

1. DEFINIÇÃO

A Laje Alveolar é constituída de painéis de concreto protendido que possuem seção transversal com altura constante e alvéolos longitudinais, responsáveis pela redução do peso da peça. Estes painéis protendidos são produzidos em concreto de elevada resistência característica à compressão ($f_{ck} \geq 45\text{MPa}$) e com aços especiais para protensão, na largura de 124,5cm e nas alturas de 9, 12, 16, 20 e 25cm.

A figura 1 ilustra uma seção transversal de um Painel Alveolar com a descrição das partes que o constituem.

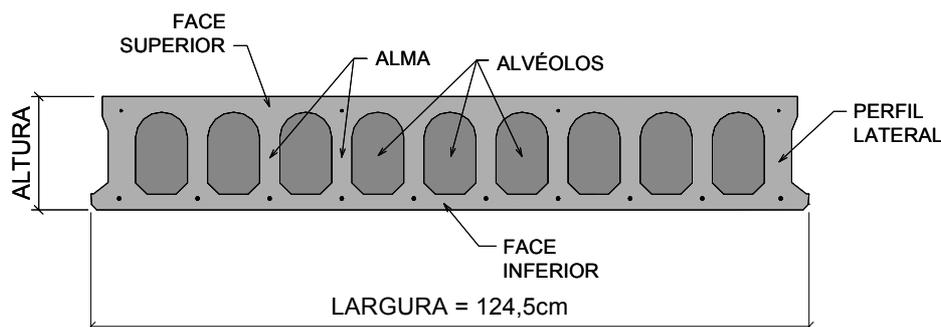


Figura 1 - Seção Transversal do Painel Alveolar

2. VANTAGENS DA LAJE ALVEOLAR

2.1. FACILIDADE DE TRANSPORTE

Os sistemas de lajes tradicionais exigem o recebimento, transporte e estocagem de diversos componentes da laje (vigotas, elementos de enchimento, armaduras e escoras). Para cada um dos componentes é necessário espaço para estocagem e traslado do material do recebimento ao estoque e, do estoque ao local de utilização. Na Laje Alveolar, somente os painéis e eventualmente o aço para a malha de distribuição, deverão ser recebidos e descarregados com auxílio de guindaste, ou pela grua da própria obra, simplificando o recebimento, estoque e manuseio do produto.

2.2. SIMPLICIDADE E RAPIDEZ DE MONTAGEM



Figura 2 - Montagem da Laje Alveolar

O processo de montagem da laje alveolar é muito simples e repetitivo e o rendimento de uma equipe de montagem de três operários pode chegar, sem dificuldade, a 50m²/h, o que equivale a 400m² em 8 horas de trabalho. Concluída a montagem dos painéis alveolares, é possível o início imediato do preenchimento das juntas ou execução de capa de concreto, sem necessidade de qualquer escoramento dos painéis.

2.3. REDUÇÃO DE SERVIÇOS NA OBRA

Os serviços de carpintaria, armação e revestimento, além do recebimento, estoque, transporte e manuseio de todos os materiais envolvidos nestas etapas, são eliminados quase que totalmente. Alguns detalhes de acabamento das lajes alveolares junto à estrutura podem ser executados, facilmente, por profissionais sem maior especialidade.



Figura 3 – Exemplo de montagem com redução de mão-de-obra

2.4. ELIMINAÇÃO DE CIMBRAMENTO

Por ser auto-portante, a laje alveolar não utiliza escoramentos em sua montagem. Mesmo quando é necessária a utilização de capa de concreto, os painéis alveolares são capazes de resistir a estes carregamentos sem necessidade de qualquer escoramento.

2.5. POSSIBILIDADE DE ATINGIR MAIORES VÃOS

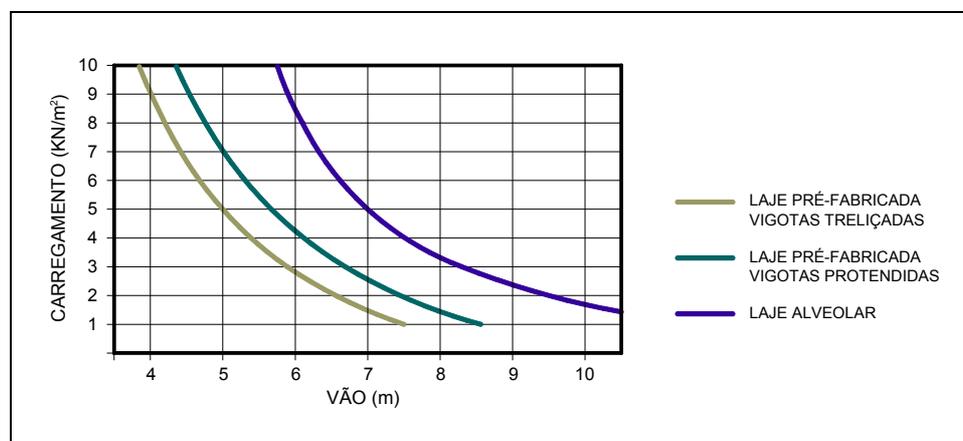


Figura 4 - Gráfico comparativo do desempenho das Lajes Treliçada, Protendida e Alveolar, todas com altura de 16cm.

