

# CURSO DE DIMENSIONAMENTO E AVALIAÇÃO DE ESTRUTURAS DE ARMAZENAGEM TIPO PORTA PALLETS

# 1 – Objetivos deste curso

- ☑ Realizar o dimensionamento e projeto de novos equipamentos de armazenagem tipo porta paletes seletivos
- ☑ Determinar a capacidade de carga de equipamentos após mudanças de layout, aquisição de peças usadas, desmontagem, substituição de peças, remoção ou movimentação de níveis de armazenagem
- ☑ Elaborar laudos de inspeção de Estruturas Porta Paletes, classificar riscos estruturais e estabelecer critérios para interdição ou liberação de estruturas.



## 2 – Normas Utilizadas

~~✘~~ ABNT NBR 15.524/07 – PARTE 1 – CANCELADA

~~✘~~ ABNT NBR 15.524/07 – PARTE 2 – CANCELADA

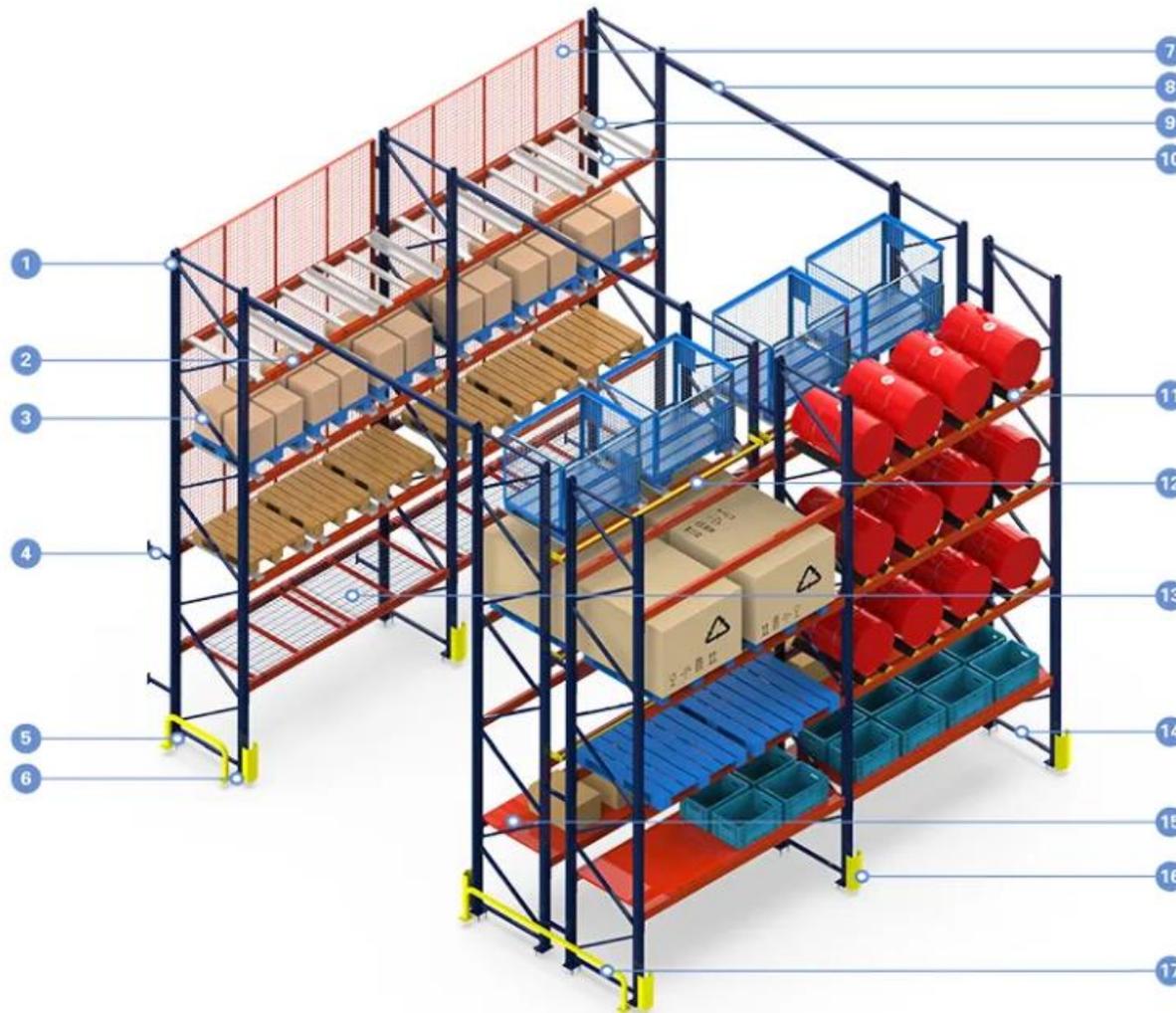
ABNT NBR 17.150/2024 - **Parte 1: Requisitos para projeto estrutural**

ABNT NBR 17.150/2024 - **Parte 2: Tolerâncias, deformações e folgas para projetos**

ABNT NBR14.762/10 – Dimensionamento de Perfis Formados a Frio

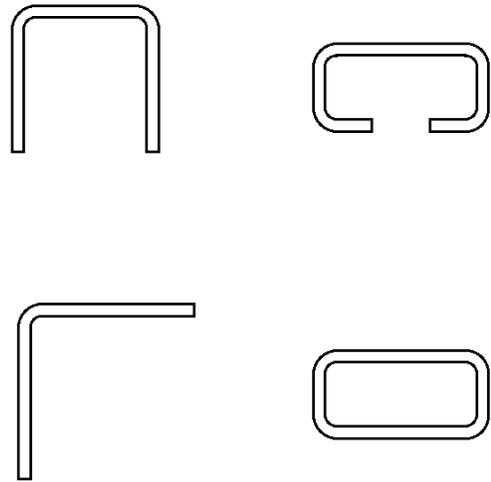
EN 15629- Steel static storage systems - Specification of storage equipment.

### 3 – Nomenclatura dos Componentes de uma estrutura Porta Paletes seletivo

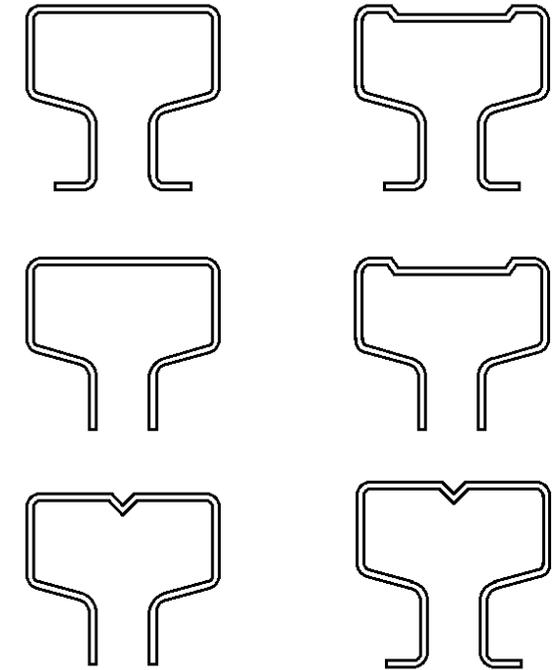
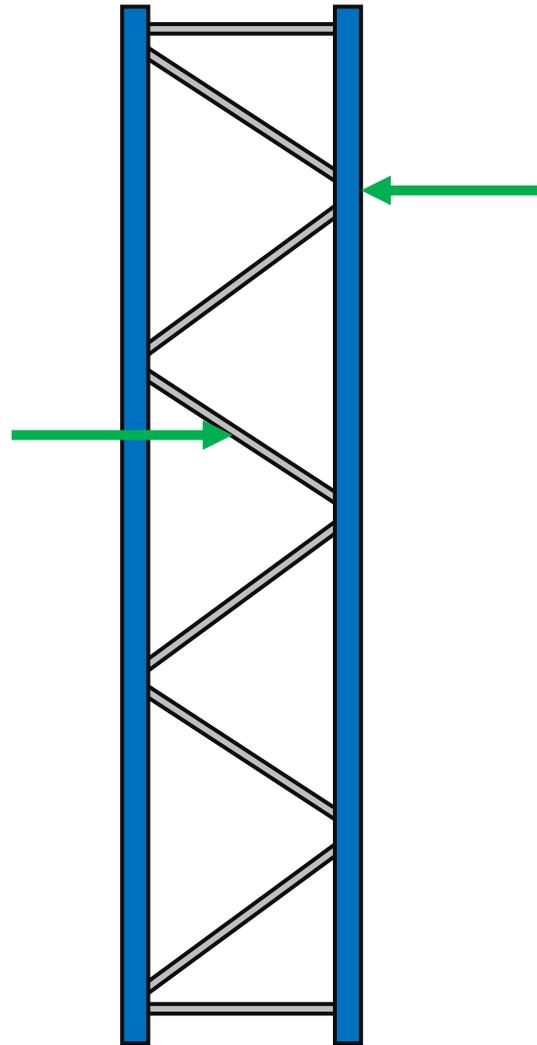


- 1 – Montante
- 2 – Longarina
- 3 – Diagonal
- 4 – Distanciador
- 5 – Chumbadores
- 6 – Placa de Base
- 7 – tela de proteção traseira
- 8 – Travessa de Amarração Superior
- 9 – Transversina tipo Skid
- 10 – Transversina comum
- 11 – Porta Tambor / Bobina
- 12 – Limitador de Profundidade
- 13 – Plano Aramado
- 14 – Trava Horizontal
- 15 – Chapa para caixas KLT e Papelão
- 16 –Protetor de Coluna
- 17 – Protetor de montante

