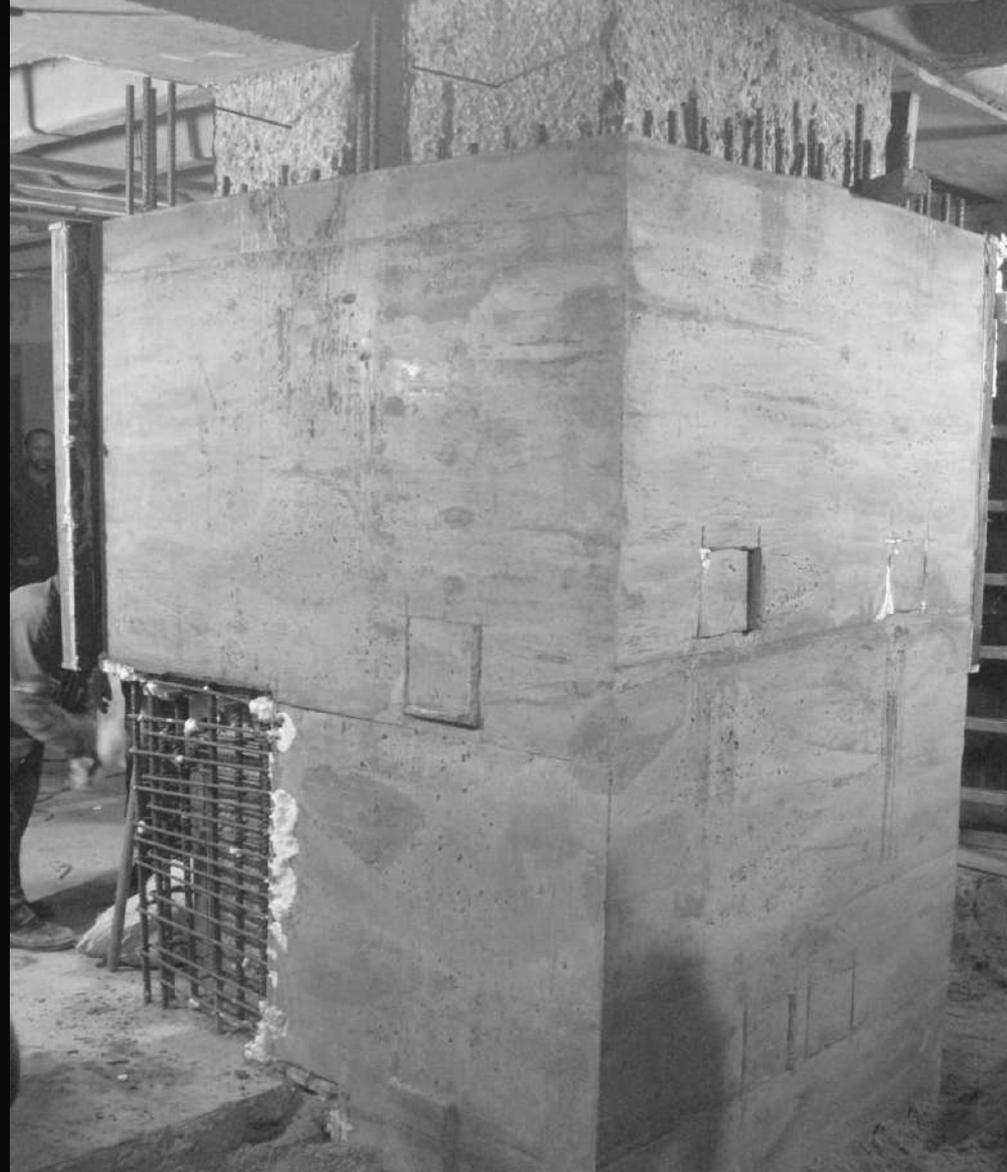




# *Reforço Estrutural Pilar P4 – Fase 2*

**Paulo Helene & Douglas Couto**



***Dados do Edifício:***

***Localização: Centro – Rio de Janeiro, RJ.***

***36 pavimentos + 5 subsolos***

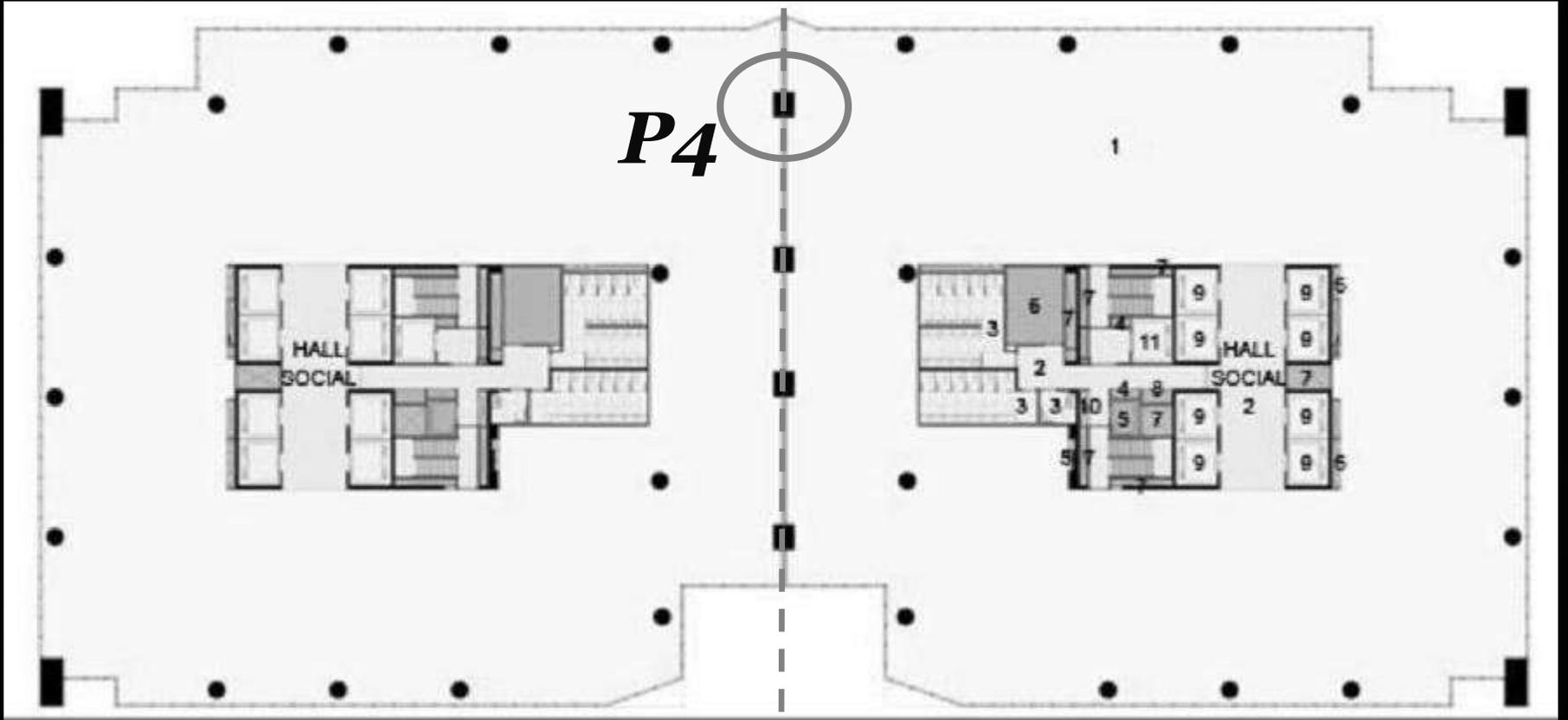
