1. Concepcao

Duas escadas de aco com fechamento em madeira: (1) terreo -> superior, em U, com patamares 1 e 2; (2) superior -> patamar casal.
Dimensoes gerais iguais ao arquitetonico: passo 300, espelho 175,9 (17 espelhos = 2990) e 175 no lance do casal (6 espelhos = 1050).
Metal aparente so nas laterais (longarinas). Tudo que cruza o caminho fica 20 mm abaixo do piso acabado, coberto pela madeira.
Todo perfil encosta em outro por face inteira; nenhuma ligacao por quina. Verificado no modelo: 400 juntas, 131 m de cordao.

2. Materiais

Longarinas em zigue-zague, travessas e tubos de apoio: tubo quadrado 100x100x2,65 mm (aco fy >= 250 MPa). Nao usar parede mais fina. Total 40,7 m = 7 barras de 6 m (sobra 1,3 m).
Vigas de borda dos patamares (parede dos patamares 1 e 2, lado da janela, lado do vao do casal): 2 tubos 100x100x2,65 um sobre o outro + 2 tubos 50x25x2 lado a lado EMBAIXO = 225 x 100. Topo liso, 100 mm, como as longarinas.
Solda entre os tubos nos dois lados, em trechos de 50 mm a cada 200 mm, alternados (evita empeno). Todas as vigas de patamar tem a base no mesmo nivel, 225 mm abaixo do piso acabado.
Vigas ocultas (sob a madeira): tubo 200x50x3 + calco de barra chata 50x5 no topo (3,9 m = 1 barra).
Apoio dos pisos e espelhos: cantoneira 30x30x3 de longarina a longarina (2 por degrau). Apoio dos paineis nas laterais: barra chata 30x3.
Guarda-corpo: NAO faz parte deste projeto (fabricacao posterior, projeto separado). Deixar o topo dos tubos laterais livre, sem furos. Nao liberar a escada para uso sem protecao provisoria.
Madeira: 20 mm, fixada por baixo com parafuso autoatarraxante 4,2x16 pelas cantoneiras, a cada 250 mm.

3. Soldas

Todas as juntas: filete continuo em todo o contorno da face de contato, garganta 3 mm (perna 4 mm), eletrodo E7018 ou MIG ER70S-6.
Cantos do zigue-zague: junta de topo do montante (76 mm) sobre o trecho horizontal (400 mm); solda nos 4 lados; esmerilhar so as faces aparentes.
Nas pranchas e no 3D os cordoes aparecem em amarelo.

4. Fixacoes

Patamares 1 e 2 (parede de tijolo ecologico de 150 mm, com sala e hall do outro lado): NADA atravessa a parede.
Chumbador quimico M12 (barra roscada 8.8 + resina vinilester ou epoxi), furo 14 mm, 120 mm de embutimento, somente em celula grauteada.
So nas celulas AZUIS (graute) da planta de alvenaria: 2 chumbadores por celula, no meio de cada tubo da viga de parede (50 e 150 mm abaixo do piso). Luva 16x2 de face a face.
Patamar 1: celulas a 75, 225 e 975 mm da coluna (6 chumbadores). Patamar 2: 75, 225, 975 e 1125 mm (8) + 3 pela longarina do lance E (1280, 1425 e 1575).
ATENCAO: o chumbador de cima ao lado da viga oculta recebe 3,7 a 8,2 kN no patamar 1 e 2,8 a 5,7 kN no patamar 2, contra 5 kN adotados (ver analise-estrutural.pdf).
Celulas AMARELAS da planta tem CONDUITE ELETRICO: proibido furar (P1: 375, 825, 1125 mm; P2: 375 mm). Conferir com detector antes de furar.
PENDENTE: ensaio de arrancamento de 2 chumbadores por parede, ate 15 kN ou ruptura, antes de fabricar. Conferir a posicao das celulas na obra.
Coluna 150x150 grauteada do canto: so o patamar casal e chumbado nela (2 M12, 110 mm). Nos patamares 1 e 2 a viga de parede de 100 mm cobre o canto e a coluna nao e usada.
A porca da celula de 75 mm fica dentro da ponta da lateral da janela (L): abrir janela de acesso 50x50 na face interna de L, em cada tubo (fica sob o painel).
Patamar casal, topo do lance 12-16 e base do lance do casal (vigas de concreto): chumbador quimico M12, 110 mm de embutimento.
Pe do lance 01-05 (viga baldrame): 4 chumbadores mecanicos M10, 80 mm, verticais, pelo tubo de piso 100x100 escondido atras do 1o espelho (haste 100 mm mais longa: atravessa o tubo).

5. Sequencia de montagem

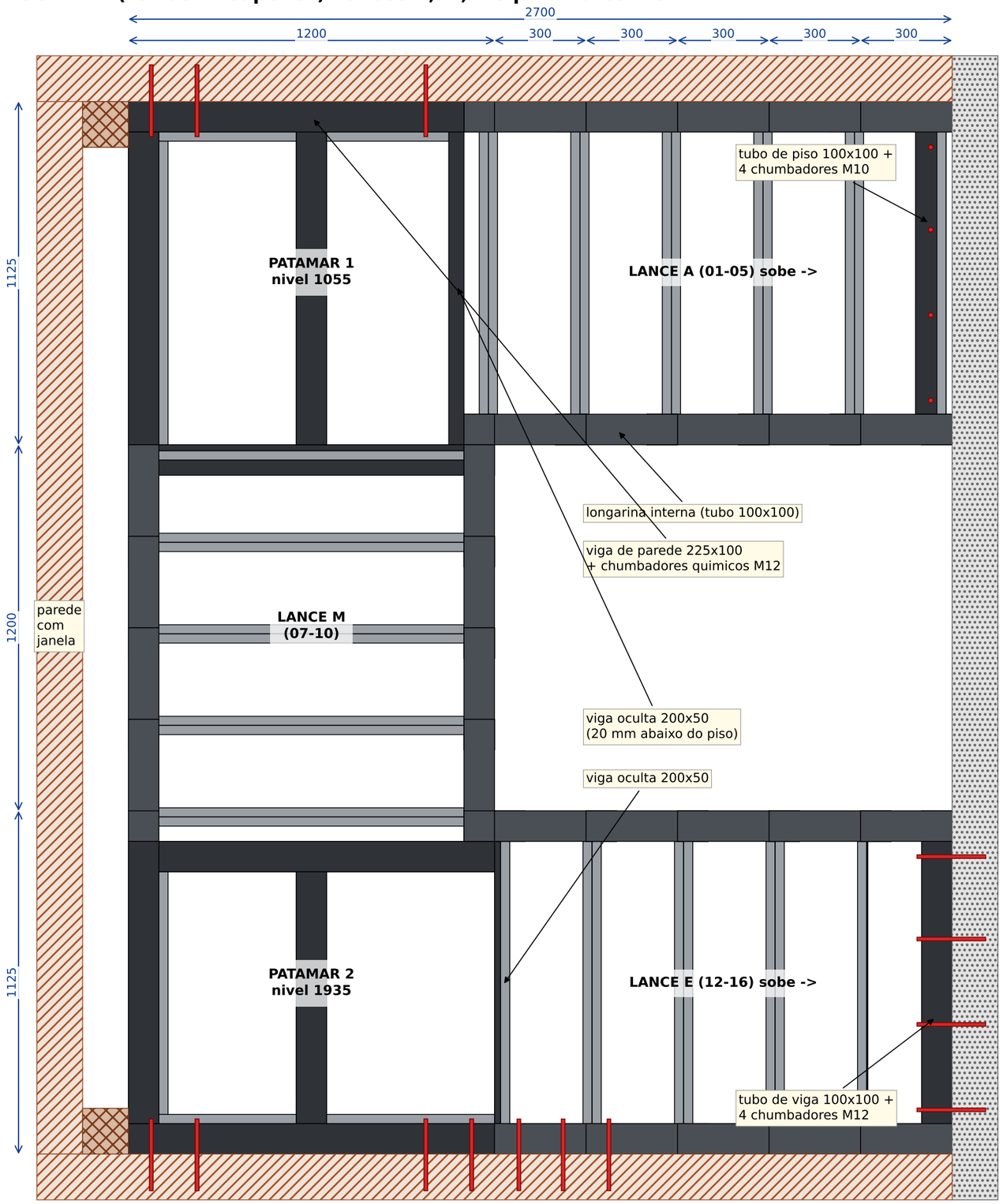
1) Marcar niveis: patamar 1 = 1055, patamar 2 = 1935, piso superior = 2990, patamar casal = 4040 (piso acabado, a partir do piso terreo acabado).
2) Localizar as celulas grauteadas nas paredes dos patamares 1 e 2 e marcar na viga de parede; furar viga e parede (broca 14 mm, 120 mm de fundo).
3) Fabricar em oficina 7 conjuntos soldados: quadros dos patamares 1, 2 e casal; lances A, M, E e D (2 longarinas + cantoneiras cada).
4) Fixar o quadro do patamar 1 na parede (chumbadores quimicos, sem vazar a parede), escorado. Idem patamar 2. Conferir nivel.
5) Chumbar o tubo de piso (pe do lance A) e montar o lance A: soldar no patamar 1 (montante de chegada da parede na ponta da viga de parede; o interno de lado na viga oculta).
6) Montar o lance M entre os patamares 1 e 2; chumbar o tubo de viga na laje e montar o lance E. So entao retirar as escoras.
7) Escada 2: chumbar o tubo de base na viga da laje e o quadro do patamar casal na viga de concreto; montar o lance D.
8) Pintura; madeira por ultimo (pisos, espelhos, paineis), parafusada por baixo. O guarda-corpo entra depois (projeto separado); ate la, protecao provisoria.

