



**UNIVERSIDADE DE ÉVORA**

**ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA RURAL

**Avaliação da Influência da Retração Inicial no  
Controlo da Fissuração dos Betões**

**Anexos**

**Matthias Bastian Eckert**

Orientação:

Doutor Miguel José Pereira das D. S. de Oliveira

Doutor António Carlos Bettencourt Simões Ribeiro

**Mestrado em Engenharia Civil**

Área de especialização: *Construção*

Dissertação

Évora, 2013

## ÍNDICE DE ANEXOS

9	ANEXOS .....	1
9.1	ENSAIO DE TEMPOS DE PRESA .....	1
9.1.1	Registo de Dados.....	1
9.1.2	Análise de Dados.....	4
9.2	ENSAIOS DE PROPRIEDADES MECÂNICAS .....	5
9.2.1	Betões .....	5
9.2.1.1	Registo de Dados .....	5
9.2.1.2	Análise de Dados .....	6
9.2.2	Argamassas.....	7
9.2.2.1	Registo de Dados .....	7
9.2.2.2	Análise de Dados .....	11
9.3	ENSAIO DE RETRAÇÃO QUÍMICA.....	11
9.3.1	Registo de Dados.....	11
9.3.2	Análise de Dados.....	13
9.4	ENSAIO DE RETRAÇÃO LIVRE.....	14
9.4.1	Registo de Dados.....	14
9.4.2	Análise de Retração Livre .....	18
9.4.3	Análise de Perda de Massa Livre .....	20
9.5	ENSAIO DE ANEL .....	22
9.5.1	Propriedades Geométricas e Materiais .....	22
9.5.2	Grau de Restrição .....	22
9.5.3	Variação do Comprimento Perimetral.....	25
9.5.4	Tensões Elásticas na Rotura .....	26
9.5.5	Registo de Dados.....	27
9.5.6	Análise de Fissuração.....	34
9.5.7	Análise da Perda de Massa Restringida .....	34
9.6	FICHAS TÉCNICAS.....	38
9.6.1	Superplastificantes .....	38
9.6.1.1	Glenium Sky 617 .....	38
9.6.1.1	Glenium Ace 40 .....	40
9.6.2	Retardador de Presa.....	41
9.6.3	Expansivo .....	44
9.7	REGISTO DE DADOS DURANTE OS ENSAIOS - EXEMPLOS .....	46
9.7.1	Ensaio de Retração Livre .....	46
9.7.2	Propriedades Mecânicas .....	47
9.7.2.1	Betão .....	47
9.7.2.2	Argamassas .....	48
9.8	UM DIA DE TRABALHO NO LABORATÓRIO .....	50

## 9 ANEXOS

### 9.1 ENSAIO DE TEMPOS DE PRESA

#### 9.1.1 Registo de Dados

Distância Entre Leituras			
Área (cm <sup>2</sup> )	Diâmetro (cm)	Distância mínima (cm)	Força máxima (N)
6,51	2,88	5,76	1,54
3,26	2,04	4,07	3,07
1,60	1,43	2,85	6,25
0,65	0,91	1,82	15,38
0,32	0,64	1,30	31,25
0,17	0,47	1,30	57,64

Data: 18-04-2013

Sky de Referência				
Hora	Tempo	Força (N)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistência (Mpa)
09:05	0	0	0	0
16:44	7h39	30	6,51	0,05
17:44	8h39	210	6,51	0,32
18:44	9h39	330	3,26	1,01
19:44	10h39	500	1,60	3,13
20:44	11h39	550	0,65	8,46
21h25	12h20	480	0,32	15,00
21:44	12h39	540	0,32	16,88
22:44	13h39	530	0,17	30,55

Data: 22-04-2013

Sky Expansivo				
Hora	Tempo	Força (N)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistência (Mpa)
11:25	0	0	0	0
19:10	07:45	150	6,51	0,23
20:10	08:45	520	6,51	0,80
21:10	09:45	490	1,6	3,06
22:10	10:45	620	0,65	9,54
23:10	11:45	620	0,32	19,38
00:10	12:45	620	0,17	36,47

Data: 22-04-2013

Sky 0,4% Retardador				
Hora	Tempo	Força (N)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistência (Mpa)
09:15	0	0	0	0
23:03	13:45	20	6,51	0,03
00:03	14:45	40	6,51	0,06
00:40	15:23	150	6,51	0,23

**Nota:** O ensaio foi interrompido

Data: 29-04-2013

Sky 0,2% Retardador				
Hora	Tempo	Força (N)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistência (Mpa)
09:28	0	0	0	0
20:57	11:29	40	6,51	0,06
21:57	12:29	170	6,51	0,26
22:57	13:29	470	6,51	0,72
23:57	14:29	320	3,26	0,98
00:58	15:29	350	1,6	2,19

**Nota:** O ensaio foi interrompido

Data: 09-05-2013

Sky 0,1% Retardador				
Hora	Tempo	Força (N)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistência (Mpa)
08:33	0	0	0	0
19:00	10:27	40	6,51	0,06
20:00	11:27	140	6,51	0,22
21:00	12:27	460	6,51	0,71
22:00	13:27	730	3,26	2,24
23:00	14:27	570	1,6	3,56
24:00	15:27	690	0,65	10,62
01:00	16:27	680	0,32	21,25
02:00	17:27	640	0,17	37,65

Data: 29-05-2013

Ace Referência				
Hora	Tempo	Força (N)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistência (Mpa)
09:47	0	0	0	0
13:30	03:43	510	3,26	1,56
14:30	04:43	470	0,65	7,23
15:30	05:43	530	0,17	31,18

Data: 15-05-2013

Ace Expansivo				
Hora	Tempo	Força (N)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistência (Mpa)
08:50	0	0	0	0
11:50	03:00	90	6,51	0,14
12:50	04:00	490	3,26	1,50
13:50	05:00	620	0,65	9,54
14:50	06:00	560	0,17	32,94

Data: 22-05-2013

Ace 0,1% Retardador				
Hora	Tempo	Força (N)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistência (Mpa)
09:00	0	0	0	0
13:00	04:00	390	6,51	0,60
14:00	05:00	560	1,6	3,50
15:00	06:00	400	0,32	12,50
16:00	07:00	510	0,17	30,00

Data: 23-05-2013

Ace 0,3% Retardador				
Hora	Tempo	Força (N)	Área (cm <sup>2</sup> )	Resistência (Mpa)
09:00	0	0	0	0
15:00	06:00	60	6,51	0,09
16:00	07:00	390	6,51	0,60
17:00	08:00	670	1,6	4,19
18:00	09:00	500	0,32	15,63
19:00	10:00	530	0,17	31,18

### 9.1.2 Análise de Dados

Desenvolvimento das Resistências à Penetração					
Sky Referência		Sky Expansivo		Sky Retardador	
Tempo (h)	Resistência (Mpa)	Tempo (h)	Resistência (Mpa)	Tempo (h)	Resistência (Mpa)
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7,65	0,05	7,75	0,23	10,45	0,06
8,65	0,32	8,75	0,80	11,45	0,22
9,65	1,01	9,75	3,06	12,45	0,71
10,65	3,13	10,75	9,54	13,45	2,24
11,65	8,46	11,75	19,38	14,45	3,56
12,33	15,00	12,75	36,47	15,45	10,62
12,65	16,88			16,45	21,25
13,65	30,55			17,45	37,65

Desenvolvimento das Resistências à Penetração							
Ace Referência		Ace Expansivo		Ace 0,1 Retardador		Ace 0,3 Retardador	
Tempo(h)	Resistência (Mpa)	Tempo(h)	Resistência (Mpa)	Tempo(h)	Resistência (Mpa)	Tempo(h)	Resistência (Mpa)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3,72	1,56	3,00	0,14	4,00	0,60	6,00	0,09
4,72	7,23	4,00	1,50	5,00	3,50	7,00	0,60
5,72	31,18	5,00	9,54	6,00	12,50	8,00	4,19
		6,00	32,94	7,00	30,00	9,00	15,63
						10,00	31,18

Tempos de Presa			
Amassadura	Início de Presa	Fim de Presa	Início-Fim
Sky Referência	10,72	13,78	3,07
Sky Expansivo	9,82	12,22	2,40
Sky Retardador	14,4	16,83	2,43
Ace Referência	4,05	5,57	1,52
Ace Expansivo	4,25	5,77	1,52
Ace 0,1 % Retardador	5,00	6,87	1,87
Ace 0,3 % Retardador	7,80	9,77	1,97

## 9.2 ENSAIOS DE PROPRIEDADES MECÂNICAS

### 9.2.1 Betões

#### 9.2.1.1 Registo de Dados

Sky Referência						
Data	Dias	Flexão (N)	Comp1(N)	Comp2(N)	Compressão (Mpa)	Tração (Mpa)
15-04-2013	0	0	0	0	0,00	0,00
16-04-2013	1	662	9885	8693	5,81	1,55
18-04-2013	3	1637	34857	31172	20,63	3,84
22-04-2013	7	1891	37368	37212	23,31	4,43
13-05-2013	28	1735	40230	39996	25,07	4,07

Sky Expansivo						
Data	Dias	Flexão (N)	Comp1(N)	Comp2(N)	Compressão (Mpa)	Tração (Mpa)
13-05-2013	0	0	0	0	0	0
14-05-2013	1	597	7719	10607	5,7	1,4
16-05-2013	3	1418	35770	35293	22,2	3,3
20-05-2013	7	1969	38590	40085	24,6	4,6
11-06-2013	29	2361	50071	46216	30,1	5,5

Sky Retardador						
Data	Dias	Flexão (N)	Comp1(N)	Comp2(N)	Compressão (Mpa)	Tração (Mpa)
20-05-2013	0	0	0	0	0	0
21-05-2013	1	480	8149	7477	4,9	1,1
23-05-2013	3	1824	32233	33107	20,4	4,3
27-05-2013	7	1831	40361	42461	25,9	4,3
17-06-2013	28	2141	46928	43782	28,3	5,0

Ace Referência						
Data	Dias	Flexão (N)	Comp1(N)	Comp2(N)	Compressão (Mpa)	Tração (Mpa)
03-06-2013	0	0	0	0	0,00	0,00
04-06-2013	1	1190	20002	21742	13,05	2,79
06-06-2013	3	1858	42560	35769	24,48	4,35
11-06-2013	8	1814	41351	47421	27,74	4,25
02-07-2013	29	1674	41101	38089	24,75	3,92

Ace Expansivo						
Data	Dias	Flexão (N)	Comp1(N)	Comp2(N)	Compressão (Mpa)	Tração (Mpa)
27-05-2013	0		0	0	0	0
28-05-2013	1	1145	20384	21051	12,9	2,7
30-05-2013	3	1587	41657	36949	24,6	3,7
03-06-2013	7	2153	49217	50560	31,2	5,0
24-06-2013	28	1763	47833	41138	27,8	4,1

Ace 0,1% Retardador						
Data	Dias	Flexão (N)	Comp1(N)	Comp2(N)	Compressão (Mpa)	Tração (Mpa)
04-06-2013	0	0	0	0	0,00	0,00
05-06-2013	1	1164	20904	21441	13,23	2,73
07-06-2013	3	1631	41901	41044	25,92	3,82
11-07-2013	7	2248	47604	43546	28,48	5,27
02-07-2013	28	2428	54305	48062	31,99	5,69

Ace 0,3% Retardador						
Data	Dias	Flexão (N)	Comp1(N)	Comp2(N)	Compressão (Mpa)	Tração (Mpa)
28-05-2013	0	0	0	0	0,00	0,00
29-05-2013	1	1139	19412	19176	12,06	2,67
31-05-2013	3	1749	41948	41359	26,03	4,10
04-06-2013	7	2368	46168	47971	29,42	5,55
25-06-2013	28	2324	54739	54371	34,10	5,45

### 9.2.1.2 Análise de Dados

Propriedades Mecânicas								
Sky Referência			Sky Expansivo			Sky Retardador		
Tempo (Dias)	Compressã o (Mpa)	Tração (Mpa)	Tempo (Dias)	Compressã o (Mpa)	Tração (Mpa)	Tempo (Dias)	Compressã o (Mpa)	Tração (Mpa)
0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
1	5,81	1,55	1	5,73	1,40	1	4,88	1,13
3	20,63	3,84	3	22,21	3,32	3	20,42	4,28
7	23,31	4,43	7	24,59	4,61	7	25,88	4,29
28	25,07	4,07	29	30,09	5,53	28	28,35	5,02



Propriedades Mecânicas											
Ace Referência			Ace Expansivo			Ace 0,1 Retardador			Ace 0,3 Retardado		
Tempo (Dias)	Compressão (Mpa)	Tração (Mpa)	Tempo (Dias)	Compressão (Mpa)	Tração (Mpa)	Tempo (Dias)	Compressão (Mpa)	Tração (Mpa)	Tempo (Dias)	Compressão (Mpa)	Tração (Mpa)
0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
1	13,05	2,79	1	12,95	2,68	1	13,23	2,73	1	12,06	2,67
3	24,48	4,35	3	24,56	3,72	3	25,92	3,82	3	26,03	4,10
8	27,74	4,25	7	31,18	5,05	7	28,48	5,27	7	29,42	5,55
29	24,75	3,92	28	27,80	4,13	28	31,99	5,69	28	34,10	5,45

## 9.2.2 Argamassas

### 9.2.2.1 Registo de Dados

Sky Referência						
Tempo			Módulo de Elasticidade			
Data	Hora	Tempo (H)	Ambiente	A	B	Média
17-06-2013	16:20	0				
18-06-2013	11:20	19				
19-06-2013	10:30	42,2	15,8			15,8
	12:00	43,67				
	14:00	45,67		17,6	16,3	17,0

Nota: A e B foram ensaiados após 1h em estufa a 30 °C

Sky Referência (Continuação)							
Flexão(KN)				Força de Compressão (KN)			
Ambiente	A	B	Tração (Mpa)	Ambiente	A	B	Compressão (Mpa)
	1627,0		3,8	30,0			18,8
	1852,0	1677,0	4,1		34,2	32,1	20,7

Sky Expansivo						
Tempo			Módulo de Elasticidade			
Data	Hora	Tempo (H)	Ambiente	Estufa A	Estufa B	Média
18-06-2013	15:50	0				
19-06-2013	10:00	18,2				
20-06-2013	10:30	42,2	18,5			18,5
	12:30	44,2				
	14:30	46,2		17,7	16,9	17,3

Nota: A e B foram ensaiados após 1,5h em estufa a 30 °C, o provete anelar que fissurou no 2.º dia em estufa não foi considerado para determinar o tempo de estufa.