***Pilar P4 – Esforços de projeto:***

***Normal: 1.253tf***

***Mx: 55tf.m***

***My: 8tf.m***

Fundos



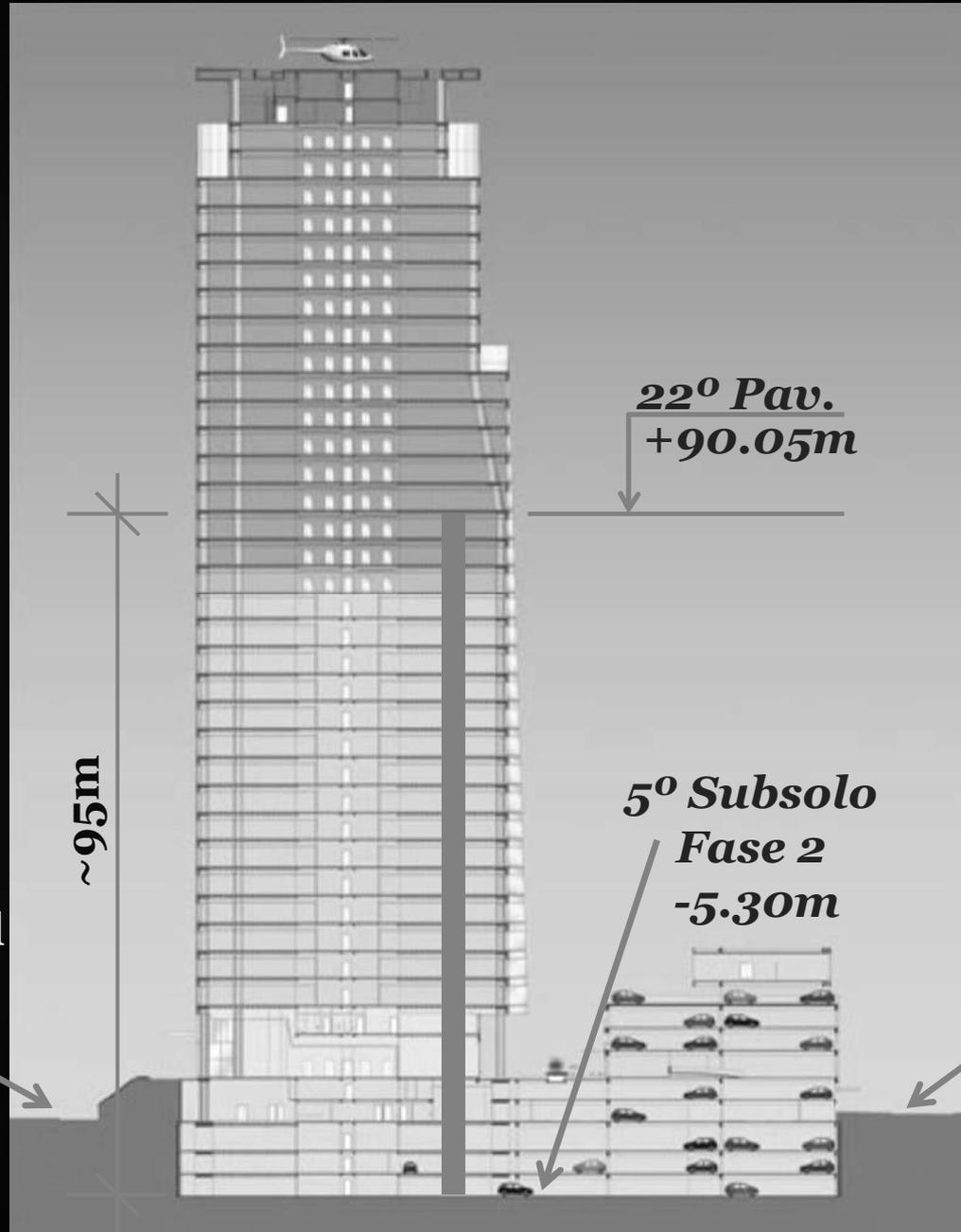
*P4*

*Fase 2*

*Fase 1*

Fachada Principal

# Corte Esquemático



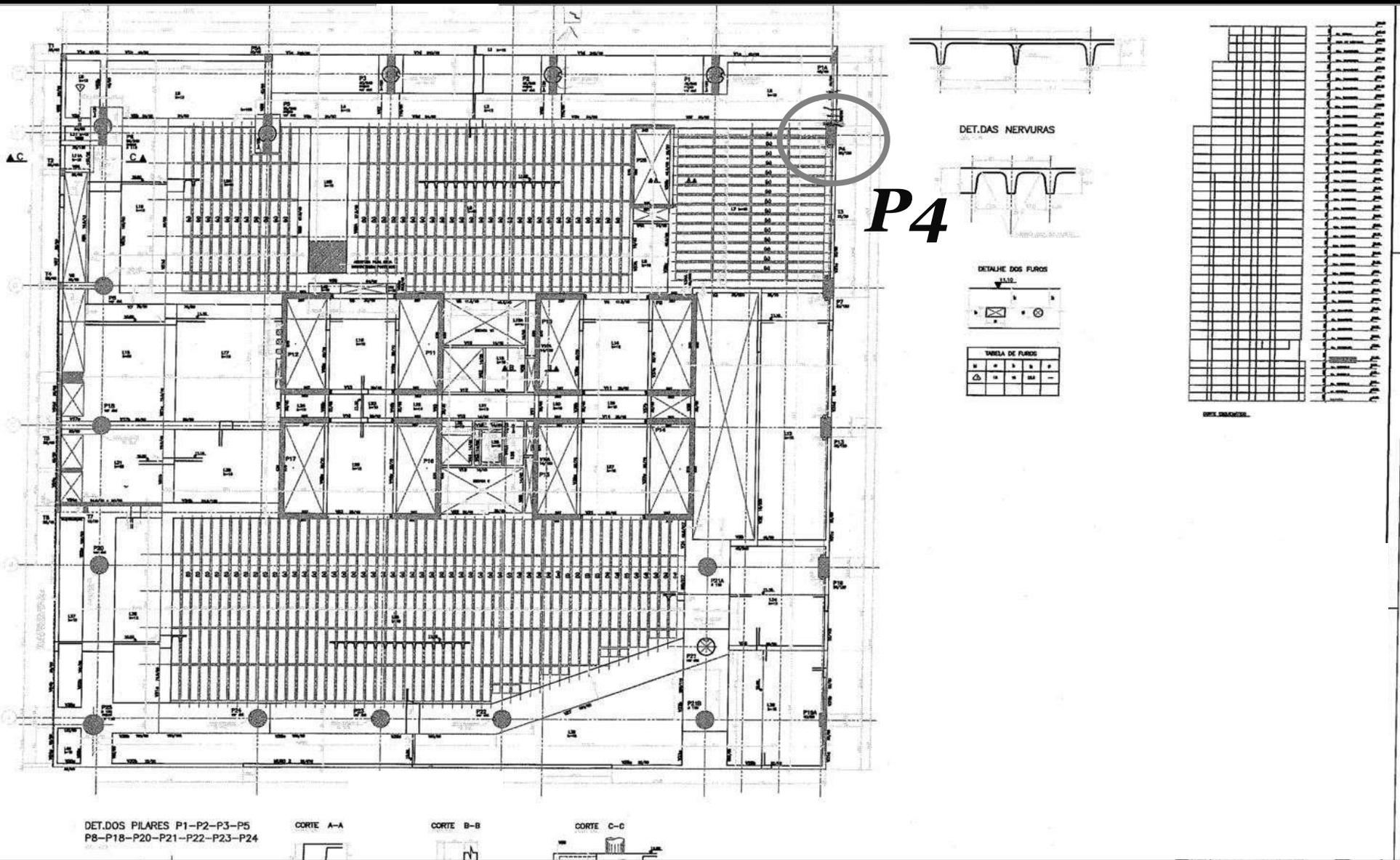
*22º Pav.*  
