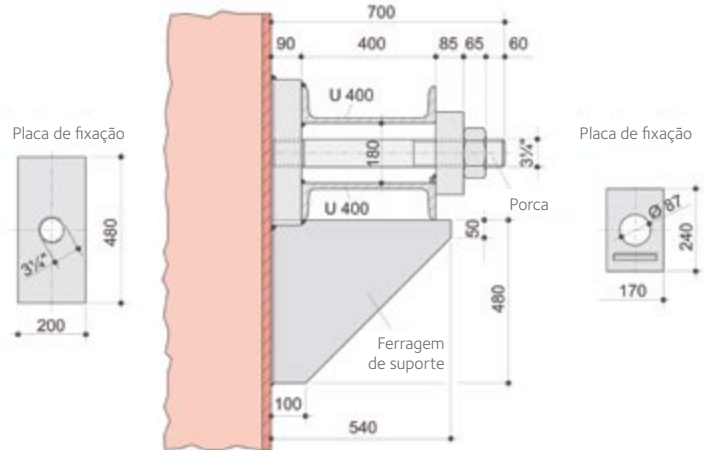
Estudos de viabilidade



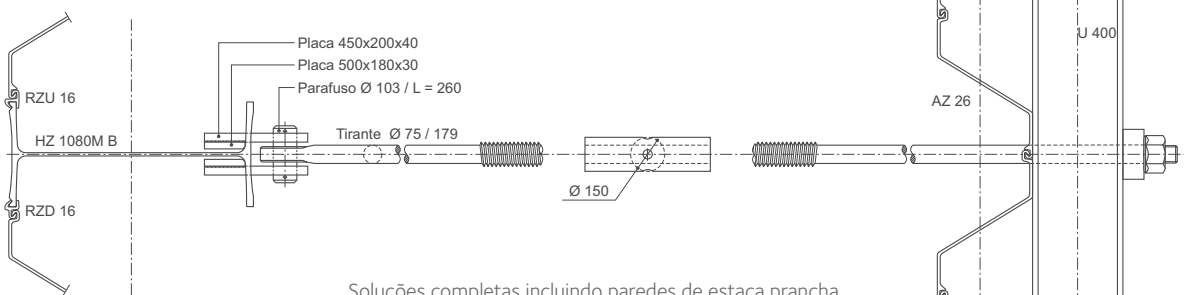
Plano de instalação



Desenhos preliminares



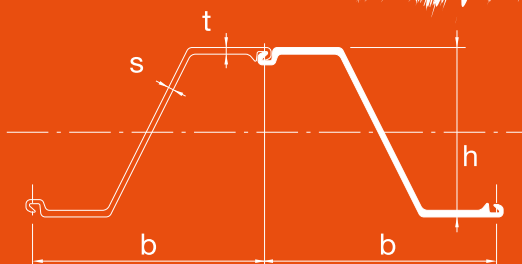
Solução para detalhes de execução



Soluções completas incluindo paredes de estaca prancha, ancoragens, detalhes de canto e estacas especiais

Perfis Z

Novo
AZ® 26-700N



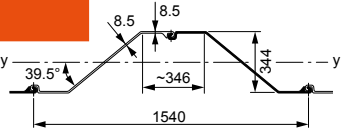
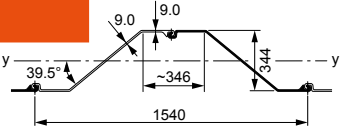
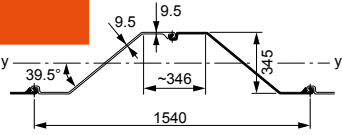
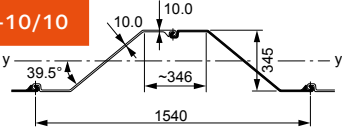
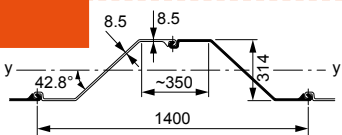
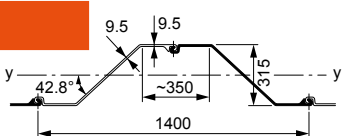
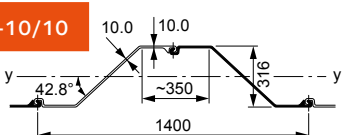
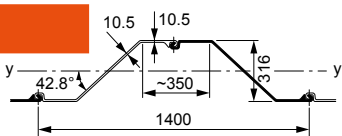
As especificações essenciais das seções-Z são a forma contínua da alma e a localização do conector simetricamente em cada lado do eixo neutro. Ambos os aspectos possuem uma influência positiva no módulo de secção elástico. A série AZ®, perfil com especificações extraordinárias e qualidade comprovada dos conectores Larssen, oferece as seguintes vantagens:

- relação extremamente competitiva de módulo de secção/massa,
- maior inércia reduzindo a deflexão,
- maior largura, resultando em melhor desempenho de instalação,
- boa resistência à corrosão, sendo o aço mais espesso nos pontos críticos de corrosão.

Perfil	Largura b mm	Altura h mm	Espessura		Área seccional cm ² /m	Massa		Momento inércia cm ⁴ /m	Módulo resistência elástico cm ³ /m	Momento estático cm ³ /m	Módulo resistência plástico cm ³ /m	Classe ¹⁾					
			t mm	s mm		perfil kg/m	parede kg/m ²					S 240 GP	S 270 GP	S 320 GP	S 355 GP	S 390 GP	S 430 GP
AZ®-700 e AZ®-770																	
AZ 12-770	770	344	8,5	8,5	120	72,6	94	21430	1245	740	1480	2	2	3	3	3	3
AZ 13-770	770	344	9,0	9,0	126	76,1	99	22360	1300	775	1546	2	2	3	3	3	3
AZ 14-770	770	345	9,5	9,5	132	79,5	103	23300	1355	805	1611	2	2	2	2	3	3
AZ 14-770-10/10	770	345	10,0	10,0	137	82,9	108	24240	1405	840	1677	2	2	2	2	2	3
AZ 12-700	700	314	8,5	8,5	123	67,7	97	18880	1205	710	1415	2	2	3	3	3	3
AZ 13-700	700	315	9,5	9,5	135	74,0	106	20540	1305	770	1540	2	2	2	3	3	3
AZ 13-700-10/10	700	316	10,0	10,0	140	77,2	110	21370	1355	800	1600	2	2	2	2	3	3
AZ 14-700	700	316	10,5	10,5	146	80,3	115	22190	1405	835	1665	2	2	2	2	2	3
AZ 17-700	700	420	8,5	8,5	133	73,1	104	36230	1730	1015	2027	2	2	3	3	3	3
AZ 18-700	700	420	9,0	9,0	139	76,5	109	37800	1800	1060	2116	2	2	3	3	3	3
AZ 19-700	700	421	9,5	9,5	146	80,0	114	39380	1870	1105	2206	2	2	2	3	3	3
AZ 20-700	700	421	10,0	10,0	152	83,5	119	40960	1945	1150	2296	2	2	2	2	2	3
AZ 24-700	700	459	11,2	11,2	174	95,7	137	55820	2430	1435	2867	2	2	2	2	2	2
AZ 26-700	700	460	12,2	12,2	187	102,9	147	59720	2600	1535	3070	2	2	2	2	2	2
AZ 28-700	700	461	13,2	13,2	200	110,0	157	63620	2760	1635	3273	2	2	2	2	2	2
AZ 24-700N	700	459	12,5	9,0	163	89,7	128	55890	2435	1405	2810	2	2	2	2	2	2
AZ 26-700N	700	460	13,5	10,0	176	96,9	138	59790	2600	1510	3015	2	2	2	2	2	2
AZ 28-700N	700	461	14,5	11,0	189	104,1	149	63700	2765	1610	3220	2	2	2	2	2	2
AZ 36-700N	700	499	15,0	11,2	216	118,6	169	89610	3590	2055	4110	2	2	2	2	2	2
AZ 38-700N	700	500	16,0	12,2	230	126,4	181	94840	3795	2180	4360	2	2	2	2	2	2
AZ 40-700N	700	501	17,0	13,2	244	134,2	192	100080	3995	2305	4605	2	2	2	2	2	2
AZ 42-700N	700	499	18,0	14,0	259	142,1	203	104930	4205	2425	4855	2	2	2	2	2	2
AZ 44-700N	700	500	19,0	15,0	273	149,9	214	110150	4405	2550	5105	2	2	2	2	2	2
AZ 46-700N	700	501	20,0	16,0	287	157,7	225	115370	4605	2675	5350	2	2	2	2	2	2
AZ®																	
AZ 18 ²⁾	630	380	9,5	9,5	150	74,4	118	34200	1800	1050	2104	2	2	2	3	3	3
AZ 18-10/10	630	381	10,0	10,0	157	77,8	123	35540	1870	1095	2189	2	2	2	2	3	3
AZ 26 ²⁾	630	427	13,0	12,2	198	97,8	155	55510	2600	1530	3059	2	2	2	2	2	2
AZ 46	580	481	18,0	14,0	291	132,6	229	110450	4595	2650	5295	2	2	2	2	2	2
AZ 48	580	482	19,0	15,0	307	139,6	241	115670	4800	2775	5553	2	2	2	2	2	2
AZ 50	580	483	20,0	16,0	322	146,7	253	121060	5015	2910	5816	2	2	2	2	2	2

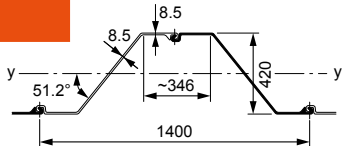
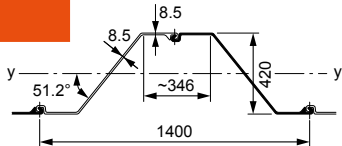
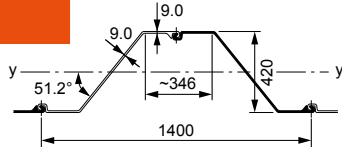
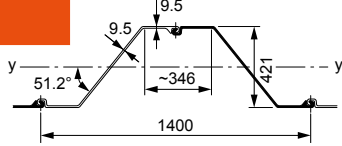
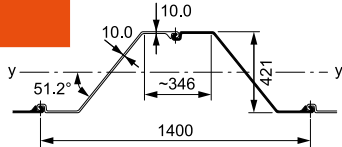
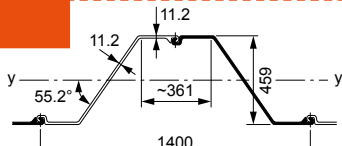
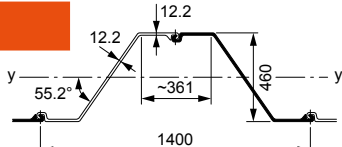
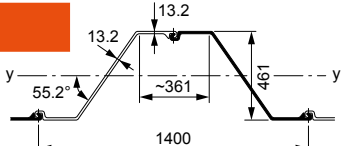
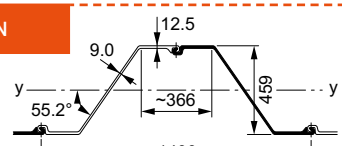
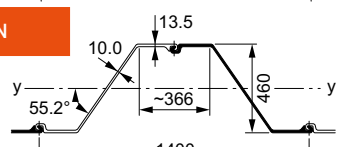
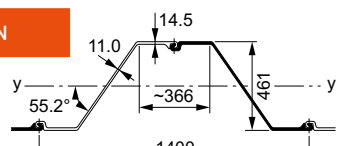
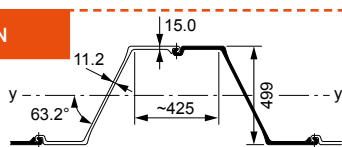
¹⁾ Classificação de acordo com o EN 1993-5. A classe 1 é obtida por verificação da capacidade de rotação para um perfil de classe 2. Um conjunto de tabelas com todos os dados necessários para o projeto de acordo com o EN 1993-5 está disponível no nosso Departamento Técnico. O grau de aço S 460 AP seguindo especificações das usinas da ArcelorMittal está disponível sob consulta.

²⁾ Estes perfis AZ® podem ser laminados com +/- 0,5 mm e +/- 1,0 mm de espessura. Outros perfis sob consulta.

Perfil	S = Perfil individual D = Perfil duplo	Área seccional cm ²	Massa kg/m	Momento inércia cm ⁴	Módulo resistência elástico cm ³	Raio de giração cm	Área de revestimento ¹⁾ m ² /m
AZ[®]-700 e AZ[®]-770							
AZ 12-770 	Por S	92,5	72,6	16500	960	13,36	0,93
	Por D	185,0	145,2	33000	1920	13,36	1,85
	Por m de parede	120,1	94,3	21430	1245	13,36	1,20
AZ 13-770 	Por S	96,9	76,1	17220	1000	13,33	0,93
	Por D	193,8	152,1	34440	2000	13,33	1,85
	Por m de parede	125,8	98,8	22360	1300	13,33	1,20
AZ 14-770 	Por S	101,3	79,5	17940	1040	13,31	0,93
	Por D	202,6	159,0	35890	2085	13,31	1,85
	Por m de parede	131,5	103,2	23300	1355	13,31	1,20
AZ 14-770-10/10 	Por S	105,6	82,9	18670	1085	13,30	0,93
	Por D	211,2	165,8	37330	2165	13,30	1,85
	Por m de parede	137,2	107,7	24240	1405	13,30	1,20
AZ 12-700							
AZ 12-700 	Por S	86,2	67,7	13220	840	12,38	0,86
	Por D	172,5	135,4	26440	1685	12,38	1,71
	Por m de parede	123,2	96,7	18880	1205	12,38	1,22
AZ 13-700 	Por S	94,3	74,0	14370	910	12,35	0,86
	Por D	188,5	148,0	28750	1825	12,35	1,71
	Por m de parede	134,7	105,7	20540	1305	12,35	1,22
AZ 13-700-10/10 	Por S	98,3	77,2	14960	945	12,33	0,86
	Por D	196,6	154,3	29910	1895	12,33	1,71
	Por m de parede	140,4	110,2	21370	1355	12,33	1,22
AZ 14-700 	Por S	102,3	80,3	15530	980	12,32	0,86
	Por D	204,6	160,6	31060	1965	12,32	1,71
	Por m de parede	146,1	114,7	22190	1405	12,32	1,22

¹⁾ Um lado, excluindo a parte interna dos conectores.



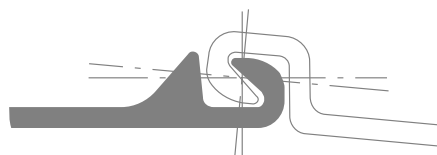
Perfil		S = Perfil individual D = Perfil duplo	Área seccional	Massa	Momento inércia	Módulo resistência elástico	Raio de giração	Área de revestimento ¹⁾
			cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	m ² /m
AZ 17-700		Por S	93,1	73,1	25360	1210	16,50	0,93
		Por D	186,2	146,2	50720	2420	16,50	1,86
		Por m de parede	133,0	104,4	36230	1730	16,50	1,33
AZ 18-700		Por S	97,5	76,5	26460	1260	16,47	0,93
		Por D	194,9	153,0	52920	2520	16,47	1,86
		Por m de parede	139,2	109,3	37800	1800	16,47	1,33
AZ 19-700		Por S	101,9	80,0	27560	1310	16,44	0,93
		Por D	203,8	160,0	55130	2620	16,44	1,86
		Por m de parede	145,6	114,3	39380	1870	16,44	1,33
AZ 20-700		Por S	106,4	83,5	28670	1360	16,42	0,93
		Por D	212,8	167,0	57340	2725	16,42	1,86
		Por m de parede	152,0	119,3	40960	1945	16,42	1,33
AZ 24-700		Por S	121,9	95,7	39080	1700	17,90	0,97
		Por D	243,8	191,4	78150	3405	17,90	1,93
		Por m de parede	174,1	136,7	55820	2430	17,90	1,38
AZ 26-700		Por S	131,0	102,9	41800	1815	17,86	0,97
		Por D	262,1	205,7	83610	3635	17,86	1,93
		Por m de parede	187,2	146,9	59720	2600	17,86	1,38
AZ 28-700		Por S	140,2	110,0	44530	1930	17,83	0,97
		Por D	280,3	220,1	89070	3865	17,83	1,93
		Por m de parede	200,2	157,2	63620	2760	17,83	1,38
AZ 24-700N		Por S	114,3	89,7	39120	1705	18,50	0,96
		Por D	228,6	179,5	78240	3410	18,50	1,92
		Por m de parede	163,3	128,2	55890	2435	18,50	1,37
AZ 26-700N		Por S	123,5	96,9	41850	1820	18,41	0,96
		Por D	247,0	193,9	83710	3640	18,41	1,92
		Por m de parede	176,4	138,5	59790	2600	18,41	1,37
AZ 28-700N		Por S	132,6	104,1	44590	1935	18,33	0,96
		Por D	265,3	208,2	89170	3870	18,33	1,92
		Por m de parede	189,5	148,7	63700	2765	18,33	1,37
AZ 36-700N		Por S	151,1	118,6	62730	2510	20,37	1,03
		Por D	302,2	237,3	125450	5030	20,37	2,05
		Por m de parede	215,9	169,5	89610	3590	20,37	1,47

¹⁾ Um lado, excluindo a parte interna dos conectores.

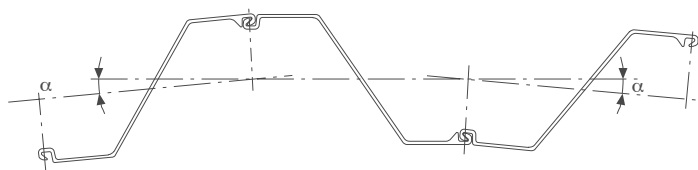
Perfil	S = Perfil individual D = Perfil duplo	Área seccional	Massa	Momento inércia	Módulo resistência elástico	Raio de giração	Área de revesti- mento ¹⁾
AZ 38-700N	Por S	161,0	126,4	66390	2655	20,31	1,03
	Por D	322,0	252,8	132780	5310	20,31	2,05
	Por m de parede	230,0	180,6	94840	3795	20,31	1,47
AZ 40-700N	Por S	170,9	134,2	70060	2795	20,25	1,03
	Por D	341,9	268,4	140110	5595	20,25	2,05
	Por m de parede	244,2	191,7	100080	3995	20,25	1,47
AZ 42-700N	Por S	181,1	142,1	73450	2945	20,14	1,03
	Por D	362,1	284,3	146900	5890	20,14	2,06
	Por m de parede	258,7	203,1	104930	4205	20,14	1,47
AZ 44-700N	Por S	191,0	149,9	77100	3085	20,09	1,03
	Por D	382,0	299,8	154210	6170	20,09	2,06
	Por m de parede	272,8	214,2	110150	4405	20,09	1,47
AZ 46-700N	Por S	200,9	157,7	80760	3220	20,05	1,03
	Por D	401,8	315,4	161520	6450	20,05	2,06
	Por m de parede	287,0	225,3	115370	4605	20,05	1,47
AZ®							
AZ 18	Por S	94,8	74,4	21540	1135	15,07	0,86
	Por D	189,6	148,8	43080	2270	15,07	1,71
	Por m de parede	150,4	118,1	34200	1800	15,07	1,35
AZ 18-10/10	Por S	99,1	77,8	22390	1175	15,04	0,86
	Por D	198,1	155,5	44790	2355	15,04	1,71
	Por m de parede	157,2	123,4	35540	1870	15,04	1,35
AZ 26	Por S	124,6	97,8	34970	1640	16,75	0,90
	Por D	249,2	195,6	69940	3280	16,75	1,78
	Por m de parede	197,8	155,2	55510	2600	16,75	1,41
AZ 46	Por S	168,9	132,6	64060	2665	19,48	0,95
	Por D	337,8	265,2	128120	5330	19,48	1,89
	Por m de parede	291,2	228,6	110450	4595	19,48	1,63
AZ 48	Por S	177,8	139,6	67090	2785	19,43	0,95
	Por D	355,6	279,2	134180	5570	19,43	1,89
	Por m de parede	306,5	240,6	115670	4800	19,43	1,63
AZ 50	Por S	186,9	146,7	70215	2910	19,38	0,95
	Por D	373,8	293,4	140430	5815	19,38	1,89
	Por m de parede	322,2	252,9	121060	5015	19,38	1,63

¹⁾ Um lado, excluindo a parte interna dos conectores.