Sky Expansivo (Continuação)							
Flexão (KN)				Força de Compressão (KN)			
Ambiente	A	B	Tração (Mpa)	Ambiente	A	B	Compressão (Mpa)
2004,0			4,7	33,7			21,0
	1825,0	1875,0	4,3		35,3	33,5	21,5

Sky Retardador						
Tempo			Módulo de Elasticidade			
Data	Hora	Tempo (H)	Ambiente	Estufa A	Estufa B	Média
19-06-2013	17:00	0				
20-06-2013	15:00	22				
21-06-2013	10:30	42,2	17,3			17,3
	12:45	43,67				
	14:45	45,67		16,5	17,6	17,1

Nota: A e B foram ensaiados após 1,75h em estufa a 30 °C

Sky Retardador (Continuação)							
Flexão(KN)				Força de Compressão (KN)			
Ambiente	A	B	Tração (Mpa)	Ambiente	A	B	Compressão (Mpa)
1692,0			4,0	32,9			20,5
	1829,0	1677,0	4,1		34,1	35,3	21,7

Ace Referência						
Tempo			Módulo de Elasticidade			
Data	Hora	Tempo (H)	Ambiente	Estufa A	Estufa B	Média
24-06-2013	11:00	0				
	19:30	8,5				
25-06-2013	11:00	23,83				
26-06-2013	09:00	45	14,7			14,7
	10:30	47,5				
	12:30	48,5		14,2	14,0	14,1

Nota: A e B foram ensaiados após 1h em estufa a 30 °C

Ace Referência (Continuação)							
Flexão(KN)				Força de Compressão (KN)			
Ambiente	A	B	Tração (Mpa)	Ambiente	A	B	Compressão (Mpa)
			3,7	31,1			19,41
	1455,0	1567,0	3,5		32,5	32,4	20,29

Ace Expansivo						
Tempo			Módulo de Elasticidade			
Data	Hora	Tempo (H)	Ambiente	Estufa A	Estufa B	Média
24-06-2013	12:00	0				
	19:30	7,5				
25-06-2013	10:50	22,2				
26-06-2013	09:00	44	16,5			16,5
	10:30	45,5				
	12:30	47,5		15,9	15,9	15,9

Nota: A e B foram ensaiados após 1h em estufa a 30 °C

Ace Expansivo (Continuação)							
Flexão(KN)				Força de Compressão (KN)			
Ambiente	A	B	Tração (Mpa)	Ambiente	A	B	Compressão (Mpa)
			3,76	35,16			21,97
	1503	1632	3,67		34,15	36,36	22,03

Ace 0,1% Retardador						
Tempo			Módulo de Elasticidade			
Data	Hora	Tempo (H)	Ambiente	Estufa A	Estufa B	Média
26-06-2013	15:30	0				
27-06-2013	09:15	17,75				
28-06-2013	10:30	43	16,7			16,7
	12:00	44,5				
	14:00	46,5		17,4	17,4	17,4

Nota: A e B foram ensaiados após 1h em estufa a 30 °C

Ace 0,1% Retardador (Continuação)							
Flexão(KN)				Força de Compressão (KN)			
Ambiente	A	B	Tração (Mpa)	Ambiente	A	B	Compressão (Mpa)
	1522,0		3,6	37,3			23,3
	1726,0	1717,0	4,0		38,7	37,6	23,8

Ace 0,3% Retardador						
Tempo			Módulo de Elasticidade			
Data	Hora	Tempo (H)	Ambiente	Estufa A	Estufa B	Média
26-06-2013	14:20	0				
27-06-2013	09:15	19,1				
28-06-2013	10:30	44,2	17,5			17,5
	12:00	45,7				
	14:00	47,7		16,9	16,8	16,9

Nota: A e B foram ensaiados após 1h em estufa a 30 °C

Ace 0,3% Retardador (Continuação)							
Flexão (KN)				Força de Compressão (KN)			
Ambiente	A	B	Tração (Mpa)	Ambiente	A	B	Compressão (Mpa)
	1762,0		4,1	38,0			23,7
	1610,0	1697,0	3,9		37,3	38,9	23,8

## 9.2.2.2 Análise de Dados

Amassadura	Resistências Mecânicas na Rotura de Argamassa							
	Compressão (MPa)		Tração (MPa)		Módulo Elasticidade (GPa)		Módulo Elasticidade EC2	
	Ambiente	Estufa	Ambiente	Estufa	Ambiente	Estufa	Ambiente	Estufa
Sky Referência	18,8	20,7	3,8	4,1	15,8	17,0	26,6	27,4
Sky Expansivo	21,0	21,5	4,7	4,3	18,5	17,3	27,5	27,7
Sky Retardador	20,5	21,7	4,0	4,1	17,3	17,1	27,3	27,8
Ace Referência	19,4	20,3	3,7	3,5	14,7	14,1	26,8	27,2
Ace Expansivo	22,0	22,0	3,8	3,7	16,5	15,9	27,9	27,9
Ace 0,1% Retardador	23,3	23,8	3,6	4,0	16,7	17,4	28,4	28,6
Ace 0,3% Retardador	23,7	23,8	4,1	3,9	17,5	16,9	28,5	28,5

## 9.3 ENSAIO DE RETRAÇÃO QUÍMICA

## 9.3.1 Registo de Dados

Ace Referência				
Provete	M copo (g)	M copo + pasta (g)	A/C	M cimento + cinzas (g)
A	63,13	66,63	0,43	2,45
B	61,03	64,93	0,43	2,73

Hora: 12:30

Tempo			Provete A		Provete B	
Data	Hora	Idade (h)	Leitura (ml)	Retração Química (ml/g cimento+cinzas)	Leitura (ml)	Retração Química (ml/g cimento+cinzas)
1-Jul	13:30	1,00	0,11	0	0,11	0
1-Jul	14:55	2,42	0,13	0,0082	0,14	0,0110
1-Jul	15:30	3,00	0,135	0,0102	0,14	0,0110
1-Jul	16:30	4,00	0,135	0,0102	0,14	0,0110
1-Jul	17:30	5,00	0,14	0,0122	0,14	0,0110
1-Jul	21:00	8,50	0,15	0,0163	0,15	0,0146
2-Jul	10:00	21,50	0,17	0,0245	0,175	0,0238
2-Jul	12:00	23,50	0,18	0,0285	0,18	0,0256
7-Jul	12:00	143,50	0,255	0,0591	0,255	0,0530
15-Jul	12:00	335,50	0,32	0,0856	0,286	0,0644
29-Jul	12:00	671,50	0,55	0,1793	0,37	0,0951

Ace Expansivo				
Provete	M copo (g)	M copo + pasta (g)	A/C	M cimento + cinzas
A	60,27	64,36	0,43	2,87
B	58,91	63,49	0,43	3,21

Hora: 11:10

Tempo			Provete A		Provete B	
Data	Hora	Idade (h)	Leitura (ml)	Retração Química (ml/g cimento+cinzas)	Leitura (ml)	Retração Química (ml/g cimento+cinzas)
1-Jul	12:10	1,00	0,2	0	0,2	0
1-Jul	13:10	2,00	0,23	0,0105	0,23	0,0093
1-Jul	14:55	3,75	0,24	0,0140	0,24	0,0125
1-Jul	15:30	4,33	0,24	0,0140	0,24	0,0125
1-Jul	16:30	5,33	0,24	0,0140	0,24	0,0125
1-Jul	17:30	6,33	0,25	0,0174	0,245	0,0140
1-Jul	21:00	9,83	0,26	0,0209	0,26	0,0187
2-Jul	10:00	22,83	0,3	0,0349	0,29	0,0280
2-Jul	12:00	24,83	0,31	0,0384	0,3	0,0311
7-Jul	12:00	144,83	0,40	0,0698	0,38	0,0561
15-Jul	12:00	336,83	0,435	0,0820	0,445	0,0763
29-Jul	12:00	672,83	0,525	0,1133	0,59	0,1215

Ace 3xExpansivo				
Provete	M copo (g)	M copo + pasta (g)	A/C	M cimento + cinzas
A	64,39	69,26	0,43	3,41
B	59,75	64,73	0,43	3,49

Hora: 12:45

Tempo			Provete A		Provete B	
Data	Hora	Idade (h)	Leitura (ml)	Retração Química (ml/g cimento+cinzas)	Leitura (ml)	Retração Química (ml/g cimento+cinzas)
1-Jul	13:45	1,00	0,13	0	0,08	0
1-Jul	14:55	2,17	0,145	0,0044	0,1	0,0057
1-Jul	15:30	2,75	0,15	0,0059	0,1	0,0057
1-Jul	16:30	3,75	0,15	0,0059	0,105	0,0072
1-Jul	17:30	4,75	0,155	0,0073	0,11	0,0086
1-Jul	21:00	8,25	0,17	0,0117	0,125	0,0129
2-Jul	10:00	21,50	0,215	0,0249	0,17	0,0258
2-Jul	12:00	23,50	0,22	0,0264	0,175	0,0272
7-Jul	12:00	143,50	0,325	0,0571	0,3	0,0630
15-Jul	12:00	335,50	0,38	0,0732	0,36	0,0802
29-Jul	12:00	671,50	0,52	0,1142	0,48	0,1146

Ace 6xExpansivo				
Provete	M copo (g)	M copo + pasta (g)	A/C	M cimento + cinzas
A	60,23	66,28	0,43	4,24
B	62,18	66,64	0,43	3,13

Hora: 13:20

Tempo			Provete A		Provete B	
Data	Hora	Idade (h)	Leitura (ml)	Retração Química (ml/g cimento+cinzas)	Leitura (ml)	Retração Química (ml/g cimento+cinzas)
1-Jul	14:20	1,00	0,16	0	0,11	0
1-Jul	14:55	1,58	0,18	0,0047	0,12	0,0032
1-Jul	15:30	2,17	0,18	0,0047	0,12	0,0032
1-Jul	16:30	3,17	0,18	0,0047	0,125	0,0048
1-Jul	17:30	4,17	0,18	0,0047	0,13	0,0064
1-Jul	21:00	7,67	0,2	0,0094	0,15	0,0128
2-Jul	10:00	20,67	0,265	0,0248	0,205	0,0304
2-Jul	12:00	22,67	0,275	0,0271	0,21	0,0320
7-Jul	12:00	142,67	0,415	0,0601	0,31	0,0640
15-Jul	12:00	334,67	0,49	0,0778	0,37	0,0832
29-Jul	12:00	670,67	0,68	0,1226	0,52	0,1311

### 9.3.2 Análise de Dados

Ace Referência		Ace Expansivo		Ace 3x Expansivo		Ace 6xExpansivo	
Idade (h)	Retração	Idade (h)	Retração	Idade (h)	Retração	Idade (h)	Retração
1,00	0,000	1,00	0,000	1,00	0,000	1,00	0,000
2,42	-0,956	2,00	-0,990	2,17	-0,506	1,58	-0,396
3,00	-1,058	3,75	-1,320	2,75	-0,579	2,17	-0,396
4,00	-1,058	4,33	-1,320	3,75	-0,651	3,17	-0,476
5,00	-1,160	5,33	-1,320	4,75	-0,796	4,17	-0,556
8,50	-1,547	6,33	-1,573	8,25	-1,230	7,67	-1,111
21,50	-2,411	9,83	-1,981	21,50	-2,534	20,67	-2,757
23,50	-2,707	22,83	-3,145	23,50	-2,679	22,67	-2,955
143,50	-5,606	24,83	-3,475	143,50	-6,007	142,67	-6,204
335,50	-7,498	144,83	-6,291	335,50	-7,671	334,67	-8,048
671,50	-13,721	336,83	-7,913	671,50	-11,440	670,67	-12,687
		672,83	-11,741				

**Nota:** Retração  $\times 10^{-2}$  ml/ (cimento + cinzas volantes)

## 9.4 ENSAIO DE RETRAÇÃO LIVRE

### 9.4.1 Registo de Dados

Legenda:

Peso sem selagem

Sky Referência (RH 70%)												
Tempo			Peso (g)				Retração					
Data	Hora	Tempo (h)	A	B	Média	Perda (g)	Padrão	A	B	Média	$\Delta$ padrão	$\varepsilon$ (%)
17-06-2013	16:20	0,0	399,98	410,43	405,21							
18-06-2013	11:20	19,0	403,60	414,16	408,88	0,0	0,003	2,140	1,935	2,038	2,035	0,000
19-06-2013	10:30	42,2	395,29	405,45	400,37	8,5	0,003	2,130	1,925	2,028	2,025	-0,004
	12:00	43,7	394,34	404,60	399,47	9,4	0,003	2,134	1,927	2,031	2,028	-0,002
	14:00	45,7	390,89	404,15	397,52	11,4	0,003	2,131	1,924	2,028	2,025	-0,004
24-06-2013	14:30	166,2	386,66	397,02	391,84	17,0	0,003	2,040	1,830	1,935	1,932	-0,036
01-07-2013	14:10	333,8	384,53	394,82	389,68	19,2	0,002	1,998	1,797	1,898	1,896	-0,049
15-07-2013	12:00	667,7	383,84	394,01	388,93	20,0	0,002	1,976	1,774	1,875	1,873	-0,057

Nota: Os provetes permaneceram 1h em estufa

Sky Referência (Rh 45%)												
Tempo			Peso (g)				Retração					
Data	Hora	Tempo (h)	A	B	Média	Perda (g)	Padrão	A	B	Média	$\Delta$ padrão	$\varepsilon$ (%)
24-06-2013	14:50	0,0	404,06	404,31	404,19							
25-06-2013	10:00	19,2	407,14	407,91	407,53	0,0	0,003	1,663	2,360	2,011	2,008	0,000
26-06-2013	09:00	42,2	397,47	396,45	396,96	10,6	0,003	1,648	2,347	1,997	1,995	-0,005
	10:30	43,7	396,93	395,85	396,39	11,1	0,003	1,659	2,357	2,008	2,005	-0,001
	12:30	45,7	396,32	395,24	395,78	11,7	0,003	1,639	2,339	1,989	1,986	-0,008
01-07-2013	14:10	167,3	389,82	388,52	389,17	18,4	0,002	1,547	2,245	1,896	1,895	-0,040
08-07-2013	11:00	332,2	388,20	386,85	387,53	20,0	0,002	1,509	2,205	1,857	1,855	-0,054
22-07-2013	11:00	668,2	387,89	386,61	387,25	20,3	0,003	1,489	2,190	1,839	1,836	-0,060

Nota: Os provetes permaneceram 1h em estufa



Sky Expansivo (Rh 70%)												
Tempo			Peso (g)				Retração					
Data	Hora	Tempo (h)	A	B	Média	Perda (g)	Padrão	A	B	Média	$\Delta$ padrão	$\epsilon$ (%)
18-06-2013	15:50	0,0	410,89	407,80	409,35							
19-06-2013	10:00	18,2	414,72	411,63	413,18	0,0	0,003	1,814	2,141	1,978	1,975	0,000
20-06-2013	10:30	42,2	405,57	402,66	404,12	9,1	0,003	1,855	2,172	2,014	2,011	0,013
	12:30	44,2	404,42	401,62	403,02	10,2	0,003	1,858	2,175	2,017	2,014	0,014
	14:30	46,2	404,09	401,29	402,69	10,5	0,003	1,851	2,168	2,010	2,007	0,011
25-06-2013	15:30	167,7	398,04	395,80	396,92	16,3	0,003	1,774	2,092	1,933	1,931	-0,016
02-07-2013	12:00	332,2	396,29	394,22	395,26	17,9	0,002	1,737	2,054	1,896	1,894	-0,029
16-07-2013	10:30	666,7	395,66	393,74	394,70	18,5	0,002	1,715	2,041	1,878	1,876	-0,035

Nota: Os provetes permaneceram 1,5h em estufa. O provete anelar que fissurou no 2.º dia em estufa não foi considerado.