*+90.05m*

*~95m*

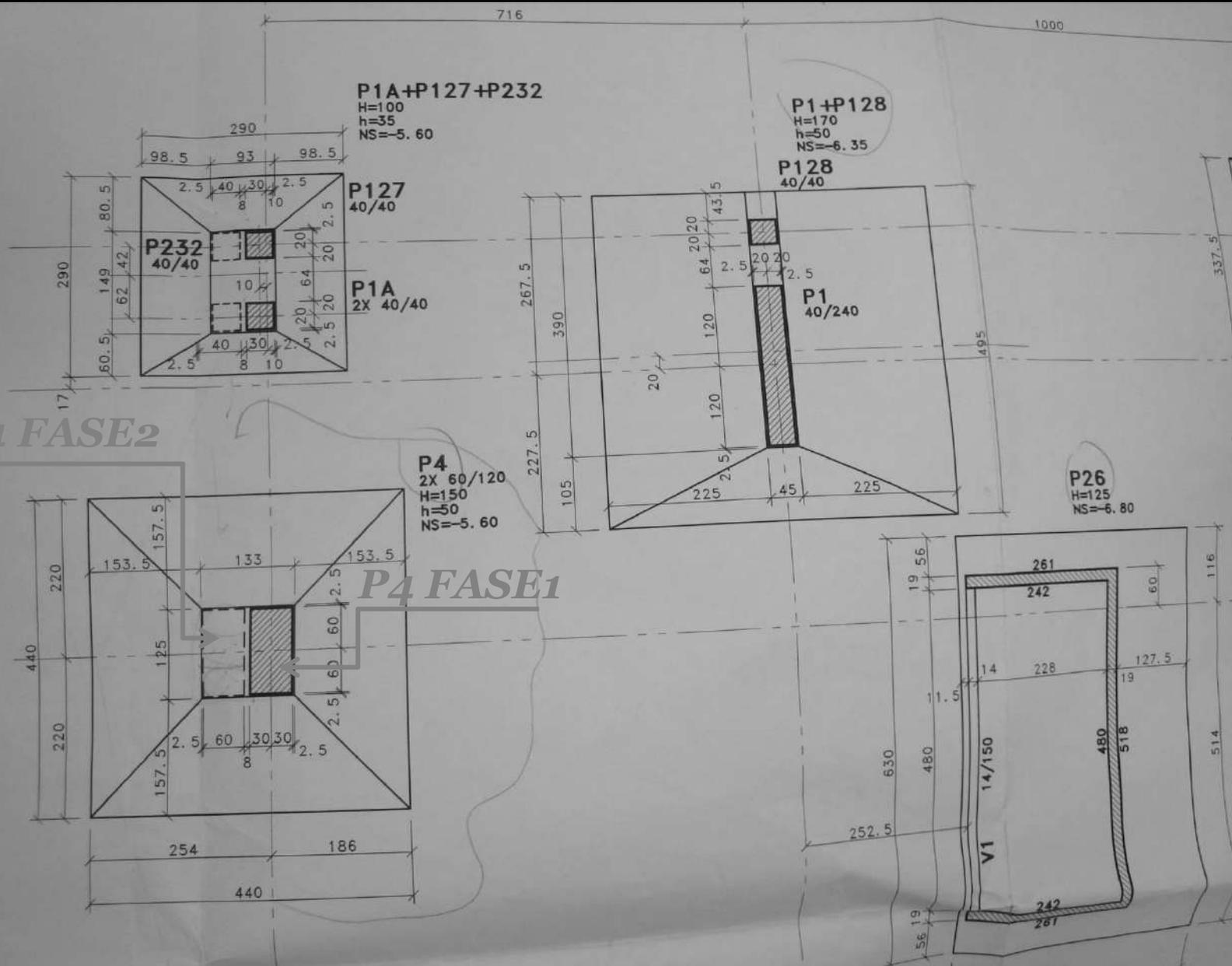
*5º Subsolo*  
*Fase 2*  
*-5.30m*

**Fachada Principal**

**Fundos**



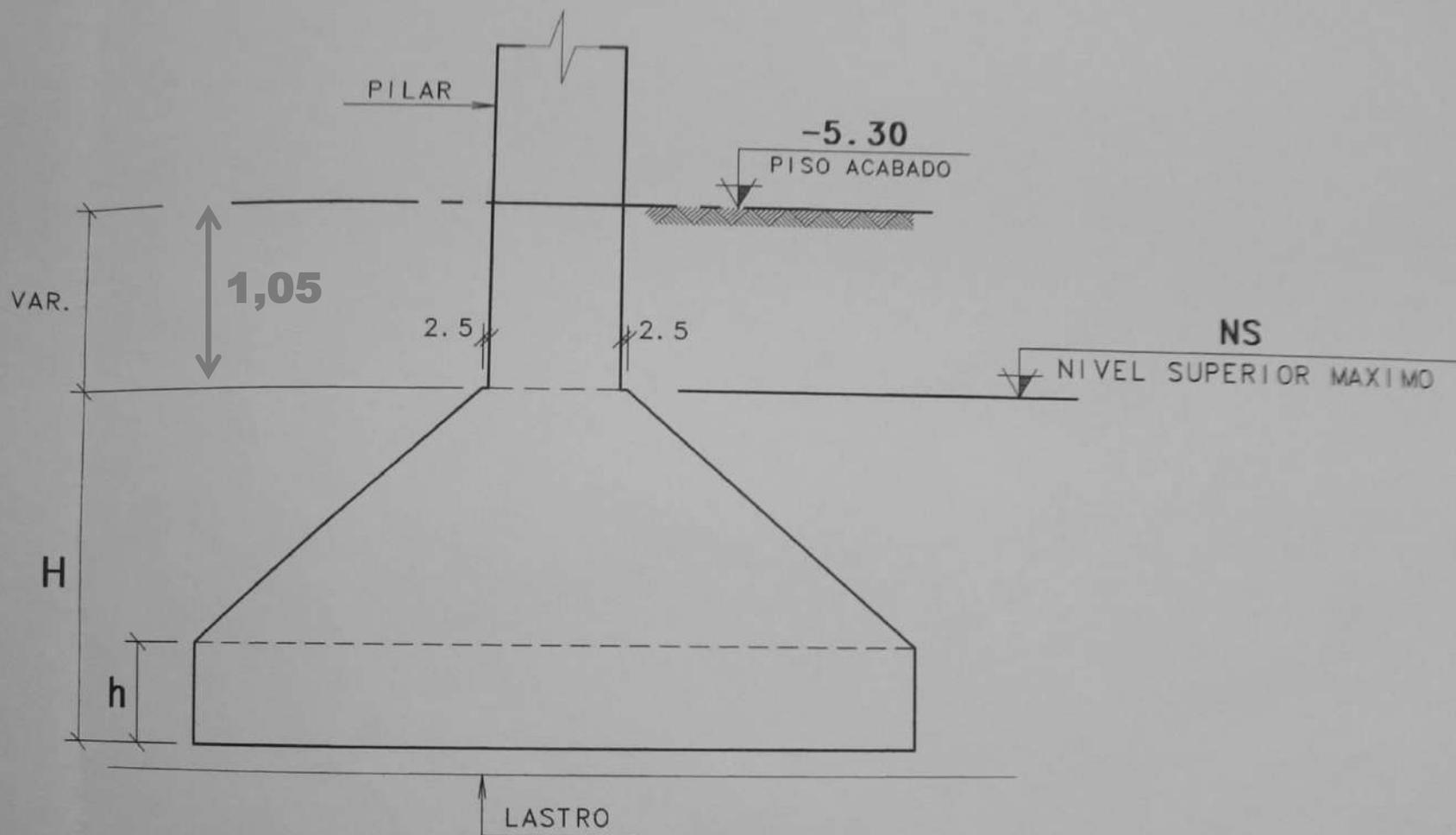
*Fase 2 – Fôrma do Térreo*



# Fase 1 – Fôrma da Fundação

# CORTE GENÉRICO P/ SAPATAS

SEM ESCALA