Conectores



Conectores Larssen AZ® de acordo com a EN 10248. Todas as estacas pranchas AZ podem ser encaixadas. Ângulo de rotação teórico do conector: $\alpha_{\max} = 5^\circ$.



Forma de entrega

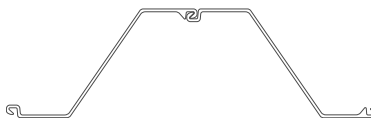
Perfil individual
Posição A



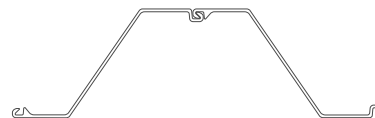
Perfil individual
Posição B



Perfil duplo
Forma I padrão



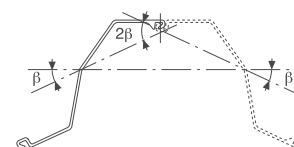
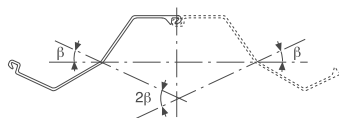
Perfil duplo
Forma II sob consulta



Estacas pranchas dobradas

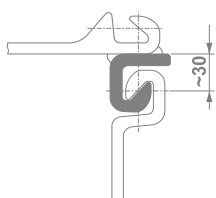
Ângulo máximo de dobra: $\beta = 25^\circ$.

As estacas pranchas de tipo Z são dobradas no meio da alma. São geralmente entregues como perfis individuais. Estacas pranchas duplas disponíveis sob consulta.

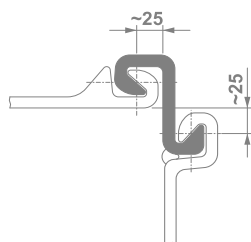


Conectores de canto

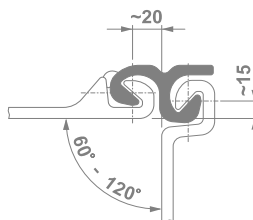
C 9
Massa ~ 9,3 kg/m



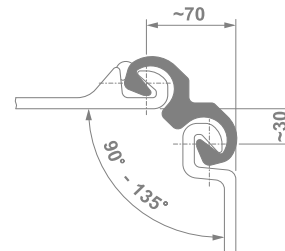
C 14
Massa ~ 14,4 kg/m



DELTA 13
Massa ~ 13,1 kg/m



OMEGA 18
Massa ~ 18,0 kg/m

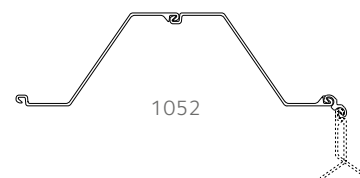
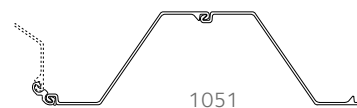
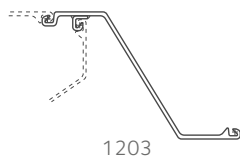
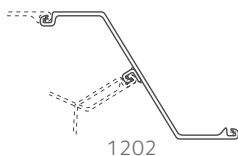
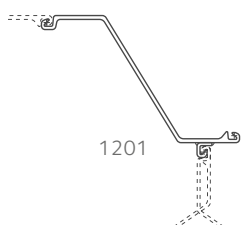


Os conectores de canto especiais com perfis de tipo Z possibilita formar os perfis de canto ou junção sem usar perfis especiais. Os conectores de canto são fixados à estaca prancha de acordo com a EN 12063.

Diferentes especificações de soldagem estão disponíveis mediante solicitação. Os conectores de canto são encaixados e soldados com um recuo de 200 mm a partir da parte superior dos perfis.

Estacas pranchas de canto e junção

As seguintes estacas pranchas especiais, entre outras, estão disponíveis como perfis individuais ou duplos sob consulta.



Grampeamento ('crimping')

Os perfis de tipo AZ® duplos são recomendados para facilitar o processo de instalação. Perfis duplos de tipo AZ não são grampeados por motivos estáticos. No entanto, em razão de solicitação do cliente, a maioria dos nossos perfis AZ é grampeada de acordo com nossa especificação padrão, pelos seguintes motivos:

- perfis individuais dobram facilmente em torno do eixo por não serem simétricos
- processo de instalação mais rápido com perfis duplos

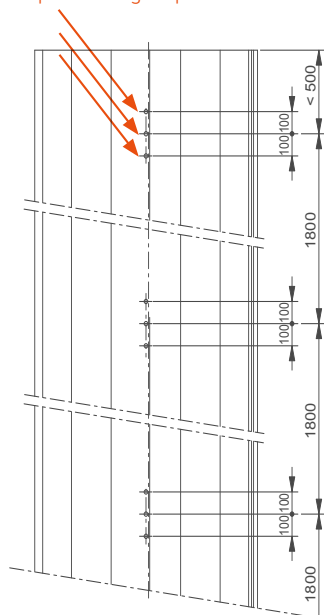


¹⁾ A quantidade e a disposição dos pontos de grampo podem diferir nas extremidades dos perfis. Grampeamentos especiais a pedido.

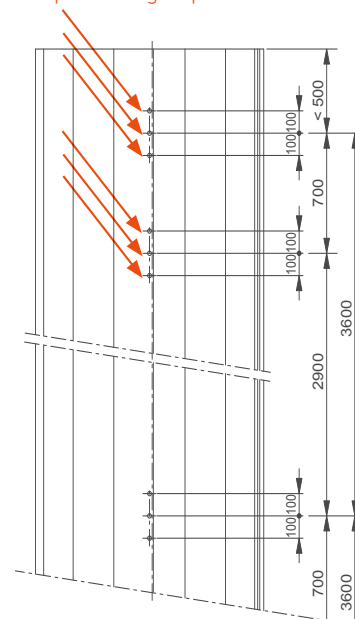
Comprimento do perfil < 6 m:
3 pontos de grampo por 1,8 m
= 1,7 pontos de grampo por m¹)

Comprimento do perfil ≥ 6 m:
6 pontos de grampo por 3,6 m
= 1,7 pontos de grampo por m¹)

3 pontos de grampo



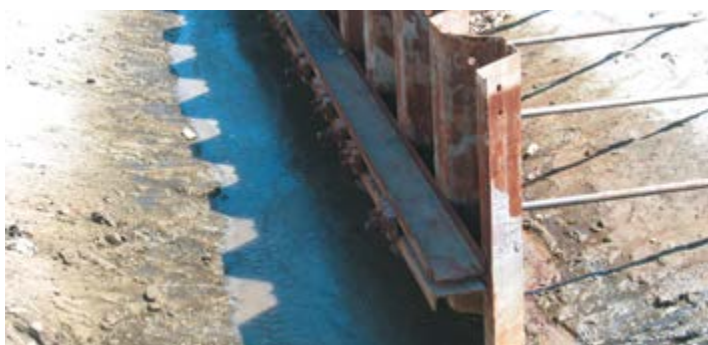
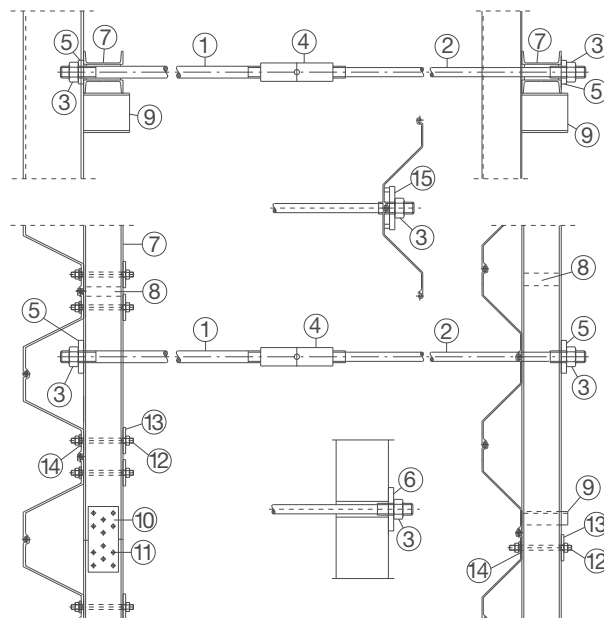
6 pontos de grampo



Sistema de tirantes

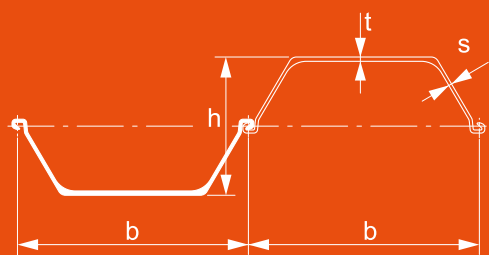
A maioria das paredes de contenção de estaca prancha precisa de suporte complementar na parte superior, além da ficha no solo. Ensecadeiras temporárias geralmente usam perfis ou estroncas dentro da escavação. Paredes de contenção permanentes são geralmente ancoradas com um sistema de tirantes ligados a uma parede instalada a uma determinada distância atrás da parede principal. Outros sistemas de ancoragem, como tirantes injetados ou perfis de ancoragem, também podem ser usados. A figura mostra uma conexão típica de tirantes horizontais para paredes de estacas pranchas de tipo Z, com os seguintes componentes:

- | | |
|-----------------------------------|------------------------|
| 1 Tirante | 7 Longarinas |
| 2 Tirante de extremidade achatada | 8 Espaçador |
| 3 Porca | 9 Ferragem de suporte |
| 4 Tensor | 10 Placa de união |
| 5 Chapa de apoio | 11 Parafuso de união |
| 6 Chapa de apoio para concreto | 12 Parafuso de fixação |
| | 13 |
| | 14 Placa de fixação |
| | 15 |



As vantagens das seções-U são diversas:

- uma ampla gama de seções formando diversas séries com várias características geométricas, permitindo uma excelente escolha técnica e econômica para cada projeto específico,
- combinação de grande altura de perfil com maior espessura da aba permitindo propriedades estáticas excelentes,
- a forma simétrica do elemento individual vem tornando estas estacas pranchas particularmente práticas para reuso,
- a possibilidade de montar e grampear os perfis em pares na usina melhora a qualidade da instalação e o desempenho,
- fixação fácil dos tirantes e acessórios, mesmo de baixo d'água,
- boa resistência à corrosão, sendo o aço o mais espesso em pontos críticos de corrosão.



Perfil	Largura		Espessura		Área seccional cm ² /m	Massa		Momento inércia cm ⁴ /m	Módulo resistência elástico cm ³ /m	Momento estático cm ³ /m	Módulo resistência plástico cm ³ /m	Classe ¹⁾							
	b mm	h mm	t mm	s mm		perfil kg/m	parede kg/m ²					S 240 GP	S 270 GP	S 320 GP	S 355 GP	S 390 GP	S 430 GP	S 460 AP	
Estacas pranchas AU™																			
AU 14	750	408	10,0	8,3	132	77,9	104	28680	1405	820	1663	2	2	3	3	3	3	3	
AU 16	750	411	11,5	9,3	147	86,3	115	32850	1600	935	1891	2	2	2	2	2	3	3	
AU 18	750	441	10,5	9,1	150	88,5	118	39300	1780	1030	2082	2	3	3	3	3	3	3	
AU 20	750	444	12,0	10,0	165	96,9	129	44440	2000	1155	2339	2	2	2	3	3	3	3	
AU 23	750	447	13,0	9,5	173	102,1	136	50700	2270	1285	2600	2	2	2	3	3	3	3	
AU 25	750	450	14,5	10,2	188	110,4	147	56240	2500	1420	2866	2	2	2	2	2	3	3	
Estacas pranchas PU®																			
PU 12	600	360	9,8	9,0	140	66,1	110	21600	1200	715	1457	2	2	2	2	2	2	3	
PU 12-10/10	600	360	10,0	10,0	148	69,6	116	22580	1255	755	1535	2	2	2	2	2	2	2	
PU 18 ⁻¹	600	430	10,2	8,4	154	72,6	121	35950	1670	980	1988	2	2	2	2	2	3	3	
PU 18	600	430	11,2	9,0	163	76,9	128	38650	1800	1055	2134	2	2	2	2	2	2	2	
PU 18 ⁺¹	600	430	12,2	9,5	172	81,1	135	41320	1920	1125	2280	2	2	2	2	2	2	2	
PU 22 ⁻¹	600	450	11,1	9,0	174	81,9	137	46380	2060	1195	2422	2	2	2	2	2	3	3	
PU 22	600	450	12,1	9,5	183	86,1	144	49460	2200	1275	2580	2	2	2	2	2	2	2	
PU 22 ⁺¹	600	450	13,1	10,0	192	90,4	151	52510	2335	1355	2735	2	2	2	2	2	2	2	
PU 28 ⁻¹	600	452	14,2	9,7	207	97,4	162	60580	2680	1525	3087	2	2	2	2	2	2	2	
PU 28	600	454	15,2	10,1	216	101,8	170	64460	2840	1620	3269	2	2	2	2	2	2	2	
PU 28 ⁺¹	600	456	16,2	10,5	226	106,2	177	68380	3000	1710	3450	2	2	2	2	2	2	2	
PU 32	600	452	19,5	11,0	242	114,1	190	72320	3200	1825	3687	2	2	2	2	2	2	2	

Perfil	Largura	Altura	Espessura		Área seccional	Massa		Momento inércia	Módulo resistência elástico	Momento estático	Módulo resistência plástico	Classe ¹⁾							
			b	h		t	s					cm ² /m	perfil kg/m	parede kg/m ²	cm ⁴ /m	cm ³ /m	cm ³ /m	cm ³ /m	S 240 GP
Estacas pranchas GU™																			
GU 6N	600	309	6,0	6,0	89	41,9	70	9670	625	375	765	3	3	3	4	4	4	4	
GU 7N	600	310	6,5	6,4	94	44,1	74	10450	675	400	825	3	3	3	3	3	4	4	
GU 7S	600	311	7,2	6,9	100	46,3	77	11540	740	440	900	2	2	3	3	3	3	3	
GU 8N	600	312	7,5	7,1	103	48,5	81	12010	770	460	935	2	2	3	3	3	3	3	
GU 8S	600	313	8,0	7,5	108	50,8	85	12800	820	490	995	2	2	2	3	3	3	3	
GU 13N	600	418	9,0	7,4	127	59,9	100	26590	1270	755	1535	2	2	2	2	2	3	3	
GU 14N	600	420	10,0	8,0	136	64,3	107	29410	1400	830	1685	2	2	2	2	2	2	2	
GU 15N	600	422	11,0	8,6	146	68,7	115	32260	1530	910	1840	2	2	2	2	2	2	2	
GU 16N	600	430	10,2	8,4	154	72,6	121	35950	1670	980	1988	2	2	2	2	2	3	3	
GU 18N	600	430	11,2	9,0	163	76,9	128	38650	1800	1055	2134	2	2	2	2	2	2	2	
GU 20N	600	430	12,2	9,5	172	81,1	135	41320	1920	1125	2280	2	2	2	2	2	2	2	
GU 21N	600	450	11,1	9,0	174	81,9	137	46380	2060	1195	2422	2	2	2	2	2	3	3	
GU 22N	600	450	12,1	9,5	183	86,1	144	49460	2200	1275	2580	2	2	2	2	2	2	2	
GU 23N	600	450	13,1	10,0	192	90,4	151	52510	2335	1355	2735	2	2	2	2	2	2	2	
GU 16-400	400	290	12,7	9,4	197	62,0	155	22580	1560	885	1815	2	2	2	2	2	2	-	
GU 18-400	400	292	15,0	9,7	221	69,3	173	26090	1785	1015	2080	2	2	2	2	2	2	-	

Os valores do módulo de resistência e do momento de inércia supõem uma transmissão correta dos esforços de cisalhamento nas juntas das estacas pranchas.

¹⁾ Classificação de acordo com a EN 1993-5.

A classe 1 é obtida pela verificação da capacidade de rotação para um perfil transversal da classe 2.

Um conjunto de tabelas com todos os dados necessários para os cálculos de acordo com a EN 1993-5 está disponível no nosso Departamento Técnico.

Todas as estacas PU® podem ser laminadas com +/- 0,5 mm e +/- 1,0 mm de espessura. Outros perfis sob consulta.

Características das estacas pranchas AU™

Uma redução de peso de cerca de 10% comparada à série PU de 600 mm foi atingida otimizando as dimensões geométricas. A maior largura permite **instalação mais rápida**, reduz a quantidade de revestimento necessária, em razão de perímetro menor, e aumenta a impermeabilidade graças a menor número de conectores por metro de parede. Apesar desta largura maior, a energia de instalação necessária para perfis de tipo AU não é mais alta graças a sua forma mais plana e aberta e os raios patenteados na conexão da alma/aba.

Características das estacas pranchas PU®

Equipadas com cantos reforçados, as novas **PU 18**, **PU 22** e **PU 28** são a escolha certa para condições difíceis de cravação e como um perfil adequado para reutilização.

Características das estacas pranchas GU™

O laminador da ArcelorMittal em Dabrowa, Polônia, anteriormente conhecido como "Huta Katowice", produz estacas pranchas laminadas a quente em forma de U em conformidade com as normas europeias em vigor. O laminador adicionou nos últimos anos novas seções à sua carteira: GU 7N, GU 14N, GU 18N e a nova **GU 22N**.

Perfil	S = Perfil individual D = Perfil duplo T = Perfil triple	Área seccional	Massa	Momento inércia	Módulo resistência elástico	Raio de giração	Área de revestimento ¹⁾
		cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	m ² /m

Estacas pranchas AU™

AU 14	Diagrama	Por S	Por D	Por T	Por m de parede
		99,2	198,5	297,7	132,3
		77,9	155,8	233,7	103,8
		6590	43020	59550	28680
		457	2110	2435	1405
		8,15	14,73	14,15	14,73
		0,96	1,91	2,86	1,27

AU 16	Diagrama	Por S	Por D	Por T	Por m de parede
		109,9	219,7	329,6	146,5
		86,3	172,5	258,7	115,0
		7110	49280	68080	32850
		481	2400	2750	1600
		8,04	14,98	14,37	14,98
		0,96	1,91	2,86	1,27

AU 18	Diagrama	Por S	Por D	Por T	Por m de parede
		112,7	225,5	338,2	150,3
		88,5	177,0	265,5	118,0
		8760	58950	81520	39300
		554	2670	3065	1780
		8,82	16,17	15,53	16,17
		1,01	2,00	2,99	1,33

AU 20	Diagrama	Por S	Por D	Por T	Por m de parede
		123,4	246,9	370,3	164,6
		96,9	193,8	290,7	129,2
		9380	66660	92010	44440
		579	3000	3425	2000
		8,72	16,43	15,76	16,43
		1,01	2,00	2,99	1,33

AU 23	Diagrama	Por S	Por D	Por T	Por m de parede
		130,1	260,1	390,2	173,4
		102,1	204,2	306,3	136,1
		9830	76050	104680	50700
		579	3405	3840	2270
		8,69	17,10	16,38	17,10
		1,03	2,04	3,05	1,36

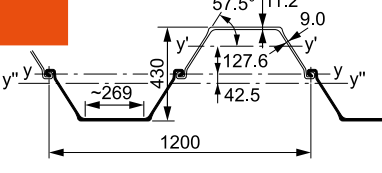
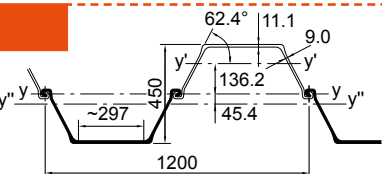
AU 25	Diagrama	Por S	Por D	Por T	Por m de parede
		140,6	281,3	422,0	187,5
		110,4	220,8	331,3	147,2
		10390	84370	115950	56240
		601	3750	4215	2500
		8,60	17,32	16,58	17,32
		1,03	2,04	3,05	1,36

Estacas pranchas PU®

PU 12	Diagrama	Por S	Por D	Por T	Por m de parede
		84,2	168,4	252,6	140,0
		66,1	132,2	198,3	110,1
		4500	25920	36060	21600
		370	1440	1690	1200
		7,31	12,41	11,95	12,41
		0,80	1,59	2,38	1,32

PU 12-10/10	Diagrama	Por S	Por D	Por T	Por m de parede
		88,7	177,3	266,0	147,8
		69,6	139,2	208,8	116,0
		4600	27100	37670	22580
		377	1505	1765	1255
		7,20	12,36	11,90	12,36
		0,80	1,59	2,38	1,32

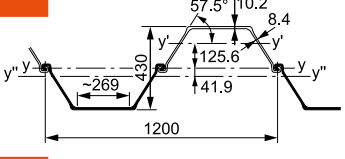
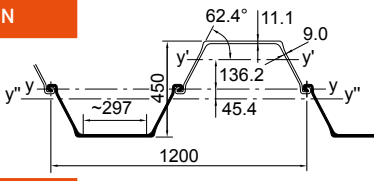
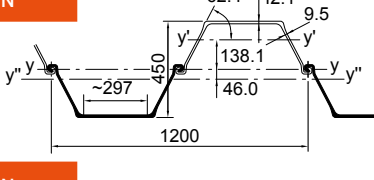
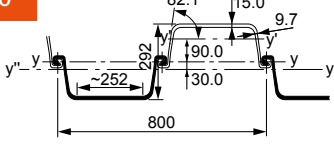
¹⁾ Um lado, excluindo a parte interna dos conectores.

