

PARECER DA ITAIPU BINACIONAL			
X	APROVADO	RESPONSÁVEIS	
	APROVADO COM COMENTÁRIOS		
	NÃO APROVADO		
	CANCELADO		
	INFORMATIVO	HERMANN/MHALVES	AUDER/MILTONGA
	APTO PARA ENVIO	A APROVAÇÃO DESTE DOCUMENTO NÃO ISENTA A CONTRATADA DE SUA TOTAL RESPONSABILIDADE PELO CUMPRIMENTO DE SUAS OBRIGAÇÕES CONTRATUAIS	
DATA		13/09/2024	

	DOCUMENTO EMITIDO SOMENTE EM FORMATO DIGITAL CONFIRMAR AUTENTICIDADE PELO SISTEMA DO ARQUIVO TÉCNICO DA ITAIPU BINACIONAL
---	---

Nº	DESCRIÇÃO	REVISOR(ES)	APROVAÇÃO	DATA
REVISÕES				



EMISSÃO INICIAL		ÁREA GERAL DO PROJETO (MI) ENGENHARIA CIVIL EDIFÍCIO ESPAÇO SAÚDE DA DIRETORIA TÉCNICA PISO DE CONCRETO – MEMÓRIA DE CÁLCULO			
EMISORA					
					
ISC S.A.					
4500064409/2021					
PROJETO/AUTORIA		MEMÓRIA DE CÁLCULO			
Angelo Marrelli					
VERIFICAÇÃO					
Hermínia Báez					
APROVAÇÃO					
Guillermo López Flores					
DATA	CONTROLE DE EMISORA	FORMATO	CÓDIGO DE ITAIPU	PÁGINA	REVISÃO
09/08/2024	-	A4	3832-10-J7828-P	1	R0

ÍNDICE

1	OBJETIVO	3
2	NORMA.....	3
3	CONSIDERAÇÕES GERAIS	3
4	DADOS DO ANDAR.....	6
5	MATERIAIS.....	7
5.1	AÇO	7
5.2	CONCRETO	7
5.3	REVESTIMENTO	7
6	SOLO.....	7
7	CARGAS	8
8	CÁLCULO DE ESFORÇO	9
8.1	PONTUAL	9
9	DIMENSIONAMENTO	10
9.1	CÁLCULO DA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO DO CONCRETO.....	10
9.2	RETRAÇÃO.....	10
9.3	DIMENSIONAMENTO DA FLEXÃO	11
9.4	DIMENSIONAMENTO DE PUNÇÃO.....	12
9.5	BARRAS DE TRANSFERÊNCIA.....	13

1 OBJETIVO

Esta memória de cálculo visa descrever o processo e critérios adotados no cálculo estrutural do piso de concreto armado, com sobrecarga de uso superficial distribuído de 0,15 t/m², resultando em espessura de piso de 12 cm e com armadura de 1Ø8c/30 em ambas as direções para a construção do piso da área da academia.

2 NORMA

- NBR 6118:2004 – Projeto de estruturas de concreto.

3 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O Projeto Espaço Saúde da Diretoria Técnica será implementado na atual Praça MWh (Megawatt hora), na Margem Esquerda, El. 144.00. Ao norte do terreno encontra-se a Barragem de Concreto, a Leste o Edifício da Brigada de Bombeiros, a Oeste a Casa de Força e ao Sul a Guarita de Controle e Segurança conforme Figura 1.

