

Tecnologia

100% Nacional.

COBIMASA

INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.

A telha autoportante IMASA nasceu em 1973, da necessidade de trazer ao mercado da construção a inovação arquitetônica e estrutural em coberturas metálicas, através de um novo processo construtivo.

Revolucionária pelo seu sistema, ideal pela resistência e economia, aliado à capacidade de respostas e rapidez de execução, a telha Autoportante IMASA supriu as necessidades do mercado e continua a evoluir buscando oferecer sempre a melhor solução na construção de coberturas metálicas.

Este manual técnico tem o objetivo de oferecer orientação na aplicação da telha autoportante. Nele estão contidas informações do material, das especificações técnicas, escolha do perfil e orientações da montagem.



Coberturas e Fechamentos

O Sistema Construtivo Autoportante IMASA é constituído por telhas perfiladas em aço zincado, justapostas e interligadas através de parafusos galvanizados com arruelas de vedação e fixação. As telhas são fixadas à estrutura de sustentação através de suportes de fixação, com forma igual a geometria da telha.

A cobertura e o fechamento autoportante funcionam como uma casca metálica de configuração complexa, com funções estruturais e de proteção simultaneamente. Devido a forma geométrica da telha (inércia) e as características do material que a constitui, consegue-se maior resistência mecânica, o que permite vencer grandes vãos sem apoios intermediários.



Aço Galvanizado

O aço utilizado nas telhas IMASA é constituído de uma chapa fina de aço, geralmente de baixo teor de carbono, revestida por uma camada de zinco no processo de imersão à quente (galvanização).

A zincagem é um processo empregado para proteger o aço da corrosão atmosférica. A proteção funciona por meio da barreira mecânica da camada de zinco a uma taxa de corrosão de 10 a 50 vezes mais lenta que o aço e também pelo efeito sacrificial do zinco em relação ao aço base, isto é, perda de massa de revestimento (proteção galvânica ou catódica). Dessa forma, em espessuras até 1,55 mm o aço continua protegido nas bordas dos cortes e furos das telhas, uma vez que estarão protegidos pelo zinco das proximidades.

Enquanto a camada de zinco estiver intacta, a formação de carbonato de zinco na superfície irá garantir a resistência a corrosão atmosférica da peça de aço. Caso o revestimento de zinco sofra riscos, entra em ação a proteção catódica do zinco, garantindo a integridade.

A zincagem, no processo contínuo de imersão à quente, garante ao aço da telha autoportante grande durabilidade contra a corrosão, mesmo nas condições mais severas, como atmosfera marinha e industrial.

Atendendo as necessidades do mercado, o aço galvanizado pode ser fornecido para cada aplicação específica:

- **Aço Zincado com cristais normais:** Laminado revestido de puro zinco com cristais normais com aspecto de flores, utilizado em telhas, silos, equipamentos agrícolas e etc.
- **Aço Zincado com cristais minimizados:** Apresenta superfície mais lisa e com aparência mais regular, adequada para aplicações que exijam pintura. Para telhas pré-pintadas as bobinas de aço zincado terão que ser minimizadas.
- **Aço revestido com Alumínio/Zinco:** Laminado revestido de uma liga de zinco e alumínio (43,4% zinco, 55% alumínio e 1,6% silício), que reúne maior resistência contra a oxidação e com a beleza do alumínio. Conhecido também como Galvalume, Zinalume, Aluzinc, Cinclum, Algafort.
- **Aço Zincado Pré-Pintado:** Laminado revestido de zinco pelo processo contínuo, mais um revestimento de pintura pelo sistema Coil-Coating com primer epóxi e acabamento poliéster, espessura de 15 micras na face interna e 20 micras na face externa.
- **Aço Zincado Pós-Pintado:** Laminado revestido de zinco pelo processo contínuo, mais um revestimento de pintura eletrostática a pó-poliéster em uma ou em ambas as faces da telha já conformada. Substitui a pintura líquida e a anodização, com espessura do filme de 50 a 60 micras.

Outras matérias primas usadas para telhas autoportantes:

- **Alumínio:** Laminado de alumínio-manganês, de boa resistência à corrosão e boa formabilidade, na liga 3104 com tempera H-19 (encruado extraduro) e resistência mínima à tração de 260 Mpa. Espessura mínima de 1,00 mm.
- **Aço Inoxidável:** Laminado de liga ferro-cromo com teor mínimo de 12% de cromo, com excelente resistência à corrosão atmosférica. Aço austenítico AISI-304, tipo ABNT 304 e 304 L, com resistência à tração de 579 Mpa.

Perfilação na Obra

As telhas são moldadas em máquinas perfiladoras auto-transportáveis projetadas e construídas pela Imasa, tendo rolos conformadores com raios de curvatura que não trincam o perfil da telha.

Quando não houver possibilidade de transporte das telhas em caminhões normais, a perfiladora executa o serviço no próprio local da obra, perfilando a telha no comprimento necessário, o que elimina na montagem as emendas e os transpasses longitudinais. No processo de cortar a telha forma-se a pingadeira, dobra da chapa a 90°, que evita o retorno das águas pluviais, garantindo a estanqueidade da cobertura.



Perfiladora



Produção no Local

Características do Produto

O aço zincado tem como principal característica a resistência mecânica e a composição química definida, conforme normas técnicas NBR 7008 e NM 97.

Propriedades do Aço Zincado

NORMA TÉCNICA	GRAU	COMPOSIÇÃO QUÍMICA				PROPRIEDADES MECÂNICAS					
		C	Mn	P	S	LIMITE DE ESCOAMENTO (Mpa)	LIMITE DE RESISTÊNCIA (Mpa)	ALONGAMENTO			
								ESP.	BASE DE MEDIDA (mm)	VALOR (mm / %)	
NBR 7008	ZC	0,15	0,60	0,05	0,05	> 200	> 280	qualquer	50	22	

Módulo de elasticidade do aço: $2,1 \times 10^5$ Mpa

Dimensões das Bobinas de Aço Zincado

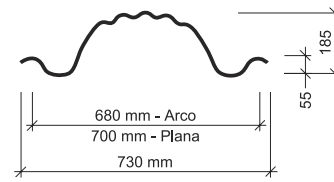
ESPESSURA (mm)	LARGURA (mm)	MASSA (Kg/m ²)		DIÂMETRO INTERNO NOMINAL DE BOBINA (mm)
		1000	1200	
0,65	1000	-----	5,10	508
0,80	1000	1200	6,28	
0,95	1000	1200	7,46	
1,11	1000	1200	8,71	
1,25	1000	1200	9,81	
1,55	1000	1200	12,17	

Revestimento de Produtos Zincados

NORMAS	MASSA MÍNIMA (g/m ²)				ESPESSURA DE CAMADA (2) (mm)
	TIPO	POR FACE	ENSAIO INDIVIDUAL (1)	MÉDIA ENSAIO TRIPLO (1)	
NBR 7008	B	100	250	260	36
NM 97	Z-275	94	235	275	39

(1) Massa de zinco depositada em ambas as faces, expressa em g/m², sendo considerado no cálculo apenas a área de uma face.

(2) Um peso de revestimento de 100 g/m² (nas duas faces) corresponde a uma espessura de camada de 7,1 mm/face.

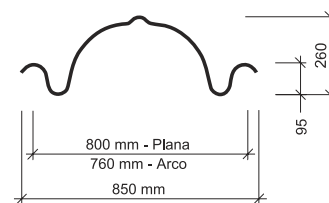
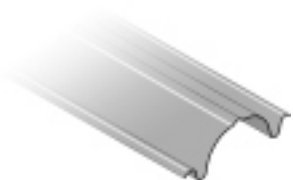
*Autoportante IMAP-700**PLANA / Altura 185*

ESPESSURA		VÃO MÁXIMO (m)	BALANÇO (m)	PESO/m (kg)	PESO/m ² (Kg/m ²)	PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS		
mm	BITOLA					INÉRCIA (cm ⁴)	MÓDULO DE RESISTÊNCIA	
							INF. (cm ³)	SUP. (cm ³)
0,65	# 24	7,00	2,50	5,10	7,28	316	37	32
0,80	# 22	9,00	3,00	6,28	8,97	389	45	40
0,95	# 20	11,00	3,50	7,46	10,65	462	54	47
1,11	# 19	13,00	4,00	8,71	12,44	540	63	55
1,25	# 18	14,00	4,50	9,81	14,01	608	71	63