# Montantes



**DIAGONAIS**



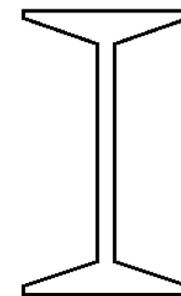
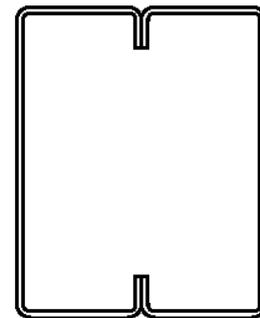
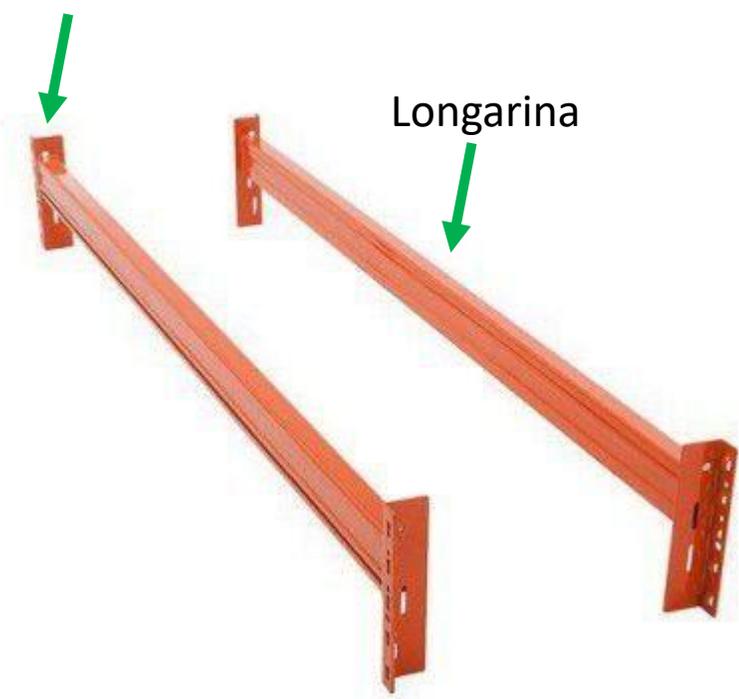
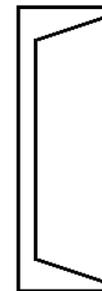
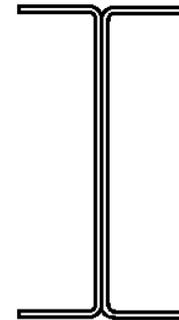
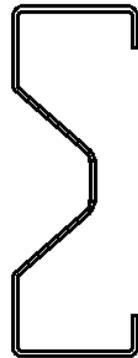
**COLUNAS**

# Longarinas

Exemplos de Perfis

Conector de Extremidade

Longarina



# Transversinas



Transversina Comum

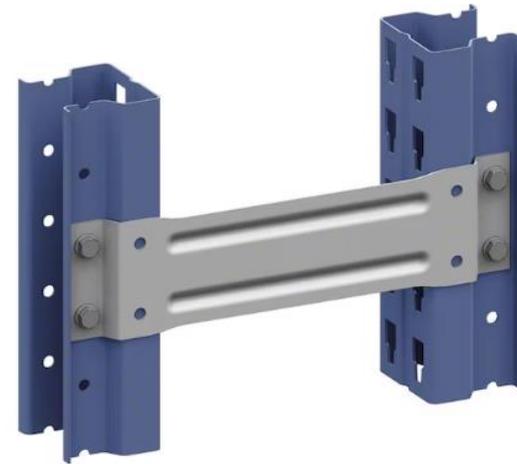
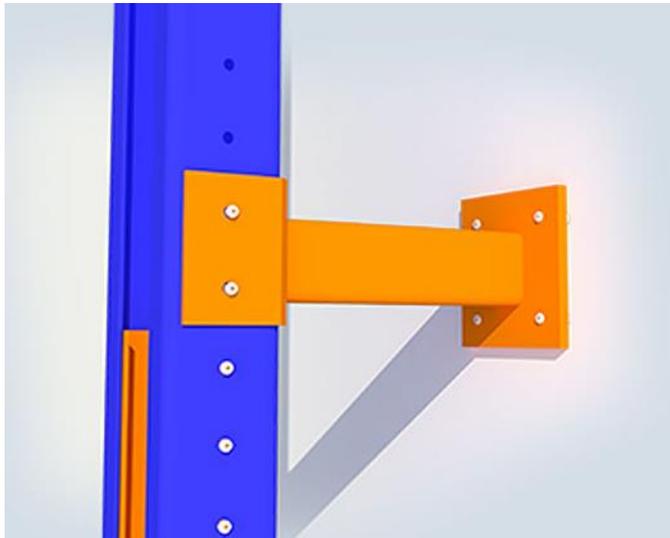


Transversina Skid



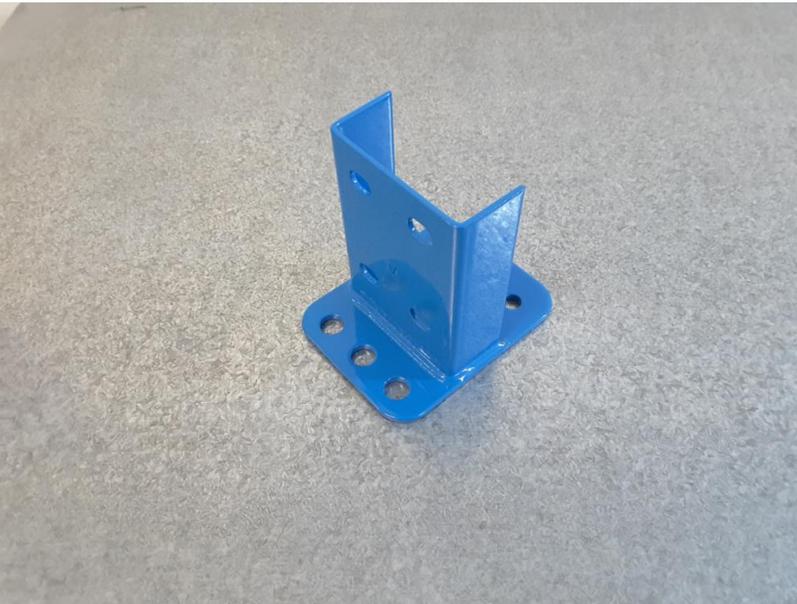
Guias para Tambores e Bobinas

# Distanciadores



Eng. Felipe Jacob

# Placas de Base



Eng. Felipe Jacob

# Protetores de Coluna / "caneleiras" / Mike Tyson



Protetor de Montante Guard Rail

# Travessa de Amarração Superior



# Limitador de Profundidade / Back Stopper



# Plano aramado / Grade "Selmec"



# Terminologia

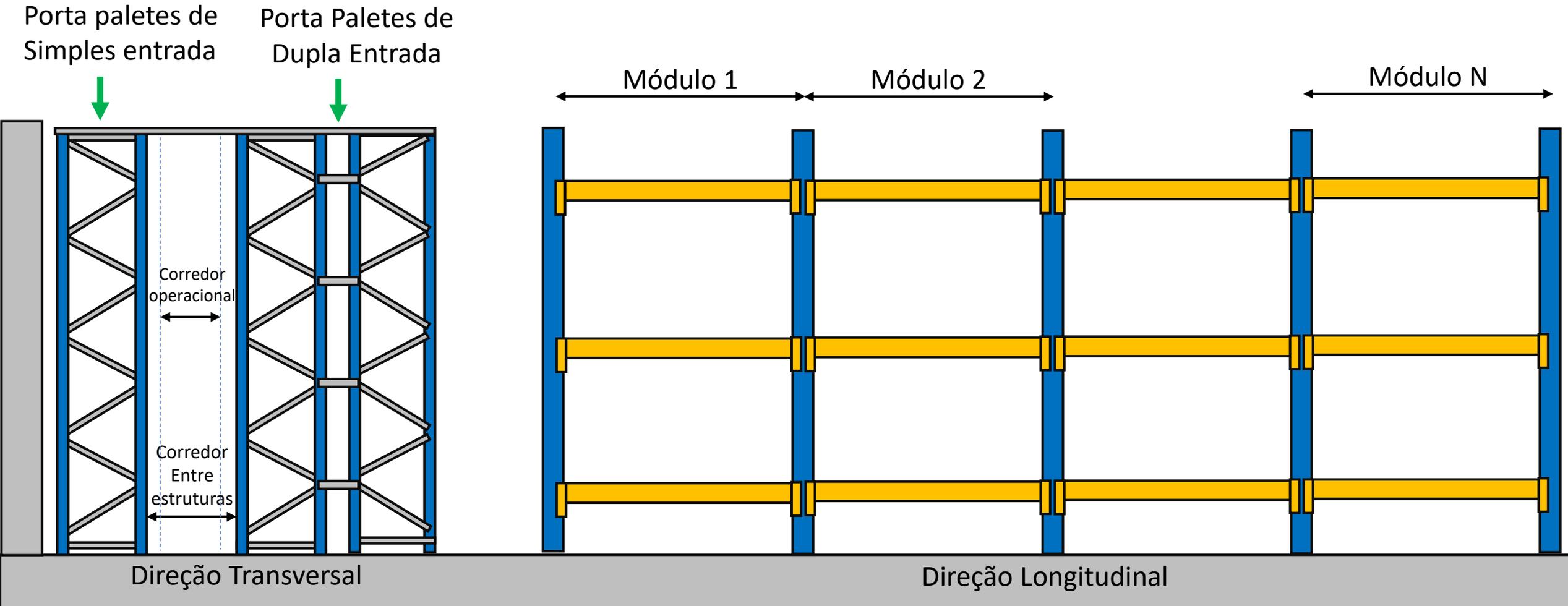
## Unidade de Carga:

item de armazenagem individual  
que pode ser colocado ou  
retirado de uma estrutura em  
apenas  
uma operação