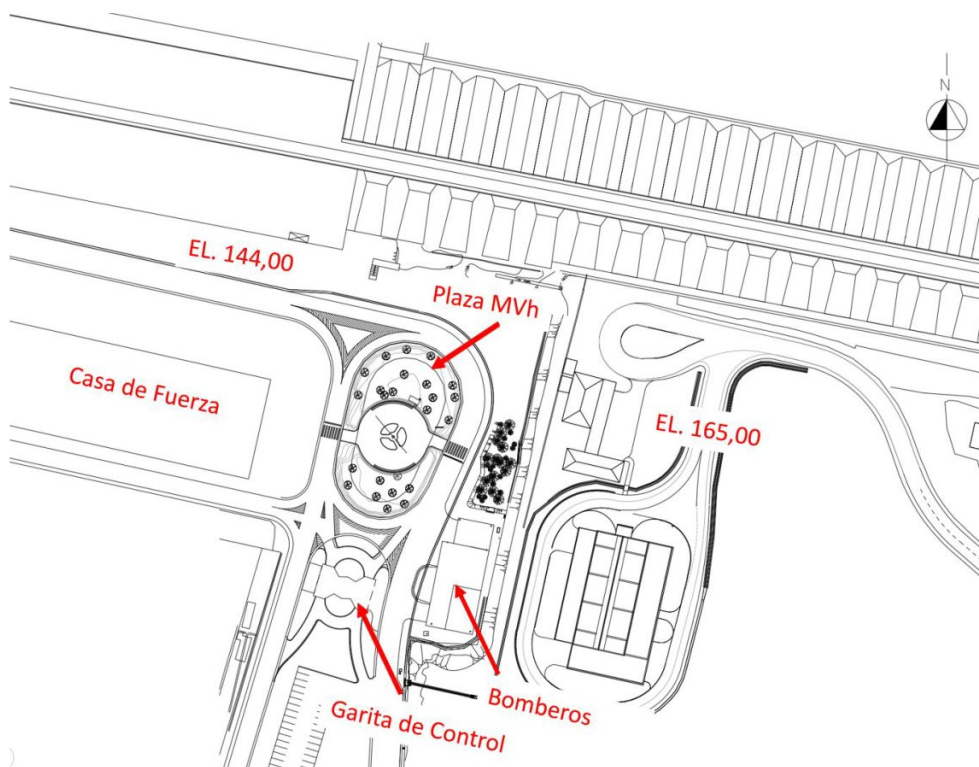


Figura 1 – Situação atual do entorno

As instalações do Espaço Saúde ficarão localizadas num recorte a realizar no talude existente no terreno distribuído em 2 Blocos que serão unidos por um espaço comum que contará com espaços de lazer ao ar livre.

Os Blocos acompanharão as curvas perimetrais do terreno, com a finalidade de obter um espaço amigável com o ambiente. O Bloco 1, localizado na parte Norte do terreno, dispõe dos espaços de: Academia de Musculação, Pilates e Sala Funcional, bem como áreas de apoio, e o Bloco 2, localizado ao Sul, dispõe de Refeitório, sanitários, vestiários, bicicletário e áreas de suporte,

conectados por uma área comum do tipo praça que conecta os dois blocos e convida o usuário à interação no ar livre.

