Lajes - Exemplo 1

LAJES

Este exemplo tem o intuito de verificar as lajes maciças em dois direções sem vigas. O exemplo usado é baseado em um exemplo que se encontra na internet com a norma ACI 318-19 da empresa SkyCiv e é um exemplo de verificação de seu software.

O exemplo está calculado com o método DDM (Direct Design Method em inglês) e com o software SkyCiv, o que possibilita ter duas referências para a confirmação de resultados. Vale a pena mencionar que o método manual DDM é aproximado e conservador, pois usa equações semi-empíricas.

O exemplo será calculado tanto no RAM como no TQS.

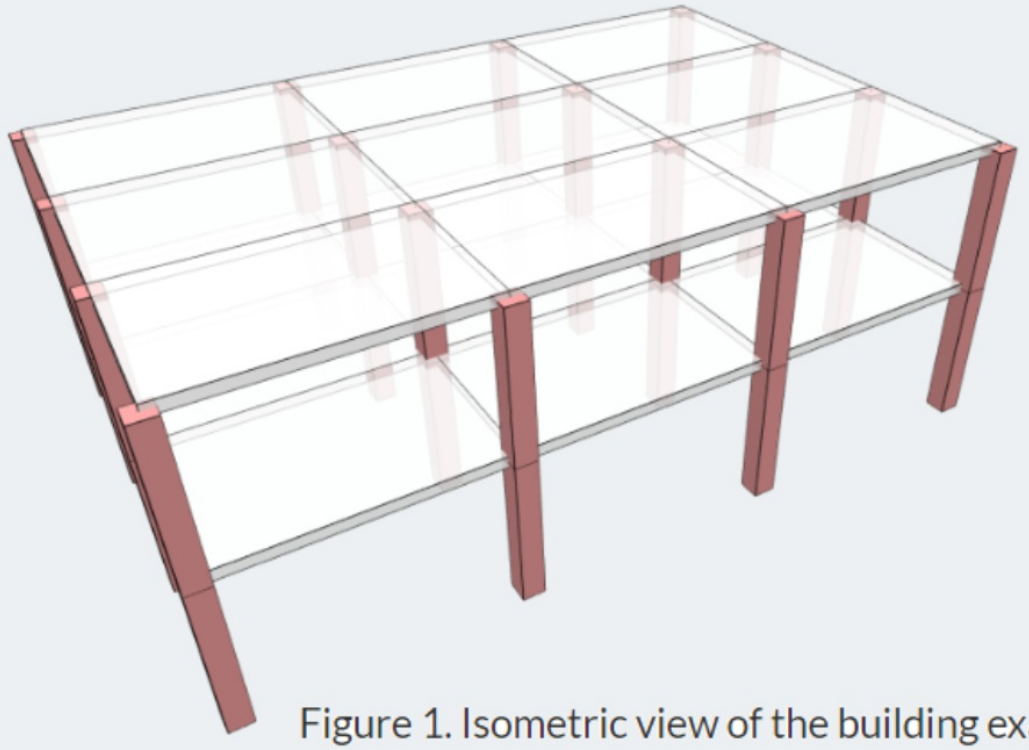


Figure 1. Isometric view of the building example

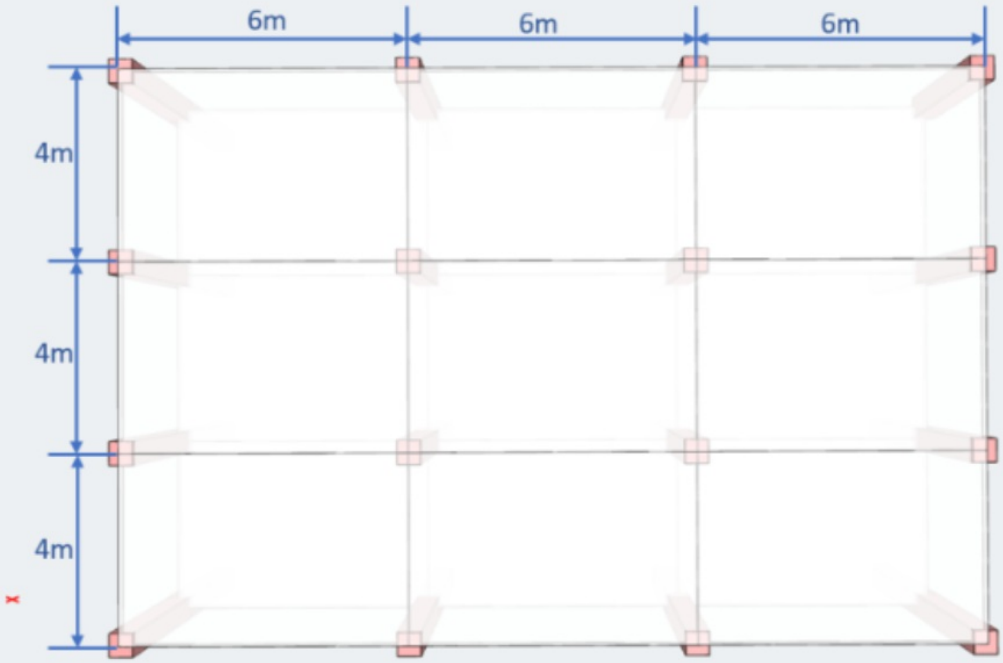


Figure 2. Slab plan dimensions

Dados:

Cargas: peso próprio

Carga morta adicional: 3 kN/m²

Carga acidental: 2 kN/m²

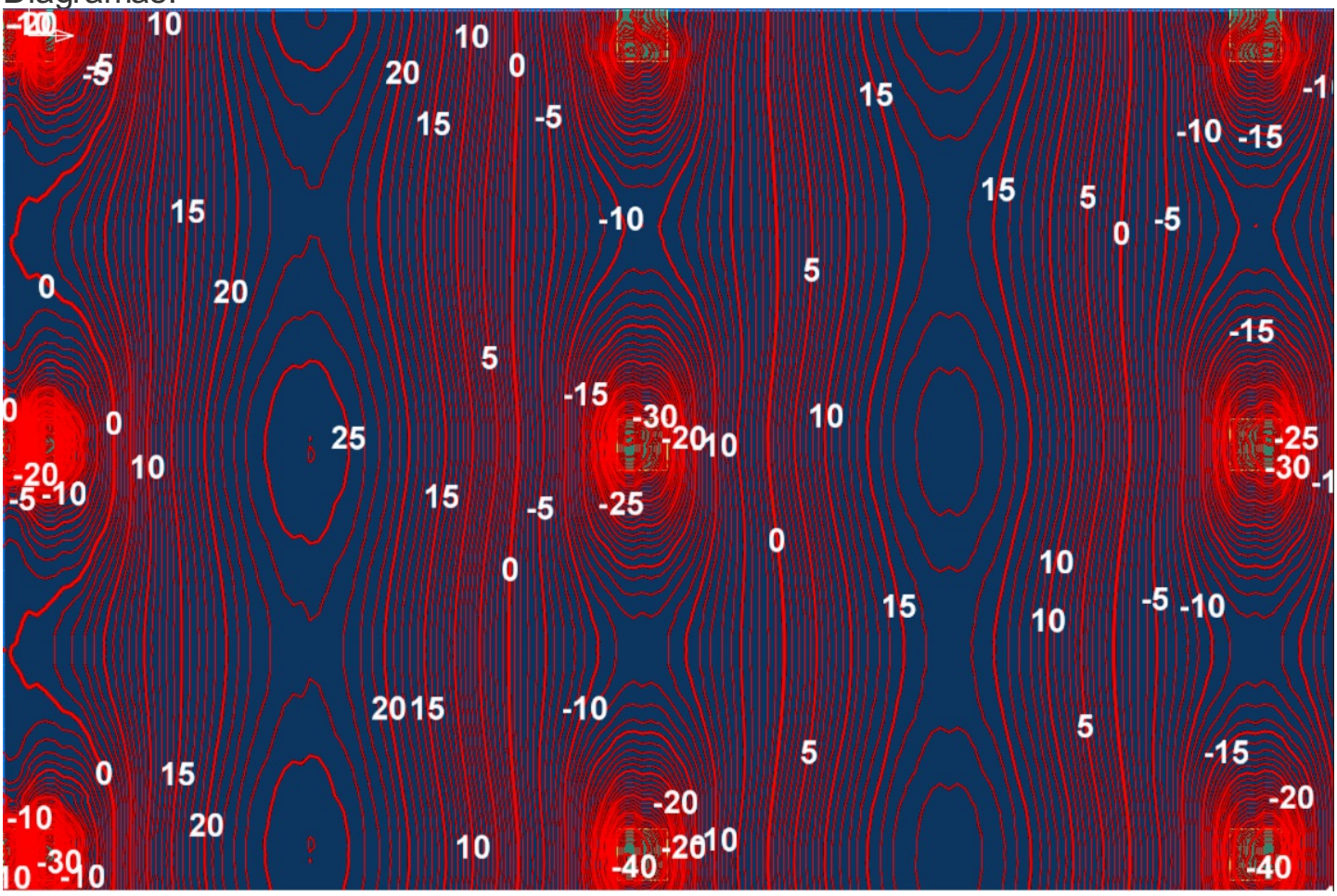
Materiais:

fc = 25MPa

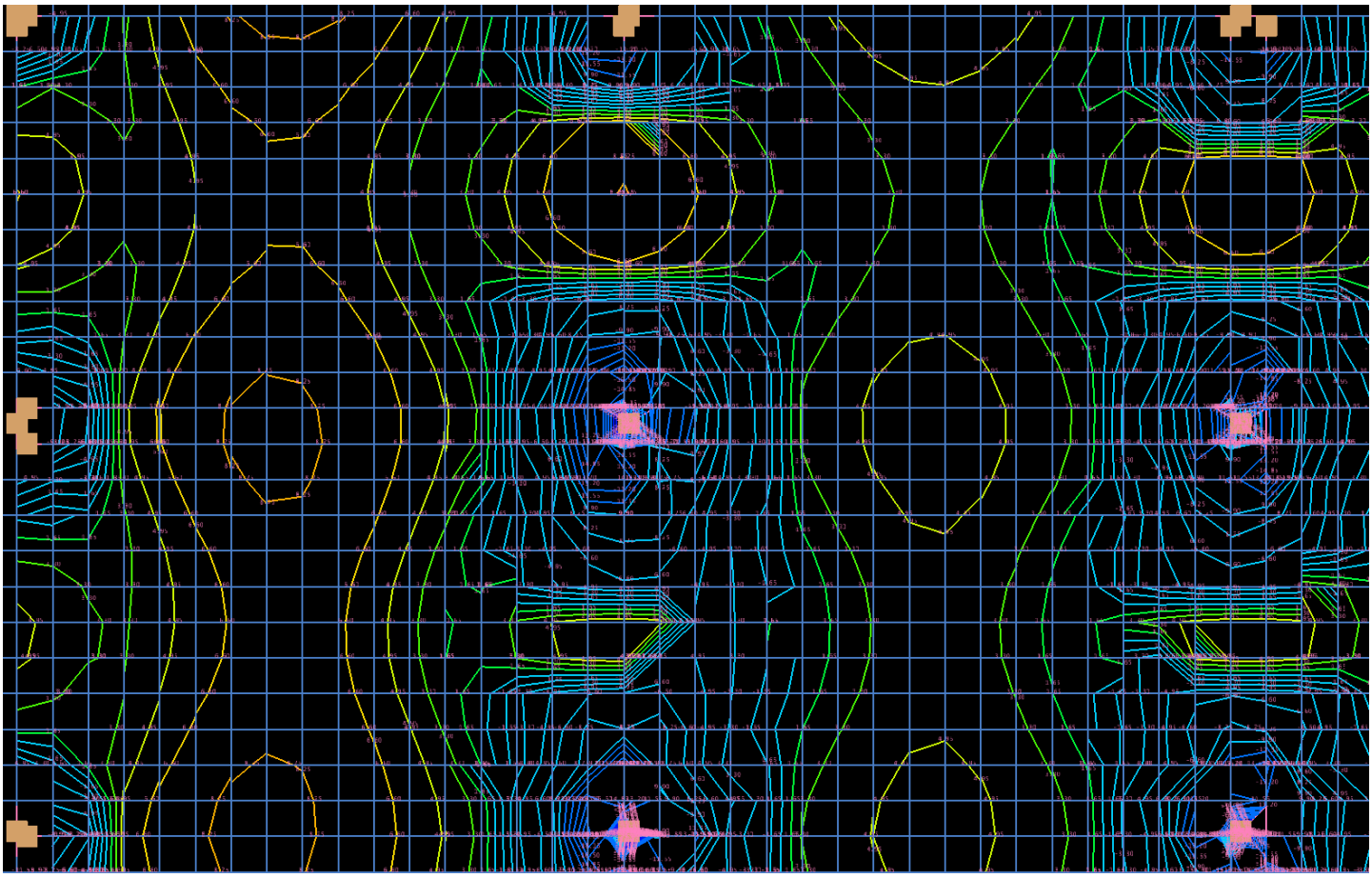
fy = 420MPa

Espessura de laje: 20 cm

Diagramas:



RAM Elements