ARCO / Altura 185

ESPESSURA		VÃO MÁXIMO (m)	COMPRIMENTO DESENVOLVIDO (m)	FLECHA MÁXIMA (m)	RAIO DE CURVATURA (m)	LARGURA ÚTIL (m)	PESO (Kg / m ²)	INERCIÁ (cm ⁴)
mm	BITOLA							
0,65	# 24	12,00	12,15	0,80	23,00	0,68	7,50	316
0,80	# 22	16,00	16,75	2,15	16,00	0,68	9,23	389
0,95	# 20	20,00	21,20	3,00	18,00	0,67	10,97	462
1,11	# 19	24,00	25,75	4,00	20,00	0,66	12,81	540
1,25	# 18	26,00	27,80	4,25	22,00	0,66	14,42	608

Posição do centro de gravidade: C.G. = 98,1 mm da crista superior e 86,9 mm da crista inferior

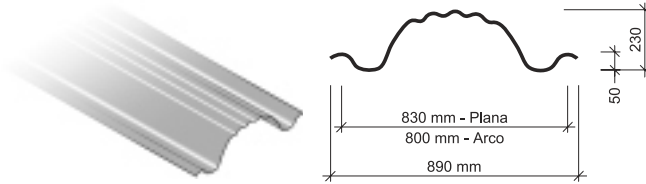
*Autoportante IMAP-800**PLANA / Altura 260*

ESPESSURA		VÃO MÁXIMO (m)	BALANÇO (m)	PESO/m (kg)	PESO/m ² (Kg/m ²)	PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS		
mm	BITOLA					INÉRCIA (cm ⁴)	MÓDULO DE RESISTÊNCIA	
							INF. (cm ³)	SUP. (cm ³)
0,95	# 20	13,00	3,50	8,95	11,18	796	69	59
1,11	# 19	15,00	4,00	10,45	13,06	930	81	69
1,25	# 18	16,00	4,50	11,77	14,71	1048	91	78
1,55	# 16	18,00	5,00	14,60	18,26	1299	113	96

ARCO / Altura 260

ESPESSURA		VÃO MÁXIMO (m)	COMPRIMENTO DESENVOLVIDO (m)	FLECHA MÁXIMA (m)	RAIO DE CURVATURA (m)	LARGURA ÚTIL (m)	PESO (Kg / m ²)	INERCIÁ (cm ⁴)
mm	BITOLA							
0,95	# 20	14,00	14,00	0,12	204,00	0,77	11,62	796
1,11	# 19	17,50	17,52	0,35	109,00	0,76	13,75	930
1,25	# 18	23,00	23,15	1,00	65,00	0,76	15,48	1048
1,55	# 16	35,00	36,65	4,00	35,00	0,75	19,46	1299

Posição do centro de gravidade: C.G. = 142mm da crista superior e 118mm da crista inferior

*Autoportante IMAP-850**PLANA / Altura 230*

ESPESSURA		VÃO MÁXIMO (m)	BALANÇO (m)	PESO/m (kg)	PESO/m ² (Kg/m ²)	PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS		
mm	BITOLA					INÉRCIA (cm ⁴)	MÓDULO DE RESISTÊNCIA	
							INF. (cm ³)	SUP. (cm ³)
0,80	# 22	11,00	3,00	7,53	9,07	590	53	53
0,95	# 20	13,00	3,50	8,95	10,78	701	63	99
1,11	# 19	15,00	4,00	10,45	12,59	819	73	115
1,25	# 18	16,00	4,50	11,77	14,18	923	83	130
1,55	# 16	18,00	5,00	14,60	17,59	1144	102	161

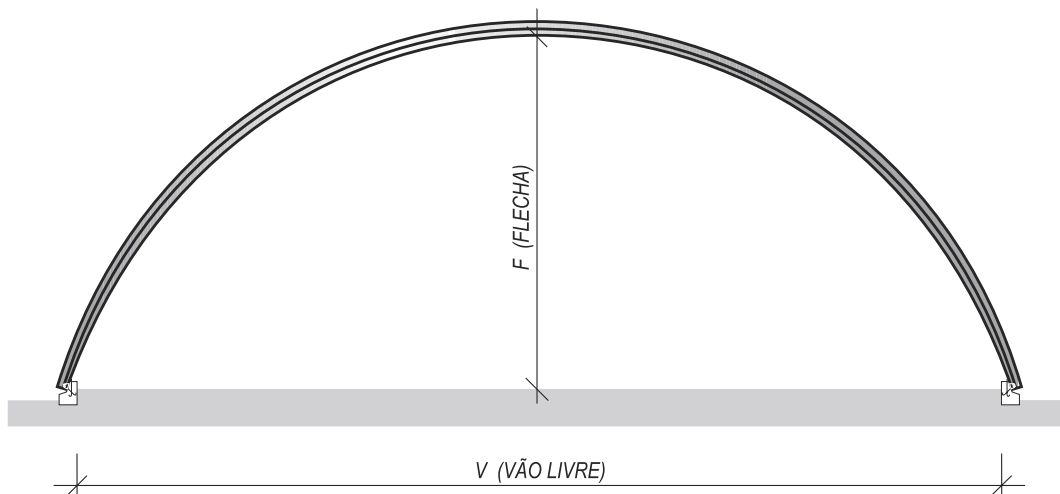
ARCO / Altura 230

ESPESSURA		VÃO MÁXIMO (m)	COMPRIMENTO DESENVOLVIDO (m)	FLECHA MÁXIMA (m)	RAIO DE CURVATURA (m)	LARGURA ÚTIL (m)	PESO (Kg / m ²)	INÉRCIA (cm ⁴)
mm	BITOLA							
0,95	# 20	14,00	14,02	0,25	98,00	0,81	11,05	701
1,11	# 19	17,50	17,55	0,59	65,00	0,80	13,06	819
1,25	# 18	23,00	23,13	1,15	58,00	0,80	14,71	923
1,55	# 16	35,00	36,22	4,03	40,00	0,79	18,46	1144

Posição do centro de gravidade: C.G. = 114,3 mm da crista superior e 115,7 mm da crista inferior

Coberturas Chão a Chão (Galpões e Túneis)

MODELO	VÃO LIVRE (m)	ALTURA INTERNA FLECHA (m)	IMAP-700	RAIO (m)
			ESPESSURA (mm)	
GMC-18	18,00	7,00	0,95	9,25
GMC-20	20,00	8,00	1,11	10,25
GMC-22	22,00	9,00	1,25	11,22



Fórmulas

Fórmulas utilizadas para o Cálculo das Telhas em Arco: Comprimento, Flecha e Raio de Curvatura.

$$F_t = R - \sqrt{\frac{R^2 - (V + 2 \times B)^2}{4}}$$

$$C_a = 2 \times R \times \text{arc sen} \left[\frac{V + 2 \times B}{2 \times R} \right]$$

$$R = \frac{F_t}{2} + \frac{(V + 2 \times B)^2}{8 \times F_t}$$

R = Raio de curvatura

F_t = Flecha máxima da telha

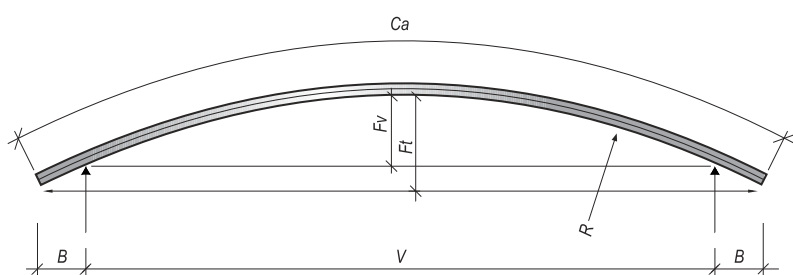
F_v = Flecha máxima do vão livre

C_a = Comprimento da telha em arco

V = Vão livre da telha

B = Beiral da telha

OBS: Medidas em metros.



Raios de Curvatura Mínimos (m)

ESPESSURA	IMAP-700	IMAP-800	IMAP-850
0,65	23,00	-----	-----
0,80	16,00	-----	-----
0,95	18,00	204,00	98,00
1,11	20,00	109,00	65,00
1,25	22,00	65,00	58,00
1,55	-----	35,75	40,00

Acessórios de Fixação

A perfeita segurança das coberturas autoportantes consiste na fixação e solidarização das telhas na estrutura de apoio seja concreto, metálico ou madeira. Fixar bem é uma etapa do sistema construtivo que vai dar a cobertura grande performance e segurança.

□ **Perfil de Apoio:** Perfil metálico com chumbadores tipo “C”, “L” ou “Ferro chato”, fixados em vigas de concreto da cobertura, onde são soldado os suportes de fixação das telhas.

□ **Suporte de Fixação:** Para fixar as telhas no perfil de apoio, são usadas peças em aço-carbono estrutural, com forma igual a geometria da onda baixa da telha, nas dimensões e furação de acordo com o vão livre (tipo da telha). Fixos ou articulados facilitam a movimentação de contração e dilatação da telha autoportante.

