



MINISTÉRIO DAS OBRAS PÚBLICAS

Laboratório Nacional de Engenharia Civil

ESTUDO DA REDE DE ESCOAMENTO DA BARRAGEM DO MIRA

Lisboa, Agosto de 1977

Estudo realizado para a DIVISÃO DE FUNDAÇÕES

RELATÓRIO

MINISTÉRIO DAS OBRAS PÚBLICAS
LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

SERVIÇO DE GEOTECNIA
DIVISÃO DE ESTUDOS GEOTÉCNICOS ESPECIAIS

Obra 55/53/226

ESTUDO DA REDE DE ESCOAMENTO DA BARRAGEM DO MIRA

Estudo realizado para a DIVISÃO DE FUNDAÇÕES

Lisboa, Agosto de 1977

Copyright © LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL, I. P.
AV DO BRASIL 101 • 1700-066 LISBOA
e-mail: lnec@lnec.pt
www.lnec.pt

Digitalizado no Setor de Divulgação Científica e Técnica do LNEC

2022

ÍNDICE

1 - INTRODUÇÃO	1
2 - MÉTODO UTILIZADO	1
3 - CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS CONSIDERADAS E RESULTADOS OBTIDOS	1

REFERÊNCIAS

ANEXO - DADOS E RESULTADOS NUMÉRICOS

ÍNDICE DE FIGURAS

- FIG. 1 - Malha inicial de elementos
- FIG. 2 - Equipotenciais e velocidades
- FIG. 3 - Linhas de igual pressão

ESTUDO DA REDE DE ESCOAMENTO DA BARRAGEM DO MIRA

1 - INTRODUÇÃO

A barragem do Mira é uma barragem de terra de perfil zonado com 86 m de altura máxima e cerca de 500 m de desenvolvimento no coroamento cuja observação se encontra a cargo do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (Divisão de Fundações).

Com o intuito de dispor de resultados analíticos que sirvam de referência na interpretação dos valores obtidos com o sistema de observação implantado (LNEC; 1965, 1966, 1969 e 1974), nomeadamente pressões neutras e caudais, realizaram-se os cálculos conducentes à determinação por via numérica das características do escoamento na barragem em causa para a situação de armazenamento médio, ou seja, com o nível da água à cota 127 (LNEC; 1974).

A indicação do método utilizado nesses cálculos e a apresentação dos resultados obtidos constitui o objectivo do presente relatório.

2 - MÉTODO UTILIZADO

Em situação de armazenamento a percolação da água na barragem em causa constitui um escoamento permanente e não confinado em meio poroso.

Além disso, e dada a forma bastante aberta do vale, considerou-se suficientemente aproximado estudar esse escoamento como plano numa secção média.

Assim sendo, foi possível recorrer a um programa de cálculo automático desenvolvido na Divisão de Estudos Geotécnicos Especiais, aplicável ao estudo das características dos escoamentos que estejam nas condições atrás referidas, e baseado na aplicação do método dos elementos finitos.

Relativamente a esse programa, a indicação das hipóteses nele admitidas, a apresentação das bases teóricas que constituem o seu suporte e a descrição do tipo de método iterativo utilizado na localização da superfície livre constam de um outro relatório do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC; 1977).

3 - CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS CONSIDERADAS E RESULTADOS OBTIDOS

Relativamente às características de permeabilidade dos maciços interessados considerou-se:

- i) que os terrenos de fundação podem ser caracterizados do ponto de vista de cálculo como impermeáveis.
- ii) que tanto o núcleo (N), como os maciços laterais (ML) são homogêneos

e com direcções principais de permeabilidade coincidindo com as direcções horizontal e vertical.

iii) que as relações de permeabilidades principais (K_h segundo a horizontal e K_v segundo a vertical) são:

$$\frac{K_h \text{ (ML)}}{K_h \text{ (N)}} = 50$$

$$\frac{K_h \text{ (N)}}{K_v \text{ (N)}} = 15$$

$$\frac{K_h \text{ (ML)}}{K_v \text{ (ML)}} = 100$$

Na Fig. 1 apresenta-se a geometria da secção estudada da barragem e a malha inicial de elementos finitos utilizada. Com base nestes elementos, e adoptando, para efeitos de concretização numérica:

$$K_v \text{ (N)} = 1 \text{ m seg}^{-1}$$

utilizou-se o programa de cálculo automático atrás referido tendo-se finalmente obtido os resultados seguintes:

i) na Fig. 2, representação gráfica dos vectores de velocidade aparente de escoamento e da posição da superfície livre.

ii) na Fig. 3, representação gráfica das linhas de igual pressão

iii) em Anexo, valores numéricos das cotas piezométricas (em metros) em cada ponto nodal, das velocidades aparentes (em m seg^{-1}) no ponto de coordenadas (em metros) indicadas em cada elemento e caudais (em $\text{m}^2 \text{ seg}^{-1}$) que atravessam cada um dos contornos indicados na Fig. 1; relativamente aos valores numéricos das velocidades e dos caudais saliente-se que eles dizem respeito ao valor atrás indicado de $K_v \text{ (N)} = 1 \text{ m seg}^{-1}$ pelo que, para obter os valores reais dessas velocidades e desses caudais há que multiplicá-los por um factor dependente dos valores reais das permeabilidades. A origem do referencial utilizado foi localizada à cota 30.

