

ESTRUTURAS CORRUGADAS MULTIPLATE

Dê ao seu projeto a resistência estrutural e a vida útil que ele necessita.

A Armco Staco possui tecnologia exclusiva de projeto e produção para desenvolver os sistemas construtivos MP100. Fabricados em aço corrugado de alta eficiência e resistência estrutural, tornam o seu projeto mais econômico, versátil e rápido de montar, reduzindo prazos e custos de suas obras.

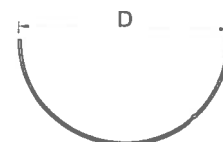
É a solução ideal para obras de infraestrutura, construção viária, drenagem, saneamento e mineração.

PRINCIPAIS APLICAÇÕES

- Bueiros e galerias;
- Canalização de córregos e rios;
- Cobertura para correia transportadora;
- Drenagem pluvial e esgoto;
- Passagem inferior.

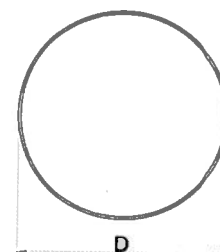


MP100 SEMICIRCULAR



Modelo	Diâmetro (m)	Área (m²)	Perímetro (m)
1.5 C	0.30	0.04	0.47
2 C	0.40	0.06	0.63
2.5 C	0.50	0.10	0.79
3 C	0.60	0.14	0.94
3.5 C	0.70	0.19	1.10
4 C	0.80	0.25	1.26
4.5 C	0.90	0.32	1.41
5 C	1.00	0.39	1.57
5.5 C	1.10	0.48	1.73
6 C	1.20	0.57	1.88
6.5 C	1.30	0.66	2.04
7 C	1.40	0.77	2.20
7.5 C	1.50	0.88	2.36

MP100 CIRCULAR



Modelo	Diâmetro (m)	Área (m²)	Perímetro (m)	ALTURA DE ATERRO (m)												
				Mínima	Rodovia				Ferrovia				Máxima			
					Máxima				Mínima				Máxima			
					Espessura (mm)				Espessura (mm)				Espessura (mm)			
1.6	2.0	2.7	3.4	1.6	2.0	2.7	3.4	1.6	2.0	2.7	3.4					
6 C	0.60	0.28	1.88	0.30	18.00	25.00	32.30	43.40	0.60	0.60	0.60	0.60	18.00	25.00	32.30	43.40
7 C	0.70	0.38	2.20	0.30	15.50	21.40	27.70	37.20	0.60	0.60	0.60	0.60	15.50	21.40	27.70	37.20
8 C	0.80	0.50	2.51	0.30	13.50	18.70	24.20	32.50	0.60	0.60	0.60	0.60	13.50	18.80	24.20	32.50
9 C	0.90	0.64	2.83	0.30	12.00	16.60	21.50	28.90	0.60	0.60	0.60	0.60	12.00	16.70	21.50	28.90
10 C	1.00	0.79	3.14	0.30	10.80	15.00	19.40	26.00	0.60	0.60	0.60	0.60	10.80	15.00	19.40	26.00
11 C	1.10	0.95	3.46	0.30	9.80	13.60	17.60	23.70	0.80	0.60	0.60	0.60	9.80	13.60	17.60	23.70
12 C	1.20	1.13	3.77	0.30	9.00	12.50	16.10	21.70	1.00	0.90	0.60	0.60	8.20	12.50	16.10	21.70
13 C	1.30	1.33	4.08	0.30	8.30	11.50	14.90	20.00	1.20	1.10	0.60	0.60	7.50	11.50	14.90	20.00
14 C	1.40	1.54	4.40	0.30	7.70	10.70	13.80	18.60	1.40	1.30	0.60	0.60	6.90	10.70	13.80	18.60
15 C	1.50	1.77	4.71	0.30	7.20	10.00	12.90	17.30	1.80	1.40	0.60	0.60	6.40	10.00	12.90	17.30
16 C	1.60	2.01	5.03	0.40	6.70	9.30	12.10	16.20	2.10	1.60	0.60	0.60	6.00	9.10	12.10	16.20
17 C	1.70	2.27	5.34	0.40	6.30	8.80	11.40	15.30	2.30	1.70	0.80	0.60	4.80	8.00	11.40	15.30
18 C	1.80	2.54	5.65	0.40	6.00	8.30	10.70	14.40	2.70	1.70	0.90	0.60	3.90	7.50	10.70	14.40
19 C	1.90	2.84	5.97	0.40		7.90	10.20	13.70		1.80	1.10	0.60		7.10	10.20	13.70
20 C	2.00	3.14	6.28	0.50		7.50	9.70	13.00		2.20	1.20	0.60		6.70	9.40	13.00
21 C	2.10	3.46	6.60	0.50		7.10	9.20	12.40		2.50	1.30	0.60		6.30	9.00	12.40
22 C	2.20	3.80	6.91	0.50		6.80	8.80	11.80		2.70	1.40	0.60		6.00	8.00	11.90
23 C	2.30	4.15	7.23	0.50		6.50	8.40	11.30			1.80	0.60		5.00	7.60	11.30
24 C	2.40	4.52	7.54	0.50			8.00	10.80			2.00	0.60			7.30	10.80
25 C	2.50	4.91	7.85	0.50				10.40			2.10	0.60				10.40
26 C	2.60	5.31	8.17	0.50				10.00			2.30	0.70				10.00
27 C	2.70	5.73	8.48	0.50				9.60				0.80				9.40
28 C	2.80	6.16	8.80	0.50				9.00				0.90				9.00

