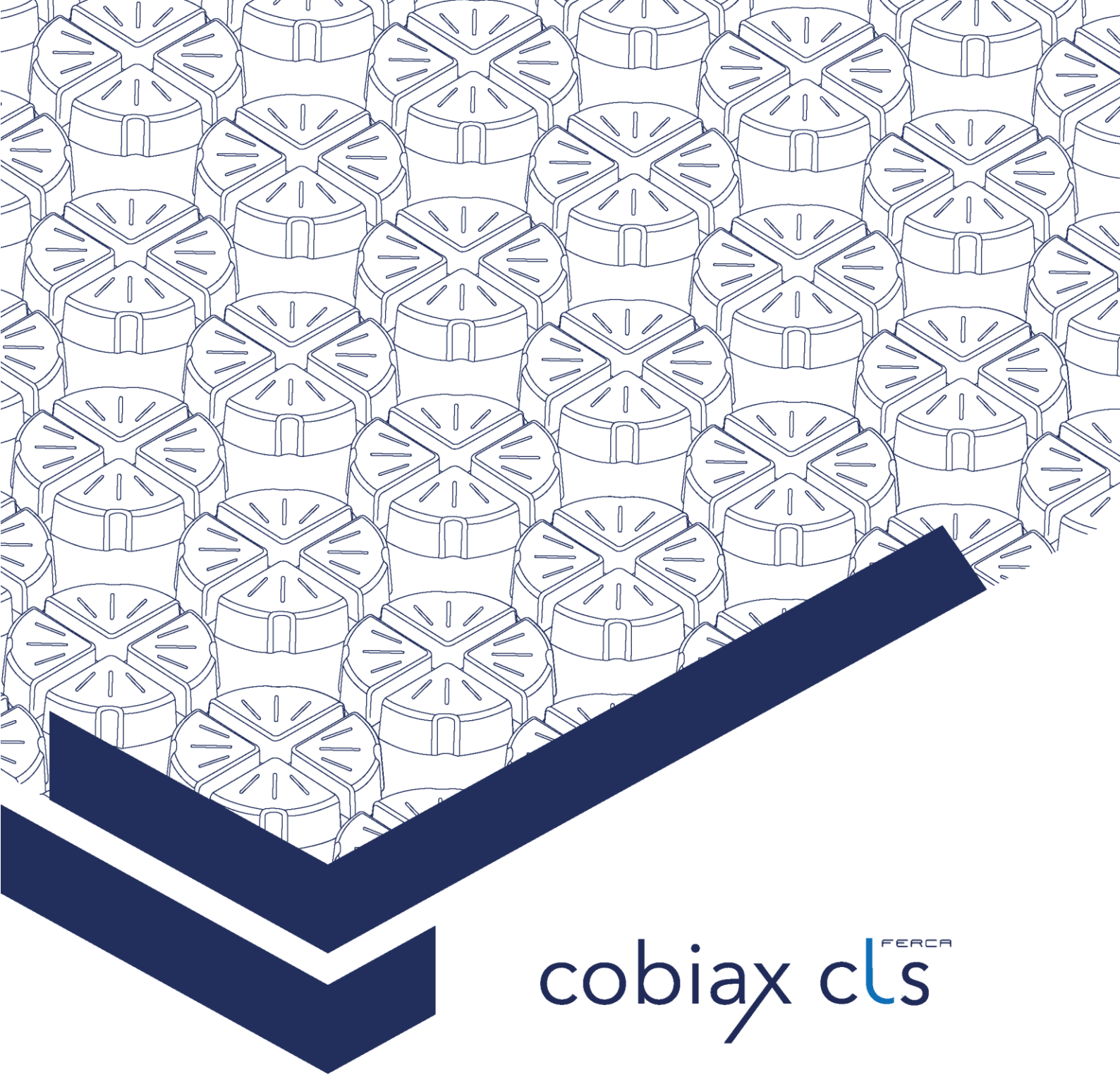


cobiax cls

FERCA

MANUAL TÉCNICO

FERCA

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

Manual Técnico – Sistema COBIAX CLS

Índice

INTRODUÇÃO AO SISTEMA COBIAX CLS 4

PORQUÊ UTILIZAR O SISTEMA COBIAX CLS 5

LAJE COBIAX CLS *VERSUS* LAJE MACIÇA 5

LAJE COBIAX CLS *VERSUS* LAJE ALIGEIRADA 5

IMPACTO AMBIENTAL 5

ESPECIFICIDADES DO SISTEMA COBIAX CLS 6

CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA COBIAX CLS 7

PARÂMETROS PRINCIPAIS DAS LAJES COBIAX CLS 8

CONFIGURAÇÃO DA SECÇÃO DA LAJE 10

CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS DO SISTEMA COBIAX CLS 11

RESISTÊNCIA À FLEXÃO 11

RIGIDEZ 11

CORTE 13

PUNÇOAMENTO 14

CARGAS PONTUAIS 15

JUNTA FRIA 15

ESFORÇOS HORIZONTAIS 16

PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO 17

INSONORIZAÇÃO 18

ISOLAMENTO TÉRMICO 18

PRÉ-ESFORÇO 18

SUSTENTABILIDADE 19

CASO DE ESTUDO 19

PROCESSO DE CÁLCULO DE UMA LAJE COBIAX CLS 21

PASSO 1 - PRESSUPOSTOS, DADOS, INICIAIS E PARÂMETROS COBIAX CLS 21

PASSO 2 - PADRÃO DE CARGA PERMANENTE ADICIONAL 22

PASSO 3 - ALTERAÇÃO DA INÉRCIA DA LAJE 22

PASSO 4 - CRITÉRIO DE RESISTÊNCIA AO CORTE E IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA MACIÇA 23

PASSO 5 - REFINAMENTO DO CASO DE REDUÇÃO DE CARGA 24

PASSO 6 - VERIFICAÇÃO E PORMENORIZAÇÃO DA SECÇÃO DA LAJE 25

PORMENORIZAÇÃO 26

DESENHOS DE IMPLANTAÇÃO/GEOMETRIA 26

INSTALAÇÃO DOS SERVIÇOS TÉCNICOS 27

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

MONTAGEM DE UMA LAJE COBIAX CLS.....28

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

INTRODUÇÃO AO SISTEMA COBIAX CLS

O sistema COBIAX CLS assenta em princípios de racionalização económica e ambiental que permitem a execução de lajes aligeiradas bidirecionais de comportamento similar a uma tradicional laje maciça. O módulo COBIAX CLS é um elemento formador de vazio com geometria aproximadamente quadrada em planta, dividido internamente em formas curvas do tipo quartos de círculo. A introdução deste vazio na zona onde o betão não é essencial em termos do comportamento global da laje permite uma otimização da espessura da laje, a melhoria do seu comportamento e uma eficiência acrescida na utilização dos recursos.

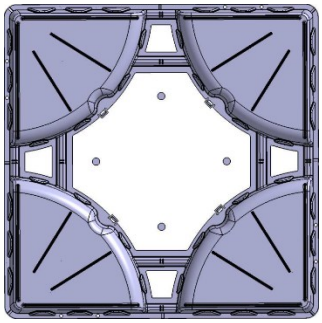


Figura 1 – Módulo COBIAX CLS

Num universo onde a sustentabilidade dos recursos naturais assume crescente importância a utilização de materiais reciclados para constituição dos vazios e a redução das necessidades de betão permitem que o sistema COBIAX CLS promova por si só uma estrutura com menor impacto ambiental e significativa redução da emissão de CO_2 inerente ao processo construtivo.
A tecnologia COBIAX CLS é de origem suíça e trata-se da evolução do COBIAX CBX já largamente difundido. Este sistema assenta-se num programa rigoroso de testes e ensaios obteve a "National Technical Approval" por parte do Instituto Alemão para a Construção (DIBt) e encontra-se patenteada internacionalmente.
O COBIAX CLS foi desenvolvido com o intuito de melhorar/suplementar o sistema prévio, apresentando melhorias na velocidade de montagem, na aplicação direta sobre a laje e com uma grande variabilidade de soluções para lajes de grandes alturas.

A tecnologia de laje COBIAX CLS detém o número de registo de "National Technical Approval" Z-15.1-352, emitido pelo Instituto Alemão de Tecnologia da Construção (DIBt)

Deutsches Institut für Bautechnik DIBt

A tecnologia de laje COBIAX CLS detém de uma declaração ambiental do produto

THIRD-PARTY VERIFIED EPD ISO 14025 and EN 15804 Institut Bauen und Umwelt e.V.

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

PORQUÊ UTILIZAR O SISTEMA COBIAX CLS

O sistema COBIAX CLS apresenta-se como uma solução que reúne as vantagens de uma laje aligeirada e de uma laje maciça ao permitir a redução de consumos e as economias provenientes do aligeiramento mantendo ainda assim praticamente inalteradas as características e o comportamento da laje face a uma laje maciça.

LAJE COBIAX CLS *VERSUS* LAJE MACIÇA

Por comparação com uma laje maciça e resultando da aplicação do sistema uma laje COBIAX CLS apresenta uma redução de peso próprio na zona aligeirada até 35% e uma redução na inércia da laje de apenas 5 a 19%, o que resulta naturalmente numa melhoria do comportamento da mesma em termos de deformabilidade, redução dos níveis de armadura necessária e na significativa redução de efeitos de retração para além da consequente redução de massa com impacto ao nível do comportamento sísmico, elementos verticais e fundações.
Em simultâneo a laje COBIAX CLS permite manter as vantagens de um processo mais célere análogo à execução de uma laje maciça mantendo igualmente as características relativas à resistência ao fogo, comportamento térmico e acústico.