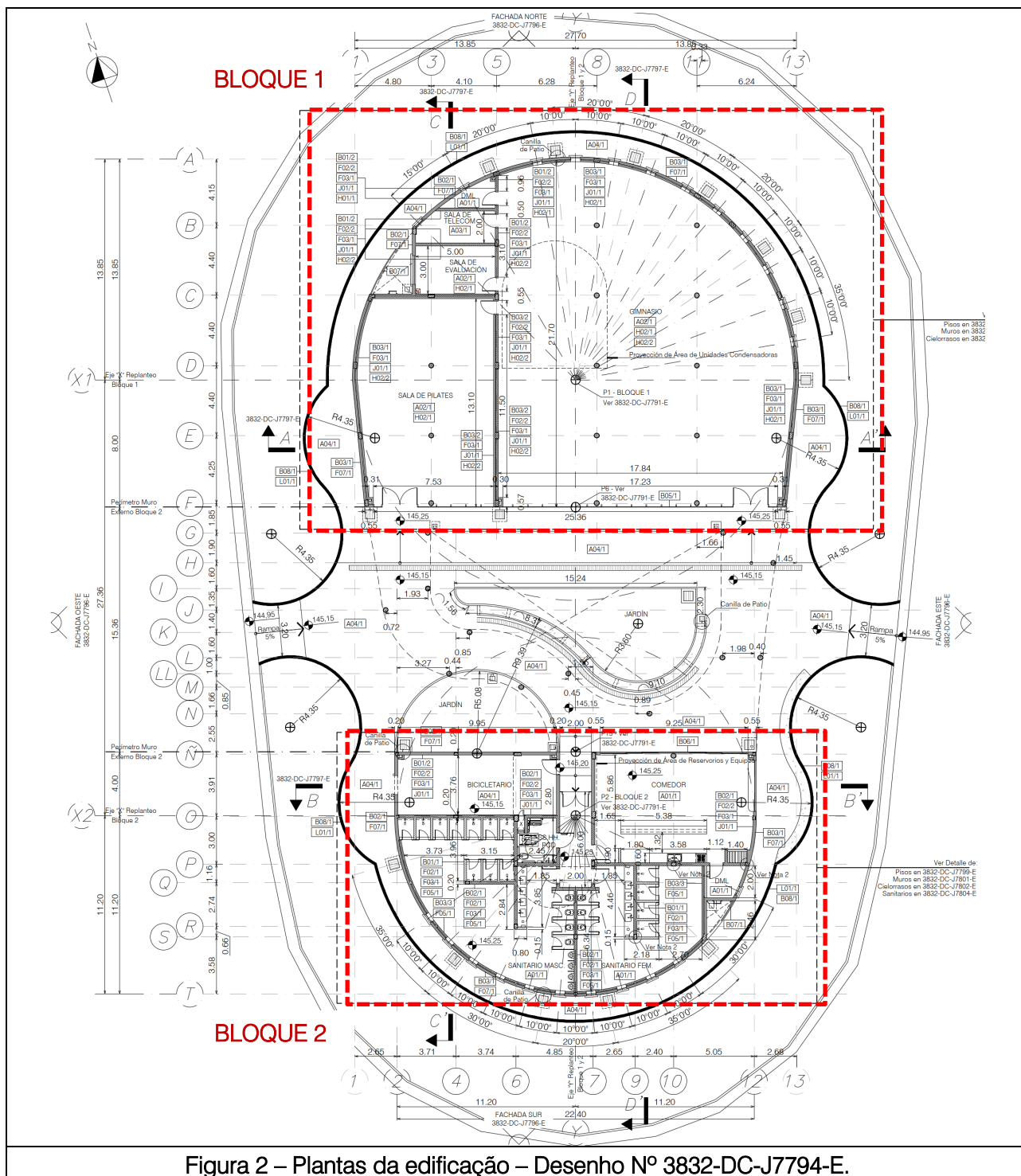


Figura 2 – Plantas da edificação – Desenho Nº 3832-DC-J7794-E.

