



UNIVERSIDADE DO PORTO
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL PARECER

Lajes Fungiformes

Método dos porticos equivalentes

versus

Método dos elementos finitos

O ORIENTADOR DO ESTÁGIO POR PARTE DA FEUP

Joaquim A. Figueiras

(Joaquim Azevedo Figueiras)

Professor Catedrático

Adelino silva

Universidade do Porto
Faculdade de Engenharia
Biblioteca 4

Nº
CDU 624(047.3)/LEC 1992/SIL2
Data 09 / 10 / 20 09

Relatório

O trabalho que será exposto ao longo deste relatório, tem por finalidade, a correcção do método dos pórticos equivalentes, bem como algumas considerações sobre o estudo das lajes fungiformes aligeiradas. Para o efeito, serão estudados oito casos, os quais procuram ter em linha de conta diversas características deste tipo de lajes, características essas com importância do ponto de vista de concepção e distribuição de esforços.

Poder-se-á sublinhar estes aspectos, que passam, pela redução do capitel, isto é, da zona maçica, pela introdução de uma banda de acerto e, pela consideração de uma laje quadrada e retangular.

O programa "PÓRTICO" será o instrumento para obter os esforços a considerar no método dos pórticos equivalentes, os quais serão distribuídos pela faixa central e lateral, de acordo com o Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado. O "FEMIX2.1", será o programa a ser utilizado para obter os esforços na laje pelo método dos elementos finitos. Será da comparação destes esforços que resultará um quadro com uma distribuição pela faixa central e lateral mais "realista", do que pelo método dos pórticos equivalentes.

Para que a exposição que se vai realizar seja consisa e de fácil consulta, em cada caso

estudado será apresentado um cabeçalho com todas as características geométricas e de carga, sendo apresentados no fim as análises dos esforços calculados.

As lajes consideradas para o estudo em causa, atenderam aos moldes da FERCANORTE (900), com uma espessura total de 375 mm, uma lamina de compressão de 50 mm, uma inércia por coc de 125718 cm⁴, uma secção de 1043 cm² e um peso próprio de 4.39 KN/m² tendo o betão neste caso um peso específico de 24 KN/m³. Nas zonas maciças o betão foi considerado com um peso específico de 25 KN/m³. Quanto às inércias das secções mistas, isto é, aligeiradas e maciças, foram calculadas pela soma das inércias das zonas maciças, calculadas relativamente ao seu centro de gravidade, e das inércias correspondentes ao número de cocos que compõem a zona aligeirada.

No que respeita à quantificação das cargas, utilizou-se 7 KN/m², para cargas permanentes e 3KN/m², para sobrecargas. Considerá-mos uma combinação de acções fundamental, com um coeficiente de majoração de 1.5.

Estes 10 KN/m² serão aplicados nas zonas aligeiradas acrescentando-se 4.985 KN/m² nas zonas maciças, devido ao peso próprio ser mais elevado. Chegou-se à conclusão por um estudo próprio que a situação de carga mais representativa seria o carregamento em todos os tramos pelo que será excluído alternancias de sobrecargas tendo em vista a envolvente de esforços.

No método dos elementos finitos, não se entrou para efeitos de solicitação com as cargas aplicadas directamente, mas sim afectando a densidade, isto é, aumentando o peso específico do betão afim de ter as cargas pretendidas, sendo dividido em seguida por 9.8. Assim tem-se uma densidade para as zonas aligeiradas de 2.72, e para as zonas maciças de 4.08. Foi igualmente atribuído à zona aligeirada um módulo de elasticidade equivalente resultante da seguinte correspondência:

$$E_b / I_{\text{rectangulo}} = E_{\text{equivalente}} / I_{\text{aligeirada}}$$

o valor para o módulo de elasticidade equivalente será 9.22 Mpa.

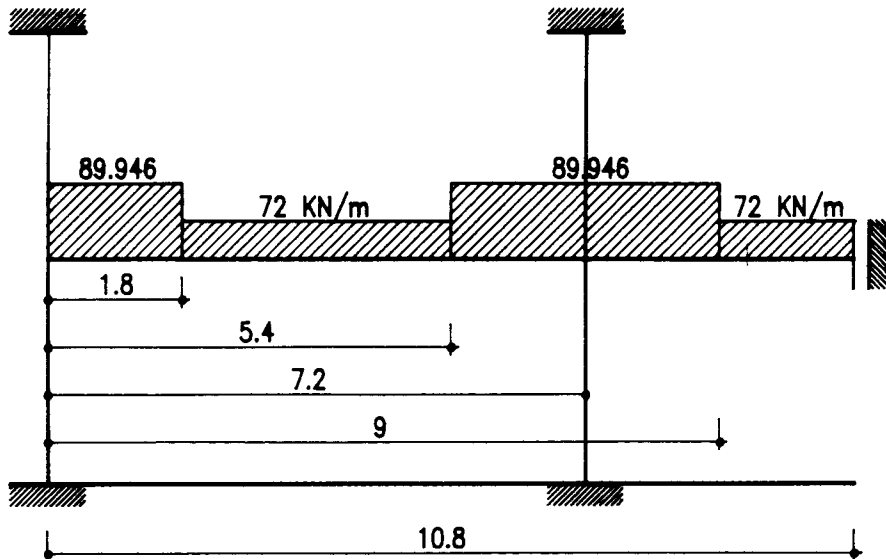
Quanto aos capiteis não será feito um estudo intensivo em relação ao punçoamento, no entanto não vamos considerar o capitel com uma distância na horizontal do bordo do capitel até ao bordo do pilar, inferior a 2.5 do diâmetro do pilar. O capitel terá a mesma altura que a parte da laje aligeirada, ou seja 375 mm.

Cálculos

do

Método dos pórticos
equivalentes

LAJE QUADRADA 7.2



Cargas aplicadas: zona com capitel -> $Q = 89.946 \text{ KN/m}$
 zona aligeirada -> $Q = 72.000 \text{ KN/m}$

Secções das barras:

secção tipo 1----- $A = 0.8344 \text{ m}^2$

$$I = 8 * 125718 * 10^{-8} = 1005744 * 10^{-8} \text{ m}^4$$

secção tipo 2----- $A = 4 * 1043 * 10^{-4} + 3.6 * 0.375 = 1.7672 \text{ m}^2$

$$I = 125218 * 10^{-8} * 4 + 3.6 * 0.375^3 / 12$$

$$= 0.02085 \text{ m}^4$$

secção tipo 3----- $A = 0.25 \text{ m}^2$

PILAR 50*50

$$I = 0.5^4 / 12 = 5.208333 * 10^{-3} \text{ m}^4$$

secção tipo 4----- $A = 0.20 \text{ m}^2$

PILAR 50*40

$$I = 2.66667 * 10^{-3} \text{ m}^4$$

No. DE NOS = 10
 No. DE NOS POR BARRA = 2
 No. DE APOIOS = 5
 No. DE PROPRIEDADES = 3

No. DE BARRAS = 9
 No. DE INCOGNITAS POR NO = 3
 No. DE SECCOES TIPO = 4
 TIPO DE SAIDA DE RESULTADOS= 3

MATERIAL	E (KPa)	PROPRIEDADES A (m2)	I (m4)
1	.29000E+08	.83440E+00	.10057E-01
2	.29000E+08	.17672E+01	.20850E-01
3	.29000E+08	.25000E+00	.52083E-02
4	.29000E+08	.20000E+00	.26667E-02

BARRA	NOS	MAT.	BARRA	NOS	MAT.	BARRA	NOS	MAT.
1	1 2	4	2	2 3	4	3	2 4	2
4	4 5	1	5	5 7	2	6	6 7	3
7	7 8	3	8	7 9	2	9	9 10	1

NOS	CORDENADAS		NOS	CORDENADAS		NOS	CORDENADAS	
	X(m)	Y(m)		X(m)	Y(m)		X(m)	Y(m)
1	.000	.000	2	.000	3.000	3	.000	6.000
4	1.800	3.000	5	5.400	3.000	6	7.200	.000
7	7.200	3.000	8	7.200	6.000	9	9.000	3.000
10	10.800	3.000						

NOS DE APOIO	CODIGO			NOS DE APOIO	CODIGO		
1	1	1	1	3	1	1	1
6	1	1	1	8	1	1	1
10	1	0	1				

PILARES

Volume de Material (m3)= 2.7000

ELEMENTOS NAO VERTICAIS

Volume de Material (m3)= 14.0486

 ACCAO 1
 Acçõ total

***** CARGA 1 *****

BARRA	P (KN/m)	BARRA	P (KN/m)
4	72.000	9	72.000
3	89.946	5	89.946
8	89.946		

RESULTADOS

 ACCAO 1
 Acçõ total

DESLOCAMENTOS DOS NOS

NO	ROTACAO (rad.)	VERTICAL (cm)	HORIZONTAL (cm)	NO	ROTACAO (rad.)	VERTICAL (cm)	HORIZONTAL (cm)
1	.000E+00	.000E+00	.000E+00	2	.851E-03	.649E-02	.000E+00
3	.000E+00	.000E+00	.000E+00	4	.846E-03	.173E+00	.000E+00
5	-.823E-03	.123E+00	.000E+00	6	.000E+00	.000E+00	.000E+00
7	-.176E-03	.129E-01	.000E+00	8	.000E+00	.000E+00	.000E+00
9	.369E-03	.473E-01	.000E+00	10	.000E+00	.913E-01	.000E+00

ESFORÇOS FINAIS NAS BARRAS

BARRA	MOMENTO		FORÇA TRANSVERSAL		FORÇA AXIAL	
	Me (KN.m)	Md (KN.m)	Ve (KN)	Vd (KN)	Ne (KN)	Nd(KN)
1	43.876	87.752	43.876	-43.876	125.464	-125.464
2	87.752	43.876	43.876	-43.876	-125.464	125.464
3	-175.504	-130.454	-250.928	89.025	.000	.000
4	130.454	15.617	-89.025	-170.175	.000	.000
5	-15.617	467.646	170.175	-332.078	.000	.000
6	-17.689	-35.377	-17.689	17.689	311.790	-311.790
7	-35.377	-17.689	-17.689	17.689	-311.790	311.790
8	-396.891	17.898	-291.503	129.600	.000	.000
9	-17.898	-98.742	-129.600	.000	.000	.000

REACCOES NOS APOIOS

NO DO APOIO	MOMENTO (KN.m)	VERTICAL (KN)	HORIZONTAL (KN)
1	43.876	-125.464	43.876
3	43.876	-125.464	-43.876
6	-17.689	-311.790	-17.689
8	-17.689	-311.790	17.689
10	-98.742	.000	.000

 COMBINACAO 1
 fundamental

ACCAO	COEFICIENTE	ACCAO	COEFICIENTE
Acçõ total	1.50000		

DESLOCAMENTOS DOS NOS

NO	ROTACAO (rad.)	VERTICAL (cm)	HORIZONTAL (cm)	NO	ROTACAO (rad.)	VERTICAL (cm)	HORIZONTAL (cm)
1	.000E+00	.000E+00	.000E+00	2	.128E-02	.973E-02	.000E+00
3	.000E+00	.000E+00	.000E+00	4	.127E-02	.259E+00	.000E+00

5	-.123E-02	.184E+00	.000E+00	6	.000E+00	.000E+00	.000E+00
7	-.264E-03	.194E-01	.000E+00	8	.000E+00	.000E+00	.000E+00
9	.554E-03	.709E-01	.000E+00	10	.000E+00	.137E+00	.000E+00

ESFORCOS FINAIS NAS BARRAS

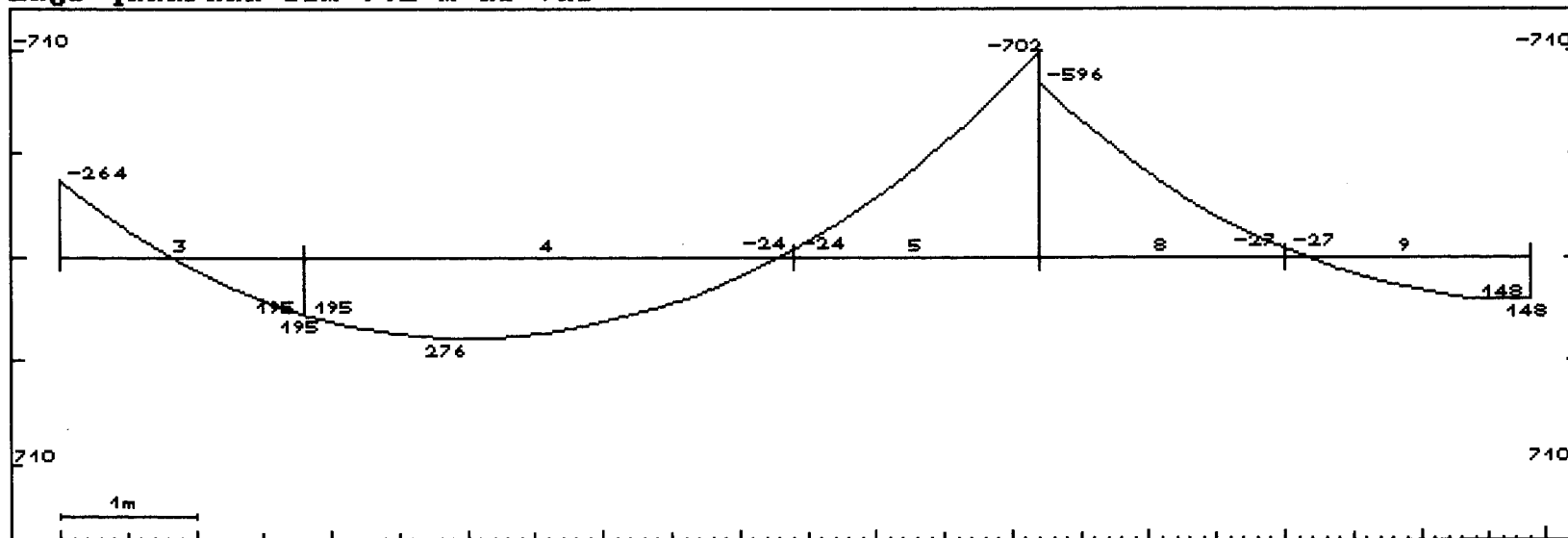
BARRA	MOMENTO		FORÇA TRANSVERSAL		FORÇA AXIAL	
	Me (KN.m)	Md (KN.m)	Ve (KN)	Vd (KN)	Ne (KN)	Nd (KN)
1	65.814	131.628	65.814	-65.814	188.196	-188.196
2	131.628	65.814	65.814	-65.814	-188.196	188.196
3	-263.255	-195.681	-376.392	133.537	.000	.000
4	195.681	23.426	-133.537	-255.263	.000	.000
5	-23.426	701.468	255.263	-498.117	.000	.000
6	-26.533	-53.066	-26.533	26.533	467.686	-467.686
7	-53.066	-26.533	-26.533	26.533	-467.686	467.686
8	-595.336	26.847	-437.254	194.400	.000	.000
9	-26.847	-148.113	-194.400	.000	.000	.000

REACCOES NOS APOIOS

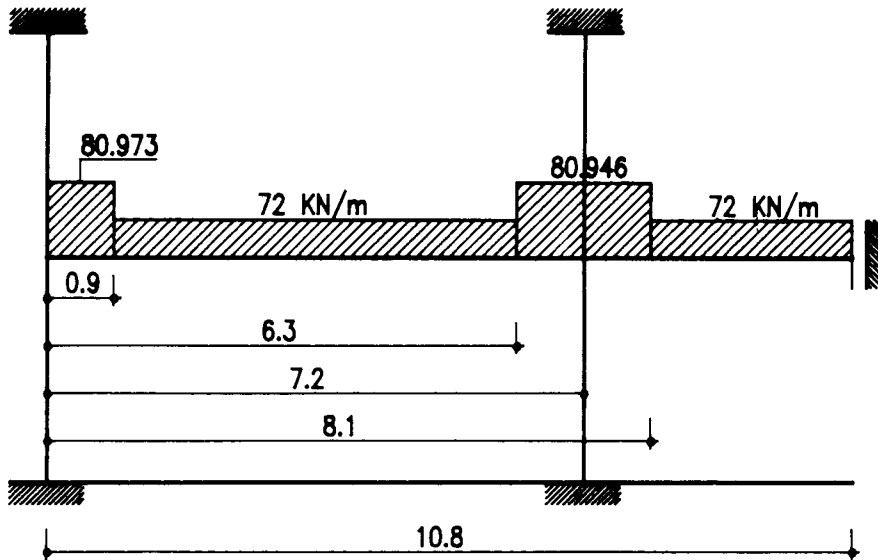
NO DO APOIO	MOMENTO (KN.m)	VERTICAL (KN)	HORIZONTAL (KN)
1	65.814	-188.196	65.814
3	65.814	-188.196	-65.814
6	-26.533	-467.686	-26.533
8	-26.533	-467.686	26.533
10	-148.113	.000	.000

```
#####  #####  #  #
#          #    ## ##
#####  #    #  #
#          #    #  #
#          ##### #  #
```

Laje quadrada com 7.2 m de vão



LAJE QUADRADA 7.2 d



secção tipo 1----- $A = 0.8344 \text{ m}^2$

$$I = 8 \cdot 125718 \cdot 10^{-8} = 1005744 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4$$

secção tipo 2----- $Q = 80.973 \text{ KN/m}$

$$A = 6 \cdot 1043 \cdot 10^{-4} + 1.8 \cdot 0.375 = 1.3008 \text{ m}^2$$

$$I = 125218 \cdot 10^{-8} \cdot 6 + 1.8 \cdot 0.375^3 / 12$$

$$= 1.545323625 \cdot 10^{-2} \text{ m}^4$$

secção tipo 3----- $A = 0.25 \text{ m}^2$ **PILAR 50*50**

$$I = 0.5^4 / 12 = 5.208333 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$

secção tipo 4----- $A = 0.20 \text{ m}^2$

PILAR 50*40

$$I = 2.66667 \text{ m}^4$$

No. DE NOS	=	10	No. DE BARRAS	=	9
No. DE NOS POR BARRA	=	2	No. DE INCOGNITAS POR NO	=	3
No. DE APOIOS	=	5	No. DE SECCOES TIPO	=	4
No. DE PROPRIEDADES	=	3	TIPO DE SAIDA DE RESULTADOS=		3

MATERIAL	PROPRIEDADES		
	E (KPa)	A (m ²)	I (m ⁴)
1	.29000E+08	.83440E+00	.10057E-01
2	.29000E+08	.17672E+01	.20850E-01
3	.29000E+08	.25000E+00	.52083E-02
4	.29000E+08	.20000E+00	.26667E-02

BARRA	NOS	MAT.	BARRA	NOS	MAT.	BARRA	NOS	MAT.
1	1 2	4	2	2 3	4	3	2 4	2
4	4 5	1	5	5 7	2	6	6 7	3
7	7 8	3	8	7 9	2	9	9 10	1

NOS	CORDENADAS		NOS	CORDENADAS		NOS	CORDENADAS	
	X(m)	Y(m)		X(m)	Y(m)		X(m)	Y(m)
1	.000	.000	2	.000	3.000	3	.000	6.000
4	.900	3.000	5	6.300	3.000	6	7.200	.000
7	7.200	3.000	8	7.200	6.000	9	8.100	3.000
10	10.800	3.000						