Lisboa e Laboratório Nacional de Engenharia Civil, em Agosto de 1977

Rui Correia

Rui Correia
Engº Estagiário p. Especialista

VISTOS

[Handwritten signature]

Castel-Branco Falcão
Engº Chefe da DEGE

[Handwritten signature]
Ulpio Nascimento
Engº Chefe do SG

[Handwritten signature]
Ferry Borges
Engenheiro Director
[Handwritten signature]

RC/LMR

REFERÊNCIAS

- LNEC - Observação da barragem do Mira, Lisboa, 1965, 1966, 1969 e 1974
- LNEC - Estudo dos escoamentos permanentes em meios porosos pelo método dos elementos finitos, Lisboa, 1977

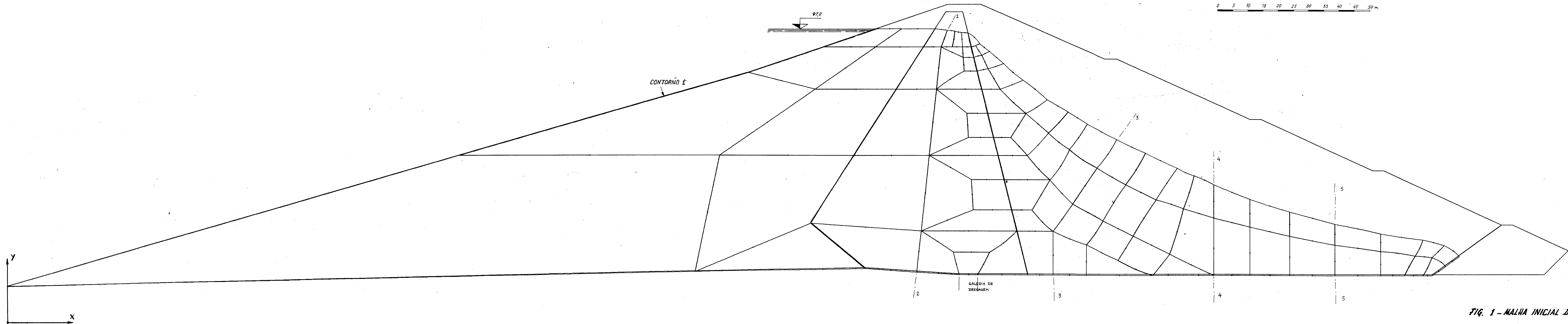


FIG. 1 - MALHA INICIAL DE ELEMENTOS

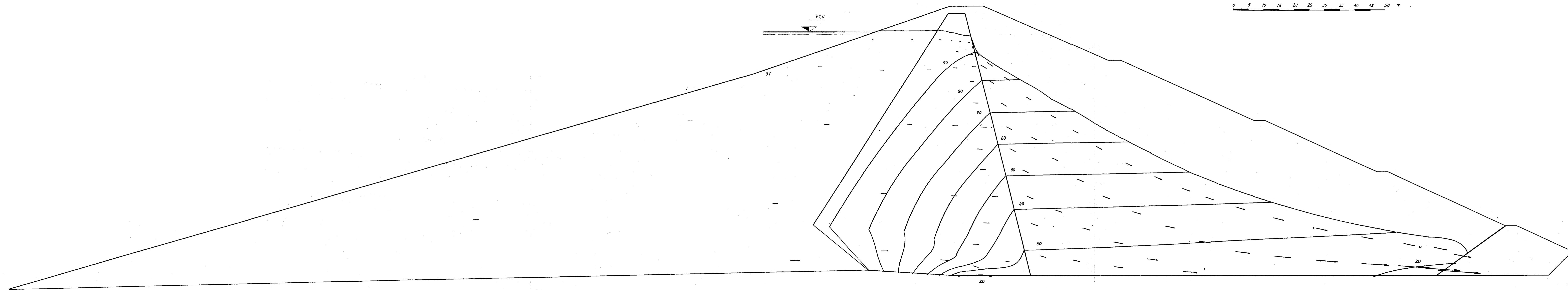


FIG. 2 - EQUIPOTENCIAIS E VELOCIDADES

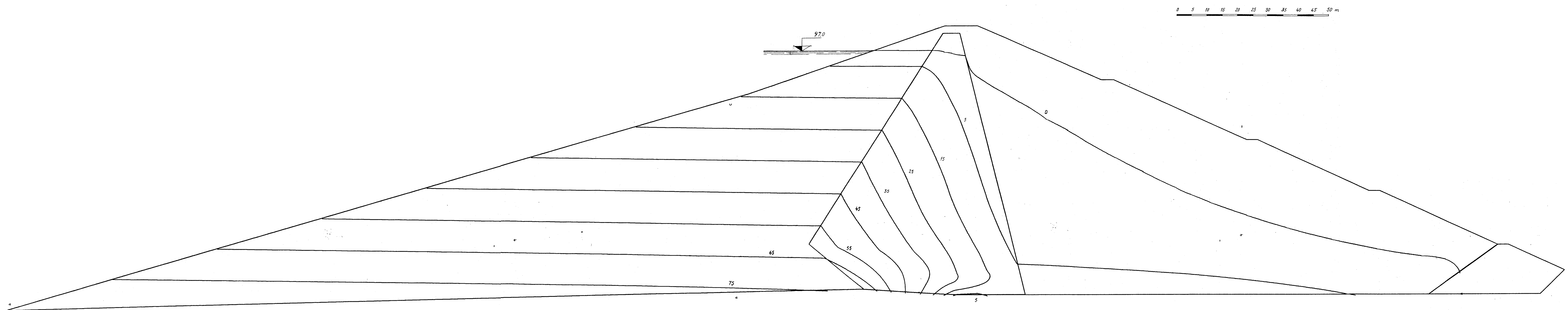


FIG. 3 - LINHAS DE IGUAL PRESSÃO

ANEXO

DADOS E RESULTADOS NUMÉRICOS

- DADOS -

303 84 17 0 70 49 1 28 8 8 5 9
1,
550., 130., 2., 025,
10., 1., 10., 05, 1., 1.2
0., 12.
113.5 14.2
227. 16.4
255. 17.
283. 17.5
265. 32.5
309.5 102.5
315.1 102.5
336.5 15.5
314. 15.5
283. 17.5
314. 15.5
507. 15.5
515. 23.5
496.5 32.
493. 32.
470. 15.5
493. 32.
454. 50.
450.5 50.
413.5 67.
410. 67.
366. 87.
362. 87.
321. 105.
310.4 105.
244.5 82.5
0. 12.
0. 12. ————— PONTOS MODAIS
74.6 33.5
149.1 55.
196.6 68.7
244.5 82.5
257. 86.75
269.4 91.
278.2 94.
287. 97.
113.5 14.2
192.4 55.
255.2 79.8
278.2 91.
291. 97.
227. 16.4
231. 36.
235. 55.
250.7 66.
266.4 77.
276.4 84.
286.4 91.
290.7 94.
295. 97.
269. 17.2

255, 17.
241, 16.8
246, 24.5
257,5 55.
280, 77.
294,5 91.
300,3 97.
283, 17.5
274, 25.
265, 32.5
272, 43.75
279,3 55.
286,3 66.
293,3 77.
297,7 84.