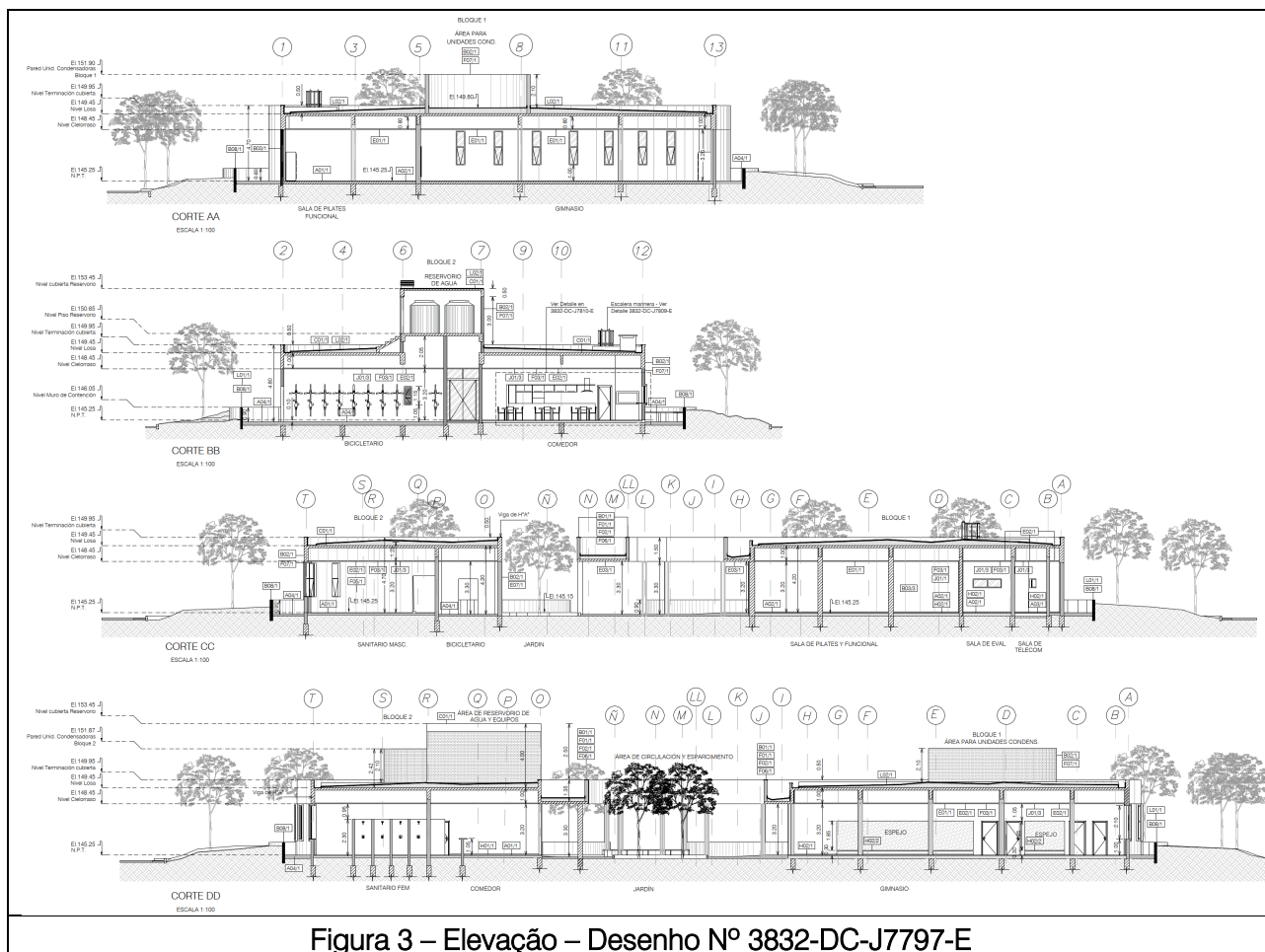


Figura 4 – Visualização 3D

O Bloco 1 terá piso de concreto com malha de aço para utilização na Academia, Sala de Pilates e Sala de Avaliação.