LAJE COBIAX CLS *VERSUS* LAJE ALIGEIRADA

As lajes aligeiradas convencionais recorrem genericamente a um sistema de nervuras bidirecionais que conferem uma redução significativa do peso próprio da laje face à necessária laje maciça para a mesma envolvente, contudo a redução de inércia destas lajes fruto do funcionamento por intermédio de uma secção em "T" é da ordem dos 2/3 originando lajes de maior espessura e processos construtivos mais complexos, lentos e onerosos.
Em comparação direta a laje COBIAX CLS permite a redução de espessuras, a melhoria do comportamento, o aspeto final de uma laje maciça e a execução segundo processos mais simples e céleres.

IMPACTO AMBIENTAL

Sendo as formas dos vazios constituídas em 100% por material reciclado e promovendo em simultâneo a redução do consumo de betão, o sistema COBIAX CLS contribui assim ativamente para uma melhor utilização dos recursos naturais e uma redução das emissões de CO_2 inerentes ao processo construtivo.
Em suma o sistema COBIAX CLS apresenta-se como uma alternativa aos sistemas convencionais com vantagens que devem ser devidamente ponderadas consoante as condições específicas de cada laje, relevando o impacto na solução global do edifício do ponto de vista técnico e económico.

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

ESPECIFICIDADES DO SISTEMA COBIAX CLS

As lajes COBIAX CLS apresentam no essencial três características que as distinguem das lajes maciças que devem ser consideradas no processo de cálculo e pormenorização.

- **Peso Próprio** reduzido devido à presença dos vazios, resultando esforços menores na laje e nos elementos verticais. Na zona aligeirada a redução pode atingir os 35%.

- **Inércia** da laje minorada em cerca de 5 a 19%, devido à presença dos vazios, facto que é largamente compensado pela redução de peso em termos do comportamento da laje.

- **Resistência ao corte** reduzida da zona aligeirada devido à presença dos vazios. Esta redução traduz-se em valores de 45 a 35% do esforço de corte da correspondente laje maciça, dependendo da espessura do COBIAX CLS.

Considerando estes três aspetos na conceção estrutural da solução, a laje COBIAX CLS deverá respeitar os demais critérios e pormenorização de uma laje maciça com inclusão de zonas não aligeiradas onde o esforço transverso na exceda os níveis admitidos anteriormente.

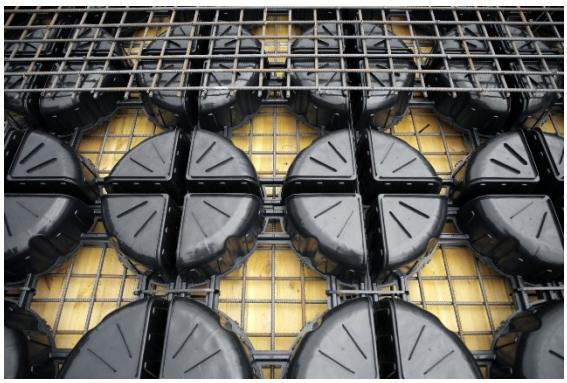


Figura 2 – Laje de COBIAX CLS

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA COBIAX CLS

A gama de soluções COBIAX CLS é composta genericamente por uma linha designada de CLS-P em que os vazios são compostos por formas elipsoidais com diferentes alturas e destinando-se a diferentes espessuras de lajes.

Os módulos de compartimento CLS da COBIAX CLS, designados CLS-P-XXX em que XXX identifica a altura do vazio em mm.



Figura 3 – Módulos COBIAX CLS

Composto por vazios de altura variável entre 80mm e 560mm para lajes com espessuras de 200mm a 800 mm
H = 0.20m a 0.80m

Os módulos COBIAX CLS apresentam uma geometria modular de configuração aproximadamente quadrangular em planta, com dimensões de cerca de 0,60m×0,60m, concebida para permitir a sua repetição em malha regular no interior da laje. Cada módulo é formado por volumes vazados de contorno curvo, organizados segundo geometrias semelhantes a quartos de círculo, criando uma composição interna arredondada e contínua. Os módulos servem em simultâneo de suporte às armaduras superiores da laje.



Figura 4 – Módulo COBIAX CLS

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

PARÂMETROS PRINCIPAIS DAS LAJES COBIAX CLS

A tabela seguinte incorpora todos os dados necessários à correta incorporação das lajes COBIAX CLS para efeitos de cálculo, pormenorização e contabilização.

Espessura da laje (h)	[mm]	200	220	240	250	260	280	300	320	340	350	360	380	400
Módulo COBIAX CLS		CLS-P-110	CLS-P-130	CLS-P-150	CLS-P-150	CLS-P-170	CLS-P-170	CLS-P-190	CLS-P-210	CLS-P-230	CLS-P-230	CLS-P-250	CLS-P-270	CLS-P-290
Redução de Carga	[kN/m^2]	-1.14	-1.42	-1.71	-1.71	-1.99	-1.99	-2.27	-2.48	-2.70	-2.70	-2.92	-3.20	-3.41
Fator de Correção da Inércia	[-]	0.95	0.94	0.92	0.93	0.91	0.93	0.91	0.89	0.88	0.89	0.88	0.85	0.85
Fator de Redução ao Corte	[-]	0.45	0.45	0.44	0.44	0.44	0.43	0.43	0.43	0.42	0.42	0.42	0.41	0.41
Altura do Suporte (A)	[mm]	110	130	150	150	170	170	190	210	230	230	250	270	290
Altura do Vazio (B)	[mm]	80	100	120	120	140	140	160	180	200	200	220	240	260
Nº de Vazios	[un/m^2]	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78
Volume do Vazio	[m^3/m^2]	0.046	0.057	0.068	0.068	0.079	0.079	0.091	0.099	0.108	0.108	0.117	0.128	0.136
Redução de CO_2	[ton/m^2]	0.010	0.012	0.014	0.014	0.017	0.017	0.019	0.021	0.023	0.023	0.025	0.027	0.029
Afast. entre Módulos (C)	[mm]	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600

Tabela 1 – Parâmetro principais para cálculo e quantificação do sistema COBIAX CLS – Laje de 0.20m a 0.40m.

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

Espessura da laje (h)	[mm]	440	450	460	480	500	520	550	560	600	620	650	700	760
Módulo Cobiax CLS		CLS-P-310	CLS-P-310	CLS-P-330	CLS-P-350	CLS-P-350	CLS-P-390	CLS-P-410	CLS-P-410	CLS-P-410	CLS-P-470	CLS-P-470	CLS-P-530	CLS-P-590
Redução de Carga	[kN/m^2]	-3.59	-3.59	-3.87	-4.13	-4.13	-4.38	-4.80	-4.80	-4.80	-5.47	-5.47	-5.98	-6.49
Fator de Correção da Inércia	[-]	0.85	0.87	0.85	0.84	0.86	0.82	0.83	0.84	0.87	0.81	0.84	0.81	0.81
Fator de Redução ao Corte	[-]	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.39	0.39	0.39	0.39	0.38	0.38	0.36	0.35
Altura do Suporte (A)	[mm]	310	310	330	350	350	390	410	410	410	470	470	530	590
Altura do Vazio (B)	[mm]	280	280	300	320	320	360	380	380	380	440	440	500	560
Nº de Vazios	[un/m^2]	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78
Volume do Vazio	[m^3/m^2]	0.144	0.144	0.155	0.165	0.165	0.175	0.192	0.192	0.144	0.219	0.144	0.239	0.259
Redução de CO_2	[ton/m^2]	0.030	0.030	0.032	0.035	0.035	0.037	0.040	0.040	0.030	0.046	0.030	0.500	0.054
Afast. entre Módulos (C)	[mm]	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600

Tabela 2 – Parâmetro principais para cálculo e quantificação do sistema COBIAX CLS – Laje de 0.44m a 0.76m.

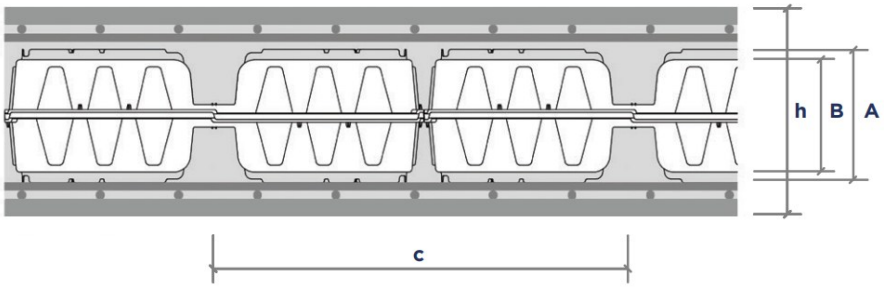


Figura 5 – Secção tipo de uma laje de COBIAX CLS.

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

CONFIGURAÇÃO DA SECÇÃO DA LAJE

O COBIAX CLS tem na sua constituição todos os espaçamentos que garantem o afastamento do volume de vazio às armaduras de modo a cumprir com os recobrimentos na face interna do molde. Desta forma o COBIAX CLS é diretamente colocado na armadura inferior e o próprio molde serve de apoio para as armaduras superiores. Sem qualquer restrição na ordem entre armadura transversal e longitudinal.

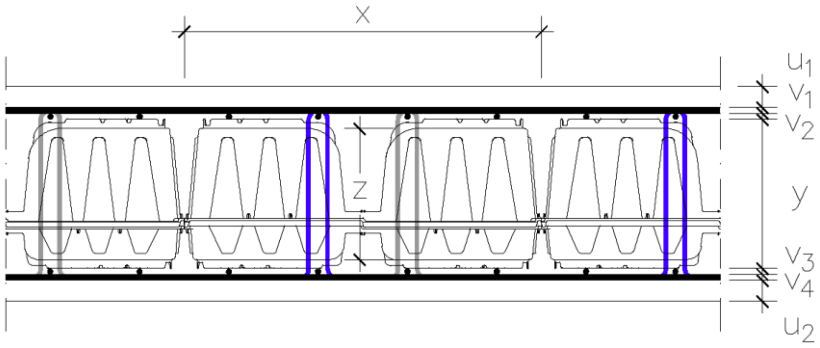


Figura 6 – Secção tipo de uma laje de COBIAX CLS.