□ **Parafusos:** Para solidarizar o conjunto autoportante e evitar a abertura na sobreposição lateral, utiliza-se parafusos de aço galvanizado com arruela de vedação de neoprene, aplicados a cada metro.

□ **Tirantes e Contraventamentos:** Para coberturas em arco, e quando as estruturas de apoio não forem dimensionadas para suportar todo o empuxo da ação dos ventos, recomenda-se o uso de tirantes e contraventamentos em vergalhões redondos de aço-carbono pintados ou cabos galvanizados de alma de aço, esticadores, sapatilhas e grampos, com a finalidade de absorver parte do esforço horizontal transmitido pelas telhas.

Acessórios de Acabamento

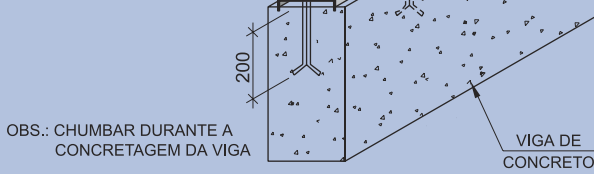
Para um perfeito acabamento e estanqueidade das coberturas e fechamentos laterais autoportantes, empregam-se peças lisas e dobradas de chapa de aço zincado com formatos diversos, conforme a situação em que são usadas.

- Rufos de Topo e Lateral
- Calhas

- Chapas de Vedação
- Testeiras

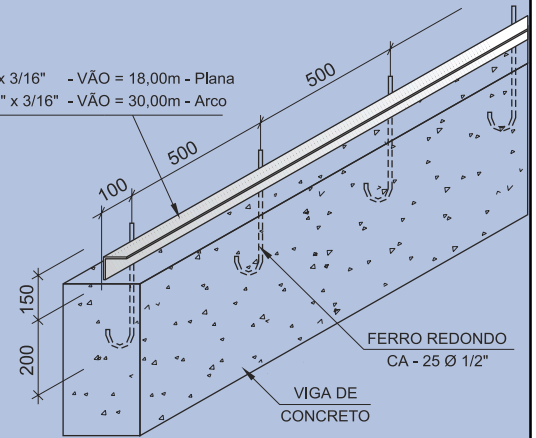
**PERFIL DE APOIO TIPO “ [”
COM CHUMBADORES “ L ”**

- CÓD. 01 - [25 x 70 x 25 x 1/8" - VÃO = 14,00m
- CÓD. 02 - [25 x 120 x 25 x 1/8" - VÃO = 20,00m
- CÓD. 03 - [30 x 150 x 30 x 3/16" - VÃO = 30,00m



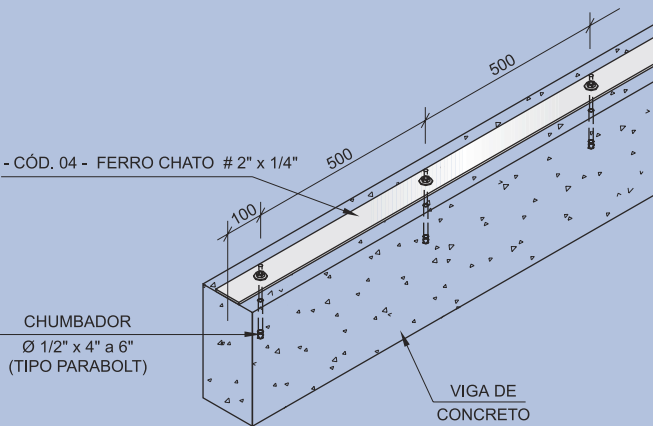
**PERFIL DE APOIO TIPO “ L ”
COM CHUMBADORES REDONDO**

- CÓD. 06 - L 2" x 2" x 3/16" - VÃO = 18,00m - Plana
- CÓD. 07 - 2L 2" x 2" x 3/16" - VÃO = 30,00m - Arco

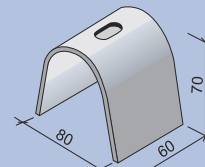


**PERFIL DE APOIO TIPO “Ferro Chato”
COM CHUMBADORES EXPANSÍVEIS OU QUÍMICOS**

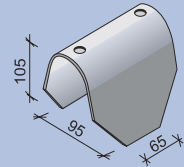
- CÓD. 04 - FERRO CHATO # 2" x 1/4"