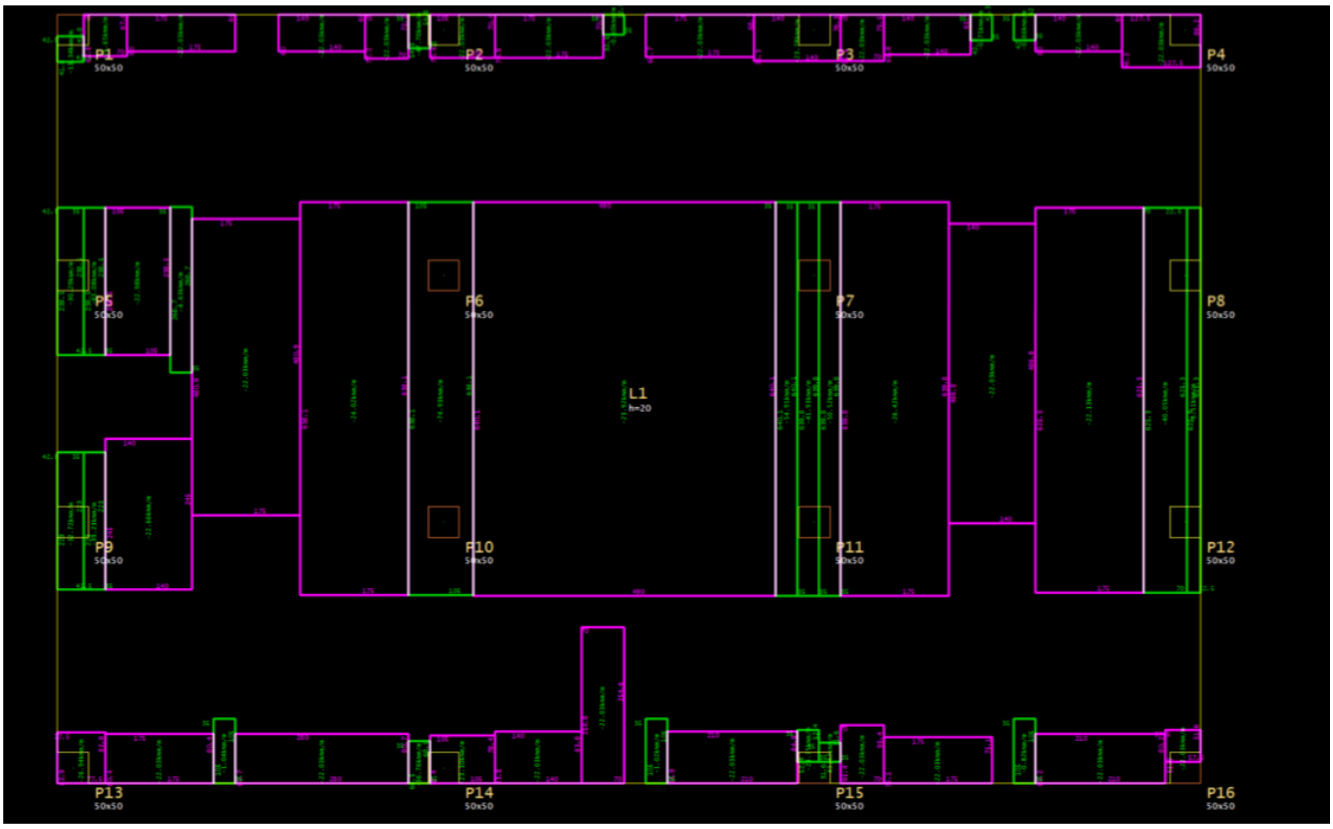
Os diagramas mostram distribuição de momentos bem similares entre os dois softwares.