- z - Altura do volume de vazio do COBIAX CLS
- y - Altura total do molde
- x - afastamento entre vazios
- v_1, v_2, v_3 e v_4 - diâmetro das armaduras;
- u_1 e u_2 - Recobrimento superior e inferior

Uma verificação importante a realizar durante o processo de pormenorização e detalhe da laje COBIAX CLS refere-se à composição e espessura final da mesma, considerando os recobrimentos definidos, o diâmetro dos varões selecionados e a dimensão do vazio COBIAX CLS em função da espessura definida no cálculo (h).

$$t = u_1 + u_2 + v_1 + v_2 + v_3 + v_4 + y + \text{tolerância de construção de 5-10 mm} < h$$

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS DO SISTEMA COBIAX CLS

No presente capítulo descrevem-se as características técnicas associados ao sistema COBIAX CLS e as suas condicionantes em projeto.

RESISTÊNCIA À FLEXÃO

O comportamento à flexão das lajes COBIAX CLS é baseado no mesmo comportamento do COBIAX CBX sendo que o comportamento dos sistemas de aligeiramento é igual. O COBIAX CBX foi alvo de investigação e testes laboratoriais para as várias espessuras e configurações de lajes possíveis tendo-se comprovado que o seu desempenho é em situações correntes idêntico ao de uma laje maciça.
Na prática o nível de esforços de uma laje é limitado por critérios de deformabilidade e do nível de tensões nos vários códigos e regulamentos que originam posições da linha neutra acima do vazio COBIAX CLS, algures na lâmina de compressão criada entre este e o limite da laje.
Desta forma uma laje COBIAX CLS pode ser concebida e dimensionada tal como uma laje maciça de igual espessura após obtenção dos respetivos esforços segundo o processo já anteriormente identificado, pelo que o momento resistente de uma laje COBIAX CLS é idêntico ao de uma laje maciça de igual espessura.

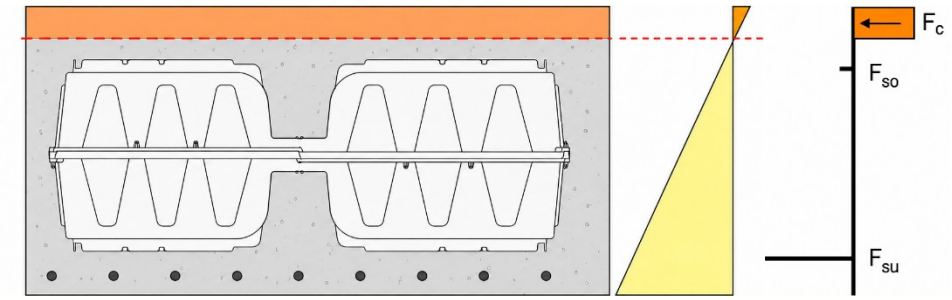


Figura 7 – Posição da linha neutra acima do vazio na lâmina de compressão.

Em casos específicos com cargas elevadas deve-se determinar a posição da linha neutra, no entanto a prática demonstra que os critérios de deformabilidade e as limitações à quantidade de armadura impedem que ocorra um posicionamento da linha neutra fora da lâmina de compressão.

RIGIDEZ

Uma das caraterísticas deste sistema é a redução da inércia da secção comparativamente a uma laje maciça de igual espessura, que resulta da diminuição da secção provocada pela introdução do vazio.
A introdução do sistema COBIAX CLS nas lajes reduz conforme referido anteriormente a inércia da laje em níveis que variam entre os 5 e os 19% por comparação com as lajes maciças de igual espessura, o que se expressa pelo respetivo fator de correção indicado na Tabela 3 para determinadas configurações.
Os fatores de correção da rigidez representam os rácios do cálculo tridimensional do momento de inércia I_{CB} para as lajes COBIAX CLS (tendo em conta os vazios e assumindo o seu posicionamento) e o momento de inércia de uma laje maciça I, baseando o cálculo dos valores em secção não fendilhadas. A tabela abaixo proporciona os fatores de correção de inércia de I_{CB} / I para diferentes configurações de vazios COBIAX CLS e espessuras de lajes para além dos indicados anteriormente na Tabela 3.

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

COBIAX CLS		P-110	
Espessura de laje [cm]	20	21	22
I_{CB} / I	0.95	0.96	0.97
COBIAX CLS		P-130	
Espessura de laje [cm]	22	23	24
I_{CB} / I	0.94	0.95	0.95
COBIAX CLS		P-150	
Espessura de laje [cm]	24	25	26
I_{CB} / I	0.92	0.93	0.93
COBIAX CLS		P-170	
Espessura de laje [cm]	26	27	28
I_{CB} / I	0.91	0.91	0.93
COBIAX CLS		P-190	
Espessura de laje [cm]	28	29	30
I_{CB} / I	0.89	0.90	0.91
COBIAX CLS		P-210	
Espessura de laje [cm]	32	33	34
I_{CB} / I	0.89	0.90	0.91
COBIAX CLS		P-230	
Espessura de laje [cm]	34	35	36
I_{CB} / I	0.88	0.89	0.91
COBIAX CLS		P-250	
Espessura de laje [cm]	36	37	38
I_{CB} / I	0.88	0.88	0.88
COBIAX CLS		P-270	
Espessura de laje [cm]	38	39	40
I_{CB} / I	0.85	0.88	0.88
COBIAX CLS		P-290	
Espessura de laje [cm]	40	41	42
I_{CB} / I	0.85	0.85	0.88
COBIAX CLS		P-310	
Espessura de laje [cm]	44	45	46
I_{CB} / I	0.85	0.87	0.88
COBIAX CLS		P-330	
Espessura de laje [cm]	46	47	48
I_{CB} / I	0.85	0.85	0.87
COBIAX CLS		P-350	
Espessura de laje [cm]	48	49	50
I_{CB} / I	0.84	0.85	0.96
COBIAX CLS		P-370	
Espessura de laje [cm]	50	51	52
I_{CB} / I	0.84	0.84	0.85
COBIAX CLS		P-390	
Espessura de laje [cm]	52	53	54
I_{CB} / I	0.82	0.84	0.84
COBIAX CLS		P-410	
Espessura de laje [cm]	56	57	58
I_{CB} / I	0.84	0.84	0.85
COBIAX CLS		P-470	
Espessura de laje [cm]	62	63	64
I_{CB} / I	0.81	0.82	0.84
COBIAX CLS		P-530	
Espessura de laje [cm]	70	71	72
I_{CB} / I	0.81	0.81	0.84
COBIAX CLS		P-590	
Espessura de laje [cm]	76	77	78
I_{CB} / I	0.81	0.81	0.81

Tabela 3 – Fatores de correção de rigidez do sistema COBIAX CLS.

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

CORTE

A metodologia de verificação ao esforço transverso da laje COBIAX CLS assenta nos mesmos princípios desenvolvidos e validados para o sistema COBIAX CBX, aprovados pelo Instituto Alemão de Tecnologia da Construção (DIBt) sob o registo de Aprovação Técnica Nacional Z-15.1-307. Para o sistema COBIAX CLS, esta abordagem foi reavaliada, ensaiada e validada de forma análoga, dando origem à aprovação DIBt Z-15.1-352, que constitui a base normativa específica do presente capítulo.
O conceito de base parte da constatação de que, numa laje aligeirada, o cálculo direto do esforço transverso com base na menor largura disponível da secção, critério clássico das lajes aligeiradas tradicionais seria excessivamente conservativo. Essa largura mínima ocorre apenas num ponto singular (extremidade da zona X para o COBIAX CLS), aumentando rapidamente em todas as direções a partir desse ponto. Os ensaios laboratoriais conduzidos no âmbito da aprovação Z-15.1-307 demonstraram, para o sistema COBIAX CBX, uma resistência ao corte significativamente superior à que resultaria desse critério.
Conclui-se que a verificação ao esforço transverso deve seguir Cláusula 6.2.2 da EN 1992-1-1 e respetivo Anexo Nacional, com a substituição da equação (6.2.a) pela seguinte expressão para a resistência ao corte da laje COBIAX CLS sem armadura específica de esforço transverso:

$$V_{Rd,c,cobiax} = \boldsymbol{f} \cdot \left[\frac{0{,}15}{\gamma_c}\,\kappa\left(100\,\rho_l\,f_{ck}\right)^{1/3}\right] b\,d$$

Onde:

- f — fator de redução que tem em conta a menor resistência ao corte devida aos vazios:
  - f = 0,45 para espessura h = 200 mm
  - f = 0,40 para espessuras h ≥ 480 mm
  - Permite-se interpolação linear para valores intermédios.
  - Em apoios de extremidade (apoios de lajes simplesmente apoiadas ou apoios extremos de lajes contínuas) e para lajes de grande espessura, o fator f deve ser reduzido linearmente de f = 0,40 (h = 480 mm) até f = 0,35 (h = 760 mm).

Devido à variabilidade deste fator pelo seu posicionamento em planta recomenda-se por simplicidade a utilização dos valores mais conservadores destas duas condições. Os valores de f na Tabela 1 e Tabela 2, são baseados no tipo de molde que é utilizado, com base no critério de vão de extremidade.
Para além da redução da resistência ao esforço transverso deve-se ter em conta o seguinte:

- As equações (6.2.b) e (6.4) da EN 1992-1-1 e respetivo Anexo Nacional não podem ser utilizadas nesta verificação.
- A Laje de COBIAX CLS tem requisitos de armadura mínima de esforço transverso **obrigatória**. Em todas as zonas de vazio deve ser instalada uma armadura mínima de corte que cumpre simultaneamente as funções de armadura de ligação e de armadura de robustez do conjunto:
  - No mínimo, 4 conjuntos de armadura transversal de Ø ≥ 8 mm (4 Ø 8) em cada zona intermédia (zona X) entre módulos — ver Figura 8
  - Os conjuntos devem ser dimensionados, na forma, como armaduras de corte segundo as Cláusulas 9.2.2 e 9.3.2 da EN 1992-1-1.
  - Devem atravessar toda a altura da laje aligeirada (respeitando o recobrimento) e estar devidamente amarrados nas zonas comprimida e tracionada.
  - A disposição em planta dos conjuntos na zona X deve seguir a, Figura 8 e Figura 9.