NOS DE APOIO	CODIGO			NOS DE APOIO	CODIGO		
1	1	1	1	3	1	1	1
6	1	1	1	8	1	1	1
10	1	0	1				

PILARES

Volume de Material (m3)= 2.7000

ELEMENTOS NAO VERTICAIS

Volume de Material (m3)= 11.5301

 ACCAO 1
 Acçõ total

***** CARGA 1 *****

BARRA	P (KN/m)	BARRA	P (KN/m)
4	72.000	9	72.000
3	80.973	5	80.973
8	80.973		

RESULTADOS

 ACCAO 1
 Acçõ total

DESLOCAMENTOS DOS NOS

NO	ROTACAO (rad.)	VERTICAL (cm)	HORIZONTAL (cm)	NO	ROTACAO (rad.)	VERTICAL (cm)	HORIZONTAL (cm)
1	.000E+00	.000E+00	.000E+00	2	.860E-03	.605E-02	.000E+00
3	.000E+00	.000E+00	.000E+00	4	.983E-03	.910E-01	.000E+00
5	-.586E-03	.475E-01	.000E+00	6	.000E+00	.000E+00	.000E+00
7	-.149E-03	.118E-01	.000E+00	8	.000E+00	.000E+00	.000E+00
9	.223E-03	.174E-01	.000E+00	10	.000E+00	.102E+00	.000E+00

ESFORÇOS FINAIS NAS BARRAS

BARRA	MOMENTO		FORÇA TRANSVERSAL		FORÇA AXIAL	
	Me (KN.m)	Md (KN.m)	Ve (KN)	Vd (KN)	Ne (KN)	Nd (KN)
1	44.330	88.661	44.330	-44.330	116.888	-116.888
2	88.661	44.330	44.330	-44.330	-116.888	116.888
3	-177.322	-.282	-233.776	160.900	.000	.000
4	.283	180.621	-160.899	-227.901	.000	.000
5	-180.621	418.526	227.901	-300.776	.000	.000
6	-14.963	-29.925	-14.963	14.963	284.026	-284.026
7	-29.925	-14.963	-14.963	14.963	-284.026	284.026
8	-358.676	150.921	-267.276	194.400	.000	.000
9	-150.921	-111.519	-194.400	.000	.000	.000

REACCOES NOS APOIOS

NO DO APOIO	MOMENTO (KN.m)	VERTICAL (KN)	HORIZONTAL (KN)
1	44.330	-116.888	44.330
3	44.330	-116.888	-44.330
6	-14.963	-284.026	-14.963
8	-14.963	-284.026	14.963
10	-111.519	.000	.000

 COMBINACAO 1
 fundamental

ACCAO	COEFICIENTE	ACCAO	COEFICIENTE
Acçõ total	1.50000		

DESLOCAMENTOS DOS NOS

NO	ROTACAO (rad.)	VERTICAL (cm)	HORIZONTAL (cm)	NO	ROTACAO (rad.)	VERTICAL (cm)	HORIZONTAL (cm)
1	.000E+00	.000E+00	.000E+00	2	.129E-02	.907E-02	.000E+00
3	.000E+00	.000E+00	.000E+00	4	.148E-02	.136E+00	.000E+00

5	-.880E-03	.712E-01	.000E+00	6	.000E+00	.000E+00	.000E+00
7	-.223E-03	.176E-01	.000E+00	8	.000E+00	.000E+00	.000E+00
9	.334E-03	.261E-01	.000E+00	10	.000E+00	.153E+00	.000E+00

ESFORCOS FINAIS NAS BARRAS

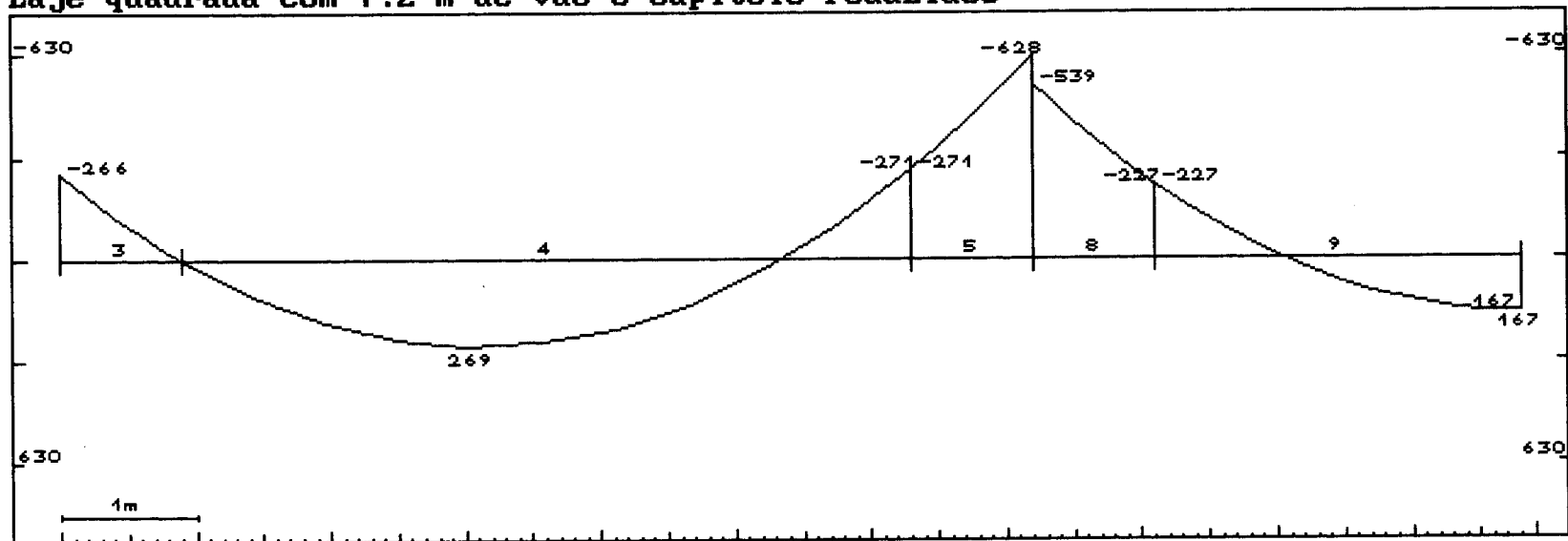
BARRA	MOMENTO		FORCA TRANSVERSAL		FORCA AXIAL	
	Me (KN.m)	Md (KN.m)	Ve (KN)	Vd (KN)	Ne (KN)	Nd(KN)
1	66.496	132.991	66.496	-66.496	175.332	-175.332
2	132.991	66.496	66.496	-66.496	-175.332	175.332
3	-265.983	-.423	-350.664	241.350	.000	.000
4	.424	270.932	-241.349	-341.851	.000	.000
5	-270.932	627.789	341.851	-451.164	.000	.000
6	-22.444	-44.888	-22.444	22.444	426.039	-426.039
7	-44.888	-22.444	-22.444	22.444	-426.039	426.039
8	-538.014	226.382	-400.914	291.600	.000	.000
9	-226.382	-167.278	-291.600	.000	.000	.000

REACCoes NOS APOIOS

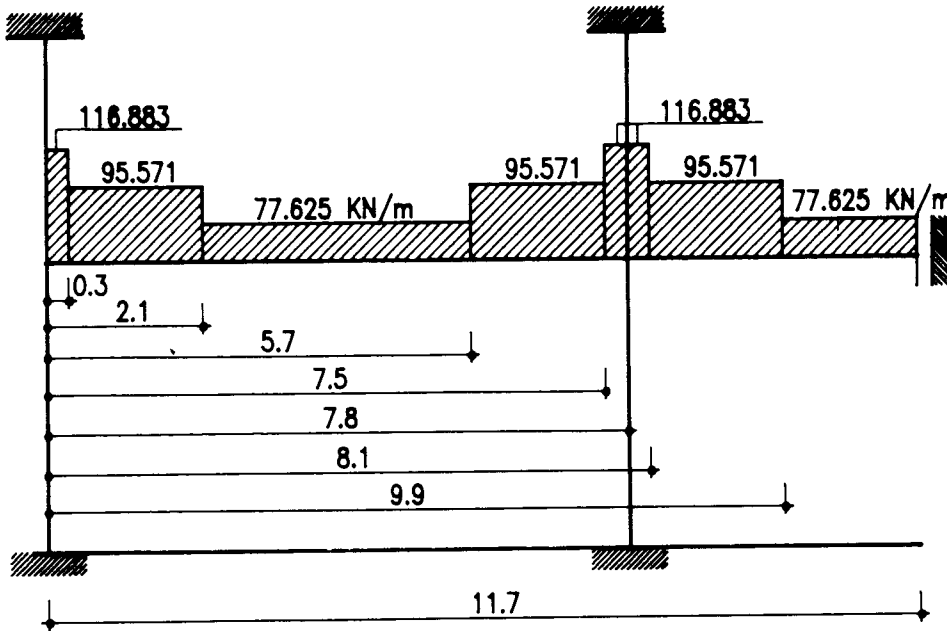
NO DO APOIO	MOMENTO (KN.m)	VERTICAL (KN)	HORIZONTAL (KN)
1	66.496	-175.332	66.496
3	66.496	-175.332	-66.496
6	-22.444	-426.039	-22.444
8	-22.444	-426.039	22.444
10	-167.278	.000	.000

```
#####  #####  #  #
#          #  ## ##
#####  #  # # #
#          #  #  #
#          ##### #  #
```

Laje quadrada com 7.2 m de vão e capiteis reduzidos



LAJE QUADRADA 7.8



secção tipo 1----- $Q = 72 + 25 * 0.375 * 0.6 = 77.625 \text{ KN/m}$
 $A = 0.8344 + 0.60 * 0.375 = 1.0594 \text{ m}^2$
 $I = 1.269415875 * 10^{-2} \text{ m}^4$

secção tipo 2----- $Q = 89.946 + 25 * 0.375 * 0.6 = 95.571 \text{ KN/m}$
 $A = 1.9922 \text{ m}^2$
 $I = 2.348671875 * 10^{-2} \text{ m}^4$

secção tipo 3----- $Q = 116.883 \text{ KN/m}$
 $A = 2.925 \text{ m}^2$
 $I = 3.427734375 * 10^{-2} \text{ m}^4$

secção tipo 4 : corresponde ao pilar de 50*50

secção tipo 5 : corresponde ao pilar de 50*40

No. DE NOS	=	13	No. DE BARRAS	=	12
No. DE NOS POR BARRA	=	2	No. DE INCOGNITAS POR NO	=	3
No. DE APOIOS	=	5	No. DE SECCOES TIPO	=	5
No. DE PROPRIEDADES	=	3	TIPO DE SAIDA DE RESULTADOS=		3

MATERIAL	PROPRIEDADES		
	E (KPa)	A (m2)	I (m4)
1	.29000E+08	.10594E+01	.12694E-01
2	.29000E+08	.19922E+01	.23487E-01
3	.29000E+08	.29250E+01	.34277E-01
4	.29000E+08	.25000E+00	.52083E-02
5	.29000E+08	.20000E+00	.26667E-02

BARRA	NOS	MAT.	BARRA	NOS	MAT.	BARRA	NOS	MAT.
1	1 2	5	2	2 3	5	3	2 4	3
4	4 5	2	5	5 6	1	6	6 7	2
7	7 9	3	8	8 9	4	9	9 10	4
10	9 11	3	11	11 12	2	12	12 13	1

NOS	CORDENADAS		NOS	CORDENADAS		NOS	CORDENADAS	
	X(m)	Y(m)		X(m)	Y(m)		X(m)	Y(m)
1	.000	.000	2	.000	3.000	3	.000	6.000
4	.300	3.000	5	2.100	3.000	6	5.700	3.000
7	7.500	3.000	8	7.800	.000	9	7.800	3.000
10	7.800	6.000	11	8.100	3.000	12	9.900	3.000
13	11.700	3.000						

NOS DE APOIO	CODIGO			NOS DE APOIO	CODIGO		
1	1	1	1	3	1	1	1
8	1	1	1	10	1	1	1
13	1	0	1				

PILARES

Volume de Material (m3)= 2.7000

ELEMENTOS NAO VERTICAIS

Volume de Material (m3)= 19.1111

 ACCAO 1
 Acçõ total

***** CARGA 1 *****

BARRA	P (KN/m)	BARRA	P (KN/m)
5	77.625	12	77.625
4	95.571	6	95.571
11	95.571	3	116.883

RESULTADOS

 ACCAO 1
 Acçõ total

DESLOCAMENTOS DOS NOS

NO	ROTACAO (rad.)	VERTICAL (cm)	HORIZONTAL (cm)	NO	ROTACAO (rad.)	VERTICAL (cm)	HORIZONTAL (cm)
1	.000E+00	.000E+00	.000E+00	2	.100E-02	.767E-02	.000E+00
3	.000E+00	.000E+00	.000E+00	4	.105E-02	.385E-01	.000E+00
5	.889E-03	.226E+00	.000E+00	6	-.939E-03	.163E+00	.000E+00
7	-.385E-03	.246E-01	.000E+00	8	.000E+00	.000E+00	.000E+00
9	-.222E-03	.154E-01	.000E+00	10	.000E+00	.000E+00	.000E+00
11	-.835E-04	.109E-01	.000E+00	12	.394E-03	.549E-01	.000E+00
13	.000E+00	.996E-01	.000E+00	14	.000E+00	.000E+00	.000E+00

ESFORÇOS FINAIS NAS BARRAS

BARRA	MOMENTO		FORÇA TRANSVERSAL		FORÇA AXIAL	
	Me (KN.m)	Md (KN.m)	Ve (KN)	Vd (KN)	Ne (KN)	Nd (KN)
1	51.596	103.191	51.596	-51.596	148.321	-148.321
2	103.191	51.596	51.596	-51.596	-148.321	148.321
3	-206.382	122.647	-296.637	261.572	.000	.000
4	-122.648	-193.369	-261.579	89.551	.000	.000
5	193.369	-12.745	-89.551	-189.899	.000	.000
6	12.745	483.898	189.899	-361.927	.000	.000
7	-483.897	597.736	361.926	-396.991	.000	.000
8	-22.334	-44.668	-22.334	22.334	371.905	-371.905
9	-44.668	-22.334	-22.334	22.334	-371.905	371.905
10	-508.400	409.614	-346.817	311.752	.000	.000
11	-409.614	3.284	-311.753	139.725	.000	.000
12	-3.284	-122.469	-139.725	.000	.000	.000

REACCOES NOS APOIOS

NO DO APOIO	MOMENTO (KN.m)	VERTICAL (KN)	HORIZONTAL (KN)
1	51.596	-148.321	51.596
3	51.596	-148.321	-51.596
8	-22.334	-371.905	-22.334
10	-22.334	-371.905	22.334
13	-122.468	.000	.000

 COMBINACAO 1
 Fundamental

ACCAO Acc ϕ o total	COEFICIENTE 1.50000	ACCAO	COEFICIENTE
-----------------------------	------------------------	-------	-------------

DESLOCAMENTOS DOS NOS

NO	ROTACAO (rad.)	VERTICAL (cm)	HORIZONTAL (cm)	NO	ROTACAO (rad.)	VERTICAL (cm)	HORIZONTAL (cm)
1	.000E+00	.000E+00	.000E+00	2	.150E-02	.115E-01	.000E+00
3	.000E+00	.000E+00	.000E+00	4	.158E-02	.577E-01	.000E+00
5	.133E-02	.338E+00	.000E+00	6	-.141E-02	.245E+00	.000E+00
7	-.577E-03	.369E-01	.000E+00	8	.000E+00	.000E+00	.000E+00
9	-.333E-03	.231E-01	.000E+00	10	.000E+00	.000E+00	.000E+00
11	-.125E-03	.163E-01	.000E+00	12	.591E-03	.824E-01	.000E+00
13	.000E+00	.149E+00	.000E+00	14	.000E+00	.000E+00	.000E+00

ESFORCOS FINAIS NAS BARRAS

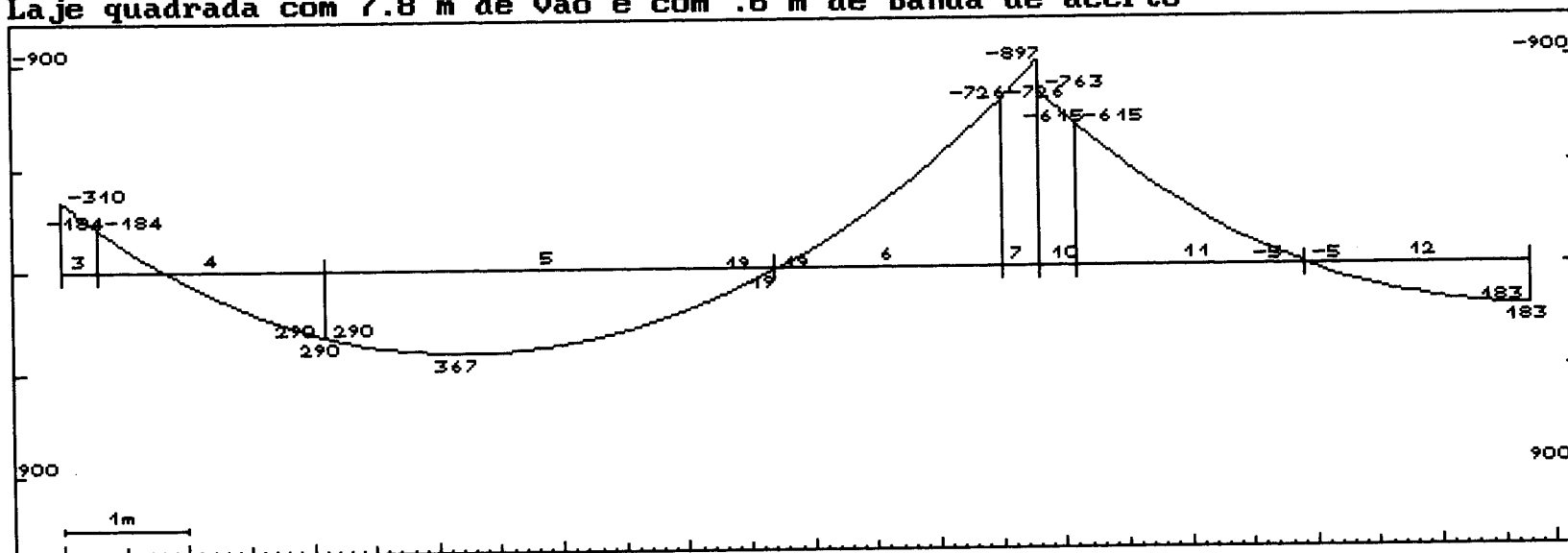
BARRA	MOMENTO		FORCA TRANSVERSAL		FORCA AXIAL	
	Me (KN.m)	Md (KN.m)	Ve (KN)	Vd (KN)	Ne (KN)	Nd (KN)
1	77.393	154.787	77.393	-77.393	222.482	-222.482
2	154.787	77.393	77.393	-77.393	-222.482	222.482
3	-309.572	183.970	-444.956	392.358	.000	.000
4	-183.972	-290.054	-392.368	134.327	.000	.000
5	290.054	-19.117	-134.327	-284.848	.000	.000
6	19.117	725.846	284.848	-542.890	.000	.000
7	-725.845	896.604	542.889	-595.487	.000	.000
8	-33.501	-67.001	-33.501	33.501	557.857	-557.857
9	-67.001	-33.501	-33.501	33.501	-557.857	557.857
10	-762.599	614.422	-520.226	467.628	.000	.000
11	-614.421	4.926	-467.629	209.587	.000	.000
12	-4.926	-183.703	-209.588	.000	.000	.000