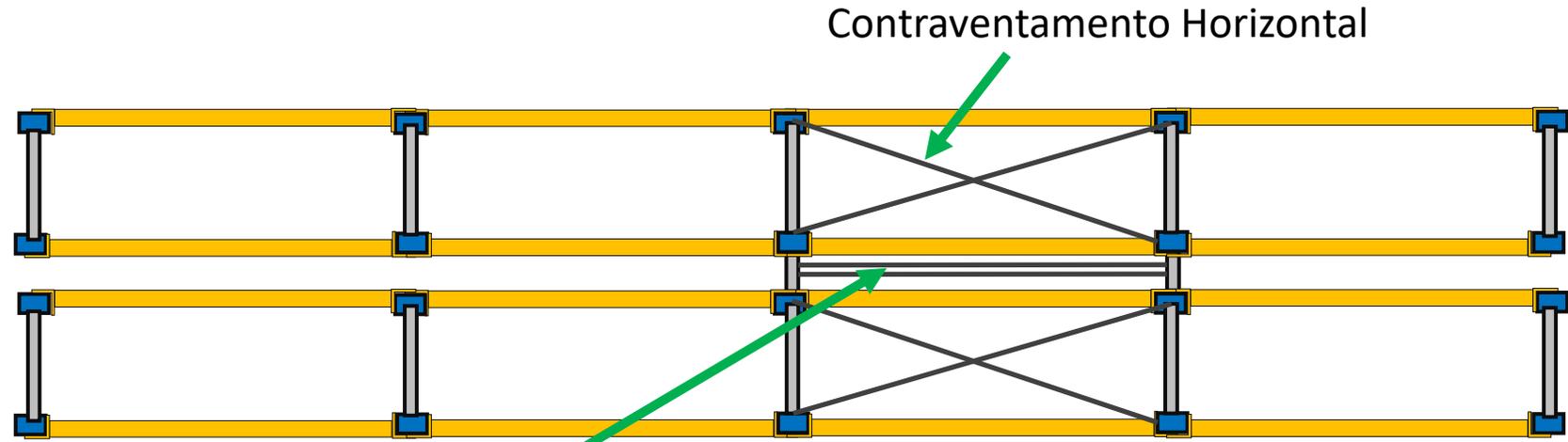
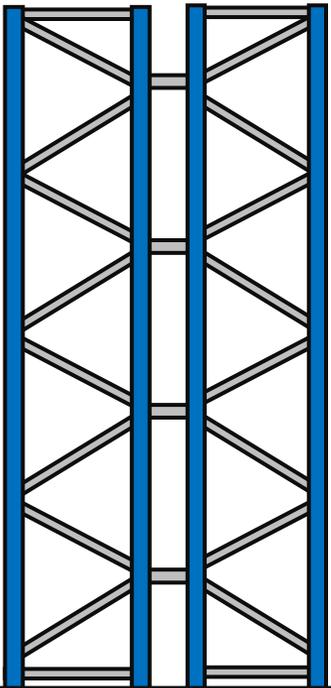
# 4 – Classificação das Estruturas Porta Paletes Seletivos