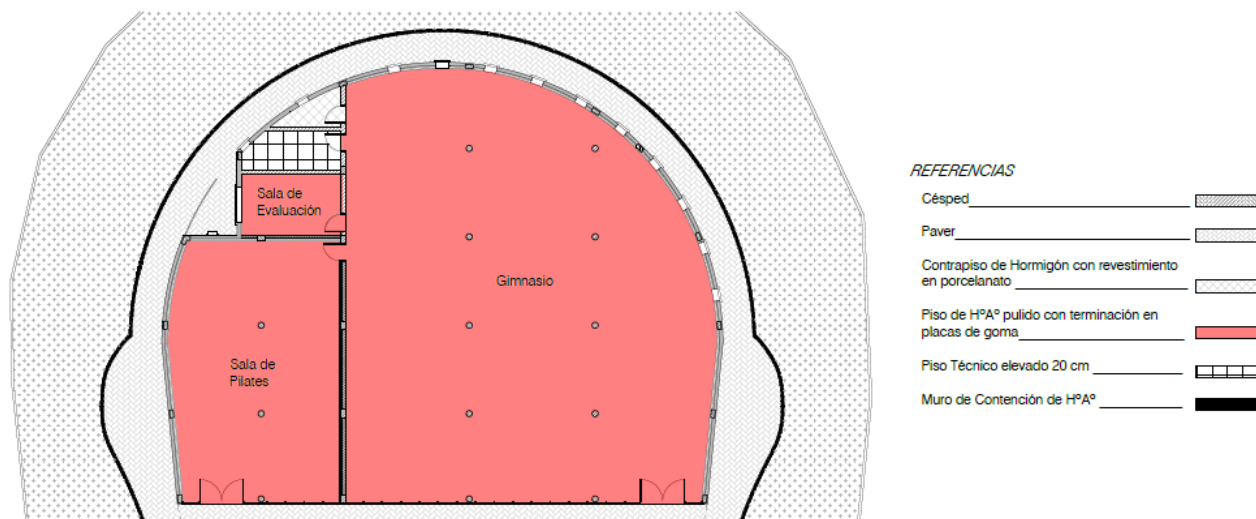


Figura 5 – Áreas onde haverá piso de concreto

4 DADOS DO ANDAR

O piso de concreto será constituído por painéis retangulares de dimensões variáveis, respeitando sempre a relação entre comprimentos ($1 \leq L_{\text{mayor}}/L_{\text{menor}} \leq 1.25$), com as seguintes características:

- Espessura do piso: 12cm;
- Comprimento máximo da placa: 220 cm;
- Largura máxima da placa: 230 cm;

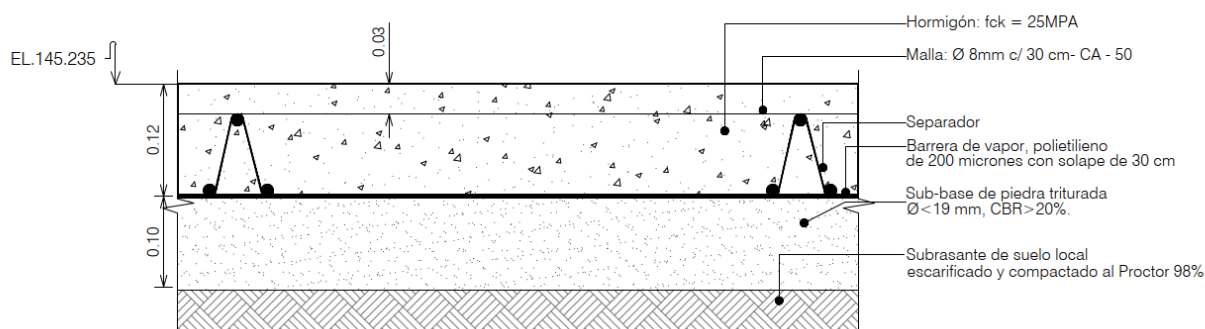


Figura 6 – Estrutura do piso

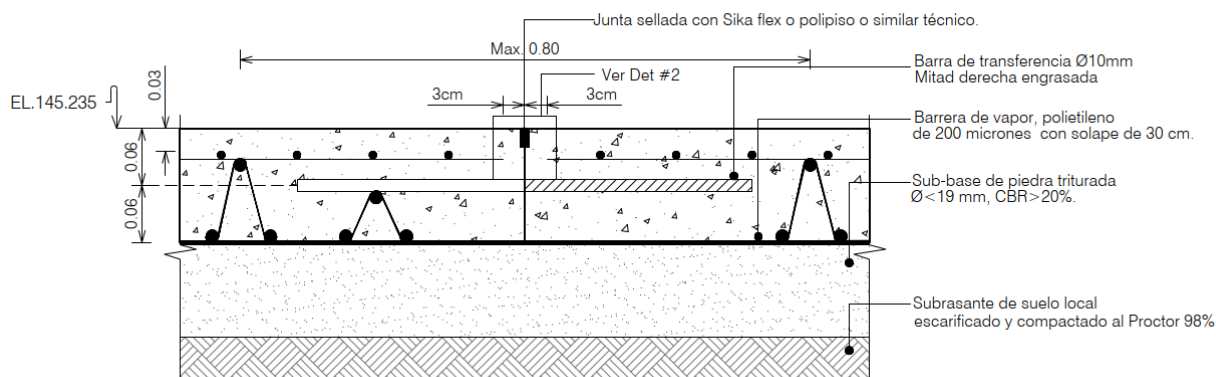


Figura 7 – Detalhe da barra de transferência

5 MATERIAIS

5.1 AÇO

A tensão de fluência de aço (f_y): 500 MPa;

5.2 CONCRETO

- Módulo de elasticidade: 26071,59 MPa;
- Resistência Característica à Compressão (f_{ck}): 25 MPa;
- Resistência média à tração e flexão (f_{ctm}): 2,9 MPa;
- Razão de Poisson (μ): 0,2;