Sky Expansivo (Rh 45%)												
Tempo			Peso (g)				Retração					
Data	Hora	Tempo (h)	A	B	Média	Perda (g)	Padrão	A	B	Média	$\Delta$ padrão	$\epsilon$ (%)
24-06-2013	15:30	0,0	403,97	410,31	407,14							
25-06-2013	10:00	18,5	407,47	414,08	410,78	0,0	0,003	2,407	2,043	2,225	2,222	0,000
26-06-2013	09:00	41,5	399,95	405,24	402,60	8,2	0,003	2,424	2,057	2,240	2,238	0,006
	11:00	43,0	399,16	404,45	401,81	9,0	0,003	2,435	2,069	2,252	2,249	0,009
	13:00	44,0	398,54	403,79	401,17	9,6	0,003	2,415	2,049	2,232	2,229	0,002
01-07-2013	14:10	166,7	391,50	396,51	394,01	16,8	0,002	2,328	1,964	2,146	2,145	-0,027
08-07-2013	11:00	331,5	389,73	394,64	392,19	18,6	0,002	2,288	1,924	2,106	2,104	-0,041
22-07-2013	11:00	667,5	389,24	394,09	391,67	19,1	0,003	2,271	1,907	2,089	2,086	-0,048

Nota: Os provetes permaneceram 1,5h em estufa. O provete anelar que fissurou no 2.º dia em estufa não foi considerado.

Sky Retardador												
Tempo			Peso (g)				Retração					
Data	Hora	Tempo (h)	A	B	Média	Perda (g)	Padrão	A	B	Média	$\Delta$ lpadrão	$\epsilon$ (%)
19-06-2013	17:00	0,0	407,44	409,54								
20-06-2013	15:00	22,0	411,27	413,37	412,32	0,0	0,003	2,483	2,623	2,553	2,551	0,000
21-06-2013	10:30	42,2	404,13	404,00	404,07	8,3	0,003	2,489	2,627	2,558	2,556	0,002
	12:45	43,7	403,46	403,42	403,44	8,9	0,003	2,500	2,636	2,568	2,566	0,005
	14:45	45,7	402,96	402,90	402,93	9,4	0,003	2,482	2,623	2,553	2,550	0,000
26-06-2013	16:00	167,0	396,84	396,68	396,76	15,6	0,003	2,403	2,539	2,471	2,469	-0,029
03-07-2013	14:30	333,5	395,11	395,06	395,09	17,2	0,003	2,366	2,505	2,435	2,433	-0,041
17-07-2013	10:45	665,8	394,38	394,52	394,45	17,9	0,002	2,344	2,484	2,414	2,413	-0,048

Nota: Os provetes permaneceram 1,75h em estufa.

Ace Referência												
Tempo			Peso (g)				Retração					
Data	Hora	Tempo (h)	A	B	Média	Perda (g)	Padrão	A	B	Média	$\Delta$ lpadrão	$\epsilon$ (%)
24-06-2013	11:00	0,0	416,60									
	19:30	8,5	421,42		421,42	0,0	0,003	2,112		2,112	2,109	0,000
25-06-2013	11:00	23,8	410,05		410,05	11,4	0,003	2,103		2,103	2,100	-0,003
26-06-2013	09:00	45,0	404,15		404,15	17,3	0,003	2,074		2,074	2,072	-0,013
	10:30	47,5	403,87		403,87	17,6	0,003	2,084		2,084	2,081	-0,010
	12:30	48,5	403,51		403,51	17,9	0,003	2,067		2,067	2,064	-0,016
01-07-2013	12:10	169,2	398,05		398,05	23,4	0,002	1,978		1,978	1,977	-0,046
08-07-2013	11:00	336,0	396,46		396,46	25,0	0,002	1,938		1,938	1,936	-0,061
22-07-2013	11:00	672,0	396,22		396,22	25,2	0,003	1,918		1,918	1,915	-0,068

Nota1: Os provetes permaneceram 1h em estufa

Nota2: Os provetes B partiram na desmoldagem

Ace Expansivo												
Tempo			Peso (g)				Retração					
Data	Hora	Tempo (h)	A	B	Média	Perda (g)	Padrão	A	B	Média	$\Delta$ padrão	$\epsilon$ (%)
24-06-2013	12:00	0,0	418,14	414,46								
	19:30	7,5	422,38	418,11	420,25	0,0	0,003	2,153	1,929	2,041	2,038	0,000
25-06-2013	10:50	22,2	414,03	409,27	411,65	8,6	0,003	2,197	1,975	2,086	2,083	0,016
26-06-2013	09:00	44,0	407,73	402,71	405,22	15,0	0,003	2,176	1,947	2,061	2,059	0,007
	10:30	45,5	407,49	402,52	405,01	15,2	0,003	2,190	1,961	2,075	2,072	0,012
	12:30	47,5	407,08	402,22	404,65	15,6	0,003	2,172	1,944	2,058	2,055	0,006
01-07-2013	12:10	168,2	401,41	396,94	399,18	21,1	0,002	2,092	1,863	1,977	1,976	-0,022
08-07-2013	11:00	335,0	399,65	395,53	397,59	22,7	0,002	2,057	1,835	1,946	1,944	-0,033
22-07-2013	11:00	671,0	399,11	395,14	397,13	23,1	0,003	2,038	1,815	1,926	1,923	-0,040

Nota1: Os provetes permaneceram 1h em estufa

Ace 0,1% Retardador												
Tempo			Peso (g)				Retração					
Data	Hora	Tempo (h)	A	B	Média	Perda (g)	Padrão	A	B	Média	$\Delta$ padrão	$\epsilon$ (%)
26-06-2013	15:30	0,0	409,18	408,00								
27-06-2013	09:15	17,8	413,15	411,85	412,50	0,0	0,003	1,934	2,197	2,065	2,062	0,000
28-06-2013	10:30	43,0	404,06	403,62	403,84	8,7	0,003	1,923	2,181	2,052	2,049	-0,005
	12:00	44,5	403,53	403,04	403,29	9,2	0,003	1,934	2,192	2,063	2,060	-0,001
	14:00	46,5	403,02	402,50	402,76	9,7	0,002	1,914	2,173	2,043	2,042	-0,007
03-07-2013	14:30	167,0	396,17	395,73	395,95	16,4	0,003	1,827	2,083	1,955	1,952	-0,039
10-07-2013	12:30	333,0	394,14	393,90	394,02	18,3	0,002	1,788	2,044	1,916	1,915	-0,052
24-07-2013	15:00	671,5	393,34	393,30	393,32	19,0	0,002	1,767	2,026	1,896	1,894	-0,059

Nota1: Os provetes permaneceram 1h em estufa

Ace 0,3% Retardador												
Tempo			Peso (g)				Retração					
Data	Hora	Tempo (h)	A	B	Média	Perda (g)	Padrão	A	B	Média	$\Delta$ padrão	$\epsilon$ (%)
26-06-2013	14:20	0,0	406,83	407,45								
27-06-2013	09:15	19,1	411,22	410,99	411,11	0,0	0,003	1,781	2,552	2,166	2,163	0,000
28-06-2013	10:30	44,2	405,01	403,27	404,14	7,0	0,003	1,776	2,542	2,159	2,156	-0,003
	12:00	45,7	404,36	402,62	403,49	7,6	0,003	1,785	2,550	2,167	2,164	0,000
	14:00	47,7	403,85	402,09	402,97	8,1	0,002	1,767	2,535	2,151	2,149	-0,005
03-07-2013	14:30	168,2	396,82	395,34	396,08	15,0	0,003	1,676	2,446	2,061	2,058	-0,037
10-07-2013	12:20	334,0	394,83	393,23	394,03	17,1	0,002	1,639	2,406	2,022	2,021	-0,050
24-07-2013	12:20	670,0	393,95	392,40	393,18	17,9	0,003	1,620	2,389	2,004	2,002	-0,057

Nota1: Os provetes permaneceram 1h em estufa

#### 9.4.2 Análise de Retração Livre

Extensão $\times 10^{-5}$ Desde a Desmoldagem									
Sky Referência (RH 70%)		Sky Referência		Sky Expansivo (RH 70%)		Sky Expansivo		Sky Retardador	
Tempo(H)	$\times 10^{-5}$	Tempo(H)	$\times 10^{-5}$	Tempo(H)	$\times 10^{-5}$	Tempo(H)	$\times 10^{-5}$	Tempo(H)	$\times 10^{-5}$
19,0	0,0	19,2	0,0	18,2	0,0	18,5	0,0	22,0	0,0
42,2	-3,5	42,2	-4,7	42,2	12,6	41,5	5,5	42,2	1,8
43,7	-2,5	43,7	-1,2	44,2	13,7	43,0	9,3	43,7	5,3
45,7	-3,5	45,7	-7,8	46,2	11,2	44,0	2,4	45,7	-0,2
166,2	-36,1	167,3	-39,9	167,7	-15,6	166,7	-27,2	167,0	-28,8
333,8	-48,9	332,2	-53,9	332,2	-28,6	331,5	-41,5	333,5	-41,3
667,7	-56,8	668,2	-60,4	666,7	-34,6	667,5	-47,7	665,8	-48,4

Extensão $10^{-5}$ Desde a Desmoldagem							
Ace Referência		Ace Expansivo		Ace 0,1 Retardador		Ace 0,3 Retardador	
Tempo(H)	$\epsilon \times 10^5$	Tempo(H)	$\epsilon \times 10^5$	Tempo(H)	$\epsilon \times 10^5$	Tempo(H)	$\epsilon \times 10^5$
8,5	0,0	7,5	0,0	17,8	0,0	19,1	0,0
23,8	-3,2	22,2	15,8	43,0	-4,7	44,2	-2,5
45,0	-13,1	44,0	7,2	44,5	-0,8	45,7	0,4
47,5	-9,8	45,5	12,0	46,5	-7,1	47,7	-4,8
48,5	-15,8	47,5	5,9	167,0	-38,6	168,2	-36,8
169,2	-46,5	168,2	-21,8	333,0	-51,8	334,0	-49,9
336,0	-60,9	335,0	-33,0	671,5	-58,9	670,0	-56,7
672,0	-68,1	671,0	-40,3				

Extensão $10^{-5}$ Desde as 22h									
Sky Referência (RH 70%)		Sky Referência		Sky Expansivo (RH 70%)		Sky Expansivo		Sky Retardador	
Tempo(H)	$\epsilon \times 10^5$	Tempo(H)	$\epsilon \times 10^5$	Tempo(H)	$\epsilon \times 10^5$	Tempo(H)	$\epsilon \times 10^5$	Tempo(H)	$\epsilon \times 10^5$
22,0	0,0	22,0	0,0	22,0	0,0	22,0	0,0	22,0	0,0
42,2	-3,1	42,2	-4,2	42,2	10,6	41,5	4,7	42,2	1,8
43,7	-2,0	43,7	-0,7	44,2	11,7	43,0	8,5	43,7	5,3
45,7	-3,1	45,7	-7,2	46,2	9,2	44,0	1,5	45,7	-0,2
166,2	-35,7	167,3	-39,3	167,7	-17,6	166,7	-28,0	167,0	-28,8
333,8	-48,5	332,2	-53,3	332,2	-30,6	331,5	-42,3	333,5	-41,3
667,7	-56,4	668,2	-59,8	666,7	-36,6	667,5	-48,6	665,8	-48,4

Extensão $10^{-5}$ Desde as 22h							
Ace Referência		Ace Expansivo		Ace 0,1 Retardador		Ace 0,3 Retardador	
Tempo(H)	$\epsilon \times 10^5$	Tempo(H)	$\epsilon \times 10^5$	Tempo(H)	$\epsilon \times 10^5$	Tempo(H)	$\epsilon \times 10^5$
22,0	0,0	22,0	0,0	22,0	0,0	22,0	0,0
23,8	-0,3	22,2	0,2	43,0	-4,0	44,2	-2,3
45,0	-10,2	44,0	-8,4	44,5	0,0	45,7	0,7
47,5	-7,0	45,5	-3,6	46,5	-6,3	47,7	-4,5
48,5	-13,0	47,5	-9,7	167,0	-37,8	168,2	-36,5
169,2	-43,7	168,2	-37,4	333,0	-51,0	334,0	-49,6
336,0	-58,1	335,0	-48,6	671,5	-58,1	670,0	-56,4
672,0	-65,2	671,0	-55,8				

### 9.4.3 Análise de Perda de Massa Livre

Legenda:	
MP	Massa perdida

Perda de Massa Desde A Desmoldagem (%)									
Sky Referência (RH 70%)		Sky Referência		Sky Expansivo (RH 70%)		Sky Expansivo		Sky Retardador	
Tempo(h)	MP (%)	Tempo(h)	MP (%)	Tempo(h)	MP (%)	Tempo(h)	MP (%)	Tempo(h)	MP (%)
19,0	0,00	19,2	0,00	18,2	0,00	18,5	0,00	22,0	0,00
42,2	2,10	42,2	2,61	42,2	2,21	41,5	2,01	42,2	2,02
43,7	2,32	43,7	2,75	44,2	2,48	43,0	2,20	43,7	2,17
45,7	2,80	45,7	2,91	46,2	2,56	44,0	2,36	45,7	2,30
166,2	4,21	167,3	4,54	167,7	3,97	166,7	4,12	167,0	3,81
333,8	4,74	332,2	4,95	332,2	4,38	331,5	4,57	333,5	4,22
667,7	4,92	668,2	5,02	666,7	4,51	667,5	4,69	665,8	4,37

Perda de Massa Desde A Desmoldagem (%)							
Ace Referência		Ace Expansivo		Ace 0,1% Retardador		Ace 0,3% Retardador	
Tempo(h)	MP (%)	Tempo(h)	MP (%)	Tempo(h)	MP (%)	Tempo(h)	MP (%)
8,5	0,00	7,5	0,00	17,8	0,00	19,1	0,00
23,8	2,73	22,2	2,06	43,0	2,12	44,2	1,71
45,0	4,15	44,0	3,61	44,5	2,26	45,7	1,87
47,5	4,21	45,5	3,66	46,5	2,38	47,7	2,00
48,5	4,30	47,5	3,75	167,0	4,01	168,2	3,69
169,2	5,61	168,2	5,06	333,0	4,48	334,0	4,19
336,0	5,99	335,0	5,44	671,5	4,65	670,0	4,40
672,0	6,0	671,0	5,6				