## Porta Palete convencional sem contraventamento

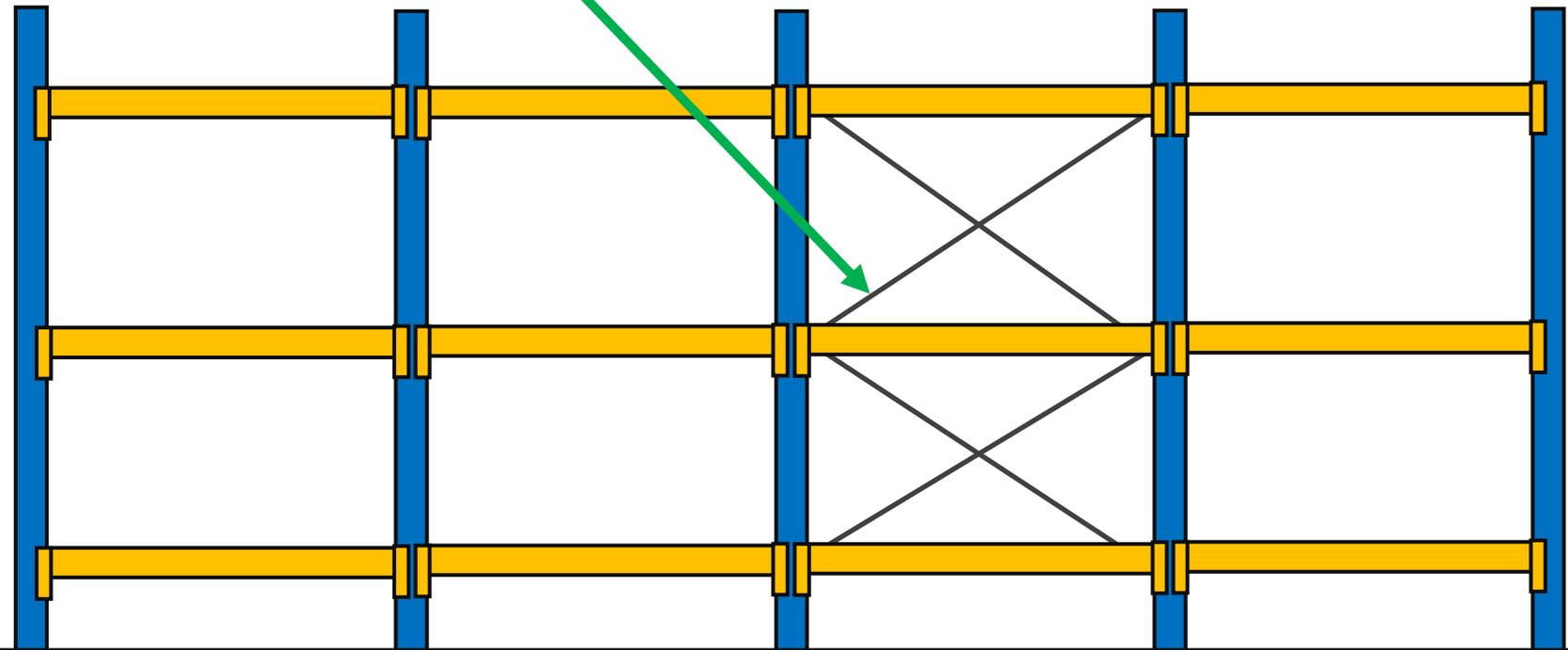


# Porta Palete convencional com contraventamento

Contraventamentos  
na própria estrutura  
porta palete

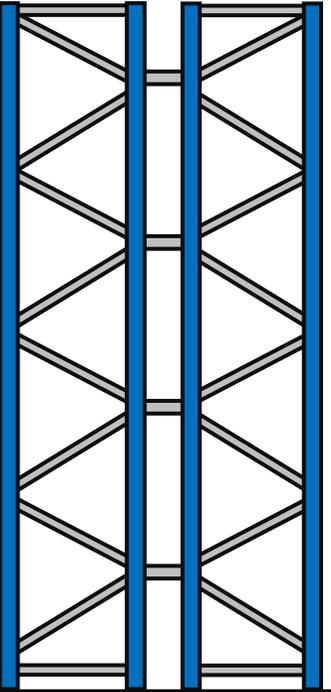
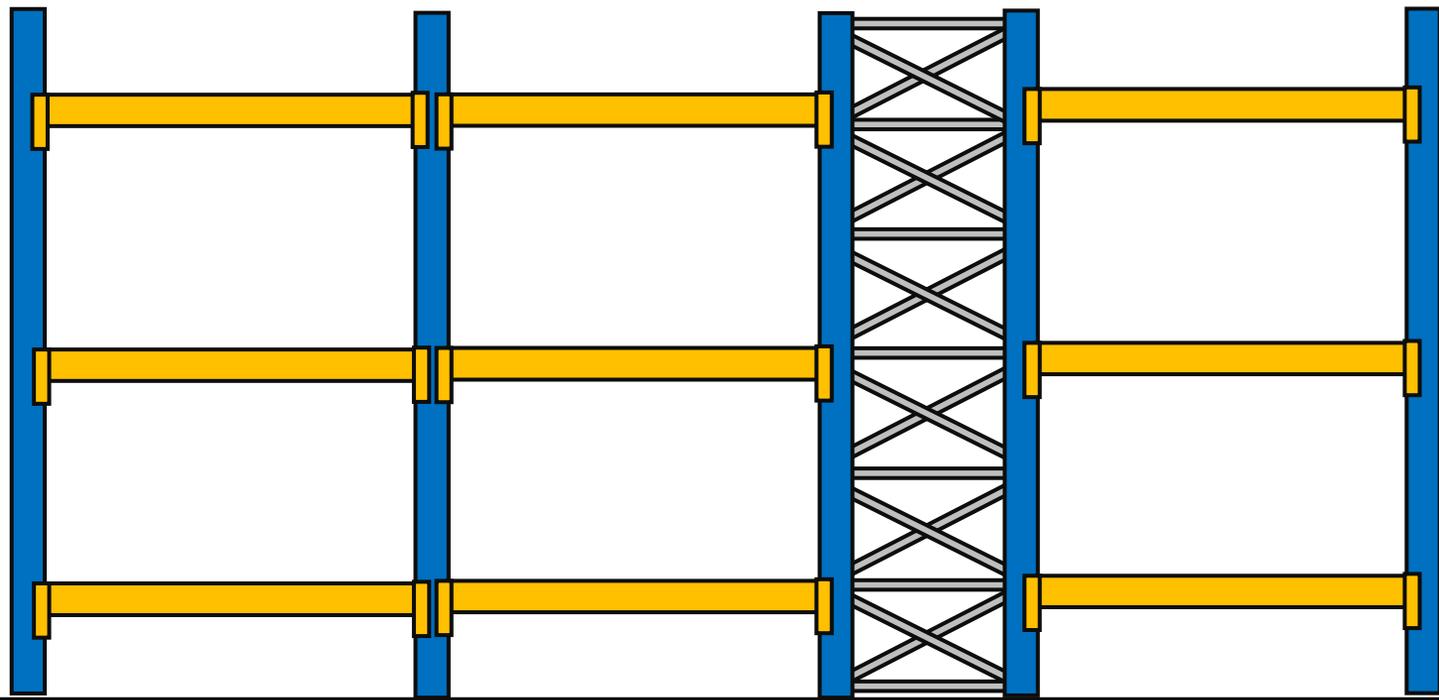
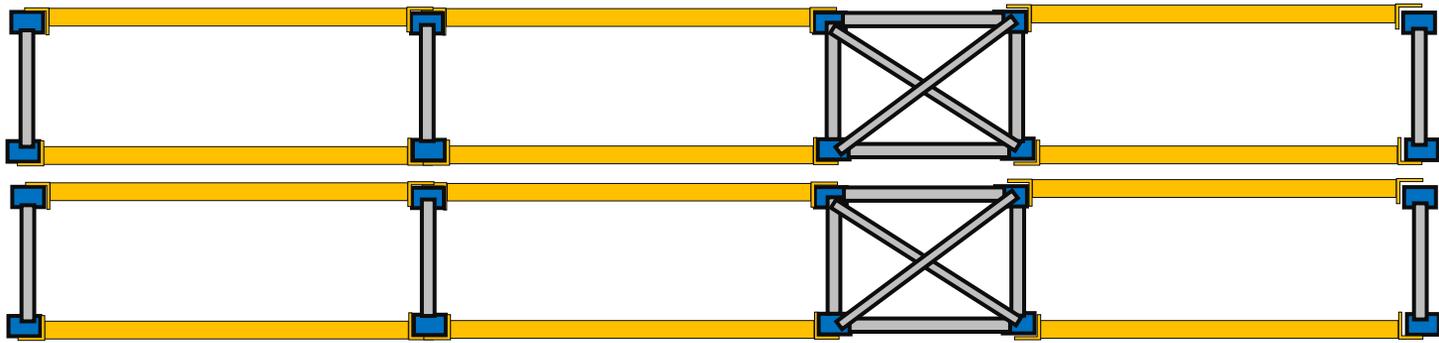


Contraventamento Vertical



# Porta Palete convencional com contraventamento

Com núcleo de  
contraventamento  
independente



# Propriedades Mecânicas

Módulo de Elasticidade  $E = 21.000 \text{ kN/cm}^2$

Coeficiente de Poisson  $\nu = 0,3$

Módulo de Elasticidade Transversal  $G = \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)} \rightarrow \frac{21000}{2 \cdot (1 + 0,3)} = 8077 \text{ kN/cm}^2$

Coeficiente de dilatação térmica:  $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ por grau Celsius}$

Densidade:  $\rho = 78,50 \text{ kN/m}^3$

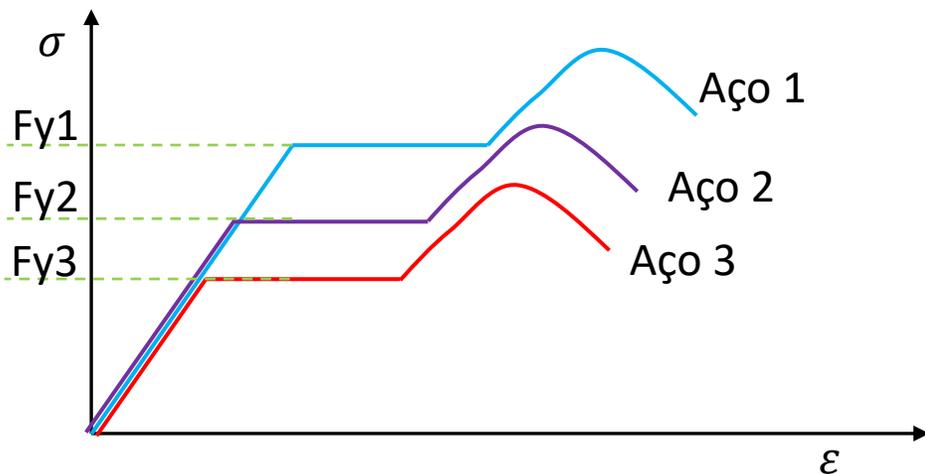
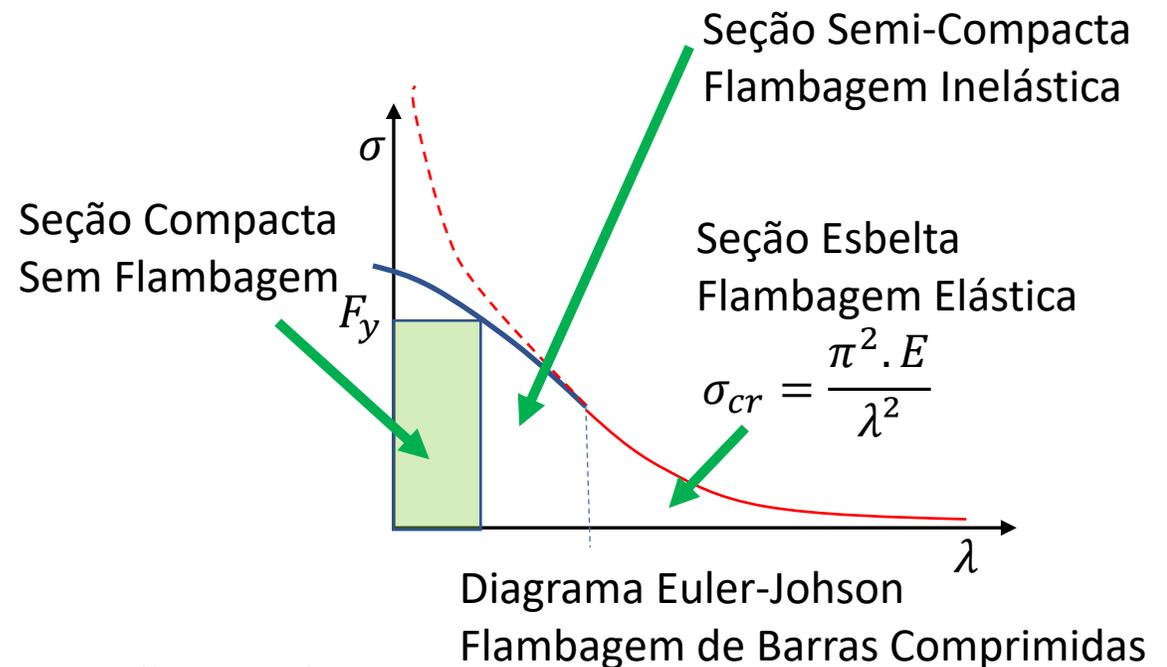


Diagrama tensão x deformação (Tração)



# Propriedades Mecânicas

Especificação	Grau	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
ABNT NBR 6649 / ABNT NBR 6650 Chapas finas (a frio/a quente) de aço-carbono	CF-26	260/260	400/410
	CF-28	280/280	440/440
	CF-30	---/300	---/490
ABNT NBR 5004 Chapas finas de aço de baixa liga e alta resistência mecânica	F-32/Q-32	310	410
	F-35/Q-35	340	450
	Q-40	380	480
	Q-42	410	520
	Q-45	450	550
ABNT NBR 5920 / ABNT NBR 5921 Chapas finas e bobinas finas (a frio/a quente), de aço de baixa liga, resistentes à corrosão atmosférica	CFR 400	---/250	---/380
	CFR 500	310/370	450/490
ABNT NBR 7008 / ABNT NBR 7013 / ABNT NBR 14964 Chapas finas e bobinas finas com revestimento metálico <sup>b</sup>	ZAR 250	250	360
	ZAR 280	280	380
	ZAR 320	320	390
	ZAR 345	345	430
	ZAR 400	400	450

<sup>a</sup> A faixa de espessura disponível varia de acordo com o produtor de aço.