- Consulte a Armco Staco para os valores de alturas máximas e mínimas de recobrimento para ferrovia.
- O produto é fabricado em comprimentos múltiplos de 1m, acompanhado dos parafusos e porcas necessários à montagem.

- Todas as dimensões acima estão sujeitas a tolerâncias de fabricação.
- Outras dimensões poderão ser projetadas mediante consulta.
- As espessuras apresentadas nesta tabela são para aço revestido.

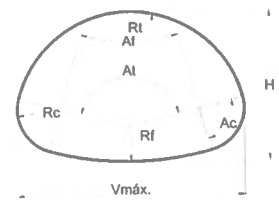
MP100 ELIPSE



Modelo	Dimensões		Área (m²)	Perímetro (m)	ALTURA DE ATERRO (m)												
					Rodovia				Ferrovia				Ferrovia				
					Mínima	Máxima				Mínima				Máxima			
						Espessura (mm)				Espessura (mm)				Espessura (mm)			
Vão (m)	Altura (m)	1.6	2.0	2.7	3.4	1.6	2.0	2.7	3.4	1.6	2.0	2.7	3.4				
2.5 E 1.51	0.85	0.75	0.50	2.52	0.30	12.90	14.40	14.40	14.40	0.60	0.60	0.60	0.60	12.70	14.40	14.40	14.40
3 E 2	1.05	0.95	0.79	3.14	0.30	10.30	14.20	14.20	14.50	0.60	0.60	0.60	0.60	10.30	14.20	14.50	14.50
4 E 2	1.25	1.15	1.13	3.77	0.30	8.30	12.00	14.00	14.00	1.10	0.60	0.60	0.60	7.90	12.00	14.00	14.00
4 E 3	1.45	1.35	1.54	4.40	0.30	6.70	10.30	13.40	14.70	1.60	1.00	0.60	0.60	6.70	10.30	13.40	14.60
5 E 3	1.70	1.55	2.02	5.02	0.30	4.60	8.80	11.40	14.20	2.30	1.30	0.80	0.60	4.80	8.00	11.40	14.20
5 E 4	1.90	1.70	2.54	5.65	0.40	5.70	7.90	10.20	13.70	3.20	1.70	1.30	0.60	3.60	7.10	10.20	13.70
6 E 4	2.10	1.90	3.14	6.28	0.50		7.10	9.20	12.40		2.50	1.30	0.60		6.30	9.00	12.40
6 E 5	2.30	2.10	3.78	6.91	0.50			8.40	11.30		2.20	1.80	0.80			7.60	11.30
7 E 5	2.50	2.30	4.51	7.54	0.60			7.70	10.40			2.10	1.00			7.00	10.40
7 E 6	2.70	2.45	5.28	8.16	0.60				9.60				1.20			1.30	9.40
8 E 6	2.95	2.65	6.14	8.79	0.60				8.80				1.40				8.00
8 E 7	3.15	2.85	7.05	9.42	0.60*				8.20								
8 E 8	3.35	3.05	7.97	10.05	0.60*				7.70								

* Utilizar escoras para travamento durante a montagem das chapas.