REACOES NOS APOIOS

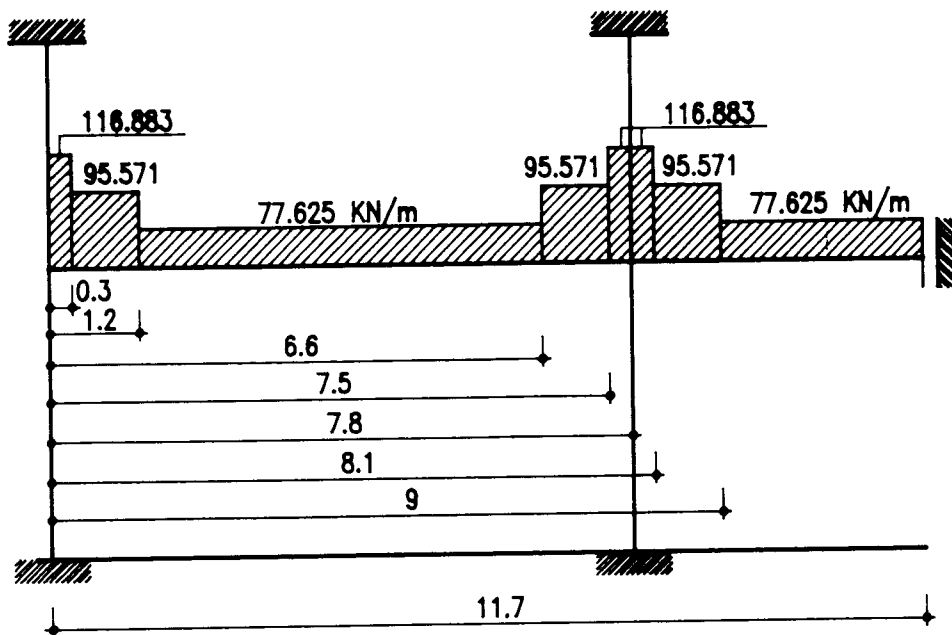
NO DO APOIO	MOMENTO (KN.m)	VERTICAL (KN)	HORIZONTAL (KN)
1	77.393	-222.482	77.393
3	77.393	-222.482	-77.393
8	-33.501	-557.857	-33.501
10	-33.501	-557.857	33.501
13	-183.703	.000	.000

```
##### ##### # #
# # ## ##
#### # # #
# # # #
# ##### # #
```

Laje quadrada com 7.8 m de vão e com .6 m de banda de acerto



LAJE QUADRADA 7.8 d



secção tipo 1----- $Q = 72 + 25 \cdot 0.375 \cdot 0.6 = 77.625 \text{ KN/m}$
 $A = 0.8344 + 0.60 \cdot 0.375 = 1.0594 \text{ m}^2$
 $I = 1.269415875 \cdot 10^{-2} \text{ m}^4$

secção tipo 2----- $Q = 89.964 \text{ KN/m}$
 $A = 1.5258 \text{ m}^2$
 $I = 1.8089955 \cdot 10^{-2} \text{ m}^4$

secção tipo 3----- $Q = 116.883 \text{ KN/m}$
 $A = 2.925 \text{ m}^2$
 $I = 3.427734375 \cdot 10^{-2} \text{ m}^4$

secção tipo 4 : corresponde ao pilar de 50*50

secção tipo 5 : corresponde ao pilar de 50*40

ije 7.8 d

No. DE NOS	= 13	No. DE BARRAS	= 12
No. DE NOS POR BARRA	= 2	No. DE INCOGNITAS POR NO	= 3
No. DE APOIOS	= 5	No. DE SECCOES TIPO	= 5
No. DE PROPRIEDADES	= 3	TIPO DE SAIDA DE RESULTADOS=	3

MATERIAL	PROPRIEDADES		
	E (KPa)	A (m2)	I (m4)
1	.29000E+08	.10594E+01	.12694E-01
2	.29000E+08	.19922E+01	.23487E-01
3	.29000E+08	.29250E+01	.34277E-01
4	.29000E+08	.25000E+00	.52083E-02
5	.29000E+08	.20000E+00	.26667E-02

BARRA	NOS	MAT.	BARRA	NOS	MAT.	BARRA	NOS	MAT.
1	1 2	5	2	2 3	5	3	2 4	3
4	4 5	2	5	5 6	1	6	6 7	2
7	7 9	3	8	8 9	4	9	9 10	4
10	9 11	3	11	11 12	2	12	12 13	1

NOS	CORDENADAS		NOS	CORDENADAS		NOS	CORDENADAS	
	X(m)	Y(m)		X(m)	Y(m)		X(m)	Y(m)
1	.000	.000	2	.000	3.000	3	.000	6.000
4	.300	3.000	5	1.200	3.000	6	6.600	3.000
7	7.500	3.000	8	7.800	.000	9	7.800	3.000
10	7.800	6.000	11	8.100	3.000	12	9.000	3.000
13	11.700	3.000						

NOS DE APOIO	CODIGO			NOS DE APOIO	CODIGO		
1	1	1	1	3	1	1	1
8	1	1	1	10	1	1	1
13	1	0	1				

PILARES

Volume de Material (m3)= 2.7000

ELEMENTOS NAO VERTICAIS

Volume de Material (m3)= 16.5926

 ACCAO 1
 Acçõ total

***** CARGA 1 *****

BARRA	P (KN/m)	BARRA	P (KN/m)
5	77.625	12	77.625
4	89.964	6	89.964
11	89.964	3	116.883

RESULTADOS

ACCAO 1
Acção total

DESLOCAMENTOS DOS NOS

NO	ROTACAO (rad.)	VERTICAL (cm)	HORIZONTAL (cm)	NO	ROTACAO (rad.)	VERTICAL (cm)	HORIZONTAL (cm)
1	.000E+00	.000E+00	.000E+00	2	.101E-02	.729E-02	.000E+00
3	.000E+00	.000E+00	.000E+00	4	.106E-02	.385E-01	.000E+00
5	.110E-02	.138E+00	.000E+00	6	-.756E-03	.751E-01	.000E+00
7	-.351E-03	.227E-01	.000E+00	8	.000E+00	.000E+00	.000E+00
9	-.201E-03	.144E-01	.000E+00	10	.000E+00	.000E+00	.000E+00
11	-.732E-04	.103E-01	.000E+00	12	.268E-03	.214E-01	.000E+00
13	.000E+00	.104E+00	.000E+00	14	.000E+00	.000E+00	.000E+00

ESFORÇOS FINAIS NAS BARRAS

BARRA	MOMENTO		FORÇA TRANSVERSAL		FORÇA AXIAL	
	Me (KN.m)	Md (KN.m)	Ve (KN)	Vd (KN)	Ne (KN)	Nd (KN)
1	52.143	104.287	52.143	-52.143	140.898	-140.898
2	104.287	52.143	52.143	-52.143	-140.898	140.898
3	-208.574	129.293	-281.802	246.737	.000	.000
4	-129.293	-56.334	-246.736	165.769	.000	.000
5	56.335	180.286	-165.769	-253.406	.000	.000
6	-180.286	444.788	253.407	-334.375	.000	.000
7	-444.788	550.358	334.366	-369.431	.000	.000
8	-20.207	-40.415	-20.207	20.207	347.528	-347.528
9	-40.415	-20.207	-20.207	20.207	-347.528	347.528
10	-469.529	377.100	-325.627	290.562	.000	.000
11	-377.101	152.037	-290.555	209.588	.000	.000
12	-152.037	-130.906	-209.587	.000	.000	.000

REACCOES NOS APOIOS

NO DO APOIO	MOMENTO (KN.m)	VERTICAL (KN)	HORIZONTAL (KN)
1	52.143	-140.898	52.143
3	52.143	-140.898	-52.143
8	-20.207	-347.528	-20.207
10	-20.207	-347.528	20.207
13	-130.906	.000	.000

COMBINACAO 1
Fundamental

ACCAO	COEFICIENTE	ACCAO	COEFICIENTE
Acç̄o total	1.50000		

DESLOCAMENTOS DOS NOS

NO	ROTACAO (rad.)	VERTICAL (cm)	HORIZONTAL (cm)	NO	ROTACAO (rad.)	VERTICAL (cm)	HORIZONTAL (cm)
1	.000E+00	.000E+00	.000E+00	2	.152E-02	.109E-01	.000E+00
3	.000E+00	.000E+00	.000E+00	4	.159E-02	.577E-01	.000E+00
5	.165E-02	.207E+00	.000E+00	6	-.113E-02	.113E+00	.000E+00
7	-.526E-03	.341E-01	.000E+00	8	.000E+00	.000E+00	.000E+00
9	-.301E-03	.216E-01	.000E+00	10	.000E+00	.000E+00	.000E+00
11	-.110E-03	.155E-01	.000E+00	12	.403E-03	.320E-01	.000E+00
13	.000E+00	.156E+00	.000E+00	14	.000E+00	.000E+00	.000E+00

ESFORCOS FINAIS NAS BARRAS

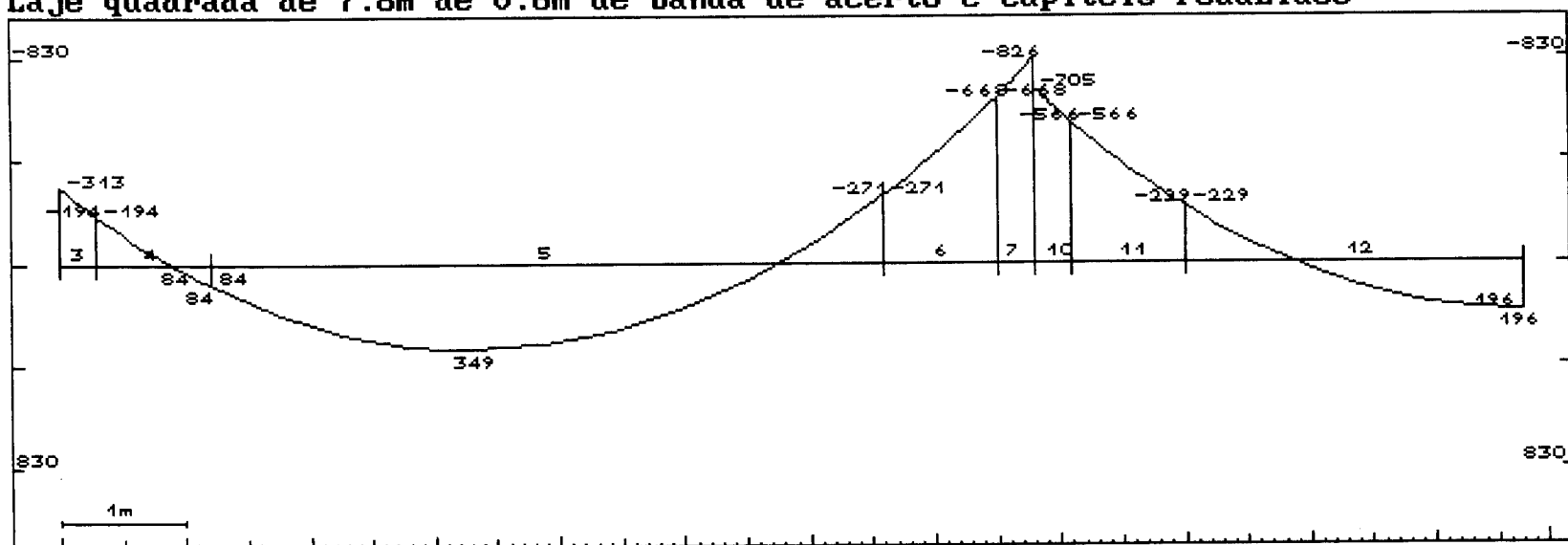
BARRA	MOMENTO		FORCA TRANSVERSAL		FORCA AXIAL	
	Me (KN.m)	Md (KN.m)	Ve (KN)	Vd (KN)	Ne (KN)	Nd (KN)
1	78.215	156.430	78.215	-78.215	211.347	-211.347
2	156.430	78.215	78.215	-78.215	-211.347	211.347
3	-312.861	193.939	-422.703	370.105	.000	.000
4	-193.939	-84.501	-370.105	248.653	.000	.000
5	84.502	270.429	-248.653	-380.109	.000	.000
6	-270.429	667.183	380.111	-501.563	.000	.000
7	-667.182	825.537	501.550	-554.147	.000	.000
8	-30.311	-60.622	-30.311	30.311	521.291	-521.291
9	-60.622	-30.311	-30.311	30.311	-521.291	521.291
10	-704.293	565.651	-488.440	435.843	.000	.000
11	-565.651	228.055	-435.833	314.381	.000	.000
12	-228.055	-196.360	-314.381	.000	.000	.000

REACCoes NOS APOIOS

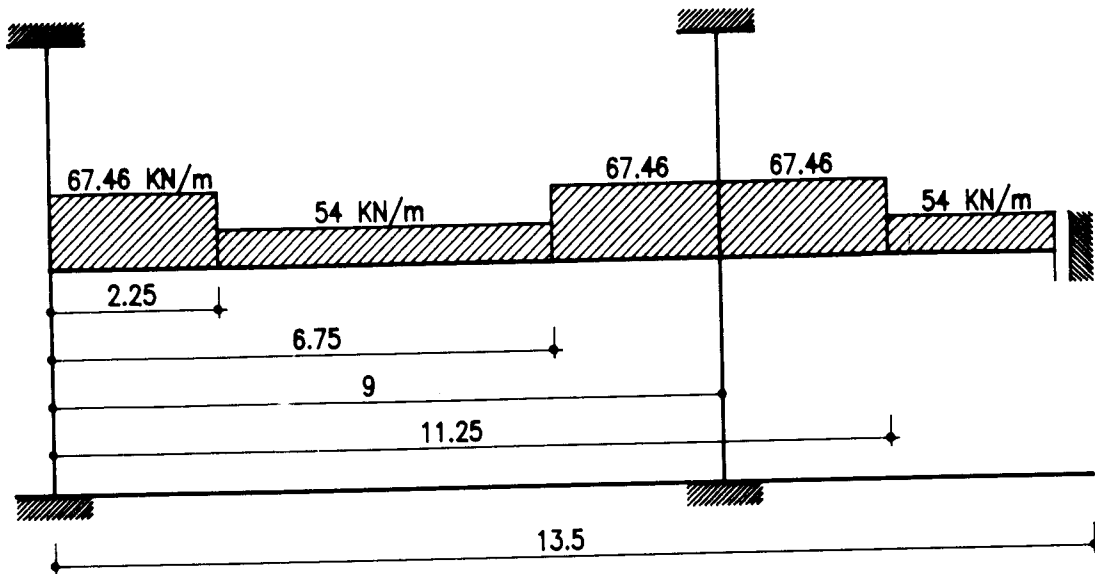
NO DO APOIO	MOMENTO (KN.m)	VERTICAL (KN)	HORIZONTAL (KN)
1	78.215	-211.347	78.215
3	78.215	-211.347	-78.215
8	-30.311	-521.291	-30.311
10	-30.311	-521.291	30.311
13	-196.360	.000	.000

```
##### ##### # #
# # ## ##
##### # # #
# # #
# ##### # #
```

Laje quadrada de 7.8m de 0.6m de banda de acerto e capiteis reduzidos



LAJE RECTANGULAR ($I_x=1.667 I_y$)



secção tipo 1----- $Q = 10 \cdot 5.4 = 54 \text{ KN/m}$

$$A = 0.6258 \text{ m}^2$$

$$I = 7.54308 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$

secção tipo 2----- $Q = 2.7 \cdot 10 + 2.7 \cdot 14.985 = 67.4595 \text{ KN/m}$

$$A = 1.3254 \text{ m}^2$$

$$I = 1.563677438 \cdot 10^{-2} \text{ m}^4$$

secção tipo 3 : corresponde ao pilar de 50*50

secção tipo 4 : corresponde ao pilar de 50*40

aje 7.2 r

No. DE NOS	= 10	No. DE BARRAS	= 9
No. DE NOS POR BARRA	= 2	No. DE INCOGNITAS POR NO	= 3
No. DE APOIOS	= 5	No. DE SECCOES TIPO	= 4
No. DE PROPRIEDADES	= 3	TIPO DE SAIDA DE RESULTADOS=	3

MATERIAL	PROPRIEDADES		
	E (KPa)	A (m2)	I (m4)
1	.29000E+08	.62650E+00	.75431E-02
2	.29000E+08	.13254E+01	.15637E-01
3	.29000E+08	.25000E+00	.52083E-02
4	.29000E+08	.20000E+00	.26667E-02

BARRA	NOS	MAT.	BARRA	NOS	MAT.	BARRA	NOS	MAT.
1	1 2	4	2	2 3	4	3	2 4	2
4	4 5	1	5	5 7	2	6	6 7	3
7	7 8	3	8	7 9	2	9	9 10	1

NOS	CORDENADAS		NOS	CORDENADAS		NOS	CORDENADAS	
	X(m)	Y(m)		X(m)	Y(m)		X(m)	Y(m)
1	.000	.000	2	.000	3.000	3	.000	6.000
4	2.250	3.000	5	6.750	3.000	6	9.000	.000
7	9.000	3.000	8	9.000	6.000	9	11.250	3.000
10	13.500	3.000						

NOS DE APOIO	CODIGO			NOS DE APOIO	CODIGO		
	1	1	1		1	3	1
6	1	1	1	8	1	1	1
10	1	0	1				

PILARES

Volume de Material (m3)= 2.7000

ELEMENTOS NAO VERTICAIS

Volume de Material (m3)= 13.1753

 ACCAO 1
 Acçõ total

***** CARGA 1 *****

BARRA	P (KN/m)	BARRA	P (KN/m)
4	54.000	9	54.000
3	67.460	5	67.460
8	67.460		

RESULTADOS

 ACCAO 1
 Acçõ total

DESLOCAMENTOS DOS NOS

NO	ROTACAO (rad.)	VERTICAL (cm)	HORIZONTAL (cm)	NO	ROTACAO (rad.)	VERTICAL (cm)	HORIZONTAL (cm)
1	.000E+00	.000E+00	.000E+00	2	.125E-02	.627E-02	.000E+00
3	.000E+00	.000E+00	.000E+00	4	.145E-02	.344E+00	.000E+00
5	-.143E-02	.242E+00	.000E+00	6	.000E+00	.000E+00	.000E+00
7	-.195E-03	.119E-01	.000E+00	8	.000E+00	.000E+00	.000E+00
9	.822E-03	.124E+00	.000E+00	10	.000E+00	.243E+00	.000E+00

ESFORÇOS FINAIS NAS BARRAS

BARRA	MOMENTO		FORÇA TRANSVERSAL		FORÇA AXIAL	
	Me (KN.m)	Md (KN.m)	Ve (KN)	Vd (KN)	Ne (KN)	Nd (KN)
1	64.234	128.467	64.234	-64.234	121.261	-121.261
2	128.467	64.234	64.234	-64.234	-121.261	121.261
3	-256.934	-117.984	-242.523	90.739	.000	.000
4	117.984	20.442	-90.739	-152.261	.000	.000
5	-20.442	533.786	152.261	-304.045	.000	.000
6	-19.604	-39.208	-19.604	19.604	288.665	-288.665
7	-39.208	-19.604	-19.604	19.604	-288.665	288.665
8	-455.369	11.238	-273.284	121.500	.000	.000
9	-11.238	-125.450	-121.500	.000	.000	.000

REACCOES NOS APOIOS

NO DO APOIO	MOMENTO (KN.m)	VERTICAL (KN)	HORIZONTAL (KN)
1	64.234	-121.261	64.234
3	64.234	-121.261	-64.234
6	-19.604	-288.665	-19.604
8	-19.604	-288.665	19.604
10	-125.450	.000	.000