302,2 91.
304,1 94.
306, 97.
291,5 16.9
283,2 31.2
291,7 55.
300, 77.
305,5 91.
308, 96.76
300, 16.3
300,7 23.15
301,5 30.
302,8 42.5
304,1 55.
305,3 66.
306,5 77.
307,2 84.
308, 91.
309, 93.7
310, 96.5
307, 15.9
306,8 26.5
310, 33.55
311,1 51.
310,5 58.
311,5 73.
311, 80.3
311,6 89.2
311,7 91.
309,8 91.
312,2 93.6
312,5 96.2
311,3 96.4
317, 15.5
314, 15.5
313, 19.
312, 23.
318, 23.
317, 30.
318,6 37.
318,3 42.
318, 47.
317, 61.

316,8 65.
316,5 69.
315,6 83.
315,5 85.
315,3 87,5
315,2 89.
315,1 91.
313,2 91.
314,9 93,5
314,8 95,8
313,7 95,9
324, 23.
322, 19.
320, 15,5
328, 15,5
328,5 26.
325, 37.
323, 47.
317, 55.
321, 61.
320, 69.
316, 77.
317,7 83.
317,2 87,5
316,5 91.
315,8 95,7
336,5 15,5
334,8 22,5
332,9 30.
332,2 33.
331,2 37.
330, 42.
328,7 47.
327,8 51.
326,8 55.
326,2 57,5
325,3 61.
324,3 65.
323,3 69.
322,4 73.
321,4 77.
320,6 80.
319,9 83.
319,4 85.
318,8 87,5
318,3 89,3
317,9 91.
317,4 93.
316,9 95,6
340,5 15,5
339, 30.
334,6 37.
336,5 47.
331,5 55.
328, 61.
329,5 69.
324,5 77.
322, 83,5

320.2 88.
318.7 91.2
319. 94.2
345. 15.5
345. 22.
345. 30.
341.5 33.
338. 37.
341. 42.
344. 47.
340.3 50.5
336.5 55.
333.8 58.
331. 61.
333.5 65.
336. 69.
332. 72.5
327.5 77.
325.5 80.5
323.5 83.8
322.5 86.
321.5 88.2
320.5 89.7
319.5 91.4
320.2 91.8
320.8 92.
350.5 15.5
350.5 27.5
348. 34.
348. 42.5
347.5 51.5
340. 58.5
340. 65.5
339.5 71.
331.5 78.5
326. 84.5
322.5 88.8
322.3 90.8
356. 15.5
356. 20.
356. 25.5
359. 29.5
361.5 33.5
356.5 36.2
351.5 39.
355.5 45.
359.5 51.
355. 53.5
350.5 57.
347. 59.5
343.5 62.5
347. 66.
350. 69.5
346.5 71.5
343. 73.5
339. 77.
335. 80.
331.8 82.5