Esta armadura mínima é obrigatória em qualquer circunstância, mesmo quando não seja matematicamente necessária armadura de ligação (ou seja, mesmo que a betonagem seja feita sem interrupção e não seja exigida verificação de aderência).
A armadura mínima de corte (ou de ligação) não pode ser contabilizada matematicamente na resistência ao corte $V_{Rd,c,COBIAX}$ da laje COBIAX CLS.

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

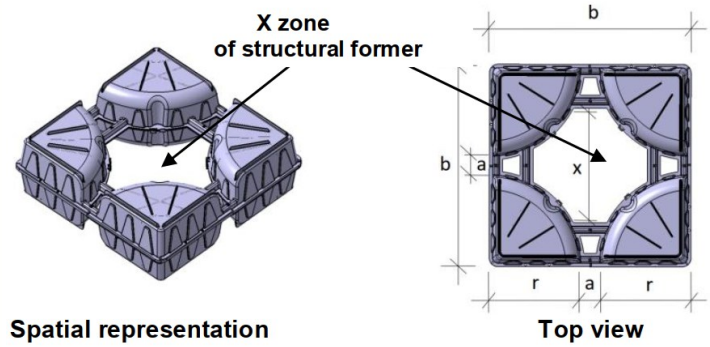
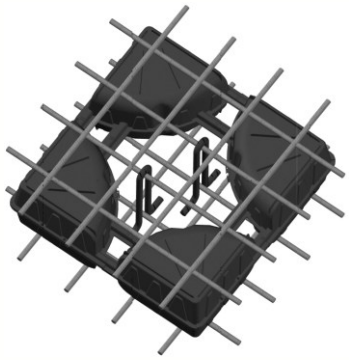


Figura 8 – Definição da zona X


Figura 9 – Posição dos ómegas no interior da Zona X

PUNÇOAMENTO

Devido às limitações em termos de esforços de transversos, as áreas com elevada concentração de forças de corte, como por exemplo, à volta dos pilares em lajes fungiformes, devem ser executadas sem incorporação de vazios COBIAX CLS, devendo o perímetro crítico de punçoamento encontrar-se na zona maciça da laje.
As considerações sobre corte e punçoamento nestas zonas são idênticas às levadas em conta para as correntes lajes maciças, recomendando-se verificar categoricamente que o perímetro de determinação para o punçoamento está situado dentro da zona maciça, conforme apresentado no desenho abaixo.
Refira-se ainda que a redução de peso próprio inerente à aplicação do sistema COBIAX CLS reduz efetivamente as condicionantes relacionadas com os esforços de punçoamento permitindo a redução das armaduras específicas para este efeito.

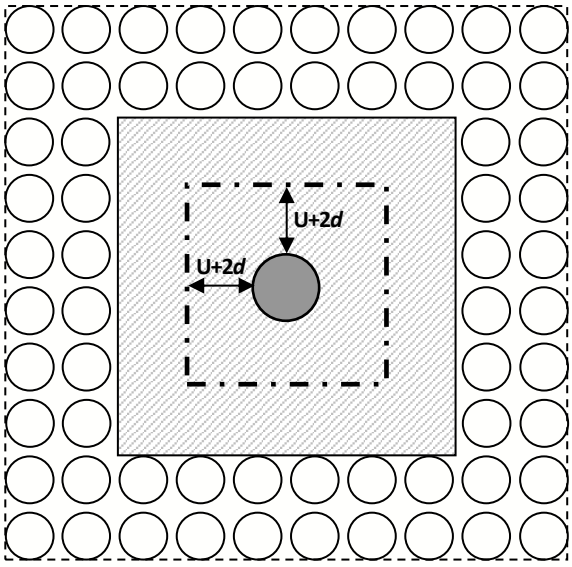


Figura 10 – Zona maciça devido ao punçoamento

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

CARGAS PONTUAIS

Na zona dos elementos aligeirantes, o valor característico das cargas pontuais não pode exceder 10 kN sobre uma área mínima de aplicação de 100 mm × 100 mm. As zonas tracionadas da laje aligeirada por estas afetadas devem ser armadas.
Para pilares, cargas pontuais e reações de apoio concentradas que excedam 10 kN, aplica-se a NP EN 1992-1-1 em conjunto com a NP EN 1992-1-1/NA, secção 6.4.
As zonas de punçoamento devem ser executadas como zonas maciças de secção plena, sem elementos aligeirantes.
A dimensão das zonas maciças de punçoamento é definida como se segue:

a) Definição das zonas maciças através da verificação ao esforço transverso, tendo em conta a resistência ao esforço transverso reduzida da laje aligeirada $V_{Rd,c,cobiax}$ de acordo com a secção Capítulo do Corte.
b) Em lajes sem necessidade de armadura de punçoamento, a área de aplicação da carga A_{load} e a zona que se estende, no mínimo, 2,0 *d* para além do perímetro de controlo crítico, ou a zona necessária até se atingir a resistência ao esforço transverso da laje aligeirada (sendo determinante o maior valor) devem ser dimensionadas com secção plena. Em lajes com capitel, o perímetro de controlo crítico situa-se fora do capitel.
c) Em lajes com necessidade de armadura de punçoamento, em complemento a b), deve ser verificado que a zona maciça se estende 2,0 *d* para além da fiada de armadura mais exterior. Caso contrário, as zonas maciças devem ser ampliadas em conformidade.

Aplica-se o maior valor entre os a), b) e c) pontos acima mencionados.

JUNTA FRIA

Com a betonagem em duas fases de uma laje COBIAX CLS, cria-se uma junta horizontal e se o intervalo de tempo entre as duas fases de betonagem for suficiente para que a primeira camada tenha curado integralmente a betonagem da segunda camada deve ser considerada como uma junta fria de betonagem, no entanto as armaduras *Ómegas/S's* (mínimo de 4 ramos de Ø8) obrigatórias na laje de COBIAX CLS funcionam como ancoragem e conferem suficiente armadura ao corte para a verificação da junta.

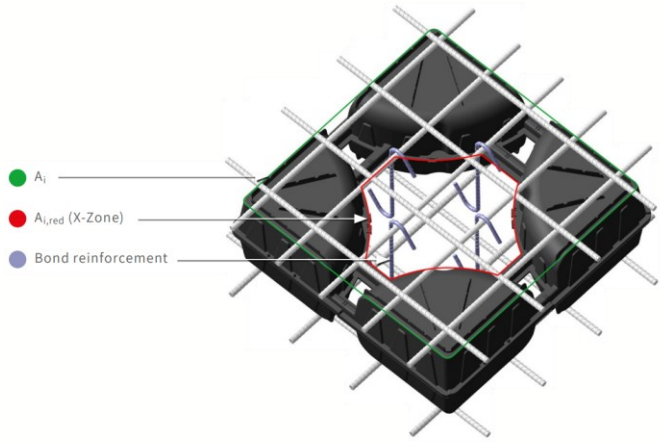


Figura 11 – Exemplo de reforço na zona X de uma laje de COBIAX CLS

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

ESFORÇOS HORIZONTAIS

As propriedades dinâmicas de uma construção e do seu comportamento face a um sismo ou outro tipo de cargas horizontais devem ser avaliadas individualmente projeto a projeto com os métodos de verificação recomendados pelos códigos respetivos, no entanto é conhecida a importância que a massa do edifício e em particular das laje tem nomeadamente amplificando os efeitos deste tipo de ações, pelo que a redução de carga permanente provida pela presença dos vazios no interior da laje tem um efeito benéfico sobre o comportamento das estruturas.
Para certos requisitos de uso de uma estrutura, o comportamento modal da estrutura torna-se relevante e importante.
Numa extensa investigação teórica, a frequência natural de uma laje aligeirada COBIAX CLS apresenta um comportamento modal superior em comparação a uma laje maciça da mesma espessura, podendo apresentar uma frequência natural até 12% superior a uma laje maciça convencional.
Relativamente à condução de esforços normais no plano da laje, a laje COBIAX CLS apesar da presença dos vazios continua a funcionar como uma placa rígida com capacidade de transferir as cargas horizontais devidas ao vento, à inclinação da construção, aos sismos e às variações da temperatura para os apoios.
No seu dimensionamento, as lâminas de betão superior e inferior da laje COBIAX CLS podem ser consideradas como secções retangulares equivalentes de forma a simplificar e dimensionadas para as forças axiais. Para forças elevadas, caso de lajes pós-esforçadas que excedam a capacidade da secção equivalente, recomenda-se a consideração de bandas maciças nestes alinhamentos.