MP100 LENTICULAR



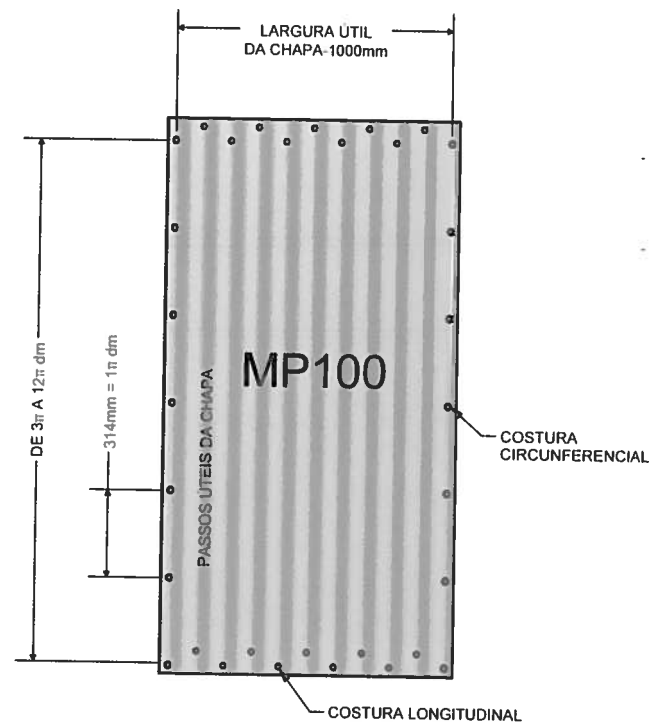
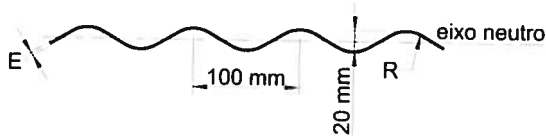
Modelo	Dimensões		Área (m²)	Perímetro (m)	ALTURA DE ATERRO (m)												
					Rodovia				Ferrovia				Ferrovia				
					Mínima	Máxima				Mínima				Máxima			
						Espessura (mm)				Espessura (mm)				Espessura (mm)			
Vão (m)	Altura (m)	1.6	2.0	2.7	3.4	1.6	2.0	2.7	3.4	1.6	2.0	2.7	3.4				
5 L 0.6 2.8	1.00	0.80	0.61	2.83	0.30	6.80	6.80	6.80	6.80	2.00	2.00	2.00	2.00	6.10	6.10	6.10	6.10
6 L 1.3	1.20	1.00	0.93	3.45	0.30	9.00	9.00	9.00	9.00	1.20	1.20	1.20	1.20	8.20	8.30	8.30	8.30
7 C 0.8 3.5	1.25	1.10	1.08	3.80	0.30	8.50	8.50	8.50	8.50	1.30	1.30	1.30	1.30	7.70	7.70	7.70	7.70
7 L 1.4	1.45	1.10	1.28	4.08	0.40	7.20	7.20	7.20	7.20	1.80	1.80	1.80	1.80	6.40	6.40	6.40	6.40
5 L 3.3	1.50	1.30	1.53	4.40	0.40	7.20	10.00	12.90	14.30	1.80	1.40	0.70	0.70	6.40	10.00	12.90	14.30
6 L 3.3	1.60	1.40	1.75	4.71	0.50	6.70	9.30	12.10	13.10	2.10	1.60	0.70	0.70	6.00	9.10	12.10	13.10
7 L 3.3	1.75	1.45	1.98	5.02	0.50	6.20	8.50	11.10	12.30	2.60	1.80	0.90	0.70	4.60	7.80	11.10	12.30
8 L 3.3	1.85	1.50	2.22	5.34	0.50	5.80	8.10	10.50	11.50	2.80	1.90	1.00	0.70	3.80	7.30	10.50	11.50
8 L 3.4	2.00	1.55	2.47	5.65	0.50		7.50	9.70	10.50		2.20	1.20	1.00		6.70	9.40	10.50
9 L 3.4	2.15	1.60	2.73	5.97	0.60		6.90	9.00	10.00		3.00	1.40	1.10		6.20	8.20	10.00
9 L 3.5	2.30	1.65	3.00	6.28	0.60			8.40	9.10			1.70	1.30			7.60	8.30
10 L 3.5	2.40	1.75	3.29	6.59	0.60			8.00	8.80			1.90	1.40			7.30	8.00
11 L 3.5	2.50	1.80	3.59	6.91	0.60				8.50				1.70				7.80
14 L 3.4	2.50	2.20	4.37	7.54	0.60				8.50				1.00				10.40
11 L 3.6	2.70	1.85	3.90	7.22	0.60				7.80				2.10				7.10
12 L 3.6	2.80	1.90	4.22	7.54	0.60				7.70				2.20				6.90
12 L 3.7	2.95	1.95	4.55	7.85	0.60				7.10				2.70				6.30
13 L 3.7	3.05	2.05	4.90	8.16	0.60												