Resultados:

RESUMO DE RESULTADOS M_u (kN-m)																		
Longitudinal																		
Descrição		Total					Faixa coluna						Faixa intermediária					
	TQS	TQS (*)	DDM	Dif % (TQSxDDM)	RAM	Dif % (TQSxRAM)	TQS	TQS (*)	DDM	Dif % (TQSxDDM)	RAM	Dif % (TQSxRAM)	TQS	TQS (*)	DDM	Dif % (TQSxDDM)	RAM	Dif % (TQSxRAM)
Exterior negativo, vão exterior	-117,98	-53,86	-49,39	9,1	-52,46	2,7	-60,34	-52,15	-49,39	5,59	-50,38	3,5	-57,64	-1,71	0,00	N.A.	-2,08	-21,8
Exterior positivo, vão exterior	109,88	119,92	98,78	21,4	99,23	20,9	60,76	63,83	58,89	8,39	51,41	24,2	49,12	56,09	39,89	40,6	47,82	14,7
Interior negativo, vão exterior,	-157,42	-151,49	-132,97	13,9	-134,79	12,4	-104,42	-102,38	-100,68	1,69	-89,46	14,4	-53,00	-49,11	-32,29	52,1	-45,33	7,7
Interior positivo, vão interior	93,56	72,97	66,49	9,7	71,51	2,0	46,78	40,03	39,89	0,35	37,42	7,0	46,78	32,94	26,60	23,8	34,09	3,5
Interior negativo, vão interior	-160,42	-136,16	-123,49	10,3	-124,61	9,3	-104,42	-87,05	-93,09	-6,49	-79,62	9,3	-56,00	-49,11	-30,40	61,5	-44,99	8,4
Transversal																		
Exterior negativo, vão exterior	-139,57	-38,49	-30,00	28,3	-25,93	48,5	-51,44	-30,89	-30,00	2,97	-31,51	-2,0	-88,13	-7,60	0,00	0,0	5,59	173,5
Exterior positivo, vão exterior	141,26	61,81	53,90	14,7	64,85	-4,7	53,14	35,78	29,67	20,59	29,67	20,6	88,12	26,03	24,23	7,4	35,18	35,2
Interior negativo, vão exterior,	-179,28	-109,46	-82,07	33,4	-77,66	40,9	-91,16	-92,53	-62,45	48,17	-62,45	48,2	-88,12	-16,93	-19,62	-13,7	-15,21	10,2
Interior positivo, vão interior	132,40	44,79	35,36	26,7	42,01	6,6	44,28	39,75	19,20	107,03	19,29	106,1	88,12	5,04	16,16	-68,8	22,72	350,8
Interior negativo, vão interior	-167,90	-109,74	-77,74	41,2	-75,39	45,6	-79,78	-83,37	-59,28	40,64	-59,28	40,6	-88,12	-26,37	-18,46	42,8	-16,11	38,9
(*) valores sem homogeneização																		