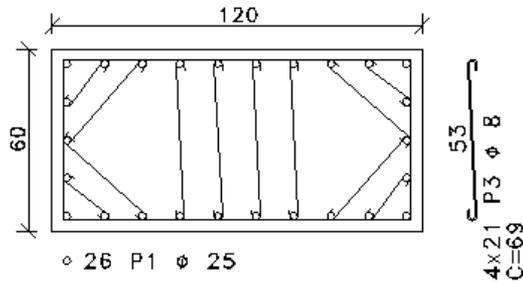
*Detalhe Genérico das Sapatas*

# Armaduras

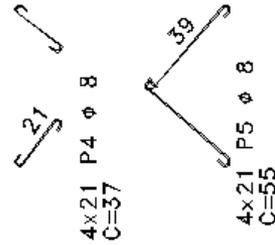
P4

-2.20

4o SUBSOLO



$\phi$  26 P1  $\phi$  25



-5.60

FUNDAÇÃO

1: 25

26 P1  $\phi$  25 C=415

P2 4xP3 4xP4 4xP5

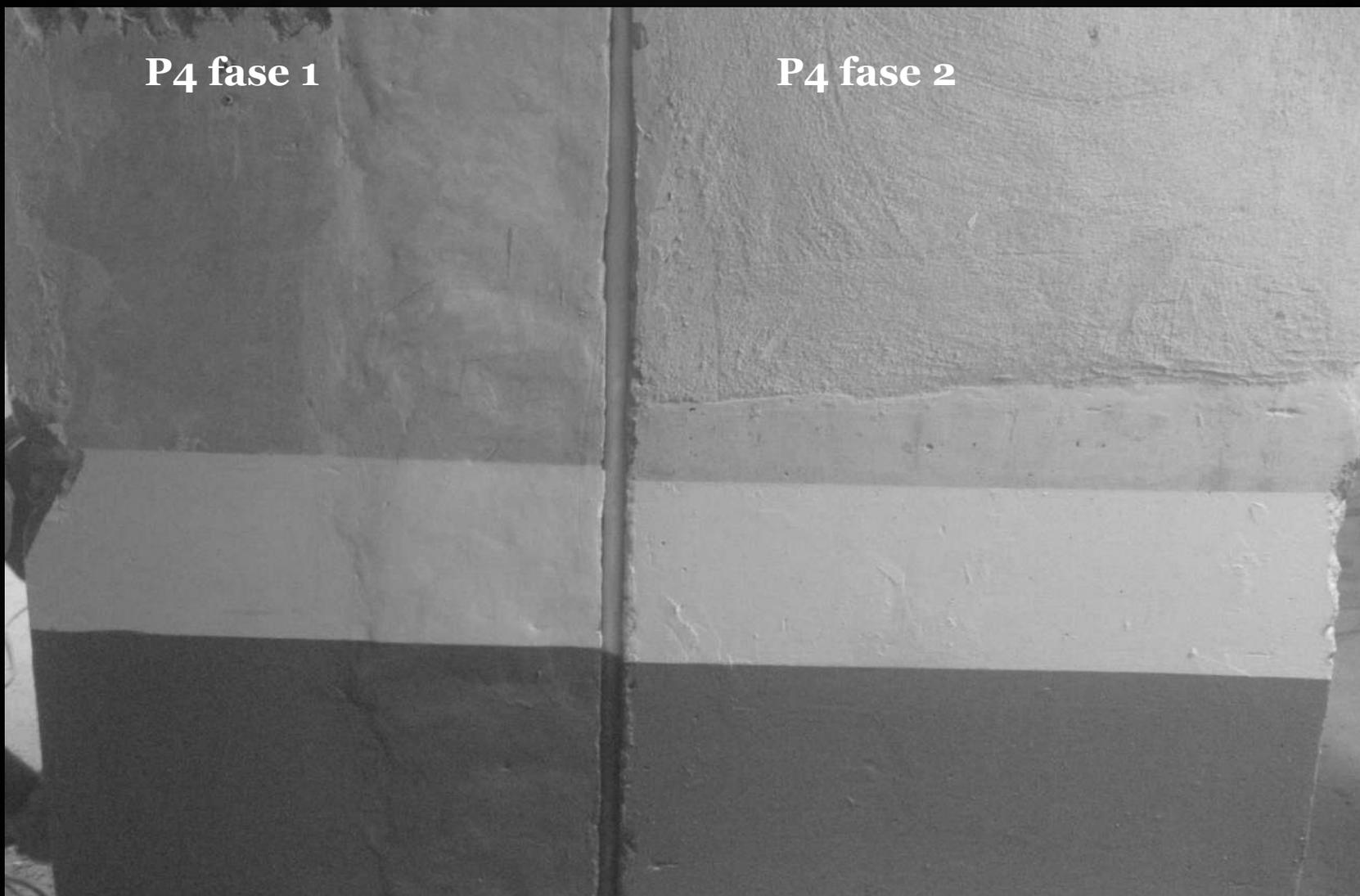
14  $\phi$  8 C/20  
340

7  $\phi$  8 C/10  
1: 25

*Antecedentes*

# *Inspeção / Evidências*

8/7/2011		9/7/2011												10/7/2011												11/7/2011																														
20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00