Perfil	S = Perfil individual D = Perfil duplo T = Perfil triple	Área seccional	Massa	Momento inércia	Módulo resistência elástico	Raio de giração	Área de revestimento ¹⁾	
		cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	m ² /m	
Estacas pranchas PU®								
PU 18⁻¹		Por S	92,5	72,6	6960	475	8,67	0,87
		Por D	185,0	145,2	43140	2005	15,30	1,72
		Por T	277,5	217,8	59840	2330	14,69	2,58
		Por m de parede	154,2	121,0	35950	1670	15,30	1,43
PU 18		Por S	98,0	76,9	7220	485	8,58	0,87
		Por D	196,0	153,8	46380	2160	15,38	1,72
		Por T	294,0	230,7	64240	2495	14,78	2,58
		Por m de parede	163,3	128,2	38650	1800	15,38	1,43
PU 18⁺¹		Por S	103,4	81,1	7480	495	8,51	0,87
		Por D	206,8	162,3	49580	2305	15,49	1,72
		Por T	310,2	243,5	68600	2655	14,87	2,58
		Por m de parede	172,3	135,2	41320	1920	15,49	1,43
PU 22⁻¹		Por S	104,3	81,9	8460	535	9,01	0,90
		Por D	208,7	163,8	55650	2475	16,33	1,79
		Por T	313,0	245,7	77020	2850	15,69	2,68
		Por m de parede	173,9	136,5	46380	2060	16,33	1,49
PU 22		Por S	109,7	86,1	8740	546	8,93	0,90
		Por D	219,5	172,3	59360	2640	16,45	1,79
		Por T	329,2	258,4	82060	3025	15,79	2,68
		Por m de parede	182,9	143,6	49460	2200	16,45	1,49
PU 22⁺¹		Por S	115,2	90,4	9020	555	8,85	0,90
		Por D	230,4	180,9	63010	2800	16,54	1,79
		Por T	345,6	271,3	87020	3205	15,87	2,68
		Por m de parede	192,0	150,7	52510	2335	16,54	1,49
PU 28⁻¹		Por S	124,1	97,4	9740	576	8,86	0,93
		Por D	248,2	194,8	72700	3215	17,12	1,85
		Por T	372,3	292,2	100170	3645	16,40	2,77
		Por m de parede	206,8	162,3	60580	2680	17,12	1,54
PU 28		Por S	129,7	101,8	10070	589	8,81	0,93
		Por D	259,4	203,6	77350	3405	17,27	1,85
		Por T	389,0	305,4	106490	3850	16,55	2,77
		Por m de parede	216,1	169,6	64460	2840	17,27	1,54
PU 28⁺¹		Por S	135,3	106,2	10400	600	8,77	0,93
		Por D	270,7	212,5	82060	3600	17,41	1,85
		Por T	406,0	318,7	112870	4060	16,67	2,77
		Por m de parede	225,6	177,1	68380	3000	17,41	1,54

¹⁾ Um lado, excluindo a parte interna dos conectores.

Perfil	S = Perfil individual D = Perfil duplo T = Perfil triple	Área seccional cm ²	Massa kg/m	Momento inércia cm ⁴	Módulo resistência elástico cm ³	Raio de giração cm	Área de revestimento ¹⁾ m ² /m
Estacas pranchas PU®							
PU 32 	Por S	145,4	114,1	10950	633	8,68	0,92
	Por D	290,8	228,3	86790	3840	17,28	1,83
	Por T	436,2	342,4	119370	4330	16,54	2,74
	Por m de parede	242,0	190,2	72320	3200	17,28	1,52
Estacas pranchas GU™							
GU 6N 	Por S	53,4	41,9	2160	215	6,36	0,76
	Por D	106,8	83,8	11610	750	10,43	1,51
	Por T	160,2	125,7	16200	890	10,06	2,26
	Por m de parede	89,0	69,9	9670	625	10,43	1,26
GU 7N 	Por S	56,2	44,1	2250	220	6,33	0,76
	Por D	112,4	88,2	12540	810	10,56	1,51
	Por T	168,6	132,4	17470	955	10,18	2,26
	Por m de parede	93,7	73,5	10450	675	10,56	1,26
GU 7S 	Por S	60,2	46,3	2370	225	6,28	0,76
	Por D	120,3	92,5	13850	890	10,73	1,51
	Por T	180,5	138,8	19260	1045	10,33	2,26
	Por m de parede	100,3	77,1	11540	740	10,73	1,26
GU 8N 	Por S	61,8	48,5	2420	225	6,26	0,76
	Por D	123,7	97,1	14420	925	10,80	1,51
	Por T	185,5	145,6	20030	1080	10,39	2,26
	Por m de parede	103,1	80,9	12010	770	10,80	1,26
GU 8S 	Por S	64,7	50,8	2510	230	6,23	0,76
	Por D	129,3	101,5	15360	980	10,90	1,51
	Por T	194,0	152,3	21320	1145	10,48	2,26
	Por m de parede	107,8	84,6	12800	820	10,90	1,26
GU 13N 	Por S	76,3	59,9	5440	395	8,44	0,85
	Por D	152,6	119,8	31900	1525	14,46	1,69
	Por T	228,9	179,7	44350	1785	13,92	2,53
	Por m de parede	127,2	99,8	26590	1270	14,46	1,41
GU 14N 	Por S	81,9	64,3	5750	410	8,38	0,85
	Por D	163,8	128,6	35290	1680	14,68	1,69
	Por T	245,6	192,8	48970	1955	14,12	2,53
	Por m de parede	136,5	107,1	29410	1400	14,68	1,41
GU 15N 	Por S	87,5	68,7	6070	425	8,33	0,85
	Por D	175,1	137,4	38710	1835	14,87	1,69
	Por T	262,6	206,2	53640	2130	14,29	2,53
	Por m de parede	145,9	114,5	32260	1530	14,87	1,41

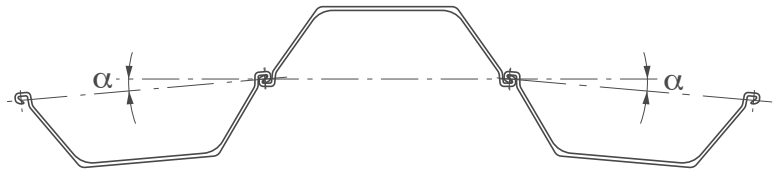
¹⁾ Um lado, excluindo a parte interna dos conectores.

Perfil	S = Perfil individual D = Perfil duplo T = Perfil triple	Área seccional cm ²	Massa kg/m	Momento inércia cm ⁴	Módulo resistência elástico cm ³	Raio de giração cm	Área de revestimento ¹⁾ m ² /m
Estacas pranchas GU™							
GU 16N 	Por S	92,5	72,6	6960	475	8,67	0,87
	Por D	185,0	145,2	43140	2005	15,30	1,72
	Por T	277,5	217,8	59840	2330	14,69	2,58
	Por m de parede	154,2	121,0	35950	1670	15,30	1,43
GU 18N 	Por S	98,0	76,9	7220	485	8,58	0,87
	Por D	196,0	153,8	46380	2160	15,38	1,72
	Por T	294,0	230,7	64240	2495	14,78	2,58
	Por m de parede	163,3	128,2	38650	1800	15,38	1,43
GU 20N 	Por S	103,4	81,1	7480	495	8,51	0,87
	Por D	206,8	162,3	49580	2305	15,49	1,72
	Por T	310,2	243,5	68600	2655	14,87	2,58
	Por m de parede	172,3	135,2	41320	1920	15,49	1,43
GU 21N 	Por S	104,3	81,9	8460	535	9,01	0,90
	Por D	208,7	163,8	55650	2475	16,33	1,79
	Por T	313,0	245,7	77020	2850	15,69	2,68
	Por m de parede	173,9	136,5	46380	2060	16,33	1,49
GU 22N 	Por S	109,7	86,1	8740	546	8,93	0,90
	Por D	219,5	172,3	59360	2640	16,45	1,79
	Por T	329,2	258,4	82060	3025	15,79	2,68
	Por m de parede	182,9	143,6	49460	2200	16,45	1,49
GU 23N 	Por S	115,2	90,4	9020	555	8,85	0,90
	Por D	230,4	180,9	63010	2800	16,54	1,79
	Por T	345,6	271,3	87020	3205	15,87	2,68
	Por m de parede	192,0	150,7	52510	2335	16,54	1,49
GU 16-400 	Por S	78,9	62,0	2950	265	6,11	0,65
	Por D	157,9	123,9	18060	1245	10,70	1,28
	Por T	236,8	185,9	25060	1440	10,29	1,92
	Por m de parede	197,3	154,9	22580	1560	10,70	1,60
GU 18-400 	Por S	88,3	69,3	3290	290	6,10	0,65
	Por D	176,7	138,7	20870	1430	10,87	1,28
	Por T	265,0	208,0	28920	1645	10,45	1,92
	Por m de parede	220,8	173,3	26090	1785	10,87	1,60

¹⁾ Um lado, excluindo a parte interna dos conectores.

Conectores

Todas as estacas pranchas AU™, PU® e GU™ apresentam conectores Larssen de acordo com a EN 10248.
As estacas pranchas AU, PU e GU-N (exceção: série GU-400) podem ser encaixadas entre si.
Angulo de rotação teórico do conector: $\alpha_{max} = 5^\circ$

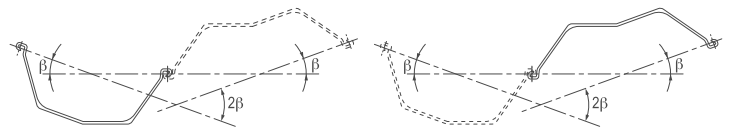


Forma de entrega



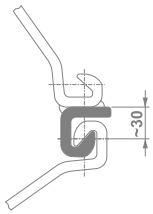
Estacas pranchas dobradas

Ângulo máximo de dobra: $\beta = 25^\circ$.
As estacas pranchas de tipo U são dobradas no meio da aba. São geralmente entregues como perfis individuais.
As estacas pranchas duplas estão disponíveis sob consulta.

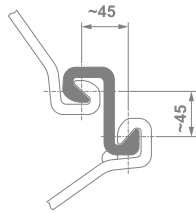


Conectores de canto

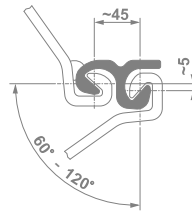
C 9
Massa ~ 9,3 kg/m



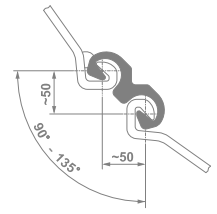
C 14
Massa ~ 14,4 kg/m



DELTA 13
Massa ~ 13,1 kg/m



OMEGA 18
Massa ~ 18,0 kg/m



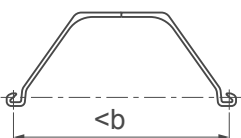
Os conectores de canto especiais com perfis de tipo U possibilita formar as estacas de canto ou junção sem usar perfis especiais. Os conectores de canto são fixados à estaca prancha de acordo com a EN 12063.

Diferentes especificações de soldagem estão disponíveis mediante solicitação. Os conectores de canto são encaixados e soldados com um recuo de 200 mm a partir da parte superior dos perfis.

Estacas pranchas fabricadas, estacas pranchas de canto e junção

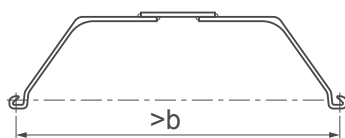
Mediante solicitação, podem-se fazer ajustes para obtenção de perfis especiais mais largos ou mais estreitos. As seguintes estacas pranchas especiais, entre outras, estão disponíveis mediante solicitação como perfis individuais ou duplos.

Estaca prancha mais estreita



2501

Estaca prancha mais larga

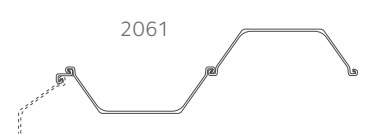


2511

2251



2061



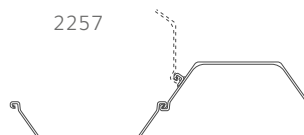
2253



2071



2257



2151



Grampeamento ('crimping')

Ao contrário dos perfis de tipo Z, os conectores de perfis de tipo U devem transmitir forças cortantes. Para garantir transmissão da mesma, os conectores dos perfis-U da ArcelorMittal entregues como perfis duplos podem ser fixados por grampeamento de acordo com nossa especificação padrão. Para estacas pranchas de tipo U a **resistência admissível por ponto de grampo é em geral superior a 75 kN para um deslocamento de até 5 mm**, mas depende do perfil e do tipo do aço. Porém o módulo de flexão elástico teórico de perfis U duplos grampeados (ou soldados) pode ter que ser reduzido²⁾, ainda que a redução seja menor que para perfis simples.



¹⁾ A quantidade e a disposição dos pontos de grampo podem diferir nas extremidades dos perfis. Grampeamentos especiais a pedido.

²⁾ Com base na EN1993-5. Por favor, consulte o nosso Departamento Técnico para mais informações.

Sistema de tirantes

A maioria das paredes de contenção de estaca-prancha precisa de suporte complementar na parte superior, além da ficha no solo.

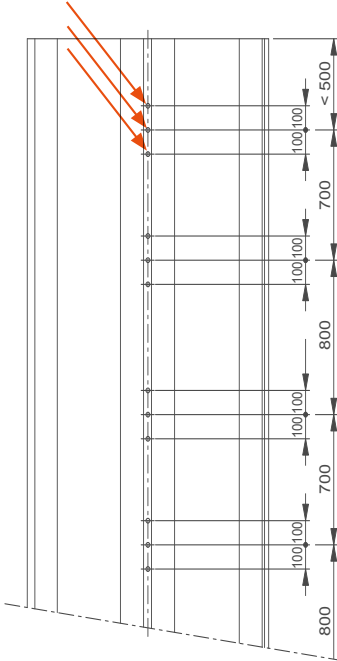
Enscadeiras temporárias geralmente usam perfis ou estroncas dentro da escavação. Paredes de contenção permanentes são geralmente ancoradas com um sistema de tirantes ligados a uma parede de ancoragem instalada a uma determinada distância atrás da parede principal. Outros sistemas de ancoragem, como tirantes injetados ou perfis de ancoragem, também podem ser usados. A figura mostra uma conexão típica de tirantes horizontais para paredes de estacas pranchas de tipo U.



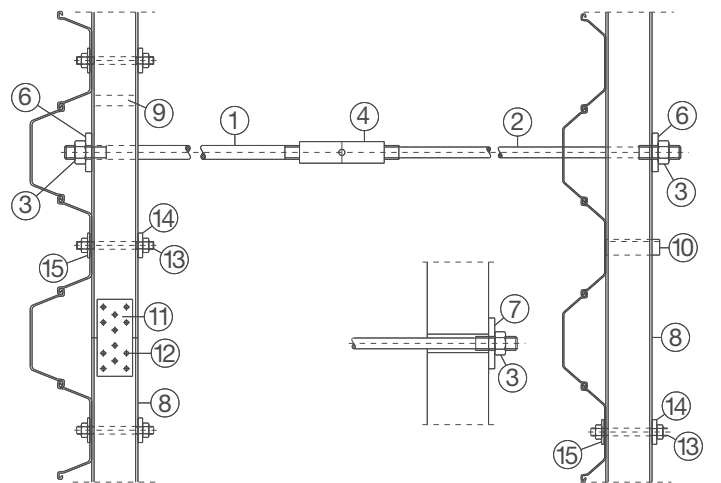
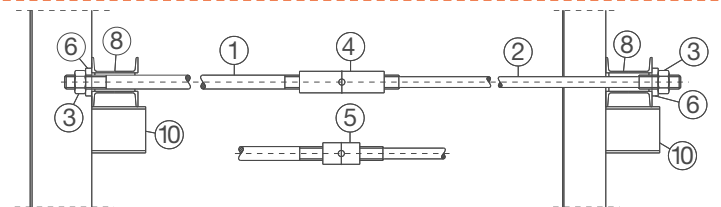
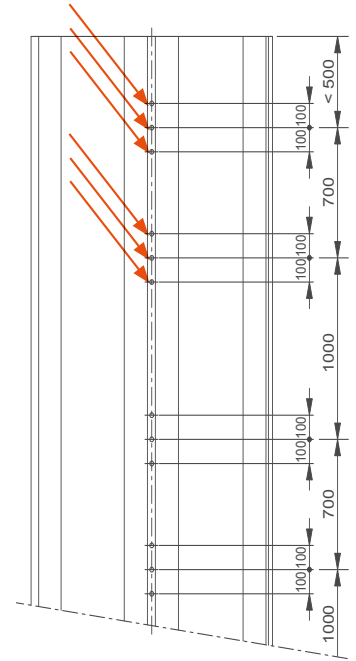
Grampeamento padrão AU:
3 pontos de grampo por 0,75 m
= 4 pontos de grampo por m¹⁾

Grampeamento padrão PU/GU:
6 pontos de grampo por 1,7 m
= 3,5 pontos de grampo por m¹⁾

3 pontos de grampo



6 pontos de grampo



- | | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------|
| 1 Tirante | 6 Chapa de apoio | 11 Placa de união |
| 2 Tirante de extremidade achatada | 7 Chapa de apoio sobre concreto | 12 Parafuso de união |
| 3 Porca | 8 Longarinas | 13 Parafuso de fixação |
| 4 Tensor | 9 Espaçador | 14 Placa de fixação |
| 5 Manga de acoplamento | 10 Ferragem de suporte | 15 Placa de fixação |

Estacas pranchas Planas AS 500™

As estacas pranchas planas AS 500 são projetadas para formar estruturas cilíndricas fechadas retendo o aterro do solo. A estabilidade das células, consistentes de uma membrana de aço preenchido com solo, é garantida pelo seu próprio peso. As estacas pranchas planas são largamente usadas em projetos nos quais as camadas rochosas ficam próximas ao nível do solo ou nos quais a ancoragem seria difícil ou impossível. As estruturas de estaca prancha planas são feitas de células circulares ou células diafragma dependendo das características do local ou dos requisitos particulares do projeto. As forças sendo desenvolvidas nestes perfis são forças de tensão essencialmente horizontais que requerem uma alta resistência à tração do conector. Os conectores do AS 500 atendem à EN 10248.

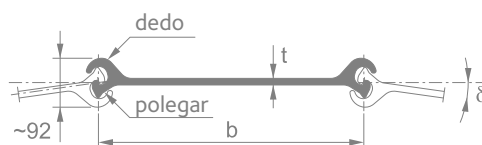
Para mais informações, favor consultar o catálogo "AS 500™ Straight web steel sheet piles - design & execution manual".

Perfil	Largura nominal ¹⁾	Espessura da alma	Ângulo de desvio ²⁾	Perímetro	Área seccional	Massa	Massa por m ² parede	Momento inércia	Módulo de resistência	Área de revestimento ³⁾
	b mm				t mm					
AS 500-9,5	500	9,5	4,5	138	81,3	63,8	128	168	46	0,58
AS 500-11,0	500	11,0	4,5	139	90,0	70,6	141	186	49	0,58
AS 500-12,0	500	12,0	4,5	139	94,6	74,3	149	196	51	0,58
AS 500-12,5	500	12,5	4,5	139	97,2	76,3	153	201	51	0,58
AS 500-12,7	500	12,7	4,5	139	98,2	77,1	154	204	51	0,58

¹⁾ A largura efetiva a ser considerada para fins de instalação (layout) é de 503 mm para todas as estacas pranchas AS 500.