6. Verificacao (portico espacial, analise.py)

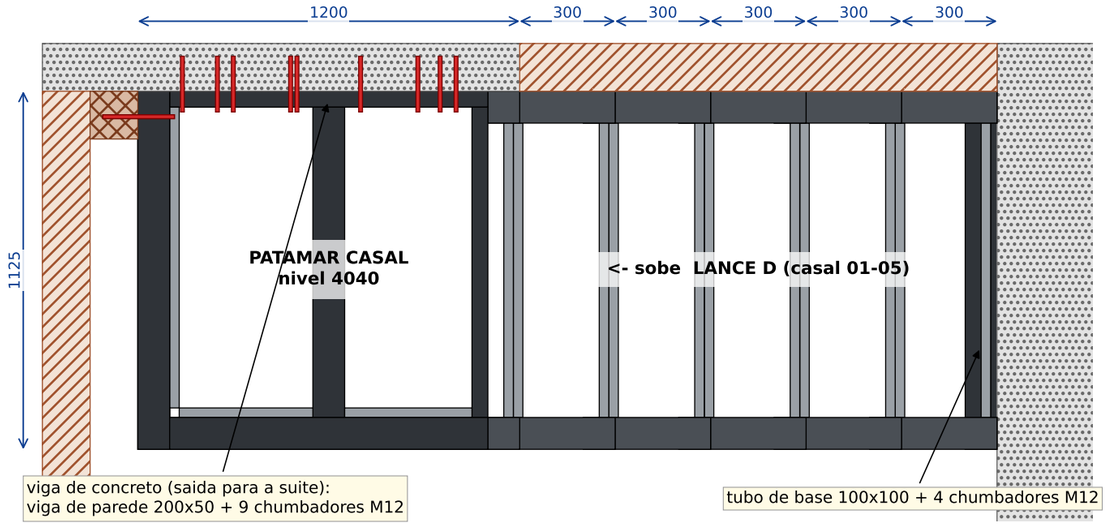
Calculo completo em analise-estrutural.pdf (geometria final, cada chumbador modelado). Barras: ate 75 MPa (limite 227). Flecha: 1,6 a 2,2 mm na escada 1
e 0,9 a 1,2 mm na escada 2 (limite de balanco 6,1 mm). O calculo ja inclui o peso do guarda-corpo futuro sobre as longarinas.
PENDENTE: fixacao do patamar 1 (pico no chumbador acima do adotado se o chumbador for rigido); ensaio de arrancamento; armadura das celulas grauteadas.
Versao 3 (tubo 100x100x2,65 em tudo que aparece). A versao 1 (50x50x3) esta guardada em v1-tubo-50x50/. Alternativas no relatorio: 3 chumbadores por celula, grade, pilarete.

ESCADA INTERNA - PROJETO 1: ESCADA SEM GUARDA-CORPO (pre-dimensionamento) | Planta da estrutura metalica (sem madeira)

ESCADA 1 (terreo -> superior): lances A, M, E e patamares 1 e 2



ESCADA 2 (superior -> patamar casal): lance D e patamar 3



Legenda

Cinza escuro: tubos. Cinza claro: cantoneiras 30x30x3 e barras chatas de apoio. Vermelho: barras roscadas e chumbado

Hachura diagonal: parede de tijolo ecologico (12,5 cm). Pontilhado: concreto.

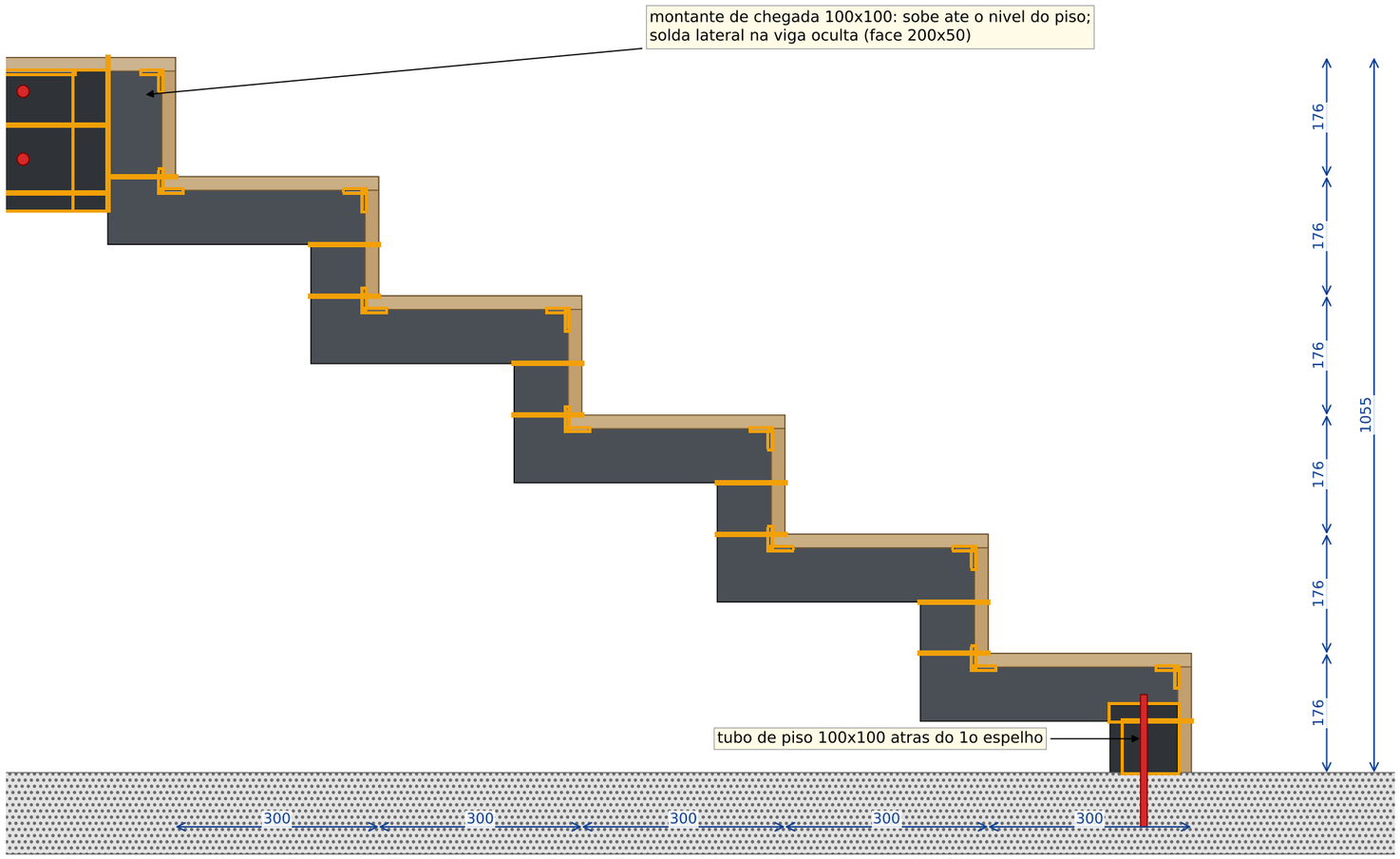
A escada 2 fica exatamente acima do lance A e do patamar 1.