- Consulte a Armco Staco para os valores de alturas máximas e mínimas de recobrimento para ferrovia.
- O produto é fabricado em comprimentos múltiplos de 1m, acompanhado dos parafusos e porcas necessários à montagem.
- Todas as dimensões acima estão sujeitas a tolerâncias de fabricação.
- Outras dimensões poderão ser projetadas mediante consulta.
- As espessuras apresentadas nesta tabela são para aço revestido.

PROPRIEDADE DAS SEÇÕES TRANSVERSAIS

Espesor [mm]	Área [cm ² /m]	Momento de Inércia [cm ⁴ /m]	Módulo de Seção [cm ³ /m]	Raio de Giro [cm]
1.6	16.407	7.9940	7.4363	0.698
2.0	19.691	9.6302	8.8350	0.699
2.7	27.358	13.5151	12.0435	0.703
3.4	35.029	17.5123	15.0968	0.707

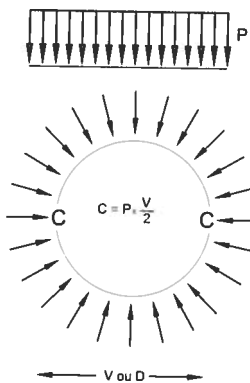
• Todas as dimensões acima estão sujeitas a tolerâncias de fabricação.



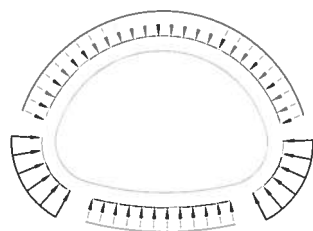
DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL

As estruturas de aço corrugado dos sistemas construtivos MP100 suportam aterros de pequenas e grandes alturas sob rodovias, ferrovias e aeroportos. Estas estruturas são flexíveis e suportam parte do carregamento, sendo a outra parte suportada pelo solo que as confina. O trabalho da estrutura sob carregamento tende a um aumento mínimo da sua dimensão horizontal, trazendo para si a resistência passiva do solo adjacente, que por sua vez impede maior deformação e ajuda a suportar o carregamento vertical, daí a importância do aterro bem executado.

Ensaio norte-americanos demonstraram, já na década de 50, que nas estruturas de aço corrugado, a pressão circundante e uniformemente distribuída é igual à pressão vertical atuante (carga viva + carga morta). A partir desses ensaios as chapas de aço são calculadas conforme indicado abaixo:



No dimensionamento estrutural, após a determinação da espessura necessária do aço, é verificada a flexibilidade limite para a qual não ocorrerão deformações durante a instalação da estrutura, e também a resistência das emendas aparafusadas.



Na forma lenticular, além das verificações descritas acima, verifica-se também a pressão transmitida ao solo adjacente às chapas de canto em função da concentração de tensões nesta região.

Onde:
 C – Compressão anelar
 P – Pressão atuante (CV + CM)
 V – Vão da estrutura

PARÂMETROS PARA CÁLCULO DAS ALTURAS DE ATERRO

Para o cálculo das alturas de aterro, foram considerados os procedimentos de cálculo recomendados pela AISI – American Iron and Steel Institute, e os seguintes parâmetros:

- Peso específico do terreno: 1.922kg/m³;
- Compactação de no mínimo 85% do Proctor normal;
- Tipo de solo recomendado para o aterro: A2-4 (areia ou pedregulho siltoso ou argiloso, com o máximo de 35% passando na peneira número 200);
- Tensão admissível do aço adotado: 2.320kg/cm²;
- Alturas máximas de recobrimento para uso em rodovias (trem tipo H20), e para uso em ferrovias (trem tipo E80);
- Taxa de compressão admissível no solo adjacente às chapas de canto não circulares: ≥3kg/cm².

DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

Os bueiros de aço corrugado empregados em drenagem são usualmente dimensionados como canais, utilizando a equação de Manning:

$$Q = A \times \left(\frac{A}{P} \right)^{\frac{2}{3}} \times \frac{\sqrt{i}}{n}$$

Onde:
Q – Vazão (m³/s)
A – Área molhada (m²)
P – Perímetro molhado (m)
i – Declividade (m/m)
n – Coeficiente de rugosidade

O coeficiente de rugosidade é dado em função da corrugação. Os valores médios recomendados são os descritos na tabela seguinte:

Corrugação	n
MP100	0.021
Revestida com concreto	0.015

BUEIROS CIRCULARES

Substituindo na equação de Manning, os valores de A e P encontrados na seção plena, isto é:

$$A = \pi \times \frac{D^2}{4} \quad \text{e} \quad P = \pi \times D \quad Q_{plena} = 0,3117 \times D^{\frac{8}{3}} \times \frac{\sqrt{i}}{n}$$

A vazão máxima em estruturas circulares, conforme demonstrado no “Manual de Drenagem de Rodovias” do DNIT – Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes ocorre quando o tirante (t) se encontra a 93,8% do diâmetro:

$$Q_{max} = 0,335 \times D^{\frac{8}{3}} \times \frac{\sqrt{i}}{n}, \text{ para } t = 0,938 D$$

BUEIROS NÃO CIRCULARES

Para o cálculo da vazão plena, deve-se utilizar os valores da área e perímetro constantes nas tabelas deste catálogo.

A vazão máxima é aproximadamente 8% maior que a vazão da seção plena, isto é: $Q_{max} = 1,08 \times Q_{plena}$

Em obras curtas, onde a geometria e as condições de entrada e represamento d'água são mais relevantes do que a rugosidade do bueiro, o dimensionamento hidráulico é usualmente efetuado por métodos de controle (entrada / saída), com auxílio dos ábacos da circular número 5 do “Bureau Of Public Roads”, encontrados no “Manual de Drenagem de Rodovias” do DNIT.

DURABILIDADE

A durabilidade das estruturas metálicas corrugadas empregadas em obras hidráulicas ou passagens inferiores está relacionada às características do projeto e às condições do local onde são instaladas.

As condições de vazão, propriedades físicas e químicas do solo e da água, tais como pH, resistividade, abrasão, erosão, declividade, velocidade etc, devem ser consideradas para a escolha do revestimento e da espessura apropriados para o aço estrutural.

A tabela abaixo apresenta uma classificação simples e prática para identificar o nível de agressividade do ambiente para aplicações hidráulicas.

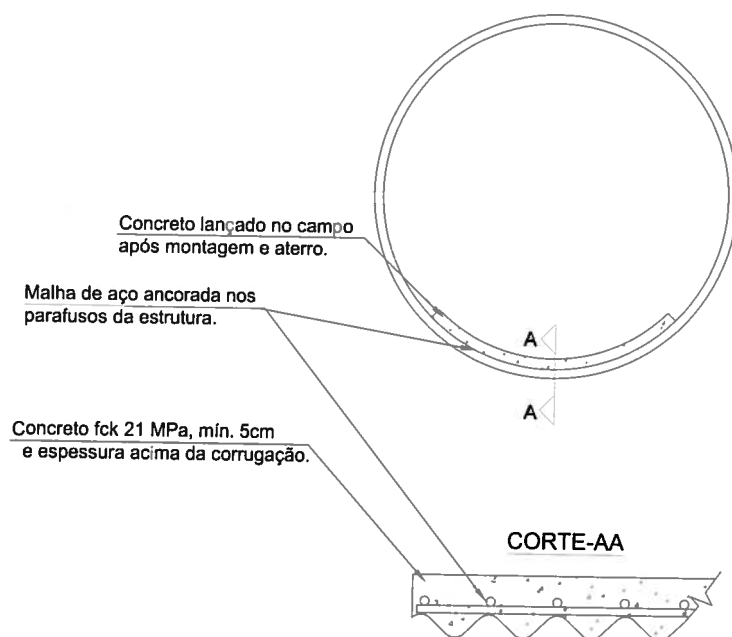
NÍVEL DE CORROSÃO				NÍVEL DE ABRASÃO		
A	Baixo	pH = 5.8 a 8.0	R > 2000 ohm-cm	1	Não abrasivo	Sem sedimentação em qualquer velocidade
B	Moderado	pH = 5.0 a 5.8	R = 1500/2000 ohm-cm	2	Baixo	Baixa sedimentação de areia e cascalho V < 1.5 m/s
C	Elevado	pH = 5.0 a 4.0	R < 1500 ohm-cm	3	Moderado	Sedimentos de areia e pequenas pedras com V = 1.5 a 4.5 m/s
D	Muito elevado	pH < 4.0	R < 1500 ohm-cm	4	Elevado	Sedimentação forte de cascalho e pedras com V > 4.5 m/s