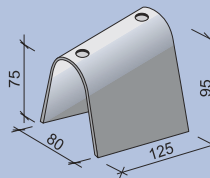
SUPORTE DE FIXAÇÃO



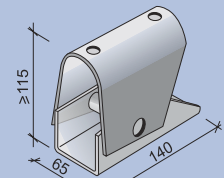
FIXO Nº 1 - PLANA 700/850



FIXO Nº 2 - PLANA 800

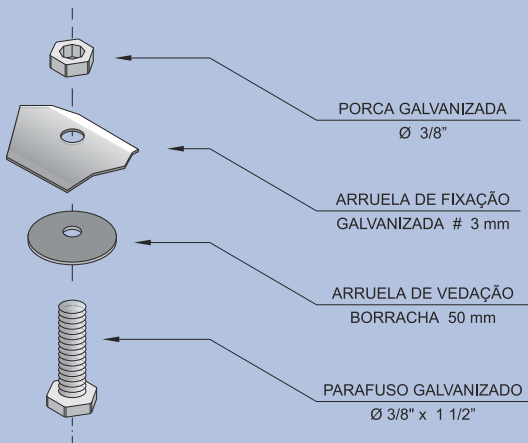


FIXO Nº 3 - ARCO 800/850
VÃO LIVRE = 35,00m

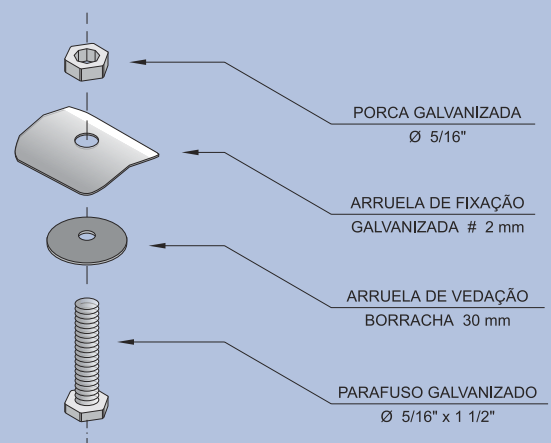


ARTICULADO Nº 5 - ARCO 700/800/850
VÃO LIVRE = 20,00m

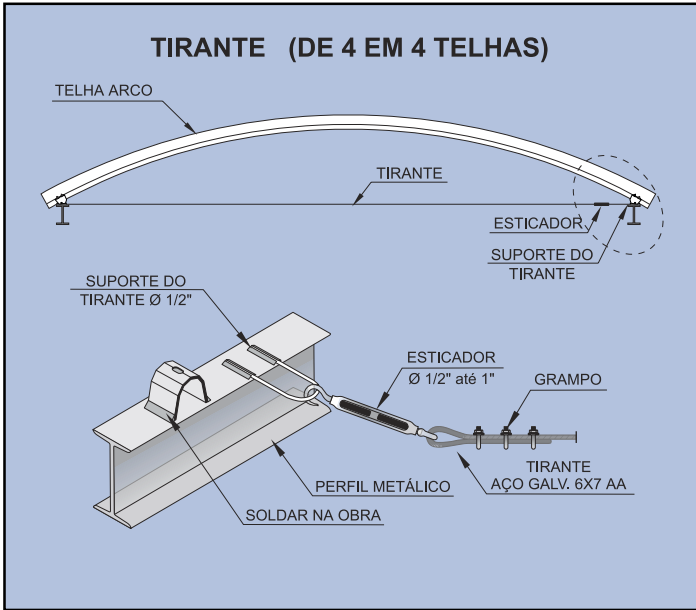
PARAFUSO DE FIXAÇÃO DA TELHA



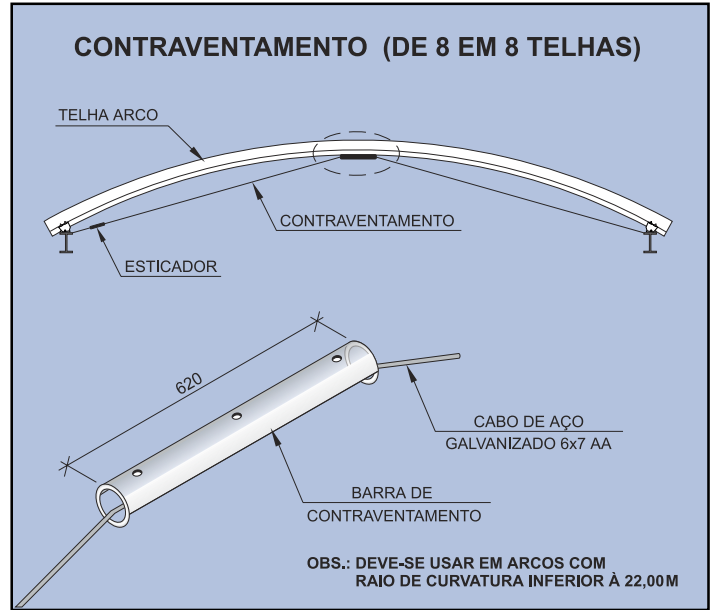
PARAFUSO DE SOLIDARIZAÇÃO ENTRE TELHAS



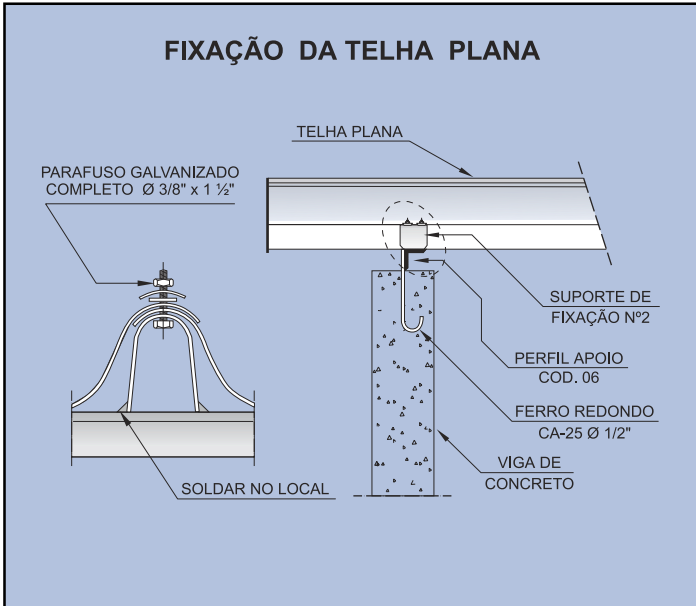
TIRANTE (DE 4 EM 4 TELHAS)



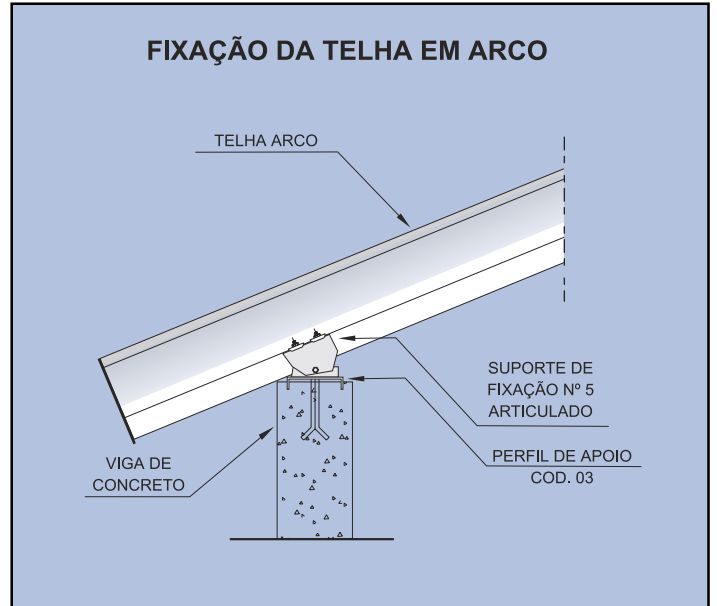
CONTRAVENTAMENTO (DE 8 EM 8 TELHAS)