Os tubos laterais (longarinas e laterais de patamar) ficam com o topo no nivel do piso acabado.

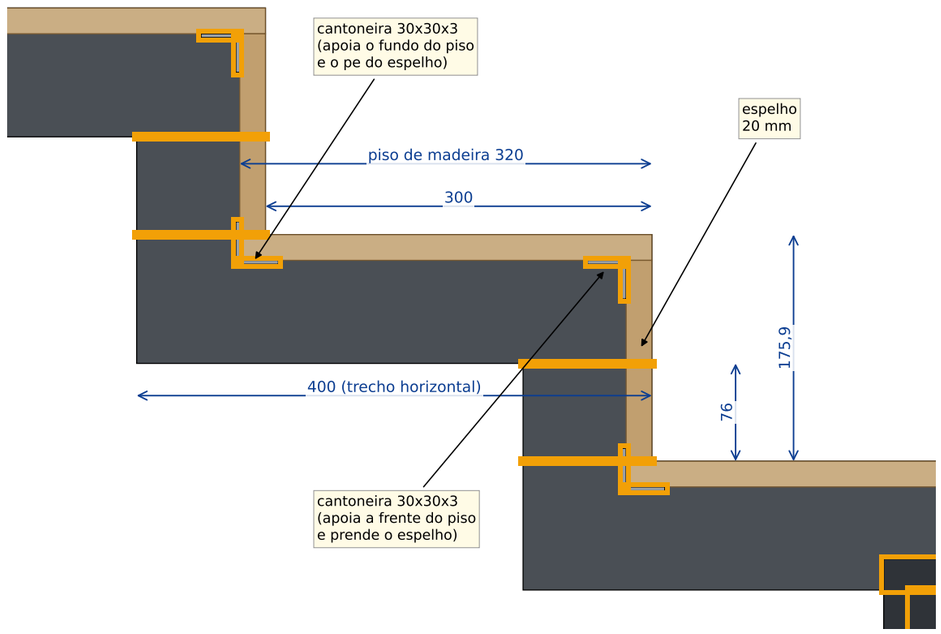
Vigas ocultas e travessas ficam com o topo 20 mm abaixo, sob o painel de madeira.

Cotas em mm. Base: arquitetonico 'Escada Interna - 02' (Manaca Atelie). Conferir medidas no local. Pre-dimensionamento: nao substitui projeto estrutural com ART.

LANCE A - corte longitudinal pelo meio (longarina da parede ao fundo)



DEGRAU TIPO - corte no meio do lance



Como fabricar cada longarina

Pecas de tubo 100x100x2,65 cortadas em esquadro (90 graus): trecho horizontal de 400 mm por degrau e montante de 76 mm (75 no lance do casal).

O montante apoia de topo sobre a ponta do trecho horizontal de baixo e recebe por cima a ponta do trecho horizontal seguinte: sempre face inteira 100x100.

Solda de filete nos 4 lados de cada junta (amarelo). As duas longarinas de um lance sao espelhadas e ligadas pelas cantoneiras (2 por degrau), soldadas de topo nas faces internas dos tubos. Gabaritar o lance inteiro na bancada antes de soldar: passo 300,0 e espelho 175,9 acumulados a partir do pe.

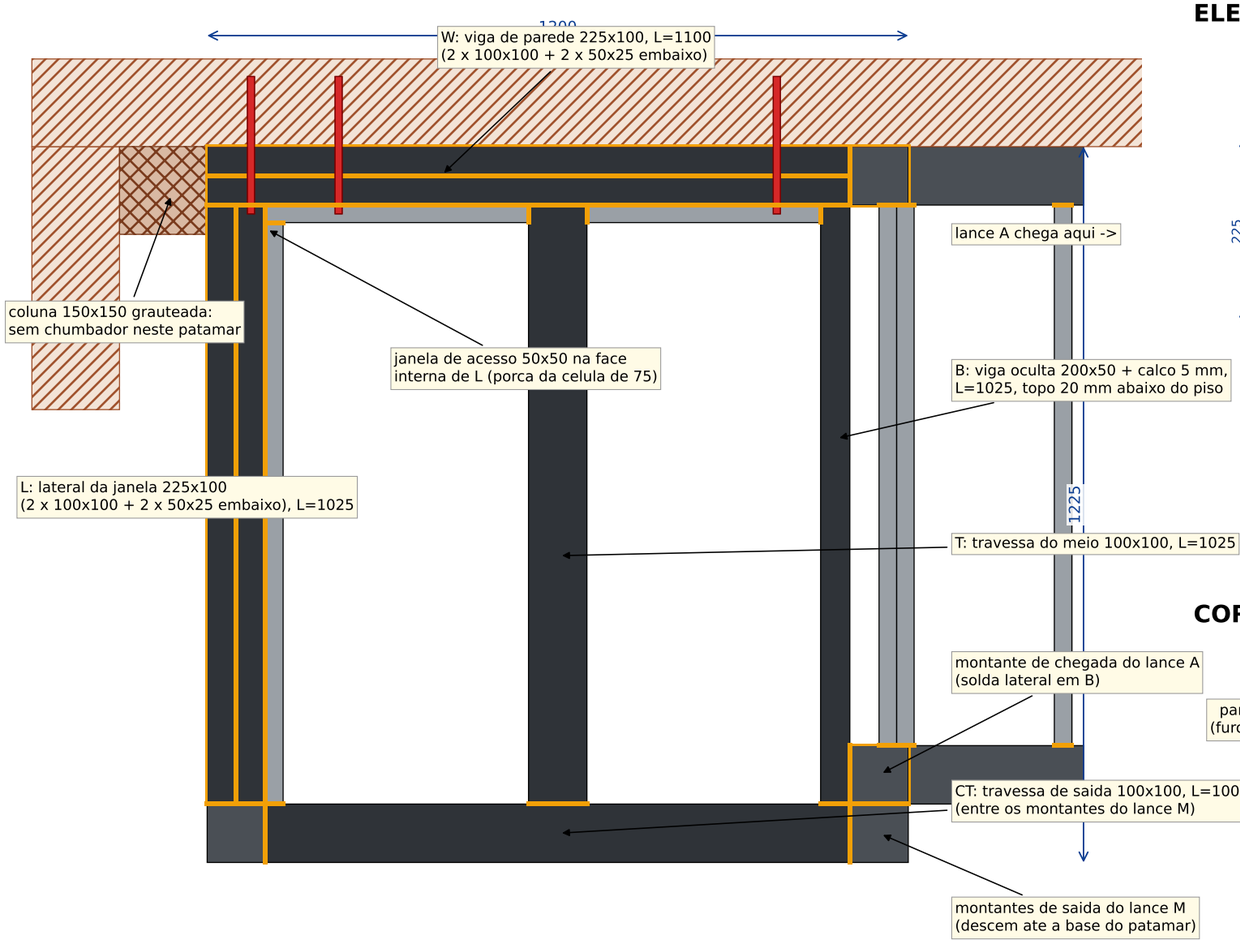
O topo do trecho horizontal fica no nivel do piso: aparecem 100 mm de tubo de cada lado e a madeira (20 mm) fica entre os tubos, rente ao topo (925 mm livres; 1000 no lance M).