A laje alveolar capaz de alcançar grandes vãos, mesmo com cargas de utilização elevadas. Se comparada a outros sistemas de lajes, a Laje Alveolar apresenta maior

leveza e menores deformações. A figura 4 ilustra o desempenho das Lajes Alveolares quando comparada a outros sistemas.

2.6. MAIOR QUALIDADE E CONFIABILIDADE

A produção das lajes alveolares ocorre em instalações industriais modernas e providas de todos recursos necessários para garantir a qualidade do material. Desde o controle de materiais, posicionamento de armaduras e protensão, moldagem até a cura do concreto. A moldagem das placas é feita em modernos equipamentos que através de vibração enérgica permitem a utilização de concretos com baixa relação água/cimento e, ao mesmo tempo, produzindo um adensamento ideal.

2.7. ECONOMIA

A redução de materiais e mão-de-obra para a execução e, principalmente, a redução acentuada dos prazos de execução torna a Laje Alveolar uma solução indispensável para obras com canteiros pequenos e prazos limitados.

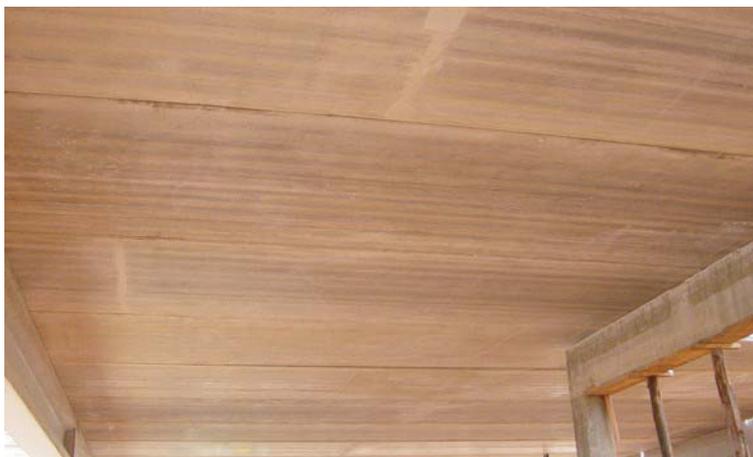


Figura 5 – *Acabamento inferior da laje Alveolar*

3. COMPONENTES

3.1. PAINEL ALVEOLAR

Os painéis alveolares são fabricados com largura padrão de 124,5cm e nas alturas de 9, 12, 16, 20 e 25cm.

A partir de materiais cuidadosamente selecionados e utilizando centrais modernas que garantem excelentes condições de dosagem e mistura, produz-se um concreto com baixa relação água/cimento ($a/c \approx 0,3$), que além da alta resistência à compressão, protege as armaduras com maior eficiência, graças a sua baixa porosidade.

Para a protensão são utilizados fios e cordoalhas para concreto protendido, sendo que cada seção transversal é dimensionada (Altura do painel e armadura) de acordo com o vão e o carregamento a que a laje será solicitada.

tabela abaixo, apresenta algumas propriedades geométricas das seções transversais dos painéis alveolares produzidos pela TATU PRÉ-MOLDADOS.

	SEÇÃO TRANSVERSAL	CARACTERÍSTICAS
PAINEL LEVE	 <p>9</p>	Altura=9cm Peso-Próprio=1,50KN/m ² I=5432cm ⁴ /m
	 <p>12</p>	Altura=12cm Peso-Próprio=2,10KN/m ² I=13247cm ⁴ /m
	 <p>16</p>	Altura=16cm Peso-Próprio=2,45KN/m ² I=29178cm ⁴ /m
	 <p>20</p>	Altura=20cm Peso-Próprio=2,80KN/m ² I=52948cm ⁴ /m
	 <p>25</p>	Altura=25cm Peso-Próprio=3,20KN/m ² I=95152cm ⁴ /m
PAINEL PESADO	 <p>20.5</p>	Altura=20,5cm Peso-Próprio=2,90KN/m ² I=58786cm ⁴ /m
	 <p>25</p>	Altura=25cm Peso-Próprio=3,45KN/m ² I=104210cm ⁴ /m
	 <p>30</p>	Altura=30cm Peso-Próprio=4,00KN/m ² I=175641cm ⁴ /m

3.2. JUNTA ENTRE PAINÉIS

O preenchimento das juntas entre os painéis tem como objetivo a garantia de um funcionamento solidário das diversas placas que constituem uma Laje Alveolar, de modo a estabelecer uma colaboração entre elas e uma redistribuição de cargas das mais carregadas para as menos carregadas, além de fornecer o acabamento e a estanqueidade necessária.

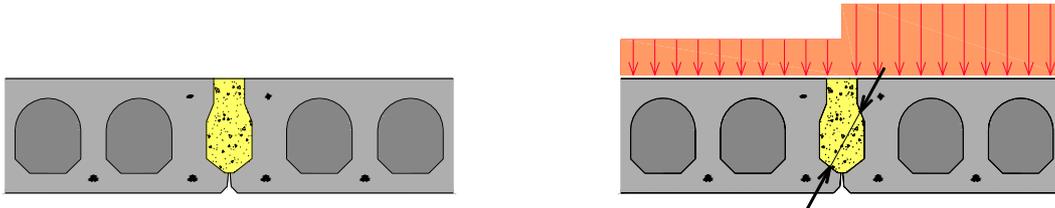


Figura 6 - Chave de cisalhamento entre dois painéis

A Laje Alveolar é desenhada de modo que na união de duas placas apenas as faces inferiores entram em contato, onde existe um chanfro entre as peças para acabamento da face inferior. As faces superiores das placas ficam afastadas entre si, permitindo a passagem do concreto. Uma vez concretada, a junta entre as placas constitui uma **chave de cisalhamento** que solidariza o conjunto das placas (figura 6).