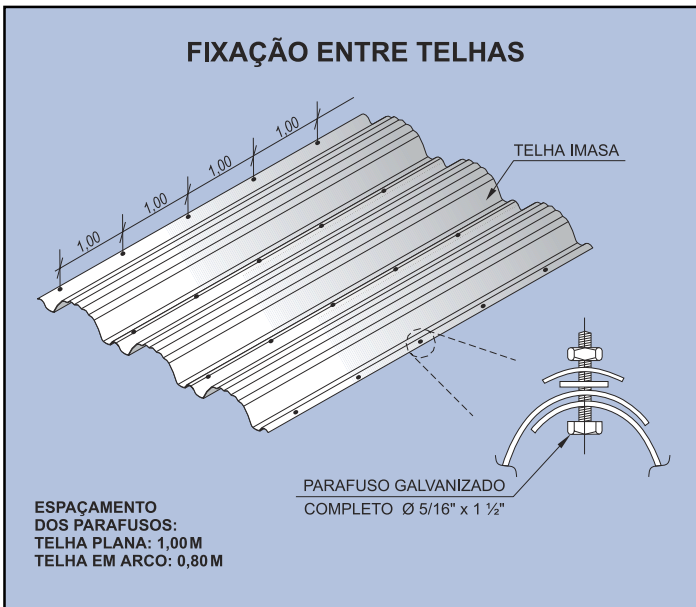
FIXAÇÃO DA TELHA PLANA



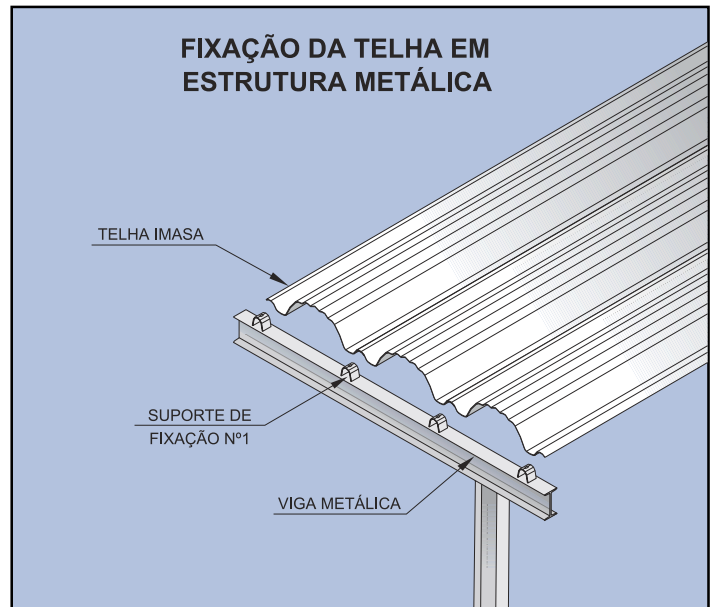
FIXAÇÃO DA TELHA EM ARCO



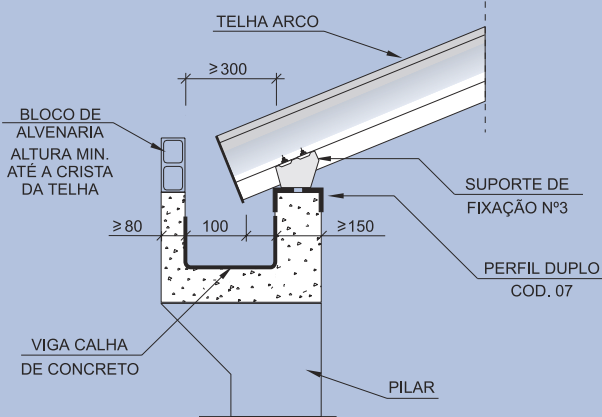
FIXAÇÃO ENTRE TELHAS



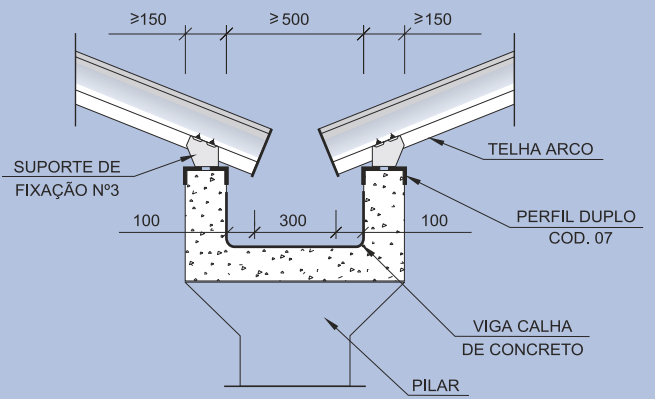
FIXAÇÃO DA TELHA EM ESTRUTURA METÁLICA



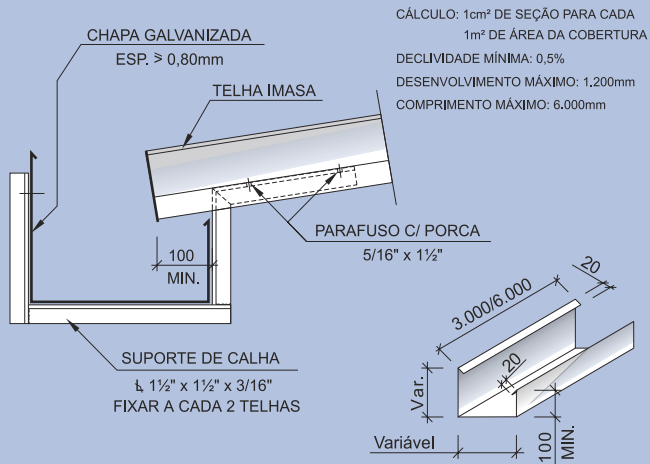
CALHA DE CONCRETO - ARCO SIMPLES



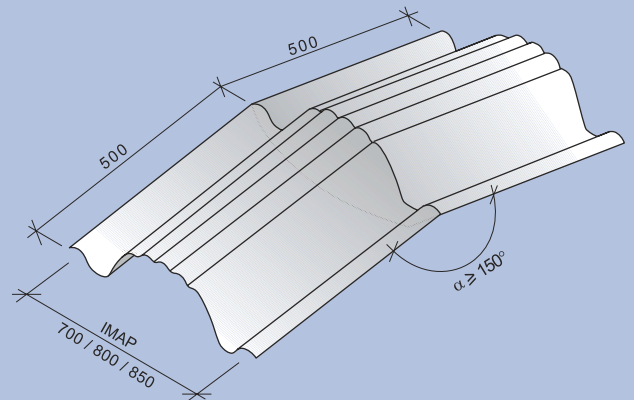
CALHA DE CONCRETO - ARCO DUPLO



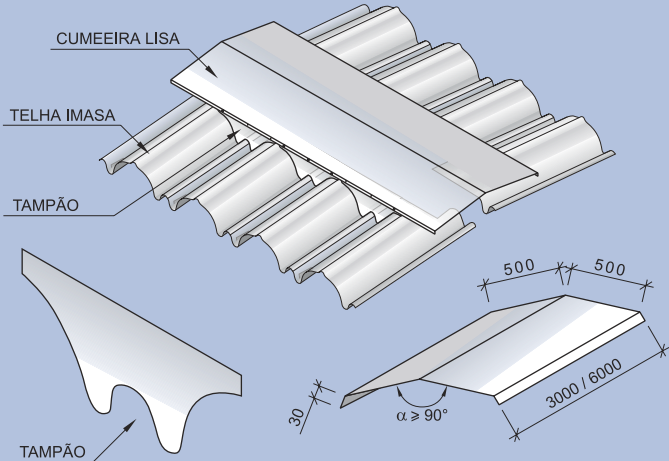
CALHA METÁLICA



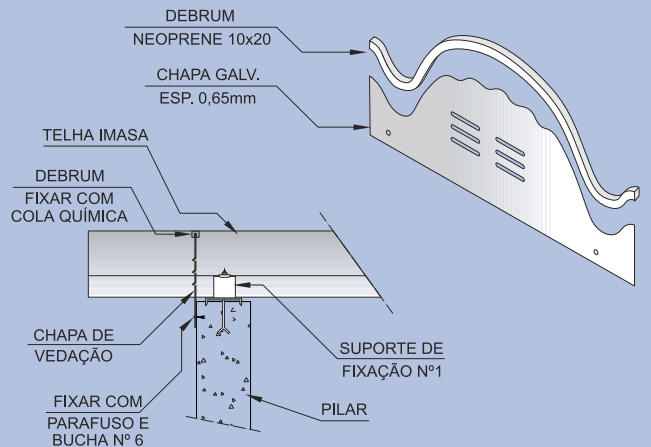
CUMEEIRA PERFIL 700/800/850



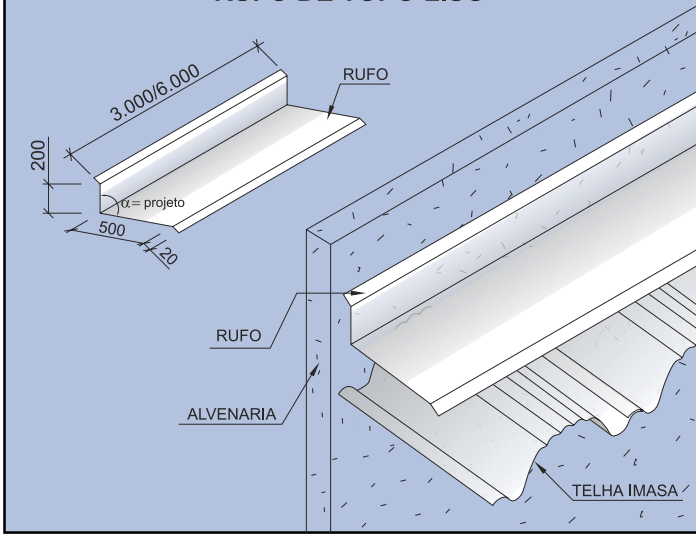
CUMEEIRA LISA COM TAMPÃO



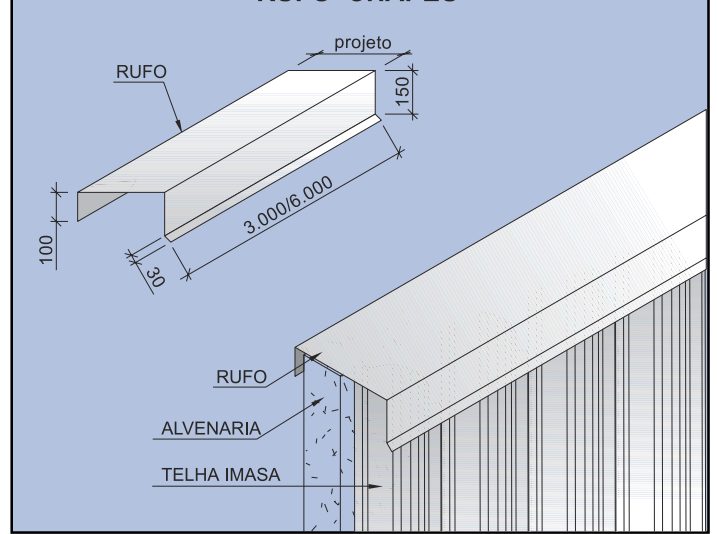
CHAPA DE VEDAÇÃO



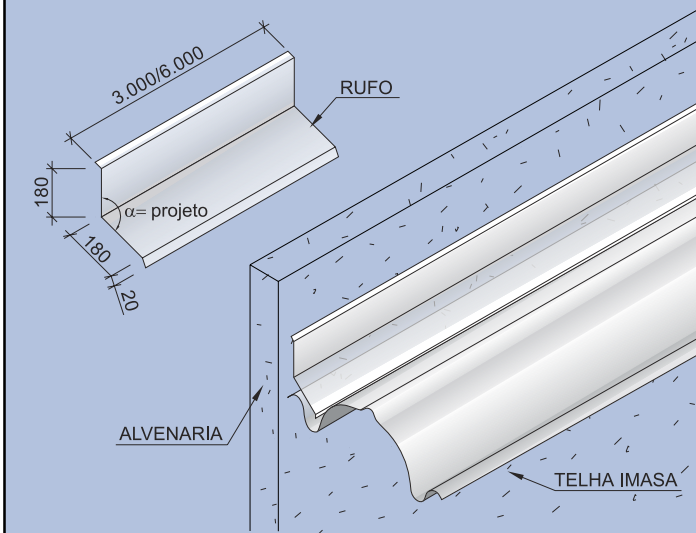
RUFO DE TOPO LISO



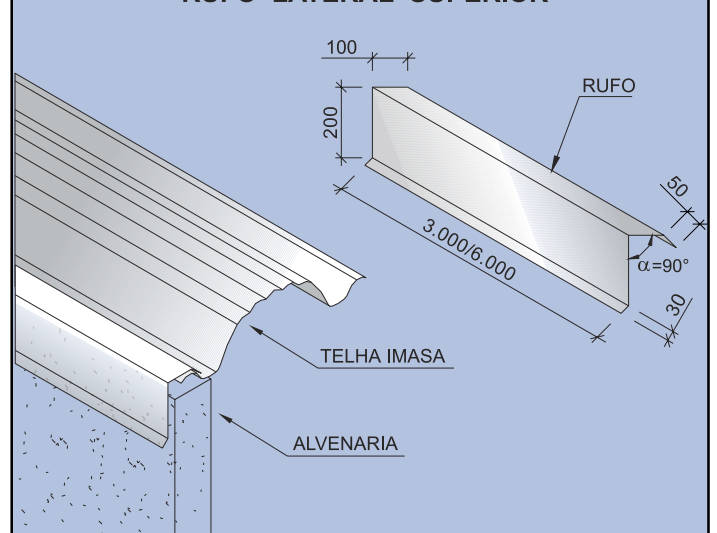
RUFO CHAPÉU



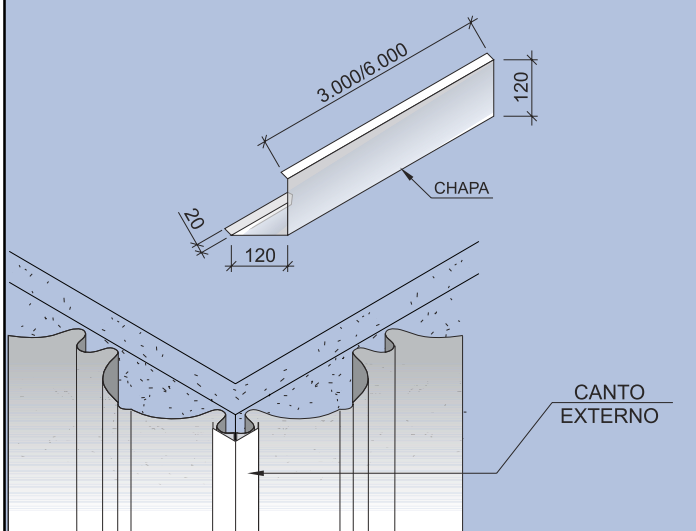
RUFO LATERAL INFERIOR



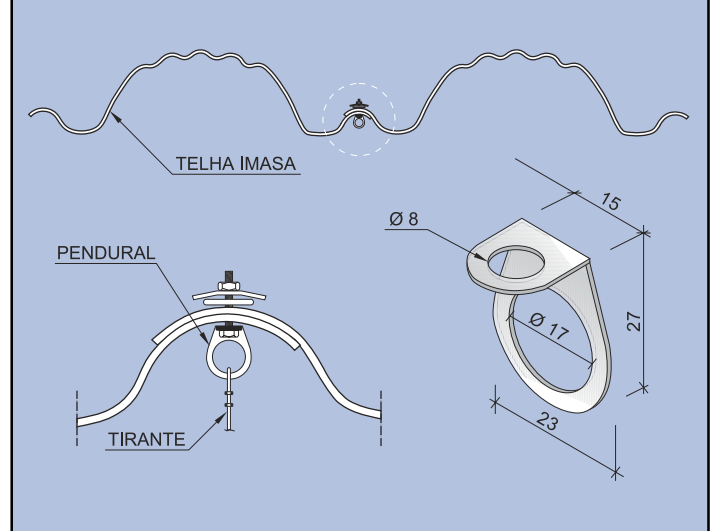
RUFO LATERAL SUPERIOR



CANTO EXTERNO



PENDURAL PARA FORRO / AR COND.



Proteção

Em indústrias alimentícias, têxteis, de precisão e farmacêuticas entre outras, só o isolamento térmico por reflexão do aço zincado é insuficiente. Nesses casos, as telhas autoportantes IMASA, podem ter proteção termoacústicas que darão considerável redução de calor em relação ao ambiente externo e também de ruído com difusão e absorção das ondas sonoras. São utilizados os seguintes isolamentos:

- **Isolante cerâmico composto de resina 100% acrílica com cerâmica sintética**, de baixa emissividade, com camada média de 330 micras e valor de condutibilidade térmica $K = 0,00284 \text{ Kcal/mh}^\circ\text{C}$;
- **Sanduíche composto por duas telhas autoportantes** separadas por espaçadores de aço zincado com um miolo isolante de lã de vidro ou lã de rocha, espessura de 40 mm e coeficiente global de transmissão de calor de $0,81 \text{ W/m}^2/^\circ\text{C}$.
- **Revestimento impermeável de Poliuretano Expandido (PUR)**, na espessura de 20 mm, auto-extinguível, densidade de 40 Kg/m^3 e condutibilidade térmica de $0,01$ a $0,021 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$.

Coeficiente de Condutibilidade Térmica

É o fluxo de calor que atravessa uma parede, por metro quadrado, para um metro de espessura, para um grau centígrado de diferença de temperatura entre as duas faces.

Quanto mais isolante for o material, menor é o coeficiente de condutibilidade térmica