Nos lances que chegam em patamar, o ultimo montante sobe ate o nivel do patamar e e soldado de lado na viga oculta (contato 100 x 176).

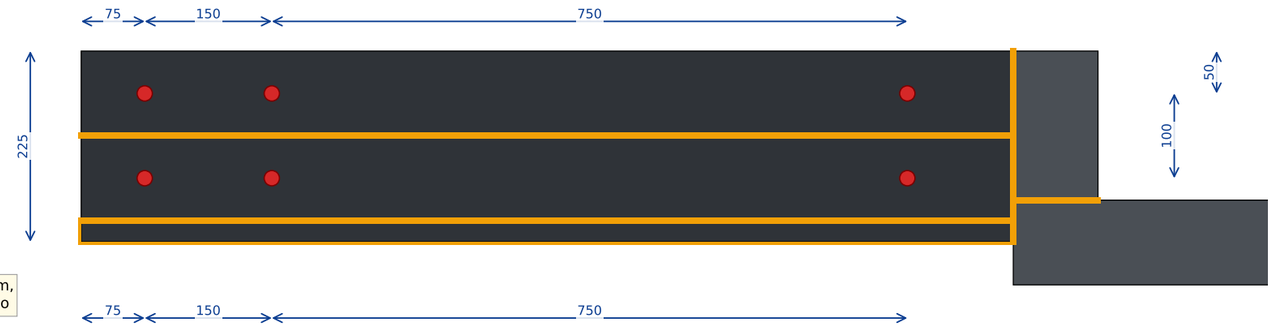
Nos lances que saem de patamar (M e E), o primeiro montante desce ate a base do patamar (225 mm abaixo do piso); as vigas do patamar encostam nele de topo.

ESCADA INTERNA - PROJETO 1: ESCADA SEM GUARDA-CORPO (pre-dimensionamento) | Patamar 1 (nivel 1055) - quadro, viga de parede e fixacao

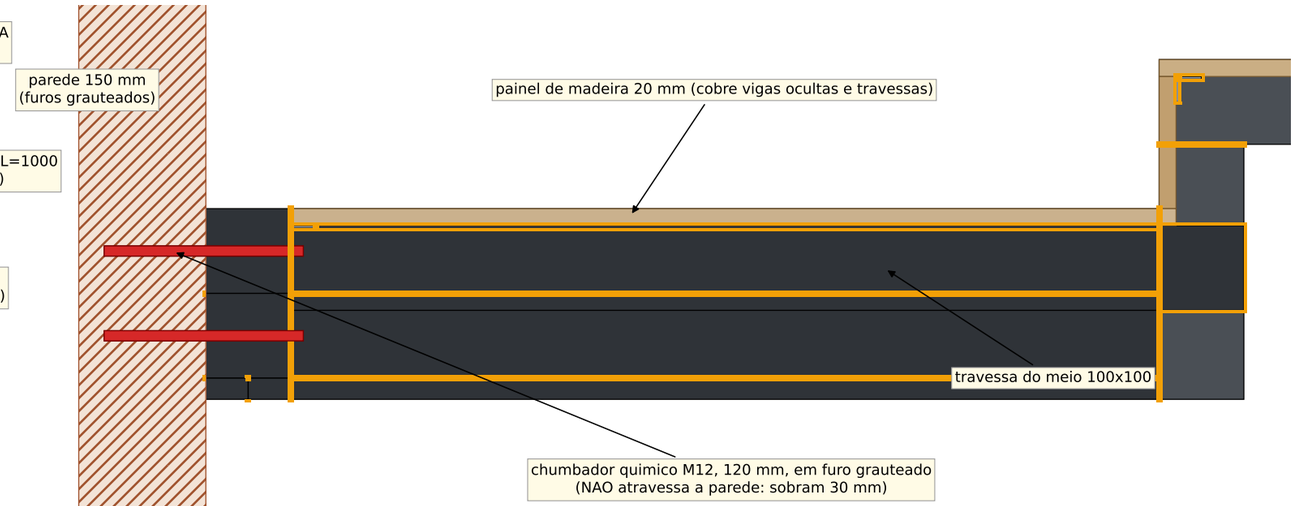
PLANTA do quadro (sem madeira; vigas ocultas visiveis)



ELEVACAO da viga de parede (vista de dentro da escada) - posicao dos furos



CORTE perpendicular a parede (pelo meio do patamar)



Montagem do patamar 1

1) Soldar em oficina: W e L (2 tubos 100x100 um sobre o outro + 2 tubos 50x25 embaixo) + B (200x50 + calco 5 mm) + CT + T + barras chatas. L e B de topo em W.

2) W e L tem o topo no nivel do piso: faixa aparente de 100 mm, igual a das longarinas. B, CT e T ficam 20 mm abaixo: o painel de madeira passa por cima.

3) Furar W no eixo das 3 celulas grauteadas (75, 225, 975): em cada uma, 1 furo a 50 mm e 1 a 150 mm abaixo do topo (meio de cada tubo; 6 furos). Luva 16x2 de face a face.

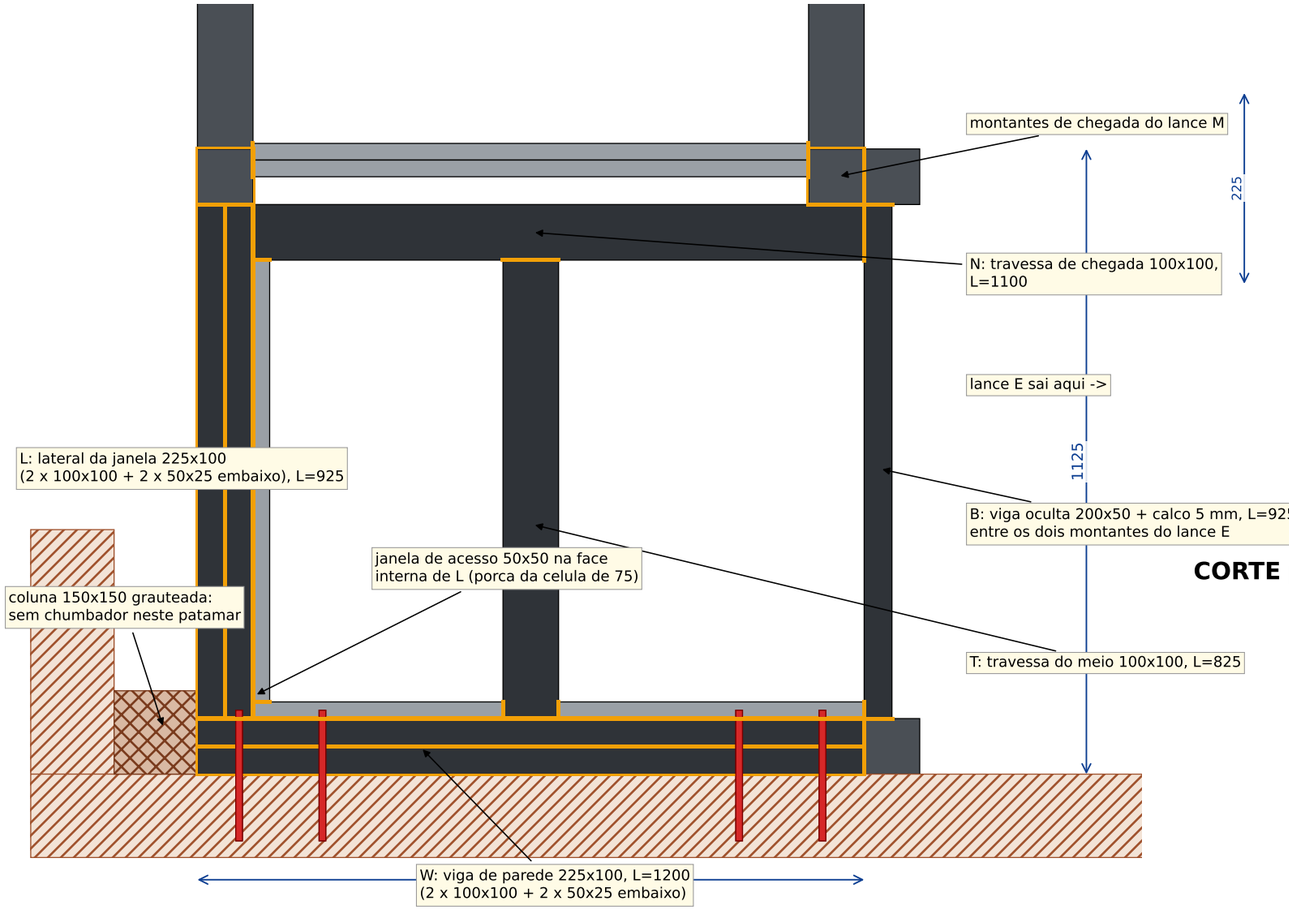
4) Furar a parede 14 mm x 120 mm de fundo (parede de 150: nao vazar). Limpar, injetar resina, inserir a barra M12 (haste 100 mm mais longa).