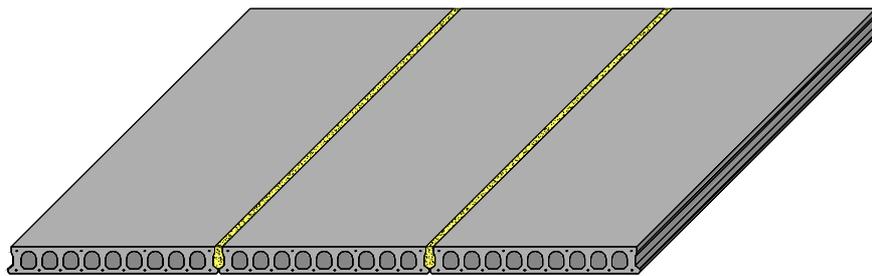


Figura 7 - Painéis solidarizados pela chave de cisalhamento

3.3. CAPA DE COMPRESSÃO

A capa de concreto, necessária à execução de todas as lajes pré-fabricadas pode ser dispensada nas Lajes Alveolares. A área de concreto da seção transversal dos painéis pode ser suficiente para resistir às tensões de compressão e o monolitismo requerido para uniformizar a distribuição das cargas pode ser alcançado, simplesmente, com o preenchimento das juntas. Contudo, para as lajes de piso, é recomendada a utilização da capa de concreto para o nivelamento da superfície da laje e correção da contra-flecha decorrente da protensão dos painéis alveolares. A capa também permite o alojamento de armaduras necessárias à redistribuição de cargas concentradas, como é o caso das paredes apoiadas sobre a laje.

3.4. ARMADURAS PASSIVAS

3.4.1. ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO

Esta armadura é utilizada na capa de concreto e constituída por fios (CA60) ou barras (CA50) com área de aço mínima de $0,60\text{cm}^2/\text{m}$ e contendo pelo menos 3 barras (ou fios) por metro.

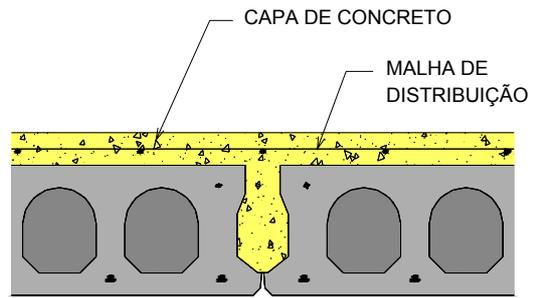


Figura 8 - Painéis solidarizados com capa de concreto e malha de distribuição

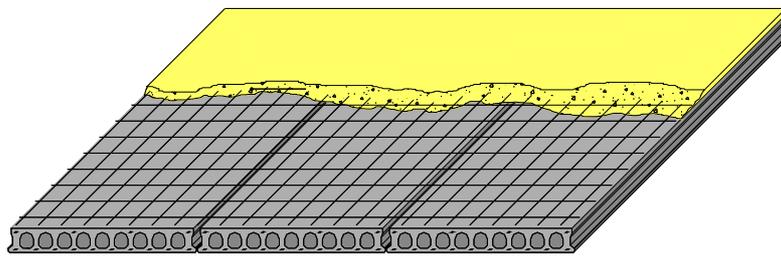


Figura 9 - Painéis solidarizados com capa de concreto e malha de distribuição

4. PROJETANDO COM LAJES ALVEOLARES

4.1 VÃOS

4.1.1 VÃO LIVRE (l_0)

Distância entre as faces internas dos apoios de um tramo.

4.1.2 VÃO EFETIVO (l_{ef})

O vão efetivo ou teórico, que será utilizado para o dimensionamento das lajes pré-fabricadas protendidas pode ser calculado pela expressão:

$$l_{ef} = l_0 + a_1 + a_2$$

Onde:

l_0 : vão livre

a_1 : menor valor entre $t_1/2$ e $0,3Ht$

a_2 : menor valor entre $t_2/2$ e $0,3Ht$ (figura 4)

Ht : altura total da laje

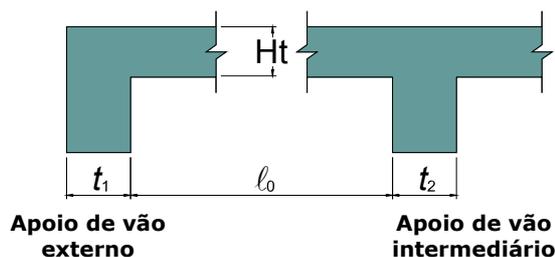


Figura 10 – Determinação do Vão Efetivo (l_{ef}) de uma laje

Para os cálculos das lajes alveolares, o vão efetivo (l_{ef}) calculado pela expressão anterior não deve ultrapassar o Vão Máximo apresentado nas tabelas de pré-dimensionamento da TATU.