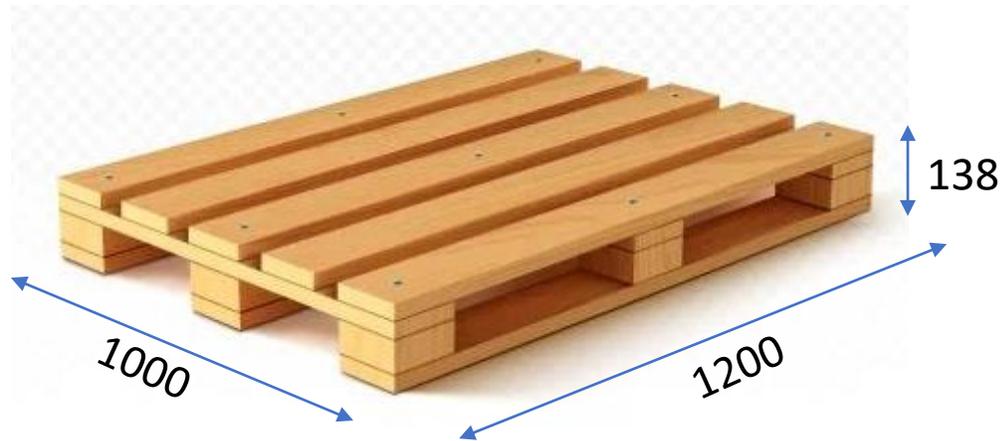
<sup>b</sup> Graus conforme ABNT NBR 7008.

Aço	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)	Características
<b>ASTM A36</b>	250	400	Estrutural
<b>ASTM A570 GR36</b>	250	365	Estrutural
<b>COS-AR-COR 400</b>	250	380	Aço Patinável
<b>A572-GR42</b>	290	415	Estrutural
<b>COS-CIVIL 300</b>	300	400	Estrutural Especial
<b>USI-SAC-300</b>	300	400	Aço Patinável
<b>COS-AR-COR 400E</b>	300	380	Aço Patinável
<b>CSN-COR 420</b>	300	420	Aço Patinável
<b>COS-CIVIL 350</b>	350	490	Estrutural Especial
<b>ASTM A572 GR50</b>	345	450	Estrutural
<b>USI-SAC-350</b>	350	485	Aço Patinável
<b>A588</b>	345	485	Estrutural
<b>USI-LN 380</b>	380	490	Estrutural Especial
<b>COS-AR-COR 500</b>	375	490	Aço Patinável
<b>ZAR-230</b>	230	310	Zincado
<b>ZAR-250</b>	250	360	Zincado
<b>ZAR-280</b>	280	380	Zincado
<b>ZAR-345</b>	345	430	Zincado
<b>ZAR-400</b>	400	450	Zincado

# 5 – Definição de Layout de uma área de armazenagem

## Dimensões de porta paletes

Paletes de madeira Convencionais (TIPO 1)



Palete PBR (42kg)

Capacidade máxima entre 2500kg e 3000kg



Euro Pallet(26kg)

Capacidade máxima entre 2000kg e 4000kg

\*As larguras podem variar entre 800mm, 1000mm e 1200mm

# Dimensões de Porta Paletes

Paletes de madeira 4 vias (TIPO 2)



Paletes de madeira 2 vias (TIPOS 3 e 4)



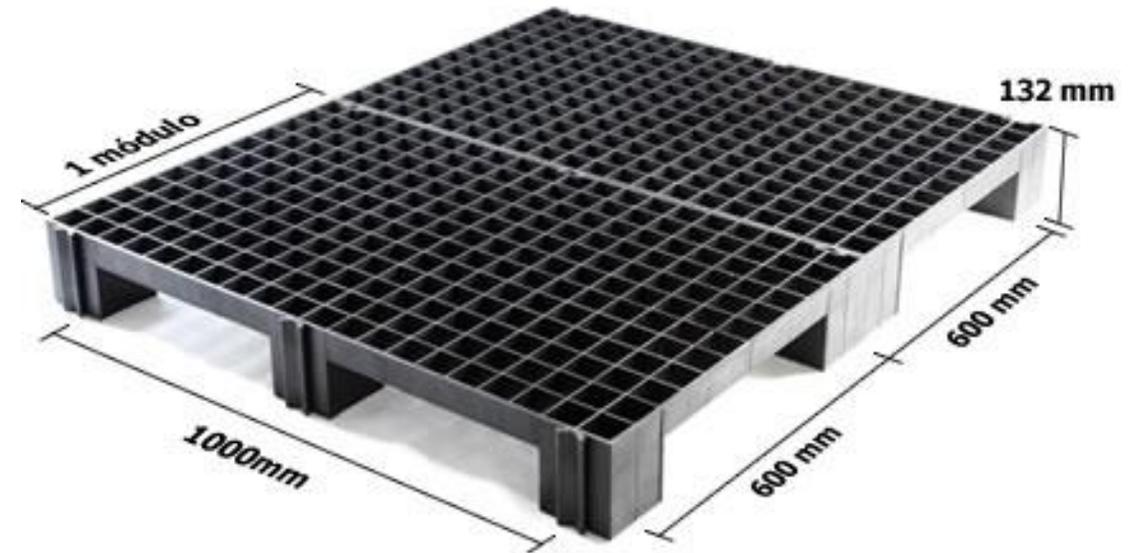
Não podem ser manuseados com paleteiras de piso  
Costumam causar problemas em sistemas gravitacionais

# Dimensões de Porta Paletes (outros materiais)

Palete Metálico



Palete de Plástico



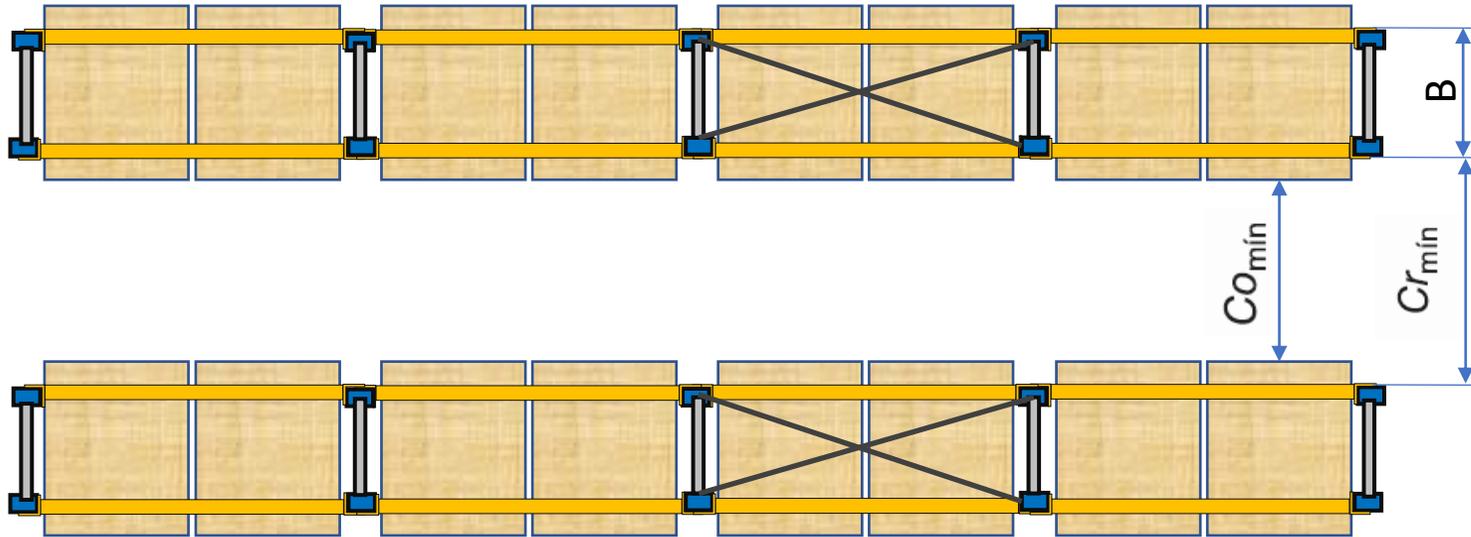
Maior vida útil (até 10 anos)