²⁾ Ângulo de desvio máximo de 4,0° para perfis de comprimento > 20 m.

³⁾ Um lado, excluindo a parte interna dos conectores.



Atracadouro de cargas gerais, Bal Haf, Iêmen



As seguintes resistências à tração dos conectores podem ser atingidas para um grau de aço S 355 GP:

Perfil	F _{max} [kN/m]
AS 500-9,5	3000
AS 500-11,0	3500
AS 500-12,0	4500*
AS 500-12,5	5500
AS 500-12,7	5500

* F_{max} = 5000 kN/m sob consulta

Para verificação da resistência das estacas pranchas, tanto o escoamento da alma como a falha do conector devem ser considerados.

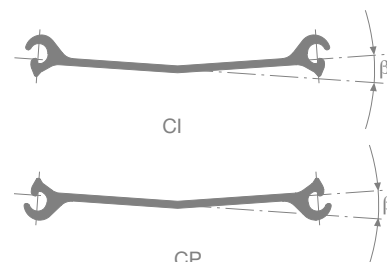
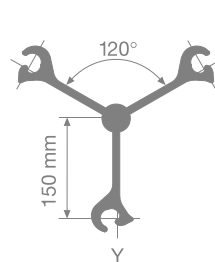
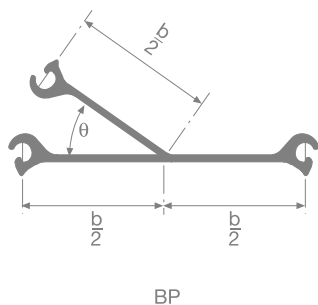
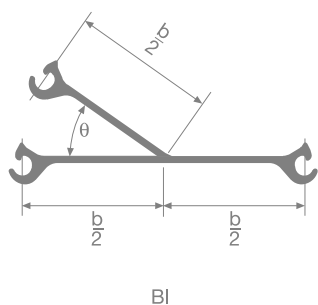
Construção de ponte, Coréia do Sul



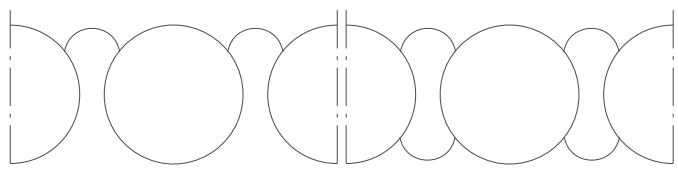
Estacas pranchas de junção e estacas pranchas dobradas

As estacas pranchas de junção que conectam células circulares e arcos intermediários podem ser fornecidas. As estacas pranchas dobradas são pré-dobradas no laminador.

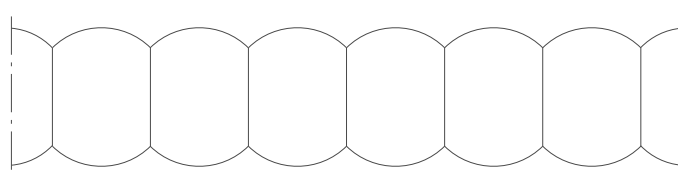
Se o desvio de ângulo exceder $4,5^\circ$ ($4,0^\circ$ se $L > 20$ m), as estacas pranchas dobradas devem ser usadas para ajustar estruturas com pequenos raios.



Tipos de células



Células circulares com estacas pranchas de junção de 35° e um ou dois arcos de conexão



Células de diafragma com estacas pranchas de junção com 120° .

Instalação de atracadouro, Canadá



Construção de uma eclusa, Arkansas, EUA



Construção de célula circular



1. Instalação de matriz (template)



2. Encaixe até o fechamento da célula



3. Cravação das estacas pranchas

Largura equivalente

A largura equivalente w_e necessária para a verificação da estabilidade é determinada pela geometria da construção celular escolhida.

• Para células circulares

A largura equivalente w_e é definida como:

$$w_e = \frac{\text{área dentro de uma célula} + \text{área dentro de 2 (ou 1) arco(s)}}{\text{comprimento do sistema } x}$$

A razão R_a indica quanto econômica será célula circular escolhida.

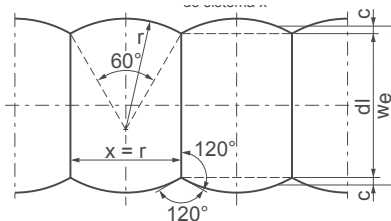
É definida conforme segue:

$$R_a = \frac{\text{desenvolvimento de 1 célula} + \text{desenvolvimento de 2 (ou 1) arco(s)}}{\text{comprimento do sistema } x}$$

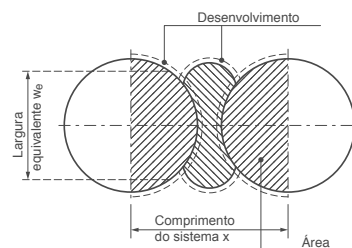
• Para células de diafragma

A largura equivalente w_e é definida como:

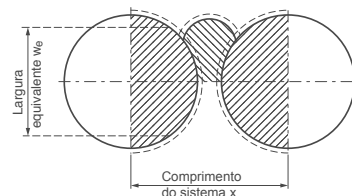
$$w_e = \text{comprimento da parede do diafragma (dl)} + 2 \cdot c$$



Célula circular com 2 arcos

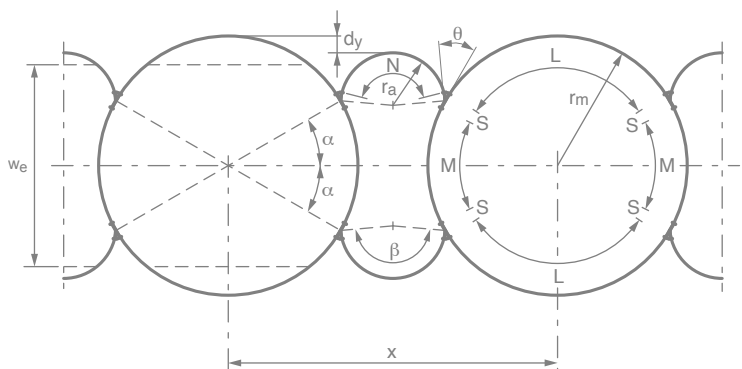


Célula circular com 1 arco



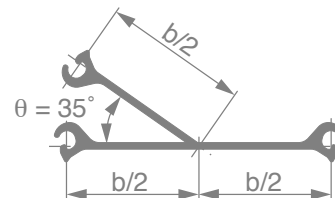
Geometria de células circulares

Uma vez que a largura equivalente foi determinada, a geometria das células pode ser definida. Isto pode ser feito com a ajuda de tabelas ou com programas de computador.



Recomendamos estacas pranchas de junção com ângulos θ entre 30° e 45° . Estacas pranchas com $\theta = 90^\circ$, também estão disponíveis mediante solicitação.

Solução padrão

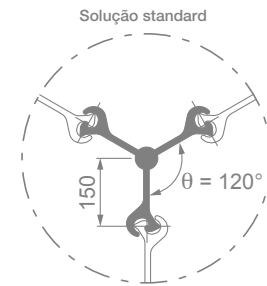
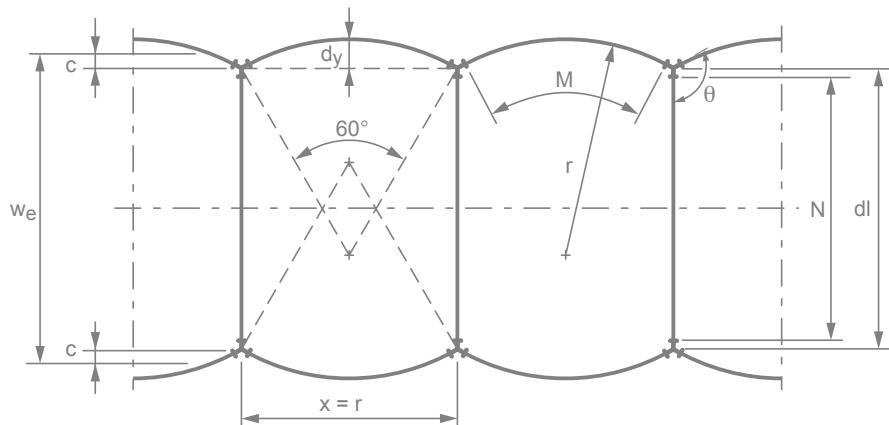


- r_m = raio da célula principal
- r_a = raio dos arcos de conexão
- θ = ângulo entre a célula principal e o arco de conexão
- x = largura do sistema
- d_y = offset positivo ou negativo entre os arcos de conexão e os planos de tangente das células principais
- w_e = largura equivalente

A tabela abaixo mostra uma breve seleção de células circulares com 2 arcos e estacas pranchas de junção padrão com $\theta = 35^\circ$.

No. de estacas pranchas por						Valores geométricos						Desvio de conector		Valores de projeto			
Célula		Arco		Sistema								Célula		Arco		2 Arcos	
Total u	L u	M u	S u	N u	u	$d = 2 \cdot r_m$	r_a	x	d_y	α	β	δ_m	δ_a	w_e	R_a		
100	33	15	1	25	150	16,01	4,47	22,92	0,16	28,80	167,60	3,60	6,45	13,69	3,34		
104	35	15	1	27	158	16,65	4,88	24,42	0,20	27,69	165,38	3,46	5,91	14,14	3,30		
108	37	15	1	27	162	17,29	4,94	25,23	0,54	26,67	163,33	3,33	5,83	14,41	3,27		
112	37	17	1	27	166	17,93	4,81	25,25	0,33	28,93	167,86	3,21	6,00	15,25	3,35		
116	37	19	1	27	170	18,57	4,69	25,27	0,13	31,03	172,07	3,10	6,15	16,08	3,42		
120	39	19	1	29	178	19,21	5,08	26,77	0,16	30,00	170,00	3,00	5,67	16,54	3,38		
124	41	19	1	29	182	19,85	5,14	27,59	0,50	29,03	168,06	2,90	5,60	16,82	3,35		
128	43	19	1	31	190	20,49	5,55	29,09	0,53	28,13	166,25	2,81	5,20	17,27	3,32		
132	43	21	1	31	194	21,13	5,42	29,11	0,33	30,00	170,00	2,73	5,31	18,10	3,39		
136	45	21	1	33	202	21,77	5,82	30,61	0,36	29,12	168,24	2,65	4,95	18,56	3,35		
140	45	23	1	33	206	22,42	5,71	30,62	0,17	30,86	171,71	2,57	5,05	19,39	3,42		
144	47	23	1	33	210	23,06	5,76	31,45	0,50	30,00	170,00	2,50	5,00	19,67	3,39		
148	47	25	1	35	218	23,70	5,99	32,13	0,00	31,62	173,24	2,43	4,81	20,67	3,44		
152	49	25	1	35	222	24,31	6,05	32,97	0,34	30,79	171,58	2,37	4,77	20,95	3,42		

Geometria de células diafragma



- r = raio
- θ = ângulo entre o arco e o diafragma
- w_e = largura equivalente, com $w_e = dl + 2 \cdot c$
- d_y = altura do arco
- dl = comprimento da parede do diafragma
- x = largura do sistema
- c = altura equivalente do arco

Atracadouro de rebocador, Canal do Panamá, Panamá



Quebra-mar, Costa Rica



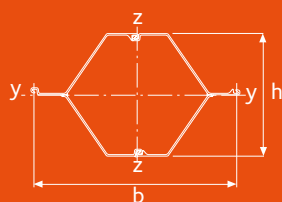
Geometria do diafragma

Número de estacas pranchas	Comprimento da parede
N	dl
u	m
11	5,83
13	6,84
15	7,85
17	8,85
19	9,86
21	10,86
23	11,87
25	12,88
27	13,88
29	14,89
31	15,89
33	16,90
35	17,91
37	18,91
39	19,92
41	20,92
43	21,93
45	22,94
47	23,94
49	24,95
51	25,95
53	26,96
55	27,97
57	28,97
59	29,98

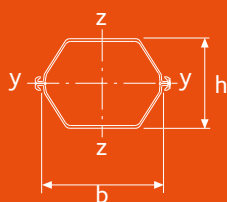
Geometria do arco (solução standard)

Número de estacas pranchas	Raio - Comprimento do sistema	Altura arco	Altura equivalente do arco	Desvio conector
M	x=r	d_y	c	δ_a
u	m	m	m	°
11	5,57	0,75	0,51	5,17
13	6,53	0,87	0,59	4,41
15	7,49	1,00	0,68	3,85
17	8,45	1,13	0,77	3,41
19	9,41	1,26	0,86	3,06
21	10,37	1,39	0,94	2,78
23	11,33	1,52	1,03	2,54
25	12,29	1,65	1,12	2,34
27	13,26	1,78	1,20	2,17
29	14,22	1,90	1,29	2,03
31	15,18	2,03	1,38	1,90
33	16,14	2,16	1,46	1,79
35	17,10	2,29	1,55	1,69
37	18,06	2,42	1,64	1,60
39	19,02	2,55	1,73	1,52
41	19,98	2,68	1,81	1,44
43	20,94	2,81	1,90	1,38

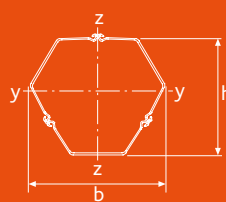
Estacas pranchas em box



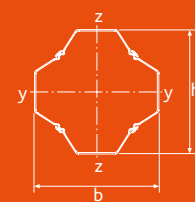
Box Z



Dupla box U



Tripla box U



Quádrupla box U

Perfil	Largura	Altura	Perímetro	Área seccional	Área total	Massa ¹⁾	Momento inércia		Módulo resistência elástico		Raio de giração mín.	Área de revestimento ²⁾
	b mm	h mm					cm	cm ²	cm ²	kg/m		
CAZ-700 e CAZ-770 Estacas pranchas em box												
CAZ 12-770	1540	687	389	328	5431	257	175060	557990	5075	6985	23,1	3,67
CAZ 13-770	1540	688	389	344	5446	270	183440	584640	5310	7320	23,1	3,67
CAZ 14-770	1540	689	390	360	5461	283	191840	611300	5545	7655	23,1	3,67
CAZ 14-770-10/10	1540	690	390	376	5476	295	200280	637960	5780	7995	23,1	3,67
CAZ 12-700	1400	628	360	303	4524	238	137770	421600	4365	5785	21,3	3,39
CAZ 13-700	1400	630	361	332	4552	261	150890	461210	4765	6335	21,3	3,39
CAZ 13-700-10/10	1400	631	361	347	4565	272	157530	481090	4965	6610	21,3	3,39
CAZ 14-700	1400	632	361	362	4579	284	164130	500820	5165	6885	21,3	3,39
CAZ 17-700	1400	839	391	330	6015	259	265280	457950	6300	6285	28,3	3,69
CAZ 18-700	1400	840	391	347	6029	272	277840	479790	6590	6590	28,3	3,69
CAZ 20-700	1400	842	392	379	6058	297	303090	523460	7170	7195	28,3	3,69
CAZ 24-700	1400	918	407	436	6616	342	412960	596900	8965	8260	30,8	3,85
CAZ 26-700	1400	920	407	469	6645	368	444300	641850	9625	8900	30,8	3,85
CAZ 28-700	1400	922	408	503	6674	395	475810	686880	10285	9510	30,8	3,85
CAZ 24-700N	1400	918	407	401	6596	315	397130	550030	8620	7655	31,5	3,85
CAZ 26-700N	1400	920	407	434	6625	341	428490	594860	9280	8280	31,4	3,85
CAZ 28-700N	1400	922	408	468	6654	367	460020	639700	9940	8905	31,4	3,85
CAZ 36-700N	1400	998	434	534	7215	419	627000	710770	12525	9895	34,3	4,12
CAZ 38-700N	1400	1000	435	570	7245	447	667900	757530	13315	10550	34,2	4,12
CAZ 40-700N	1400	1002	436	606	7275	476	709010	804300	14105	11205	34,2	4,12
CAZ 42-700N	1400	998	433	646	7267	507	744440	855860	14870	11915	34,0	4,11
CAZ 44-700N	1400	1000	434	682	7298	535	785620	902800	15660	12570	33,9	4,11
CAZ 46-700N	1400	1002	434	718	7328	564	827030	949760	16455	13225	33,9	4,11

¹⁾ A massa das soldagens não é considerada.

²⁾ Superfície externa, excluindo a parte interna dos conectores.

Perfil	Largura	Altura	Perímetro	Área seccional	Área total	Massa ¹⁾	Momento inércia		Módulo resistência elástico		Raio de giração mín.	Área de revestimento ²⁾
	b mm	h mm					cm	cm ²	cm ²	kg/m		
Box CAZ												
CAZ 18	1260	760	361	333	4925	261	222930	365500	5840	5560	25,9	3,41
CAZ 26	1260	854	377	440	5566	346	366820	480410	8555	7385	28,9	3,57
CAZ 46	1160	962	401	595	5831	467	645940	527590	13380	8825	32,9	3,81
CAZ 48	1160	964	402	628	5858	493	681190	556070	14080	9300	32,9	3,81
CAZ 50	1160	966	402	661	5884	519	716620	584560	14780	9780	32,9	3,81
Dupla box CAU												
CAU 14-2	750	451	230	198	2598	155,8	54400	121490	2415	3095	16,6	2,04
CAU 16-2	750	454	231	220	2620	172,5	62240	130380	2745	3325	16,8	2,04
CAU 18-2	750	486	239	225	2888	177,0	73770	142380	3035	3625	18,1	2,14
CAU 20-2	750	489	240	247	2910	193,8	83370	151220	3405	3850	18,4	2,14
CAU 23-2	750	492	244	260	3013	204,2	94540	157900	3845	4020	19,1	2,19
CAU 25-2	750	495	245	281	3034	220,8	104810	166600	4235	4240	19,3	2,19
Dupla box CU												
CU 12-2	600	403	198	168	1850	132,2	34000	70000	1685	2205	14,2	1,72
CU 12 -10/10-2	600	403	198	177	1850	139,2	35580	73460	1765	2315	14,2	1,72
CU 18-2	600	473	212	196	2184	153,8	58020	78300	2455	2470	17,2	1,86
CU 22-2	600	494	220	219	2347	172,3	73740	88960	2985	2800	18,3	1,94
CU 28-2	600	499	226	259	2468	203,6	96000	103560	3850	3260	19,2	2,00
CU 32-2	600	499	223	291	2461	228,3	108800	109200	4360	3435	19,3	1,97
Dupla box CGU												
CGU 7N-2	600	348	187	112	1596	88,2	16510	48530	950	1535	12,1	1,62
CGU 7S-2	600	349	188	120	1604	92,5	18210	50630	1045	1605	12,3	1,62
CGU 14N-2	600	461	205	164	2079	128,6	44070	65550	1910	2075	16,4	1,79
CGU 18N-2	600	473	212	196	2184	153,8	58020	78300	2455	2470	17,2	1,86
CGU 22N-2	600	494	220	219	2347	172,3	73740	88960	2985	2800	18,3	1,94
CGU 16-400	400	336	169	158	1170	123,9	25270	31900	1505	1465	12,7	1,40

¹⁾ A massa das soldagens não é considerada.

²⁾ Superfície externa, excluindo a parte interna dos conectores.

Perfil	Largura	Altura	Perímetro	Área seccional	Área total	Massa ¹⁾	Momento inércia		Módulo resistência elástico		Raio de rotação mín.	Área de revestimento ²⁾
	b	h		cm²	cm²		y-y	z-z	y-y	z-z		
	mm	mm	cm	cm²	cm²	kg/m	cm⁴	cm⁴	cm³	cm³	cm	m²/m
Tripla box CAU												
CAU 14-3	957	908	341	298	6454	233,7	300330		6510	6275	31,7	3,03
CAU 16-3	960	910	342	330	6486	258,7	333640		7235	6955	31,8	3,03
CAU 18-3	1009	927	355	338	6886	265,5	363690		7825	7205	32,8	3,17
CAU 20-3	1012	928	356	370	6919	290,7	399780		8570	7900	32,9	3,17
CAU 23-3	1036	930	361	390	7073	306,3	431940		9235	8340	33,3	3,24
CAU 25-3	1038	931	364	422	7106	331,3	469030		9995	9035	33,3	3,24

Tripla box CU

CU 12-3	800	755	293	253	4431	198,3	173100		4555	4325	26,2	2,54
CU 12-10/10-3	800	755	293	266	4432	208,8	182100		4790	4555	26,2	2,54
CU 18-3	877	790	315	294	4931	230,7	227330		5475	5185	27,8	2,76
CU 22-3	912	801	326	329	5174	258,4	268440		6310	5890	28,6	2,87
CU 28-3	938	817	336	389	5356	305,4	330290		7720	7040	29,1	2,96
CU 32-3	926	809	331	436	5345	342,4	367400		8585	7935	29,0	2,92

Tripla box CGU

CGU 14N-3	844	781	305	246	4763	192,8	182730		4475	4330	27,3	2,65
CGU 18N-3	877	790	315	294	4931	230,7	227330		5475	5185	27,8	2,76
CGU 22N-3	912	801	326	329	5174	258,4	268440		6310	5890	28,6	2,87

¹⁾ A massa das soldagens não é considerada.