A viga W encosta direto na parede, sem chapa. Depois da cura, aperto 30 N.m; porca e arruela ficam sob o painel. Porca da celula de 75: pela janela de acesso em L.

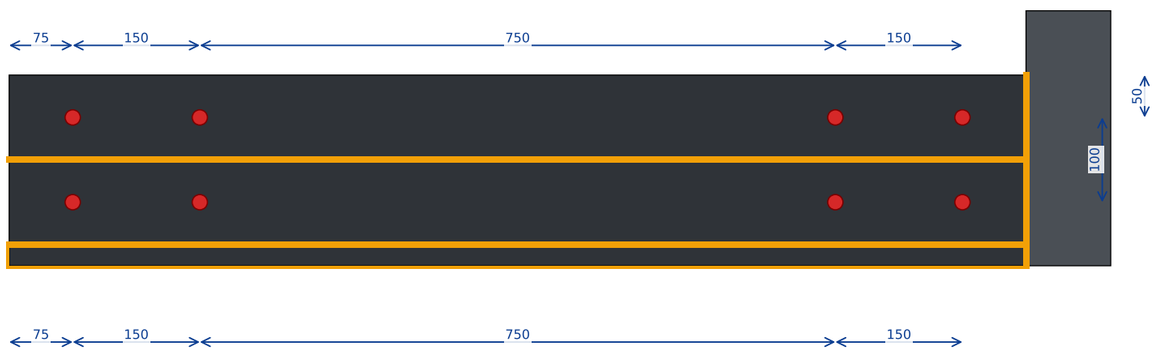
5) O lance A chega pela direita: os dois ultimos montantes (100x100) sobem ate o nivel do piso; o da parede encosta na ponta de W, o interno e soldado de lado em B.

6) O lance M sai por baixo: os dois primeiros montantes descem ate a base do patamar; L encosta de topo no da janela; a travessa CT fica entre os dois, com B e T de topo nela.

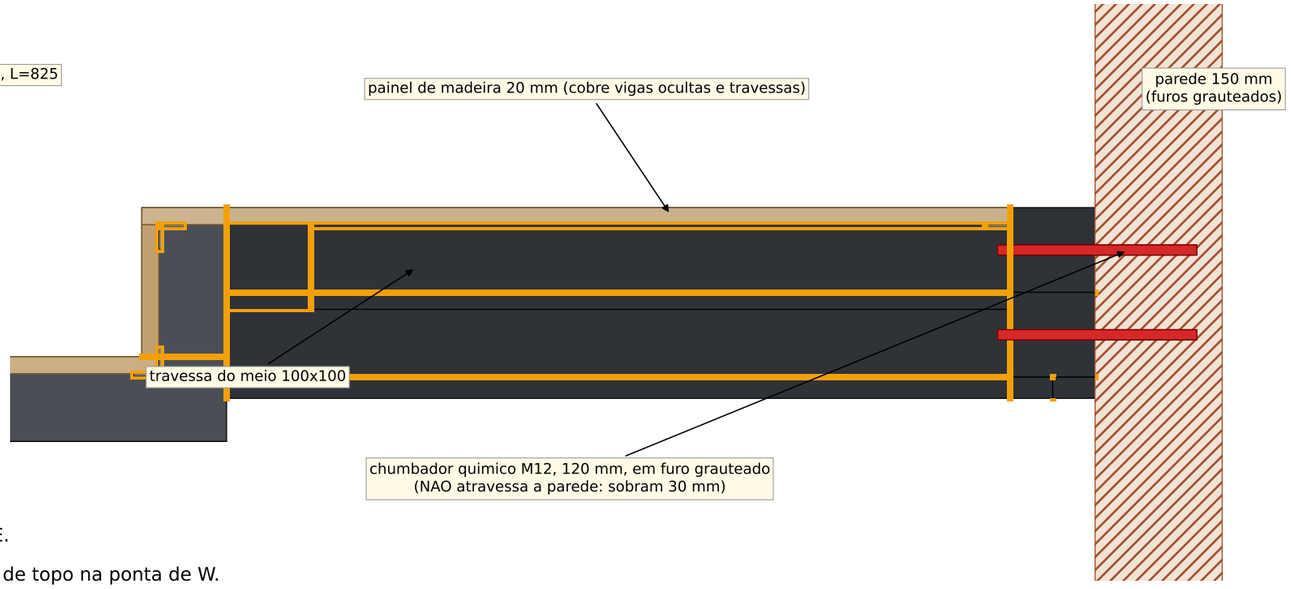
PLANTA do quadro (sem madeira; vigas ocultas visiveis)



ELEVACAO da viga de parede (vista de dentro da escada) - posicao dos furos



CORTE perpendicular a parede (pelo meio do patamar)



Montagem do patamar 2

1) Soldar em oficina: W + L + N + T + barras chatas de apoio. L e T encostam de topo na face de W; B entra com o lance E.

2) W termina em x=1200: o montante 100x100 da longarina da parede do lance E desce ate a base do patamar e encosta de topo na ponta de W.

3) W, L (225 x 100) e B (200 + calco de 5 mm no topo) ficam com a base no mesmo nivel, 225 mm abaixo do piso, faceadas com a base das longarinas do lance M.

Fixacao sem vazar a parede: 2 chumbadores quimicos M12 em cada uma das 4 celulas grauteadas (75, 225, 975, 1125; 50 e 150 mm abaixo do topo),