**Desnivelamento**

# *Inspeção / Evidências*



fase 1

fase 2

P4 fase 1

P4  
fase 2

**Desnivelamento**

# *Inspeção / Evidências*



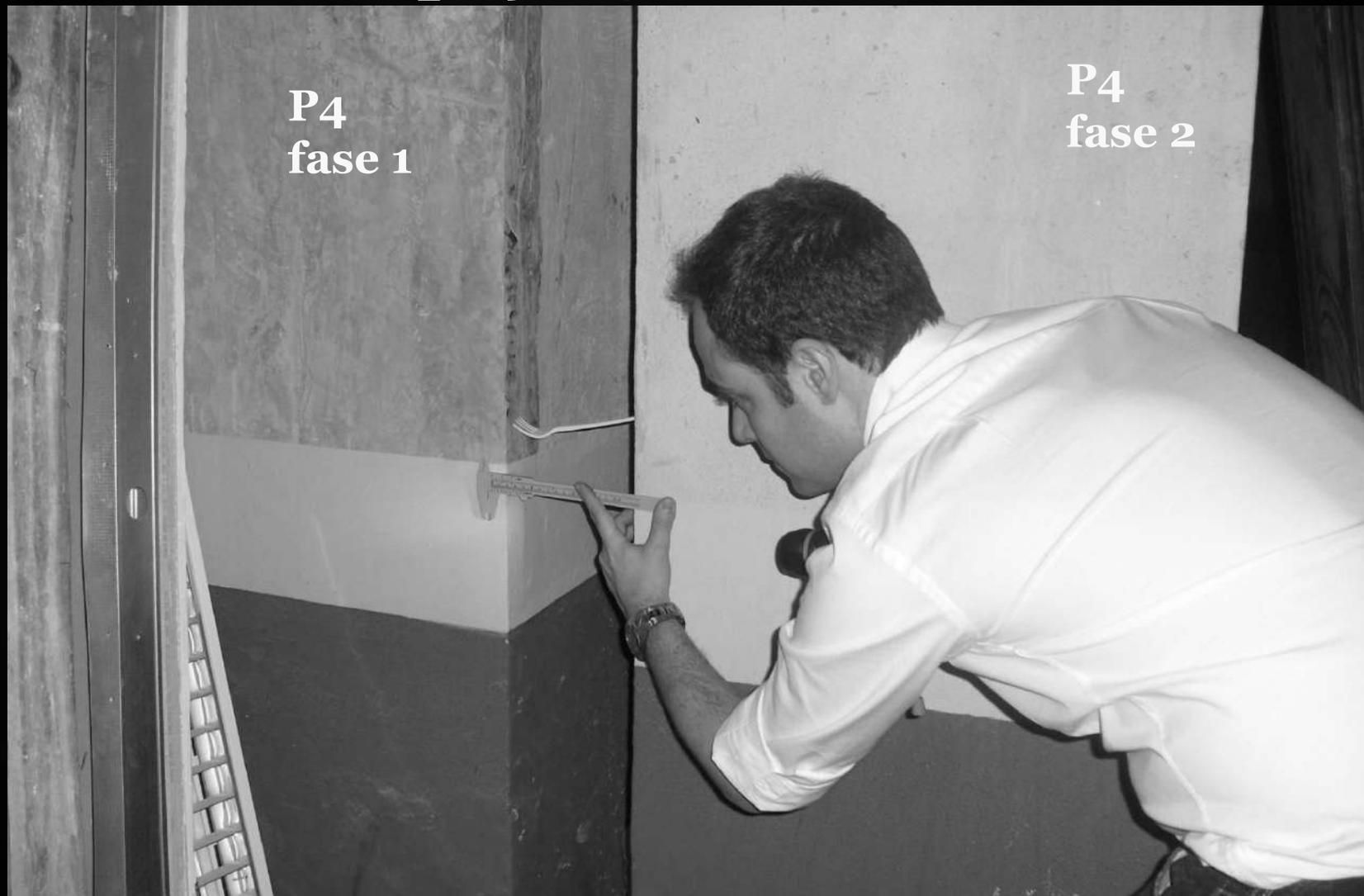
**Fissuras em Vigas**

# *Inspeção / Evidências*



**Fissuras