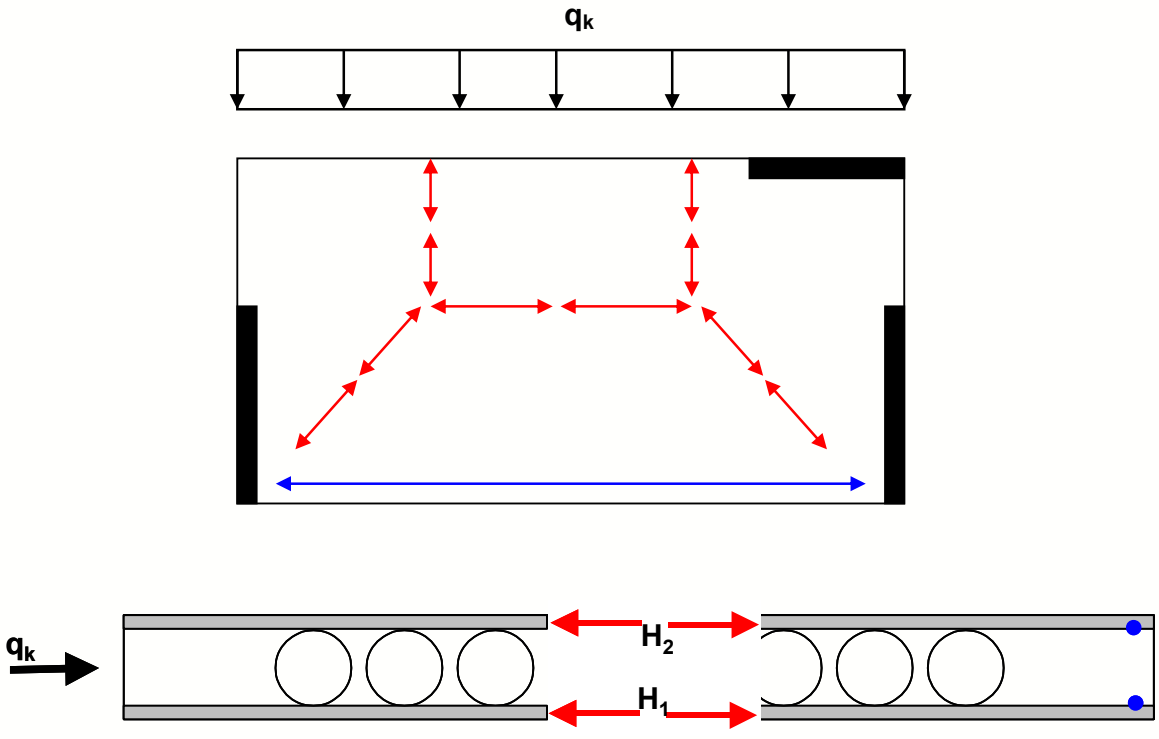


Figura 12 – Comportamento Diafragma da Laje Cobiax

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO

Independentemente do código ou regulamento utilizado, o parâmetro relevante para os critérios de dimensionamento que orientam a classificação de resistência ao fogo de lajes em betão é o recobrimento de betão entre a superfície exposta da laje e a primeira camada de armadura.
Testes de resistência ao fogo em laboratórios especializados com amostras de laje demonstraram que o parâmetro e o critério utilizado para lajes maciças devem ser utilizados sem qualquer tipo de limitação para as lajes COBIAX CLS e que estas podem resistir ao fogo da mesma forma que as lajes maciças.
Saliente-se que a propagação de calor registada durante os testes de resistência ao fogo das amostras de laje COBIAX CLS são idênticas às registadas em lajes maciças, tendo-se ainda registado que os vazios existentes numa laje COBIAX CLS têm um efeito de retardamento no processo de desfragmentação da superfície de betão exposta uma vez que os vazios absorvem a concentração de pressão de vapor interna (proveniente da humidade do betão) que ocorre no betão, e que de outra forma pressionaria de imediato o betão no recobrimento da laje, contudo este benefício não é quantificável.
Se forem expostos a fogo direto, os moldes COBIAX CLS (feitos de HD-PE ou PP) decompor-se-iam em H_2O e CO_2 que não são nocivos.
Para garantir a resistência ao fogo das lajes COBIAX CLS, o espaçamento da armadura de flexão deve ser aumentado a partir da face inferior da laje (a_{HK}, Figura 13), da mesma forma que as lajes maciças. Para a verificação da resistência ao fogo, a temperatura da armadura de flexão estruturalmente eficaz é determinada de acordo com a NP EN1992-1-2, tendo em conta a geometria da secção transversal. Esta temperatura não deve ser superior à temperatura resultante da NP EN 1992-1-2 para o aço de armadura de uma laje maciça de betão armado com a mesma duração de resistência ao fogo.
É possível especificar qualquer duração ao fogo, em função dos resultados do cálculo efetuado de acordo com a NP EN 1992-1-2.
Independentemente da duração de resistência ao fogo, deve ser respeitado um valor mínimo de $d_{2,HK} \geq 7$ cm (ver Figura 13) para a distância entre a superfície do módulo de vazio (sem a tira espaçadora do módulo do vazio) e o bordo inferior da laje.

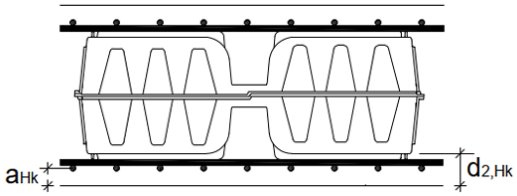


Figura 13 – Distâncias Relevantes para Resistência ao Fogo

Quando forem utilizados os elementos de instalação COBIAX CLS, CLS-P-110 a CLS-P-190, além das especificações relativas às espessuras mínimas, as espessuras das lajes de betão armado não devem ser inferiores aos valores indicados na Tabela 4.

Tipo COBIAX CLS	CLS-P-110	CLS-P-130	CLS-P-150	CLS-P-170	CLS-P-190
Espessura mínima da laje h_{min} [cm]	21	23	25	27	29

Tabela 4 – espessura mínima para laje CBX de CLS-P-110 a CLS-P-190

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

INSONORIZAÇÃO

Os dois principais parâmetros para a classificação da insonorização das lajes são:
- Isolamento a sons aéreos;
- Isolamento a sons de percussão.

Os testes de comportamento acústico realizados em lajes COBIAX CBX, tanto com amostras em laboratórios especializados, como em construções completas com o objetivo de calcular seu comportamento acústico e comparar os resultados com o comportamento das lajes maciças permitiram definir um método adequado de classificação do isolamento.

A interpretação das medições realizadas mostra que para a laje COBIAX CBX, podem ser utilizados os mesmos métodos de avaliação de insonorização já utilizados para as lajes maciças.

O mesmo acontece para a laje de COBIAX CLS.

Em todos os casos, sons de percussão e sons aéreos, o elemento principal para avaliar o grau de insonorização fornecido pelas lajes em betão é a massa média por metro quadrado da área em estudo, existindo diversas publicações que fornecem estes dados em função da espessura e respetiva massa.

A avaliação da insonorização de uma laje COBIAX CLS pode assim ser feita, recorrendo a uma espessura de laje equivalente.

ISOLAMENTO TÉRMICO

Os vazios criados pelos módulos COBIAX CLS influenciam a condutividade térmica da laje. Teoricamente, tem um efeito positivo na transferência de calor através da laje e consequentemente no isolamento térmico da mesma. Contudo, o efeito é insignificante para aplicação prática do sistema, uma vez que apenas 5-10% da melhoria poderia ser alcançada (para uma laje plana sem qualquer isolamento).

A melhoria no isolamento térmico torna-se ainda menor quando observada como uma laje isolada, onde o material de isolamento térmico proporciona a maior parte do desempenho.

PRÉ-ESFORÇO

A combinação de pré-esforço com uma laje COBIAX CLS, é um dos princípios possíveis e quando combinados os dois efeitos, é possível obter fatores positivos em termos económicos e soluções muito eficientes.

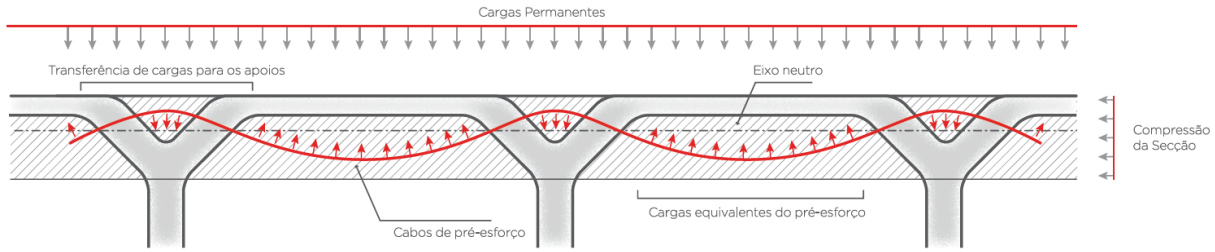


Figura 14 – Cargas Equivalentes do Pré-esforço na laje COBIAX CLS

O pré-esforço pelo controlo do peso próprio através das forças equivalentes impostas na laje e a vantagem da redução de peso próprio presente numa laje COBIAX CLS, torna esta solução bastante vantajosa quando comparada com soluções mais convencionais.

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

SUSTENTABILIDADE

A indústria da construção civil é um dos setores que mais gera um impacto direto no meio ambiente, sendo a produção de cimento uma das principais fontes de emissão de CO_2.
Durante a produção de uma laje de betão armado, a produção de materiais de construção leva a emissões de CO_2 relacionadas com a matéria-prima e energia. A maior parte das emissões de CO_2 na produção de betão deve-se à produção de cimento, devido ao elevado consumo de energia (térmica e elétrica) e às emissões de CO_2 derivadas principalmente na descarbonatação do calcário durante a produção do cimento.
Num estudo levado a cabo pelo Instituto Fraunhofer, foi possível mostrar e quantificar o potencial da tecnologia COBIAX na redução de emissões CO_2 na fabricação de lajes.

CASO DE ESTUDO

Na análise considerou-se uma emissão média de CO_2 de 0,70 kg por kg de cimento. Para a produção de cimento, supõe-se um adicional de betão 0,63 kg de CO_2 por m^3 de laje e para a produção de aço de reforço considerou-se uma emissão de CO_2 de 1,73 kg por kg de aço.
Para uma laje maciça convencional, obteve-se os seguintes valores de consumos:

Laje maciça	Massa [kg/m³ de laje]	Emissões de CO_2 [kg/kg emitidos]	Emissões de CO_2 [kg/m³ de laje]
Cimento	300	0,70	210,00
Betão (excluindo cimento)	2,200	0,0003	0,63
Aço	145	1,73	250,85
		Total	461,48

Tabela 5– Emissões de CO_2 durante a produção de uma laje maciça convencional por m^3.