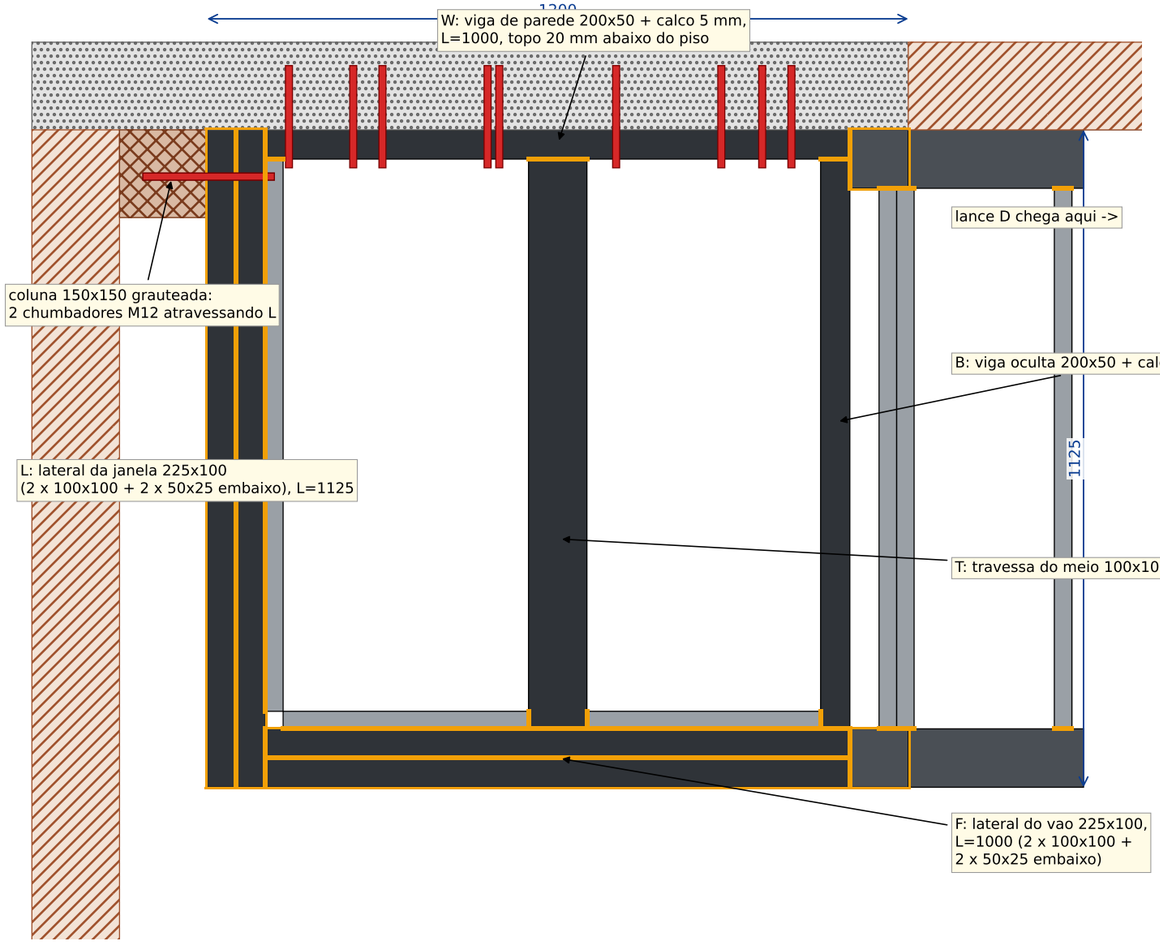
e 3 pela longarina da parede do lance E (x=1280, 1425 e 1575, sob o piso do degrau 12). Amarelo = conduite: NAO furar. Janela de acesso em L para a porca da celula de 75.

4) O lance M chega por cima (planta): seus dois ultimos montantes (100x100) sobem ate o nivel do piso; L encosta de topo no montante da janela;

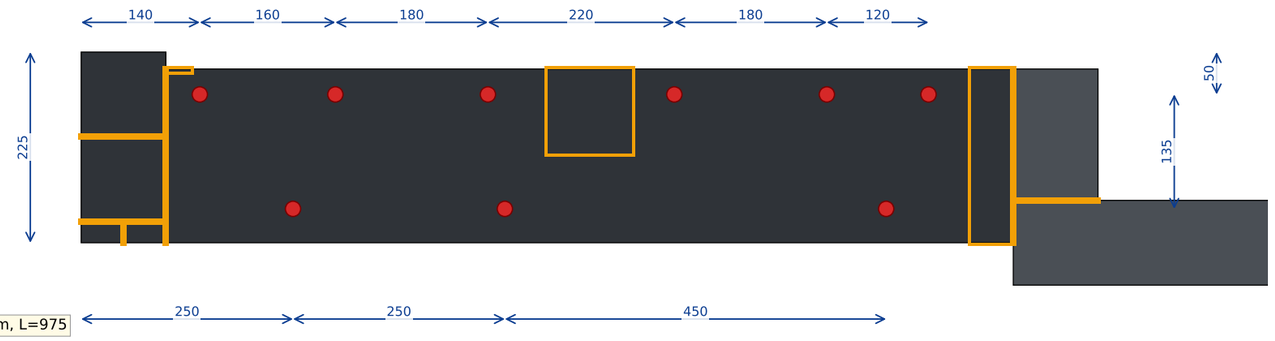
a travessa N encosta na face dos dois montantes e apoia a borda do painel.

5) O lance E sai pela direita: os dois primeiros montantes descem ate a base do patamar; B fica entre eles, de topo nos dois; N encosta na face de B.

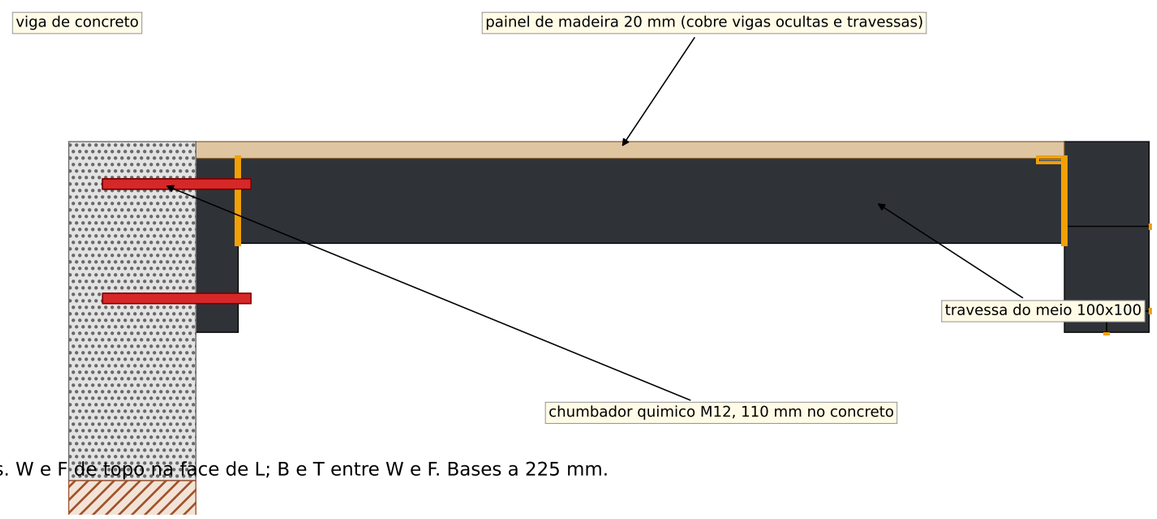
PLANTA do quadro (sem madeira; vigas ocultas visiveis)



ELEVACAO da viga de parede (vista de dentro da escada) - posicao dos furos



CORTE perpendicular a parede (pelo meio do patamar)



Montagem do patamar casal

1) Soldar em oficina: L e F (2 tubos 100x100 + 2 tubos 50x25 embaixo) + W e B (200x50 + calco 5 mm) + T + barras chatas. W e F de topo na face de L; B e T entre W e F. Bases a 225 mm.

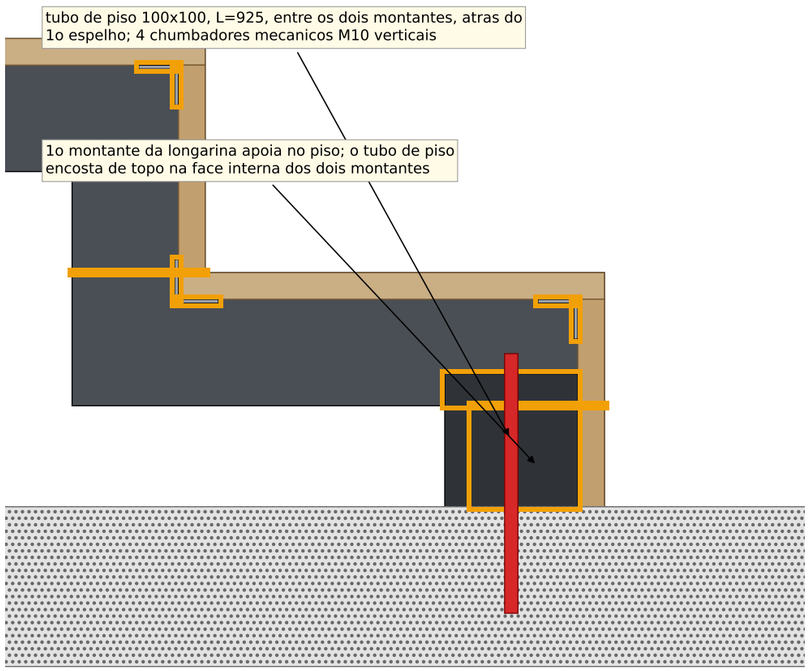
2) O lado da viga de concreto e a saida para a suite: W fica 20 mm abaixo do piso e o painel de madeira vai ate a parede.