Perda de Massa Desde as 22h (%)									
Sky Referência (RH 70%)		Sky Referência		Sky Expansivo (RH 70%)		Sky Expansivo		Sky Retardador	
Tempo(h)	MP (%)	Tempo(h)	MP (%)	Tempo(h)	MP (%)	Tempo(h)	MP (%)	Tempo(h)	MP (%)
22,0	0,00	22,0	0,00	22,0	0,00	22,0	0,00	22,0	0,00
42,2	1,83	42,2	2,28	42,2	1,87	41,5	1,71	42,2	2,02
43,7	2,05	43,7	2,42	44,2	2,13	43,0	1,90	43,7	2,17
45,7	2,53	45,7	2,57	46,2	2,21	44,0	2,06	45,7	2,30
166,2	3,93	167,3	4,21	167,7	3,62	166,7	3,81	167,0	3,81
333,8	4,47	332,2	4,61	332,2	4,03	331,5	4,26	333,5	4,22
667,7	4,65	668,2	4,68	666,7	4,17	667,5	4,39	665,8	4,37

Perda de Massa Desde as 22h (%)							
Ace Referência		Ace Expansivo		Ace 0,1% Retardador		Ace 0,3% Retardador	
Tempo(h)	MP (%)	Tempo(h)	MP (%)	Tempo(h)	MP (%)	Tempo(h)	MP (%)
22,0	0,00	22,0	0,00	22,0	0,00	22,0	0,00
23,8	0,32	22,2	0,03	43,0	1,77	44,2	1,51
45,0	1,74	44,0	1,57	44,5	1,90	45,7	1,67
47,5	1,80	45,5	1,62	46,5	2,03	47,7	1,80
48,5	1,89	47,5	1,71	167,0	3,65	168,2	3,49
169,2	3,20	168,2	3,02	333,0	4,13	334,0	4,00
336,0	3,58	335,0	3,41	671,5	4,30	670,0	4,21
672,0	3,6	671,0	3,5				

Perda de Massa Desde as 22 até as 60 h(%)									
Sky Referência (RH 70%)		Sky Referência		Sky Expansivo (RH 70%)		Sky Expansivo		Sky Retardador	
Tempo(h)	MP (%)	Tempo(h)	MP (%)	Tempo(h)	MP (%)	Tempo(h)	MP (%)	Tempo(h)	MP (%)
22,0	0,00	22,0	0,00	22,0	0,00	22,0	0,00	22,0	0,00
42,2	1,83	42,2	2,28	42,2	1,87	41,5	1,71	42,2	2,02
43,7	2,05	43,7	2,42	44,2	2,13	43,0	1,90	43,7	2,17
45,7	2,53	45,7	2,57	46,2	2,21	44,0	2,06	45,7	2,30
60,0	2,71	60,0	2,76	60,0	2,37	60,0	2,28	60,0	2,48

Perda de Massa Desde as 22 até as 60 h(%)							
Ace Referência		Ace Expansivo		Ace 0,1 Retardador		Ace 0,3 Retardador	
Tempo (h)	MP (%)	Tempo (h)	MP (%)	Tempo (h)	MP (%)	Tempo (h)	MP (%)
22,0	0,00	22,0	0,00	22,0	0,00	22,0	0,00
23,8	0,32	22,2	0,03	43,0	1,77	44,2	1,51
45,0	1,74	44,0	1,57	44,5	1,90	45,7	1,67
47,5	1,80	45,5	1,62	46,5	2,03	47,7	1,80
48,5	1,89	47,5	1,71	60,0	2,22	60,0	1,98
60,0	2,0	60,0	1,8				

## 9.5 ENSAIO DE ANEL

### 9.5.1 Propriedades Geométricas e Materiais

Características Geométricas							
Tipo	$r$ (mm)	$r_i$ (mm)	$r_e$ (mm)	$h$ (mm)			
Argamassas	87,5	75	100	25			
Propriedades do Materiais							
$\mu_0$	$\mu_{aluminio}$	$\mu_{aço}$	$E_{aluminio}$ (Mpa)	$E_{aço}$ (Mpa)	$\alpha_0$	$\alpha_{aluminio}$	$\alpha_{aço}$
0,2	0,3	0,28	69200	210000	$1 \times 10^{-5}$	$2,3 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^{-5}$

### 9.5.2 Grau de Restrição

Grau de Restrição Sem Variações Térmicas								
		2 dias	28 dias					
Alumínio	$E_0/E_1$	0,25	0,43					
	e	1,56	2,21					
Aço	$E_0/E_1$	0,08	0,14					
	e	1,155	1,288					
Alumínio		Aço		$\sigma\theta / (-\varepsilon E_0)$				
$\frac{r_i}{r_e}$	k 2 dias	k endurecido	k 2 dias	k endurecido	Alu (2 dias)	Alu (Endurecido)	Aço (2 dias)	Aço (Endurecido)
0,50	1,29	1,21	1,38	1,34	0,81	0,76	0,86	0,84
0,55	1,26	1,19	1,34	1,31	0,82	0,78	0,87	0,85
0,60	1,24	1,17	1,31	1,28	0,84	0,80	0,89	0,87
0,65	1,21	1,15	1,27	1,25	0,86	0,82	0,90	0,89
0,70	1,18	1,13	1,23	1,21	0,88	0,84	0,92	0,90
0,75	1,15	1,11	1,19	1,18	0,90	0,87	0,93	0,92
0,80	1,12	1,09	1,15	1,14	0,92	0,89	0,94	0,93
0,85	1,09	1,07	1,11	1,10	0,94	0,92	0,96	0,95
0,90	1,06	1,05	1,07	1,07	0,96	0,95	0,97	0,97
0,95	1,03	1,02	1,04	1,03	0,98	0,97	0,99	0,98
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00



Grau de Restrição do Alumínio (2.º dia)					
			$\sigma\theta / E_0$		
		2 dias	ri/re	$\Delta T=0;\varepsilon=0,01\%$	$\Delta T=10;\varepsilon=0\%$
$E_0/E_1$		0,25	0,50	8,0	25,4
$\Delta$ (°C)		0	0,55	8,2	27,1
$\varepsilon$		0	0,60	8,4	29,1
P		1,22	0,65	8,6	31,4
q		0,78	0,70	8,8	34,1
			0,75	9,0	37,2
			0,80	9,2	40,9
			0,85	9,4	45,2
			0,90	9,6	50,4
			0,95	9,8	56,6
			1,00	10,0	64,1

Grau de Restrição do Alumínio (Endurecido)					
			$\sigma\theta / E_0$		
		28 dias	ri/re	$\Delta T=0;\varepsilon=0,01\%$	$\Delta T=10;\varepsilon=0\%$
$E_0/E_1$		0,43	0,50	7,5	20,9
$\Delta$ (°C)		10	0,55	7,7	22,0
$\varepsilon$		-0,0001	0,60	8,0	23,4
P		1,38	0,65	8,2	24,9
q		0,62	0,70	8,4	26,7
			0,75	8,7	28,7
			0,80	8,9	31,0
			0,85	9,2	33,6
			0,90	9,5	36,5
			0,95	9,7	39,9
			1,00	10,0	43,9

Grau de Restrição do Aço ao 2.º dia				
			$\sigma\theta / E_0$	
	2 dias	ri/re	$\Delta T=0; \varepsilon=0,01\%$	$\Delta T=10; \varepsilon=0\%$
$E_0/E_1$	0,08	0,50	8,6	10,1
$\Delta$ (°C)	0	0,55	8,7	11,0
$\varepsilon$	0	0,60	8,9	12,2
P	1,07	0,65	9,0	13,5
q	0,93	0,70	9,2	15,2
		0,75	9,3	17,2
		0,80	9,4	19,8
		0,85	9,6	22,9
		0,90	9,7	27,0
		0,95	9,9	32,4
		1,00	10,0	39,6

Grau de Restrição do Aço (Endurecido)				
			$\sigma\theta / E_0$	
	28 dias	ri/re	$\Delta T=0; \varepsilon=0,01\%$	$\Delta T=10; \varepsilon=0\%$
$E_0/E_1$	0,14	0,50	8,4	9,1
$\Delta$ (°C)	10	0,55	8,5	9,8
$\varepsilon$	-0,0001	0,60	8,7	10,8
P	1,13	0,65	8,9	11,9
q	0,87	0,70	9,0	13,3
		0,75	9,2	14,9
		0,80	9,3	16,9
		0,85	9,5	19,4
		0,90	9,7	22,4
		0,95	9,8	26,4
		1,00	10,0	31,4

### 9.5.3 Variação do Comprimento Perimetral

		$\Delta L$	
		$\Delta L(\epsilon+\Delta T)$	$\Delta L(\epsilon)$
Sky Referência	Ambiente	-0,02	-0,02
	Estufa	0,02	-0,04
Sky Expansivo	Ambiente	0,03	0,03
	Estufa	0,06	0,01
Sky Retardador	Ambiente	0,01	0,01
	Estufa	0,05	0,00
Ace Referência	Ambiente	-0,06	-0,06
	Estufa	-0,02	-0,07
Ace Expansivo	Ambiente	-0,05	-0,05
	Estufa	0,00	-0,05
Ace 0,1% Retardador	Ambiente	-0,02	-0,02
	Estufa	0,02	-0,03
Ace 0,3% Retardador	Ambiente	-0,01	-0,01
	Estufa	0,03	-0,02

	Variação de Comprimento					
	$\Delta L(\epsilon+T)$		$\Delta L(\epsilon)$		$\Delta L(T)$	
	Ambiente	Estufa	Ambiente	Estufa	Ambiente	Estufa
Amassadura						
Sky Referência	-22,90	15,20	-22,90	-39,78	0,00	54,98
Sky Expansivo	25,78	63,40	25,78	8,42	0,00	54,98
Sky Retardador	9,65	54,01	9,65	9,65	0,00	54,98
Ace Referência	-56,24	-16,31	-56,24	-71,29	0,00	54,98
Ace Expansivo	-46,14	1,61	-46,14	-53,37	0,00	54,98
Ace 0,1% Retardador	-21,74	20,22	-21,74	-34,76	0,00	54,98
Ace 0,3% Retardador	-12,40	30,04	-12,40	-24,94	0,00	54,98

### 9.5.4 Tensões Elásticas na Rotura

		Cálculo de Tensões Elásticas de Tração na Rotura dos Anéis								
		$\Delta T$ (°C)	fctm (Mpa)	$E_0$ (Gpa)	$\epsilon$	P	q	$\sigma_\theta$ (Mpa)	$\sigma_\theta/fctm$	$\sigma_r$ (Mpa)
Sky Referência	Ambiente	0	3,81	15,8	-4,2E-05	1,200	0,800	0,49	0,13	-0,07
	Estufa	10	4,14	16,95	-7,2E-05	1,214	0,786	3,48	0,84	-0,87
Sky Expansivo	Ambiente	0	4,70	18,5	4,7E-05	1,234	0,766	-0,65	-0,14	0,09
	Estufa	10	4,34	17,3	1,5E-05	1,219	0,781	2,41	0,56	-0,74
Sky Retardador	Ambiente	0	3,97	17,3	1,8E-05	1,219	0,781	-0,23	-0,06	0,03
	Estufa	10	4,11	17,05	-1,8E-06	1,216	0,784	2,60	0,63	-0,76
Ace Referência	Ambiente	0	3,71	14,7	-1,0E-04	1,186	0,814	1,13	0,30	-0,15
	Estufa	10	3,54	14,1	-1,3E-04	1,178	0,822	3,55	1,00	-0,82
Ace Expansivo	Ambiente	0	3,76	16,5	-8,4E-05	1,209	0,791	1,04	0,28	-0,14
	Estufa	10	3,67	15,9	-9,7E-05	1,201	0,799	3,57	0,97	-0,86
Ace 0,1% Retardador	Ambiente	0	3,57	16,7	-4,0E-05	1,211	0,789	0,49	0,14	-0,07
	Estufa	10	4,03	17,4	-6,3E-05	1,220	0,780	3,44	0,85	-0,88
Ace 0,3% Retardador	Ambiente	0	4,13	17,5	-2,3E-05	1,221	0,779	0,29	0,07	-0,04
	Estufa	10	3,88	16,9	-4,5E-05	1,213	0,787	3,12	0,80	-0,82

	Tensões Elásticas na Rotura					
	$\sigma_\theta$ (Mpa)		$\sigma_r$ (KPa)		$\sigma_\theta/fctm(\%)$	
	Ambiente	Estufa	Ambiente	Estufa	Ambiente	Estufa
Amassadura						
Sky Referência	0,5	3,5	-65,5	-872,9	12,9	84
Sky Expansivo	-0,6	2,4	85,7	-739,0	-13,7	56
Sky Retardador	-0,1	2,6	30,1	-758,3	-5,7	63
Ace Referência	1,1	3,5	-150,1	-818,8	30,5	100
Ace Expansivo	1,0	3,6	-137,5	-862,6	27,5	97
Ace 0,1% Retardador	0,5	3,4	-65,5	-878,2	13,8	85
Ace 0,3% Retardador	0,3	3,1	-39,1	-823,1	7,1	80

### 9.5.5 Registo de Dados

Legenda	
	Hora de fissura
"10:20"	Sala Climatizada (RH=45% e T=20°C)
"09:20"	Em estufa (T=30°C)

Sky Referência									
Peso (g)							Espessura de fissuras (mm)		
Data	Hora	Tempo(h)	Anel 1	Anel 2	Anel 3	Média	Anel 1	Anel 2	Anel 3
21-05-2013	15:20	0					0,7	0,6	0,6
22-05-2013	10:20	19,00	1544,00	1543,84	1560,62	744,31			
	15:20	24,00	1532,16	1531,39	1548,23	732,08			
23-05-2013	09:20	42,00	1522,69	1522,15	1539,04	722,78			
	10:20	43,00	1522,00	1521,47	1538,34	722,09			
	11:20	44,00	1521,51	1520,95	1537,76	721,56			
	12:20	45,00	1521,15	1520,61	1537,38	721,20			
	14:20	47,00	1520,40	1519,88	1536,60	720,45			
	15:20	48,00	1520,23	1519,82	1536,58	720,37			
	16:20	49,00	1520,23	1519,82	1536,58	720,37			
24-05-2013	12:20	72,00	1518,19	1517,75	1534,44	718,28			
28-05-2013	15:00	167,5	1516,36	1515,95	1532,54	716,44			

Sky Referência		
Número de microfissuras		
Anel 1	Anel 2	Anel 3
0	0	0
Peso do anel de alumínio		
Anel 1	Anel 2	Anel 3
807,82	801,4	806,31

Sky Expansivo									
Peso							Espessura de fissuras (mm)		
Data	Hora	Horas	Anel 4	Anel 5	Anel 6	Média	Anel 4	Anel 5	Anel 6
13-05-2013	15:20	0					0,3	0,3	
15-05-2013	10:20	19	1560,73	1579,92	1565,16	763,23			
15-05-2013	09:20	42	1531,01	1550,04	1532,80	732,58			
	10:20	43	1530,16	1549,27	1532,00	731,77			
	11:20	44	1529,69	1548,72	1531,48	731,26			
	12:20	45	1529,39	1548,39	1531,03	730,90			
	13:20	46	1529,04	1548,02	1530,73	730,56			
	14:20	47	1528,68	1547,66	1530,35	730,19			
	15:20	48	1528,34	1547,29	1529,94	729,82			
16:20	49	1527,79	1546,87	1529,50	729,35				
17:20	50	1527,36	1546,45	1529,11	728,93				
16-05-2013	09:20	66	1526,10	1545,00	1527,68	727,55	0,2		
	10:20	67	1525,56	1544,57	1527,13	727,05			
	12:20	69	1524,97	1544,02	1526,57	726,48			
20-05-2013	14:30	167	1523,42	1542,20	1524,70	724,73			