Numa outra abordagem, considerou-se uma laje aligeirada similar com a tecnologia do sistema COBIAX. A introdução dos vazios permitiu economizar 17% do aço de reforço necessário, de acordo com cálculo comparativo.
O consumo de energia na produção de um vazio COBIAX com 100% material reciclado é cerca de 0,04 kWh por peça. Assumindo uma produção de CO_2 de 0,70 kg por kWh, há uma emissão de CO_2 de 0,34 kg por m^3 de laje.
Para uma laje COBIAX CLS similar à laje maciça convencional considerada, obteve-se os seguintes valores de consumos:

Laje COBIAX CLS	Massa [kg/m³ de laje]	Emissões de CO_2 [kg/kg emitidos]	Emissões de CO_2 [kg/m³ de laje]
Cimento	210	0,70	147,00
Betão (excluindo cimento)	1,540	0,0003	0,44
Aço	120	1,73	207,60
Módulo COBIAX CLS	10	0,03	0,34
Ómegas Verticais	8	1,73	13,84
		Total	369,22

Tabela 6– Emissões de CO_2 durante a produção de uma laje maciça convencional por m^3.

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

Isto resulta em emissões de CO_2 aproximadamente 369,22 kg para uma laje com tecnologia COBIAX CLS.
Para o balanço comparativo da quantidade de emissões de CO_2 entre os dois tipos de laje apresentados, tem-se a seguinte expressão:

$\Delta = 461{,}48 - 369{,}22 = 92{,}26\ kg/m^3$

Em suma, tem-se uma poupança de 92,26 kg de CO_2 por m^3 de laje em comparação direta com a laje maciça convencional, uma redução na ordem dos 20%.
A sustentabilidade dos recursos naturais assume uma crescente importância nos dias de hoje, com a utilização de materiais reciclados para a constituição dos vazios e a redução da necessidade de betão, permite que o sistema COBIAX CLS promova por si só, uma estrutura com menor impacto ambiental e uma significativa redução da emissão de CO_2 inerente ao processo construtivo.

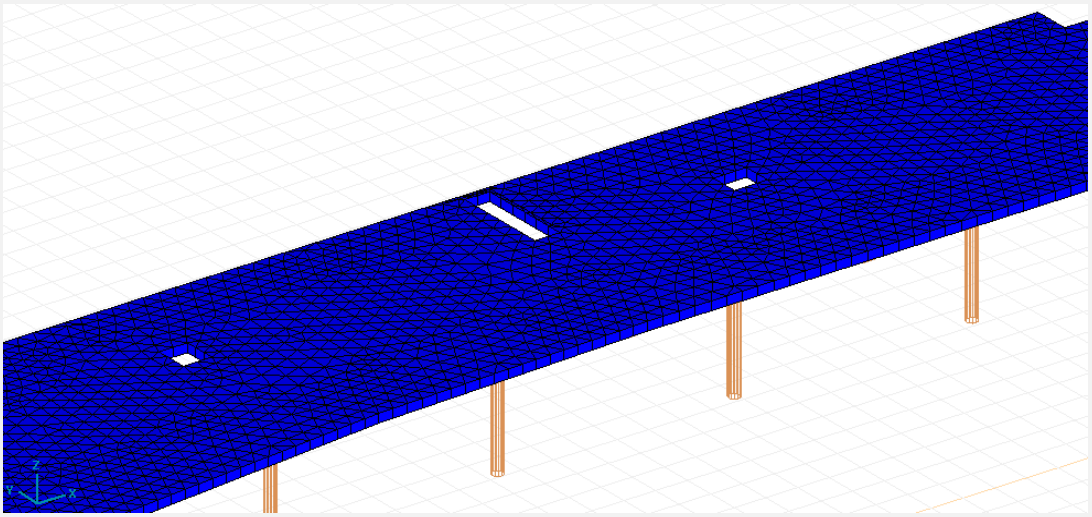
FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

PROCESSO DE CÁLCULO DE UMA LAJE COBIAX CLS

No presente capítulo descreve-se o processo de cálculo de uma laje COBIAX CLS com a ajuda de um software de elementos finitos, o processo baseia-se nos métodos correntemente utilizados para a conceção estrutural de lajes maciças e é compatível com qualquer código ou regulamento em vigor.
O exemplo incluindo baseia-se no software FEM "Axis VM9", porém, os princípios subjacentes são aplicáveis a qualquer software de elementos finitos que permita o cálculo de lajes maciças.

PASSO 1 - PRESSUPOSTOS, DADOS, INICIAIS E PARÂMETROS COBIAX CLS

Defina os dados iniciais de acordo com os pressupostos da estrutura, tais como a geometria da laje, os apoios, as cargas e os materiais da mesma forma que o faria para uma laje maciça, assumindo desde já a espessura de laje pretendida. Com base na espessura de laje definida selecione o vazio COBIAX CLS que pretende utilizar considerando a redução de carga e o fator de correção da inércia de acordo com os parâmetros da Tabela 1 deste manual.



Modelo de cálculo de uma laje (visualização 3D) contendo algumas aberturas e suportado em colunas

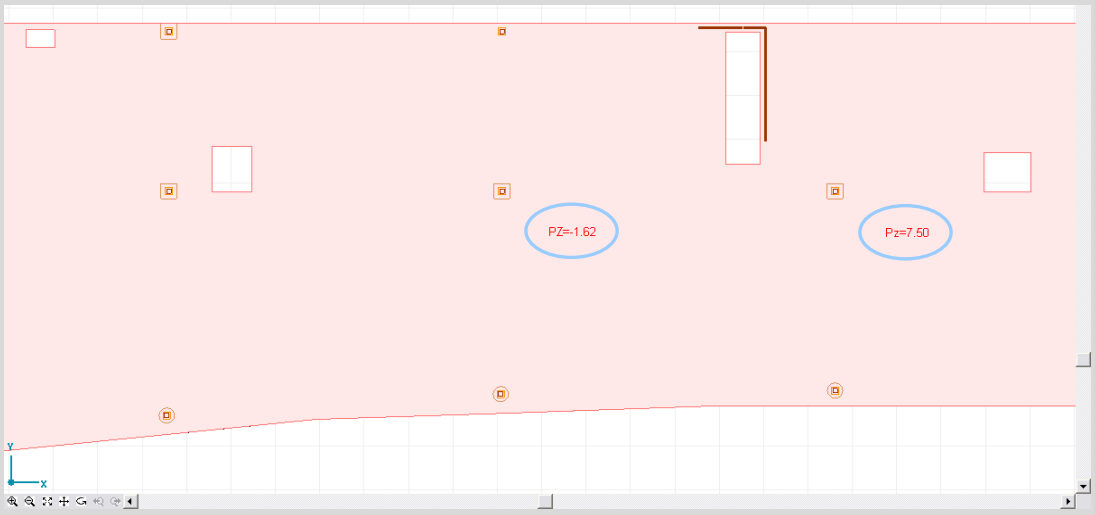
Parâmetros genéricos de cálculo
E = 34000 N/mm²; δ = 25 kN/m³; recobrimento = 25 mm; espessura h = 300 mm

Parâmetros do sistema COBIAX CLS selecionado P-190
Redução de carga permanente - 2.27 kN/m²
Fator de correção de inércia - 0.91

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

PASSO 2 - PADRÃO DE CARGA PERMANENTE ADICIONAL

Por regra, observável num conjunto alargado de ensaios, a área aligeirada representa aproximadamente 70 a 80% da área total da laje, no entanto recomenda-se para fins de pré-dimensionamento a utilização de um valor não superior a 70% para efeitos de redução da carga permanente na primeira fase do cálculo.
Propomos então que crie um caso de carga permanente adicional que represente a redução de carga proveniente dos vazios COBIAX CLS a instalar de acordo com a seleção efetuada no ponto anterior, esta carga deverá ter sentido inverso do peso próprio da laje considerado automaticamente.



Peso próprio da laje maciça: 0,3 m x 25 kN/m^3 = 7,50 kN/m^2
Redução de carga permanente: 0.70 x -2,27 kN/m^2 = -1,59 kN/m^2

PASSO 3 - ALTERAÇÃO DA INÉRCIA DA LAJE

Para consideração da redução de inércia da laje face à introdução do sistema COBIAX CLS deverá de acordo com as possibilidades que o seu programa oferece efetuar uma das seguintes operações:
- Altere o módulo de elasticidade do betão da laje afetando-o do coeficiente constante da Tabela 1;
- Altere a inércia dos elementos de laje afetando-os do fator de correção indicado na Tabela 1;
Calcule a deformação resultante incorporando no modelo o padrão de redução de carga permanente e a inércia modificada, verifique se cumpre os seus critérios, caso tal não aconteça deverá aumentar a espessura da sua laje.