3) Fixar W na viga de concreto com 9 chumbadores quimicos M12 (6 em cima, 3 embaixo), 110 mm de embutimento, furo 14 mm.

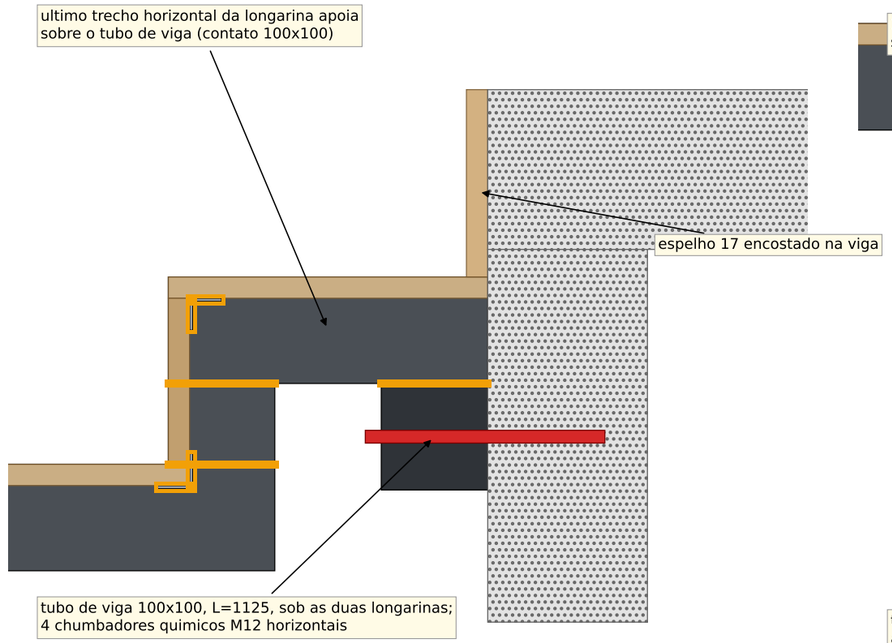
4) O lance D chega pela direita: os dois ultimos montantes (100x100) recebem de topo W (parede) e F (vao); B e soldada de lado no montante do vao.

5) Base do lance D: tubo 100x100 na face da viga da laje, com 4 chumbadores M12 horizontais; os montantes das longarinas apoiam sobre ele.

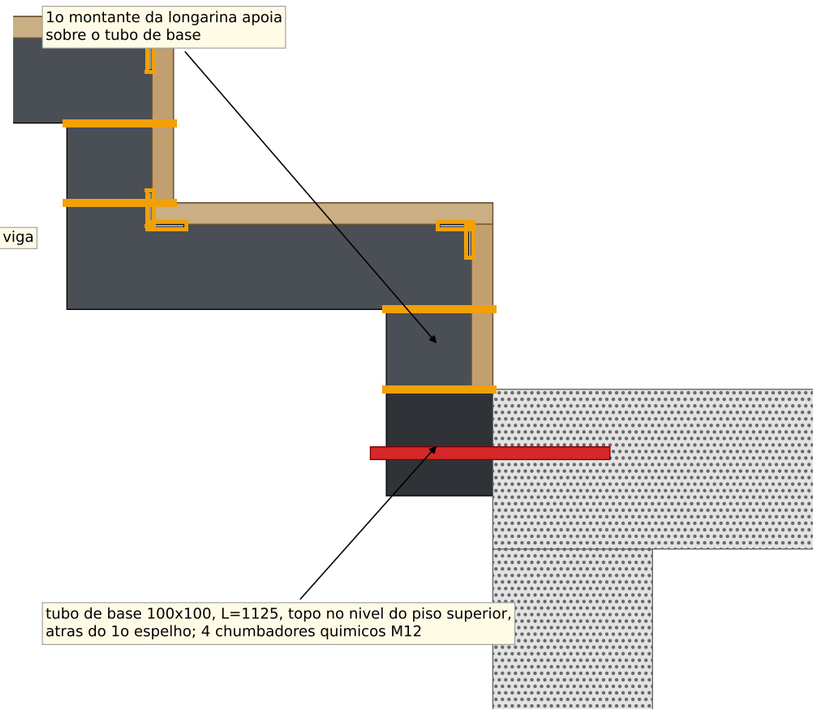
PE DO LANCE A (viga baldrame)



TOPO DO LANCE E (viga da laje do superior)



BASE DO LANCE D (viga da laje do superior)



Notas

As tres ligacoes usam so tubo, sem chapa de base: o chumbador atravessa o tubo 100x100 (luva 16x2 de face a face, soldada) e entra no concreto; haste 100 mm mais longa.

Furo no concreto 14 mm para M12 (12 mm para M10), limpo com escova e ar antes da resina. Distancia minima do furo a borda do concreto: 80 mm.

Com os patamares engastados, estas ligacoes trabalham pouco: ate ~3 kN vertical e ~2 kN horizontal de calculo por longarina.

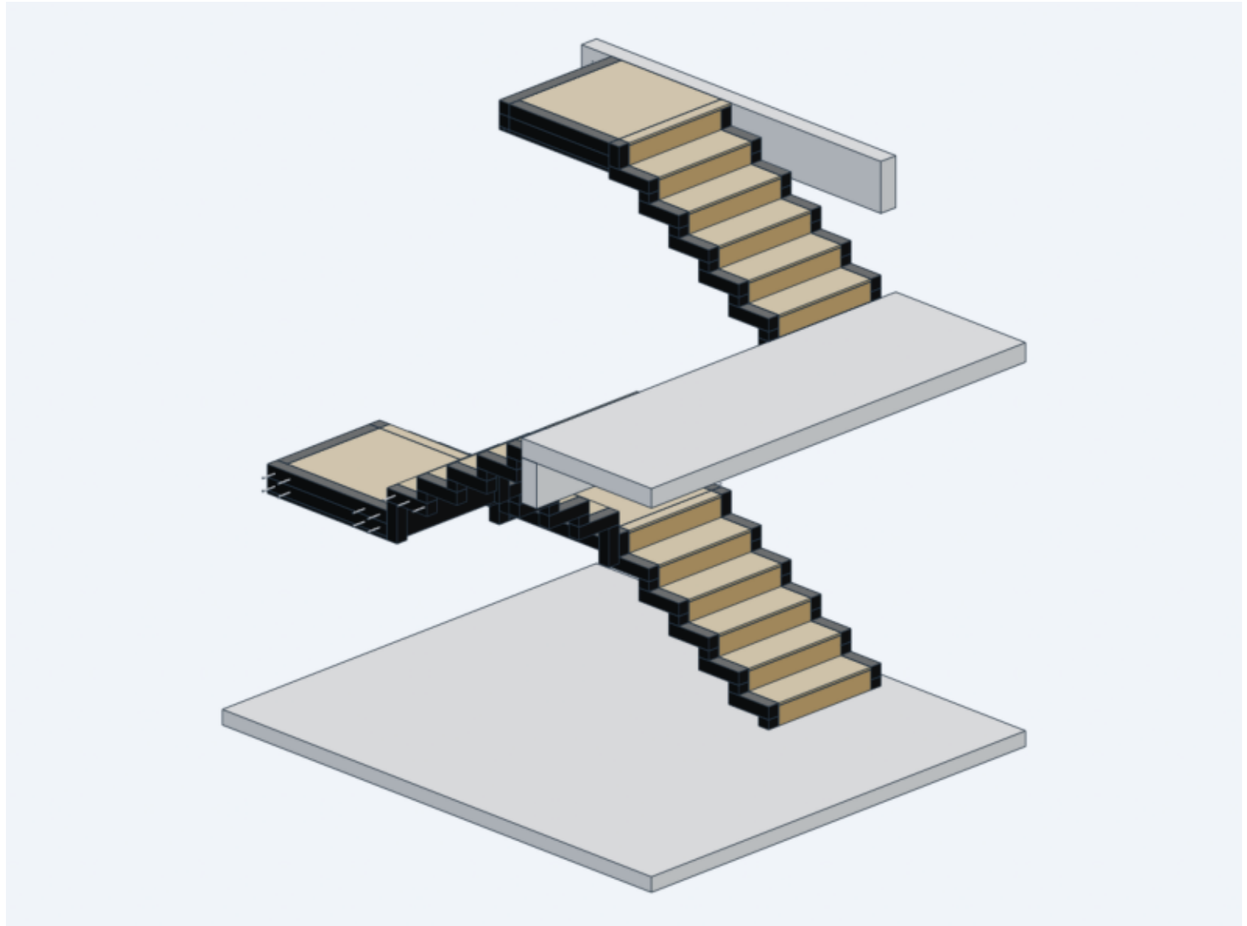
ESCADA INTERNA - PROJETO 1: ESCADA SEM GUARDA-CORPO (pre-dimensionamento) | Lista de corte do aco e fixacoes