em Vigas**

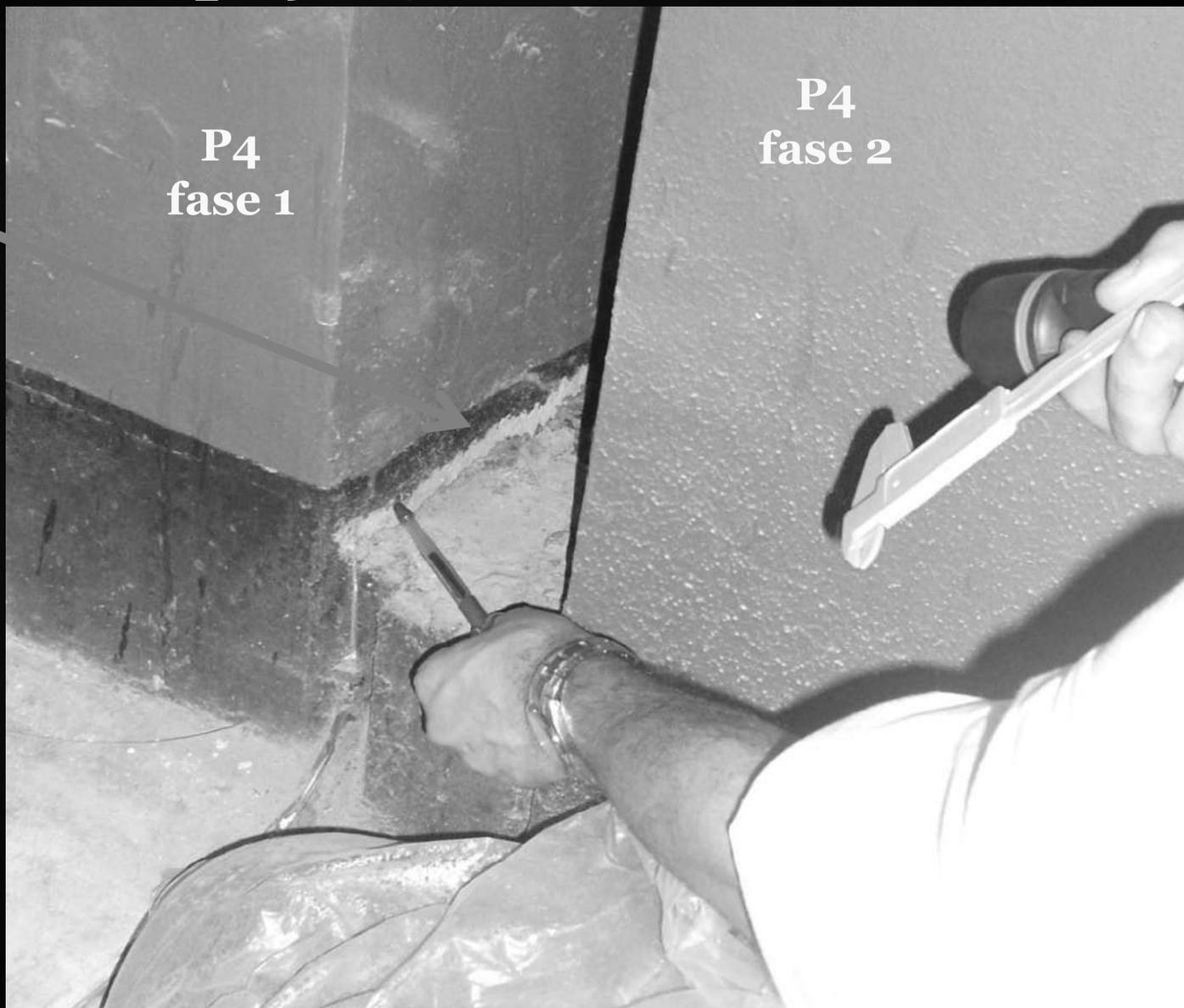
# *Inspeção / Evidências*



**Desnivelamento nível S4**

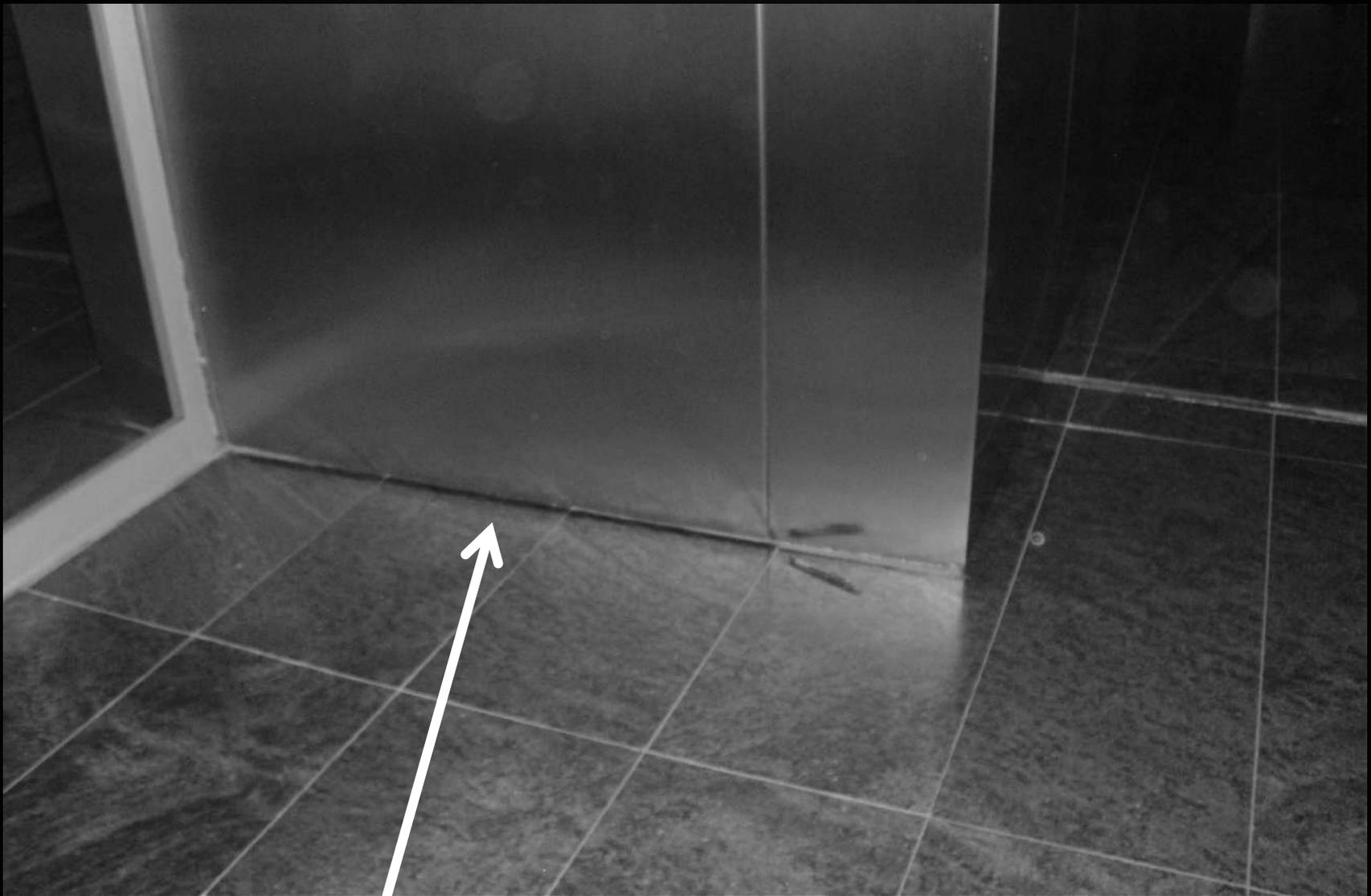
# *Inspeção / Evidências*

**deslocamento  
vertical  
relativo**