²⁾ Superfície externa, excluindo a parte interna dos conectores.



Rheinhafen Neuss, Alemanha

Perfil	Largura	Altura	Perímetro	Área seccional	Área total	Massa ¹⁾	Momento inércia		Módulo resistência elástico		Raio de rotação mín.	Área de revestimento ²⁾
	b mm	h mm					cm	cm ²	cm ²	kg/m		

Quádruplas box CAU

CAU 14-4	1222	1222	453	397	11150	311,6	692030	11325	41,7	4,02
CAU 16-4	1225	1225	454	440	11193	345,0	770370	12575	41,8	4,02
CAU 18-4	1258	1258	471	451	11728	354,0	826550	13140	42,8	4,20
CAU 20-4	1261	1261	472	494	11771	387,6	910010	14430	42,9	4,20
CAU 23-4	1263	1263	481	520	11977	408,4	979870	15510	43,4	4,30
CAU 25-4	1266	1266	482	563	12020	441,6	1064910	16820	43,5	4,30

Quádruplas box CU

CU 12-4	1025	1025	388	337	7565	264,4	394000	7690	34,2	3,36
CU 12-10/10-4	1025	1025	388	355	7565	278,4	414830	8095	34,2	3,36
CU 18-4	1095	1095	417	392	8231	307,6	507240	9270	36,0	3,65
CU 22-4	1115	1115	432	439	8556	344,6	593030	10635	36,8	3,80
CU 28-4	1120	1120	445	519	8799	407,2	725730	12955	37,4	3,93
CU 32-4	1120	1120	440	582	8782	456,6	811100	14480	37,3	3,87

Quádruplas box CGU

CGU 14N-4	1081	1081	404	328	7997	257,1	409870	7585	35,4	3,51
CGU 18N-4	1095	1095	417	392	8231	307,6	507240	9270	36,0	3,65
CGU 22N-4	1115	1115	432	439	8556	344,6	593030	10635	36,8	3,80

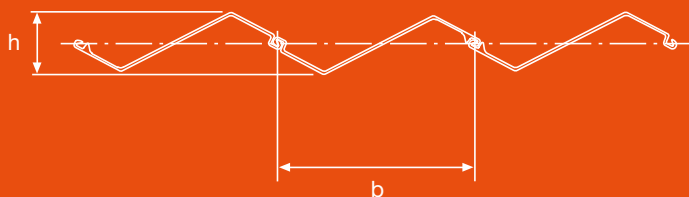
¹⁾ A massa das soldagens não é considerada.

²⁾ Superfície externa, excluindo a parte interna dos conectores.

Dique seco de Changxin, Xangai, China



Paredes especiais ("jagged")



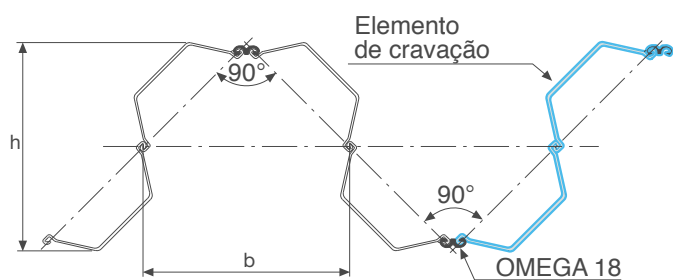
AZ® jagged: os perfis AZ® encaixados ao invés podem formar estruturas para aplicações especiais. Este ajuste da parede representa uma solução muito econômica em alguns casos para vedação (altura reduzida, espessura confiável, baixa resistência à cravação).

Paredes especiais AZ®

Perfil	Largura b mm	Altura h mm	Área seccional cm ² /m	Massa kg/m ²	Momento inércia cm ⁴ /m	Módulo resistência elástico cm ³ /m	Área de revestimento ¹⁾ m ² /m ²
AZ-700 e AZ-770							
AZ 12-770	826	181	112	88	2330	255	1,12
AZ 13-770	826	182	117	92	2460	270	1,12
AZ 14-770	826	182	123	96	2600	285	1,12
AZ 14-770-10/10	826	183	128	100	2730	300	1,12
AZ 12-700	751	182	115	90	2410	265	1,13
AZ 13-700	751	183	126	99	2690	295	1,13
AZ 13-700-10/10	751	183	131	103	2830	310	1,13
AZ 14-700	751	184	136	107	2970	325	1,13
AZ 17-700	795	212	117	92	3690	330	1,16
AZ 18-700	795	212	123	96	3910	350	1,16
AZ 19-700	795	213	128	101	4120	365	1,16
AZ 20-700	795	214	134	105	4330	385	1,16
AZ 24-700	813	241	150	118	5970	495	1,19
AZ 26-700	813	242	161	127	6500	535	1,19
AZ 28-700	813	243	172	135	7030	580	1,19
AZ 24-700N	813	237	141	110	5580	470	1,19
AZ 26-700N	813	238	152	119	6100	510	1,19
AZ 28-700N	813	239	163	128	6630	555	1,19
AZ 36-700N	834	296	181	142	11900	805	1,23
AZ 38-700N	834	298	193	152	12710	855	1,23
AZ 40-700N	834	299	205	161	13530	905	1,23
AZ 42-700N	834	300	217	170	14650	975	1,24
AZ 44-700N	834	301	229	180	15460	1025	1,24
AZ 46-700N	834	302	241	189	16280	1075	1,24
AZ							
AZ 18	714	225	133	104	4280	380	1,19
AZ 18-10/10	714	225	139	109	4500	400	1,19
AZ 26	736	238	169	133	6590	555	1,21
AZ 46	725	308	233	183	16550	1070	1,30
AZ 48	725	310	245	193	17450	1125	1,30
AZ 50	725	312	258	202	18370	1180	1,30

¹⁾ Um lado, excluindo a parte interna dos conectores.

Paredes especiais em U



Um rearranjo de estacas pranchas de tipo U formando uma parede especial oferece soluções econômicas em que alta inércia e módulo de resistência são necessários. A escolha decisiva do perfil deve incluir critérios de cravabilidade. Os valores estáticos apresentados abaixo supõem a solidarização do elemento de instalação, p. ex., em perfil duplo. O perfil ÔMEGA 18 é normalmente encaixado e soldado na usina, seja por ponto de solda (nenhuma

contribuição ao módulo de resistência elástico) ou por uma soldagem projetada adequadamente (contribuição integral ao módulo de resistência elástico).

Para paredes com uma ancoragem ou sistema de suporte, devem ser providenciados reforços nos níveis de suporte.



Perfil	Largura b mm	Altura h mm	Massa kg/m ²	Momento inércia ¹⁾		Módulo resistência elástico ¹⁾		Momento estático	
				sem Omega 18 cm ⁴ /m	com Omega 18 cm ⁴ /m	sem Omega 18 cm ³ /m	com Omega 18 cm ³ /m	sem Omega 18 cm ³ /m	com Omega 18 cm ³ /m

Parede especial AU™

AU 14	1135	1115	153	275830	334350	5075	5995	6160	7250
AU 16	1135	1115	168	307000	365520	5650	6555	6870	7960
AU 18	1135	1136	172	329320	387840	5795	6825	7180	8270
AU 20	1135	1139	187	362510	421030	6365	7395	7920	9005
AU 23	1135	1171	196	390650	449160	6675	7675	8470	9560
AU 25	1135	1173	211	424510	483020	7240	8235	9215	10300

Parede especial PU®

PU 12	923	903	163	189000	229900	4275	5090	5175	6245
PU 12-10/10	923	903	170	198850	245250	4495	5430	5450	6525
PU 18	923	955	186	244340	290750	5120	6090	6430	7500
PU 22	923	993	206	285880	332290	5760	6690	7380	8450
PU 28	923	1028	240	349710	396110	6805	7710	8925	10000
PU 32	923	1011	267	389300	432400	7705	8560	10025	11095

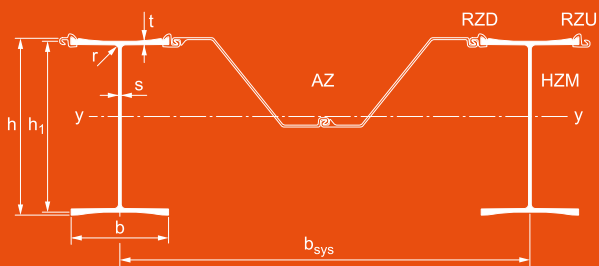
Parede especial GU™

GU 14N	923	920	159	198710	245140	4320	5330	5285	6360
GU 18N	923	955	186	244340	290750	5120	6090	6430	7500
GU 22N	923	993	206	285880	332290	5760	6690	7380	8450

¹⁾ O momento de inércia e o módulo de resistência elástico supõem transferência de força cortante através de conector no eixo neutro da parede.

HZM™ / AZ® Sistema de parede combinada

Novo
HZ® 680M LT



A parede HZM/AZ é um sistema de parede mista inovador, lançado em 2008 para substituir o sistema precedente HZ/AZ. O mesmo é composto de:

- estacas pranchas principais HZM™ como suportes estruturais,
- estacas pranchas AZ® como elementos intermediários,
- conectores especiais (RH, RZD, RZU).

Os perfis HZM têm uma ranhura fresada nas abas. Os perfis HZM apresentam uma espessura até 40 mm. As estacas pranchas principais HZM realizam duas funções estruturais diferentes:

- contenção para pressões do solo e hidrostáticas,
- perfis de fundação para cargas verticais.

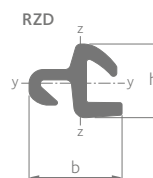
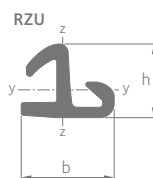
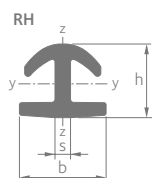
Todas as combinações são baseadas no mesmo princípio: suportes estruturais abrangendo 1 ou 2 perfis principais

HZM alternando com estaca prancha AZ dupla. As estacas pranchas intermediárias possuem a função de contenção de solo e transferência de carga e podem ser mais curtas que os perfis HZM principais. Dependendo da combinação estrutural e do grau de aço adotado, valores de momentos de flexão até 21 000 kNm/m podem ser atingidos com segurança (W_x até 46 500 cm³/m).

Perfil (Sol. 102)	Dimensões							Área seccional cm ²	Massa kg/m	Momento inércia y-y cm ⁴	Módulo resistência elástico y-y cm ³	Área de revesti- mento m ² /m	Conectores
	h mm	h ₁ mm	b mm	t _{max} mm	t mm	s mm	r mm						
HZ 680M LT	631,8	599,9	460	29,0	16,9	14,0	20	257,8	202,4	177370	5840	3,05	A
HZ 880M A	831,3	803,4	458	29,0	18,9	13,0	20	292,4	229,5	351350	8650	3,44	A
HZ 880M B	831,3	807,4	460	29,0	20,9	15,0	20	324,7	254,9	386810	9480	3,45	A
HZ 880M C	831,3	811,4	460	29,0	22,9	15,0	20	339,2	266,3	410830	10025	3,45	A
HZ 1080M A	1075,3	1047,4	454	29,0	19,6	16,0	35	371,1	291,3	696340	13185	3,87	A
HZ 1080M B	1075,3	1053,4	454	29,0	22,6	16,0	35	394,1	309,4	760600	14315	3,87	A
HZ 1080M C	1075,3	1059,4	456	29,0	25,7	18,0	35	436,1	342,4	839020	15715	3,87	A
HZ 1080M D	1075,3	1067,4	457	30,7	29,7	19,0	35	470,1	369,0	915420	17025	3,87	A
HZ 1180M A	1075,4	-	458	34,7	31,0	20,0	35	497,3	390,4	973040	17970	3,88	A
HZ 1180M B	1079,4	-	458	36,7	33,0	20,0	35	514,5	403,9	1022780	18785	3,89	A
HZ 1180M C	1083,4	-	459	38,7	35,0	21,0	35	543,6	426,8	1086840	19895	3,90	B
HZ 1180M D	1087,4	-	460	40,7	37,0	22,0	35	570,5	447,8	1144400	20795	3,91	B

Conectores

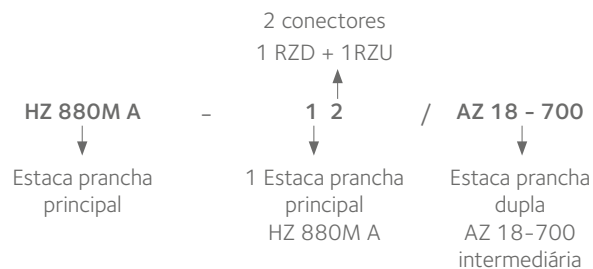
RH 16	61,8		68,2			12,2		20,1	15,8	83	25		A
RZD 16	61,8		80,5					20,7	16,2	57	18		
RZU 16	61,8		80,5					20,4	16,0	68	18		
RH 20	67,3		79,2			14,2		25,2	19,8	122	33		B
RZD 18	67,3		85,0					23,0	18,0	78	22		
RZU 18	67,3		85,0					22,6	17,8	92	22		



O sistema de parede combinada HZM/AZ destaca-se pela faixa extensiva de combinações possíveis usando toda a oferta de perfis AZ incluindo as novas estacas pranchas largas AZ-770 / AZ-700 e suas derivações. A tabela abaixo contém um pequeno demonstrativo dos sistemas disponíveis.

Para mais informações, favor consultar o catálogo "Sistema de parede combinada HZM™/AZ® - 2013".

Designação do sistema HZM/AZ:



Combinção HZM ... - 12 / AZ 18-700	Perfil	Área seccional cm ² /m	Momento inércia cm ⁴ /m	Módulo resistência elástico ¹⁾ cm ³ /m	Módulo resistência elástico ²⁾ cm ³ /m	Massa ³⁾		Área de revestimento ⁴⁾ Lado água m ² /m
						Massa ₁₀₀ kg/m ²	Massa ₆₀ kg/m ²	
<p>$b_{sys} = 1,927 \text{ m}$</p>	HZ 680M LT	256,3	136700	4045	4585	201	163	2,48
	HZ 880M A	274,1	240500	5380	6160	215	177	2,48
	HZ 880M B	290,5	259000	5820	6560	228	190	2,48
	HZ 880M C	298,0	271570	6100	6850	234	196	2,48
	HZ 1080M A	315,5	443030	7745	8690	248	209	2,47
	HZ 1080M B	327,5	476790	8340	9295	257	219	2,47
	HZ 1080M C	349,0	517420	9065	10010	274	235	2,48
	HZ 1080M D	366,4	557070	9735	10720	288	249	2,48
	HZ 1180M A	380,4	586870	10220	11255	299	260	2,48
	HZ 1180M B	389,3	613030	10680	11705	306	267	2,48
	HZ 1180M C	406,5	651410	11275	12410	319	280	2,49
	HZ 1180M D	420,2	681600	11830	12895	330	291	2,50
<p>$b_{sys} = 2,398 \text{ m}$</p>	HZ 680M LT	327,5	197520	6155	5525	257	226	3,00
	HZ 880M A	356,1	363720	8525	7885	280	249	3,00
	HZ 880M B	382,2	392360	9200	8550	300	269	3,01
	HZ 880M C	394,2	412400	9645	9005	309	279	3,01
	HZ 1080M A	423,2	688290	12515	11775	332	301	2,99
	HZ 1080M B	442,1	741310	13440	12715	347	316	2,99
	HZ 1080M C	476,4	805720	14585	13870	374	343	3,00
	HZ 1080M D	504,4	868900	15660	15000	396	365	3,00
	HZ 1180M A	526,6	916220	16425	15845	413	383	3,00
	HZ 1180M B	540,0	955000	17075	16535	424	393	3,00
	HZ 1180M C	569,5	1022790	18200	17595	447	416	3,02
	HZ 1180M D	589,3	1064090	18895	18330	463	431	3,03

¹⁾ Referência à parte externa da aba do HZM.

²⁾ Referência à parte externa do conector RH/RZ.

³⁾ $L_{RH} = L_{HZM}$; $L_{RZU} = L_{RZD} = L_{AZ}$; $Massa_{100}$: $L_{AZ} = 100\% L_{HZM}$; $Massa_{60}$: $L_{AZ} = 60\% L_{HZM}$

⁴⁾ Excluindo a parte interna dos conectores, por largura do sistema.

Paredes combinadas

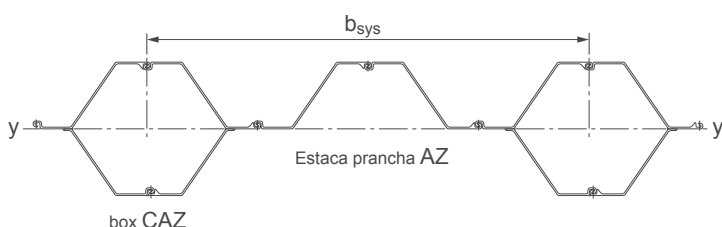
As estacas pranchas de aço podem ser facilmente combinadas para formar paredes combinadas, criando sistemas com grande resistência à flexão:

- estaca prancha em box / estacas pranchas,
- HZM estaca primária / estacas pranchas,
- estaca tubular / estacas pranchas.

As “estacas pranchas principais” de paredes combinadas também funcionam como perfis de fundação suportando cargas verticais importantes, p. ex., cargas de guindastes. As estacas pranchas intermediárias atuam como elementos de contenção do solo e de transferência de carga.

Módulo de resistência elástico equivalente

O módulo de resistência elástico equivalente W_{sys} por metro linear de parede combinada é baseado na consideração de que as deflexões de estacas pranchas principais e estacas pranchas intermediárias são as mesmas, levando às seguintes fórmulas:



$$I_{sys} = \frac{I_{king\ pile} + I_{ssp}}{b_{sys}}$$

$$W_{sys} = \frac{W_{king\ pile}}{b_{sys}} \times \left(\frac{I_{king\ pile} + I_{ssp}}{I_{king\ pile}} \right)$$

I_{sys}	[cm ⁴ /m]:	Momento inércia da parede combinada
W_{sys}	[cm ³ /m]:	Módulo resistência elástico equivalente da parede combinada
$I_{king\ pile}$	[cm ⁴]:	Momento de inércia da estaca principal
I_{ssp}	[cm ⁴]:	Momento de inércia da estaca prancha intermediária
$W_{king\ pile}$	[cm ³]:	Módulo resistência elástico da estaca principal
b_{sys}	[m]:	Largura do sistema

Box CAZ – Estacas pranchas AZ®

Perfil	Largura sistema b_{sys} mm	Massa ₁₀₀ ¹⁾ kg/m ²	Massa ₆₀ ¹⁾ kg/m ²	Momento inércia I_{sys} cm ⁴ /m	Módulo resistência elástico W_{sys} cm ³ /m
--------	------------------------------------	---	--	--	--

AZ-700 e AZ-770

CAZ 13-770 / AZ 13-770	3080	137	117	70740	2045
CAZ 13-700 / AZ 13-700	2800	146	125	64160	2025
CAZ 18-700 / AZ 13-770	2940	144	124	106220	2520
CAZ 18-700 / AZ 13-700	2800	150	129	109500	2595
CAZ 18-700 / AZ 18-700	2800	152	130	118130	2800
CAZ 26-700 / AZ 13-770	2940	177	156	162840	3530
CAZ 26-700 / AZ 13-700	2800	185	163	168950	3660
CAZ 26-700 / AZ 18-700	2800	186	164	177580	3845
CAZ 26-700N / AZ 13-770	2940	168	147	157460	3410
CAZ 26-700N / AZ 13-700	2800	175	154	163300	3535
CAZ 26-700N / AZ 18-700	2800	176	155	171930	3725
CAZ 38-700N / AZ 13-770	2940	204	183	238890	4760
CAZ 38-700N / AZ 13-700	2800	213	192	248800	4960
CAZ 38-700N / AZ 18-700	2800	214	193	257440	5130
CAZ 44-700N / AZ 13-770	2940	234	213	278930	5560
CAZ 44-700N / AZ 13-700	2800	244	223	290850	5800
CAZ 44-700N / AZ 18-700	2800	246	224	299480	5970

AZ

CAZ 18 / AZ 18	2520	163	139	105560	2765
CAZ 26 / AZ 18	2520	196	173	162660	3795
CAZ 48 / AZ 18	2420	265	241	299290	6190

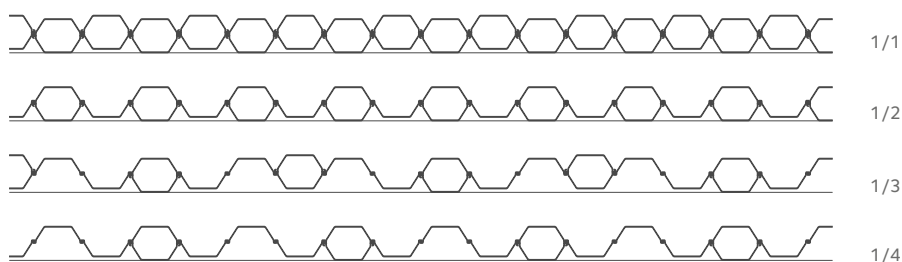
¹⁾ Massa₁₀₀: $L_{AZ} = 100\% L_{CAZ}$; Massa₆₀: $L_{AZ} = 60\% L_{CAZ}$

Box U – Estacas pranchas U

Tipo de reforço:

- altura: altura total ou parcial
- largura: largura total 1/1 ou largura parcial 1/2, 1/3, 1/4.