328,6 85,5
326,3 87,5
324, 89,5
367, 15,5
361, 23,
366,5 20,5
369, 24,5
371,5 28,5
366,5 31,
365, 39,5
364,5 48,
363, 55,5
353,5 61,
356,3 65,5
353,2 67,5
378, 15,5
372,5 17,5
377,5 25,5
375, 34,5
379, 40,5
374, 43,
369, 45,5
372,5 50,5
375,5 56,
371, 58,
366, 60,5
361, 63,
388, 15,5
383, 15,5
380,5 18,7
383,5 22,5
386, 30,
388, 37,5
384, 39,
382,5 46,
386, 51,
380,5 53,5
393, 15,5
390,5 19,
393, 36,
390, 43,
395, 47,
391,5 48,5
388,7 49,5
398, 15,5
398, 24,5
398, 34,5
398, 40,
398, 45,5
404, 15,5
404, 33,
404, 43,
410, 15,5
410, 23,
410, 31,5
410, 36,
410, 40,7
416,5 15,5

416,5 30,
 416,5 38,5
 423, 15,5
 423, 21,5
 423, 28,5
 423, 32,5
 423, 36,5
 430,5 15,5
 430,5 27,
 430,5 34,5
 438, 15,5
 438, 20,3
 438, 25,6
 438, 29,2
 438, 32,5
 445,5 15,5
 445,5 24,6
 445,5 31,
 453, 15,5
 453, 19,2
 453, 23,5
 453, 26,5
 453, 29,3
 457, 15,5
 458,5 23,
 460, 28,2
 461, 15,5
 462,5 18,5
 464,5 22,
 466, 24,7
 467, 27,3
 464, 15,5
 467,5 21,8
 470,5 26,5
 467, 15,5
 468,5 18,
 470, 21,5
 472, 23,5
 474, 25,5
 468,5 15,5
 473, 20,
 477, 23,7
 470, 15,5
 472,2 17,
 474,4 18,5
 476,6 20,2
 479, 21,8

1	15	17	3	10	16	11	2	750,	7,5	0,
3	17	19	5	11	18	12	4	750,	7,5	0,
5	19	21	7	12	20	13	6	750,	7,5	0,
7	21	23	9	13	22	14	8	750,	7,5	0,
15	25	32	34	26	24	33	27	750,	7,5	0,
15	34	36	17	27	35	28	16	750,	7,5	0,
17	36	38	19	28	37	29	18	750,	7,5	0,
19	38	40	21	29	39	30	20	750,	7,5	0,
21	40	42	23	30	41	31	22	750,	7,5	0,
32	49	51	34	43	50	44	33	15,	1,	0,
34	51	53	36	44	52	45	35	15,	1,	0,

ELEMENTOS

36	53	55	38	45	54	46	37	15.	1.	0.
38	55	57	40	46	56	47	39	15.	1.	0.
40	57	59	42	47	58	48	41	15.	1.	0.
49	74	76	51	60	75	61	50	15.	1.	0.
51	79	81	53	62	80	63	52	15.	1.	0.
53	82	84	55	64	83	65	54	15.	1.	0.
55	85	87	57	66	86	67	56	15.	1.	0.
57	68	71	59	69	70	72	58	15.	1.	0.
74	96	94	76	73	95	77	75	15.	1.	0.
94	96	109	111	95	97	110	98	15.	1.	0.
51	76	94	111	61	77	98	78	15.	1.	0.
51	111	113	79	78	112	99	62	15.	1.	0.
79	113	115	81	99	114	100	80	15.	1.	0.
53	81	115	117	63	100	116	101	15.	1.	0.
53	117	119	82	101	118	102	64	15.	1.	0.
82	119	121	84	102	120	103	83	15.	1.	0.
55	84	121	123	65	103	122	104	15.	1.	0.
55	123	125	85	104	124	105	66	15.	1.	0.
85	125	127	87	105	126	106	86	15.	1.	0.
87	127	129	89	106	128	107	88	15.	1.	0.
57	87	89	68	67	88	90	69	15.	1.	0.
68	89	92	71	90	91	93	70	15.	1.	0.
89	129	131	92	107	130	108	91	15.	1.	0.
109	144	146	111	132	145	133	110	750.	7.5	0.
111	146	148	113	133	147	134	112	750.	7.5	0.
113	148	150	115	134	149	135	114	750.	7.5	0.
115	150	152	117	135	151	136	116	750.	7.5	0.
117	152	154	119	136	153	137	118	750.	7.5	0.
119	154	156	121	137	155	138	120	750.	7.5	0.
121	156	158	123	138	157	139	122	750.	7.5	0.
123	158	160	125	139	159	140	124	750.	7.5	0.
125	160	162	127	140	161	141	126	750.	7.5	0.
127	162	164	129	141	163	142	128	750.	7.5	0.
129	164	166	131	142	165	143	130	750.	7.5	0.
144	179	181	146	167	180	168	145	750.	7.5	0.
146	181	183	185	168	182	184	169	750.	7.5	0.
146	185	150	148	169	170	149	147	750.	7.5	0.
150	185	187	189	170	186	188	171	750.	7.5	0.
150	189	191	152	171	190	172	151	750.	7.5	0.
152	191	156	154	172	173	155	153	750.	7.5	0.
156	191	193	195	173	192	194	174	750.	7.5	0.
156	195	197	158	174	196	175	157	750.	7.5	0.
158	197	199	160	175	198	176	159	750.	7.5	0.
160	199	201	162	176	200	177	161	750.	7.5	0.
162	201	166	164	177	178	165	163	750.	7.5	0.
179	214	204	181	202	215	203	180	750.	7.5	0.
181	204	206	183	203	205	207	182	750.	7.5	0.
183	206	218	220	207	217	219	208	750.	7.5	0.
183	220	187	185	208	209	186	184	750.	7.5	0.
187	220	222	224	209	221	223	210	750.	7.5	0.
187	224	212	189	210	225	211	188	750.	7.5	0.
189	212	193	191	211	213	192	190	750.	7.5	0.
204	214	229	206	215	228	216	205	750.	7.5	0.
206	229	231	218	216	230	232	217	750.	7.5	0.
218	231	241	234	232	239	242	233	750.	7.5	0.
218	234	222	220	233	235	221	219	750.	7.5	0.
214	226	243	229	227	236	237	228	750.	7.5	0.
229	243	245	231	237	244	238	230	750.	7.5	0.