 COMBINACAO 1
 fundamental

ACCAO	COEFICIENTE	ACCAO	COEFICIENTE
Acçõ total	1.50000		

DESLOCAMENTOS DOS NOS

NO	ROTACAO (rad.)	VERTICAL (cm)	HORIZONTAL (cm)	NO	ROTACAO (rad.)	VERTICAL (cm)	HORIZONTAL (cm)
1	.000E+00	.000E+00	.000E+00	2	.187E-02	.941E-02	.000E+00
3	.000E+00	.000E+00	.000E+00	4	.217E-02	.517E+00	.000E+00

5	-.214E-02	.363E+00	.000E+00	6	.000E+00	.000E+00	.000E+00
7	-.292E-03	.179E-01	.000E+00	8	.000E+00	.000E+00	.000E+00
9	.123E-02	.186E+00	.000E+00	10	.000E+00	.364E+00	.000E+00

ESFORÇOS FINAIS NAS BARRAS

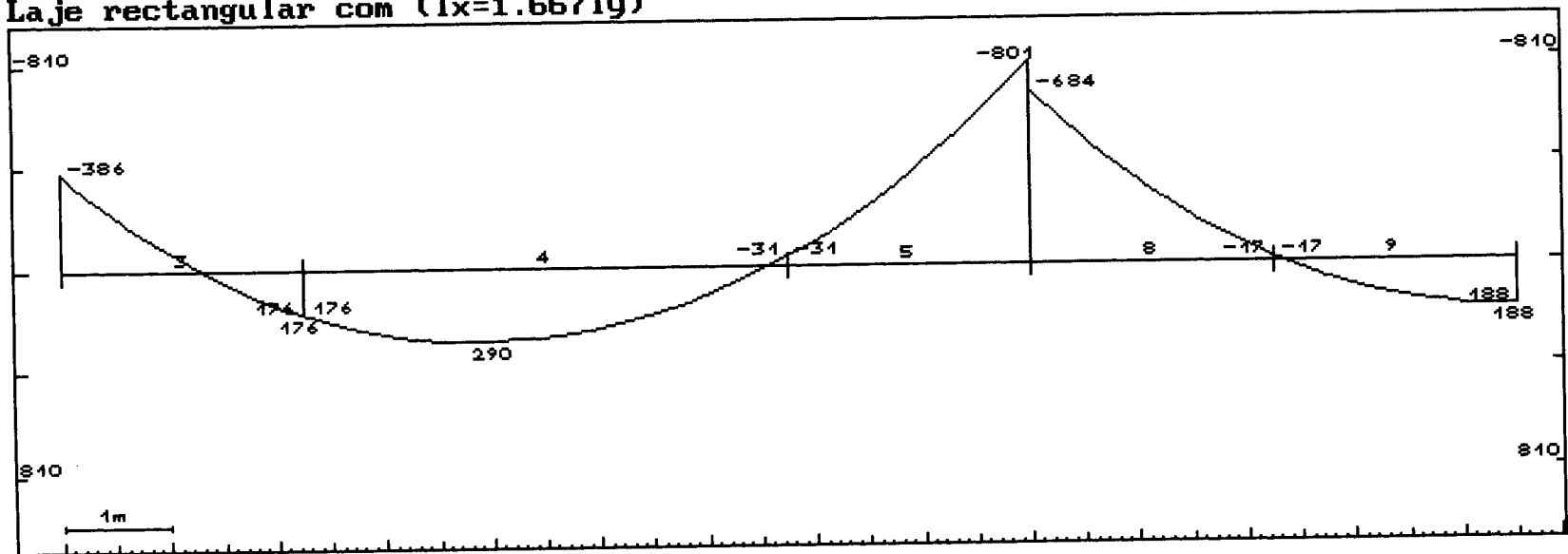
BARRA	MOMENTO		FORÇA TRANSVERSAL		FORÇA AXIAL	
	Me (KN.m)	Md (KN.m)	Ve (KN)	Vd (KN)	Ne (KN)	Nd (KN)
1	96.350	192.701	96.350	-96.350	181.892	-181.892
2	192.701	96.350	96.350	-96.350	-181.892	181.892
3	-385.401	-176.976	-363.784	136.108	.000	.000
4	176.977	30.662	-136.108	-228.392	.000	.000
5	-30.662	800.679	228.392	-456.068	.000	.000
6	-29.406	-58.813	-29.406	29.406	432.997	-432.997
7	-58.813	-29.406	-29.406	29.406	-432.997	432.997
8	-683.054	16.856	-409.926	182.250	.000	.000
9	-16.857	-188.175	-182.250	.000	.000	.000

REACCOES NOS APOIOS

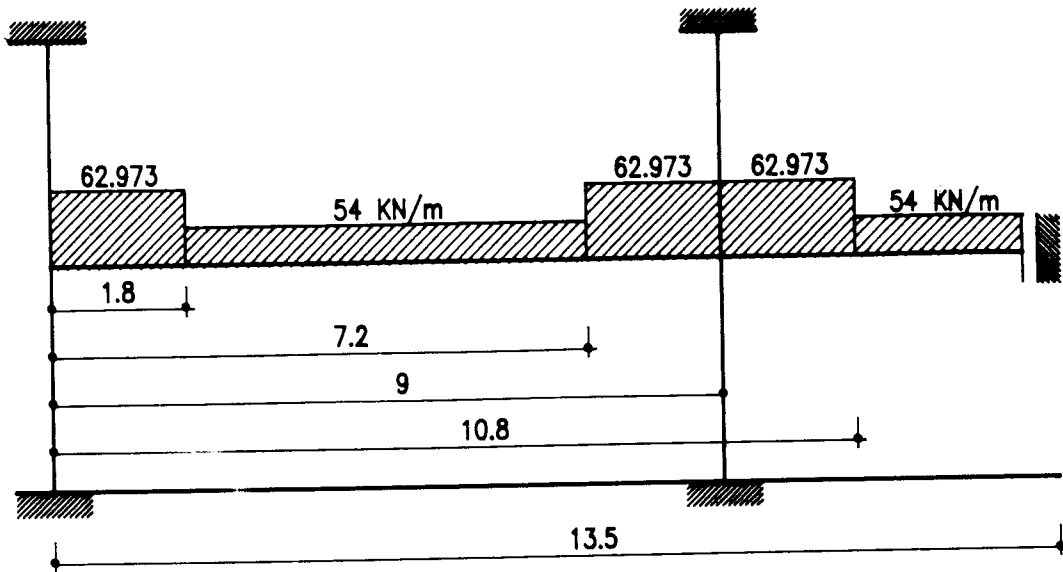
NO DO APOIO	MOMENTO (KN.m)	VERTICAL (KN)	HORIZONTAL (KN)
1	96.350	-181.892	96.350
3	96.350	-181.892	-96.350
6	-29.406	-432.997	-29.406
8	-29.406	-432.997	29.406
10	-188.175	.000	.000

```
##### ##### # #
# # ## ##
#### # # #
# # #
# ##### # #
```

Laje rectangular com ($l_x=1.667l_y$)



**LAJE RECTANGULAR ($I_x=1.667 I_y$)
DE CAPITEL REDUZIDO**



secção tipo 1----- $Q = 10 \cdot 5.4 = 54 \text{ KN/m}$

$$A = 0.6258 \text{ m}^2$$

$$I = 7.54308 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$

secção tipo 2----- $Q = 62.973 \text{ KN/m}$

$$A = 1.0922 \text{ m}^2$$

$$I = 1.293882625 \cdot 10^{-2} \text{ m}^4$$

secção tipo 3 : corresponde ao pilar de 50*50

secção tipo 4 : corresponde ao pilar de 50*40

No. DE NOS	=	10	No. DE BARRAS	=	9
No. DE NOS POR BARRA	=	2	No. DE INCOGNITAS POR NO	=	3
No. DE APOIOS	=	5	No. DE SECCOES TIPO	=	4
No. DE PROPRIEDADES	=	3	TIPO DE SAIDA DE RESULTADOS	=	3

MATERIAL	PROPRIEDADES		
	E (KPa)	A (m2)	I (m4)
1	.29000E+08	.62580E+00	.75431E-02
2	.29000E+08	.13254E+01	.12939E-01
3	.29000E+08	.25000E+00	.52083E-02
4	.29000E+08	.20000E+00	.26667E-02

BARRA	NOS	MAT.	BARRA	NOS	MAT.	BARRA	NOS	MAT.
1	1 2	4	2	2 3	4	3	2 4	2
4	4 5	1	5	5 7	2	6	6 7	3
7	7 8	3	8	7 9	2	9	9 10	1

NOS	CORDENADAS		NOS	CORDENADAS		NOS	CORDENADAS	
	X(m)	Y(m)		X(m)	Y(m)		X(m)	Y(m)
1	.000	.000	2	.000	3.000	3	.000	6.000
4	1.800	3.000	5	7.200	3.000	6	9.000	.000
7	9.000	3.000	8	9.200	6.000	9	10.800	3.000
10	13.500	3.000						

NOS DE APOIO	CODIGO	NOS DE APOIO	CODIGO
1	1 1 1	3	1 1 1
6	1 1 1	8	1 1 1
10	1 0 1		

PILARES

Volume de Material (m3)= 2.7017

ELEMENTOS NAO VERTICAIS

Volume de Material (m3)= 12.2261

 ACCAO 1
 Acçõ total

***** CARGA 1 *****

BARRA	P (KN/m)	BARRA	P (KN/m)
4	54.000	9	54.000
3	62.973	5	62.973
8	62.973		

RESULTADOS

 ACCAO 1
 Acçõ total

DESLOCAMENTOS DOS NOS

NO	ROTACAO (rad.)	VERTICAL (cm)	HORIZONTAL (cm)	NO	ROTACAO (rad.)	VERTICAL (cm)	HORIZONTAL (cm)
1	.000E+00	.000E+00	.000E+00	2	.124E-02	.604E-02	.320E-03
3	.000E+00	.000E+00	.000E+00	4	.163E-02	.287E+00	.321E-03
5	-.143E-02	.185E+00	.328E-03	6	.000E+00	.000E+00	.000E+00
7	-.164E-03	.113E-01	.329E-03	8	.000E+00	.000E+00	.000E+00
9	.906E-03	.104E+00	.250E-03	10	.000E+00	.281E+00	.000E+00

ESFORÇOS FINAIS NAS BARRAS

BARRA	MOMENTO		FORÇA TRANSVERSAL		FORÇA AXIAL	
	Me (KN.m)	Md (KN.m)	Ve (KN)	Vd (KN)	Ne (KN)	Nd (KN)
1	63.869	127.902	63.924	-63.924	116.734	-116.734
2	128.233	64.199	64.144	-64.144	-116.734	116.734
3	-256.135	-62.093	-233.469	120.118	-.220	.220
4	62.093	76.592	-120.118	-171.482	-.220	.220
5	-76.592	487.277	171.482	-284.834	-.220	.220
6	-16.795	-33.259	-16.685	16.685	273.684	-273.684
7	-31.771	-15.343	-15.670	15.670	-271.946	271.946
8	-422.247	57.791	-259.151	145.800	16.820	-16.820
9	-57.791	-139.039	-145.800	.000	16.820	-16.820

REACCOES NOS APOIOS

NO DO APOIO	MOMENTO (KN.m)	VERTICAL (KN)	HORIZONTAL (KN)
1	63.869	-116.734	63.924
3	64.199	-116.734	-64.144
6	-16.795	-273.684	-16.685
8	-15.343	-270.301	33.725
10	-139.039	.000	-16.820

 COMBINACAO 1
 fundamental

ACCAO	COEFICIENTE	ACCAO	COEFICIENTE
Acçõ total	1.50000		

DESLOCAMENTOS DOS NOS

NO	ROTACAO (rad.)	VERTICAL (cm)	HORIZONTAL (cm)	NO	ROTACAO (rad.)	VERTICAL (cm)	HORIZONTAL (cm)
1	.000E+00	.000E+00	.000E+00	2	.186E-02	.906E-02	.481E-03
3	.000E+00	.000E+00	.000E+00	4	.244E-02	.431E+00	.482E-03

5	-.215E-02	.277E+00	.492E-03	6	.000E+00	.000E+00	.000E+00
7	-.245E-03	.170E-01	.494E-03	8	.000E+00	.000E+00	.000E+00
9	.136E-02	.157E+00	.375E-03	10	.000E+00	.422E+00	.000E+00

ESFORCOS FINAIS NAS BARRAS

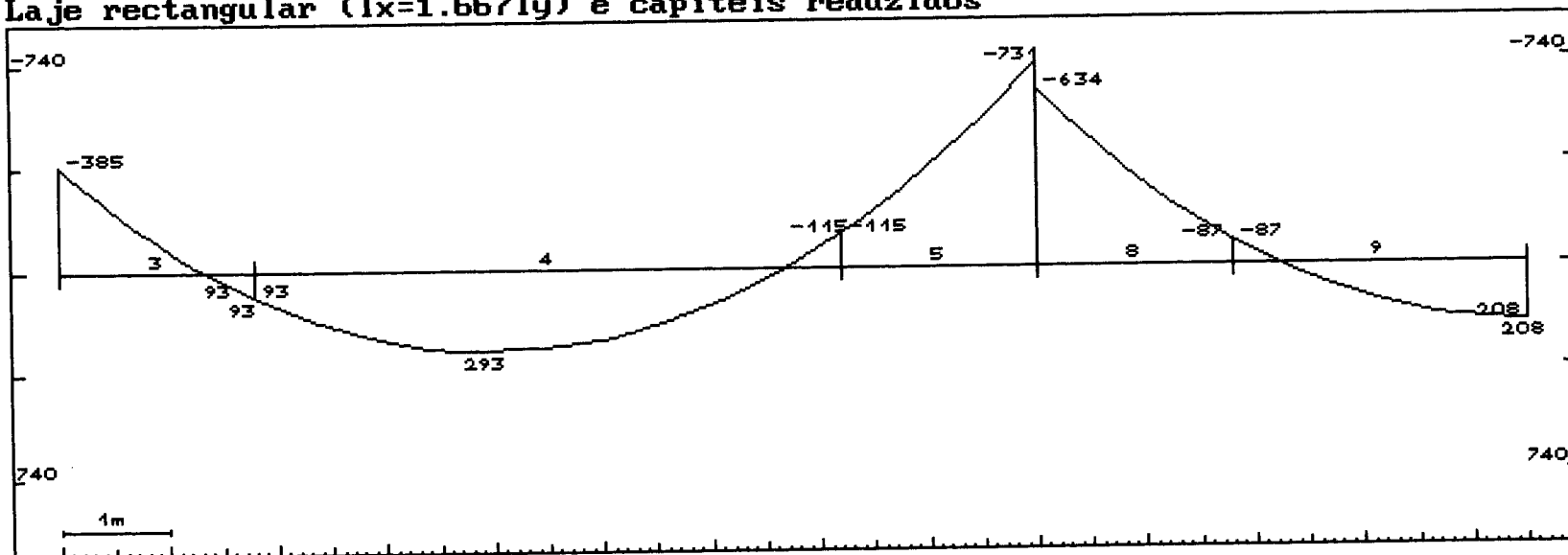
BARRA	MOMENTO		FORÇA TRANSVERSAL		FORÇA AXIAL	
	Me (KN.m)	Md (KN.m)	Ve (KN)	Vd (KN)	Ne (KN)	Nd (KN)
1	95.803	191.853	95.885	-95.885	175.102	-175.102
2	192.349	96.298	96.216	-96.216	-175.102	175.102
3	-384.202	-93.139	-350.203	180.176	-.330	.330
4	93.139	114.889	-180.176	-257.224	-.330	.330
5	-114.888	730.915	257.224	-427.251	-.330	.330
6	-25.193	-49.889	-25.027	25.027	410.527	-410.527
7	-47.656	-23.015	-23.505	23.505	-407.918	407.918
8	-633.370	86.686	-388.727	218.700	25.229	-25.229
9	-86.686	-208.559	-218.700	.000	25.229	-25.229

REACCOES NOS APOIOS

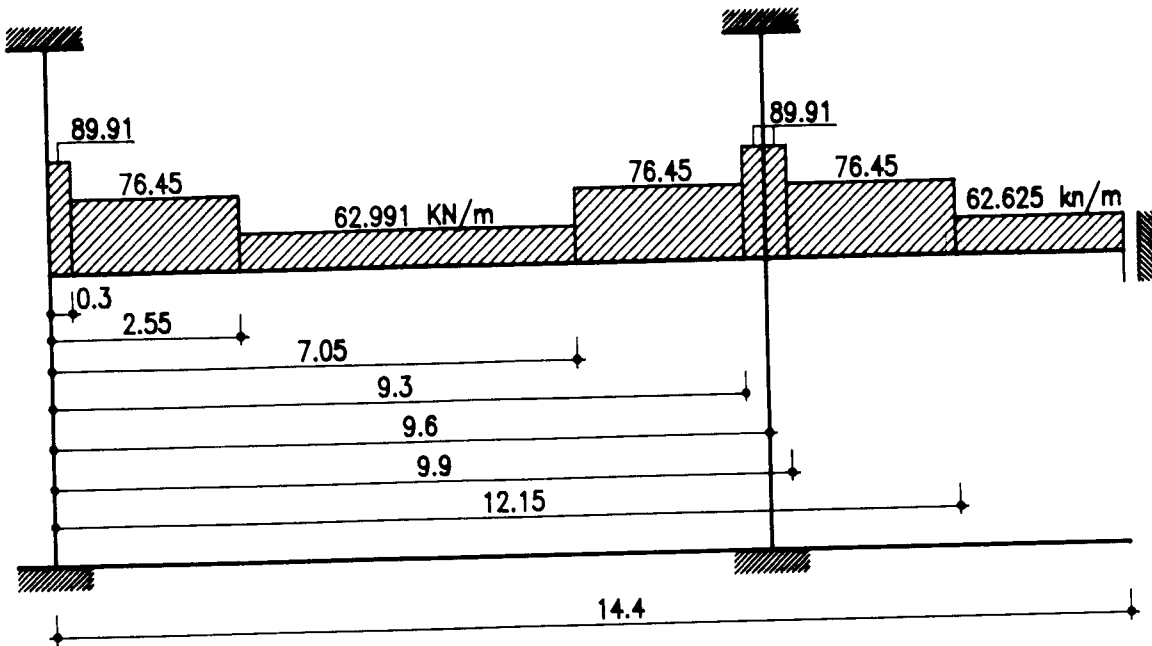
NO DO APOIO	MOMENTO (KN.m)	VERTICAL (KN)	HORIZONTAL (KN)
1	95.803	-175.102	95.885
3	96.298	-175.102	-96.216
6	-25.193	-410.527	-25.027
8	-23.015	-405.451	50.587
10	-208.559	.000	-25.229

```
#####  #####  #  #
#          #  ## ##
#####  #  # # #
#          #  #  #
#          #####  #  #
```

Laje rectangular ($lx=1.667ly$) e capiteis reduzidos



LAJE RECTANGULAR COM BANDA DE ACERTO DE 0.6



secção tipo 1----- $Q = 62.991 \text{ KN/m}$
 $A = 0.8508 \text{ m}^2$
 $I = 1.017979875 * 10^{-2} \text{ m}^4$

secção tipo 2----- $Q = 76.4505 \text{ KN/m}$
 $A = 1.5504 \text{ m}^2$
 $I = 1.827349313 * 10^{-2} \text{ m}^4$

secção tipo 3----- $Q = 89.91 \text{ KN/m}$
 $A = 2.25 \text{ m}^2$
 $I = 2.63671875 * 10^{-2} \text{ m}^4$

secção tipo 4 : corresponde ao pilar de 50*50

secção tipo 5 : corresponde ao pilar de 50*40

No. DE NOS = 13
 No. DE NOS POR BARRA = 2
 No. DE APOIOS = 5
 No. DE PROPRIEDADES = 3

No. DE BARRAS = 12
 No. DE INCOGNITAS POR NO = 3
 No. DE SECCOES TIPO = 5
 TIPO DE SAIDA DE RESULTADOS = 3

MATERIAL	PROPRIEDADES		
	E (KPa)	A (m ²)	I (m ⁴)
1	.29000E+08	.85080E+00	.10180E-01
2	.29000E+08	.15504E+01	.18273E-01
3	.29000E+08	.22500E+01	.26367E-01
4	.29000E+08	.25000E+00	.52083E-02
5	.29000E+08	.20000E+00	.26667E-02