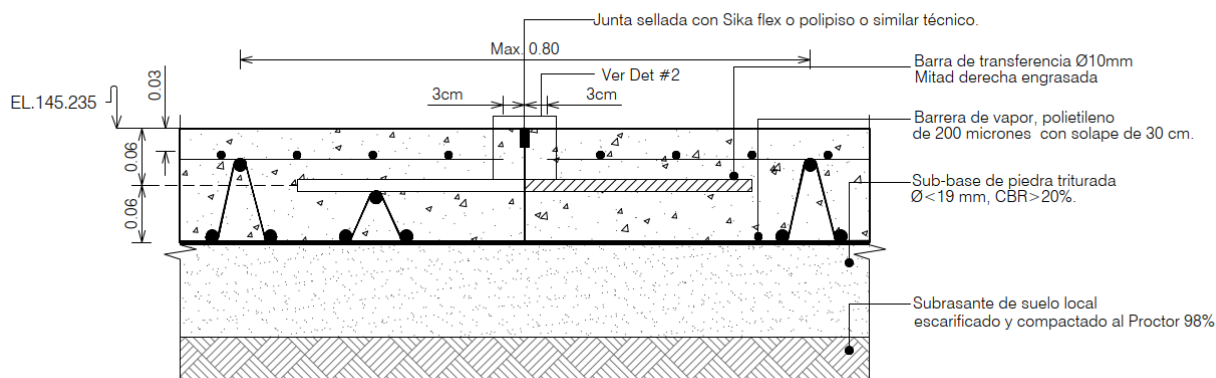


Figura 8 – Detalhe dos separadores

5.3 REVESTIMENTO

- Cobertura Superior: 3 cm;

6 SOLO

Foram considerados os seguintes dados para o solo:

- CBR da sub-base: 6 %;

- Espessura da sub-base: 10 cm;
- Coeficiente de lastro adotado(k): 42.400,19 kN/m³;
A sub-base deve ser de pedra bruta.

7 CARGAS

As cargas foram consideradas cargas de revestimento distribuídas que por questões de segurança serão tomadas em 150 kgf/m² e cargas específicas relacionadas às máquinas.

As cargas pontuais referem-se às pernas dos aparelhos de musculação, constituídas por uma placa base de aproximadamente 10x10 cm onde atuará uma força de 150 kgf procedente das placas de peso.

Foram consideradas as seguintes cargas:

- Carga Distribuída: 1,5 kN/m²;
- Carga Pontual: 1,5 kN;
- Tamanho mínimo da placa de base: 10 x 10 cm;

8 CÁLCULO DE ESFORÇO

Os cálculos são apresentados para obter as forças no piso.

Os cálculos das forças procedentes das cargas pontuais foram realizados segundo as fórmulas de Meyerhof (1962).

O cálculo da carga distribuída foi elaborado conforme formulações de Hetenyi, também apresentadas pelo Concrete Society Technical Report: TR – 34.

8.1 PONTUAL

Carga	Pp=	1.5	kN
Distância entre suportes de aparelhos de ginástica	Dap=	120	cm
Carga equivalente devido à proximidade das cargas $C_2 = Carga \cdot \left(\frac{2 \cdot RadioRigidez - Dap/2}{2 \cdot RadioRigidez} \right) \cdot 2$	C2=	1.37	kN
Comprimento X da placa de suporte	Lx=	10	cm
Comprimento Y da placa de suporte	Ly=	10	cm
Altura do piso	h=	12	cm
Área de contato: $A = Lx \cdot Ly$	A=	100	cm ²
Raio da área de contato: $a = \sqrt{A/\pi}$	a=	5.64	cm
Raio de rigidez: $l = \sqrt[4]{\frac{E(Pa) \cdot h^3(m)}{12 \cdot (1 - \mu^2) \cdot k(\frac{Pa}{m})}} (m)$	l=	55.11	cm
Momento fletor máximo inferior: $M^+ = \frac{Pp}{6 \cdot \left(1 + \frac{2a}{l} \right)}$	M+=	0.26	kN.m/m