Para drenagem pluvial ou canalização de córregos não poluídos (Níveis A, 1 e 2), recomendamos o revestimento galvanizado, conforme norma ASTM A153, também conhecido como zincagem por imersão a quente, com camada média de 128μ (2 faces). Neste caso, o zinco se sacrifica ao longo do tempo para proteger o metal base (aço) e assegurar por décadas a vida útil das estruturas.

Para ambientes mais agressivos, em particular quanto à composição da água e do solo (Níveis B, C, 1 e 2) a Armco desenvolveu nos anos 80 o revestimento Epoxy-Bonded, que consiste na aplicação por deposição eletrostática, sobre chapas pré-fosfatizadas, de uma película espessa de resina epóxica, com 180μ de camada média por face interna e 140μ na face externa. Esta película isola o aço estrutural do meio agressivo, protegendo contra os agentes corrosivos.

A proteção galvânica do zinco e a barreira isolante do Epoxy-Bonded tem se mostrado eficientes para garantir a durabilidade das estruturas de aço corrugado em obras de canalização, drenagem ou passagens inferiores em todo o mundo.

SEÇÃO TRANSVERSAL



- Estas instruções práticas não dispensam a aprovação do projetista da obra que deverá determinar o traço adequado, espessura, forma de lançamento, etc.
- Há situações hidráulicas nas quais a presença do pavimento aumenta a capacidade de vazão, uma vez que reduz o coeficiente de rugosidade.
- Para situações extremas de corrosão (Nível D), materiais ou procedimentos especiais podem ser estudados caso a caso.

Existem, entretanto, situações especiais de projeto em que a estrutura metálica é submetida a esforços de impacto constante devido à velocidade e à presença de partículas sólidas no fluxo (Níveis 3 e 4).

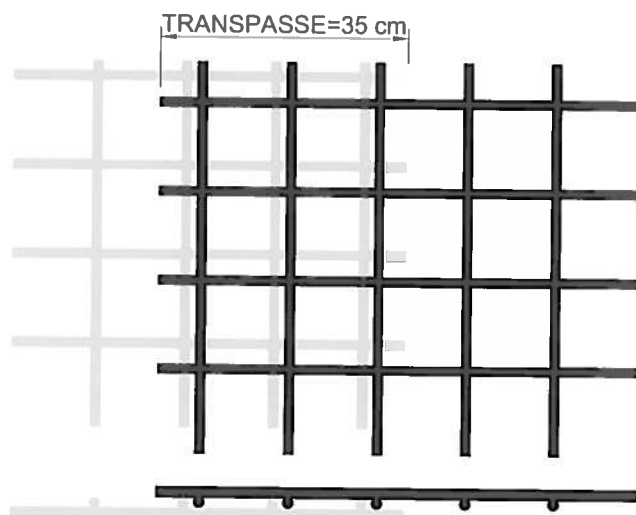
Nestes casos, para prevenir contra o desgaste precoce ou estender a vida útil das estruturas corrugadas, a Armco Staco recomenda a aplicação de um pavimento sobre parte do perímetro molhado.