231	245	247	241	238	246	240	239	750.	7.5	0.
243	251	253	245	248	252	249	244	750.	7.5	0.
245	253	255	247	249	254	250	246	750.	7.5	0.
251	259	261	253	256	260	257	252	750.	7.5	0.
253	261	263	255	257	262	258	254	750.	7.5	0.
259	267	269	261	264	268	265	260	750.	7.5	0.
261	269	271	263	265	270	266	262	750.	7.5	0.
267	275	277	269	272	276	273	268	750.	7.5	0.
269	277	279	271	273	278	274	270	750.	7.5	0.
275	283	285	277	280	284	281	276	750.	7.5	0.
277	285	287	279	281	286	282	278	750.	7.5	0.
283	291	293	285	288	292	289	284	750.	7.5	0.
285	293	295	287	289	294	290	286	750.	7.5	0.
291	299	301	293	296	300	297	292	750.	7.5	0.
293	301	303	295	297	302	298	294	750.	7.5	0.

1 97.
2 97.
3 97.
4 97.
5 97.
6 97.
7 97.
8 97.
9 97.

74 15.5

73 15.5

96 15.5

299 15.5

300 17.

301 18.5

302 20.2

303 21.8

90. 80. 70. 60. 50. 40. 30. 20.

75. 65. 55. 45. 35. 25. 15. 5.

4

1 4

2 4

3 4

4 4

5

15 4

16 4

17 4

18 4

19 4

4

46 4

47 4

60 3

61 4

2

71 4

72 4

2

77 4

78 4

2 1

14 13

3 1
23 22 21
2 1
31 30
3 1
42 41 40
2 1
48 47
3 1
59 58 57
2 1
72 69
3 1
71 70 68
2 1
93 90
3 1
92 91 89
2 1
108 107
3 1
131 130 129
5 0
166 165 164 142 129
3 0
178 163 128
5 0
201 177 162 141 127
3 0
200 161 126
5 1
199 176 160 140 125
2 1
198 159
3 1
197 175 158
2 1
196 157
3 1
195 174 156
2 1
194 173
3 1
193 192 191
2 1
213 190
3 1
212 211 189
2 1
225 188
3 1
224 210 187
2 1
223 209
3 1
222 221 220
2 1
235 219

3 1
234 233 218
2 1
242 232
3 1
241 239 231
2 1
240 238
3 1
247 246 245
2 1
250 249
3 1
255 254 253

2 1
258 257
3 1
263 262 261
2 1
266 265
3 1
271 270 269
2 1
274 273
3 1
279 278 277
2 1
282 281
3 1
287 286 285
2 1
290 289
3 1
295 294 293
2 1
298 297
3 3
303 302 301
143 131 166

-RESULTADOS-

NUMERO DE ITERACOES= 9

TOLERANCIA=1,000

COTAS PIEZOMETRICAS
PONTO X Y H

1	0,000	12,000	97,000
2	74,600	33,500	97,000
3	149,100	55,000	97,000
4	196,600	68,700	97,000
5	244,500	82,500	97,000
6	257,000	86,750	97,000
7	269,400	91,000	97,000
8	278,200	94,000	97,000
9	287,000	97,000	97,000
10	113,500	14,200	95,699
11	192,400	55,000	96,256
12	255,200	79,800	96,737
13	278,200	91,000	96,925
14	290,962	96,982	96,985
15	227,000	16,400	93,737
16	231,000	36,000	94,414
17	235,000	55,000	95,645
18	250,700	66,000	96,008
19	266,400	77,000	96,412
20	276,400	84,000	96,661
21	286,400	91,000	96,862
22	290,673	93,981	96,936
23	294,947	96,963	96,968
24	269,000	17,200	92,335
25	255,000	17,000	93,034
26	241,000	16,800	93,344
27	246,000	24,500	93,560
28	257,500	55,000	95,286
29	280,000	77,000	96,214
30	294,500	91,000	96,804
31	300,248	96,946	96,952
32	283,000	17,500	91,700
33	274,000	25,000	92,874
34	265,000	32,500	93,629
35	272,000	43,750	94,243
36	279,300	55,000	94,883
37	286,300	66,000	95,457
38	293,300	77,000	96,035
39	297,700	84,000	96,404
40	302,200	91,000	96,747
41	304,080	93,968	96,878
42	305,960	96,937	96,941
43	291,500	16,900	72,980
44	283,200	31,200	80,032
45	291,700	55,000	84,505
46	300,000	77,000	91,477
47	305,500	91,000	95,575