Melhor higienização

Não mofa e não absorve umidade

Mais caro

# 5 –Layout de uma área de armazenagem

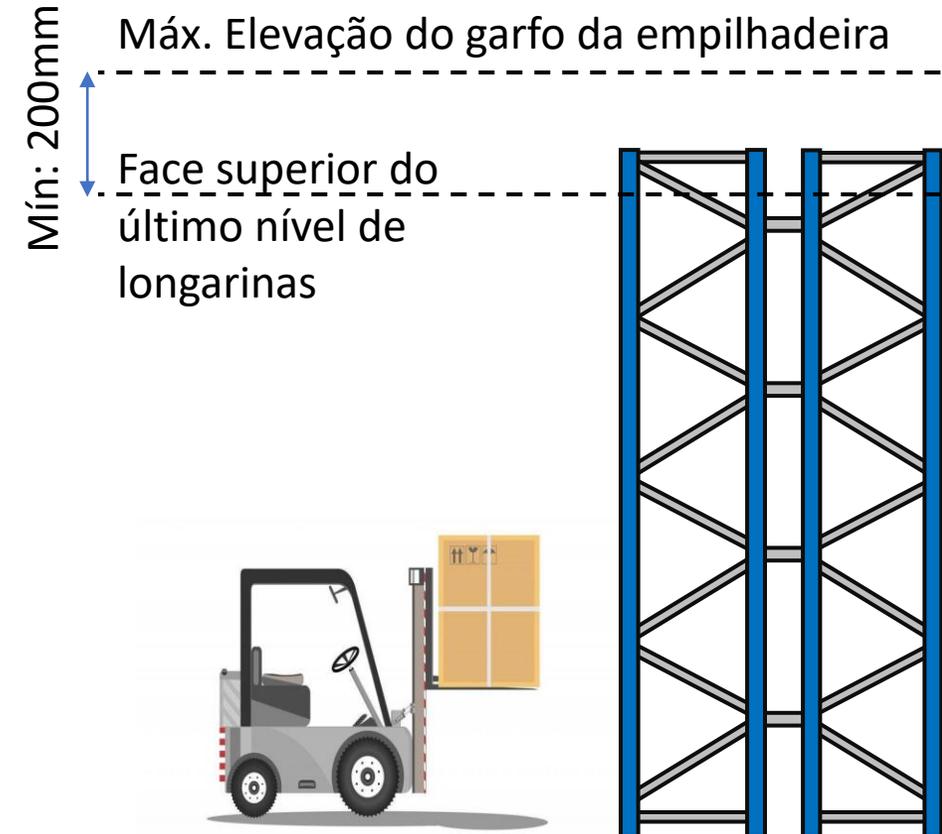


$C_{o_{\min}}$  = Corredor Operacional

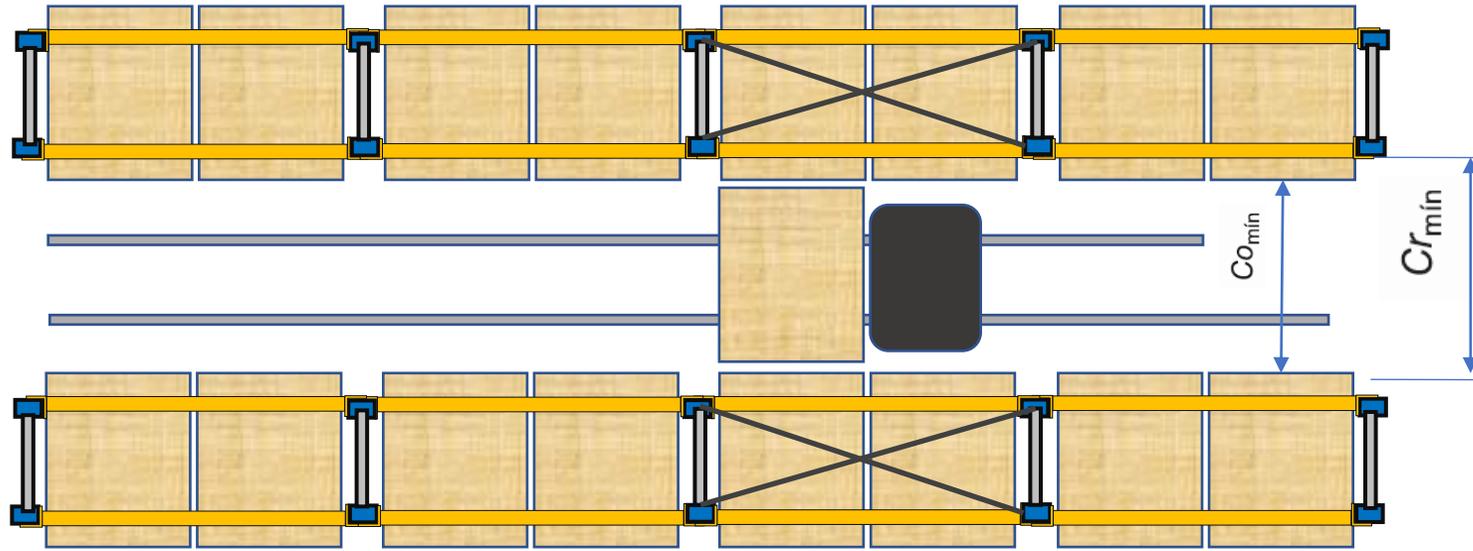
$C_{r_{\min}}$  = Corredor entre porta paletes

$$b_p = \text{balanço do palete: } \frac{1200 - B}{2}$$

$$C_{r_{\min}} = C_{o_{\min}} + 2 \cdot b_p$$



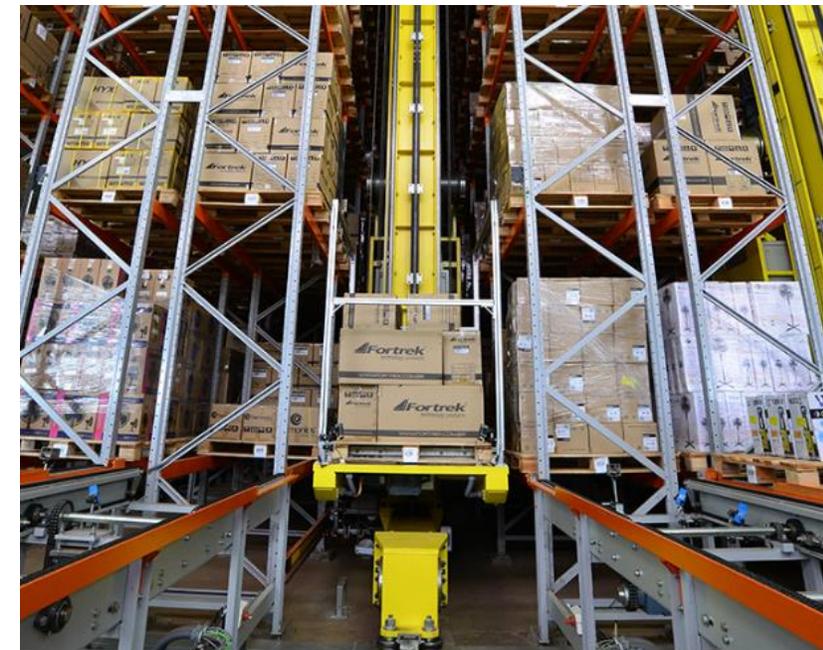
# Classes 100 e 200



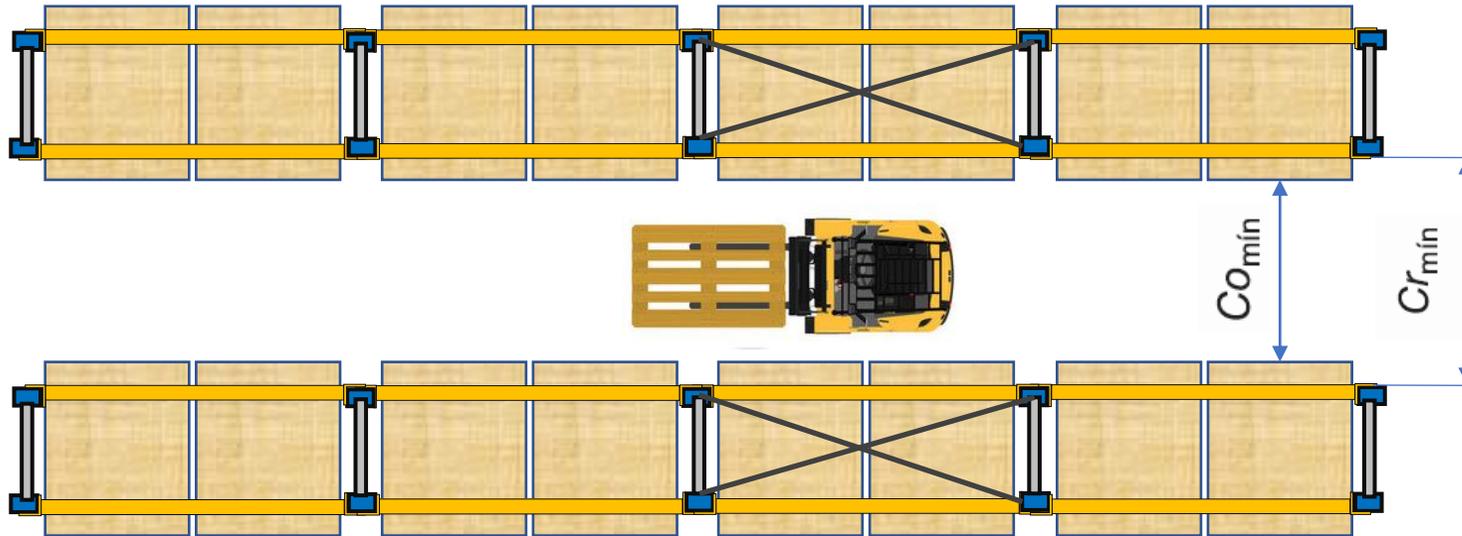
## Corredor Transelevador

$$Co_{min} = 1200 \text{ a } 1800\text{mm}$$

(em geral = corredor operacional + Folga 100mm de cada lado)