9 DIMENSIONAMENTO

9.1 CÁLCULO DA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO DO CONCRETO

Resistência média à tração do concreto:			
$f_{ct,m} = 0,3 \cdot f_{ck}^{2/3}$	$f_{ct,m} =$	2.9	MPa
Menor resistência à tração característica do concreto:			
$f_{ctk,inf} = 0,7 \cdot f_{ct,m}$	$f_{ctk,inf} =$	2.03	MPa
Resistência à tração por flexão do concreto:			
$f_{ct,d} = \frac{f_{ctk,inf}}{\gamma_c}$	$f_{ct,d} =$	1.21	MPa
Coefficiente de Segurança para concreto simples NBR 6118 – 24.5.2.1:			
$\gamma_c = 1,4 \cdot 1,2$	$\gamma_c =$	1,68	
$\sigma_{ct,Rd} = 0.85 \cdot f_{ctd}$	$\sigma_{ct,Rd}$	1.03	MPa

9.2 RETRAÇÃO

Cálculo da armadura de retração:			
Peso específico do concreto	$\gamma =$	25	kN/m ³
Comprimento	$L =$	230	cm
Largura	$W =$	100	cm
Altura do piso	$h =$	12	cm
Coefficiente de atrito	$f =$	0.5	
Limite elástico do aço	$f_{yk} =$	600	MPa
$A_{s,ret} = \frac{f \cdot \gamma \cdot L \cdot W \cdot h}{0,75 \cdot f_{yk} / 1,15}$	$A_{s,ret} =$	0.09	cm ² /m
Cálculo do limite de retração:			
Força de retração:			
$Fr = f \cdot \gamma \cdot \text{Mayor}(L; W) \cdot h$	$Fr =$	3.45	kN/m
Limite de retração:			
$\sigma_r = \frac{Fr}{h \cdot \text{Ancho Unitária}}$	$\sigma_r =$	0.03	MPa

9.3 DIMENSIONAMENTO DA FLEXÃO

Momento fletor máximo inferior:	$M^+ =$	0.26	kN.m/m
Momento fletor máximo superior:	$M^- =$	0.21	kN.m/m
Limite máximo: $\sigma_{max,inf} = \frac{M_{inf}}{W}$	$\sigma_{max,inf} =$	0.17	MPa
Módulo elástico do piso: $W = \frac{I}{h/2}$	$W =$	2400	cm ³
Largura considerada	$b =$	100	cm
Inércia do piso: $I = \frac{b \cdot h^3}{12}$	$I =$	14400	cm ⁴
Verificação da necessidade de armadura inferior: $\alpha_{max,inf} \leq \sigma_{ct,Rd}$		Não é necessária armadura inferior	
Cálculo da armadura superior			
Altura útil	$d =$	6.5	cm
Altura da linha neutra: $y = d \left(1 - \sqrt{1 - \frac{M_d}{0,425 f_{cd} \cdot b_w \cdot d^2}} \right)$	$y =$	0.02	cm
Cálculo da área de aço: $A_{s,Sup} = \frac{0,85 f_{cd} \cdot b_w}{f_{yd}} \cdot y$	$A_s =$	0.04	cm ² /m
Armadura Final: $A_{s,Tot}^- = A_{s,Sup} + A_{s,ret}$	$A_{s,Tot}^- =$	0.13	cm ² /m
Cálculo da armadura inferior			
Altura útil	$d =$	9	cm
Altura da linha neutra: $y = d \left(1 - \sqrt{1 - \frac{M_d}{0,425 f_{cd} \cdot b_w \cdot d^2}} \right)$	$y =$	0.02	cm
Cálculo da área de aço: $A_{s,InfCalc} = \frac{0,85 f_{cd} \cdot b_w}{f_{yd}} \cdot y$	$A_{s,InfCalc} =$	0.06	cm ² /m
Área de aço adotada:	$A_{s,Inf} =$	1.21	cm ² /m
Cálculo de armadura mínima			
NBR 6118 tabela 19.1 (considerada armadura mínima para lajes armadas em duas direções):			
Armadura Mínima: $A_{s,min} = 0,001 \cdot AreaSecciónTransversal$	$A_{s,min} =$	1.21	cm ² /m

É adotada como armadura inferior segundo a Norma NBR 6118 , embora não seja necessária armadura mínima conforme cálculo.