48	308,031	96,833	96,860
49	300,000	16,300	54,680
50	300,700	23,150	62,329
51	301,500	30,000	63,579
52	302,800	42,500	67,588
53	304,100	55,000	74,659
54	305,300	66,000	80,810
55	306,500	77,000	87,002
56	307,200	84,000	90,781
57	308,000	91,000	94,769
58	308,957	93,631	95,829
59	309,950	96,363	96,592
60	307,000	15,900	38,044
61	306,800	26,500	57,262
62	310,000	33,550	57,070
63	311,100	51,000	66,009
64	310,500	58,000	71,391
65	311,500	73,000	80,844
66	311,000	80,300	86,045
67	311,600	89,200	92,081
68	311,700	91,000	93,496
69	309,800	91,000	94,143
70	312,081	93,474	95,187
71	312,461	95,948	96,304
72	311,242	96,191	96,455
73	317,000	15,500	15,500
74	314,000	15,500	15,500
75	313,000	19,000	40,598
76	312,000	23,000	50,118
77	318,000	23,000	43,593
78	317,000	30,000	49,003
79	318,600	37,000	50,735
80	318,300	42,000	53,948
81	318,000	47,000	57,311
82	317,000	61,000	68,250
83	316,800	65,000	71,268
84	316,500	69,000	74,382
85	315,600	83,000	85,057
86	315,500	85,000	86,642
87	315,300	87,500	88,954
88	315,200	89,000	90,402
89	315,100	91,000	92,385
90	313,200	91,000	92,994
91	314,957	93,292	94,565
92	314,826	95,385	96,006
93	313,668	95,590	96,101
94	324,000	23,000	38,473
95	322,000	19,000	33,031
96	320,000	15,500	15,500
97	328,000	15,500	24,101
98	328,500	26,000	35,913
99	325,000	37,000	44,975
100	323,000	47,000	53,091
101	317,000	55,000	63,957
102	321,000	61,000	65,070
103	320,000	69,000	71,739
104	316,000	77,000	80,500
105	317,700	83,000	83,783

106	317.200	87.500	87.958
107	316.500	91.000	91.975
108	315.863	95.275	96.088
109	336.500	15.500	26.751
110	334.800	22.500	29.065
111	332.900	30.000	33.856
112	332.200	33.000	36.061
113	331.200	37.000	39.342
114	330.000	42.000	43.687
115	328.700	47.000	48.251
116	327.800	51.000	52.014
117	326.800	55.000	55.846
118	326.200	57.500	58.252
119	325.300	61.000	61.626
120	324.300	65.000	65.464
121	323.300	69.000	69.276
122	322.400	73.000	73.058
123	321.400	77.000	76.807
124	320.600	80.000	79.581
125	319.900	83.000	82.396
126	319.400	85.000	84.349
127	318.800	87.500	87.132
128	318.300	89.300	89.408
129	317.900	91.000	91.543
130	317.516	92.765	93.534
131	317.002	95.131	96.104
132	340.500	15.500	26.779
133	339.000	30.000	33.698
134	334.600	37.000	39.272
135	336.500	47.000	48.099
136	331.500	55.000	55.756
137	328.000	61.000	61.576
138	329.500	69.000	69.170
139	324.500	77.000	76.760
140	321.533	83.417	82.760
141	319.255	87.752	87.435
142	317.996	91.140	91.704
143	317.642	93.345	94.167
144	345.000	15.500	26.788
145	345.000	22.000	28.655
146	345.000	30.000	33.539
147	341.500	33.000	35.860
148	338.000	37.000	39.200
149	341.000	42.000	43.467
150	344.000	47.000	47.950
151	340.300	50.500	51.304
152	336.500	55.000	55.660
153	333.800	58.000	58.591
154	331.000	61.000	61.522
155	333.500	65.000	65.303
156	336.000	69.000	69.060
157	332.000	72.500	72.434
158	327.500	77.000	76.712
159	325.500	80.500	79.969
160	323.167	83.833	83.131
161	321.423	85.796	85.164
162	319.711	88.003	87.739
163	318.708	89.657	89.857