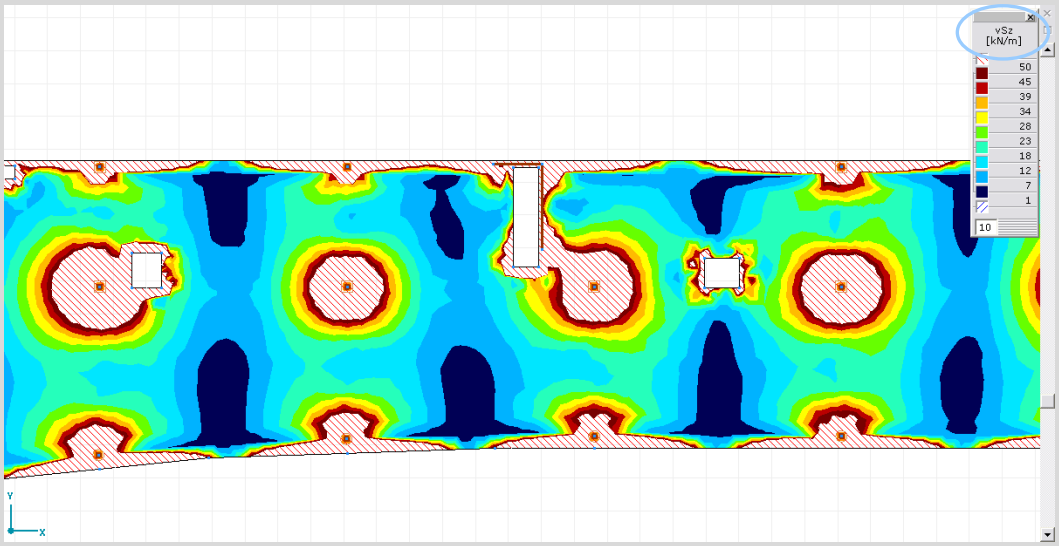
Modificação de E: 0,91 x 34000 N/mm² = 30940 N/mm²
Alteração do fator de rigidez global de 1 para 0,91
Dependendo do software utilizado, este apresenta o cálculo da deformação linear (Estado I, elástica) ou não linear e permite calcular a deformação a longo prazo (Estado II). Para o caso linear, os valores da deformação elástica obtidos a partir do cálculo são tratados da mesma forma que para as lajes maciças quanto à avaliação da deformação de longo prazo.

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

PASSO 4 - CRITÉRIO DE RESISTÊNCIA AO CORTE E IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA MACIÇA

Calcule manualmente a resistência ao corte máxima permitida V_{cd} para uma laje maciça de igual espessura e multiplique esse valor pelo fator de correção ao corte indicado na Tabela 1 para obter a resistência ao corte da laje na zona aligeirada.
Visualize a distribuição dos esforços transversos no seu modelo e identifique as áreas da laje em que este valor excede a capacidade ao corte da zona aligeirada, naturalmente nestas áreas não deverão ser colocados os COBIAX CLS.

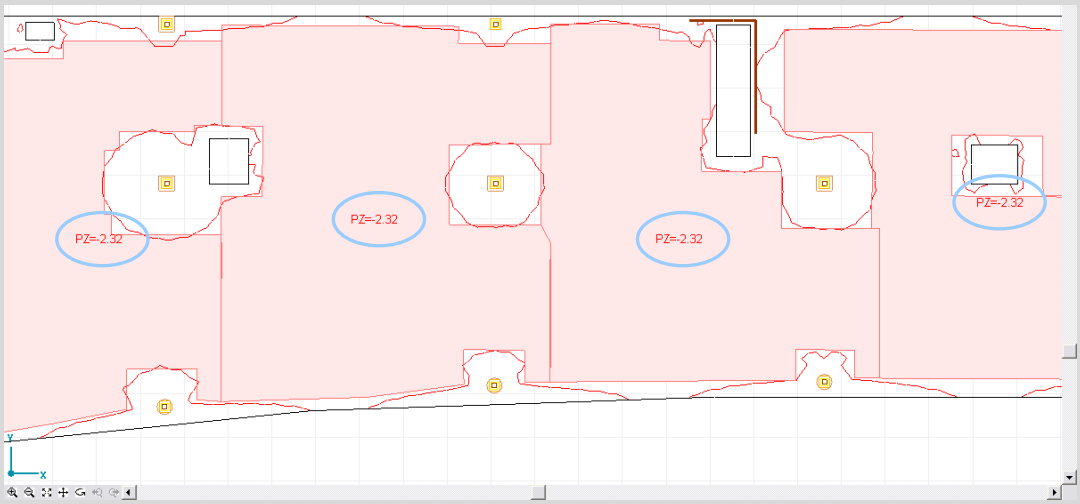
Assuma-se que para o exemplo temos V_{cd} = 100 kN/m
Fator de redução ao corte para o COBIAX CLS P-190: 0.43
Teremos então na zona da laje aligeirada: $V_{cd,COBIAX\ CLS}$ = 0.43 x 100 kN/m = 43 kN/m
A distribuição dos esforços transversos na laje calculada mantendo o caso de redução de carga permite identificar as zonas onde estes valores excedem a força máxima de corte permitida $V_{cd,COBIAX\ CLS}$.



FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

PASSO 5 - REFINAMENTO DO CASO DE REDUÇÃO DE CARGA

Este passo só será requerido caso pretenda um maior refinamento e exatidão dos valores esforços, nomeadamente em elementos verticais e fundações, uma vez que a sua redistribuição na laje resultará numa redução quer de esforços quer de deformações.
Utilizando os contornos das áreas maciças identificadas anteriormente volte a definir o caso de redução da carga permanente, afetando as zonas aligeiradas de 100% do valor da redução patente na Tabela 1 e retirando esta carga das zonas maciças.

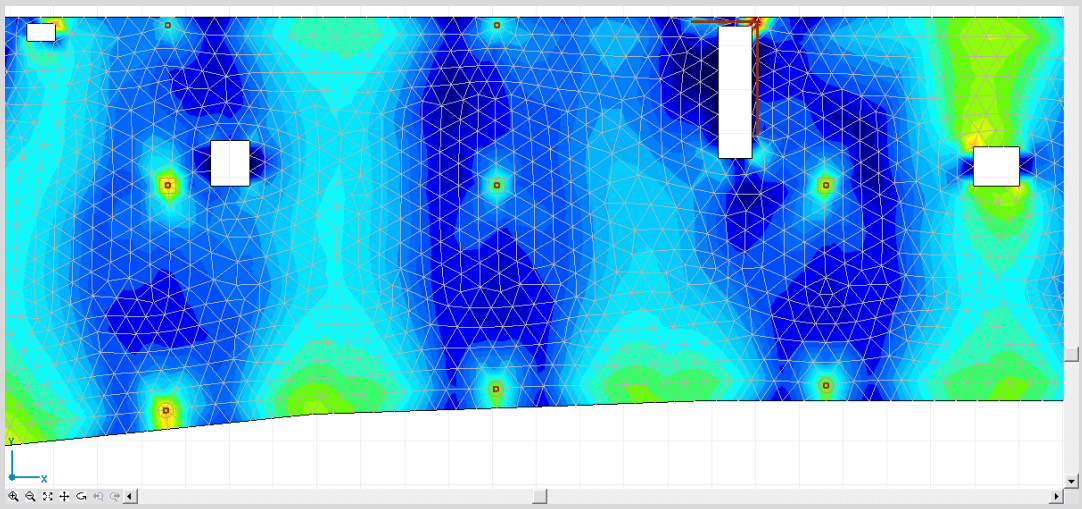


O padrão de redução de carga permanente do passo 2 é apagado e um novo padrão com uma carga de sentido inverso ao peso próprio igual a 100% do valor da tabela 1 é aplicado somente nas zonas aligeiradas:
1.00 x -2.27 kN/m^2 = -2.27 kN/m^2

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

PASSO 6 - VERIFICAÇÃO E PORMENORIZAÇÃO DA SECÇÃO DA LAJE

A partir da análise de esforços e dimensionamento das armaduras e recobrimentos necessários é importante verificar a conformidade da secção preconizada, nomeadamente pela constatação da exequibilidade da mesma.
A soma dos recobrimentos, dos diâmetros dos varões e da altura do COBIAX CLS deverá ser menor ou igual à espessura da laje definida, caso contrário deverá redefinir os varões a utilizar ou aumentar a espessura da laje, caso seja inferior então esta diferença pode ser compensada por espaçadores colocados para este efeito.



Distribuição dos esforços em estados limites últimos

Verificação de secção após a seleção da armadura
Recobrimento: 25 mm
Diâmetro dos varões da armadura inferior: 12 e 16mm (direções x e y na zona aligeirada)
Diâmetro dos varões da armadura superior: 12 mm (direções x e y na zona aligeirada)
Altura de módulo P-190: 190 mm

→ Σ 25mm + 25mm + 12mm + 16mm + 12mm + 12mm + 190 mm = 292 mm
→ 292 mm ≤ 300 mm

A secção está corretamente dimensionada incluindo uma tolerância de construção de 8 mm.

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

PORMENORIZAÇÃO

DESENHOS DE IMPLANTAÇÃO/GEOMETRIA

Para uma correta montagem dos COBIAX CLS em obra devem ser produzidos desenhos de geometria que incluam a caracterização, quantidade, orientação e cotas de implantação dos vazios, de maneira que em conjunto com os desenhos de geometria da cofragem e pormenorização das armaduras permitirem a execução dos trabalhos da laje.

- Os desenhos de implantação do sistema devem conter os seguintes elementos:
- Cotas relativas aos eixos ou ao limite da estrutura para implantação dos vazios;
- Secção característica da laje identificando as alturas do módulo COBIAX CLS e das lâminas;
- Dimensões dos ómegas
- Notas gerais sobre a utilização, manuseamento e montagem de uma laje COBIAX CLS.