9.4 DIMENSIONAMENTO DE PUNÇÃO

Limite resistente na superfície crítica localizada no contorno do pilar (C): $\tau_{Rd2} = 0,27 \cdot \alpha_{v2} \cdot f_{cd}$	$\tau_{Rd2} =$	4.34	MPa
$\alpha_{v2} = \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right)$	$\alpha_{v2} =$	0.9	
Limite resistente na superfície crítica localizada a 2d da face do pilar (C'): $\tau_{Rd1} = 0,13 \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{20}{d}} \right) \cdot (100 \cdot \rho \cdot f_{ck})^{1/3}$	$\tau_{Rd1} =$	0.69	MPa
$\rho = \frac{A_{sinf}}{b \cdot h} < 0,02$	$\rho =$	0	%
Limite solicitantes na superfície C: $\tau_{sd}(C) = \frac{F_{sd}}{u(C) \cdot d}$	$\tau_{sd}(C)$ $=$	0.08	MPa
Perímetro da superfície C:	$u(C) =$	40	cm
Altura útil:	$d =$	9	cm
Limite solicitantes na superfície C': $\tau_{sd}(C') = \frac{F_{sd}}{u(C') \cdot d}$	$\tau_{sd}(C')$ $=$	0.02	MPa
Perímetro da superfície C':	$u(C')$ $=$	153.1	cm
Verificação da superfície C: $\tau_{sd}(C) \leq \tau_{Rd2}$		Aprovado	
Verificação da superfície C': $\tau_{sd}(C') \leq \tau_{Rd1}$		Aprovado	

9.5 BARRAS DE TRANSFERÊNCIA

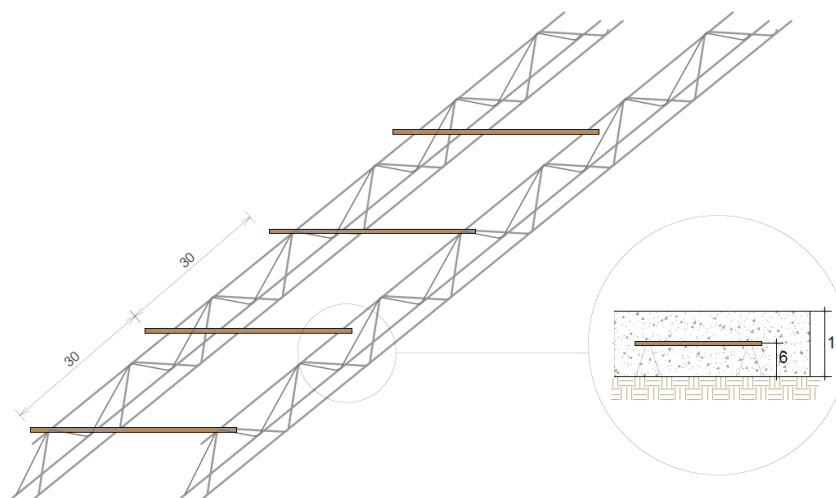


Figura 9 – Detalhe das barras de transferência

As barras de transferência são calculadas para resistir à tensão de cisalhamento transmitida pelo concreto. O diâmetro mínimo das barras adotado segue na tabela abaixo:

Barras de transferência adotadas:			
Altura do piso	$h =$	12	cm
Força de cisalhamento na barra de transferência	$V_d =$	0.72	kN
Diâmetro calculado	$\varnothing_{\text{calc}} =$	3.1	mm
Diâmetro da barra de transferência	$\varnothing =$	10	mm
Distância entre barras	$d =$	30	cm

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES

Os documentos conforme relacionados abaixo são citados no texto desta especificação. Em caso de divergência, prevalecem os requisitos estabelecidos nas Especificações, Contrato ou Autorização de Aquisição.

ESTRUCTURA DE H° A° – PISO DE H° A° - PLANTA.....3832-DC-J7828-E

ESTRUCTURA DE H° A° – PISO DE H° A° - DETALLES.....3832-DC-J7829-E

REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS

- PROJETO DE ESTRUTURAS DE BETÃO. NBR 6118:2004.