BARRA	NOS	MAT.	BARRA	NOS	MAT.	BARRA	NOS	MAT.
1	1 2	5	2	2 3	5	3	2 4	3
4	4 5	2	5	5 6	1	6	6 7	2
7	7 9	3	8	8 9	4	9	9 10	4
10	9 11	3	11	11 12	2	12	12 13	1

NOS	CORDENADAS		NOS	CORDENADAS		NOS	CORDENADAS	
	X(m)	Y(m)		X(m)	Y(m)		X(m)	Y(m)
1	.000	.000	2	.000	3.000	3	.000	6.000
4	.300	3.000	5	2.550	3.000	6	7.050	3.000
7	9.300	3.000	8	9.600	.000	9	9.600	3.000
10	9.600	6.000	11	9.900	3.000	12	12.150	3.000
13	14.400	3.000						

NOS DE APOIO	CODIGO	NOS DE APOIO	CODIGO
1	1 1 1	3	1 1 1
8	1 1 1	10	1 1 1
13	1 0 1		

PILARES

Volume de Material (m³)= 2.7000

ELEMENTOS NAO VERTICAIS

Volume de Material (m³)= 18.2331

 ACCAO 1
 Apoio total

***** CARGA 1 *****

BARRA	P (KN/m)	BARRA	P (KN/m)
5	62.991	12	62.991
4	76.450	6	76.450
11	76.450	3	89.910

RESULTADOS

 ACCAO 1
 Acçõ total

DESLOCAMENTOS DOS NOS

NO	ROTACAO (rad.)	VERTICAL (cm)	HORIZONTAL (cm)	NO	ROTACAO (rad.)	VERTICAL (cm)	HORIZONTAL (cm)
1	.000E+00	.000E+00	.000E+00	2	.151E-02	.774E-02	.000E+00
3	.000E+00	.000E+00	.000E+00	4	.161E-02	.546E-01	.000E+00
5	.154E-02	.442E+00	.000E+00	6	-.163E-02	.316E+00	.000E+00
7	-.516E-03	.267E-01	.000E+00	8	.000E+00	.000E+00	.000E+00
9	-.261E-03	.150E-01	.000E+00	10	.000E+00	.000E+00	.000E+00
11	-.439E-04	.105E-01	.000E+00	12	.872E-03	.144E+00	.000E+00
13	.000E+00	.265E+00	.000E+00	14	.000E+00	.000E+00	.000E+00

ESFORCOS FINAIS NAS BARRAS

BARRA	MOMENTO		FORCA TRANSVERSAL		FORCA AXIAL	
	Me (KN.m)	Md (KN.m)	Ve (KN)	Vd (KN)	Ne (KN)	Nd (KN)
1	77.682	155.365	77.682	-77.682	149.700	-149.700
2	155.365	77.682	77.682	-77.682	-149.700	149.700
3	-310.731	224.952	-299.409	272.436	.000	.000
4	-224.951	-194.481	-272.421	100.408	.000	.000
5	194.481	-8.534	-100.408	-183.051	.000	.000
6	8.534	596.845	183.051	-355.064	.000	.000
7	-596.844	707.410	355.068	-382.041	.000	.000
8	-26.249	-52.499	-26.249	26.249	361.382	-361.382
9	-52.499	-26.249	-26.249	26.249	-361.382	361.382
10	-602.413	504.245	-340.715	313.742	.000	.000
11	-504.245	-8.161	-313.742	141.730	.000	.000
12	8.161	-167.607	-141.730	.000	.000	.000

REACOES NOS APOIOS

NO DO APOIO	MOMENTO (KN.m)	VERTICAL (KN)	HORIZONTAL (KN)
1	77.682	-149.700	77.682
3	77.682	-149.700	-77.682
8	-26.249	-361.382	-26.249
10	-26.249	-361.382	26.249
13	-167.607	.000	.000

 COMBINACAO 1
 Fundamental

ACCAO
Acçõ total

COEFICIENTE
1.50000

ACCAO

COEFICIENTE

DESLOCAMENTOS DOS NOS

NO	ROTACAO (rad.)	VERTICAL (cm)	HORIZONTAL (cm)	NO	ROTACAO (rad.)	VERTICAL (cm)	HORIZONTAL (cm)
1	.000E+00	.000E+00	.000E+00	2	.226E-02	.116E-01	.000E+00
3	.000E+00	.000E+00	.000E+00	4	.242E-02	.819E-01	.000E+00
5	.231E-02	.664E+00	.000E+00	6	-.244E-02	.474E+00	.000E+00
7	-.774E-03	.401E-01	.000E+00	8	.000E+00	.000E+00	.000E+00
9	-.391E-03	.224E-01	.000E+00	10	.000E+00	.000E+00	.000E+00
11	-.658E-04	.157E-01	.000E+00	12	.131E-02	.217E+00	.000E+00
13	.000E+00	.398E+00	.000E+00	14	.000E+00	.000E+00	.000E+00

ESFORCOS FINAIS NAS BARRAS

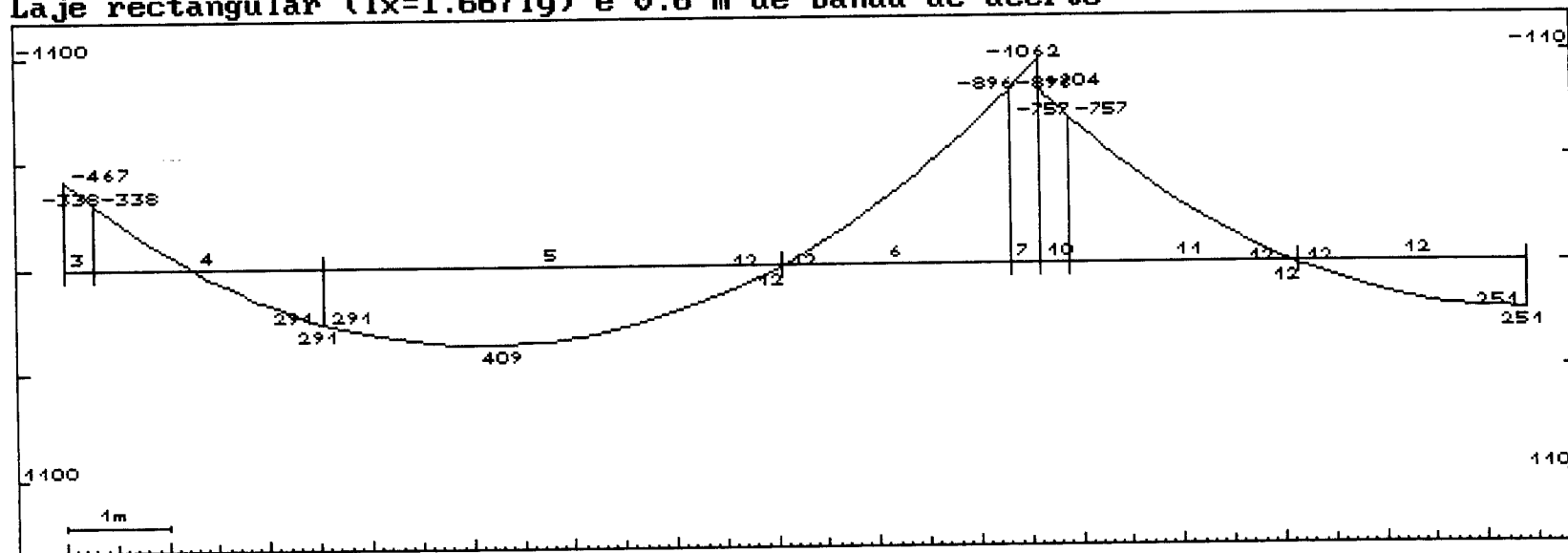
BARRA	MOMENTO		FORCA TRANSVERSAL		FORCA AXIAL	
	Me (KN.m)	Md (KN.m)	Ve (KN)	Vd (KN)	Ne (KN)	Nd(KN)
1	116.523	233.047	116.523	-116.523	224.550	-224.550
2	233.047	116.523	116.523	-116.523	-224.550	224.550
3	-466.096	337.428	-449.114	408.654	.000	.000
4	-337.427	-291.721	-408.631	150.612	.000	.000
5	291.721	-12.801	-150.612	-274.577	.000	.000
6	12.801	895.268	274.577	-532.596	.000	.000
7	-895.266	1061.115	532.603	-573.062	.000	.000
8	-39.374	-78.748	-39.374	39.374	542.073	-542.073
9	-78.748	-39.374	-39.374	39.374	-542.073	542.073
10	-903.619	756.367	-511.073	470.613	.000	.000
11	-756.368	-12.241	-470.613	212.595	.000	.000
12	12.241	-251.410	-212.595	.000	.000	.000

REACCOS NOS APOIOS

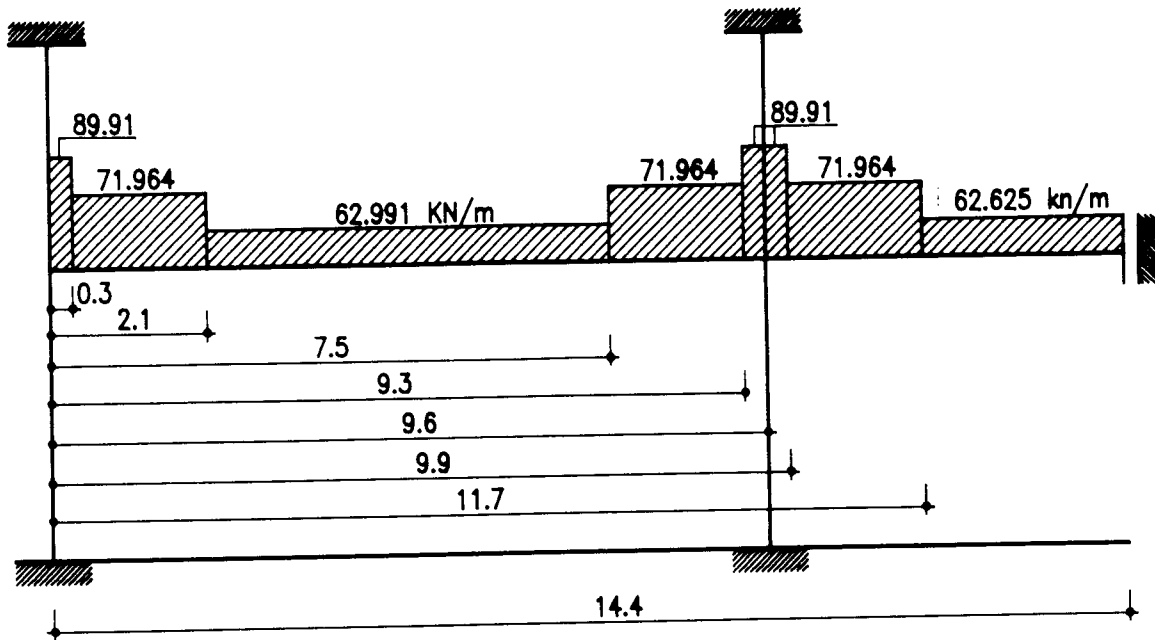
NO DO APOIO	MOMENTO (KN.m)	VERTICAL (KN)	HORIZONTAL (KN)
1	116.523	-224.550	116.523
3	116.523	-224.550	-116.523
8	-39.374	-542.073	-39.374
10	-39.374	-542.073	39.374
13	-251.410	.000	.000

```
##### ##### # #
# # ## ##
#### # # #
# # #
# ##### # #
```


Laje rectangular ($l_x=1.667l_y$) e 0.6 m de banda de acerto



LAJE RECTANGULAR COM BANDA DE ACERTO DE 0.6 E CAPITEIS REDUZIDOS



secção tipo 1----- $Q = 62.991 \text{ KN/m}$
 $A = 0.8508 \text{ m}^2$
 $I = 1.017979875 \cdot 10^{-2} \text{ m}^4$

secção tipo 2----- $Q = 71.964 \text{ KN/m}$
 $A = 1.3172 \text{ m}^2$
 $I = 1.5575595 \cdot 10^{-2} \text{ m}^4$

secção tipo 3----- $Q = 89.91 \text{ KN/m}$
 $A = 2.25 \text{ m}^2$
 $I = 2.63671875 \cdot 10^{-2} \text{ m}^4$

secção tipo 4 : corresponde ao pilar de 50*50

secção tipo 5 : corresponde ao pilar de 50*40

No. DE NOS = 13
 No. DE NOS POR BARRA = 2
 No. DE APOIOS = 5
 No. DE PROPRIEDADES = 3

No. DE BARRAS = 12
 No. DE INCOGNITAS POR NO = 3
 No. DE SECCOES TIPO = 5
 TIPO DE SAIDA DE RESULTADOS = 3

MATERIAL	PROPRIEDADES		
	E (KPa)	A (m2)	I (m4)
1	.29000E+08	.85080E+00	.10180E-01
2	.29000E+08	.13172E+01	.15576E-01
3	.29000E+08	.22500E+01	.26367E-01
4	.29000E+08	.25000E+00	.52083E-02
5	.29000E+08	.20000E+00	.26667E-02

BARRA	NOS	MAT.	BARRA	NOS	MAT.	BARRA	NOS	MAT.
1	1 2	5	2	2 3	5	3	2 4	3
4	4 5	2	5	5 6	1	6	6 7	2
7	7 9	3	8	8 9	4	9	9 10	4
10	9 11	3	11	11 12	2	12	12 13	1

NOS	CORDENADAS		NOS	CORDENADAS		NOS	CORDENADAS	
	X(m)	Y(m)		X(m)	Y(m)		X(m)	Y(m)
1	.000	.000	2	.000	3.000	3	.000	6.000
4	.300	3.000	5	2.100	3.000	6	7.500	3.000
7	9.300	3.000	8	9.600	.000	9	9.600	3.000
10	9.600	6.000	11	9.900	3.000	12	12.150	3.000
13	14.400	3.000						

NOS DE APOIO	CODIGO	NOS DE APOIO	CODIGO
1	1 1 1	3	1 1 1
8	1 1 1	10	1 1 1
13	1 0 1		

PILARES

Volume de Material (m3)= 2.7000

ELEMENTOS NAO VERTICAIS

Volume de Material (m3)= 16.2392

 ACCAO 1
 Acçõ total

***** CARGA 1 *****

BARRA	P (KN/m)	BARRA	P (KN/m)
5	62.991	12	62.991
4	71.964	6	71.964
11	71.964	3	89.910

RESULTADOS

ACCAO 1

Acç|o total

DESLOCAMENTOS DOS NOS

NO	ROTACAO (rad.)	VERTICAL (cm)	HORIZONTAL (cm)	NO	ROTACAO (rad.)	VERTICAL (cm)	HORIZONTAL (cm)
1	.000E+00	.000E+00	.000E+00	2	.151E-02	.750E-02	.000E+00
3	.000E+00	.000E+00	.000E+00	4	.161E-02	.543E-01	.000E+00
5	.173E-02	.376E+00	.000E+00	6	-.163E-02	.241E+00	.000E+00
7	-.457E-03	.246E-01	.000E+00	8	.000E+00	.000E+00	.000E+00
9	-.218E-03	.144E-01	.000E+00	10	.000E+00	.000E+00	.000E+00
11	-.114E-04	.110E-01	.000E+00	12	.977E-03	.166E+00	.000E+00
13	.000E+00	.299E+00	.000E+00	14	.000E+00	.000E+00	.000E+00

ESFORCOS FINAIS NAS BARRAS

BARRA	MOMENTO		FORCA TRANSVERSAL		FORCA AXIAL	
	Me (KN.m)	Md (KN.m)	Ve (KN)	Vd (KN)	Ne (KN)	Nd(KN)
1	77.617	155.234	77.617	-77.617	144.978	-144.978
2	155.234	77.617	77.617	-77.617	-144.978	144.978
3	-310.467	227.524	-289.947	262.974	.000	.000
4	-227.524	-129.260	-262.981	133.446	.000	.000
5	129.260	68.538	-133.446	-206.705	.000	.000
6	-68.538	557.189	206.705	-336.240	.000	.000
7	-557.190	662.106	336.238	-363.211	.000	.000
8	-21.936	-43.873	-21.936	21.936	346.917	-346.917
9	-43.873	-21.936	-21.936	21.936	-346.917	346.917
10	-574.361	479.222	-330.622	303.649	.000	.000
11	-479.222	-21.829	-303.649	141.730	.000	.000
12	21.829	-181.276	-141.730	.000	.000	.000

REACCOES NOS APOIOS

NO DO APOIO	MOMENTO (KN.m)	VERTICAL (KN)	HORIZONTAL (KN)
1	77.617	-144.978	77.617
3	77.617	-144.978	-77.617
8	-21.936	-346.917	-21.936
10	-21.936	-346.917	21.936
13	-181.276	.000	.000

COMBINACAO 1

Fundamental

ACCAO
Acç= total

COEFICIENTE
1.50000

ACCAO

COEFICIENTE

DESLOCAMENTOS DOS NOS

NO	ROTACAO (rad.)	VERTICAL (cm)	HORIZONTAL (cm)	NO	ROTACAO (rad.)	VERTICAL (cm)	HORIZONTAL (cm)
1	.000E+00	.000E+00	.000E+00	2	.226E-02	.112E-01	.000E+00
3	.000E+00	.000E+00	.000E+00	4	.242E-02	.815E-01	.000E+00
5	.259E-02	.564E+00	.000E+00	6	-.244E-02	.362E+00	.000E+00
7	-.685E-03	.369E-01	.000E+00	8	.000E+00	.000E+00	.000E+00
9	-.327E-03	.215E-01	.000E+00	10	.000E+00	.000E+00	.000E+00
11	-.172E-04	.165E-01	.000E+00	12	.146E-02	.250E+00	.000E+00
13	.000E+00	.449E+00	.000E+00	14	.000E+00	.000E+00	.000E+00