164	318,091	91,279	91,867
165	318,187	91,419	92,032
166	318,282	91,558	92,198
167	350,500	15,500	26,763
168	350,500	27,500	31,676
169	348,000	34,000	36,506
170	348,000	42,500	43,769
171	347,500	51,500	52,112
172	340,000	58,500	58,957
173	340,000	65,500	65,668
174	339,494	71,246	71,127
175	331,082	78,433	77,979
176	324,800	84,250	83,507
177	320,166	88,255	88,050
178	319,116	90,014	90,301
179	356,000	15,500	26,633
180	356,000	20,000	27,599
181	356,000	25,500	30,266
182	359,000	29,500	32,815
183	361,500	33,500	35,782
184	356,500	36,200	38,113
185	351,500	39,000	40,605
186	355,500	45,000	45,873
187	359,500	51,000	51,403
188	355,000	53,500	53,878
189	350,500	57,000	57,320
190	347,000	59,500	59,791
191	343,500	62,500	62,737
192	347,126	66,405	66,412
193	350,753	70,311	70,054
194	347,242	72,185	71,880
195	343,766	73,993	73,651
196	339,313	77,201	76,721
197	334,664	79,866	79,236
198	330,755	82,168	81,437
199	326,433	84,667	83,894
200	323,446	86,592	86,015
201	320,622	88,506	88,362
202	367,000	15,500	26,301
203	361,000	23,000	28,719
204	366,500	20,500	27,523
205	369,000	24,500	29,334
206	371,500	28,500	31,762
207	366,500	31,000	33,714
208	365,000	39,500	40,729
209	364,500	48,000	48,471
210	362,843	55,886	56,015
211	353,590	61,528	61,622
212	357,020	66,556	66,393
213	353,957	68,476	68,273
214	378,000	15,500	25,964
215	372,500	17,500	26,375
216	377,500	25,500	29,659
217	375,000	34,500	36,223
218	379,000	40,500	41,291
219	374,000	43,000	43,655
220	369,000	45,500	46,045
221	372,254	50,756	50,912

222	375.817	56.513	56.374
223	371.413	58.635	58.508
224	366.528	61.272	61.146
225	361.603	63.955	63.818
226	388.000	15.500	25.455
227	383.000	15.500	25.773
228	380.500	18.700	26.389
229	383.500	22.500	27.817
230	386.000	30.000	32.374
231	388.000	37.500	38.442
232	384.000	39.000	39.863
233	382.797	46.195	46.378
234	366.261	51.391	51.237
235	380.782	53.955	53.813
236	393.000	15.500	25.173
237	390.500	19.000	26.082
238	393.000	36.000	37.016
239	389.810	43.190	43.445
240	395.088	47.483	47.299
241	391.621	48.880	48.701
242	388.890	49.925	49.762
243	398.000	15.500	24.751
244	398.000	24.500	28.320
245	398.000	34.500	35.581
246	398.000	40.379	40.695
247	398.000	46.258	46.081
248	404.000	15.500	24.409
249	404.000	33.000	34.166
250	404.000	44.055	43.885
251	410.000	15.500	24.017
252	410.000	23.000	26.899
253	410.000	31.500	32.774
254	410.000	36.637	37.043
255	410.000	41.975	41.811
256	416.500	15.500	23.553
257	416.500	30.000	31.396
258	416.500	39.860	39.699
259	423.000	15.500	23.017
260	423.000	21.500	25.320
261	423.000	28.500	30.030
262	423.000	33.223	33.732
263	423.000	37.946	37.787
264	430.500	15.500	22.317
265	430.500	27.000	28.641
266	430.500	35.872	35.708
267	438.000	15.500	21.492
268	438.000	20.300	23.553
269	438.000	25.600	27.301
270	438.000	29.976	30.589
271	438.000	34.052	33.887
272	445.500	15.500	20.557
273	445.500	24.600	26.215
274	445.500	32.385	32.197
275	453.000	15.500	19.461
276	453.000	19.200	21.466
277	453.000	23.500	24.986
278	453.000	27.312	27.961
279	453.000	30.924	30.720

280	457,000	15,500	18,745
281	458,500	23,000	24,257
282	460,399	29,582	29,347
283	461,000	15,500	17,975
284	462,500	18,500	19,862
285	464,500	22,000	22,979
286	466,071	25,331	25,927
287	467,596	28,562	28,313
288	464,000	15,500	17,272
289	467,500	21,800	22,605
290	471,621	28,257	28,049
291	467,000	15,500	16,513
292	468,500	18,000	18,635
293	470,000	21,500	22,136
294	472,935	24,435	24,869
295	475,870	27,370	27,318
296	468,500	15,500	16,021
297	473,000	20,000	20,279
298	478,895	25,453	25,648
299	470,000	15,500	15,500
300	472,200	17,000	17,000
301	474,400	18,500	18,500
302	477,479	20,709	20,709
303	480,419	22,818	22,818

VELOCIDADES APARENTES

ELEMENTO	X	Y	VELX	VELY	VEL
1	152,98	34,75	12,96	-0,35	12,97
2	223,70	67,38	11,57	-0,44	11,58
3	266,72	85,40	8,76	-0,31	8,76
4	284,58	93,99	3,82	-0,16	3,83
5	257,50	20,90	23,52	-0,52	23,53
6	251,67	39,90	12,02	-0,47	12,03
7	268,75	66,00	11,61	-0,44	11,62
8	287,22	84,00	9,05	-0,41	9,06
9	297,37	93,97	3,25	-0,22	3,26
10	287,33	24,05	17,35	0,18	17,35
11	287,38	43,10	12,68	-0,49	12,69
12	295,85	66,00	11,56	-0,61	11,58