4.2 CARGAS NAS LAJES

4.2.1 CARGAS ACIDENTAIS

São cargas distribuídas sobre a laje, decorrentes da sua utilização. Cada edificação tem uma característica própria de ocupação de ambientes que resultam em carregamentos das lajes.

A NBR6120, sugere as cargas acidentais mínimas que devem ser adotadas para diferentes edificações e seus ambientes e que estão apresentadas na tabela apresentada a seguir:

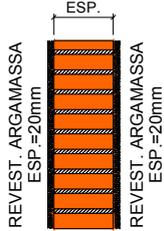
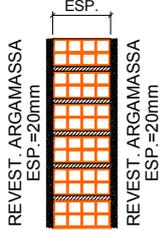
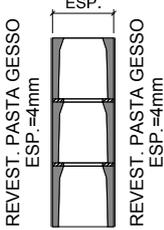
TABELA 1		
Cargas Acidentais em Lajes		
Local		Carga (KN/m ²)
Bibliotecas	Sala de leitura	2,5
	Sala com estantes de livros com 2,5KN/m ² por metro de altura, sendo o valor mínimo:	6,0
Cinemas	Platéia com assentos fixos	3,0
	Estúdio e platéia com assentos móveis	4,0
	Sanitários	2,0
Clubes	Sala de refeições e assembléias com assentos fixos	3,0
	Sala de assembléias com assentos móveis	4,0
	Salão de danças e esportes	5,0
	Sala de bilhar e sanitários	2,0
Edifícios Residenciais	Dormitórios, sala, copa, cozinha e banheiro	1,5
	Dispensa, A.S. e lavanderia	2,0
Escolas	Anfiteatros com assentos fixos, corredores e salas de aula	3,0
	Outras salas	2,0
Escritórios	Salas de uso geral e sanitários	
Forros	Sem acesso a pessoas	0,5
Hospitais	Dormitórios, enfermarias, sala de recuperação, cirurgia, raio X e banheiros	2,0
	Corredor	3,0
Lojas		4,0
Restaurantes		3,0

4.2.2 CARGAS PERMANENTES

São cargas devido ao peso-próprio da estrutura, revestimentos, enchimentos, paredes, etc. Algumas delas estão indicadas na tabela abaixo:

TABELA 2		
Peso de alguns materiais de construção		
Materiais		Peso específico ou aparente (KN/m ³)
Rochas	Granito	28,0
	Mármore	28,0
Revestimentos e concretos	Argamassa	20,0
	Concreto simples	24,0
	Concreto Armado	25,0
Madeiras	Pinho, cedro e cerejeira	6,0
	Imbuia, mogno,	6,5
	Jatobá, ipê-roxo e cabriúva-vermelha	9,6
	Angico-preto e angelim-vermelho	11,0
Metais	Aço	78,5
	Alumínio	28,0
	Bronze	85,0
	Chumbo	114,0
	Cobre	89,0

Eventualmente, estas cargas podem ser concentradas, como é o caso das cargas de paredes apoiadas diretamente sobre a laje e que, por este motivo, devem ser tratadas com especial atenção.

TABELA 3			
Peso de algumas Alvenarias			
		Esp. bloco	Peso (KN/m ²)
	Alvenaria de vedação de tijolos maciços, com revestimento argamassado nas duas faces	9	2,7
		19	4,0
	Alvenaria de vedação de tijolos cerâmicos de 8 furos, com revestimento argamassado nas duas faces	9	1,5
		19	2,3
	Alvenaria de vedação de blocos vazados de concreto, aparente ou revestida com pasta de gesso	7	1,3
		9	1,4
		11,5	1,5
		14	1,7
		19	2,0

4.1. PRÉ-DIMENSIONAMENTO DA LAJE

Para que o projetista possa pré-dimensionar as lajes alveolares em seu projeto, a TATU elaborou um conjunto de tabelas, calculadas para lajes bi-apoiadas, que fornecem os vãos máximos (vãos efetivos) alcançados em cada tipo de painel com sobrecargas variando de **0,5 a 15,0KN/m²** (50 a 1500Kgf/m²), sem ou com colaboração do capeamento de concreto.

As tabelas apresentam também os momentos resistentes últimos das diversas seções que poderão ser úteis na elaboração de bancos de dados de projetistas.

Exemplo de utilização: Dimensionar uma laje que deverá ser usada para o estúdio de um cinema cujo piso receberá um revestimento (carga de revestimento de 1,0KN/m²). O vão livre é de 6,80m e as vigas de apoio da laje têm 30cm de largura, conforme figura a seguir:



Solução:

Determinando a Sobrecarga da Laje

Tabela 1 → Cinema – estúdio → Carga Acidental
Carga do revestimento do piso

4,0KN/m²
1,0KN/m²

Sobrecarga

5,0KN/m²

Determinando o Vão efetivo da Laje

$$l_{ef} = l_0 + a_1 + a_2$$

Como ainda não sabemos qual deverá ser a altura total da laje, arbitramos uma altura total de 20cm.

a₁: menor valor entre t₁/2 e 0,3Ht = **6cm**

a₂: menor valor entre t₂/2 e 0,3Ht = **6cm**

$$l_{ef} = l_0 + a_1 + a_2$$

$$l_{ef} = 680 + 6 + 6 = 692\text{cm}^*$$

Consultando as Tabelas:



		VÃOS MÁXIMOS (cm) X CARREGAMENTO (KN/m ²)							
		PAT169606		PAT169608		PAT169610		PAT169612	
		Sem Capa	Com Capa	Sem Capa	Com Capa	Sem Capa	Com Capa	Sem Capa	Com Capa
SOBRECARGA	M.R.U. (KN/m²)	43,0	57,4	56,4	74,5	69,4	91,3	82,3	106,8
	0,5	926	935	1060	1065	1176	1180	1281	1276
	1,0	854	879	978	1001	1085	1108	1182	1198
	1,5	797	831	913	947	1013	1048	1103	1133
	2,0	750	790	859	900	953	997	1038	1078
	2,5	710	755	814	860	903	953	983	1030
	3,0	677	724	775	825	860	914	936	988
	3,5	647	697	741	794	822	879	895	951
	4,0	621	673	711	766	789	848	859	917
	4,5	598	651	685	741	760	820	828	887
5,0	577	631	664	718	738	800	808	868	
6,0	542	595	621	678	698	762	770	832	
7,0	512	566	587	644	651	713	709	772	

718cm = VÃO MÁXIMO ADMISSÍVEL

-A DE DIMENSIONAME

A solução para o exemplo será a Laje PAT169608 cuja altura total será de 20cm e peso-próprio de 3,51KN/m².

*** Caso a altura da laje seja maior que arbitrada inicialmente, o vão efetivo deverá ser recalculado para a nova altura.**

LAJE ALVEOLAR PROTENDIDA – Hp=9cm

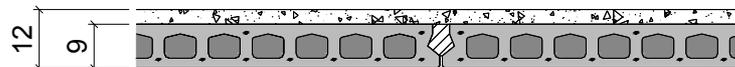
SEM CAPA DE CONCRETO

Peso-Próprio = 1,50KN/m²
Consumo de concreto = 2,0 litros/m²



COM CAPA DE CONCRETO

Peso-Próprio = 2,20KN/m²
Consumo de concreto (C25) = 35,0 litros/m²



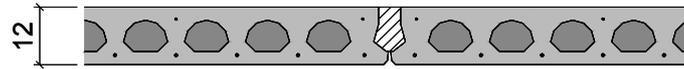
		VÃOS MÁXIMOS (cm) X CARREGAMENTO (KN/m ²)							
		PA094010		PAT094012		PAT096006		PAT096008	
		Sem Capa	Com Capa	Sem Capa	Com Capa	Sem Capa	Com Capa	Sem Capa	Com Capa
M.R.U. (KN.m/m)		7,8	12,0	9,2	14,0	11,1	16,6	14,5	21,3
SOBRECARGA (KN/m²)	0,5	478	509	519	549	570	598	652	678
	1,0	427	467	463	504	509	549	582	622
	1,5	389	433	422	468	464	510	530	577
	2,0	359	406	390	439	429	478	490	542
	3,0	316	365	344	394	378	429	432	486
	4,0	286	334	311	361	341	393	390	445
	5,0	263	310	285	334	314	364	358	413
	6,0	245	290	266	313	292	341	333	386
	7,0	230	274	249	296	274	322	313	365
	8,0	217	260	236	281	259	306	296	346
	9,0	207	248	224	268	246	292	282	330
	10,0	197	238	214	257	235	279	269	317
	11,0	189	228	205	247	226	269	258	304
	12,0	182	220	198	238	217	259	248	293
	13,0	176	213	191	230	210	250	239	283
14,0	170	206	184	223	203	242	232	275	
15,0	165	200	179	216	196	235	224	266	

LAJE ALVEOLAR PROTENDIDA – Hp=12cm

SEM CAPA DE CONCRETO

Peso-Próprio = 2,20KN/m²

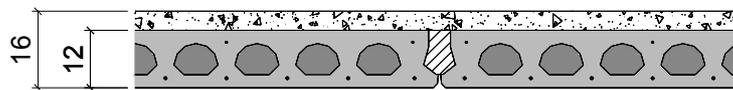
Consumo de concreto = 4,0 litros/m²



COM CAPA DE CONCRETO

Peso-Próprio = 3,20KN/m²

Consumo de concreto (C25) = 48,0 litros/m²



		VÃOS MÁXIMOS (cm) X CARREGAMENTO (KN/m ²)							
		PA1209606		PA1209608		PAT129610			
		Sem Capa	Com Capa	Sem Capa	Com Capa	Sem Capa	Com Capa		
M.R.U. (KN.m/m)		28,8	41,0	37,4	52,5	45,7	63,0		
SOBRECARGA (KN/m²)	0,5	796	812	907	919	1002	1007		
	1,0	729	761	830	861	918	943		
	1,5	676	718	770	812	852	889		
	2,0	634	681	722	771	798	844		
	3,0	568	622	647	704	716	771		
	4,0	519	576	592	652	654	715		
	5,0	481	539	549	610	606	669		
	6,0	451	509	514	576	568	631		
	7,0	425	483	485	546	536	599		
	8,0	404	460	460	521	508	571		
	9,0	385	441	439	499	485	547		
	10,0	369	424	420	479	465	525		
	11,0	354	408	404	462	446	506		
	12,0	342	395	389	446	430	489		
	13,0	330	382	376	432	416	474		
14,0	320	371	364	419	403	460			
15,0	310	360	354	408	391	447			