ESFORCOS FINAIS NAS BARRAS

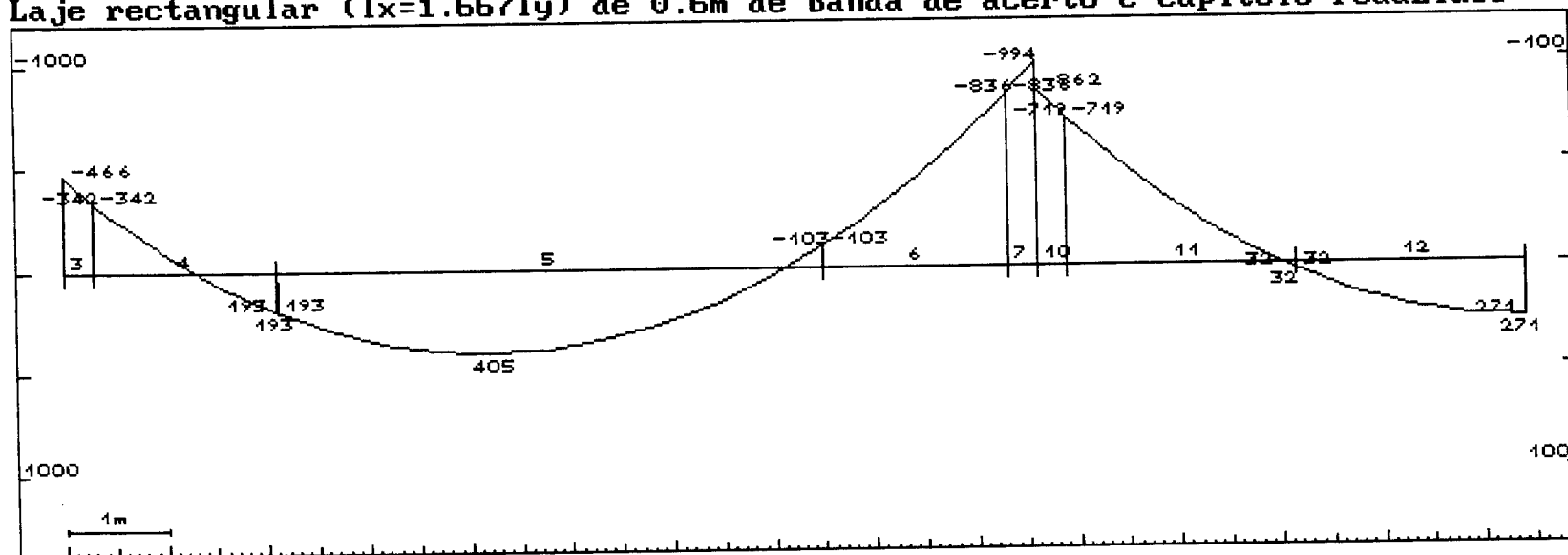
BARRA	MOMENTO		FORÇA TRANSVERSAL		FORÇA AXIAL	
	Me (KN.m)	Md (KN.m)	Ve (KN)	Vd (KN)	Ne (KN)	Nd (KN)
1	116.426	232.851	116.426	-116.426	217.467	-217.467
2	232.851	116.426	116.426	-116.426	-217.467	217.467
3	-465.701	341.286	-434.920	394.461	.000	.000
4	-341.286	-193.890	-394.472	200.169	.000	.000
5	193.891	102.808	-200.169	-310.058	.000	.000
6	-102.808	835.784	310.058	-504.361	.000	.000
7	-835.785	993.159	504.357	-544.816	.000	.000
8	-32.905	-65.809	-32.905	32.905	520.375	-520.375
9	-65.809	-32.905	-32.905	32.905	-520.375	520.375
10	-861.542	718.833	-495.933	455.474	.000	.000
11	-718.833	-32.744	-455.473	212.595	.000	.000
12	32.744	-271.913	-212.595	.000	.000	.000

REACOES NOS APOIOS

NO DO APOIO	MOMENTO (KN.m)	VERTICAL (KN)	HORIZONTAL (KN)
1	116.426	-217.467	116.426
3	116.426	-217.467	-116.426
8	-32.905	-520.375	-32.905
10	-32.905	-520.375	32.905
13	-271.913	.000	.000

```
##### ##### # #
# # ## ##
##### # # #
# # # #
# ##### # #
```

Laje rectangular ($l_x=1.667l_y$) de 0.6m de banda de acerto e capiteis reduzidos



Distribuição dos momentos pela faixas segundo o REBAP

Todos os momentos apresentados estão em KN.m/m

LQ2	situação	Faixa central	Faixa lateral
Momentos positivos	exterior	42.16	34.50
	interior	22.61	18.50
Momentos negativos	exterior	-55.00	-18.33
	interior	-146.25	-48.75

LQ2D	situação	Faixa central	Faixa lateral
Momentos positivos	exterior	41.09	33.62
	interior	25.51	20.87
Momentos negativos	exterior	-55.41	-18.47
	interior	-130.83	-43.61

LQ8	situação	Faixa central	Faixa lateral
Momentos positivos	exterior	51.75	42.35
	interior	27.92	22.85
Momentos negativos	exterior	-59.61	-19.87
	interior	-172.50	-57.50

LQ8D	situação	Faixa central	Faixa lateral
Momentos positivos	exterior	49.21	40.27
	interior	27.64	22.61
Momentos negativos	exterior	-60.19	-20.06
	interior	-158.85	-52.82

LR2	situação	Faixa central	Faixa lateral
Momentos positivos	exterior	59.07	48.33
	interior	38.30	31.33
Momentos negativos	exterior	-35.74	-107.22
	interior	-74.17	-222.50

LR2D	situação	Faixa central	Faixa lateral
Momentos positivos	exterior	59.68	48.84
	interior	42.37	34.67
Momentos negativos	exterior	-106.94	-35.65
	interior	-203.05	-67.68

O estudo destas mesmas situações através do método dos elementos finitos (M.E.F.) proporcionaram os resultados que apresentamos em diskete anexa.

Análise de resultados:

A presente análise foi desenvolvida a partir do estudo de 8 situações tipo retiradas dos 48 casos anteriormente estudados.

Os casos escolhidos foram:

- Laje quadrada com capitel igual ao cruzamento das bandas centrais LQ2
- Laje quadrada com capitel menor que o cruzamento das bandas centrais LQ2D
- Laje quadrada com capitel igual ao cruzamento das bandas centrais e com banda de acerto de 0.6 m LQ8
- Laje quadrada com capitel menor que o cruzamento das bandas centrais e com banda de acerto de 0.6 m LQ8D
- Laje rectangular com capitel igual ao cruzamento das bandas centrais LR2
- Laje rectangular com capitel menor que o cruzamento das bandas centrais LR2D
- Laje rectangular com capitel igual ao cruzamento das bandas centrais e com banda de acerto de 0.6 m LR8
- Laje rectangular com capitel menor que o cruzamento das bandas centrais e com banda de acerto de 0.6 m LR8D

Vamos então procurar dar uma ideia da distribuição de momentos para cada um dos casos.

1- Lajes quadradas

Neste tipo de laje, aquando da não existência de bandas de acerto, nas zonas entre pilares a distribuição de momentos positivos processa-se ao longo dos vãos, concentrando-se os momentos negativos numa zona envolvente do ponto de assentamento no pilar (ver figuras; os valores positivos nesta representam na realidade os momentos negativos).

Os momentos negativos decrescem abruptamente quando acaba a zona maciça do capitel. Reduzindo o capitel, reduzimos a zona maciça e portanto mobiliza-se menor rigidez, o que faz diminuir os momentos positivos e negativos máximos, conseguindo assim, e desde que estejam verificadas as condições de esforço transversal e punçoamento, aumentar o aproveitamento da laje diminuindo o seu custo.

Nota-se também, no caso de existir banda de acerto e neste caso particular ela ser de 0.60 m, se vai criar uma zona de maior rigidez em zonas bem localizadas, e estas vão chamar a si os maiores esforços. Nas figuras é notória a concentração de momentos positivos numa faixa entre pilares em contraste com a distribuição mais homogénea de momentos.

A distribuição das bandas de acerto vem-nos aumentar o valor absoluto dos momentos positivos e negativos como seria de esperar pelas considerações anteriormente referidas.

2-Lajes rectangulares

Neste tipo de laje procurou-se ter uma das dimensões aproximadamente igual a 1.5 vezes a outra, mantendo a área mais ou menos constante. Como seria de esperar, os valores dos momentos aumentaram em valor absoluto comparativamente com a situação de laje quadrada aproximadamente 30 ou 40% na direcção do maior vão enquanto na outra direcção esse valor foi bastante diminuído de valores variáveis como se poderá comprovar através da análise dos resultados que se mostram nos gráficos coloridos.

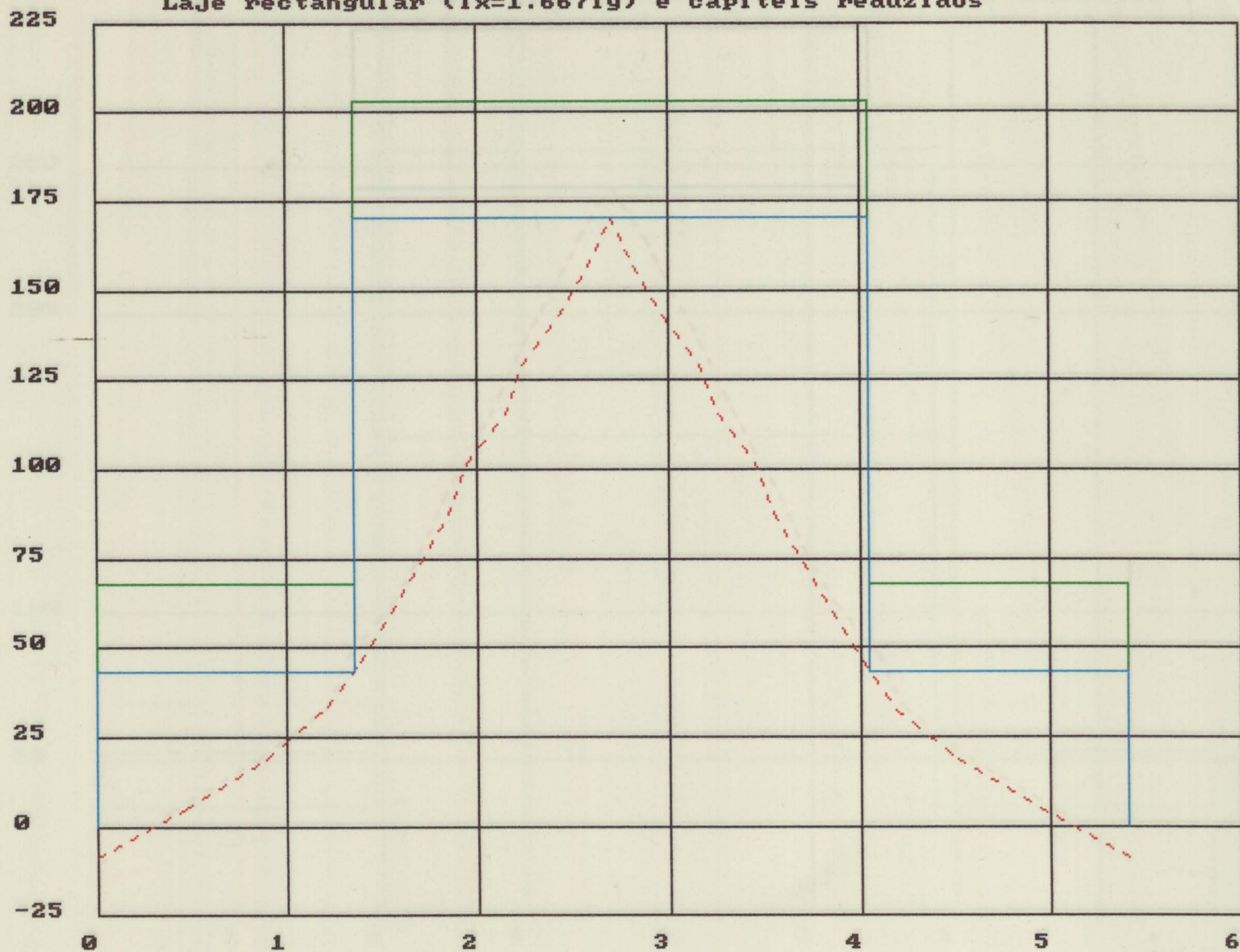
Após a análise quer dos valores obtidos pelo método dos pórticos equivalentes, quer pelo método dos elementos finitos, foi possível traçar os gráficos que se apresentam nas páginas seguintes e que traduzem os valores dos momentos positivos e negativos a considerar nas faixas central e lateral. Assim teremos três gráficos que nos darão os valores a usar no método dos pórticos equivalentes, os valores lidos nos gráficos em anexo e que correspondem ao método dos elementos finitos e ainda um terceiro gráfico correspondente à solução a adoptar.

Graficos

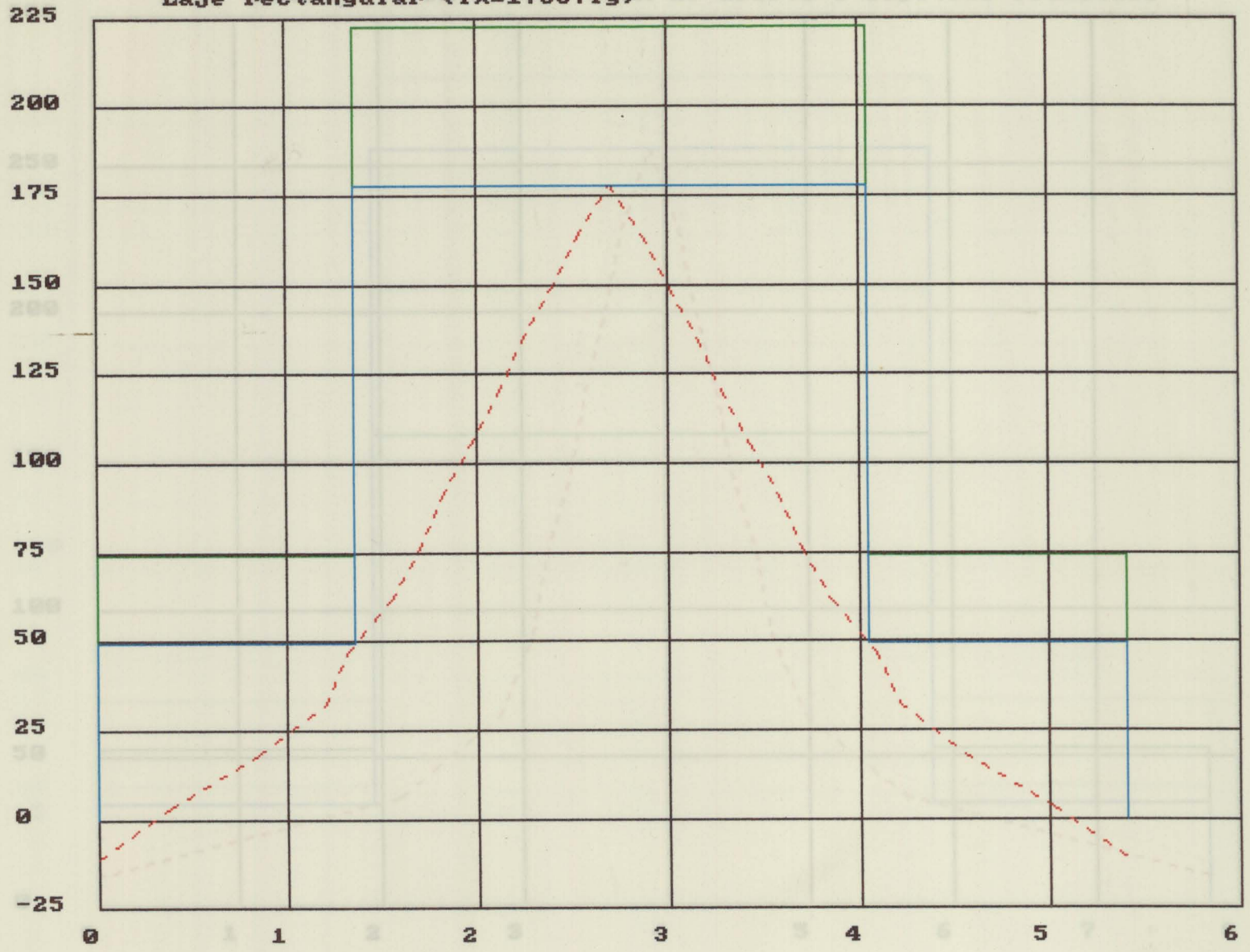
de

Momentos negativos

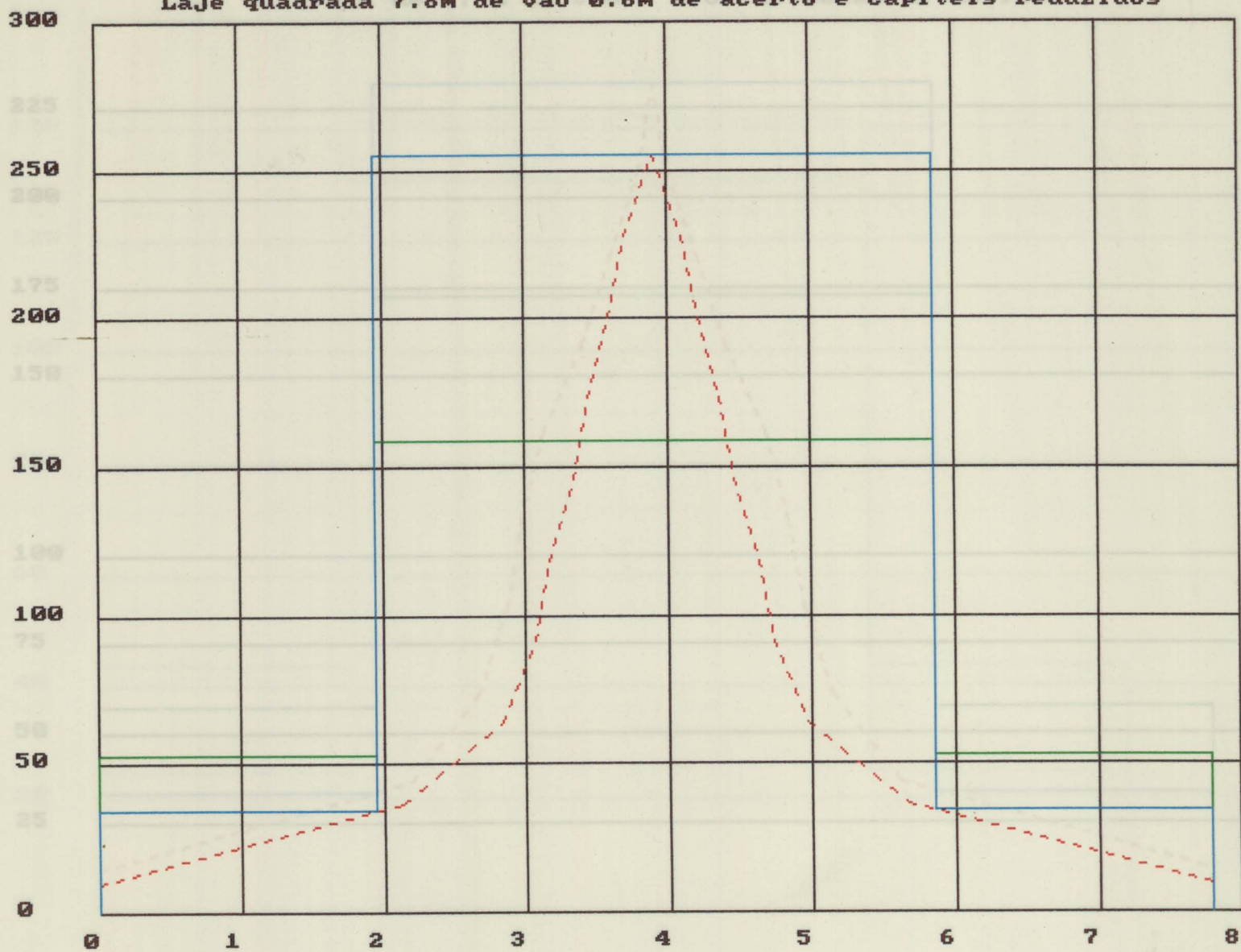
Laje rectangular ($l_x=1.667l_y$) e capiteis reduzidos