Coeficientes de Condutibilidade Térmica (λ)

ISOLAMENTO	FATOR λ
	Kcal/mh ^{°C}
Poliuretano Rígido Expandido (PUR)	0,022
Poliestireno Expandido (ISOPOR)	0,028
Lã de rocha	0,030
Lã de vidro	0,039

Coeficiente de Condutibilidade Térmica do Aço Zincado = $39,4 \text{ Kcal/mh}^\circ\text{C}$

Reflexão de Calor

O aço zincado comparativamente a outros materiais de construção, apresenta melhor desempenho com relação à reflexão da irradiação solar.

Quadro Comparativo - Temperatura Ambiente (t_a) = $30,5^\circ\text{C}$

TELHA	TEMPERATURA INTERNA	DIFERENÇA DE TEMPERATURA	QUANTIDADE DE IRRADIAÇÃO SOLAR REFLETIDA	
	t_i (°C)	$dt = t_i - t_a$ (°C)	$Q_t = 100 - (dt - 100/52,8)$	
Aço Zincado	45,0	14,5	0,73	73%
Alumínio	55,8	25,3	0,52	52%
Cerâmica	58,6	28,1	0,47	47%
Cimento Amianto	69,2	38,7	0,27	27%

Material de comparação: Chapa pintada de Negro-Fosco, $t_i = 83,3^\circ\text{C}$ e $dt = 52,8^\circ\text{C}$.

Telhas Coloridas



As telhas autoportantes pintadas IMASA, oferecem excepcional poder decorativo, que enobrecem as coberturas e fechamentos laterais dando um aspecto moderno e de grande impacto visual. A pintura das telhas é executada em parceria com empresas terceirizadas.

Pré-Pintura (Coil-Coating):

Pintura antes da perfilação da telha pelo sistema Kroma, com primer epóxi, acabamento em poliéster e proteção de película de polietileno. Nas cores Branco (K-100), Areia (K-152), Cinza (K-205), Creme (K-300), Amarelo (K-301), Azul (K-406), Verde (K-513) e Vermelho (K-813).

Pós-Pintura:

Pintura após perfilação da telha, com tinta a pó a base de resina poliéster, aplicada com pistolas eletrostáticas automáticas e manuais com polimerização (cura) a 200°C em estufa contínua.



Branco
K-100



Areia
K-152



Cinza Verso
K-205



Creme
K-300



Amarelo tropical
K-301



Azul Cristal
K-406



Verde Esmeralda
K-513



Vermelho
K-813

Ventilação e Iluminação

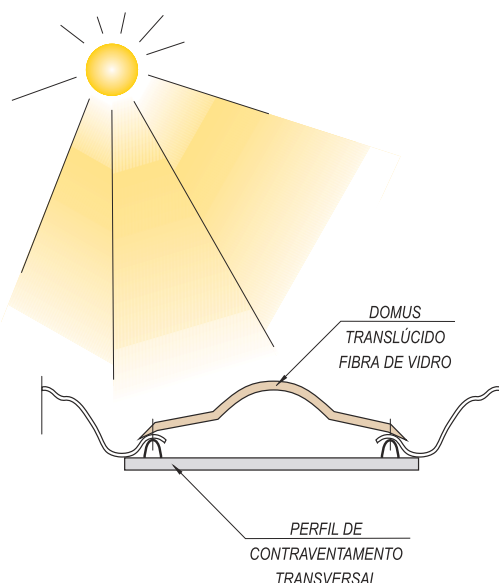
Com a crise de energia elétrica presente em nosso dia-a-dia, o uso da iluminação e ventilação natural devem ser exploradas a favor na solução arquitetônica das coberturas.

Telhas e domus de iluminação são utilizados intercalados com telhas de aço zincado, para melhorar a iluminação zenital das coberturas. Podem ser de fibra de vidro, policarbonato ou PVC, e aplicadas na proporção de uma peça translúcida para cada seis peças de aço zincado em até 15% da área coberta.