13	302.70	84.00	8.88	-0.53	8.89
14	306.76	93.89	2.91	-0.30	2.93
15	306.88	21.08	17.44	-1.79	17.53
16	310.55	42.28	12.93	-0.57	12.94
17	311.02	65.50	11.56	-0.68	11.58
18	311.30	84.63	8.78	-0.72	8.81
19	310.51	93.57	2.71	-0.50	2.75
20	317.50	19.00	12.61	-3.86	13.19
21	328.30	20.50	9.38	-1.15	9.45
22	317.55	26.25	14.54	-0.63	14.55
23	321.05	33.28	14.01	-0.49	14.02
24	324.02	42.00	13.16	-0.64	13.17
25	320.05	51.00	12.57	-0.73	12.59
26	319.05	57.75	12.21	-0.73	12.23
27	320.52	65.00	11.61	-0.74	11.63
28	318.02	73.00	10.71	-0.74	10.74
29	316.80	80.15	9.76	-0.73	9.78
30	317.50	85.00	8.82	-0.86	8.86
31	316.83	89.15	6.35	-1.06	6.44
32	312.38	89.98	5.70	-0.85	5.76
33	313.43	93.35	2.59	-0.69	2.68
34	316.21	93.04	3.17	-0.93	3.30
35	339.80	22.25	12.65	-3.57	13.14
36	336.88	33.00	16.17	-5.87	17.21
37	335.57	42.00	15.01	-6.65	16.42
38	334.05	50.75	14.22	-7.09	15.89
39	329.85	57.75	13.80	-7.20	15.57
40	328.75	65.00	13.14	-7.14	14.96
41	327.15	72.75	12.11	-7.04	14.01

42	323.07	80.25	11.53	-6.96	13.47
43	320.41	85.40	13.35	-8.02	15.57
44	318.50	89.48	1.26	-9.45	9.53
45	317.85	92.09	-3.41	-8.38	9.05
46	350.50	20.88	16.17	-3.07	16.46
47	353.50	31.60	19.26	-5.68	20.09
48	344.63	37.50	18.08	-6.37	19.17
49	351.63	47.75	16.43	-7.00	17.86
50	343.78	54.63	14.41	-7.18	16.10
51	336.90	61.63	13.44	-7.19	15.24
52	343.43	68.72	12.65	-7.11	14.51
53	335.46	74.73	11.37	-7.02	13.36
54	328.13	81.33	12.49	-6.99	14.31
55	322.43	86.19	13.09	-8.36	15.53
56	318.91	89.84	5.79	-9.40	11.04
57	364.13	18.75	21.97	-2.22	22.08
58	363.88	27.00	22.13	-4.78	22.64
59	370.00	37.00	20.82	-6.34	21.76
60	360.38	42.10	17.88	-6.70	19.10
61	367.79	53.07	15.40	-7.18	16.99
62	358.13	58.48	14.20	-7.22	15.93
63	350.39	63.86	13.23	-7.19	15.06
64	374.88	21.35	27.94	-3.25	28.13
65	380.75	32.25	25.55	-5.79	26.20
66	386.53	44.59	18.74	-6.88	19.96
67	377.40	48.48	17.12	-7.06	18.52
68	386.63	17.10	36.18	-1.44	36.20
69	391.88	27.25	30.20	-4.87	30.59
70	394.04	41.74	20.12	-6.75	21.22

71	404,00	23,75	36,56	-4,18	36,80
72	404,00	38,48	22,69	-6,59	23,63
73	416,50	22,25	44,30	-4,06	44,49
74	416,50	34,88	25,15	-6,32	25,93
75	430,50	20,88	55,33	-4,12	55,48
76	430,50	31,51	27,83	-5,97	28,46
77	445,50	19,77	70,18	-4,66	70,33
78	445,50	28,62	29,05	-5,76	29,62
79	457,63	18,98	84,78	-5,68	84,97
80	459,46	26,37	27,60	-5,88	28,22
81	465,63	18,28	96,03	-6,88	96,27
82	469,57	25,05	30,46	-6,52	31,15
83	470,75	17,50	109,85	-8,19	110,16
84	475,98	22,75	43,02	-7,85	43,73

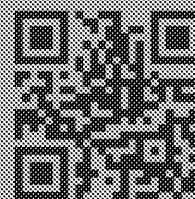
CONTORNO 1 CAUDAL= 980,155

CONTORNO 2 CAUDAL= 949,228

CONTORNO 3 CAUDAL= 808,504

CONTORNO 4 CAUDAL= 836,273

CONTORNO 5 CAUDAL= 820,968



www.lnec.pt

AV DO BRASIL 101 • 1700-066 LISBOA • PORTUGAL
tel. (+351) 21 844 30 00
lnec@lnec.pt • www.lnec.pt