Como esperado se tem uma grande variabilidade entre os valores apresentados coincidindo com exemplos similares estudados na referência: Cálculo e detalhamento de Estruturas Usuais de Concreto Armado Volume 2 de Roberto Chust Carvalho e Libânio Miranda Pinheiro. É de destacar, porém que a máxima diferença considerando os momentos sem homogeneização (*) da TQS com RAM é de 25% na direção principal. As diferenças são maiores se os valores homogeneizados são considerados.

Em relação às armaduras, seu cálculo dependera das faixas definidas e da uniformização das armaduras. Adotando faixas equivalentes às usadas no exemplo vemos que os valores finais dos diferentes softwares estão bastante perto uns dos outros. Abaixo exemplo de faixas negativas conforme exposto no TQS:



Se tem que considerar que os valores da DDM e SkyCiv correspondem só a flexão, mas os valores de RAM e TQS já consideram a armadura mínima e por isso estão mais próximas entre elas.

Abaixo resultados de armaduras após as faixas serem uniformizadas:

$A_{s,calc}$ (cm²)												
Descrição	**Total**				**Faixa coluna**				**Faixa intermediária**			
Longitudinal	**TQS**	**DDM**	**SkyCiv**	**RAM**	**TQS**	**DDM**	**SkyCiv**	**RAM**	**TQS**	**DDM**	**SkyCiv**	**RAM**
As negativo cm2 em apoio externo	16,56	8,54	12,50	15,00	9,36	8,54	10,12	10,00	7,20	0,00	2,38	5,00
As positivo cm2 vão externo	17,00	17,08	18,03	15,30	9,42	10,18	9,27	8,10	7,58	6,90	8,76	7,20
As negativo cm2 em apoio interno	24,90	22,98	26,19	21,50	16,70	17,40	17,86	16,50	8,20	5,58	8,33	5,00
As positivo cm2 vão interno	14,40	11,49	11,34	14,40	7,20	6,89	6,19	7,20	7,20	4,60	5,15	7,20
Transversal												
As negativo cm2 em apoio externo	15,64	5,18	10,52	15,20	8,44	5,18	5,95	10,00	7,20	0,00	4,57	5,20
As positivo cm2 vão externo	15,94	10,37	12,13	14,40	8,74	6,18	5,24	7,20	7,20	4,19	6,89	7,20
As negativo cm2 em apoio interno	21,94	13,96	18,76	16,52	14,74	10,57	13,27	11,32	7,20	3,39	5,49	5,20
As positivo cm2 vão interno	14,44	6,97	7,63	14,40	7,24	4,18	3,44	7,20	7,20	2,79	4,19	7,20

Conclusões:

Em geral se observam que os resultados para o cálculo de momentos possuem maiores variações mas que são bem reduzidas após a consideração da uniformização das faixas de forma equivalente entre os softwares e a consideração de armadura mínima, ficando ao final com resultados bem próximos.

Se tem que considerar também que o modelo da TQS é um modelo de grelha de elementos lineares e o modelo do RAM é um modelo de elementos finitos de placa, porém pode-se considerar que os resultados finais são bem equivalentes.

Importante ressaltar que no TQS se pode editar e ajustar as faixas conforme a necessidade do usuário, de forma a atender quaisquer possibilidades de distribuição.