Sky Expansivo			
Número de microfissuras			
Anel 4	Anel 5	Anel 6	
11	3	3	
Peso do anel de alumínio			
Anel 4	Anel 5	Anel 6	
801,91	806,37	807,84	

Sky Retardador									
Peso							Espessura de Fissuras		
Data	Hora	Tempo(h)	Anel 7	Anel 8	Anel 9	Média	anel 7	anel 8	anel 9
20-05-2013	12:30	0							
21-05-2013	10:00	21,5	1559,87	1588,1	1567,61	764,57			
	12:30	24	1551,65	1580,16	1560	756,65			
22-05-2013	08:30	44	1529,4	1556,46	1537,74	733,91	2x0,1	0,08	0,2 0,1
	09:30	45	1529,09	1556,21	1537,54	733,66			
	10:30	46	1528,12	1555,22	1536,4	732,63			
	11:30	47	1527,56	1554,59	1535,86	732,05			
	12:30	48	1527,12	1554,15	1535,43	731,61			
	13:30	49	1526,82	1553,85	1535,06	731,29			
	14:30	50	1526,44	1553,47	1534,68	730,91			
	15:30	51	1526,12	1553,22	1534,4	730,63			
16:30	52	1525,76	1552,82	1534,02	730,25				
23-05-2013	12:30	72	1524,23	1551,33	1532,49	728,73			
27-05-2013	10:30	166	1521,75	1548,98	1530,02	726,30		0,08	

Sky Retardador		
Número de microfissuras		
anel 7	anel 8	anel 9
0	1	3
Peso do anel de alumínio		
Anel 7	Anel 8	Anel 9
804,71	812,05	805,1

Ace Referência									
Peso							Espessura de Fissuras		
Data	Hora	Tempo (h)	anel 16	anel 17	anel 18	Media	anel 16	anel 17	anel 18
03-06-2013	12:15	0					0,05		
	20:15	8	1600,62	1576,71	2042,64	779,57			
04-06-2013	12:15	24	1563,75	1537,26	20002,1	741,41			
05-06-2013	08:30	44,25	1556,68	1531,05	1993,82	734,77			
	09:30	45,25	1556,01	1530,51	1993,1	734,165			
	10:30	46,25	1555,6	1530,05	1992,62	733,73			
	11:30	47,25	1555,03	1529,63	1992,18	733,235			
	12:30	48,25	1554,68	1529,31	1991,77	732,9			
	14:00	49,75	1554,25	1528,95	1991,28	732,505			
	15:20	51,08	1553,98	1528,71	1990,97	732,25			
06-06-2013	16:30	52,25	1553,73	1528,49	1990,66	732,015			
	08:30	68,25	1552,74	1527,61	1989,35	731,08			
	14:00	73,75	1552,10	1527,02	1988,52	730,465			
	15:45	75,5	1551,7	1526,84	1988,23?	730,175			
07-06-2013	16:30	76,25	1551,43	1526,7	1988,08	729,97			
	09:30	93,25	1551,08	1526,32	1987,42	729,605			
	12:30	96,25	1550,65	1526,18	1987,2	729,32			
11-06-2013	11:50	191,58	1550,11	1525,28	1985,42	728,6			

**Nota 1:** O anel 18 foi de aço e teve dimensões diferentes pelo que não foi contabilizado.

**Nota 2:** Os anéis foram mantidos em estufa durante 14 dias e controlados durante 6 semanas.

Ace Referência		
Número de microfissuras		
anel 16	anel 17	anel 18
9	6	6
Peso do anel de alumínio		
anel 16	anel 17	anel 18
812,7	805,49	



Ace Expansivo									
Peso							Espessura de Fissuras		
Data	Hora	Tempo (h)	Anel 10	Anel 11	Anel 12	Media	Anel 10	Anel 11	Anel 12
27-05-2013	12:00	0					0,05	0,05	0,05
	20:15	8,25	1591,38	1592,07	1578,01	779,56			
28-05-2013	11:20	23,33	1553,80	1554,79	1541,16	742,33			
29-05-2013	08:30	44,50	1548,50	1549,23	1535,81	736,92			
	09:30	45,50	1548,01	1548,75	1535,10	736,36			
	10:30	46,50	1547,56	1548,32	1534,63	735,91			
	11:30	47,50	1547,23	1547,94	1534,28	735,56			
	13:30	49,50	1546,67	1547,38	1533,72	735,00			
	14:30	50,50	1546,45	1547,12	1533,40	734,73			
	15:30	51,50	1546,25	1546,90	1533,27	734,55			
	16:30	52,50	1545,94	1546,58	1532,99	734,25			
30-05-2013	11:30	71,50	1545,33	1545,94	1532,42	733,64			
03-06-2013	10:00	166,00	1544,40	1544,85	1531,55	732,68			

Ace Expansivo		
Número de microfissuras		
Anel 10	Anel 11	Anel 12
5	9	11
Peso do anel de alumínio		
Anel 10	Anel 11	Anel 12
812,48	805,29	805

Ace 0,1% Retardador									
Peso							Espessura de Fissuras		
Data	Hora	Tempo (h)	Anel 19	Anel 20	Anel 21	Media	Anel 19	Anel 20	Anel 21
04-06-2013	12:00	0							
	23:00	11	1568,14	1590,81	2235,26	768,68			
05-06-2013	12:00	24	1546,95	1568,72	2208,48	747,04			
06-06-2013	08:45	44,75	1538,89	1561,48	2198,54	739,39	0,05		
	09:45	45,75	1538,31	1560,81	2197,8	738,765			
	10:45	46,75	1537,74	1560,22	2197,13	738,185			
	11:45	47,75	1537,33	1559,81	2196,65	737,775			
	12:45	48,75	1537,09	1559,55	2196,05	737,525			
	14:00	50	1536,7	1559,18	2199,54	737,145			
	15:45	51,75	1536,04	1558,63	2195,05	736,54			
07-06-2013	09:30	69,5	1534,76	1557,36	2193,19	735,265			
	12:30	72,5	1534,09	1556,76	2192,6	734,63			
11-06-2013	11:50	167,83	1532,14	1555,1	2188,63	732,825			

**Nota 1:** O anel 21 foi de aço e teve dimensões diferentes pelo que não foi contabilizado.

**Nota 2:** Os anéis foram mantidos em estufa durante 14 dias e controlados durante 6 semanas.

Ace 0,1% Retardador		
Número de microfissuras		
Anel 19	Anel 20	Anel 21
5	5	5
Peso do anel de alumínio		
Anel 19	Anel 20	Anel 21
805,19	816,4	

Ace 0,3% Retardador									
Peso							Espessura de Fissuras		
Data	Hora	Tempo (h)	Anel 13	Anel 14	Anel 15	Media	Anel 13	Anel 14	Anel 15
28-05-2013	15:50	0							
29-05-2013	08:30	16,67	1580,41	1584,76	1581,14	776,47			
	15:40	23,83	1562,53	1566,42	1562,93	758,33			
30-05-2013	09:30	42,33	1552,57	1556,32	1552,34	748,11			
	10:30	43,33	1551,91	1555,67	1551,59	747,43			
	11:30	44,33	1551,16	1555,04	1551,03	746,78			
	12:30	45,33	1550,62	1554,05	1550,47	746,08			
	13:30	46,33	1550,10	1553,56	1549,98	745,58			
	14:30	47,33	1549,74	1553,21	1549,67	745,24			
	15:30	48,33	1549,36	1552,84	1549,27	744,86			
	16:30	49,33	1549,08	1552,57	1548,98	744,58			
31-05-2013	17:30	50,33	1548,79	1552,26	1548,66	744,27			
	09:30	66,33	1547,37	1550,84	1547,19	742,84			
	10:30	67,33	1546,95	1550,48	1546,86	742,47			
	12:30	69,33	1546,50	1549,99	1546,34	741,98			
	14:30	71,33	1546,14	1549,68	1546,07	741,67			
	16:30	73,33	1545,85	1549,41	1545,72	741,36			
01-06-2013	17:30	74,33	1545,71	1549,25	1545,37	741,15			
	10:30	91,33	1544,94	1548,49	1544,59	740,38			
	13:00	93,17	1544,26	1547,80	1544,59	739,92			
02-06-2013	18:30	99,33	1543,56	1547,10	1543,12	738,96			
	10:30	115,67	1543,31	1546,85	1542,91	738,73			
	13:30	118,67	1542,85	1546,38	1542,45	738,26			
03-06-2013	18:30	123,67	1542,36	1545,92	1545,92	739,10			
	09:30	138,67	1542,22	1545,83	1541,89	737,68			
	13:00	141,17	1541,82	1545,4	1541,5	737,28			
04-06-2013	17:30	146,67	1541,52	1545,07	1541,14	736,95			
	09:30	162,67	1541,59	1545,2	1541,26	737,05			
	13:00	165,17	1541,33	1544,93	1540,98	736,78			
05-06-2013	08:20	184,50	1540,49	1544,11	1540,14	735,95			
	16:30	192,67	1540,65	1544,27	1540,34	736,12			
06-06-2013	08:30	209,67	1540,09	1543,66	1539,8	735,55			
	16:30	217,67	1540,26	1543,93	1539,98	735,76			
07-06-2013	09:30	234,67	1539,77	1543,5	1539,54	735,31			
	12:30	237,67	1539,84	1543,57	1539,6	735,37			
11-06-2013	11:50	332,00	1538,66	1542,55	1538,54	734,29			

**Nota 2:** Os anéis formam controlados durante 6 semanas.

Ace 0,3% Retardador		
Número de microfissuras		
Anel 13	Anel 14	Anel 15
5	6	2
Peso do anel de alumínio		
Anel 13	Anel 14	Anel 15
806,68	802,13	808,08

### 9.5.6 Análise de Fissuração

Análise de Fissuração						
Amassadura	Quantidade (uni)	Espessura (mm)	Tempo Ambiente (h)	Tempo em Estufa (h)	Microfissuras (uni)	Espessura Acumulada
Sky Referência	1	630	42	1	0	630
Sky Expansivo	1	270	42	4	5,7	270
Sky Retardador	2	11	44	1,75	1,3	22
Ace Referência	0,5	50	42,25	1	7,5	25
Ace Expansivo	1	50	44,5	1	8,33	50
Ace 0,1% Retardador	0,5	50	44,75	1	5	25
Ace 0,3% Retardador	0	----	----	----	4,33	----

### 9.5.7 Análise da Perda de Massa Restringida

Perda de Massa Desde A Desmoldagem					
Sky Referência		Sky Expansivo		Sky Retardador	
Tempo(H)	Massa Perdida (%)	Tempo(h)	Massa Perdida (g)	Tempo(h)	Massa Perdida (g)
19,00	0,00	19,00	0,00	21,50	0,00
24,00	1,64	42,00	4,02	24,00	1,04
42,00	2,89	43,00	4,12	44,00	4,01
43,00	2,98	44,00	4,19	45,00	4,04
44,00	3,06	45,00	4,24	46,00	4,18
45,00	3,10	46,00	4,28	47,00	4,25
47,00	3,21	47,00	4,33	48,00	4,31
48,00	3,22	48,00	4,38	49,00	4,35
49,00	3,22	49,00	4,44	50,00	4,40
50,00	3,28	50,00	4,49	51,00	4,44
72,00	3,50	66,00	4,67	52,00	4,49
167,50	3,74	67,00	4,74	72,00	4,69
		69,00	4,82	166,00	5,01
		167,00	5,04		

Perda de Massa Desde A Desmoldagem

Ace Referência		Ace Expansivo		Ace 0,1 Retardador		Ace 0,3 Retardador	
Tempo (h)	Massa Perdida (g)	Tempo (h)	Massa Perdida (g)	Tempo (h)	Massa Perdida (g)	Tempo (h)	Massa Perdida (g)
8,00	0,00	8,25	0,00	11,00	0,00	16,67	0,00
24,00	4,90	23,33	4,78	24,00	2,82	23,83	2,34
44,25	5,75	44,50	5,47	44,75	3,81	42,33	3,65
45,25	5,82	45,50	5,54	45,75	3,89	43,33	3,74
46,25	5,88	46,50	5,60	46,75	3,97	44,33	3,82
47,25	5,94	47,50	5,64	47,75	4,02	45,33	3,91
48,25	5,99	49,50	5,72	48,75	4,05	46,33	3,98
49,75	6,04	50,50	5,75	50,00	4,10	47,33	4,02
51,08	6,07	51,50	5,77	51,75	4,18	48,33	4,07
52,25	6,10	52,50	5,81	52,75	4,22	49,33	4,11
68,25	6,22	71,50	5,89	69,50	4,35	50,33	4,15
73,75	6,30	166,00	6,01	72,50	4,43	66,33	4,33
75,50	6,34			167,83	4,66	67,33	4,38
76,25	6,36					69,33	4,44
93,25	6,41					71,33	4,48
96,25	6,45					73,33	4,52
191,58	6,54					74,33	4,55
						91,33	4,65
						93,17	4,71
						99,33	4,83
						115,67	4,86
						118,67	4,92
						123,67	4,81
						138,67	5,00
						141,17	5,05
						146,67	5,09
						162,67	5,08
						165,17	5,11
						184,50	5,22
						192,67	5,20
						209,67	5,27
						217,67	5,24
						234,67	5,30
						237,67	5,29
						332,00	5,43

Perda de Massa Desde as 21:30h					
Sky Referência		Sky Expansivo		Sky Retardador	
Tempo (h)	Massa Perdida (g)	Tempo (h)	Massa Perdida (g)	Tempo (h)	Massa Perdida (g)
21,50	0,00	21,50	0,00	21,50	0,00
24,00	0,82	42,00	3,58	24,00	1,04
42,00	2,07	43,00	3,69	44,00	4,01
43,00	2,16	44,00	3,75	45,00	4,04
44,00	2,23	45,00	3,80	46,00	4,18
45,00	2,28	46,00	3,84	47,00	4,25
47,00	2,38	47,00	3,89	48,00	4,31
48,00	2,40	48,00	3,94	49,00	4,35
49,00	2,40	49,00	4,00	50,00	4,40
50,00	2,46	50,00	4,06	51,00	4,44
72,00	2,68	66,00	4,24	52,00	4,49
167,50	2,92	67,00	4,30	72,00	4,69
		69,00	4,38	166,00	5,01
		167,00	4,61		

Perda de Massa Desde as 21:30h							
Ace Referência		Ace Expansivo		Ace 0,1 Retardador		Ace 0,3 Retardador	
Tempo (h)	Massa Perdida (g)	Tempo (h)	Massa Perdida (g)	Tempo (h)	Massa Perdida (g)	Tempo (h)	Massa Perdida (g)
21,50	0,00	21,50	0,00	21,50	0,00	21,50	0,00
24,00	0,76	23,33	0,58	24,00	0,54	23,83	2,13
44,25	1,62	44,50	1,27	44,75	1,54	42,33	3,44
45,25	1,69	45,50	1,34	45,75	1,62	43,33	3,53
46,25	1,75	46,50	1,40	46,75	1,69	44,33	3,61
47,25	1,81	47,50	1,45	47,75	1,75	45,33	3,70
48,25	1,86	49,50	1,52	48,75	1,78	46,33	3,77
49,75	1,91	50,50	1,55	50,00	1,83	47,33	3,81
51,08	1,94	51,50	1,58	51,75	1,91	48,33	3,86
52,25	1,97	52,50	1,62	52,75	1,94	49,33	3,90
68,25	2,09	71,50	1,69	69,50	2,07	50,33	3,93
73,75	2,17	166,00	1,82	72,50	2,16	66,33	4,12
75,50	2,21			167,83	2,39	67,33	4,17
76,25	2,23					69,33	4,23
93,25	2,28					71,33	4,27
96,25	2,32					73,33	4,31
191,58	2,41					74,33	4,34
						91,33	4,44
						93,17	4,49
						99,33	4,62
						115,67	4,65
						118,67	4,71
						123,67	4,60
						138,67	4,78
						141,17	4,83
						146,67	4,88
						162,67	4,86
						165,17	4,90
						184,50	5,00
						192,67	4,98
						209,67	5,06
						217,67	5,03
						234,67	5,09
						237,67	5,08
						332,00	5,22

## 9.6 FICHAS TÉCNICAS

### 9.6.1 Superplastificantes

#### 9.6.1.1 Glenium Sky 617



The Chemical Company

## GLENIUM<sup>®</sup> SKY 617

**Adjuvante superplastificante, à base de éter policarboxílico, indicado para a produção de betão pronto, com elevada manutenção da trabalhabilidade e durabilidade**

#### Descrição

GLENIUM<sup>®</sup> SKY 617 é um adjuvante superplastificante de nova geração, com base numa cadeia de éter policarboxílico modificado, indicado para a indústria do betão, com elevada manutenção da trabalhabilidade e durabilidade.