Entre em contato com nosso Departamento Técnico para obter outras combinações (p. ex., 2/4).



Perfil	1 / 1			1 / 2			1 / 3			1 / 4		
	Massa kg/m ²	Momento inércia cm ⁴ /m	Módulo resistência elástico cm ³ /m	Massa kg/m ²	Momento inércia cm ⁴ /m	Módulo resistência elástico cm ³ /m	Massa kg/m ²	Momento inércia cm ⁴ /m	Módulo resistência elástico cm ³ /m	Massa kg/m ²	Momento inércia cm ⁴ /m	Módulo resistência elástico cm ³ /m

Box CAU / Estacas pranchas AU™

AU 14	208	72530	3220	156	40660	1805	139	43300	1920	130	37980	1550
AU 16	230	82990	3660	173	46230	2035	153	49560	2185	144	43440	1755
AU 18	236	98360	4045	177	55020	2260	157	58990	2425	148	51760	1950
AU 20	258	111160	4545	194	61830	2525	172	66680	2725	162	58460	2180
AU 23	272	126050	5125	204	69580	2830	182	75820	3080	170	66410	2435
AU 25	294	139750	5645	221	76800	3105	196	84080	3395	184	73590	2675

Box CU / Estacas pranchas PU®

PU 12	220	56670	2810	165	32080	1590	147	33290	1650	138	29190	1370
PU 12-10/10	232	59300	2945	174	33480	1660	155	34820	1730	145	30520	1430
PU 18	256	96700	4090	192	54370	2300	171	58000	2450	160	50940	1980
PU 22	287	122900	4975	215	68730	2785	192	73940	2995	180	64920	2395
PU 28	339	160000	6415	255	88390	3545	226	96310	3860	212	84370	3050
PU 32	381	181330	7270	285	99790	4000	254	108660	4355	238	95070	3445

Box CGU / Estacas pranchas GU™

GU 7N	147	27520	1585	110	15630	900	98	16140	930	92	14160	775
GU 7S	154	30350	1740	116	17150	985	103	17810	1020	96	15610	845
GU 14N	214	73440	3185	161	41520	1800	143	44090	1915	134	38760	1550
GU 18N	256	96700	4090	192	54370	2300	171	58000	2450	160	50940	1980
GU 22N	287	122900	4975	215	68730	2785	192	73940	2995	180	64920	2395
GU 16-400	310	63180	3760	232	35270	2100	207	36110	2150	194	31460	1805

Parede combinada com tubos

Em cooperação com a ArcelorMittal Projects, a ArcelorMittal Commercial RPS fornece tubos de aço soldados em espiral da usina em Dintelmond na Holanda, entregues com certificado conforme a EN 10204 – 2004.

Equipada com um terminal de grande calado, a planta holandesa pode exportar tubos com diâmetros de até 3000 mm, espessura de aço de até 25 mm e comprimentos de até 49 m sem juntas. Os tubos estão disponíveis em diferentes tipos de aço, segundo a norma Europeia e Americana graças à rede mundial da ArcelorMittal de produtores de bobinas. As estacas

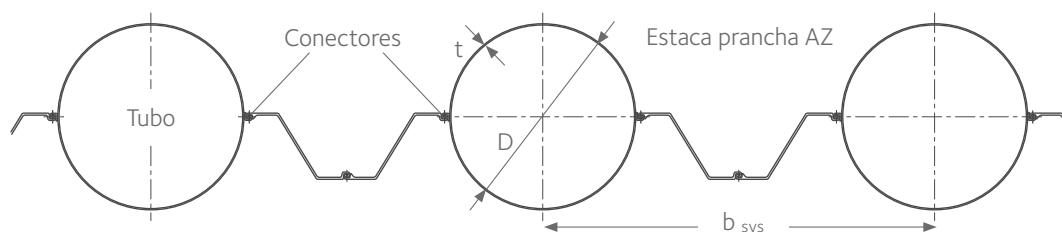
são fornecidas com conectores C9 soldados no tubo, e podem ser revestidas sob consulta.

Os tubos são os elementos de contenção principais da parede combinada, suportando cargas horizontais do solo e pressões de água além de cargas verticais. As estacas pranchas intermediárias (preferivelmente tipo Z) transferem cargas horizontais aos tubos. A tabela abaixo oferece uma visão geral de alguns sistemas de parede combinada possíveis. A tabela é válida para conectores C9. **Para mais informações, favor consultar o catálogo “Spirally welded steel pipes”.**

Tubos		Estacas pranchas intermediárias: AZ 18 - 700 duplas				
Diâmetro D mm	Espessura t mm	b_{sys} m	Massa ₆₀ ¹⁾ kg/m ²	Massa ₁₀₀ ²⁾ kg/m ²	I_{sys} cm ⁴ /m	W_{sys} cm ³ /m
1626	18	3,09	265	287	969630	11925
1626	20	3,09	290	312	1071540	13180
1626	22	3,09	315	338	1172690	14425
1829	18	3,29	276	297	1292740	14135
1829	20	3,29	303	323	1429920	15635
1829	22	3,29	329	350	1566190	17125
2032	20	3,49	314	333	1847240	18180
2032	22	3,49	342	361	2024480	19925
2032	24	3,49	370	389	2200660	21660
2540	21	4,00	352	369	3308840	26055
2540	23	4,00	383	400	3614160	28460
2540	25	4,00	413	431	3918020	30850
2997	21	4,46	369	384	4888930	32625
2997	23	4,46	402	417	5342700	35655
2997	25	4,46	434	450	5794630	38670

¹⁾ Massa₆₀: $L_{con.} = L_{AZ} = 60\% L_{Tubo}$

²⁾ Massa₁₀₀: $L_{con.} = L_{AZ} = 100\% L_{Tubo}$



O módulo de resistência equivalente W_{sys} e o momento de inércia I_{sys} da parede combinada são determinados conforme segue:

$$I_{sys} = \frac{I_{king\ pile} + I_{ssp}}{b_{sys}}$$

$$W_{sys} = \frac{10 \cdot I_{sys}}{D/2}$$

com

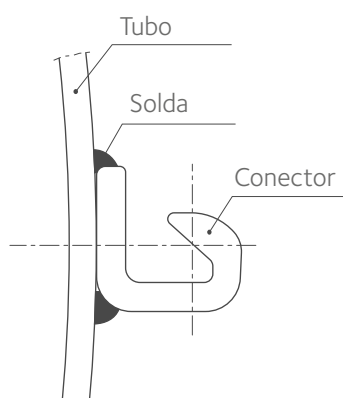
$$I_{king\ pile} = \frac{\pi}{6,4 \cdot 10^5} \cdot [D^4 - (D-2t)^4]$$

I_{sys}	[cm ⁴ /m]:	Momento inércia da parede combinada
W_{sys}	[cm ³ /m]:	Módulo resistência elástico da parede combinada
$I_{king\ pile}$	[cm ⁴]:	Momento inércia do tubo
I_{ssp}	[cm ⁴]:	Momento inércia da estaca prancha intermediária
b_{sys}	[m]:	Largura do sistema
D	[mm]:	Diâmetro externo do tubo
t	[mm]:	Espessura do tubo

As estacas pranchas de aço AZ® em paredes combinadas oferecem as seguintes vantagens:

- melhor comportamento deslocamento/carga, e deformação reduzida em comparação com os perfis de tipo U duplos ou triples,
- as pressões do solo e da água são transferidas para o tubo à medida que a tensão normal aumenta. Em razão do efeito da membrana, as estacas pranchas intermediárias AZ são especificamente adequadas para transferir cargas muito altas,
- as estacas pranchas intermediárias AZ são menos afetadas por imprecisão de instalação em razão de sua geometria,
- os conectores de tipo Larssen contribuem para o alto desempenho das estacas pranchas intermediárias AZ.

Os tubos e as estacas pranchas intermediárias AZ são unidas através dos conectores soldados nos tubos. Os conectores C9 tem uma abertura fixa e orientam a estaca prancha AZ para sua posição ideal durante a instalação. Os tubos com conectores são cravados em primeiro lugar, as estacas pranchas AZ em seguida são instaladas nas lacunas entre os tubos. **Para mais informações favor consultar o catálogo "AZ® sheet piles in combined walls".**



Ensecadeira, Evergem, Bélgica



Terminal de cruzeiros, Kiel, Alemanha



Renovação de cais, Miami, EUA



Capacete de cravação

Um capacete de cravação é um acessório muito importante, fornecendo a transferência de energia entre o martelo e a estaca prancha, evitando assim danos ao perfil. Os martelos de impacto, principalmente o martelo a diesel tem de ser utilizados em combinação com capacetes de cravação especiais. Os capacetes para martelos diesel são geralmente feitos de aço fundido, com ajuste de ranhuras de orientação para diferentes perfis de estaca prancha em sua parte inferior. Uma embutideira é encaixada em um recesso na parte superior do capacete de cravação. As embutideiras normalmente são feitas de componentes de madeira ou plástico ou uma combinação de diversos materiais. Cada capacete de cravação geralmente se encaixa a diversos perfis de estacas pranchas, reduzindo assim o número de capacetes de cravação necessários para uma determinada faixa de estaca prancha.

Perfis de estaca prancha e capacetes de cravação correspondentes

Perfil	Arranjo	Capacete de cravação
AU 14/16/18/20/23/25	individual	AUS 14-26
AU 14/16	duplo/estaca em box	AUD 12-16
AU 18/20/23/25	duplo/estaca em box	AUD 20-32
PU 12/18/22/28/32, GU 18N/22N	individual	PUS
PU 12/28/32	individual	US-B
PU 12	duplo/triplo/estaca em box	UD 1
PU 18/22/32, GU 18N/22N	duplo/triplo/estaca em box	UD 2
PU 18/22/28/32, GU 18N/22N	duplo/estaca em box	PUD 17-33
AZ 12-770 à AZ 14-770-10/10, AZ 12-700 à AZ 14-700	duplo	AZD 12-14 L
AZ 17-700 à AZ 20-700/AZ 24-700(N) à AZ 28-700(N)	duplo	UZD 14-28
AZ 36-700N à AZ 46-700N	duplo	AZD 36-40
AZ 18/26	duplo	A 18/26
AZ 46/48/50	duplo	A 48

Os perfis individuais e em box podem ser cravados até ao topo superior do perfil adjacente ao usar cabeçotes de cravação UD.

Para outros elementos de cravação (HZM, estacas pranchas em box, estacas pranchas triplas etc.) entre em contato com nosso Departamento Técnico.

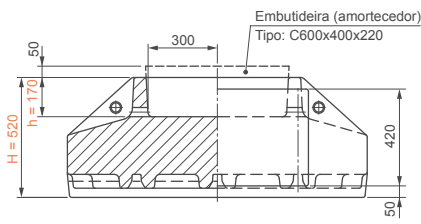
Dimensões do capacete de cravação

Capacete de cravação	AUS 14-26	AUD 12-16	AUD 20-32	PUS	US-B	UD 1	UD 2
A/B/H	740/580/370	1540/750/520	1570/750/520	680/600/320	680/600/320	1250/610/420	1250/720/420
C	350	430	430	290	290	260	315
Massa [kg]	650	1900	2100	300	300	1000	1250
a/b (ou Ø) / h ¹⁾	500/300/120	600/400/170	600/400/170	380/380/120	380/380/120	Ø400/170	Ø500/170
Capacete de cravação	PUD 17-33	A 18/26	A 48	AZD 12-14 L	UZD 14-28	AZD 36-40	
A/B/H	1250/720/420	1160/660/420	1080/730/470	1440/590/520	1300/705/520	1320/750/520	
C	315	390	430	360	420	440	
Massa [kg]	1250	1150	1400	1750	1900	2050	
a/b (ou Ø) / h ¹⁾	Ø500/170	600/400/170	600/400/170	600/300/170	600/400/170	600/400/170	

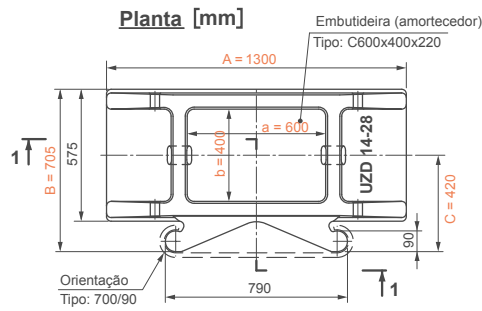
¹⁾ Dimensões do recesso de embutideira.

Capacete de cravação – Exemplos

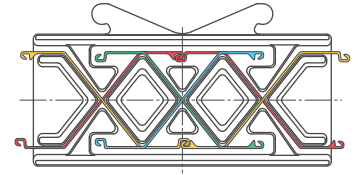
Corte 1-1 (AZD 17-28) [mm]



Planta [mm]

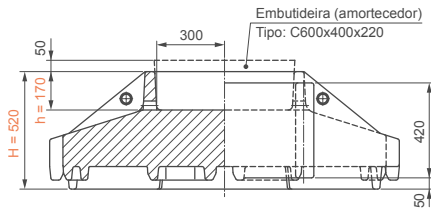


Vista de fundo

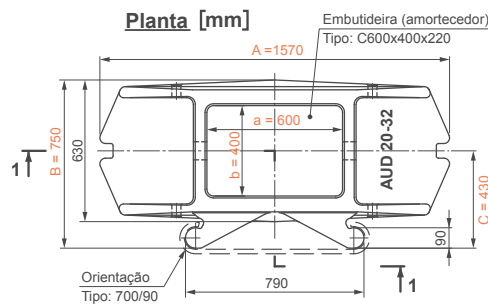


Posição do perfil AZ 17-700 AZ 28-700 duplo e individual.

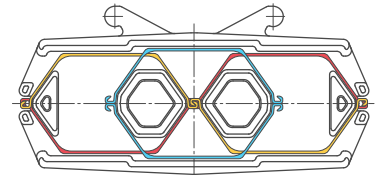
Corte 1-1 (AUD 20-32) [mm]



Planta [mm]

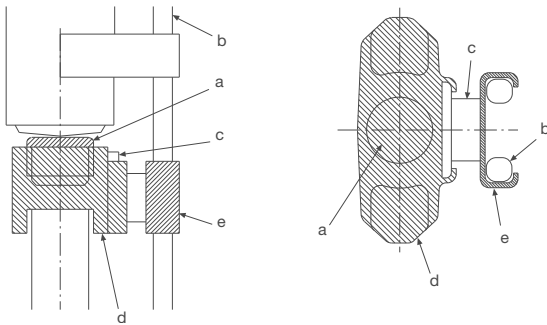


Vista de fundo



Posição do perfil AU 18 / 20 / 23 / 25 duplo, individual e em box

Arranjo de capacete de cravação



a = embutideira/amortecedor
b = líder
c = guiamento por contato
d = capacete de cravação
e = peça guia

A peça guia não é fornecida pela ArcelorMittal.

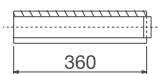
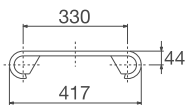


Guiamentos por contato

Os guiamentos por contato são projetados para orientar o capacete de cravação ao longo do líder, garantindo assim um alinhamento adequado do martelo e o centro

do capacete de cravação. Sua adaptação para o prumo é normalmente feita na obra.

Dimensões

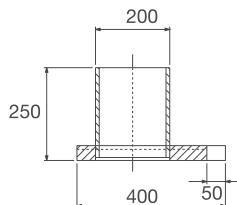
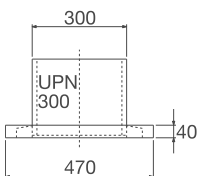


Designação

330/50

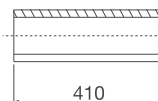
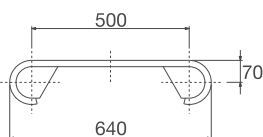
Capacete de cravação correspondente

PUS e US-B



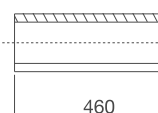
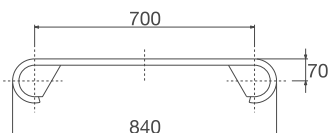
30

UD



500/90

A e AUS



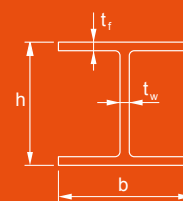
700/90

AUD e AZD

Estacas HP

As estacas HP são estacas de fundação especiais em formato H com almas e abas de mesma espessura. São usadas como estacas portantes para projetos de fundação, tais como pontes e instalações industriais, ou como estacas de ancoragem para cais ou ensecadeiras. As estacas HP possuem as seguintes características comuns:

- integridade de estaca garantida após a instalação. Nenhuma limitação de comprimento em razão de ajuste por corte ou emenda,
- fácil de armazenar, manusear e instalar. Conexão fácil com a superestrutura,
- capacidade portante disponível logo após a instalação; a capacidade pode ser determinada durante a instalação,
- excelente durabilidade. As taxas de corrosão de estacas HP cravadas em solos naturais são extremamente baixas,
- estacas HP podem suportar grandes tensões de tração e de flexão.



As estacas de aço HP variam de HP 200 a HP 400. Elas estão disponíveis em graus de aço estruturais (limite de escoamento de 235 – 355 MPa) bem como em graus de aço de alta resistência (limite de escoamento de 355 – 460 MPa), incluindo qualidade HISTAR.

As tolerâncias de laminação sobre as dimensões, formato, peso e comprimento são fixadas de acordo com a EN 10034.

O comprimento de entrega mínimo é de 8 m, o comprimento máximo de entrega é de 24,1 m para HP 200/220/260 e 33,0 m para HP 305/320/360/400.