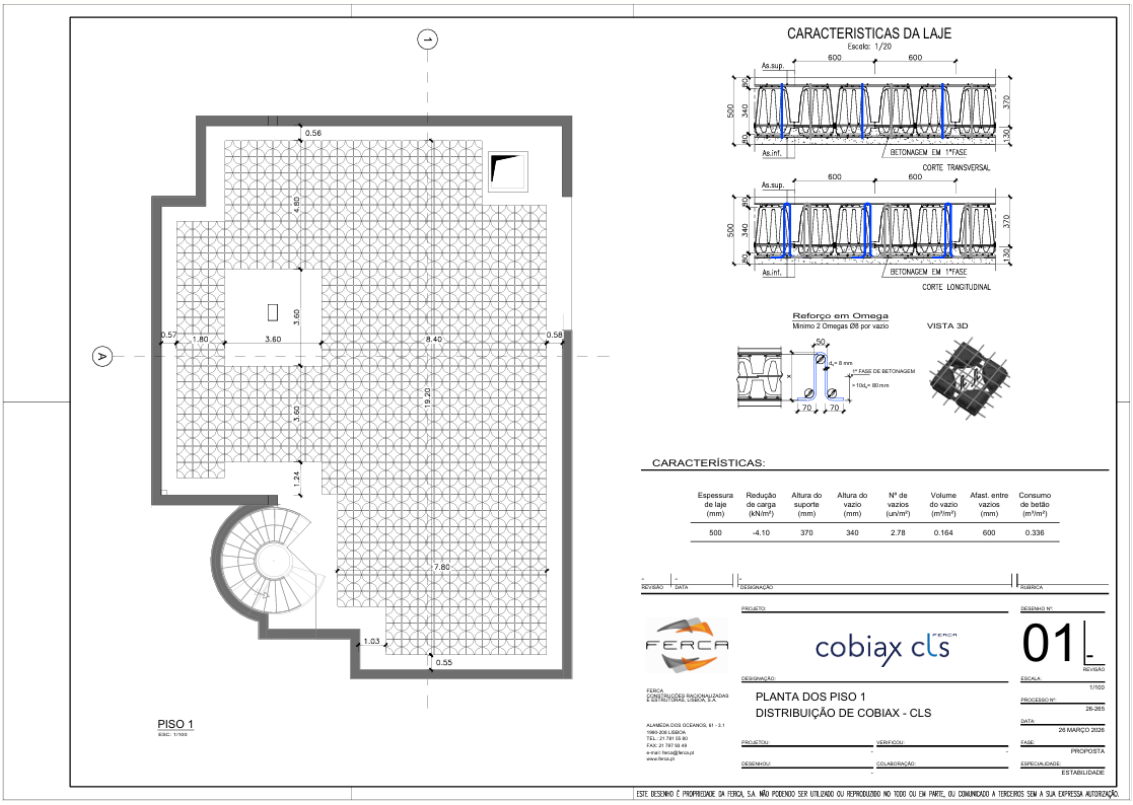


Figura 15 – Desenho de distribuição COBIAX CLS

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

Na distribuição do sistema COBIAX CLS devem ser respeitados os seguintes princípios:

- A distribuição do sistema COBIAX CLS deve respeitar as zonas onde o esforço de corte excede a capacidade da laje deixando estas áreas maciças, ver figura 10,
- O afastamento entre eixos dos vazios COBIAX CLS deve respeitar as dimensões referidas na Tabela 1 deste documento à exceção de indicação específica em contrário,
- Ao longo do bordo da laje e aberturas, recomenda-se deixar uma faixa maciça de aproximadamente 0.30 m ainda que não se exceda o esforço de corte da laje, de forma a evitar a interferência com os módulos de COBIAX CLS com eventuais armaduras de reforço dos bordos.

INSTALAÇÃO DOS SERVIÇOS TÉCNICOS

Sendo o COBIAX CLS um sistema modelar a compatibilização com instalações diversas que se pretendam levar a efeito na laje é possível, devendo ser previamente previstas e patentes nos desenhos de distribuição as implicações na disposição dos módulos COBIAX CLS. Os vazios podem ser retirados individualmente para o atravessamento de tubos ou em linhas para a passagem de instalações diversas, por exemplo aplicação de pós-esforço na laje.

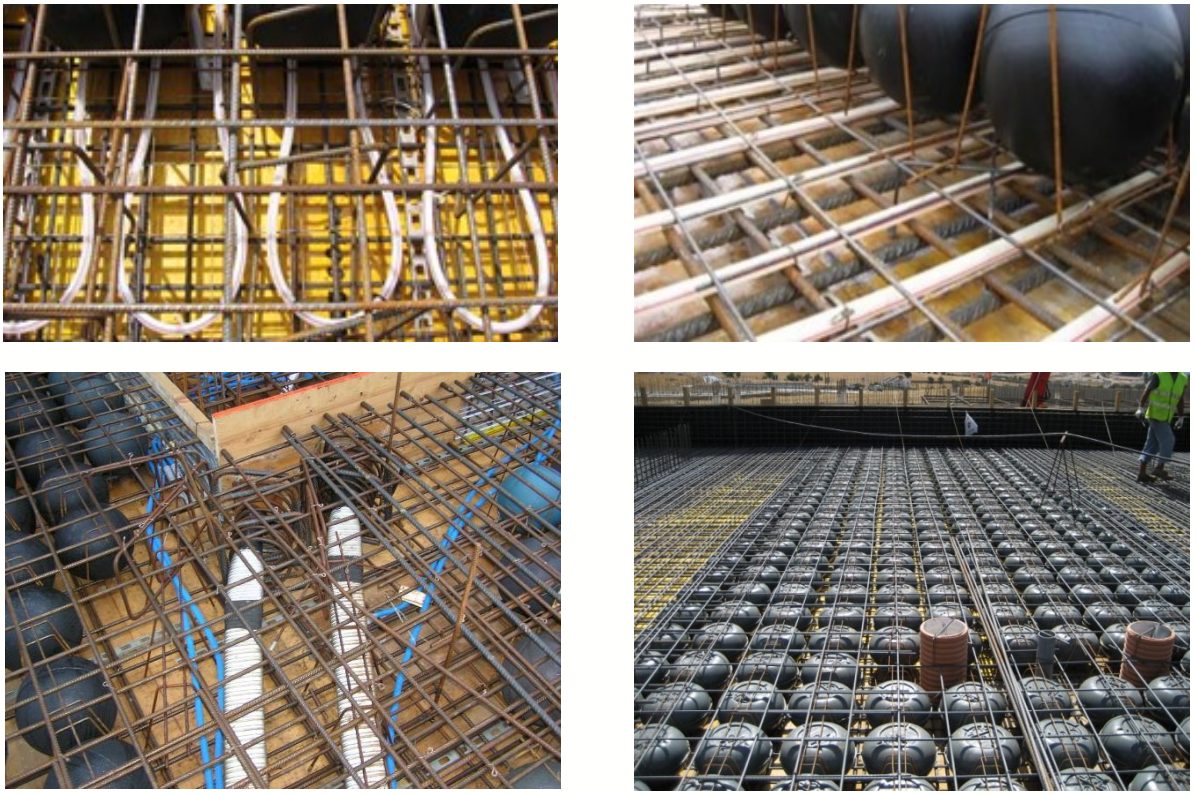


Figura 16 - Exemplos de instalações diversas e sistemas de pós-esforço numa laje COBIAX CLS

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

MONTAGEM DE UMA LAJE COBIAX CLS

A montagem de uma laje COBIAX CLS é composta por diversos procedimentos, desde os fatores logísticos, o transporte do material, bem como, o processo de assemblagem do produto aos procedimentos aquando da sua execução em obra. Consultar o Manual de Procedimentos.do sistema.

A execução de uma laje COBIAX CLS respeita na integra os mesmos princípios e procedimentos da montagem de uma laje maciça sendo módulos são colocados diretamente sobre a armadura inferior, de referir ainda a particularidade de estas servirem de apoio às armaduras superiores evitando as vulgares "cadeiras" das lajes maciças.
A próxima sequência de imagens mostra a exemplifica os passos a seguir





1- Assemblagem dos módulos de COBIAX CLS (preferencialmente na proximidade da sua zona de implementação em planta).
2- Fecho do COBIAX CLS com "clique" nas 4 arestas dos módulos.

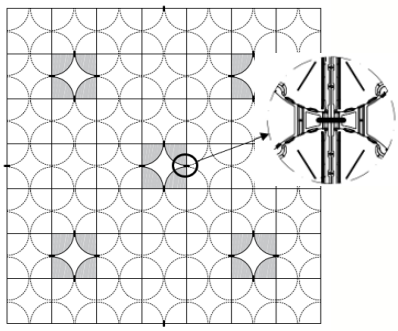


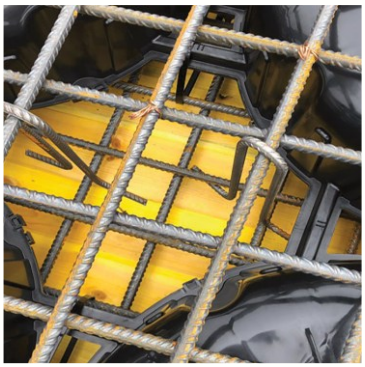


3- Após a colocação da armadura inferior são transportados até à zona de onde serão aplicados em planta segundo o projeto de estabilidade.
4- Os moldes são colocados em cadeia sempre juntos, sem qualquer intervalo entre os módulos de COBIAX CLS.

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

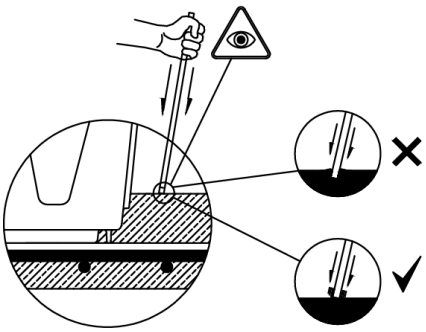






5- Após colocação dos módulos de COBIAX CLS, estes têm de ser atados com um "Zip Cable" para garantir a sua imobilização na fase de betonagem.
6- De seguida é colocada a armadura superior e após conclusão dessa etapa são colocados os ómegas para ligação entre as juntas betonagem.





7- Com a conclusão da montagem das armaduras é feita a primeira fase de betonagem até à cota especificada do pormenor, ancorando os ómegas na primeira camada.
8- Verificação da primeira fase de betonagem.



9- Segunda fase de betonagem.

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA | Alameda dos Oceanos 61 - 3.1, 1990-208 Lisboa, Portugal
T. (+351) 217 815 580 M. ferca@ferca.pt W. www.ferca.pt