Este pavimento preventivo pode ser de asfalto ou concreto, não estrutural, aplicado na obra após a montagem e aterro da estrutura metálica. Na prática, o pavimento de concreto é mais simples de aplicar e fornece proteção extra de forma econômica, preservando todas as vantagens da utilização dos tubos de aço corrugado.

RECOMENDAÇÕES BÁSICAS PARA APLICAÇÃO DO PAVIMENTO:

- Utilizar Cimento Portland CP II E, exceto em casos de ambiente excepcionalmente corrosivo ou abrasivo para os quais deve ser feita avaliação específica.
- Resistência característica do concreto - fck 21Mpa [C20].
- Diâmetro máximo do agregado - Brita 1 (19 mm).
- Relação água/cimento máx. 0,50 l/Kg para tubos destinados a águas pluviais e 0,45 l/Kg para meios agressivos.
- Cobrimento interno das armaduras mín. 3 cm.
- Dimensão máxima do agregado limitada ao menor valor entre 1/3 da espessura do concreto e o cobrimento mínimo da armadura. Espessura do concreto compreendida entre 5 e 7,5 cm.
- Armadura - utilizar tela com a finalidade de auxiliar na fixação do concreto às chapas, podendo ser adotada a armadura mínima. A tela deve ser fixada à cabeça dos parafusos da estrutura corrugada com arame recozido trançado, transpasse de 35 cm. Não há necessidade de tela estrutural.
- O revestimento de concreto poderá cobrir 90° a 180° da calha inferior conforme ilustrado.

EMENDAS DE TELAS



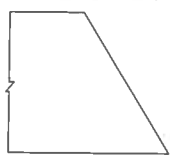
• FIXAR A TELA COM ARRAME NOS PARAFUSOS

MONTAGEM E ACABAMENTO

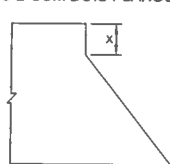
Em obras hidráulicas é importante prever dispositivos de entrada e saída com objetivo de permitir o melhor funcionamento hidráulico, bem como garantir a integridade dos taludes. A Armco Staco disponibiliza o melhor acabamento para dispositivos de alas de concreto, gabiões, pedra argamassada entre outros, que garantem a integridade da sua obra.

ACABAMENTO COM BISEL NORMAL E BISEL ESCONSO

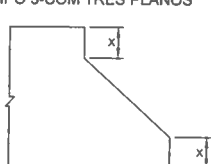
TIPO 1-COM UM PLANO



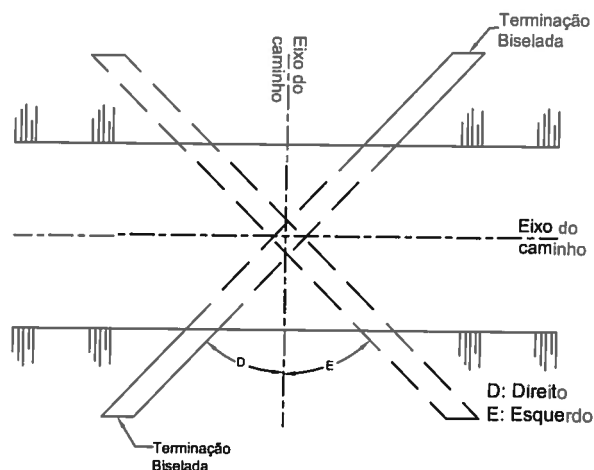
TIPO 2-COM DOIS PLANOS



TIPO 3-COM TRÊS PLANOS



- As estruturas esconsas podem ser fornecidas sem bisel ou com acabamento biselado. Para os acabamentos biselados, o ângulo (D ou E) deve estar compreendido entre 0° e 25° para estruturas circulares. Para as demais formas geométricas consulte-nos.
- Utilize o Manual de Instruções de Montagem, disponibilizado em conjunto com o seu material, para ter a garantia de uma montagem perfeita. Em caso de dúvidas, você ainda conta com o Departamento de Engenharia da Armco Staco.



NORMAS TÉCNICAS

As tabelas que constam neste catálogo foram elaboradas considerando as formas, os padrões e os materiais utilizados pela ARMCO STACO na fabricação de seus produtos, de acordo com as normas:

- AASHTO - American Association of State Highway and Transportation Officials.
- ASTM - American Society for Testing and Materials.
- AISI - American Iron and Steel Institute.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