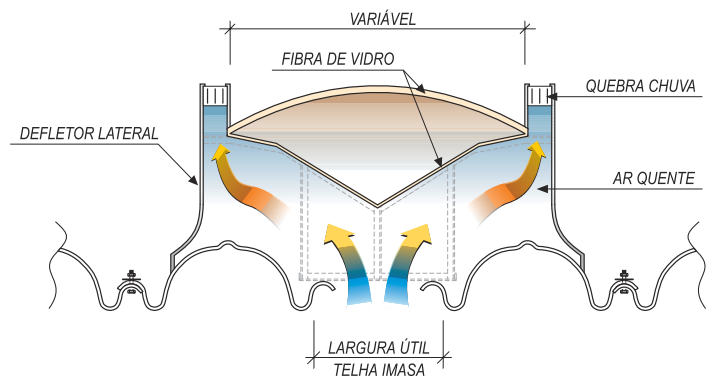
Para ventilar o ambiente interno e manter a temperatura dentro de níveis satisfatórios ao uso do edifício, empregam-se tomadas de ar nas paredes laterais e faz-se a exaustão na cobertura por meio de lanternins, exaustores, domus ou sheds.

A retirada da umidade do ar interno evita o gotejamento das telhas devido ao fenômeno físico chamado "condensação", que ocorre na face interna das telhas durante a queda brusca de temperatura nas noites frias.

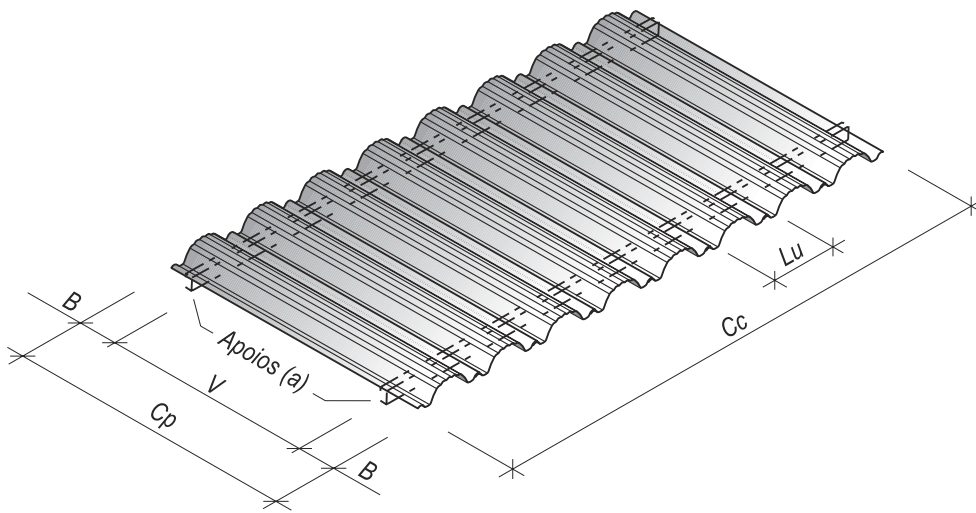
Domus de Iluminação



DEIT - Domus Exaustor Iluminador Térmico



Métodos para Dimensionamentos



Cobertura Plana:

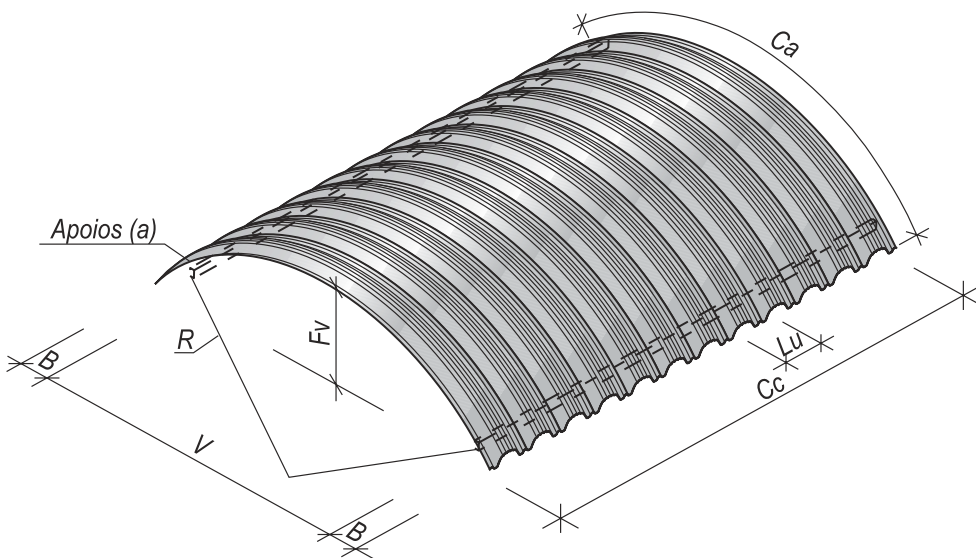
$$Q_t = \frac{C_c}{L_u}$$

$$C_p = V + 2 \times B$$

$$Q_s = Q_t \times Q_a + Q_a$$

$$Q_p = Q_t \times C_p - Q_s$$

$$M_p = Q_a \times C_c$$



Cobertura em Arco:

$$Q_t = \frac{C_c}{L_u}$$

$$C_a = 2 \times R \times \text{arc sen} \left(\frac{V + 2 \times B}{2 \times R} \right)$$

$$Q_s = Q_t \times Q_a + Q_a$$

$$Q_p = Q_t \times C_a - Q_s$$

$$M_p = Q_a \times C_c$$

$$T = Q_t \div 4 + 1$$

$$C_t = Q_t \div 8 + 1$$

Q_t = Quantidade de telhas

C_c = Comprimento da Cobertura

L_u = Largura útil da telha

C_p = Comprimento da telha plana

C_a = Comprimento da telhas em arco

V = Vão livre da telha

B = Beiral da telha

Q_s = Quantidade de suportes de fixação

Q_a = Quantidade de apoios

Q_p = Quantidade de parafusos

M_p = Metros lineares de perfil de apoio

T = Quantidade de tirantes

C_t = Quantidade de contraventamento

Cálculo dos Esforços de Cobertura Autoportante

A telha autoportante Imasa tem como uma de suas peculiaridades a grande resistência mecânica em função de sua conformação, isto é, de sua inércia elevada. Essa resistência possibilita suportar carregamentos de até 100 Kg/m², dependendo obviamente do vão livre que a telha irá vencer e da região onde será instalada.

Um software desenvolvido especialmente para a Imasa, analisa os diversos casos de carregamentos, como peso próprio, "Forças devidos aos ventos nas edificações" e determina as cargas atuantes.

Exemplo: Cálculo dos esforços da cobertura.

Método: Pórtico Circular Engastado.

I. DADOS GERAIS DA OBRA:

a. Largura (Vão livre)	1750 cm	e. Flecha	227cm
b. Comprimento	3700 cm	f. Telha	IMAP-700
c. Pé-direito	550 cm	g. Espessura	0,95 mm
d. Interpórtico	528 cm	h. Seção dos Pilares	25 x 40 cm

II. DADOS GEOMÉTRICOS / ELÁSTICOS

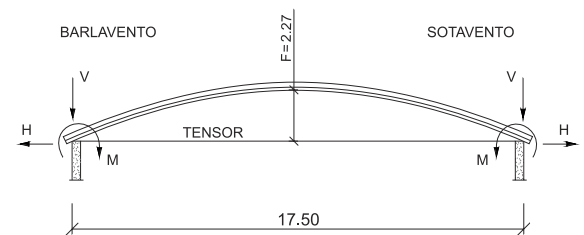
a. Módulo de elasticidade da Telha:	2100000 Kg/cm ²
b. Módulo de elasticidade dos Pilares:	258000 Kg/cm ²
c. Módulo de elasticidade do Tensor:	2100000 Kg/cm ²
d. Área da Telha	9,5 cm ²
e. Área dos Pilares	10000 cm ²
f. Área do Tensor	0,7126 cm ²
g. Inércia da Telha	462 cm ⁴
h. Inércia dos Pilares	52083,33 cm ⁴

III. DADOS DO CARREGAMENTO:

a. Peso próprio:	10,85 Kg/m ²
b. Sobre carga:	25,00 Kg/m ²
c. Pressão dinâmica:	60,00 Kg/m ²

IV. COEFICIENTES EÓLICOS:

a. Coeficiente de Vento Transversal:	0,7; -0,4; -0,5; -0,4
b. Coeficiente de Vento Longitudinal:	-0,7
c. Coeficiente de Pressão Interna:	0,3
d. Coeficiente de Sucção Interna:	0,3