#### Mecanismo de acção de GLENIUM SKY 617

GLENIUM SKY 617 é um superplastificante com elevada manutenção de trabalhabilidade, com um mecanismo de acção, em que os grânulos de cimento são dispersos, tanto pelo efeito electrostático como, pelo efeito estérico das cadeias laterais hidrofílicas presentes na cadeia polimérica de base. Desta forma, obtém-se uma capacidade de separação e dispersão mais elevadas, em comparação com outros superplastificantes, e ainda uma evidente capacidade de reduzir o conteúdo de água.

O GLENIUM SKY 617 liberta cadeias adicionais de polímeros que evitam a floculação dos grânulos de cimento, sem inibirem a hidratação num determinado período de tempo, em consequência da alcalinidade criada pela pasta de cimento.

Este mecanismo permite:

- Manter um maior tempo de trabalhabilidade;
- Obter maiores resistências mecânicas às primeiras idades, relativamente aos superplastificantes retardadores tradicionais.
- Reduzir o conteúdo de água comparativamente aos superplastificantes tradicionais.

O elevado e constante poder dispersante de GLENIUM SKY 617, permite realizar betões autocompactáveis, betões pós-esforçados, ou até betão pré-fabricado (em que o requisito manutenção de trabalhabilidade seja uma exigência), sendo a sua principal aplicação a indústria do betão pronto.



#### Vantagens

- Permite a produção de betão com elevada classe de trabalhabilidade (sem segregação), de baixíssima relação A/C, e fluido, durante o tempo necessário ao transporte e colocação em obra.
- Melhora o acabamento superficial.
- A elevada compacidade obtida no betão produzido, permite entre outros, a obtenção de um material particularmente coeso e com uma performance melhorada, tendo em conta a impermeabilidade aos agentes agressivos externos (cloretos, sulfatos e anidrido carbónico), e uma maior resitência à acção agressiva dos ciclos de gelo-degelo.
- Comparativamente a um superplastificante tradicional retardador (de anteriores gerações), permite aumentar a durabilidade da obra e melhorar sensivelmente os valores de resistências iniciais e finais, retracção, aderência às armaduras e impermeabilidade à água.
- O mecanismo de acção único, permite obter uma redução de água superior, relativamente aos superplastificantes tradicionais sulfonados.



**Rendimento / Dosagem**

A dosagem normalmente recomendada é aproximadamente 1,3 Kg por 100 Kg de cimento (ligante). São possíveis dosagens superiores ou inferiores (1 a 1,7 Kg por 100 Kg de cimento (ligante)) às indicadas, mediante a realização de ensaios prévios, em função da relação a/c, do tipo de cimento (ligante), da granulometria utilizada, etc.

**Embalagem e armazenamento**

GLENIUM SKY 617 é fornecido em bidons de 210L, depósitos de 1000L ou a granel. Armazenar em local abrigado, a temperaturas não inferiores a 5°C. No caso de congelamento, aquecer o produto a 30°C e agitar até reconstituir.

**Modo de aplicação**

O melhor método de utilização é: misturar o cimento, outros ligantes, areia, agregados e a água de mistura até à obtenção de uma mistura homogénea.

O efeito plastificante pode ser maximizado se o GLENIUM SKY 617 for adicionado ao betão com cerca de 70% da água de amassadura já introduzida. Não deve juntar este adjuvante a areia ou agregados secos.

**Compatibilidade**

Por forma a otimizar situações específicas recomenda-se a utilização dos adjuvantes complementares:

- Introdutor de ar MICRO-AIR 100 para melhorar a resistência aos ciclos de gelo/degelo,
- Microsilica MEYCO MS 610 para betão de alta performance e melhoria da durabilidade em ambientes quimicamente agressivos (classes de exposição tipo 3, 4 e 5 de acordo com ENV 206),
- Agente expansivo RHEOMAC 100 (STABILMAC), para retracção compensada,
- Fibras sintéticas MASTERFIBER para prevenir a fissuração por retracção na fase plástica,
- Agente de cura MASTERKURE para prevenir a evaporação demasiado rápida da água de mistura.

A cinza volante e escória podem também beneficiar a produção de betão autonivelante e muito coeso.

**Não é compatível com os adjuvantes RHEOBUILD.**

**Deve ter-se em conta**

- Recomenda-se sempre a realização de ensaios prévios à utilização do adjuvante para ajustar a dosagem ótima.

<b>Características técnicas</b>	
Função principal:	Superplastificante / Forte redutor de água
Marcação CE:	Segundo NP EN 934-2 como T11.1, T11.2
Aspecto:	Líquido castanho
Densidade relativa (20°C):	1,05 ± 0,02 g/cm <sup>3</sup>
pH:	7,3 ± 1,5
Teor em iões cloreto:	< 0,1%
<i>Os dados técnicos aqui apresentados são fruto de resultados estatísticos. Caso se pretendam valores de controlo, podem ser solicitados ao nosso Departamento Técnico.</i>	

**NOTA:**

A presente Ficha Técnica serve, assim como as demais recomendações e informação técnica, unicamente para a descrição das características do produto, modo de utilização e suas aplicações. Os dados e informações reproduzidos têm por base os nossos conhecimentos técnicos adquiridos através de biografia, ensaios de laboratório e através da prática.

Os dados de consumo e dosificação que figuram nesta ficha técnica, são baseados na nossa própria experiência, pelo que são susceptíveis de variações devido a diferentes condições de obra. Os consumos e dosificações reais deverão determinar-se através de ensaios prévios sendo estes responsabilidade do cliente.

Para um acompanhamento adicional, o nosso serviço técnico, está à sua disposição.

BASF Portuguesa, S.A. reserva o direito de modificar a composição dos produtos, sempre e quando estes continuem cumprindo as características descritas na Ficha Técnica.

Outras aplicações do produto que não se enquadrem com as indicadas, não serão da nossa responsabilidade.

Outorgamos garantia em caso de defeito na qualidade de produção dos nossos produtos, ficando excluídas as reclamações adicionais, sendo da nossa responsabilidade tão só a de compensar o valor de mercadoria fornecida.

Deve ser tido em conta as eventuais reservas correspondentes a patentes ou direito de terceiros.

Data de emissão 14/02/2011

A presente ficha técnica perde a sua validade com a emissão de uma nova.



Glenium Sky 617 Página 3 de 3

**BASF Portuguesa, S.A.**

**Sede:** Rua 25 de Abril, n.º 1  
2689-538 PRIOR-VELHO  
Tel: 21 949 99 00 – Fax: 21 949 99 45/49

**Fábrica:** Rua de S. Sebastião, 57 – Cabra Figa  
2635-047 RIO DE MOURO  
Tel: 21 915 85 50 – Fax: 21 915 85 52

**Delegação Norte:** Rua Manuel Pinto de Azevedo, 626  
4100-320 PORTO  
Tel: 22 615 96 00 – Fax: 22 617 75 10

[www.basf.pt](http://www.basf.pt)

## 9.6.1.1 Glenium Ace 40



The Chemical Company

**GLENIUM® ACE 40 (FM)****Zero Energy System - neue Generation von Fließmitteln auf Basis Polycarboxylatether**Glenium ACE 40  
con.30% SPL

EN 934-2:T3.1/3.2

0921-CPD-2003

**Einsatzbereich:**

GLENIUM® ACE 40 (FM)/(BV) ist aufgrund seiner guten Wirksamkeit ein ideales Zusatzmittel für Fertigteilwerke, die rheodynamischen, frühhochfesten Beton sowie Spannbeton herstellen. Es ermöglicht die Herstellung von Betonen mit sehr niedrigen w/z-Werten und ergibt dauerhafte Betone mit hohen Früh- und Endfestigkeiten. Dabei ist der Einsatz von GLENIUM® ACE 40 (FM)/(BV) nicht auf eine bestimmte Konsistenzklasse beschränkt. Von F 1 bis F 6 bzw. SCC lassen sich Betone aller Konsistenzklassen damit herstellen. Betone mit Glenium ACE 40 (FM)/(BV) zeichnen sich durch eine gute Konsistenzhaltung auch bei höheren Temperaturen aus. Der kombinierte Einsatz mit Luftporenbildnern ist möglich.

**Wirkung:**

GLENIUM® ACE 40 (FM)/(BV) ist eine Innovation im Bereich der Fließmittel auf Polycarboxylatether-Basis. Die neuartige Molekülstruktur bewirkt, dass für die Hydratationsreaktion der Zementpartikel eine größere Oberfläche zur Verfügung steht. Zusätzlich erfolgt eine sehr rasche Adsorption der Moleküle an den Zementpartikeln und ein außerordentlich effizienter Dispergierungseffekt (elektrostatische Stabilisierung). Die Summe dieser Effekte bewirkt eine frühere Hydratationsreaktion. Die dabei auftretende Wärmeentwicklung wird effizienter ausgenutzt und es resultiert eine deutlich raschere Frühfestigkeitsentwicklung des Betons.

**Vorteile:**

- neuartige Molekülstruktur mit sehr guten Verflüssigungseigenschaften
- verbesserte Betoneigenschaften
- deutlich höhere Frühfestigkeiten des Betons
- Steigerung der Produktivität durch Verkürzung der Ausschallfristen
- Reduzierung der Wärmebehandlung
- hohes Energieeinsparungspotential

- Einsatz weniger reaktiver Zementsorten möglich
- gute Konsistenzhaltung bei hohen Betontemperaturen

**ZERO ENERGY SYSTEM:** Das System basiert auf der Kombination von GLENIUM ACE und GLENIUM STREAM, der neuesten Technologie des rheodynamischen Betons (selbstverdichtender Beton ohne Entmischungsneigung).

Das Zero Energy System wurde entwickelt, um den Prozess der Produktion von Betonfertigteilen zu rationalisieren. Die Energiekosten werden gesenkt, Produkte und Arbeitsbedingungen verbessert, Verdichtungsenergie kann eingespart werden, Heizkosten und die Aushärtungszeiten können deutlich reduziert werden.

ACE - Admixture Controlled Energy - Zusatzmittelgesteuerte Energieoptimierung.

**Prüfungen/ Zertifikate:**

Fließmittel für Beton nach DIN EN 934-2: T 3.1/3.2 entspricht den Anforderungen der DIN-V-18998 gem. DIN V 20000-100:2002-11, Abschnitt 4.4, für Beton für vorgespannte Tragwerke geeignet gleichmäßig im Sinne von DIN V 20000-100:2002-11, Abschnitt 6 Verwendung in Beton mit alkaliempfindlicher Gesteinskörnung entsprechend DIN V 20000 - 100, 8.1 entspricht den Anforderungen der ZTV-ING und der ZTV-StB 07.

**Dosierung:**

Empfohlener Dosierbereich: 0,2 – 2,3 M% vom Zementgewicht. Die im Einzelfall erforderliche Zugabemenge richtet sich nach den geforderten Betoneigenschaften und ist in einer Erstprüfung festzulegen.

## 9.6.2 Retardador de Presa



The Chemical Company

FT 8.2.07

# DELVO CRETE Stabilizer E

**Aditivo estabilizador de fraguado para el control de la hidratación del cemento.**

### Campo de aplicación

DELVO CRETE Stabilizer E es un aditivo presentado en formato líquido que actúa como inhibidor/estabilizador de la hidratación del cemento, permitiendo de este modo un completo control sobre los tiempos de fraguado.

Gracias al efecto estabilizador de la hidratación producido por DELVO CRETE Stabilizer E es posible mantener hormigones en estado fresco y sin pérdida de consistencia hasta incluso 72 horas después de su fabricación, para ser activados de nuevo con los acelerantes de fraguado de la gama MEYCO SA o DELVO CRETE Activator. DELVO CRETE Stabilizer E, a diferencia de los aditivos retardantes convencionales para hormigón, no implica pérdida alguna en el rendimiento del acelerante empleado.

Especialmente recomendado para:

- Transportes de hormigón o gunita a largas distancias.
- Hormigón proyectado vía húmeda.
- Hormigón sometido a largas esperas.
- Control de la hidratación en cementos muy rápidos o en cementos blancos.
- Estabilización de lechadas de cemento.

El empleo de DELVO CRETE Stabilizer E no perjudica la evolución de resistencias del hormigón, así como su durabilidad y su adherencia con las armaduras.

Consultar con el Departamento Técnico cualquier aplicación no prevista en esta relación.

### Propiedades

- Inhibe y estabiliza la hidratación del cemento desde 3 a 72 horas.
- Permite una total independencia entre los procesos de amasado, entrega y ejecución del hormigón (los camiones servidos en obra pueden esperar hasta 72 horas, permitiendo por ejemplo, preparar durante la tarde del viernes todos los camiones que puedan aplicarse durante el fin de semana)
- Ante largas esperas, evita la obstrucción de la bomba y permite seguir almacenando el hormigón en el camión sin riesgo a que éste empiece su proceso de fraguado.
- Compatible con los acelerantes de fraguado MEYCO SA y DELVO CRETE Activator.

- Aumenta el rendimiento final de hidratación del cemento, mejorando las resistencias a largo plazo.
- Compatible con cemento blanco.