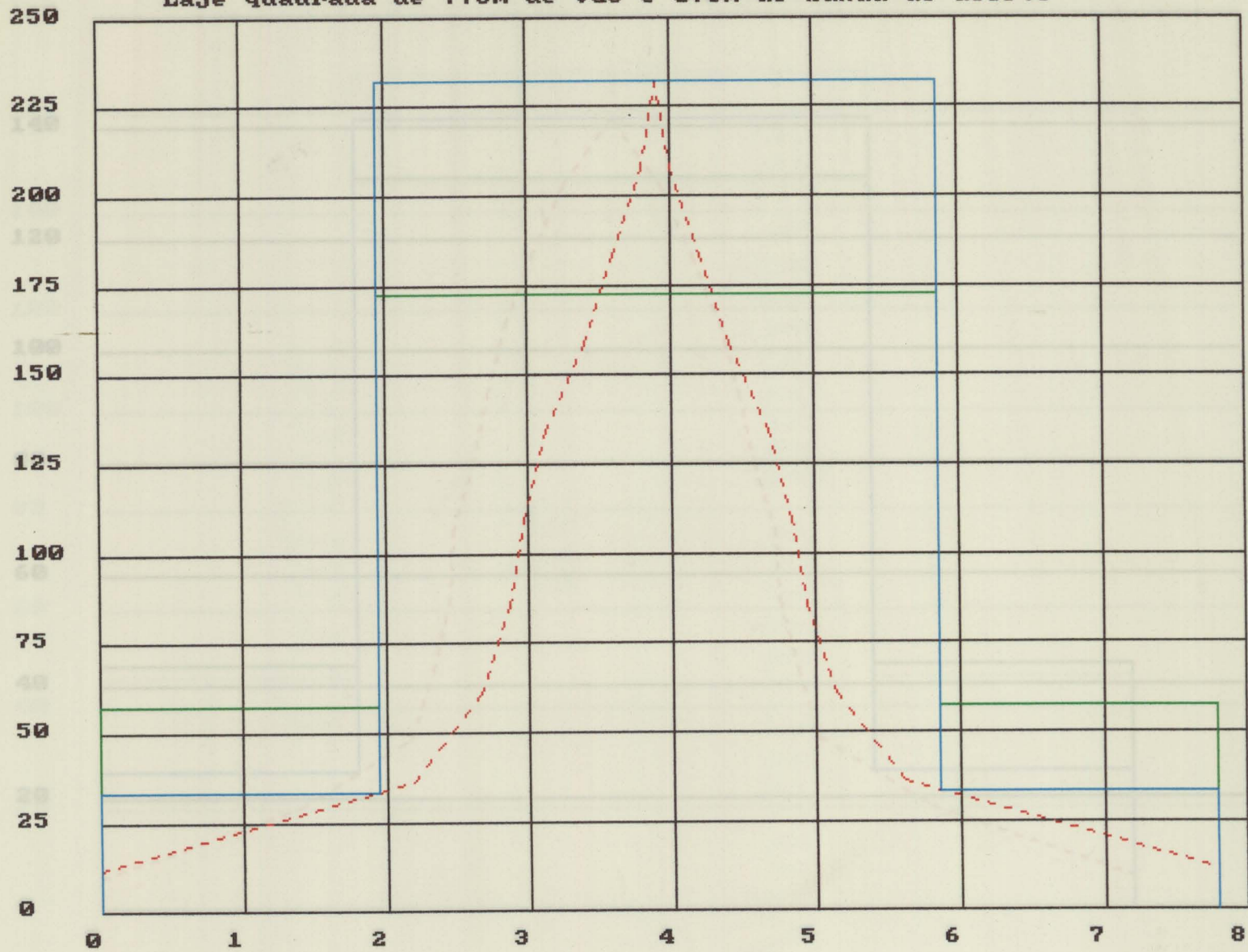
Laje rectangular ($l_x=1.667l_y$) de concreto e capiteis reduzidos



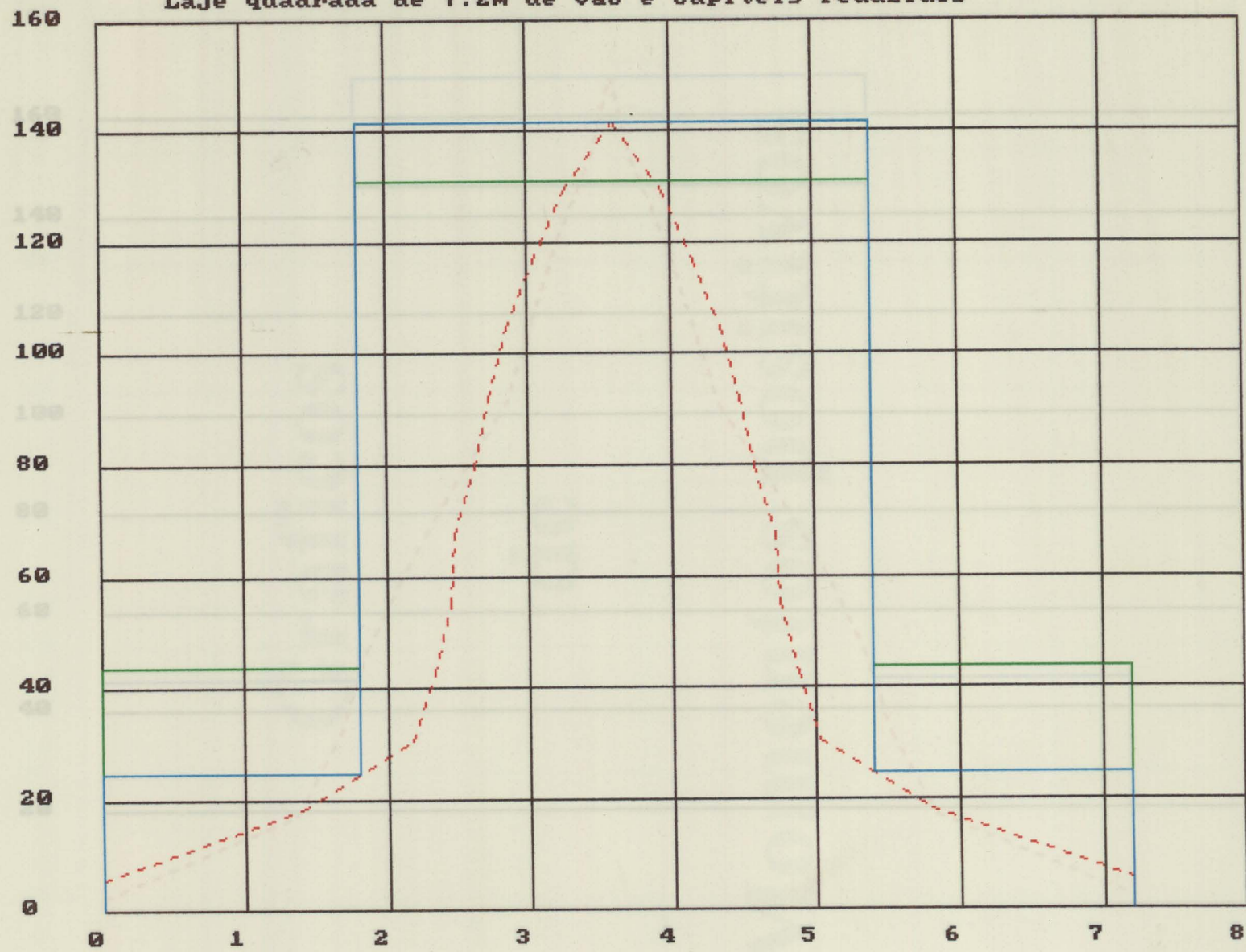
Laje quadrada 7.8m de vão 0.6m de acerto e capiteis reduzidos



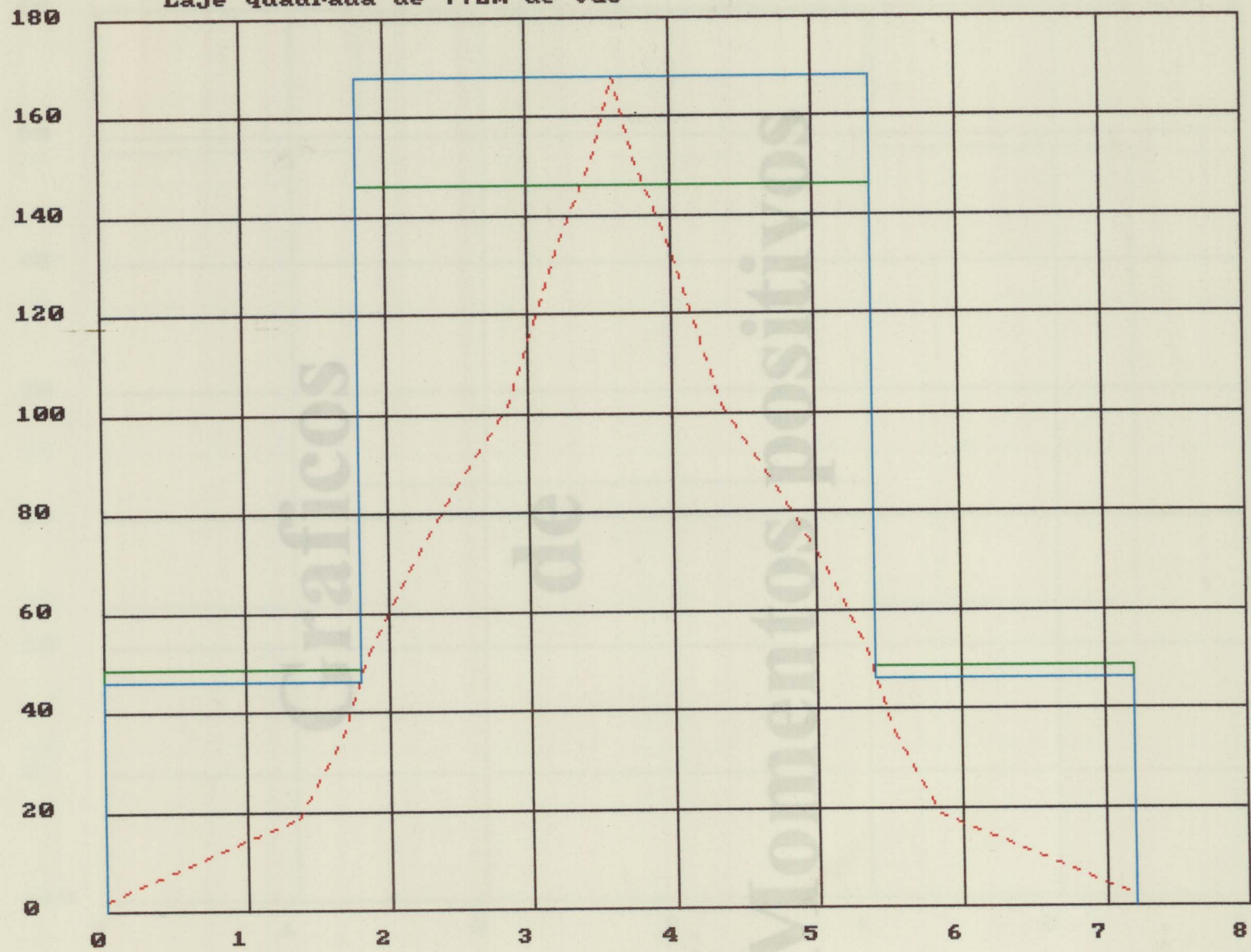
Laje quadrada de 7.8m de vão e 0.6m de banda de acerto



Laje quadrada de 7.2m de vão e capiteis reduzidos



Laje quadrada de 7.2m de vão

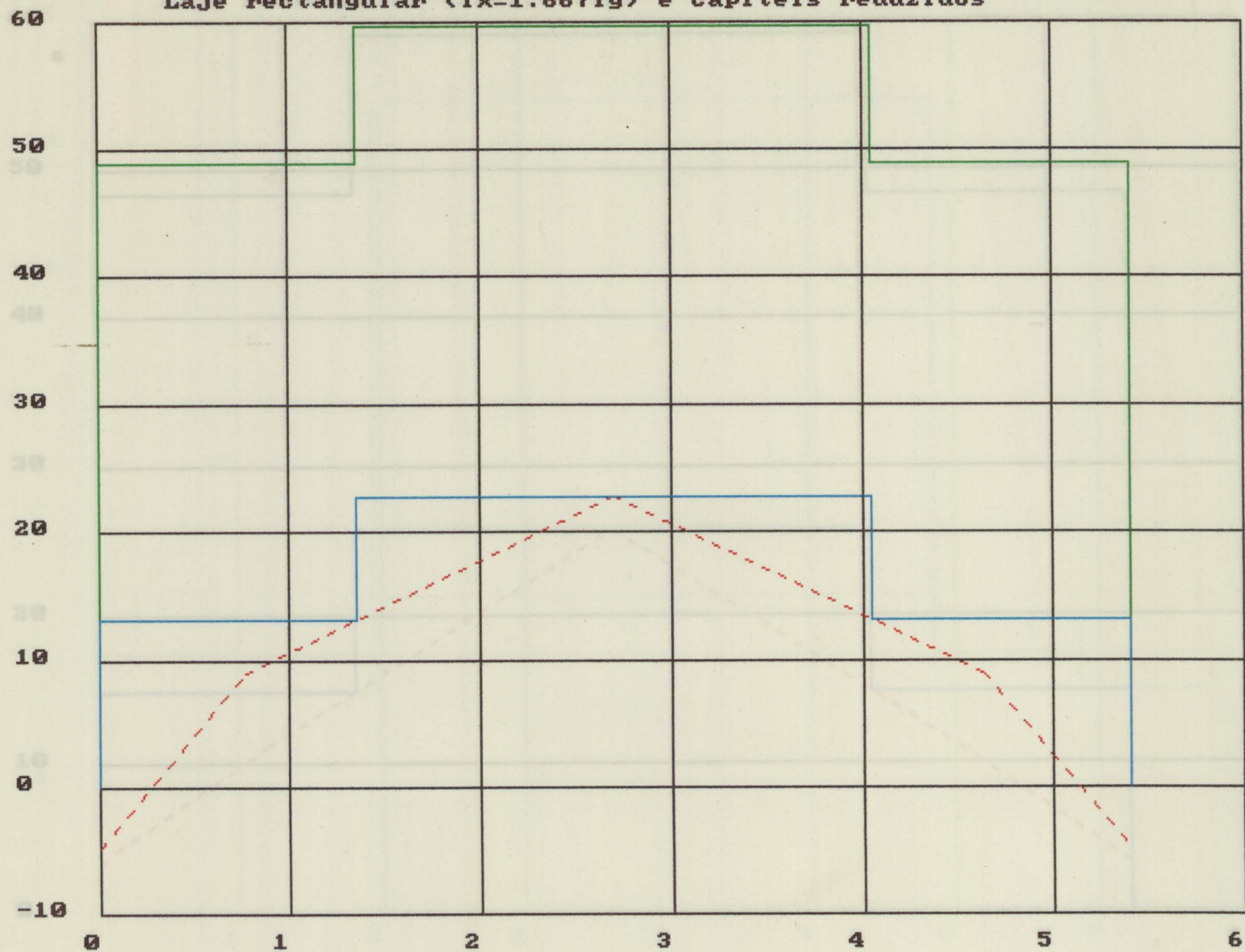


Graficos

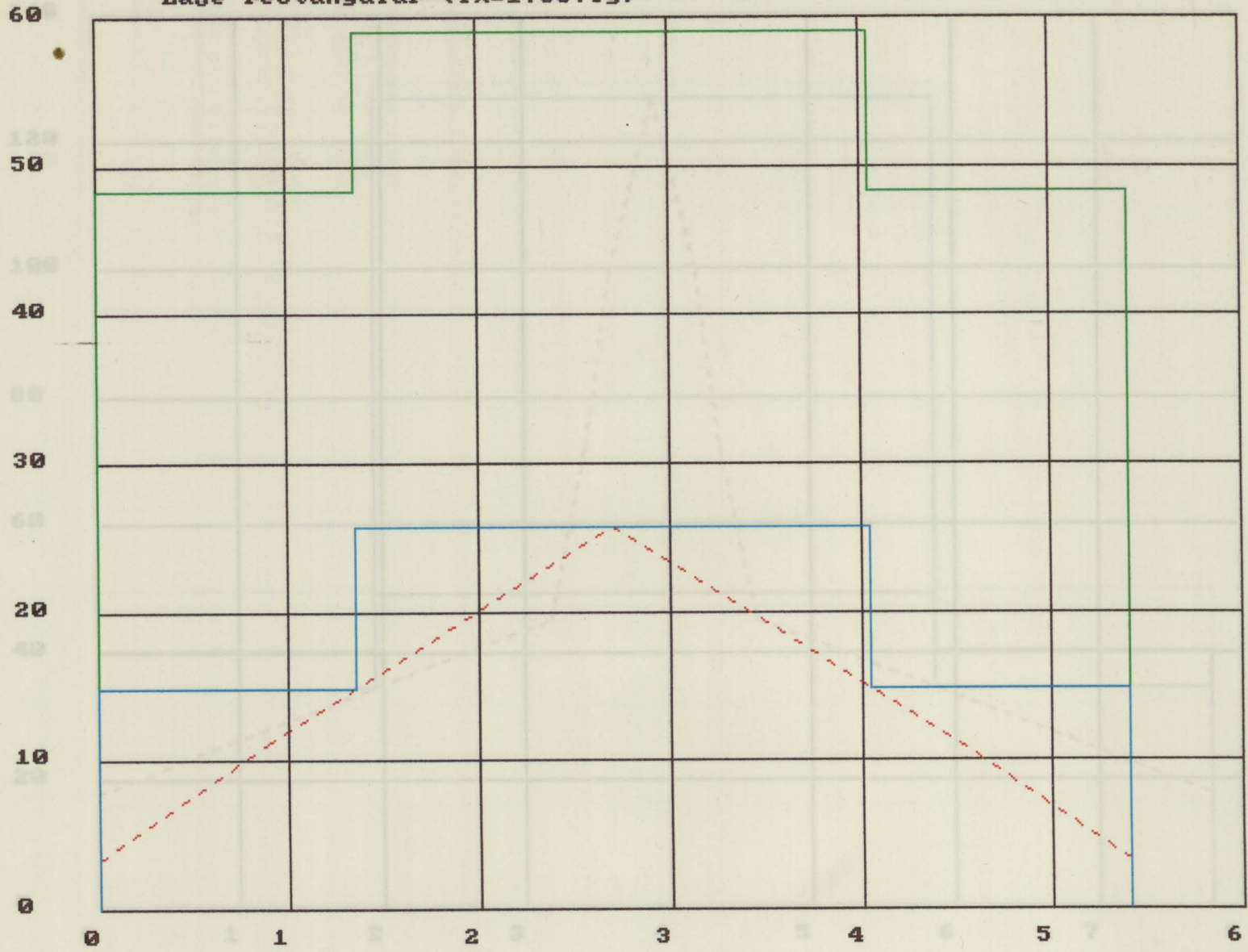
de

Momentos positivos

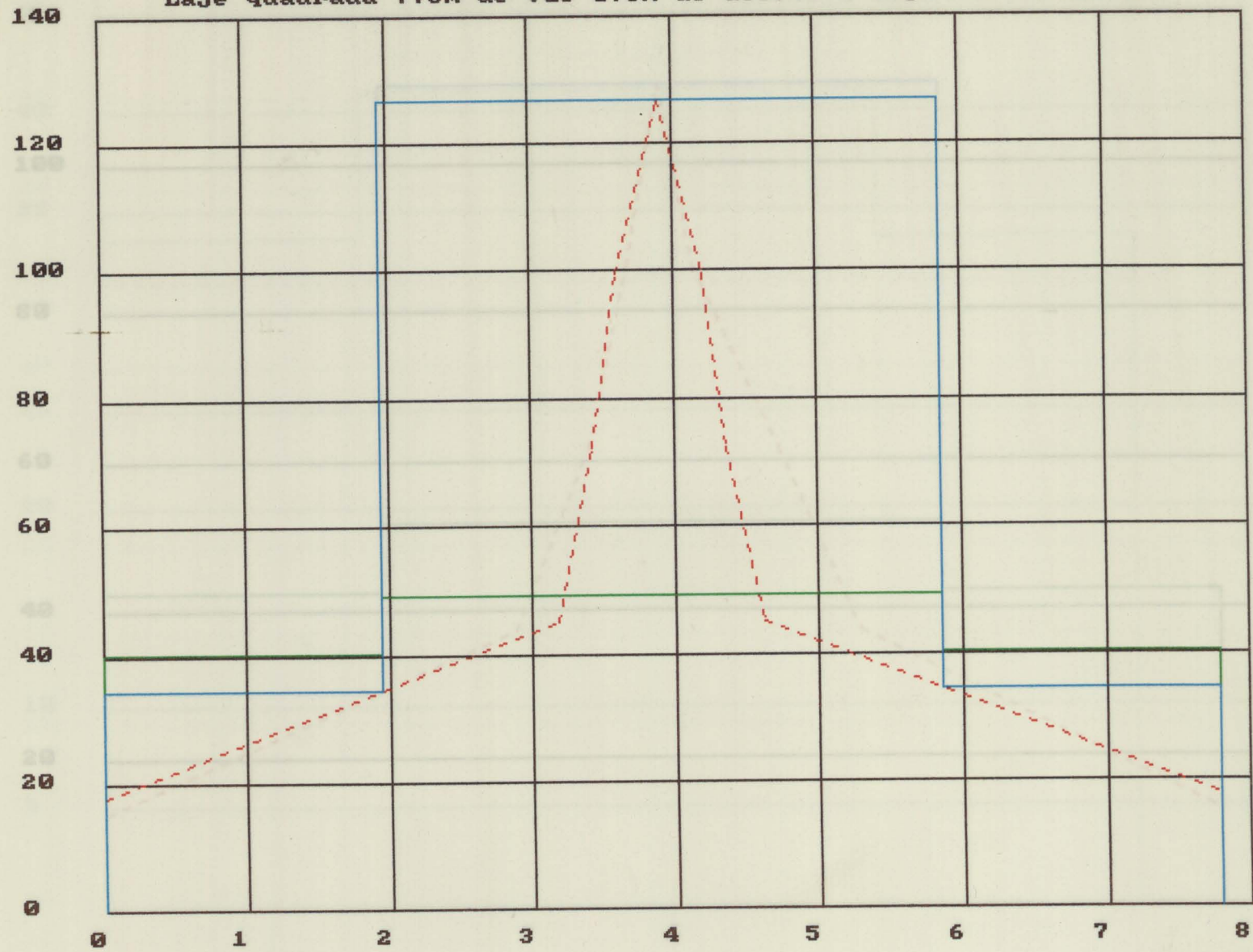
Laje rectangular ($l_x=1.667l_y$) e capiteis reduzidos