A tabela abaixo contém um resumo das estacas disponíveis. **Para mais informações, favor consultar o catálogo “Wide flange bearing piles”.**

Perfil	Massa kg/m	Dimensões				Área seccional cm ²	Área total A _{tot} = hxb cm ²	Perímetro P m	Momento inércia		Módulo de resistência elástico	
		h mm	b mm	t _w mm	t _f mm				y-y cm ⁴	z-z cm ⁴	y-y cm ³	z-z cm ³
HP 200 x 43	42,5	200	205	9,0	9,0	54,1	410	1,18	3888	1294	389	126
HP 220 x 57	57,2	210	225	11,0	11,0	72,9	472	1,27	5729	2079	546	185
HP 260 x 75	75,0	249	265	12,0	12,0	95,5	660	1,49	10650	3733	855	282
HP 305 x 110	110	308	311	15,3	15,4	140	955	1,80	23560	7709	1531	496
HP 320 x 117	117	311	308	16,0	16,0	150	958	1,78	25480	7815	1638	508
HP 360 x 152	152	356	376	17,8	17,9	194	1338	2,15	43970	15880	2468	845
HP 400 x 213	213	368	400	24,0	24,0	271	1472	2,26	63920	25640	3474	1282

t_w = t_{web} = espessura alma t_f = t_{flange} = espessura aba

Deurganckdock CT, Antuérpia, Bélgica



Durabilidade das estacas pranchas metálicas

O aço desprotegido na atmosfera, na água ou no solo, está sujeito a corrosão que pode ocasionar danos. Enfraquecimento local e perfuração são normalmente considerados como problemas de manutenção que podem ser sanados localmente. Dependendo de requisitos de tempo de vida e da acessibilidade da estrutura, estas estão freqüentemente protegidas da corrosão uniforme por meio de um ou mais dos seguintes métodos:

– proteção por revestimento (tipicamente somente em zonas de alta corrosão),

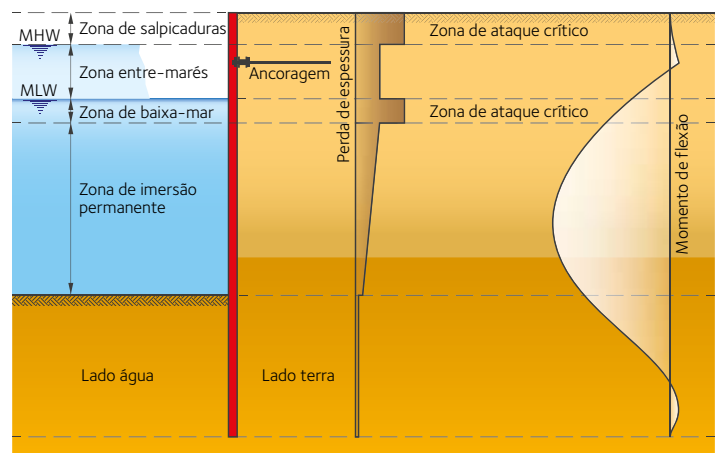
- seleção de perfis mais fortes ou maior grau de aço para criar reservas estáticas,
- escolha de aços especiais, tipo “Aço Marinho” ASTM A690,
- evitar momento fletor máximo nas zonas de alta corrosão,
- viga de coroamento em concreto até debaixo do nível de maré-baixa,
- proteção catódica por corrente impressa ou por ânodos sacrificiais,
- utilização do grau de aço **AMLoCor®** (protège a zona de imersão permanente e baixa-mar).

Taxas de corrosão



A região de momento máximo na maioria das estruturas marítimas de estacas pranchas está situada dentro da zona de imersão permanente. A perda de espessura nesta zona é consideravelmente mais baixa do que nas zonas de alta corrosão. As tensões no aço são geralmente baixas nas zonas de corrosão máxima: zona de salpicaduras e zona de baixa-mar. Estas localizações não são, portanto, a parte crítica da estrutura, apesar de sua aparência negativa em caso de falta de proteção.

Perda típica de espessura em razão de corrosão e distribuição do momento fletor de uma cortina de estaca prancha ancorada em ambiente marítimo:



A utilização de um novo grau de aço AMLoCor® pode aumentar de maneira significativa a vida útil de estruturas marítimas. Consulte o Eurocódigo EC 3 - Parte 5 para obter mais informações sobre a perda de espessura de aço resultante da exposição em outros ambientes.

Revestimento da superfície

A proteção clássica contra a corrosão para estaca prancha de aço é a pintura. A EN ISO 12944 (2007) lida com proteção por sistemas de pintura e suas várias partes cobrem todos os recursos que são importantes para atingir a proteção adequada contra corrosão. É essencial que a superfície de aço esteja corretamente preparada: remoção de calamina com limpeza por jato de areia (conforme o ISO 8501-1) antes de aplicar um sistema de revestimento. A maioria dos sistemas consiste em uma ou duas camadas de fundo, um revestimento intermediário e um revestimento superior. As camadas de fundo de zinco são usadas

freqüentemente em razão de suas boas propriedades de inibição da corrosão. Os revestimentos intermediários aumentam a espessura total, aumentando assim a distância para a difusão da umidade na superfície. Os revestimentos superiores são escolhidos para retenção de cor e brilho, para resistência química ou para resistência adicional contra danos mecânicos. Os epóxis são geralmente usados para imersão em água salgada e resistência química, poliuretanos para retenção de cor e brilho. Nas figuras seguintes, os sistemas de pintura são propostos para ambientes diferentes de acordo com classificações do EN ISO 12944.

Metrô em Copenhague, Dinamarca



Exposição atmosférica

Em aplicações tais como paredes de contenção, a aparência estética e funcional das estacas pranchas é importante, de tal modo que acabamentos de poliuretano – que são fáceis de aplicar e manter – são a opção mais comum em razão de sua característica de melhor retenção de brilho e cor.

Proposta (EN ISO 12944 – Tabela A4, categoria corrosividade C4):

Primário de epóxi

Revestimento intermediário de epóxi revestível

Revestimento superior de poliuretano alifático

Espessura da película seca nominal do sistema: 240 µm



Dique, Hamburgo, Alemanha

Imersão em água doce e água salgada Im1 / Im2

Para desempenho de longo-prazo de estruturas de aço imersas em água doce e em água salgada não deve haver nenhuma concessão da qualidade, na medida em que abrasão e impacto podem danificar o sistema de revestimento. A aplicação deve ser devidamente realizada e inspecionada regularmente. Com frequência, a proteção catódica é especificada em combinação com um sistema de revestimento (que tem de ser totalmente compatível).

Proposta
(EN ISO 12944 – Tabela A6, categoria corrosividade Im2):

Primário de epóxi
Revestimento de epóxi sem solventes ou epóxi com flocos de vidro

Espessura da película seca nominal do sistema: 450 µm

Eclusa, Veneza, Itália



Lixeiras

Uma excelente proteção é essencial em razão de exposição a substâncias altamente agressivas. O sistema de revestimento deve ter resistência permanente a ácidos minerais e orgânicos e a outros produtos químicos, bem como capacidade de suportar abrasão e impactos.

Proposta

Primário de epóxi curado de poliamida pigmentado de óxido de ferro micáceo
Revestimento de epóxi curado de poliamida com resistência química aumentada

Espessura da película seca nominal do sistema: 480 µm

Lixeiras em Horn, Áustria

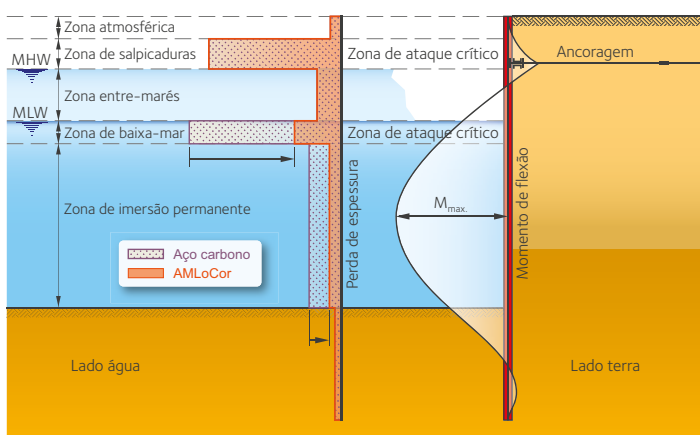


AMLoCor®

Novo tipo de aço resistente à corrosão para aplicações marítimas

AMLoCor® é o novo grau de aço de “baixa corrosão” da ArcelorMittal, que irá revolucionar o design de estruturas portuárias no futuro.

A grande vantagem do AMLoCor® é uma redução significativa das taxas de corrosão na “zona de baixa-mar (LWZ)” e na “zona de imersão permanente (PIZ)”, que é normalmente a zona com os momentos de flexão máxima e, conseqüentemente, com maiores tensões de aço. Este novo tipo de aço é a solução do nosso departamento de R&D para enfrentar a grande preocupação dos projetistas e das autoridades portuárias: **durabilidade das estruturas marinhas**, como paredes do cais, quebra-mares, jetties.



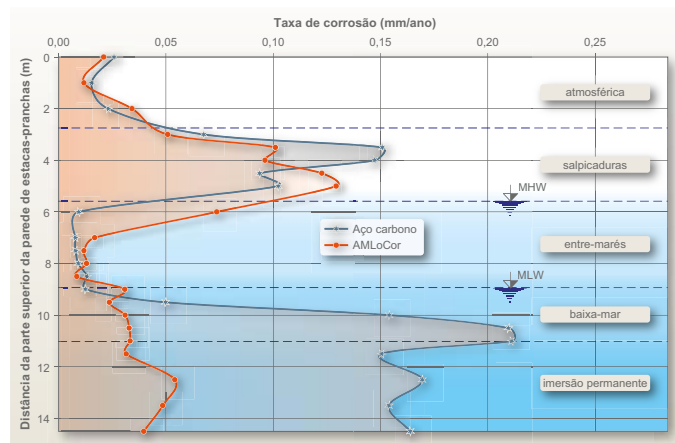
Perda típica de espessura de aço em ambiente marinho: aço carbono regular vs AMLoCor®

A norma Eurocode 3-Parte 5 contém tabelas de referência com taxas de corrosão típicas válidas para o aço carbono padrão em países do norte da Europa. Testes in loco mostraram que a **perda de espessura de aço de AMLoCor é reduzida por um fator de 3 (PIZ) a 5 (LWZ) em relação ao aço estrutural** nas zonas críticas.

AMLoCor conduz a uma economia considerável de peso em comparação com a solução de estaca de aço carbono sem proteção, logo que a perda de espessura de aço devido à corrosão na zona de imersão permanente é significativa. A proteção catódica e os revestimentos podem ser usados para aumentar a vida útil da estrutura da estaca prancha. No entanto, em muitos casos, **AMLoCor® será a solução mais rentável no longo prazo**. AMLoCor é compatível com a proteção catódica e revestimentos.

Além disso AMLoCor protege o aço contra o “ALWC” (Accelerated Low Water Corrosion), que está relacionado com a atividade biológica aumentando a degradação de aço na zona de baixa-mar.

As propriedades mecânicas do aço AMLoCor são inteiramente equivalentes aos graus normalizados de estacas



pranchas, de modo que a resistência estrutural pode ser determinada de acordo com todas as normas de concepção relevantes usadas para estacas pranchas de aço, como a EN 1993-5:2007 nos países europeus.

Algumas seções AZ já estão disponíveis em aços AMLoCor, variando de **AMLoCor Blue 320 a Blue 390** (limite de escoamento de 320 MPa até 390 MPa). Por favor, consulte o nosso site para atualizações regulares sobre seções disponíveis.

Um teste de cravação foi realizado em solo muito compacto na Dinamarca. Estacas-pranchas de qualidade de aço S 355 GP e AMLoCor Blue 355 foram cravadas em solos muito duros com pedregulhos. As estacas prancha foram monitoradas durante a cravação, e em seguida retiradas e inspecionadas. Este teste demonstrou que o comportamento de estacas pranchas AMLoCor é tão bom como estacas regulares de aço carbono.

Para informações mais detalhadas (por exemplo, soldagem) consulte o **nosso folheto “AMLoCor®”, parte 1 a 3**.

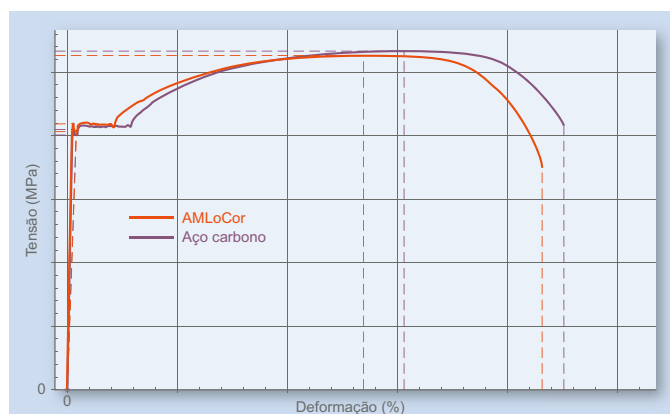


Diagrama típico tensão – deformação de aço carbono & AMLoCor®

Impermeabilidade

Novo
Beltan® Plus
ROXAN® Plus

As estacas pranchas são totalmente impermeáveis. A única possibilidade para a água infiltrar uma parede de estaca prancha é passando pelo conector. Em razão de seu formato, o conector Larssen oferece naturalmente uma grande resistência à infiltração. Portanto, os sistemas de vedação não são necessários para aplicações tais como paredes de contenção temporárias, em que taxas moderadas de infiltração são aceitáveis. Se uma alta resistência à infiltração for necessária, p. ex., paredes de confinamento para solos contaminados, estruturas de contenção para encontros de ponte ou túneis, as estacas pranchas com juntas vedadas ou soldadas são recomendáveis. **Para mais informações, favor consultar o catálogo “The impervious steel sheet pile wall”.**

Os sistemas de vedação seguintes são usados para aumentar a impermeabilidade de cortinas de estacas pranchas:

- produto betuminoso: **Beltan® Plus**. Pressão máxima hidrostática: 100 kPa.
- produto à base de cera e óleo mineral: **Arcoseal™**. Pressão máxima hidrostática 100 kPa.
- produto de poliuretano que incha ao contacto com água: **Roxan® Plus**. Pressão máxima hidrostática 200 kPa.
- Sistema **Akila®**. Pressão máxima hidrostática 300 kPa.
- solda dos conectores: 100% impermeável.

Como a lei de Darcy para a descarga de água através de estruturas homogêneas não é aplicável aos conectores das estacas pranchas, um novo conceito de “resistência das juntas” foi desenvolvido pela ArcelorMittal em colaboração com a GeoDelft (Deltares).

$$q(z) = \rho \cdot \Delta p(z) / \gamma$$

q(z) descarga de água [m³/s/m]
 ρ resistência inversa da junta [m/s]
 Δp(z) queda de pressão ao nível z [kPa]
 γ peso unitário da água [kN/m³]

Sistema de vedação	ρ [10 ⁻¹⁰ m/s]		Aplicação do sistema	Razão de custo ¹⁾
	100 kPa	200 kPa		
Sem produto vedante	> 1000	-	-	0
Beltan® Plus	< 600	não recomendado	fácil	1
Arcoseal™	< 600	não recomendado	fácil	2,5
Sistema ROXAN® Plus	0,5	0,5	com cuidado	5
Sistema AKILA®	0,3	0,3	com cuidado	4
Conectores soldados	0	0	2)	15

¹⁾ Razão de custo = $\frac{\text{custo do sistema de vedação}}{\text{custo do sistema de vedação betuminoso}}$

²⁾ Depois da escavação para os conectores encaixados na obra

Edifício de Escritórios, Amsterdão, Holanda



AKILA® Novo sistema de vedação

Akila® é um **novo sistema ecológico de alto desempenho para vedação das estacas-prancha** de aço ArcelorMittal.

O sistema baseia-se na vedação tipo “três lábios” mecanicamente extrudida dentro dos conectores livres usando um produto denominado MSP-1. O conector comum de estacas pranchas duplas é selado com um segundo produto denominado MSP-2.

MSP-1 e MSP-2 pertencem à família dos **polímeros modificados com silano** (MS-Polymers).

Ambos os produtos resistem à umidade e intempéries. Suas principais características são:

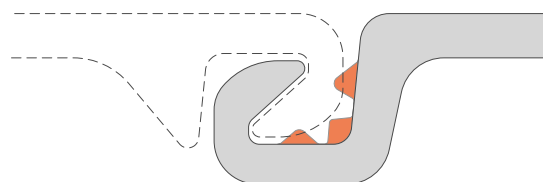
- **selantes elásticos com um único componente** com uma densidade de
 - 1,41 g/cm³ para MSP-1
 - 1,48 g/cm³ para MSP-2
- UV- estável
- **excelente aderência ao aço**
- resistência a temperaturas entre -40°C e +90°C (até 120°C durante curtos períodos de tempo)
- alongamento à ruptura > 380%
- dureza Shore A após a polimerização completa
 - 58 para MSP-1
 - 44 para MSP-2 (após 14 dias)
- durável em contato com a água doce, água do mar, assim como vários hidrocarbonetos, bases e ácidos (dependendo da concentração - a lista completa está disponível mediante pedido).

Resistência inversa da junta ρ_m

Uma série de testes in situ foram realizados em argilas duras e em solos limo-arenosos. Estacas prancha simples e duplas grampeadas, equipadas com o sistema Akila®, foram cravadas no solo usando um martelo de impacto, bem como um martelo vibratório. No caso do martelo vibratório, as estacas-pranchas foram cravadas continuamente a uma velocidade mínima de 20 segundos por metro. Após a instalação, a estanqueidade foi testada a uma **pressão de água de 2 a 3 bar**, de acordo com um processo desenvolvido pelo Delft Geotechnics (Deltares) e ArcelorMittal. Os testes e os resultados foram verificados e certificados por “Germanischer Lloyd”, um terceiro independente.

A média da **resistência inversa da junta ρ_m** foi determinada de acordo com a norma EN 12063.

	ρ_m (m/s)	
pressão de água	200 kPa	300 kPa
estacas simples (MSP-1)	$4,9 \times 10^{-11}$	$8,6 \times 10^{-11}$
estacas duplas (MSP-1 & MSP-2)	$3,3 \times 10^{-11}$	$4,7 \times 10^{-11}$

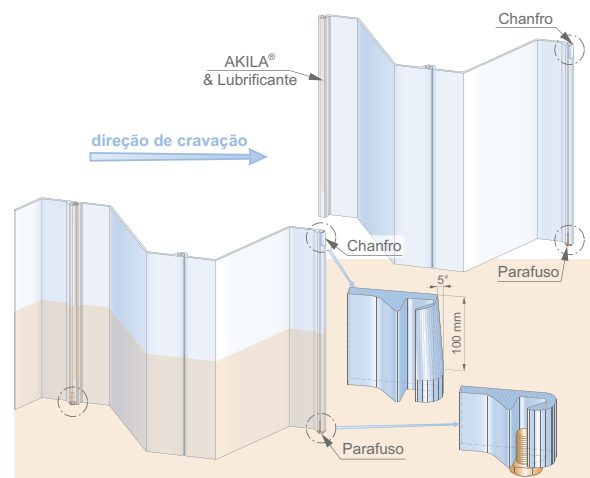


Esboço de MSP-1 produto extrusado no conector livre

MS-polímeros são livres de solventes e não contêm isocianatos. Eles podem ser considerados como produtos ecológicos. Akila® é certificada pelo “Hygiene- Institut des Ruhrgebiets” na Alemanha como adequado para uso em contacto com águas subterrâneas.

Os conectores “livres” tem que ser chanfrados na parte superior (ver desenho). A penetração do solo nos conectores durante a cravação deve ser evitada, por exemplo através da inserção de um parafuso na parte inferior do conector (parafuso soldados). A temperatura ambiente durante a instalação deve ser superior a 0°C. Além disso, para melhorar o deslizamento dos conectores, um lubrificante ecológico deve ser aplicado ao vedante nos conectores antes da cravação.

O layout e a direção de cravação da parede de estaca prancha devem ser determinadas antes de encomendar as estacas-prancha (forma de entrega de estacas duplas, chanfros de conectores, etc).



Recomendações de instalação (direção de cravação, chanfro, etc)

Para mais informações contacte o nosso departamento técnico.

Declaração ambiental do produto

ArcelorMittal é o primeiro fabricante de aço do mundo que realizou um estudo de “Avaliação do Ciclo de Vida” (LCA) dedicado às estacas pranchas metálicas¹, que tem sido revisados para estar em conformidade com as normas ISO 14040 e 14044. **Para obter informações detalhadas, por favor consulte a nossa brochura “Declaração ambiental do produto para estacas pranchas estruturais de aço.” (versão inglesa).**

O meio ambiente tornou-se um grande foco na indústria da construção já há anos. As autoridades públicas e investidores privados estão buscando os métodos de construção e os produtos mais ecológicos possíveis. De notar que em alguns países vários fatores ambientais já influenciam a escolha da solução de construção.

Os resultados de um LCA estão relacionadas com as características do produto e do seu serviço. A “**unidade funcional**” é usada para descrever as principais funções a serem cumpridas por um sistema de produto. Ao comparar vários produtos, é necessário considerar uma unidade funcional idêntica.