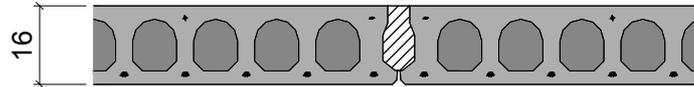
TABELA DE DIMENSIONAMENTO

LAJE ALVEOLAR PROTENDIDA – Hp=16cm

SEM CAPA DE CONCRETO

Peso-Próprio = 2,55KN/m²

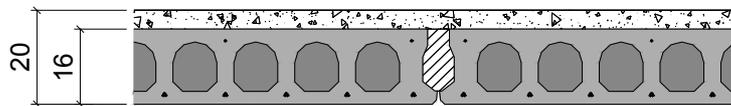
Consumo de concreto = 6,3 litros/m²



COM CAPA DE CONCRETO

Peso-Próprio = 3,51KN/m²

Consumo de concreto (C25) = 50,3 litros/m²



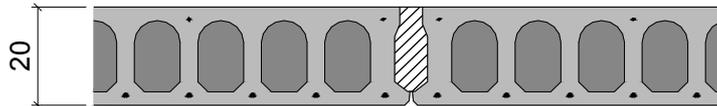
		VÃOS MÁXIMOS (cm) X CARREGAMENTO (KN/m ²)							
		PA1609606		PA1609608		PA1609610			
		Sem Capa	Com Capa	Sem Capa	Com Capa	Sem Capa	Com Capa	Sem Capa	Com Capa
SOBRECARGA (KN/m²)	M.R.U. (KN.m/m)	40,8	53,1	53,5	68,7	65,9	83,7		
	0,5	889	882	1018	1003	1130	1107		
	1,0	822	830	941	945	1045	1043		
	1,5	768	787	880	895	976	988		
	2,0	724	750	829	853	920	941		
	3,0	654	689	749	783	831	864		
	4,0	601	640	688	728	764	804		
	5,0	559	601	641	684	711	755		
	6,0	525	568	601	646	668	713		
	7,0	497	540	569	614	631	678		
	8,0	472	516	541	587	600	648		
	9,0	451	495	517	563	573	621		
	10,0	433	476	496	541	550	597		
	11,0	416	459	477	522	529	576		
	12,0	402	444	460	505	510	557		
	13,0	388	430	445	489	494	540		
14,0	376	418	431	475	478	524			
15,0	366	406	419	462	465	510			

LAJE ALVEOLAR PROTENDIDA – Hp=20cm

SEM CAPA DE CONCRETO

Peso-Próprio = 2,80KN/m²

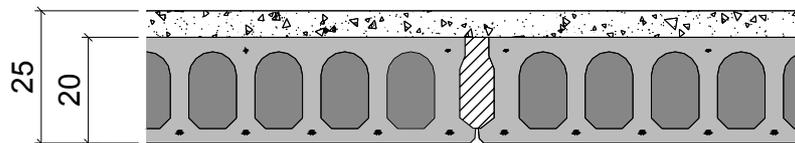
Consumo de concreto = 8,5 litros/m²



COM CAPA DE CONCRETO

Peso-Próprio = 4,00 KN/m²

Consumo de concreto (C25) = 63,5 litros/m²



		VÃOS MÁXIMOS (cm) X CARREGAMENTO (KN/m ²)							
		PA2009606		PA2009608		PA2009610		PA2009610E	
		Sem Capa	Com Capa	Sem Capa	Com Capa	Sem Capa	Com Capa	Sem Capa	Com Capa
M.R.U. (KN.m/m)		52,8	68,5	69,6	89,3	86,0	109,3	95,0	120,2
SOBRECARGA (KN/m²)	0,5	956	933	1098	1065	1220	1178	1283	1235
	1,0	891	885	1023	1010	1137	1118	1195	1172
	1,5	838	844	962	963	1069	1066	1124	1118
	2,0	793	808	910	922	1012	1020	1063	1070
	3,0	721	748	828	854	920	945	967	991
	4,0	666	699	765	799	850	884	893	927
	5,0	622	659	714	753	794	833	834	874
	6,0	586	626	672	714	747	790	785	829
	7,0	555	597	637	681	708	754	744	790
	8,0	529	571	607	652	675	721	709	757
	9,0	506	549	581	627	645	693	678	727
	10,0	486	529	557	604	620	668	651	700
	11,0	468	511	537	583	597	645	627	677
	12,0	452	495	518	565	576	625	606	655
	13,0	437	480	502	548	558	606	586	636
14,0	424	466	487	532	541	589	568	618	
15,0	412	454	473	518	525	573	552	601	