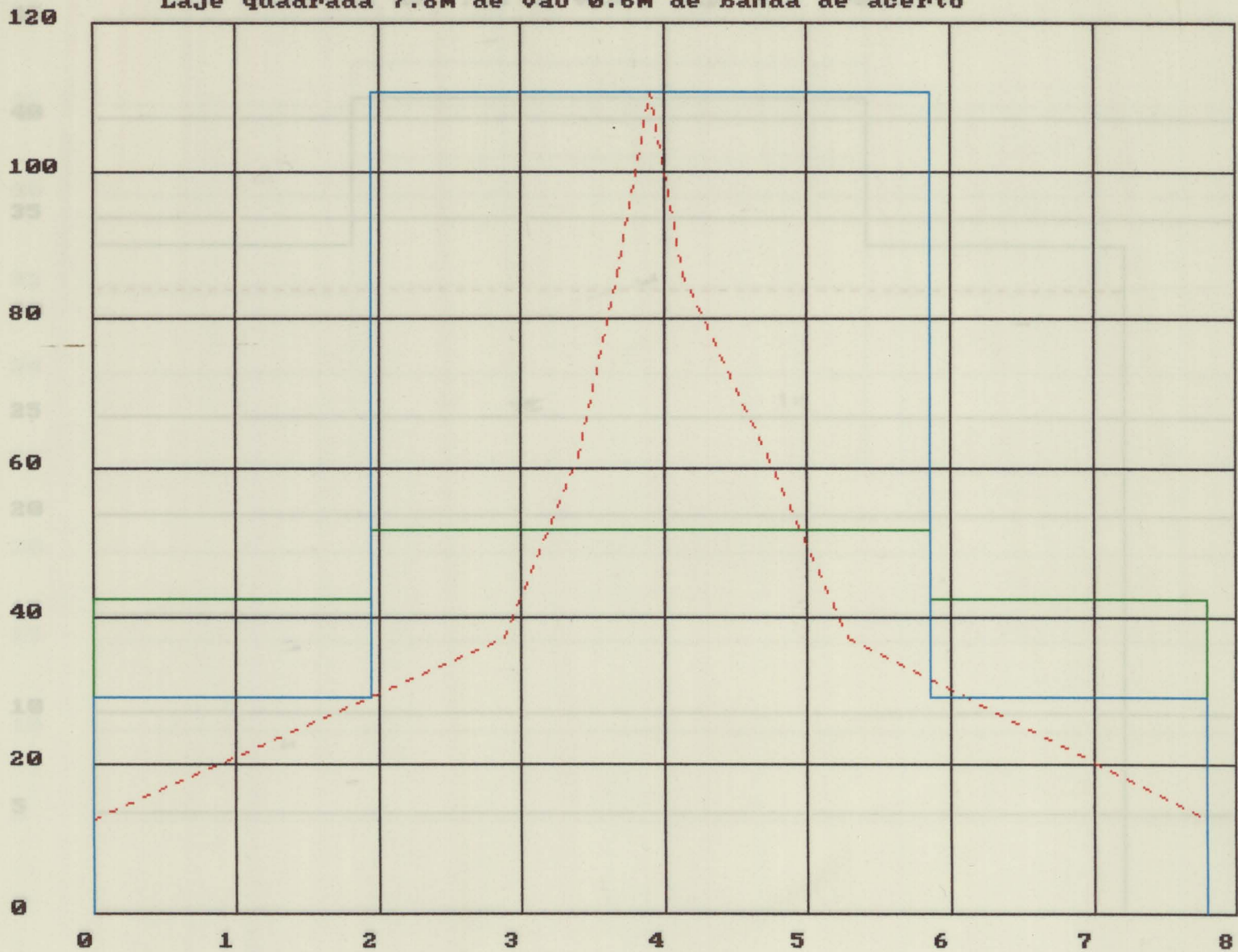
Laje rectangular ($l_x=1.667l_y$)



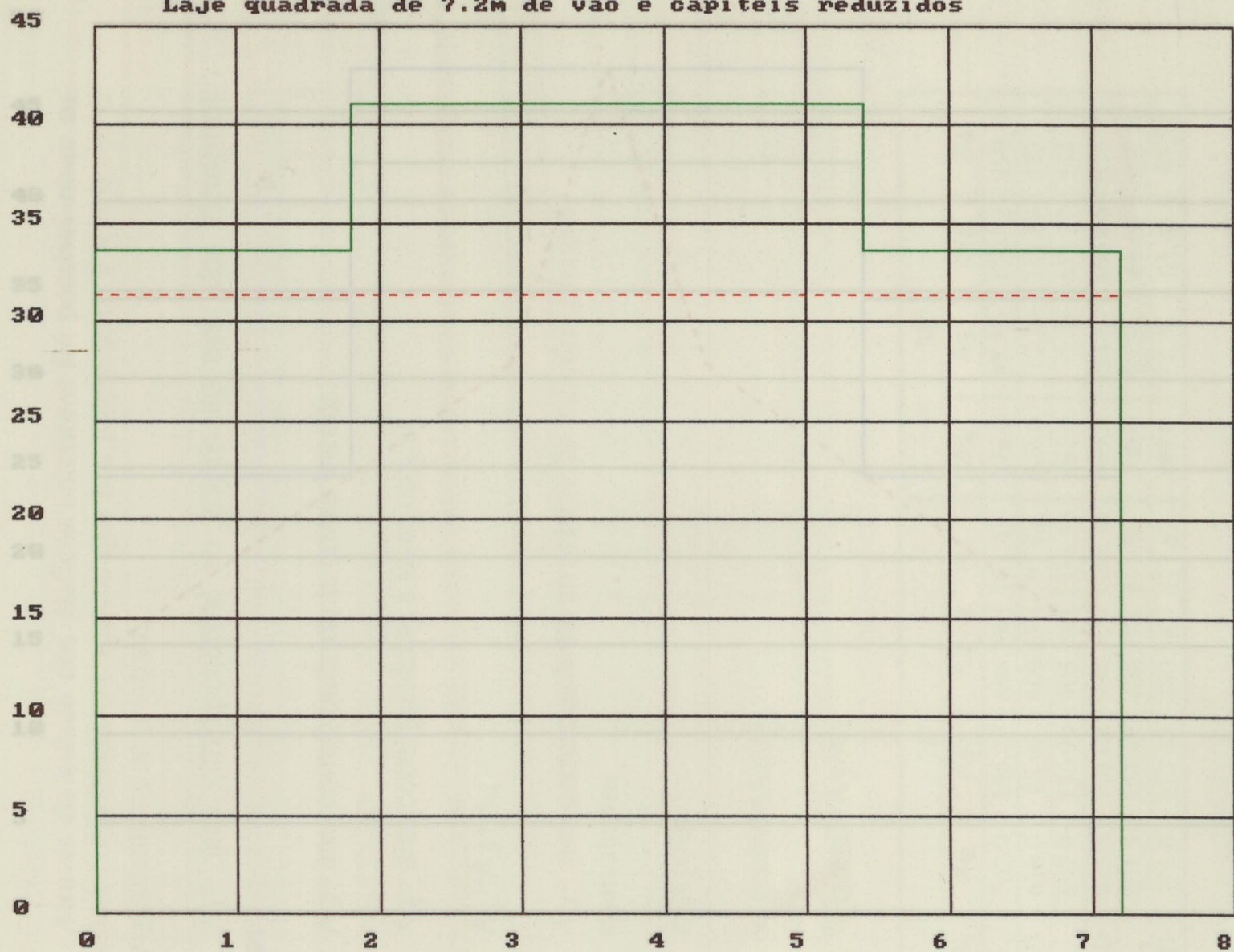
Laje quadrada 7.8m de vão 0.6m de acerto e capiteis reduzidos



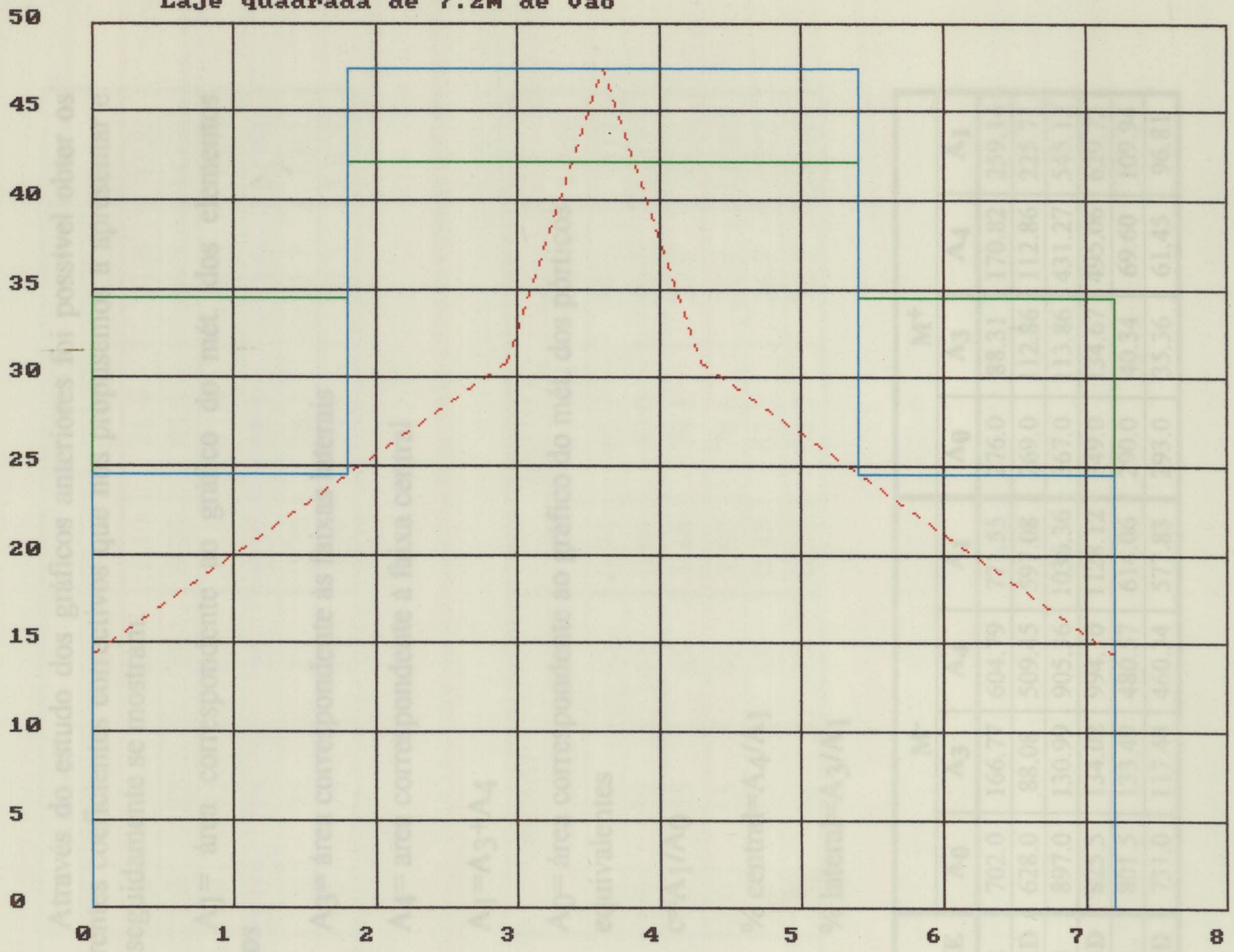
Laje quadrada 7.8m de vão 0.6m de banda de acerto



Laje quadrada de 7.2m de vão e capiteis reduzidos



Laje quadrada de 7.2m de vão



Através do estudo dos gráficos anteriores foi possível obter os diferentes coeficientes correctivos que nos propusemos a apresentar e que seguidamente se mostram:

A_1 = área correspondente ao gráfico do mét. dos elementos finitos

A_3 = área correspondente às faixas laterais

A_4 = área correspondente à faixa central

$$A_1 = A_3 + A_4$$

A_0 = área correspondente ao gráfico do mét. dos pórticos equivalentes

$$c = A_1 / A_0$$

$$\% \text{ central} = A_4 / A_1$$

$$\% \text{ lateral} = A_3 / A_1$$

LAJE	M ⁻				M ⁺			
	A ₀	A ₃	A ₄	A ₁	A ₀	A ₃	A ₄	A ₁
LQ2	702.0	166.77	604.79	771.55	276.0	88.31	170.82	259.14
LQ2D	628.0	88.08	509.45	597.08	269.0	112.86	112.86	225.71
LQ8	897.0	130.99	905.36	1036.36	367.0	113.86	431.27	545.12
LQ8D	825.5	134.02	994.10	1128.12	349.0	134.67	495.06	629.73
LR2	801.5	133.49	480.57	614.06	290.0	40.34	69.60	109.94
LR2D	731.0	117.48	460.34	577.83	293.0	35.36	61.45	96.81

	REBAP			ESTUDO			LAJE
	c	%central	%lateral	c	%central	%lateral	
M-	1.0	75	25	1.10	78.4	21.6	LQ2
	1.0	75	25	0.95	85.3	14.7	LQ2D
	1.0	75	25	1.15	87.4	12.6	LQ8
	1.0	75	25	1.37	88.1	11.9	LQ8D
	1.0	75	25	0.76	78.3	21.7	LR2
	1.0	75	25	0.79	79.7	20.3	LR2D

	REBAP			ESTUDO			LAJE
	c	%central	%lateral	c	%central	%lateral	
M+	1.0	55	45	0.94	65.9	34.1	LQ2
	1.0	55	45	0.84	50.0	50.0	LQ2D
	1.0	55	45	1.48	79.1	20.9	LQ8
	1.0	55	45	1.80	78.6	21.4	LQ8D
	1.0	55	45	0.38	63.3	36.7	LR2
	1.0	55	45	0.33	63.5	36.5	LR2D

Conclusões

Em aproximação final, poderemos dizer que o método dos porticos equivalentes obtem distribuições mais ou menos boas, no entanto fica aqui sublinhado que, no caso da laje quadrada de 7.8m de vão, 0.6m de banda de acerto e capiteis reduzidos os valores dos esforços obtidos pelo método dos porticos equivalentes, foram por defeito um pouco longe da realidade. O motivo para tal comportamento deve-se em primeira análise ao facto dos esforços se concentrarem nas zonas de maior regidez pelo que ai os esforços se tornam mais gravosos. Há que salientar outro promenor que é o facto de nas lajes rectangulares os esforços obtidos pelo método dos elementos finitos serem consideravelmente inferiores aos do método dos pórticos equivalentes.

Para ter em conta os desvios dos esforços que se manifestam na realidade foi proposto o coeficiente correctivo c , o qual se multiplica pelos momentos obtidos pelo cálculo dos pórticos e depois distribui-se pelas respectivas faixas de acordo com o quadro atrás exposto.

É necessário ainda dizer que cada tipo de laje tem o seu comportamento específico, não sendo por isso de generalizar os resultados obtidos. Este trabalho não invalida um estudo promenorizado e crítico no cálculo de lajes fungiformes.



**UNIVERSIDADE DO PORTO
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL PARECER**

O Estágio PRODEP N° 2.05 - FEUP/4.3/7/5/92/93 realizado por ADELINO MIGUEL RIO RIBEIRO DA SILVA foi dedicado análise de lajes fungiformes, tendo efectuado um estudo comparativo dos esforços obtidos pelo método simplificado dos pórticos equivalentes e pelo método rigoroso dos elementos finitos.

O trabalho consistiu no estudo de vários módulos de lajes fungiformes e na comparação dos esforços obtidos pelos dois métodos de análise. Para a aplicação do método dos pórticos equivalentes foi utilizado um programa de pórticos planos "Poórtico" e para a aplicação do método dos elementos finitos foi utilizado o programa "FEMIX".

Das comparações e dos resultados obtidos é possível tirar regras adicionais de projecto a serem utilizadas quando se usa o método simplificado dos pórticos equivalentes.

Os objectivos apontados foram no essencial conseguidos.

Porto e Faculdade de Engenharia, 10 de Março de 1994

O ORIENTADOR DO ESTÁGIO POR PARTE DA FEUP

(Joaquim Azevedo Figueiras)

Professor Catedrático

PARECER

O Estágio PRODEP N° 2.05 - FEUP/4.3/7/5/92/93 realizado por ADELINO MIGUEL RIO RIBEIRO DA SILVA foi dedicado análise de lajes fungiformes, tendo efectuado um estudo comparativo dos esforços obtidos pelo método simplificado dos pórticos equivalentes e pelo método rigoroso dos elementos finitos.

Os temas abordados, revestiram-se de muito interesse para a formação profissional do estagiário e são de interesse para as actividades de investigação e desenvolvimento tecnológico do Instituto da Construção.

Assim, conclui-se que o estágio realizado foi positivo e teve interesse para o IC.

Porto e Instituto da Construção, 10 de Março de 1994

O ORIENTADOR PELO IC



(Aristides Guedes Coelho)

Professor Catedrático



FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

BIBLIOTECA



0000101508