### Modo de utilización

Adicionar DELVO CRETE Stabilizer E en el momento del amasado del hormigón. Es recomendable que el aditivo se adicione cuando ya haya entrado la mitad de la carga de agua de amasado. Si se emplean otros aditivos en combinación con DELVO CRETE Stabilizer E, es preferible que éstos se añadan posteriormente a DELVO CRETE Stabilizer E. Amasar hasta una correcta distribución del aditivo en toda la masa.

En el caso de producirse interrupciones o paradas en la obra que obliguen a paralizar el ritmo de hormigonado, puede añadirse DELVO CRETE Stabilizer E directamente al camión hormigonera, aunque el máximo rendimiento del aditivo se consigue adicionándolo en el momento del primer contacto entre el cemento y el agua de amasado.

En el caso de añadir el aditivo al camión hormigonera, deberá mezclarse amasando a la máxima revolución hasta una completa dispersión del aditivo.

**Dosificación**

La dosificación de DELVO CRETE Stabilizer E variará en función del tiempo de estabilización requerido.

Dosificaciones aproximadas a 20° C.	
Estabilización para 3 horas	0,4 – 0,5% spc
Estabilización para 10 horas	1,0 – 1,2% spc
Estabilización para 72 horas	2,0 – 2,5% spc

Estas dosificaciones son orientativas y se verán influenciadas por la temperatura así como por la composición del cemento, la relación A/C y la consistencia del hormigón.

Es imprescindible la realización de ensayos previos para determinar la compatibilidad del aditivo con el cemento empleado y para definir las dosificaciones óptimas según el tiempo de estabilización deseado y considerando las condiciones climáticas.

**Condiciones de almacenamiento/  
Tiempo de conservación**

DELVO CRETE Stabilizer E debe almacenarse en sus envases originales cerrados, en lugar fresco y seco protegido del agua, y a una temperatura mínima de +1° C. Si se congela, podrá reconstituirse totalmente mediante agitación mecánica suave.

Almacenado correctamente, DELVO CRETE Stabilizer E puede conservarse hasta 12 meses.

**Manipulación y transporte**

Para su manipulación deberán observarse las medidas preventivas usuales para el manejo de productos químicos, por ejemplo usar gafas y guantes. Lavarse las manos antes de una pausa y al término del trabajo. No comer, beber y fumar durante la aplicación.

La eliminación del producto y su envase debe realizarse de acuerdo con la legislación vigente y es responsabilidad del poseedor final.

Para más información, consultar la Hoja de seguridad del producto.

**Hay que tener en cuenta**

- Se recomienda la realización de ensayos previos a la utilización del producto.
- No emplear dosificaciones inferiores ni superiores a las recomendadas sin previa consulta con nuestro Departamento Técnico.
- No mezclar con otros productos sin previa consulta al nuestro Departamento Técnico.

<b>Propiedades</b>	
Función principal:	Estabilización de fraguado.
Efecto secundario:	Retraso de fraguado prolongado por sobredosificación.
Estado:	Líquido incoloro translúcido.
Densidad (20° C):	1,130 ± 0,03 g/cm <sup>3</sup>
pH (sol.1%):	5 ± 1
Contenido en cloruros:	≤ 0,1%
Los datos técnicos reflejados son fruto de resultados estadísticos y no representan mínimos garantizados. Si se desean los datos de control, pueden solicitarse las "Especificaciones de Venta" a nuestro Departamento Técnico.	

**NOTA:**

La presente ficha técnica sirve, al igual que todas las demás recomendaciones e información técnica, únicamente para la descripción de las características del producto, forma de empleo y sus aplicaciones. Los datos e informaciones reproducidos, se basan en nuestros conocimientos técnicos obtenidos en la bibliografía, en ensayos de laboratorio y en la práctica.

Los datos sobre consumo y dosificación que figuran en esta ficha técnica, se basan en nuestra propia experiencia, por lo que estos son susceptibles de variaciones debido a las diferentes condiciones de las obras. Los consumos y dosificaciones reales, deberán determinarse en la obra, mediante ensayos previos y son responsabilidad del cliente.

Para un asesoramiento adicional, nuestro Servicio Técnico, está a su disposición. BASF Construction Chemicals España, S.L. se reserva el derecho de modificar la composición de los productos, siempre y cuando éstos continúen cumpliendo las características descritas en la ficha técnica.

Otras aplicaciones del producto que no se ajusten a las indicadas, no serán de nuestra responsabilidad.

Otorgamos garantía en caso de defectos en la calidad de fabricación de nuestros productos, quedando excluidas las reclamaciones adicionales, siendo de nuestra responsabilidad tan solo la de reintegrar el valor de la mercancía suministrada.

Debe tenerse en cuenta las eventuales reservas correspondientes a patentes o derechos de terceros.

**Edición 12/02/2010**

La presente ficha técnica pierde su validez con la aparición de una nueva edición.



MARCADO CE DE PRODUCTO BAJO LA  
DIRECTIVA UE DE PRODUCTOS DE LA  
CONSTRUCCIÓN DE LA UNIÓN EUROPEA

*Delvo Crete Stabilizer E. Página 3 de 3*

**BASF Construction  
Chemicals España, S.L.**

Basters, 15

08184 Palau-Solità i Plegamans

Tel.: 93 862 00 00 - Fax: 93 862 00 20

[www.basf-cc.es](http://www.basf-cc.es) • [basf-cc@basf-cc.es](mailto:basf-cc@basf-cc.es)

### 9.6.3 Expansivo



The Chemical Company

## RHEOMAC 100

### Agente expansivo para compensação da retracção do betão

#### Descrição

RHEOMAC 100 é um produto em pó de natureza inorgânica que adicionado aos outros componentes do betão anula o efeito de retracção. É um clínquer especial, cozido a altas temperaturas, rico em cal livre e cujos componentes menores são silicatos de cálcio, aluminatos, ferro-aluminatos e sulfatos de cálcio. Em contacto com a água de amassadura, a transformação do óxido no correspondente hidróxido de cálcio provoca uma expansão que por sua vez vai compensar a retracção do betão. A temperatura de cozedura do RHEOMAC 100, a distribuição granulométrica das suas partículas e sobretudo a presença de compostos menores a envolver o óxido de cálcio, permitem que a taxa de hidratação - e portanto o processo expansivo - seja devidamente regulada.

#### Campos de aplicação

##### Trabalhos hidráulicos

- Tanques, reservatórios e piscinas.
- Estações de tratamento de água.
- Cais de acostagem e estruturas sujeita a ataques de água do mar.
- Molhes e blocos para trabalhos marítimos.
- Depósitos para líquidos e gases.
- Estruturas circulares, pré-esforçadas ou não.
- Túneis e canais.
- Injecções hidráulicas de selagem.

##### Estruturas de betão armado e pré-esforçado

- Estruturas longas.
- Estruturas sólidas bidimensionais.
- Vigas pré-esforçadas.
- Vigas anelares para instalações desportivas.
- Vigas reticulares (Finke, Mohnier, Vierendel).
- Pavimentos em armazéns de frio e em pontes.
- Enchimento de estruturas ocas.
- Pavimentos industriais.
- Pisos p/ instalações desportivas (ringues de patinagem, courts de ténis, pistas de corrida, etc.).
- Estruturas hiperestáticas pouco reforçadas.
- Barcos em betão armado.
- Protecções para centrais nucleares.
- Abóbadas de túneis rodoviários e ferroviários.
- Estruturas subterrâneas e submersas.

- Fundações e estacas.
- Pontes de arco hiperestáticas.
- Caixas-fortes, abóbadas e estruturas finas em betão armado.
- Betão arquitectónico de terraços e coberturas.

##### Pré-fabricação

- Passagens ferroviárias e lancis.
- Grandes vigas em arco pré-esforçadas.
- Painéis pré-fabricados.
- Tubos e postes de electricidade.

##### Reforços de estrutura

- Reparação de estruturas verticais e pilares degradados.
- Reforço de estruturas existentes.
- Consolidação de rochas.

##### Onde não usar

RHEOMAC 100 não deve ser usado em aplicações onde é requerido um controlo de alta precisão nas variações dimensionais do betão, argamassa ou grout, em que mesmo uma muito ligeira alteração da dosagem do agente expansivo pode comprometer o sucesso do trabalho. Exemplos típicos de tais aplicações são: ancoragem de equipamento, reparações estruturais e juntas pré-fabricadas. De qualquer modo, nestes casos, deve ser eliminada completamente a água de exsudação que, por exemplo no caso de uma ancoragem, se acumula sob a chapa metálica do equipamento. Para estas aplicações, recomenda-se a utilização dos produtos prontos a usar EMACO<sup>®</sup>, cujos componentes (cimento, inertes, aditivos agente expansivo) foram adequadamente formulados e sujeitos a minucioso controlo de testes de qualidade.

RHEOMAC 100 não pode ser usado em betões não armados ou não confinados. Recomenda-se o uso de RHEOMAC GF 320 ou do produto pronto a usar RHEOMAC 200 na injecção em bainhas de pré-esforço.

#### Vantagens

Comparado com outros agentes expansivos que dão origem à formação de Etringite, uma das principais vantagens do RHEOMAC 100 é o reduzido tempo de cura necessário para garantir a expansão.

Características técnicas	
Aspecto:	pó cinzento
Densidade relativa (20°C):	0,900 - 1,100 g/cm <sup>3</sup>

Os dados técnicos aqui apresentados são fruto de resultados estatísticos. Caso se pretendam valores de controlo, podem ser solicitados ao nosso Departamento Técnico.

Qualquer agente expansivo apenas provoca um aumento de volume se o betão for conservado em ambiente húmido capaz de fornecer a água necessária à reacção que provoca a expansão. A reacção que leva à formação de Etringite necessita de cerca de 7 dias em ambiente húmido para conseguir o máximo de expansão, enquanto que RHEOMAC 100 necessita de apenas 1 dia em atmosfera húmida, para obter a expansão quase por completo (Fig.1). Naturalmente que, quanto mais prolongada for a cura húmida, melhores serão as performances do betão contendo RHEOMAC 100. Contudo, uma reduzida cura húmida do betão depois do primeiro dia não provoca, utilizando RHEOMAC 100, o atraso da expansão como acontece com os outros agentes expansivos. Em climas quentes e secos, a cura húmida deve ser contínua - seja humedecendo o betão ou protegendo-o com coberturas humedecidas durante pelo menos 7 dias, ao que se segue uma aplicação do composto de cura MASTERKURE<sup>®</sup>.

#### Rendimento / Dosagem

Aproximadamente 10 a 40 Kg/m<sup>3</sup> de betão. A dosagem recomendada é de 20 a 25 Kg/m<sup>3</sup> de betão.

#### Modo de aplicação

RHEOMAC 100 deve ser usado juntamente com cimento, agregados e água e nunca usado somente com água. Pode ser adicionado na amassadura do betão ao mesmo tempo que o cimento.

É compatível com a maior parte dos adjuvantes BASF, em particular com RHEOBUILD<sup>®</sup>, POZZOLITH<sup>®</sup> e MICRO<sup>®</sup>AIR100, com o composto de cura MASTERKURE<sup>®</sup>, além dos endurecedores de pavimentos de betão MASTERTOP<sup>®</sup>. RHEOMAC 100 deve ser sempre usado em conjunto com RHEOBUILD<sup>®</sup>. Este último reduz o efeito de retracção através da redução da água de amassadura enquanto que RHEOMAC 100 elimina completamente os efeitos da retracção. RHEOMAC 100 deve ser cuidado-

samente misturado com os outros componentes do betão. Após a colocação, é necessária uma adequada cura húmida.

#### Embalagem e armazenamento

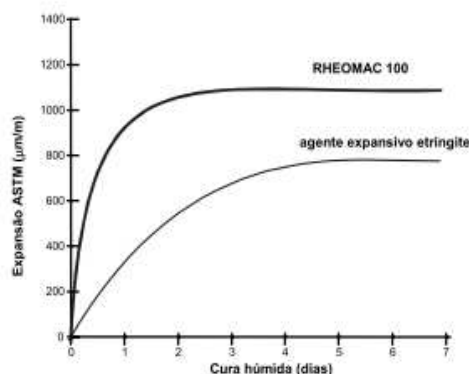
RHEOMAC 100 é fornecido em sacos de 20 Kg resistentes à humidade. Armazenar em local abrigado e seco. Não utilizar o produto de sacos danificados.

#### Precauções de segurança

Recomenda-se a utilização de luvas.

Informação para transporte: ADR: N.C.; UN: 1910.

**Fig. 1 - Influência da cura na expansão ASTM com diferentes agentes expansivos.**



Cimento PTL 425 - 300 Kg/m<sup>3</sup>  
 água - 180 l/m<sup>3</sup>  
 agente expansivo - 30 Kg/m<sup>3</sup>  
 agregados - 1900 Kg/m<sup>3</sup>

*O aconselhamento técnico sobre como usar os nossos produtos, verbal ou de forma escrita, é baseado nos nossos melhores conhecimentos científicos e práticos. Não são assumidas quaisquer garantias e/ou responsabilidades em relação aos resultados finais dos trabalhos executados. O dono de obra, o seu representante ou o empreiteiro, devem verificar a adequabilidade dos nossos produtos aos usos e finalidades pretendidas, bem como as dosagens e consumos.*

Revisão 3 em Julho 2006

**Adding Value to Concrete**

#### BASF Construction Chemicals Portugal, S.A.

Sede e Fábrica: R. de S. Sebastião, 57 - Cabra Figa - 2635-047 RIO DE MOURO - T. 21 915 85 50 - F. 21 915 85 52

D. Norte: R. do Comércio, lote 185 - 4785-706 TROFA - T. 252 450 880 - F. 252 413 720

www.basf-cc.pt



9.7 REGISTO DE DADOS DURANTE OS ENSAIOS - EXEMPLOS

9.7.1 Ensaio de Retração Livre

M. H. O. P.

**LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL**

DEPART. DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO  
NÚCLEO DE AGLOMERANTES E BETÕES

**CONTRACÇÃO**

Provele n.º 7.A

Cimento Sky Referência

Dosagem .....

Relação A/C R.H 4.5%

Tipo de areia .....

Conservação .....

VISTO

Proc. n.º .....

Amostra n.º .....

Boletim n.º .....

Data de amassadura 24.6.2013 Dimensões ..... Base de medida .....