# Classe 300



**Corredor muito estreito** (máquina não gira 90 graus)

Para empilhadeiras laterais, trilaterais e laterais articuladas

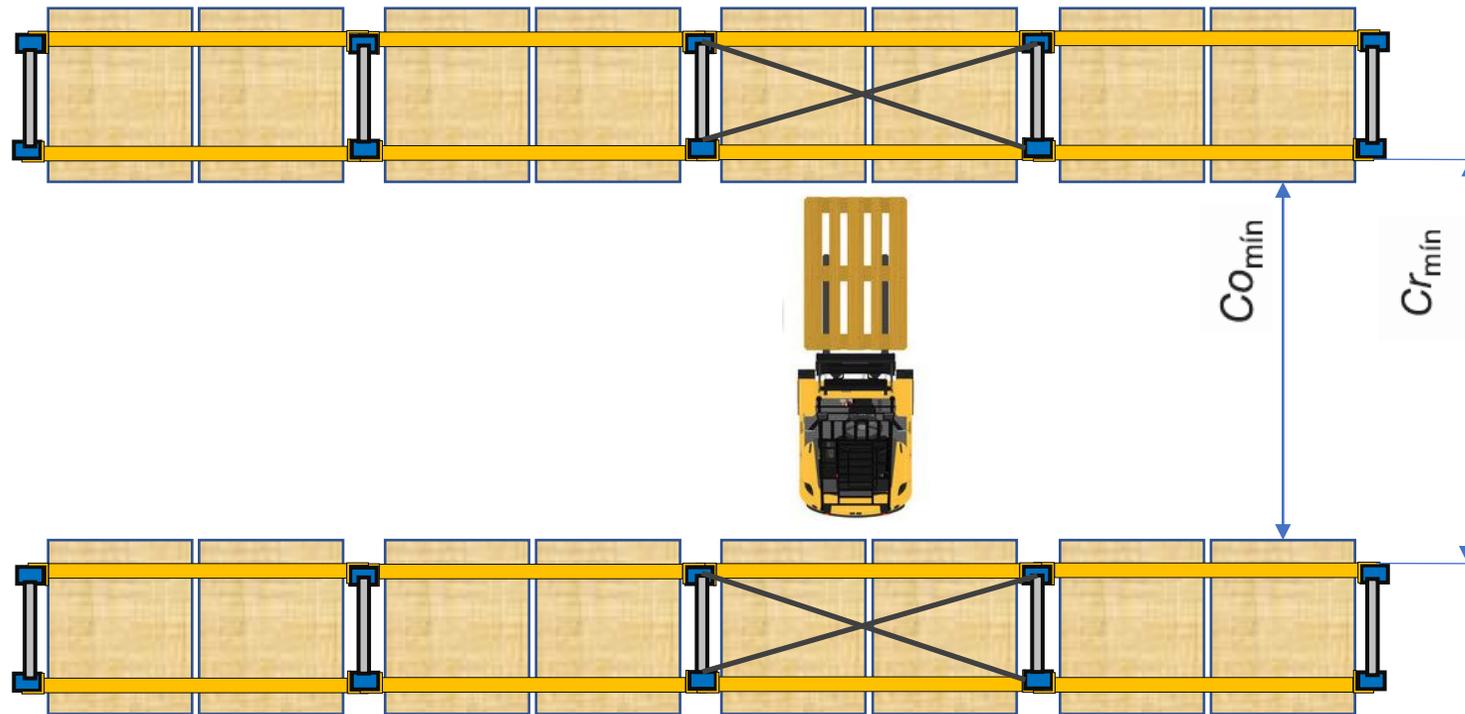
**300A:** Operador sobe junto com a carga, ou permanece no piso com auxílio de câmeras

**300B:** Operador permanece no nível de piso sem auxílio de câmeras

$C_{o_{min}} = 3300\text{mm}$  (em geral = corredor operacional + Folga 300mm de cada lado)



# Classe 400



**Corredor estreito** (empilhadeiras retráteis)

$C_{o_{\min}} = 3500\text{mm a } 3800\text{mm, em geral}$

**Corredor largo** (empilhadeiras à combustão)

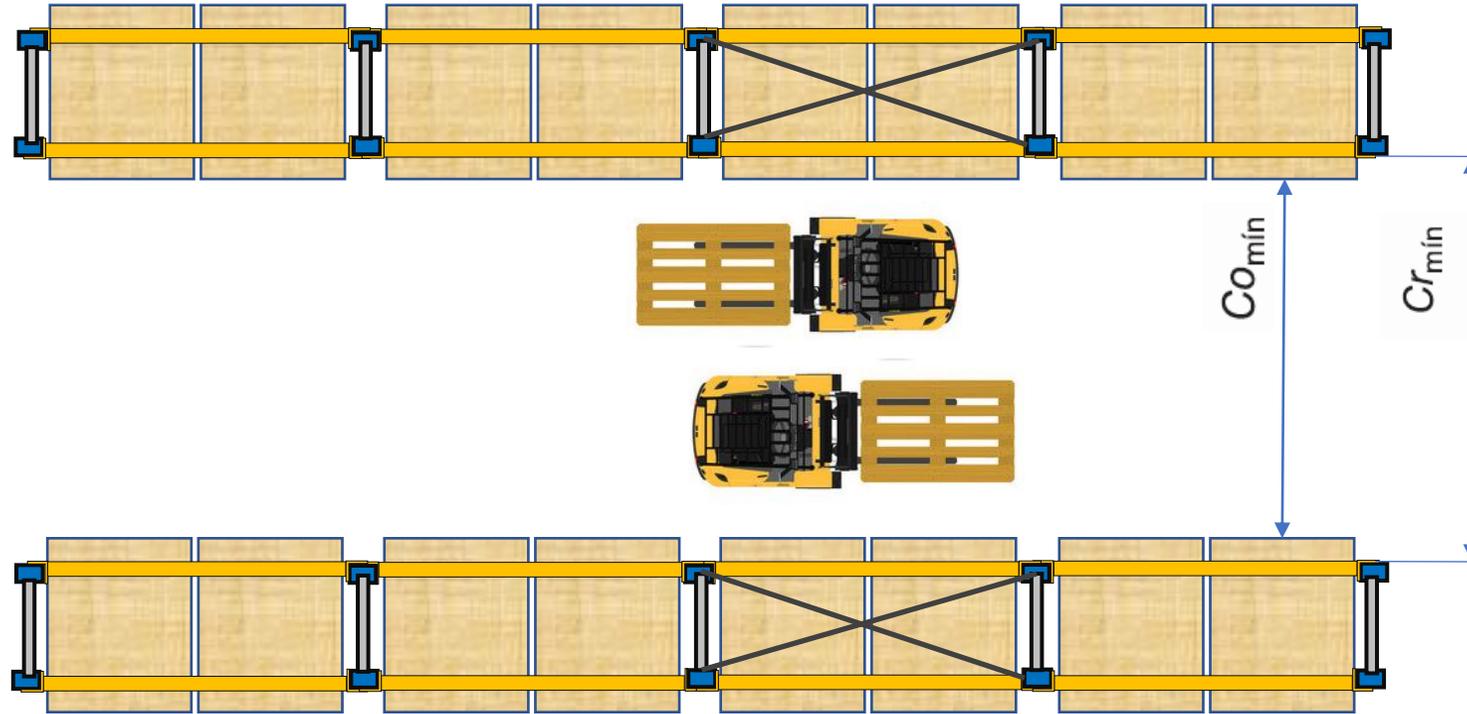
$C_{o_{\min}} = 4000\text{mm a } 4300\text{mm (em geral)}$