O principal benefício das estacas pranchas metálicas contra soluções alternativas é o fato de que **além de ser 100% reciclável, as estacas-prancha podem ser reutilizadas várias vezes, o que diminui a sua carga ambiental.**

Indicadores ambientais

Praticantes do LCA costumam avaliar alguns **indicadores ambientais** comuns. Geralmente, várias substâncias contribuem para um determinado impacto ambiental. Por exemplo, o dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) e alguns outros componentes contribuem para a emissão de gases com efeito de estufa, respectivamente com pesos diferentes de acordo com os modelos acadêmicos. O impacto resultante é expresso como emissões de “CO₂ equivalente” porque o CO₂ é o principal contribuinte. Esta é uma maneira de ilustrar um valor agregado simples para o impacto. Os principais indicadores ambientais são:

- consumo de energia primária (MJ)
- potencial de aquecimento Global (CO₂-equivalente)
- acidificação (acidificação da chuva, SO₂-eq)
- formação de ozônio em baixas altitudes (smog de Verão, C₂H₄-eq)
- eutrofização (PO₄-eq)
- água (kg de água utilizada).

Perfil ambiental de estacas-pranchas de aço

A unidade funcional selecionada para as estacas pranchas foi uma parede de retenção de 100 m. Os resultados são agregados como a soma dos efeitos da produção até ao fim de vida. Durante a fase de utilização, os impactos são desprezíveis. Os dados utilizados para os cálculos ambientais do perfil da estrutura de aço são certificados, vem da “World Steel Association”, e representam os valores médios europeus de “seções” e os valores da média mundial para “vergalhões”. Eles são datados do ano 2010. De acordo com o método de ACV, todos os elementos, tais como o transporte, bem como a instalação e a extração das estacas-pranchas são levados em conta. Em geral as paredes e certas partes são recuperadas e, por conseguinte, recicladas. A distribuição dos impactos é equivalente para todos os indicadores: em conclusão, **a produção de aço é o contribuinte principal** (entre 93% e 98% dos impactos).



Cargas ambientais de produtos de aço usado para estruturas de estacas pranchas

A fórmula oficial usada pela World Steel Association para calcular a carga ambiental E é:

$$E = E' - (RR - RC) \cdot LCI_{scrap} \quad \text{e} \quad LCI_{scrap} = y \cdot (X_{pr} - X_{re})$$

Com:

- E' impacto ambiental “do berço ao portão” devido à fase de produção
- RR taxa de reciclagem no fim da vida
- RC conteúdo reciclado = quantidade de sucata utilizada para a produção de aço
- LCI_{scrap} representa o valor ambiental da sucata (**carga ambiental evitada pelo uso de sucata** como matéria-prima)
- y eficiência do forno a arco elétrico na conversão de sucata em aço
- X_{pr} LCI para a produção de aço primário (BOF: 100% do minério de ferro)
- X_{re} LCI para a produção de aço secundário (EAF: 100% sucata)

Esta **fórmula permite ter em conta as vantagens de reciclagem no fim da vida**, penalizando o produto se a taxa de reciclagem for menor do que o conteúdo reciclado. Dois LCI entre os inventários de ciclo de vida (16 LCI) de produtos de aço fornecidos pela World Steel Association foram usados para este LCA.

¹ Hettinger, A.L.; Bourdouxhe, M.P.; Schmitt, A. “Comparative Environmental evaluation of retaining structures made of steel sheet piling or reinforced concrete”. ArcelorMittal, 2010.

Condições de entrega

Tolerâncias geométricas de estacas pranchas laminadas a quente de acordo com a EN 10248 (tolerâncias reduzidas mediante solicitação)

Tolerâncias	AU™, PU®, GU™	AZ®	AS 500™	HZM™
Massa ¹⁾	± 5%	± 5%	± 5%	± 5%
Largura (L)	± 200 mm	± 200 mm	± 200 mm	± 200 mm
Altura (h) ²⁾	h ≤ 200 mm: ± 4 mm h > 200 mm: ± 5 mm	h ≥ 300 mm: ± 7 mm	-	h ≥ 500 mm: ± 7 mm
Espessura (t,s)	t, s ≤ 8,5 mm: ± 0,5 mm t, s > 8,5 mm: ± 6%	t, s ≤ 8,5 mm: ± 0,5 mm t, s > 8,5 mm: ± 6%	t > 8,5 mm: ± 6%	t, s ≤ 12,5 mm: -1,0 mm / +2,0 mm t, s > 12,5 mm: -1,5 mm / +2,5 mm
Largura perfil individual (b)	± 2% b	± 2% b	± 2% b	± 2% b
Largura perfil duplo (2b)	± 3% (2b)	± 3% (2b)	± 3% (2b)	± 3% (2b)
Retilidade (q)	≤ 0,2% L	≤ 0,2% L	≤ 0,2% L	≤ 0,2% L
Extremidades fora de esquadria	± 2% b	± 2% b	± 2% b	± 2% b

¹⁾ da massa total de entrega.

²⁾ de estaca simples.

Comprimentos de laminação máximos (perfis mais compridos disponíveis mediante solicitação)

Perfil	AZ	AU, PU	GU sp ¹⁾	GU dp ¹⁾	AS 500	HZM	RH / RZ	OMEGA 18	C9 / C14	DELTA 13
Comprimento [m]	31	31	24	22	31	33	24	16	18	17

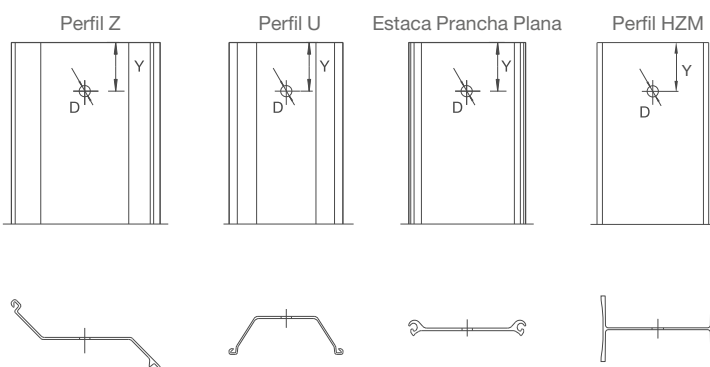
¹⁾ sp = perfil individual, dp = perfil duplo. Contacte-nos para mais detalhes.

Buracos de manipulação

As estacas pranchas são normalmente fornecidas sem furos de manipulação. Mediante solicitação, elas podem ser providenciadas com furos de manipulação na linha central do perfil. As dimensões padrão de furos de manipulação são as seguintes:

Diâmetro D [mm]	40	40	50	50	63,5	40
Distância Y [mm]	75	300	200	250	230	150

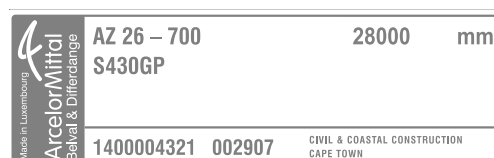
Diâmetro D [in]	2,5
Distância Y [in]	9



Marcações

As seguintes marcações podem ser fornecidas mediante solicitação:

- marcas de cor definindo o perfil, comprimento e grau de aço,
- adesivos mostrando o nome do cliente, destino, número do pedido, tipo, comprimento e grau de aço do perfil.



Graus de aço das estacas pranchas

Grau de aço EN 10248	Limite escoamento mín. R _{eH} MPa	Tensão de ruptura mín. R _m MPa	Alongamento mín. L ₀ =5.65√S ₀ %	Composição química (% max)					
				C	Mn	Si	P	S	N
S 240 GP	240	340	26	0,25	–	–	0,055	0,055	0,011
S 270 GP	270	410	24	0,27	–	–	0,055	0,055	0,011
S 320 GP	320	440	23	0,27	1,70	0,60	0,055	0,055	0,011
S 355 GP	355	480	22	0,27	1,70	0,60	0,055	0,055	0,011
S 390 GP	390	490	20	0,27	1,70	0,60	0,050	0,050	0,011
S 430 GP	430	510	19	0,27	1,70	0,60	0,050	0,050	0,011

Especificação interna ArcelorMittal

S 460 AP	460	550	17	0,27	1,70	0,60	0,050	0,050	0,011
----------	-----	-----	----	------	------	------	-------	-------	-------

AMLoCor®	Limite escoamento mín. R _{eH} MPa	Tensão de ruptura mín. R _m MPa	Alongamento mín. L ₀ =5.65√S ₀ %	Composição química (% max)							
				C	Mn	Si	P	S	N	Cr	Al
Blue 320	320	440	23	0,27	1,70	0,60	0,05	0,05	0,011	1,50	0,65
Blue 355	355	480	22	0,27	1,70	0,60	0,05	0,05	0,011	1,50	0,65
Blue 390	390	490	20	0,27	1,70	0,60	0,05	0,05	0,011	1,50	0,65

Todas as seções podem ser entregues em aços de acordo com a norma EN 10248-1, mas nem todas as seções estão disponíveis em todos os graus de aço. Tabela abaixo resume as possibilidades atuais.

Aços especiais, como **S 460 AP**, **ASTM A 572**, aços com maior resistência à corrosão como **AMLoCor** ou **ASTM A 690**, assim como aços com adição de cobre de acordo com a EN 10248-Parte 1, Capítulo 10.4 podem ser fornecidos mediante solicitação. Um grau de aço modificado A 690 com maior limite de escoamento também está disponível para certos perfis mediante solicitação.

Entre em contato conosco para obter informações atualizadas. A galvanização necessita uma composição química do aço bem específica e deve, portanto, ser mencionada nos pedidos de compra.

Recomendamos que ao efetuar o pedido você nos informe sobre todo tratamento a ser aplicado ao produto.

ArcelorMittal também pode fornecer tipos de aço que cumpram com outros padrões (veja tabela abaixo).

Europa	EN 10248	S 270 GP	S 320 GP	S 355 GP	S 390 GP	S 430 GP	S 460 AP ¹⁾
EUA	ASTM	A 328	–	A 572 Gr. 50; A 690	A 572 Gr. 55	A 572 Gr. 60	A 572 Gr. 65
Canada	CSA	Gr. 260 W	Gr. 300 W	Gr. 350 W	Gr. 400 W	–	–
Japão	JIS	SY 295	–	–	SY 390	–	–

¹⁾ Especificação interna ArcelorMittal

Seção	EN 10248							ASTM		AMLoCor®			
	S 240 GP	S 270 GP	S 320 GP	S 355 GP	S 390 GP	S 430 GP	S 460 AP*	A 572	A 690	Blue 320	Blue 355	Blue 390	
AZ-770/700	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
AZ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
AU	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
PU	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
GU-N/S	✓	✓	✓	✓	✓	✘	✘	✘	✘				
GU-400	✓	✓	✓	✓	✓	✘	✘	✘	✘				
HZM	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
RH / RZD / RZU	✘	✘	✘	✘	✘	✓	✓	✘	✓				
C 9	✘	✘	✘	✓	✘	✘	✘	✓	✘				
C 14	✘	✘	✘	✓	✘	✘	✘	✘	✘				
Delta 13	✘	✘	✘	✓	✘	✘	✘	✘	✘				
Omega 18	✘	✘	✘	✘	✘	✓	✓	✘	✘				
										AZ 19-700	✓	✓	✓
										AZ 20-700	✓	✓	✓
										AZ 26-700	✓	✓	✓
										AZ 28-700	✓	✓	✘
										AZ 26-700N	✓	✓	✓
										AZ 28-700N	✓	✓	✘
										AZ 38-700N	✓	✘	✘
										AZ 40-700N	✓	✘	✘
										AZ 44-700N	✓	✘	✘
										AZ 46-700N	✓	✘	✘
										AZ 26	✓	✓	✓
										C 9	✘	✓	✘

✓ disponível
✘ entre em contato conosco

✘ atualmente indisponível
(*) especificação interna ArcelorMittal

Tolerâncias geométricas de tubos

Tolerância sobre o comprimento do tubo: +/- 200 mm

Norma	Diâmetro externo D		Espessura do tubo t	Retilidade	Deformação circular		Massa	Altura máxima do cordão de solda ¹⁾
EN 10219-2	+/- 1% +/- 10,0		+/- 10% +/- 2,0	0,20% do comprimento total	+/- 2%		+/- 6%	t ≤ 14,2: 3,5 t > 14,2: 4,8
API 5L ISO 3183	≤ 1422	+/- 0,5% ≤ 4,0	< 15,0: +/- 10% ≥ 15,0: +/- 1,5	0,20% do comprimento total	D/t ≤ 75 D < 1422	+/- 1,5% ≤ 15,0	+ 10% - 3,5%	t ≤ 13,0: 3,5 t > 13,0: 4,5
	> 1422	após acordo			senão	após acordo		

¹⁾ Tolerância sobre a altura do cordão de solda interno e externo para perfis ocós soldados em arco submerso.

Nota: valores em "mm", exceto onde especificado

Graus de aço de tubos

Grau de aço EN 10219-1	Limite escoamento ReH (t ≤ 16 mm) MPa	Limite escoamento ReH (16 < t ≤ 40 mm) MPa	Tensão de ruptura mín. R _m (3 ≤ t ≤ 40 mm) MPa	Alongamento mín. L _o (t ≤ 40 mm) %	Composição química (% máxima)						
					C	Mn	P	S	Si	N	CEV (t ≤ 20 mm)
S 235 JRH	235	225	340-470	24	0,17	1,40	0,040	0,040	-	0,009	0,35
S 275 JOH	275	265	410-560	20	0,20	1,50	0,035	0,035	-	0,009	0,40
S 355 JOH	355	345	490-630	20	0,22	1,60	0,035	0,035	0,55	0,009	0,45
S 420 MH	420	400	500-660	19	0,16	1,70	0,035	0,030	0,50	0,020	0,43
S 460 MH	460	440	530-720	17	0,16	1,70	0,035	0,030	0,60	0,025	-

Grau de aço API 5L ¹⁾ ISO 3183	Limite escoamento mín. ReH MPa	Tensão de ruptura mín. R _m MPa	Alongamento mín. ²⁾ %	Composição química de PSL 1 - tubo com t ≤ 25,0 mm ⁴⁾ (% máxima)			
				C ³⁾	Mn ³⁾	P	S
L 245 ou B	245	415	23	0,26	1,20	0,030	0,030
L 290 ou X 42	290	415	23	0,26	1,30	0,030	0,030
L 320 ou X 46	320	435	22	0,26	1,40	0,030	0,030
L 360 ou X 52	360	460	21	0,26	1,40	0,030	0,030
L 390 ou X 56	390	490	19	0,26	1,40	0,030	0,030
L 415 ou X 60	415	520	18	0,26 ⁵⁾	1,40 ⁵⁾	0,030	0,030
L 450 ou X 65	450	535	18	0,26 ⁵⁾	1,45 ⁵⁾	0,030	0,030
L 485 ou X 70	485	570	17	0,26 ⁵⁾	1,65 ⁵⁾	0,030	0,030

¹⁾ API 5L (2007): Instituto de Petróleo Americano / ISO 3183 (2007). PSL: Nível de Especificação do Produto.

²⁾ Alongamento mínimo de acordo com o API: depende do perfil.

³⁾ Para cada redução de 0,01% abaixo do teor C máximo especificado, um aumento de 0,05% acima do teor Mn máximo especificado é permitido, até um máximo de 1,65% para o grau de aço L245/B a L360/X52, 1,75% para L390/X56 a L450/X65 e 2,00% para L485/X70

⁴⁾ Máximo Cu = 0,50%, Ni = 0,50%, Cr = 0,50%, Mb = 0,15%

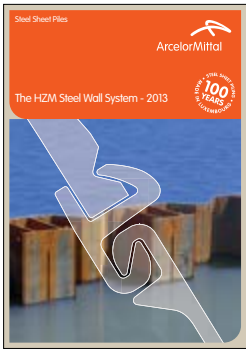
⁵⁾ Salvo disposição em contrário



Laminador de tubo, Dintelmond, Holanda

Documentação

Visite nosso site para fazer o download da seguinte documentação: sheetpiling.arcelormittal.com
ou entre em contato pelo e-mail: sheetpiling@arcelormittal.com



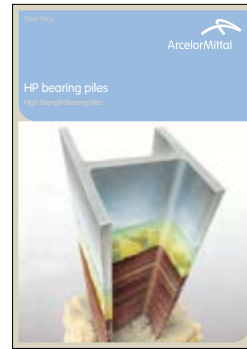
The HZM Steel Wall System
GB (2013), DE, FR, US, IT, SP, PT
(2011)



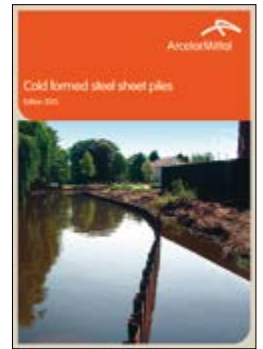
AS 500 Straight web steel sheet
piles. Design and Execution.
GB



Spirally welded steel pipes
GB



HP bearing piles
GB, DE, FR, SP



Cold formed steel piles
GB, DE, FR, NL



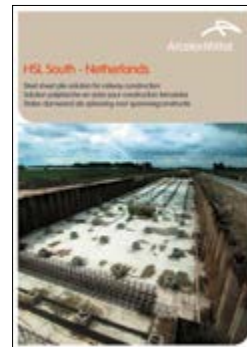
Harbour construction
GB



Underground car parks
GB, PT



Underground car parks – fire resistance
GB



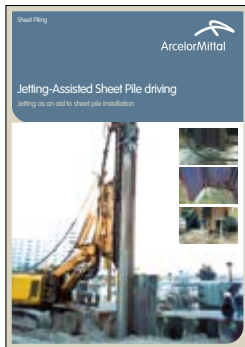
High speed line south – NL
GB, FR, NL



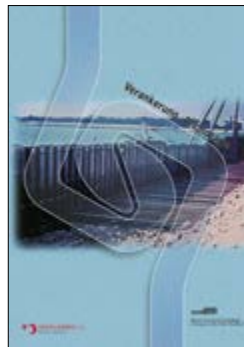
Environmental
Product Declaration
GB



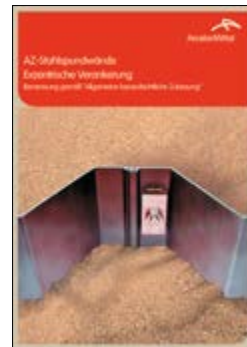
Installation of sheet piles
GB, DE, FR



Jetting-assisted sheet pile driving
GB, DE, FR



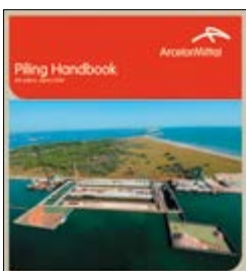
Anchoring of sheet piles
GB, DE



Off-centre anchoring
GB, DE, FR



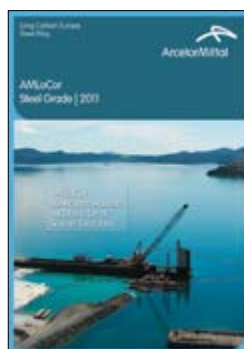
Impervious steel sheet pile walls
GB, DE, FR



Piling handbook
GB
(Electronic file only)



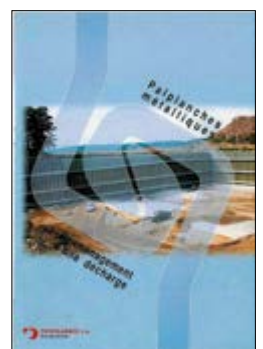
Declutching detector
GB, DE, FR



AMLoCor Steel Grade
AMLoCor 1A
GB, DE, RU



AZ sheet piles in combined walls
GB, DE, FR



Waste disposal
GB, DE, FR

ArcelorMittal Commercial RPS S.à r.l.

Sheet Piling

66, rue de Luxembourg
L-4221 Esch-sur-Alzette (Luxembourg)

T (+352) 5313 3105

F (+352) 5313 3290

E sheetpiling@arcelormittal.com

sheetpiling.arcelormittal.com

ArcelorMittal

Estacas Pranchas Metálicas Laminadas a Quente

Alameda Santos Nº 700 - 12º andar

01418-100 - São Paulo - SP

Brasil

T 0800 0151221

www.arcelormittal.com/br



New app for iPad™
and Android™ tablets



Link to the app on
sheetpiling.arcelormittal.com