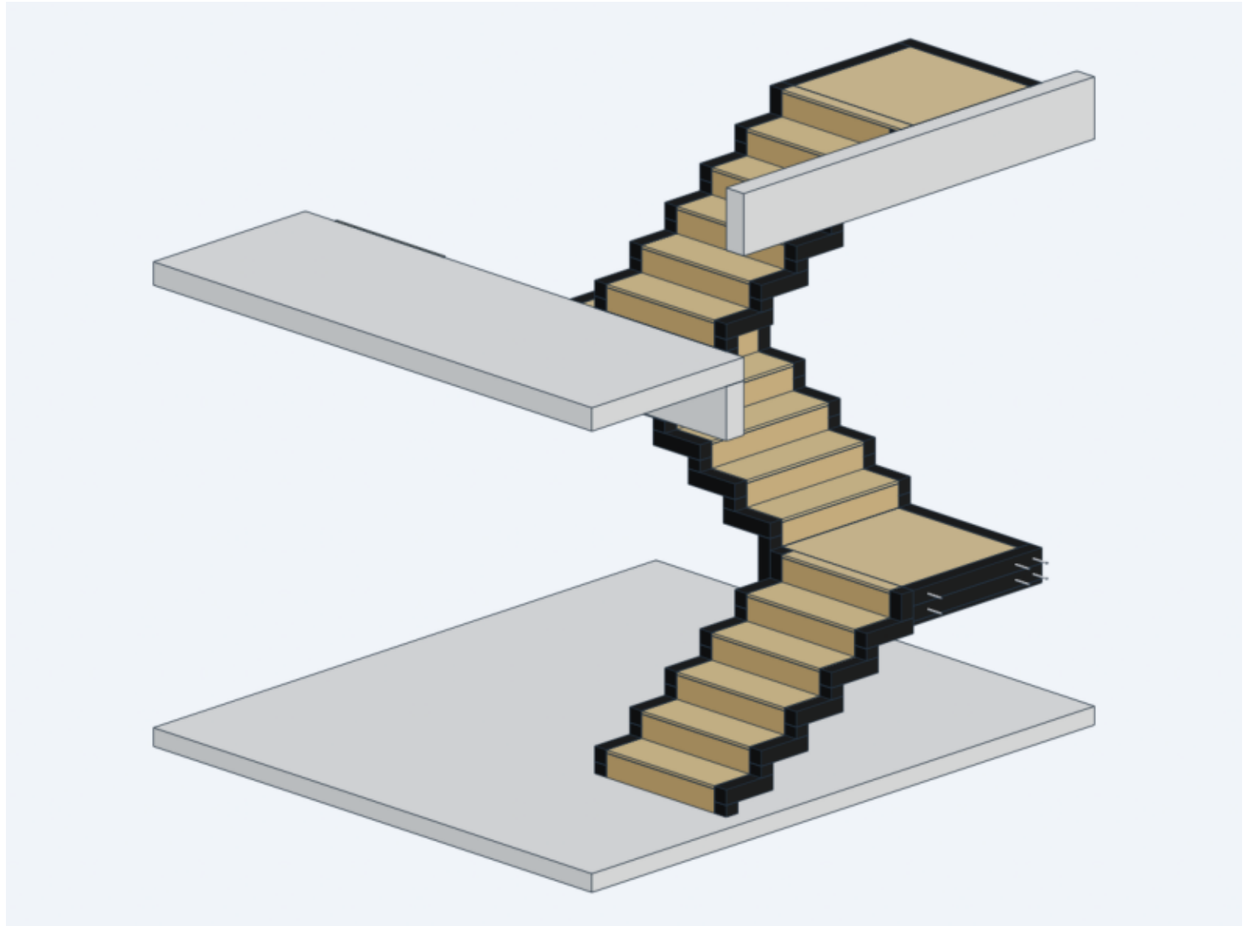
Perfil	Compr. (mm)	Qtd	Peso (kg)	Onde
tubo 100x100x2,65	400	36	116.6	A, D, E, M
tubo 100x100x2,65	301	4	9.8	E, M
tubo 100x100x2,65	300	2	4.9	E
tubo 100x100x2,65	176	4	5.7	A, M
tubo 100x100x2,65	175	1	1.4	D
tubo 100x100x2,65	155	1	1.3	D
tubo 100x100x2,65	76	24	14.8	A, E, M
tubo 100x100x2,65	75	10	6.1	D
tubo 100x100x2,65	1200	2	19.4	P2
tubo 100x100x2,65	1125	4	36.5	P3, TD, TE
tubo 100x100x2,65	1100	3	26.7	P1, P2
tubo 100x100x2,65	1025	3	24.9	P1
tubo 100x100x2,65	1000	3	24.3	P1, P3
tubo 100x100x2,65	975	1	7.9	P3
tubo 100x100x2,65	925	3	22.5	P2, TA
tubo 100x100x2,65	825	1	6.7	P2
tubo 200x50x3 + calco de barra chata 50x5 no topo	1025	1	13.7	P1
tubo 200x50x3 + calco de barra chata 50x5 no topo	1000	1	13.4	P3
tubo 200x50x3 + calco de barra chata 50x5 no topo	975	1	13.1	P3
tubo 200x50x3 + calco de barra chata 50x5 no topo	925	1	12.4	P2

Perfil	Compr. (mm)	Qtd	Peso (kg)	Onde
tubo 50x25x2	1200	2	5.3	P2
tubo 50x25x2	1125	2	5.0	P3
tubo 50x25x2	1100	2	4.8	P1
tubo 50x25x2	1025	2	4.5	P1
tubo 50x25x2	1000	2	4.4	P3
tubo 50x25x2	925	2	4.1	P2
barra chata 30x3	995	1	0.7	P1
barra chata 30x3	945	1	0.7	P3
barra chata 30x3	795	1	0.6	P2
barra chata 30x3	550	1	0.4	P2
barra chata 30x3	450	2	0.6	P1, P2
barra chata 30x3	420	1	0.3	P3
barra chata 30x3	400	2	0.6	P1, P3
cantoneira 30x30x3	1000	9	12.2	M
cantoneira 30x30x3	925	31	39.0	A, D, E
chumbador mecanico M10, 80 mm no concreto	-	4	-	TA
chumbador quimico M12, 110 mm na coluna grauteada	-	2	-	P3
chumbador quimico M12, 110 mm no concreto	-	17	-	P3, TD, TE
chumbador quimico M12, 120 mm em celula grauteada	-	17	-	E, P1, P2

Peso total listado: 465 kg (+5% de solda e perdas = 488 kg). Solda: 131 m de filete. A=lance 01-05, M=lance 07-10, E=lance 12-16, D=lance casal, P1/P2/P3=patamares, TA/TE/TD=tubos de apoio.

Cotas em mm. Base: arquitetonico 'Escada Interna - 02' (Manaca Atelie). Conferir medidas no local. Pre-dimensionamento: nao substitui projeto estrutural com ART.





Cotas em mm. Base: arquitetonico 'Escada Interna - 02' (Manaca Atelie). Conferir medidas no local. Pre-dimensionamento: nao substitui projeto estrutural com ART.