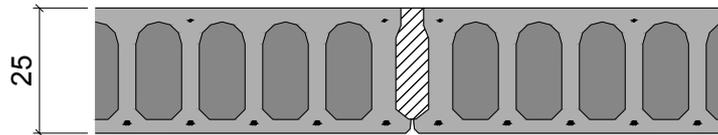
TABELA DE DIMENSIONAMENTO

LAJE ALVEOLAR PROTENDIDA – Hp=25cm

SEM CAPA DE CONCRETO

Peso-Próprio = 3,20KN/m²

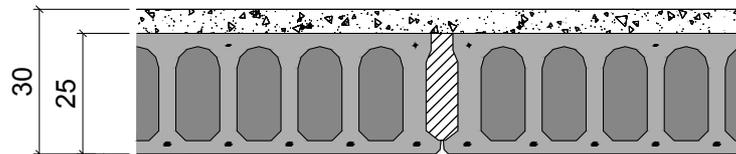
Consumo de concreto = 11,5 litros/m²



COM CAPA DE CONCRETO

Peso-Próprio = 4,40KN/m²

Consumo de concreto (C25) = 66,5 litros/m²



		VÃOS MÁXIMOS (cm) X CARREGAMENTO (KN/m ²)							
		PA259606		PA2509608		PA2509610		PA2509610E	
		Sem Capa	Com Capa	Sem Capa	Com Capa	Sem Capa	Com Capa	Sem Capa	Com Capa
M.R.U. (KN.m/m)		67,8	83,4	89,5	109,2	111,0	134,4	122,7	147,9
SOBRECARGA (KN/m²)	0,5	1023	986	1176	1128	1309	1252	1377	1313
	1,0	960	939	1103	1075	1229	1193	1292	1251
	1,5	908	899	1043	1028	1162	1141	1221	1197
	2,0	863	863	992	987	1104	1095	1161	1149
	2,5	824	831	947	951	1055	1055	1109	1107
	3,0	790	803	908	918	1011	1019	1063	1069
	3,5	760	777	874	889	973	986	1023	1034
	4,0	734	753	843	862	939	956	987	1003
	4,5	709	732	815	837	908	929	954	974
	5,0	687	712	790	815	879	904	925	948
	6,0	649	677	746	775	830	859	873	901
	7,0	616	647	708	740	789	821	829	861
	8,0	588	620	676	709	753	787	791	826
	9,0	564	596	647	682	721	757	758	794
	10,0	542	575	622	658	693	730	729	766
	11,0	522	556	600	637	668	706	703	741
12,0	505	539	580	617	646	684	679	718	
13,0	489	523	562	599	626	664	658	697	
14,0	475	509	545	582	607	646	638	678	
15,0	461	496	530	567	590	629	621	660	

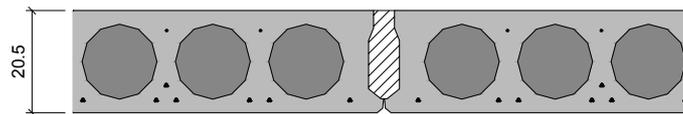
TABELA DE DIMENSIONAMENTO

LAJE ALVEOLAR PROTENDIDA – Hp=20cm PESADO

SEM CAPA DE CONCRETO

Peso-Próprio = 2,90KN/m²

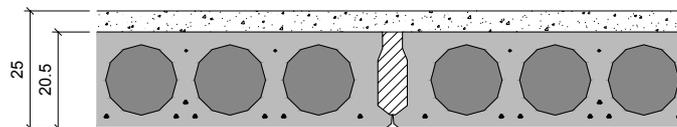
Consumo de concreto = 8,5 litros/m²



COM CAPA DE CONCRETO

Peso-Próprio = 4,10KN/m²

Consumo de concreto (C25) = 50,5 litros/m²



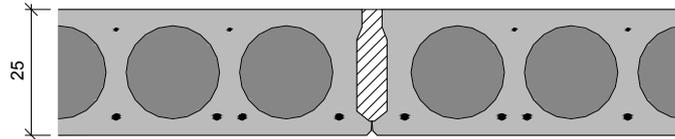
		VÃOS MÁXIMOS (cm) X CARREGAMENTO (KN/m ²)							
		PE2009612		PE2009614		PE2009616		PE2009617	
		Sem Capa	Com Capa	Sem Capa	Com Capa	Sem Capa	Com Capa	Sem Capa	Com Capa
SOBRECARGA (KN/m²)	M.R.U. (KN.m/m)	102,5	126,0	115,3	141,2	127,5	155,3	133,3	162,1
	0,5	1313	1251	1392	1324	1464	1389	1497	1419
	1,0	1225	1188	1300	1258	1367	1319	1398	1348
	1,5	1154	1134	1224	1200	1287	1259	1316	1286
	2,0	1093	1086	1160	1150	1219	1206	1247	1232
	2,5	1041	1044	1105	1106	1162	1160	1188	1185
	3,0	996	1007	1057	1066	1111	1118	1136	1142
	3,5	957	973	1015	1030	1067	1081	1091	1104
	4,0	921	943	977	998	1028	1047	1051	1069
	4,5	890	915	944	969	992	1016	1015	1038
	5,0	861	889	913	942	960	988	982	1009
	6,0	811	844	860	894	905	937	925	958
	7,0	769	805	816	853	858	894	877	914
	8,0	733	771	777	817	818	856	836	875
	9,0	702	741	744	785	782	823	800	841
	10,0	674	715	715	756	752	793	768	811
	11,0	649	691	688	731	724	767	740	783
12,0	627	669	665	708	699	742	715	759	
13,0	607	649	644	687	677	720	692	736	
14,0	589	631	624	668	657	700	671	715	
15,0	572	614	607	650	638	682	652	696	