V. RESULTADOS:

HIPOTESES DE CARGAS	BARLAVENTO			SOTAVENTO			TENSOR (Kgf)
	H (Kgf)	V (Kgf)	M (mKgf)	H (Kgf)	V (Kgf)	M (mKgf)	
PP + SC	491	1678	-2097	-491	1678	2097	2303
PP + VT	-1899	-655	6149	-90	-793	-402	0
PP + VT + PI	-2279	-1486	8740	291	-1625	-2993	0
PP + VT + SI	-1519	177	3558	-470	38	2188	0
PP + VL + PI	-727	-2249	6357	727	-2249	-6357	0

VI. DESLOCAMENTOS NO TOPO DOS PILARES

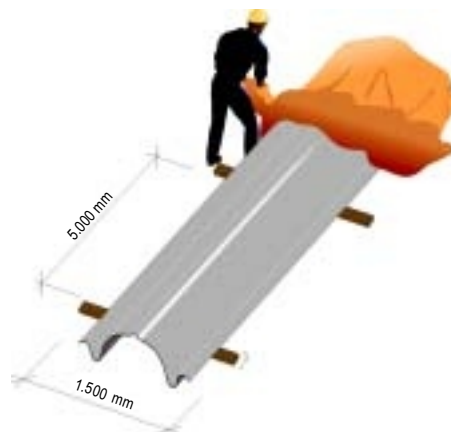
HIPOTESTE	PILAR	DESL. "X"	DESL. "Y"	DESL. "Z"
PP + SC	BARLAVENTO	-1,34665D+00	-3,57813D-04	3,05462D-03
	SOTAVENTO	1,34665D+00	-3,57813D-04	-3,05462D-03
PP + VT	BARLAVENTO	3,63176D+00	1,39571D-04	-8,36993D-03
	SOTAVENTO	-2,78353D - 01	1,69083D-04	4,10832D-05
PP + VT + PI	BARLAVENTO	5,49349D+00	3,16850D-04	-1,27325D-02
	SOTAVENTO	-2,14008D+00	3,46362D-04	4,40368D-03
PP + VT + SI	BARLAVENTO	1,77003D+00	-3,77083D-05	-4,00733D-03
	SOTAVENTO	1,58337D+00	-8,19628D-06	-4,32151D-03
PP + VL + PI	BARLAVENTO	4,75597D+00	4,79338D-04	-1,12974D-02
	SOTAVENTO			

Transporte e Armazenamento

As telhas devem ser transportadas em caminhões de carroceria aberta, protegidas com lona, para evitar o fenômeno da corrosão galvânica (corrosão branca) resultante da umidade.

No descarregamento das telhas, são empregados o mesmo número de homens em cima da carroceria e no solo, cuidando-se para que estejam protegidos com luvas de raspa. As telhas não podem ser arrastadas umas sobre as outras e deve-se ter cuidado para não haver dobras e nem quebras.

Para telhas de grandes comprimentos, usar guindaste com gabarito especial de descarga e com armazenamento em local seco e ventilado. Usar travessas de madeiras para apoiá-las afastadas 10 cm do solo, com inclinação suficiente para escoar a água de chuvas sobre as lonas que cobrem as telhas.



Montagem

Na montagem são verificadas as dimensões apresentadas no projeto, como largura, comprimento, nivelamento e alinhamento dos apoios. Quando possível, observa-se a direção dos ventos na região e faz-se a montagem em sentido contrário ao do vento predominante.

Para acelerar o processo a IMASA dispõe de equipes especializadas que empregam torres metálicas ou guindastes com lança telescópica para elevar rapidamente as telhas até a cobertura.

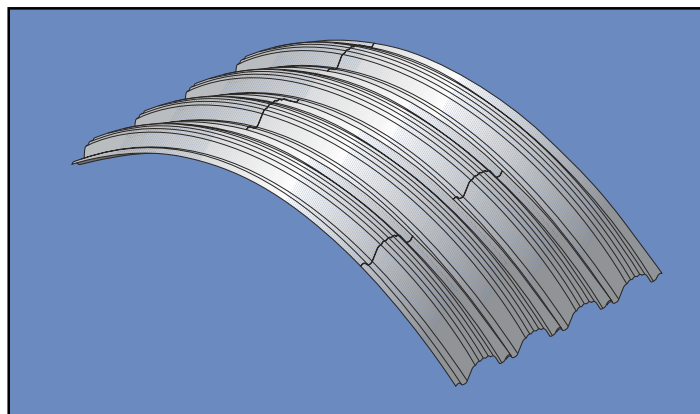
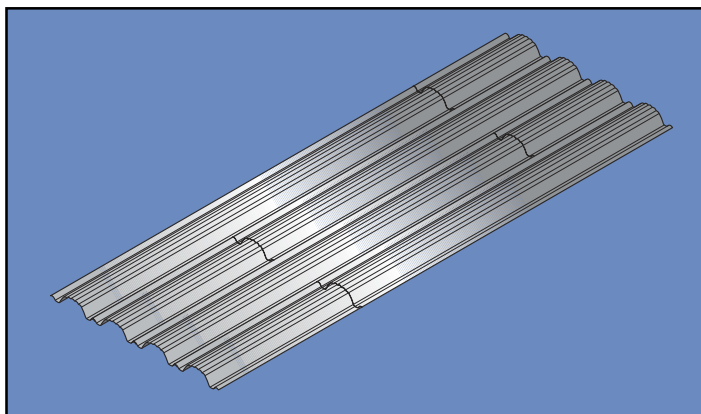
Confira outras recomendações para garantir o melhor resultado:

- Usar andaimes tubulares reguláveis para manter escoradas as telhas até o seu aparafusamento;
- Nos fechamentos, observar o prumo e o alinhamento das vigas de apoio;
- Soldar os aparelhos de fixação (cavaletes) das telhas, diretamente na viga metálica ou no perfil de apoio chumbado na viga de concreto;
- No recobrimento lateral, devem ser usados parafusos de costuras espaçadas a cada metro.
- Varrer a cobertura para retirar toda limalha de furação das telhas. Quando quentes elas grudam na chapa e enferrujam iniciando a corrosão;
- Para maior segurança do pessoal de montagem, é obrigatório o uso dos equipamentos de segurança (EPIs) como capacete, cinto de segurança, cinto trava-queda, óculos de proteção e uniformes adequados para a execução dos serviços.



Transpasses Longitudinais

Havendo necessidade de transpasses longitudinais, as telhas autoportantes devem ter as emendas alternadas de um lado ou de outro e nunca no centro do vão, com recobrimento variando em função da inclinação da cobertura. Recomendamos cortar a pingadeira e na emenda usar fita de vedação com selante de monocomponente de polimetano.



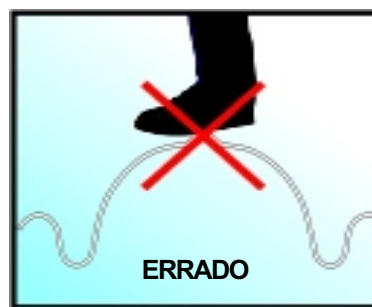
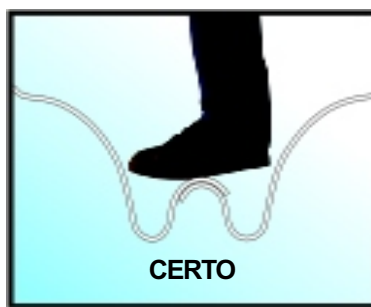
Recobrimento Longitudinal

INCLINAÇÃO	Até 5 %	De 5 a 10 %	Mais de 10 %	Fechamentos
RECOBRIMENTO	700 mm	600 mm	500 mm	200 mm

Serviços Complementares

Terminada a montagem da cobertura autoportante IMASA é habitual a execução de serviços complementares, como instalação de pára-raios, ventiladores, dutos e etc... Assim deve-se observar as recomendações:

- Varrer as limalhas oriundas da furação dos parafusos de solidarização entre telhas, das sobras de eletrôdos e de rebites, evitando-se o início de um processo de corrosão;
- Não pisar sobre a onda central da telha principalmente quando a espessura da chapa for 0,65; 0,80 e 0,95 mm.



Durabilidade e Manutenção

O aço galvanizado é um material de excelente resistência à corrosão. A durabilidade das telhas autoportantes está ligada a boa técnica de montagem e manutenção.

A durabilidade dos revestimentos depende:

- Do cuidado na circulação sobre as coberturas nas operações de manutenção;
- Da proteção em relação ao lançamento de gases corrosivos por chaminés, a choques, a carregamentos excessivos e etc...;

As ações de manutenção devem incluir:

- Inspeções periódicas na cobertura e nas calhas de águas pluviais;
- Durante a montagem, remover com uma vassoura de pêlo todas as limalhas provenientes dos furos de fixação;
- Limpeza das telhas, principalmente após execução de serviços complementares (para-raios, dutos e exaustores).