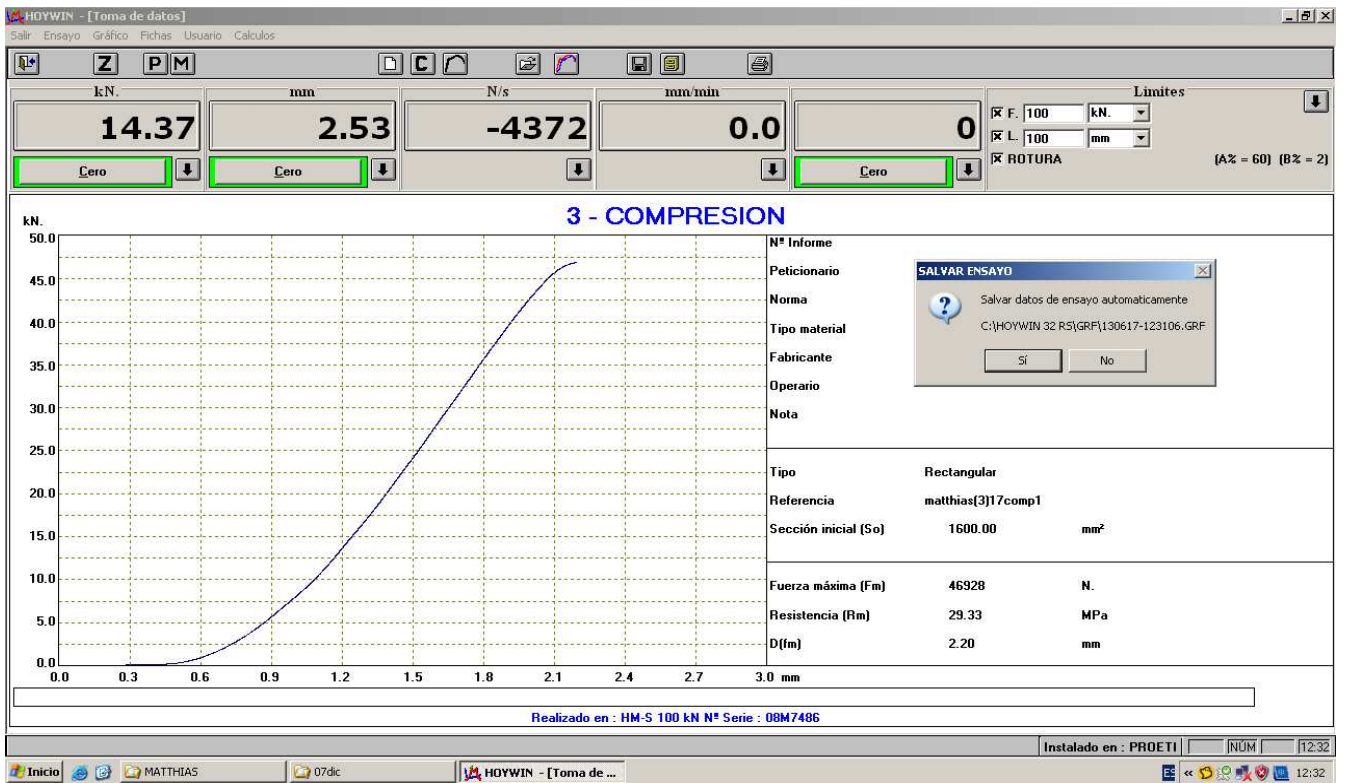
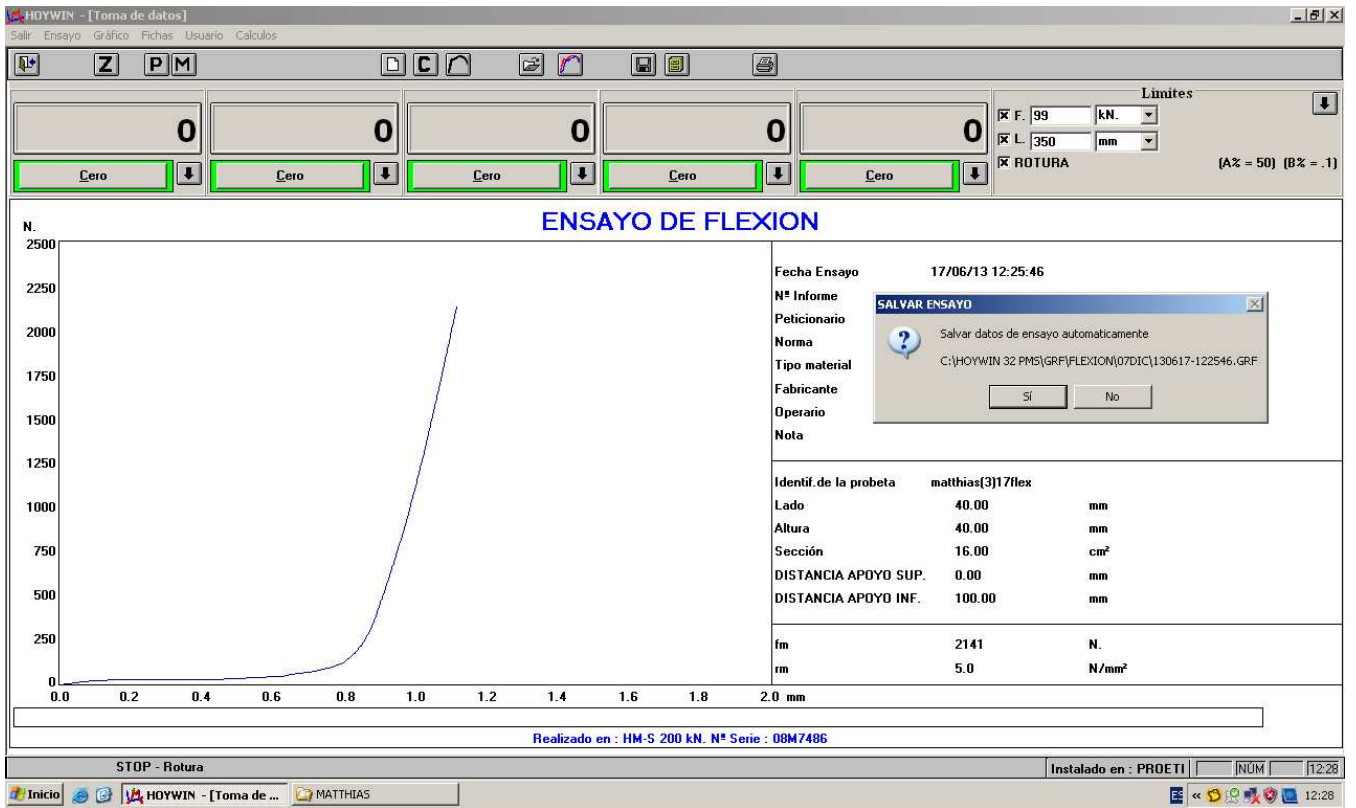
14:52

DATA	IDADE	ESPECÍMEN			PADRÃO		ESPECÍMEN		DIFER. PADRÃO-ESP.	Δ L	δ 10 <sup>-3</sup>	OBSERVAÇÕES
		PESO	DIF.	%	LEITURA	MÉDIA	LEITURA	MÉDIA				
25/6	10:4	404,06										
28/6	10:4	407,14			0,000		7,664	7,655				
					0,006		7,670	7,670		7,6625		
26/6	9h00	397,47			0,000		7,641	7,648				
					0,005		7,655	7,648				
26/6	10:30	396,93			0,000		7,652	7,659				
					0,006		7,666	7,659				
26/06	12:30	396,32			0,000		7,647	7,639				
					0,006		7,639	7,639				
7/7	14:10	389,82			0,000	0,0015	7,539	7,547				
					0,003		7,555	7,547				
8/7/2013	11:00	388,20			0,000		7,501	7,516				
					0,006		7,516	7,516				
22/7/2013	11:00	387,89			0,000		7,496	7,481				
					0,006		7,481	7,481				



## 9.7.2 Propiedades Mecánicas

### 9.7.2.1 Betão



9.7.2.2 Argamassas

	L1	L2	
0	5303	5624	X
8,25	5527	5868	
	224	244	
0	5311	5636	X
8,25	5551	5858	
	240	222	
0	5317	5637	✓
8,25	5554	5865	
	237	228	79%
0	7395	4598	X
	7687	4811	
	292	213	
0	7414	4608	X
	7648	4868	
	234	260	

0	7471	4613
	7648	4875
	237	262

0	7473	4615
	7672	4867
	259	246
	73	51%

*SKY Referência*

LNEC	BETÕES	LABTEC
DM / NB	DETERMINAÇÃO DO MÓDULO DE ELASTICIDADE	

Proc° \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Pedido nº \_\_\_\_\_

Material: \_\_\_\_\_ Identificação: \_\_\_\_\_

**ENSAIO REALIZADO SEGUNDO A LNEC E-397 DE 1993**

IDENTIFICAÇÃO DOS PROVETES: Obtido por moldagem  1 extraído por corte  2

Forma: Prisma  3 cilindro  4; Dimensões: 4x4x16 cm<sup>3</sup> paquímetro: \_\_\_\_\_

Conservação: \_\_\_\_\_ Preparação das faces: \_\_\_\_\_

ENSAIO: Data: fabrico 2013/06/19 / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_; ensaio 2013/06/19 / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_; Idade: 2 dias

Aparelho de medida das deformações: \_\_\_\_\_

Forças/Tensões de ensaio:  $f_b$  1,6 kN;  $\sigma_b$  1,0 MPa;  $f_a$  8,25 kN;  $\sigma_a$  5,2 MPa;

Tensão de rotura à compressão:  $\sigma_c$  \_\_\_\_\_ MPa Base de medida 80 mm

( $\sigma_b$  - tensão inicial;  $\sigma_a$  - tensão máxima;  $l_b$  - leitura inicial;  $l_a$  - leitura final)

Provete 1: G 1.A SKY Referência

Ciclo	$\Delta\sigma$ (MPa)	Deformação ( $\mu\text{m}$ )		$\Delta\epsilon$ ( $\times 10^{-6}$ )	Módulo de elasticidade $E$ , (GPa)	Rotura à compressão		$E = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\epsilon} \times 10^{-3}$ (GPa)
		$l_b$	$l_a$			Força (kN)	Tensão $\sigma_r$ (MPa)	
4	4,2	536,2 552,3	568,3 579,6	241	17,4			
5	4	536,6 552,65	568,7 577,7	238	17,6			
6	4	536,6 552,8	568,9 577,9	239	17,6			

*Flex: 1,852  
comp 1: 34,44  
comp 2: 33,88*

Provete 2: 7B 1.B SKY Referência

Ciclo	$\Delta\sigma$ (MPa)	Deformação ( $\mu\text{m}$ )		$\Delta\epsilon$ ( $\times 10^{-6}$ )	Módulo de elasticidade $E$ , (GPa)	Rotura à compressão		$E = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\epsilon} \times 10^{-3}$ (GPa)
		$l_b$	$l_a$			Força (kN)	Tensão $\sigma_r$ (MPa)	
4	4,2	747,1 607,0	466,6 627,8	259	16,2			
5	4	747,7 607,3	466,9 628,0	258	16,3			
6	4	748,0 607,5	467,0 628,1	258	16,3			

*Flex: 1,677  
comp 1: 32,20  
comp 2: 32,00*

$\left( \frac{\sigma_r - 3\sigma_a}{\sigma_r} \right) \cdot 100 \leq 20\%$ : Prov1: \_\_\_\_\_ %  $\leq 20\%$  Conforme / Não conforme  
Prov2: \_\_\_\_\_ %  $\leq 20\%$  Conforme / Não conforme

OBSERVAÇÕES:

Ensaiado por: [assinatura] Verificado por: \_\_\_\_\_  
Data: 2013/06/19 Data: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

## 9.8 UM DIA DE TRABALHO NO LABORATÓRIO

*26 de Junho 2013 ( o meu aniversário)*

9:00

- A. Ensaio do módulo de elasticidade das amassaduras:
  - Ace Referência (Ambiente)
  - Ace Expansivo (Ambiente)
- B. Ensaio à flexão das amassaduras:
  - Ace Referência (Ambiente)
  - Ace Expansivo (Ambiente)
- C. Ensaio à compressão das amassaduras:
  - Ace Referência (Ambiente)
  - Ace Expansivo (Ambiente)
- D. Ensaio de retração livre das amassaduras:
  - Ace Referência
  - Ace Expansivo
  - Sky Referência (RH 45%)
  - Sky Expansivo (RH 45%)

9:30

- A. Colocação em Estufa dos Provetes de módulo de elasticidade, flexão e compressão das amassaduras:
  - Ace Referência (Estufa A e B)
  - Ace Expansivo (Estufa A e B)
- B. Colocação em estufa dos provetes de retração livre das amassaduras:
  - Ace Referência
  - Ace Expansivo
  - Sky Referência (RH 45%)
  - Sky Expansivo (RH 45%)

10:30

- A. Retiragem da estufa os provetes do módulo de elasticidade, flexão e compressão das amassaduras:
  - Ace Referência (Estufa A e B)
  - Ace Expansivo (Estufa A e B)
- B. Retiragem da estufa e ensaio de retração livre das amassaduras:
  - Ace Referência
  - Ace Expansivo
  - Sky Referência (RH 45%)

11:00

- A. Retiragem da estufa e ensaio de retração livre da amassadura:
- Sky Expansivo (RH 45%)

11:30

- A. Ensaio do módulo de elasticidade das amassaduras:
- Ace Referência (Estufa A e B)
  - Ace Expansivo (Ambiente)
- B. Ensaio à flexão das amassaduras:
- Ace Referência (Estufa A e B)
  - Ace Expansivo (Estufa A e B)
- C. Ensaio à compressão das amassaduras:
- Ace Referência (Estufa A e B)
  - Ace Expansivo (Estufa A e B)

12:30

- A. Ensaio de retração livre das amassaduras:
- Ace Referência
  - Ace Expansivo
  - Sky Referência (RH 45%)

13:00

- A. Ensaio de retração livre das amassaduras:
- Sky Expansivo (RH 45%)

13:30

- A. Pesagem dos materiais para a amassaduras (cimento, cinzas volantes, areia, brita, superplastificante, retardador de presa e água):
- Ace 0,1% retardador 3,5 L (Ensaio de retração livre, módulo de elasticidade, flexão, compressão, retração autogénea)
  - Ace 0,3% retardador 3,5 L (Ensaio de retração livre, módulo de elasticidade, flexão, compressão, retração autogénea)
  - Ace 0,3% retardador 2,5 L (Ensaio de fissuração de verificação)

14:20

- A. Execução da amassadura Ace 0,3% Retardador 3,5 L
- B. Peneiração do betão
- C. Preenchimento dos provetes prismáticos 2,5x2,5x28,5 (preparados com óleo de cofragem e pernos)
- D. Preenchimento dos provetes prismáticos 4x4x16 (preparados com óleo de)
- E. Preenchimento dos tubos corrugados
- F. Limpeza do equipamento

15:30

- A. Execução da amassadura Ace 0,1% Retardador 3,5 L
- B. Peneiração do betão
- C. Preenchimento dos provetes prismáticos 2,5x2,5x28,5 (preparados com óleo de cofragem e pernos)
- D. Preenchimento dos provetes prismáticos 4x4x16 (preparados com óleo de)
- E. Preenchimento dos tubos corrugados
- F. Limpeza do equipamento

16:00

- A. Ensaio de retração livre das amassaduras:
  - Sky Retardador

16:30

- A. Execução da amassadura Ace 0,3% Retardador 2,5 L
- B. Peneiração do betão
- C. Preenchimento dos provetes anelares (preparados com óleo de cofragem)
- D. Limpeza do equipamento

17:30

- A. Registo dos dados recolhidos durante o dia:
  - Retração livre
  - Módulo de elasticidade
  - Flexão
  - Compressão

22:00 - 23:00

- A. Planeamento do dia 27 de Junho de 2013