LAJE ALVEOLAR PROTENDIDA – Hp=25cm PESADO

SEM CAPA DE CONCRETO

Peso-Próprio = 3,45KN/m²

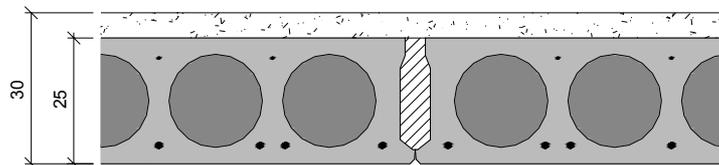
Consumo de concreto = 11,5 litros/m²



COM CAPA DE CONCRETO

Peso-Próprio = 4,65KN/m²

Consumo de concreto (C25) = 66,5 litros/m²



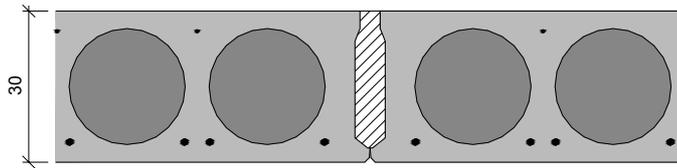
		VÃOS MÁXIMOS (cm) X CARREGAMENTO (KN/m ²)							
		PE2512706		PE2512706E		PE2512708		PE2512708E	
		Sem Capa	Com Capa	Sem Capa	Com Capa	Sem Capa	Com Capa	Sem Capa	Com Capa
SOBRECARGA (KN/m²)	M.R.U. (KN.m/m)	132,4	160,9	142,0	171,7	172,8	207,3	181,9	217,1
	0,5	1384	1336	1433	1380	1581	1517	1622	1552
	1,0	1304	1276	1350	1318	1490	1448	1528	1482
	1,5	1236	1223	1280	1263	1412	1388	1449	1420
	2,0	1178	1176	1220	1215	1346	1335	1381	1366
	2,5	1128	1134	1168	1171	1288	1287	1322	1317
	3,0	1083	1096	1122	1132	1237	1244	1269	1273
	3,5	1043	1062	1081	1097	1192	1206	1223	1234
	4,0	1008	1031	1044	1065	1151	1170	1181	1198
	4,5	976	1002	1010	1036	1114	1138	1143	1164
	5,0	946	976	980	1008	1081	1108	1109	1134
	6,0	895	929	927	960	1022	1055	1049	1079
	7,0	851	888	881	918	972	1008	997	1032
	8,0	813	853	842	881	929	968	953	990
	9,0	780	821	807	848	891	932	914	953
	10,0	750	792	777	818	857	899	879	920
	11,0	724	766	749	792	827	870	848	890
12,0	700	743	725	768	799	843	820	863	
13,0	678	722	702	746	775	819	795	838	
14,0	658	702	682	725	752	797	772	816	
15,0	640	684	663	707	732	776	751	795	

LAJE ALVEOLAR PROTENDIDA – Hp=30cm PESADO

SEM CAPA DE CONCRETO

Peso-Próprio = 4,00KN/m²

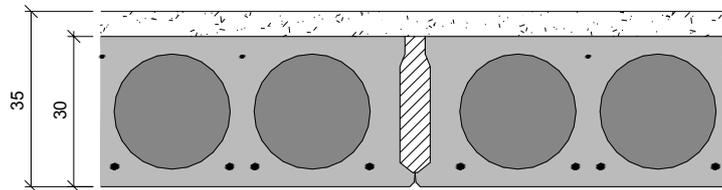
Consumo de concreto = 14,0 litros/m²



COM CAPA DE CONCRETO

Peso-Próprio = 5,20KN/m²

Consumo de concreto (C25) = 70,0 litros/m²



		VÃOS MÁXIMOS (cm) X CARREGAMENTO (KN/m ²)							
		PE3012706		PE3012708		PE3012709		PE2512710	
		Sem Capa	Com Capa	Sem Capa	Com Capa	Sem Capa	Com Capa	Sem Capa	Com Capa
SOBRECARGA (KN/m²)	M.R.U. (KN.m/m)	165,6	194,8	216,9	252,0	236,7	275,0	256,1	297,2
	0,5	1450	1397	1660	1589	1734	1660	1803	1726
	1,0	1376	1340	1574	1524	1645	1592	1711	1655
	1,5	1312	1289	1501	1466	1568	1531	1631	1592
	2,0	1256	1243	1437	1414	1501	1477	1562	1536
	2,5	1207	1202	1381	1368	1443	1429	1500	1485
	3,0	1163	1165	1331	1325	1390	1384	1446	1439
	3,5	1123	1131	1286	1287	1343	1344	1397	1397
	4,0	1088	1100	1245	1251	1300	1307	1353	1359
	4,5	1055	1071	1208	1218	1261	1273	1312	1323
	5,0	1025	1045	1174	1188	1226	1241	1275	1290
	6,0	973	997	1113	1134	1163	1185	1210	1231
	7,0	928	955	1061	1086	1109	1135	1153	1180
	8,0	888	918	1016	1044	1062	1091	1104	1134
	9,0	853	885	976	1007	1020	1052	1061	1094
	10,0	822	856	941	973	983	1017	1022	1057
	11,0	794	829	909	943	950	985	988	1024
12,0	769	804	880	915	919	956	956	994	
13,0	746	782	854	889	892	929	928	966	
14,0	725	761	830	866	867	905	902	940	
15,0	706	742	808	844	844	882	878	917	