Folga mínima:  
200mm de cada  
lado



Eng. Felipe Jacob

# Classes 300 e 400 com tráfego bidirecional

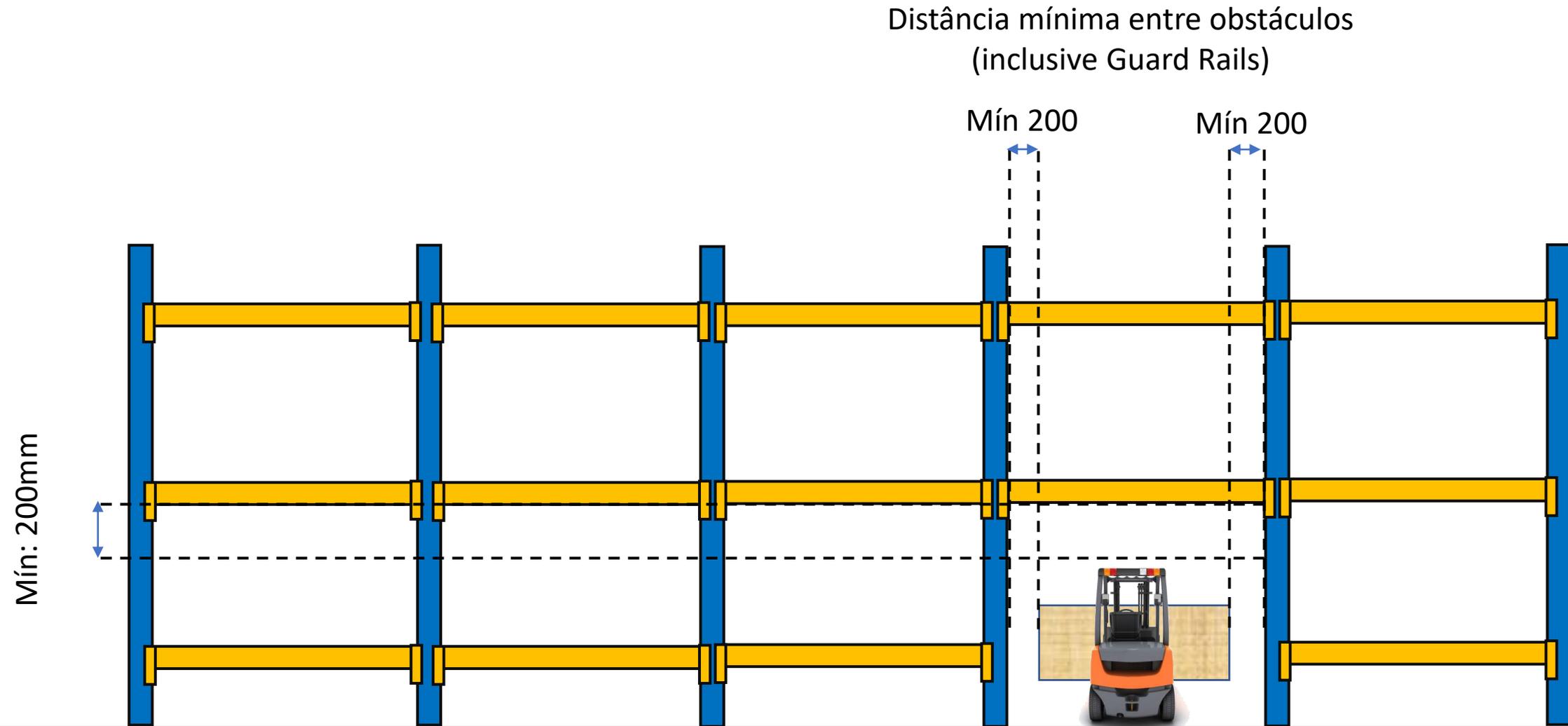


**Classe 300:** 6300mm em geral

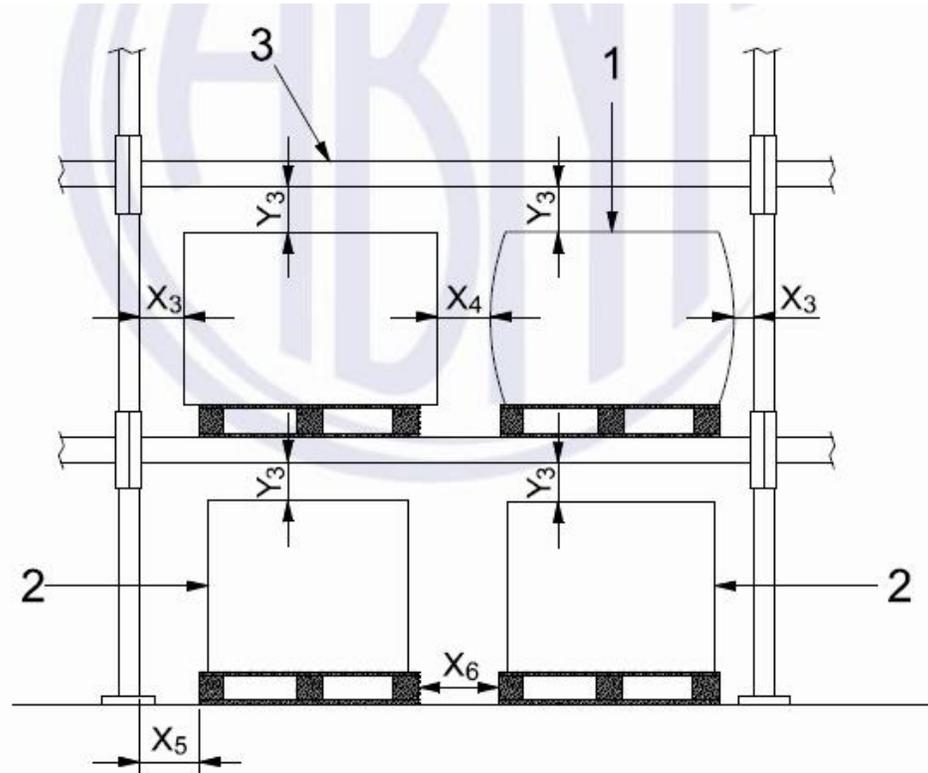
**Classe 400:** 6800mm em geral

**Folgas:** 300mm de cada lado + 300mm entre máquinas

# Dimensões mínimas de túneis de passagem



# Folgas verticais e horizontais no módulo



## Legenda

- 1 pallet com carga saliente
- 2 pallet sem carga saliente
- 3 longarina sem deformação

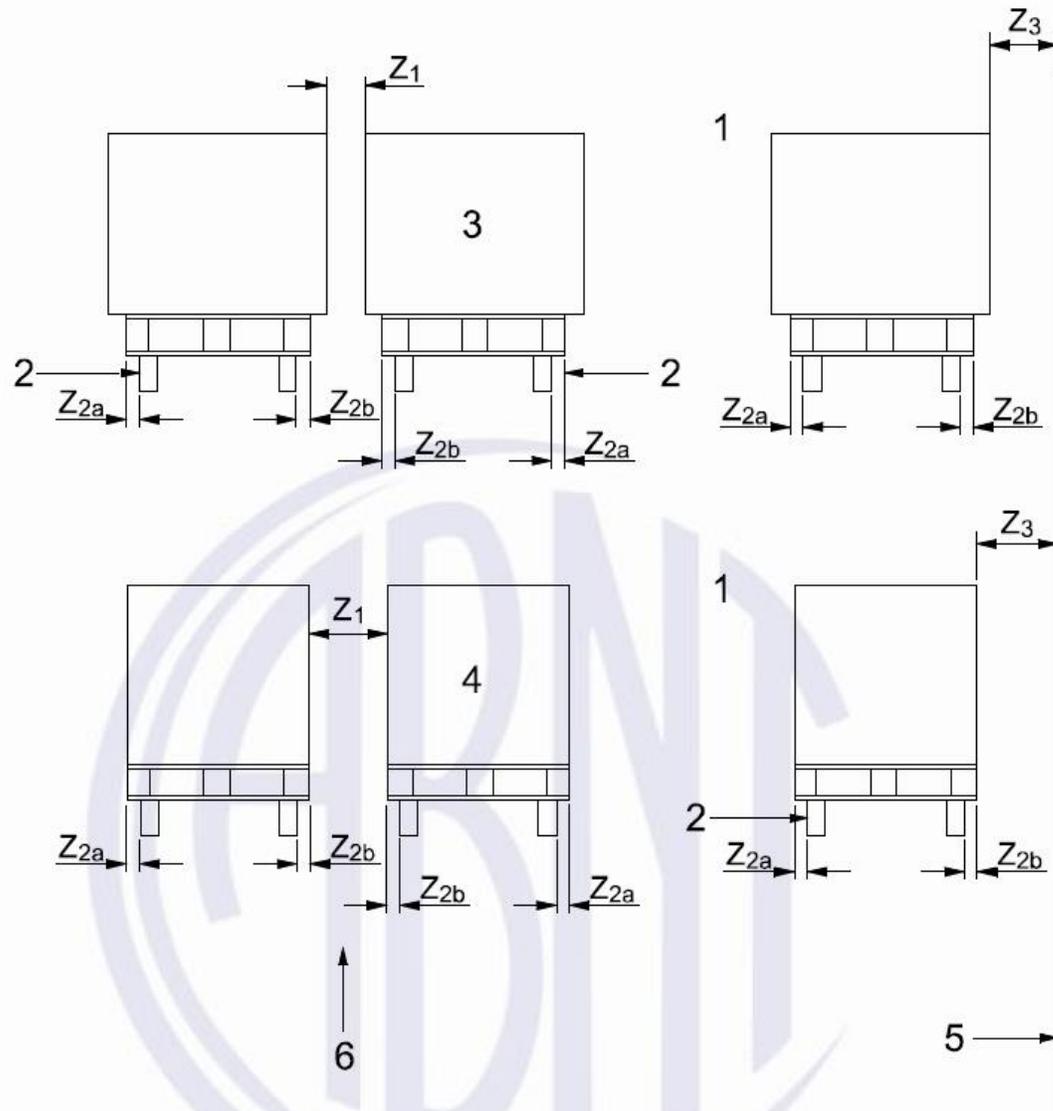
Figura 21 – Folgas horizontais e verticais

Tabela 10 – Folgas horizontais e verticais

$Y_h$ altura do piso até a longarina mm	Porta-paletes Classe 300A mm				Porta-paletes Classe 300B mm						
	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$Y_3$		$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$Y_3$
3 000	75				75		75				75
6 000	75				75		75				100
9 000	75				75		75				125
12 000	75				75		100				150
15 000	75				75		100				175
Acima de 15 000	75				75		Não se aplica				Não se aplica

NOTA Para outros valores de  $Y_h$ , as folgas podem ser obtidas por interpolação linear.

# Folgas de profundidade



## Legenda

- 1 corredor
- 2 longarina
- 3 palete com carga saliente
- 4 palete com carga não saliente
- 5 batente de segurança traseiro, contraventamento de fundo ou parede atrás da unidade de carga
- 6 sem obstruções atrás da unidade de carga
- $Z_1$  folga entre os paletes ou cargas
- $Z_{2a}$   $Z_{2b}$  balanço do palete sobre as longarinas dianteira e traseira respectivamente
- $Z_3$  folga entre o palete ou a carga e o batente traseiro da segurança, contraventamento de fundo ou parede atrás da unidade de carga

Figura 22 – Folgas horizontais na profundidade

$$Z_1 = 2 \cdot Z_2 \geq 100mm$$