**Desnívelamento nível S4**

# *Inspeção / Evidências*



**Desnivelamento nível S2**

# *Inspeção / Evidências*



**Desnívelamento nível S3**

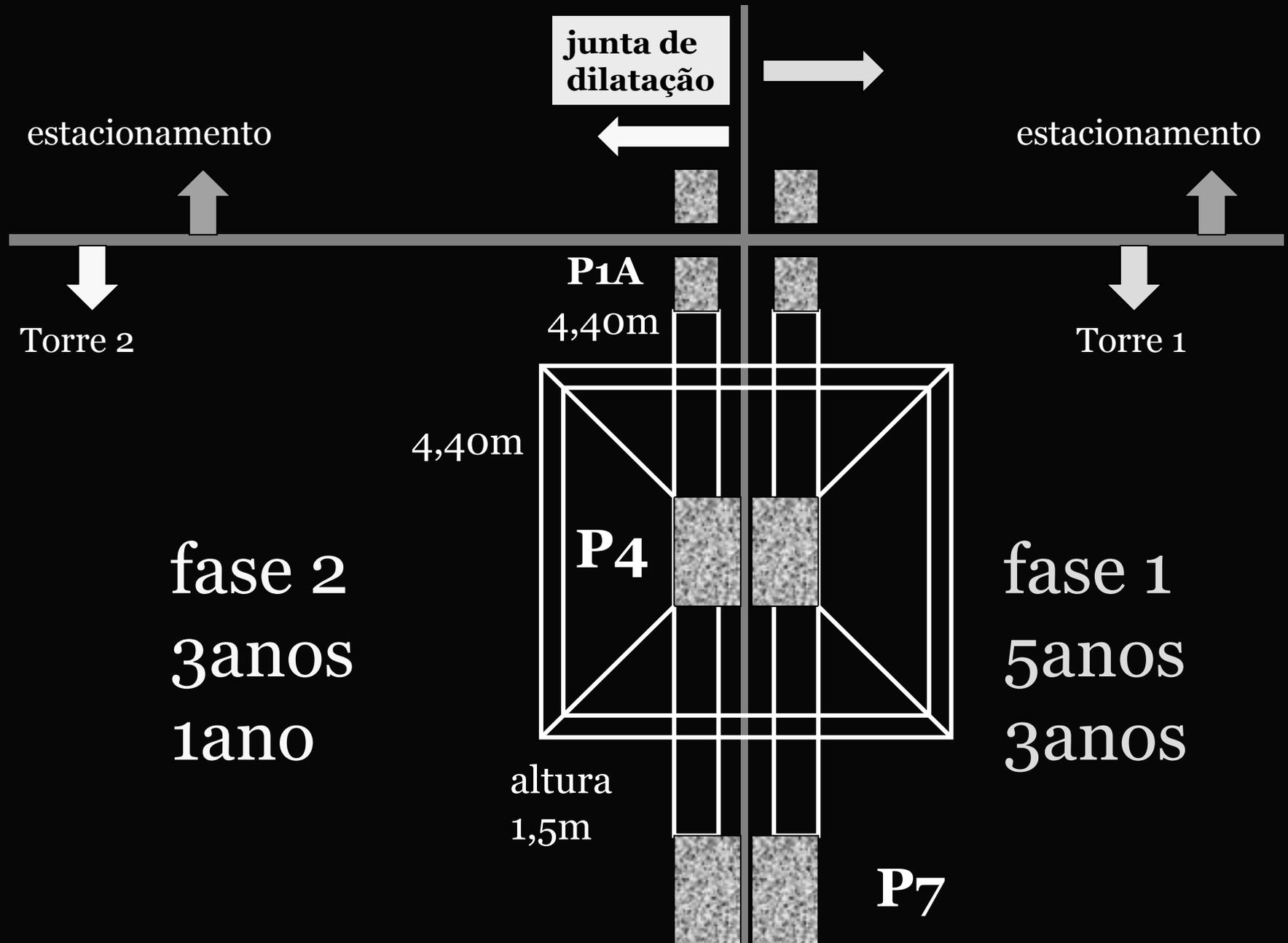
# *Inspeção / Evidências*



**Desnívelamento e fissuras em vigas**

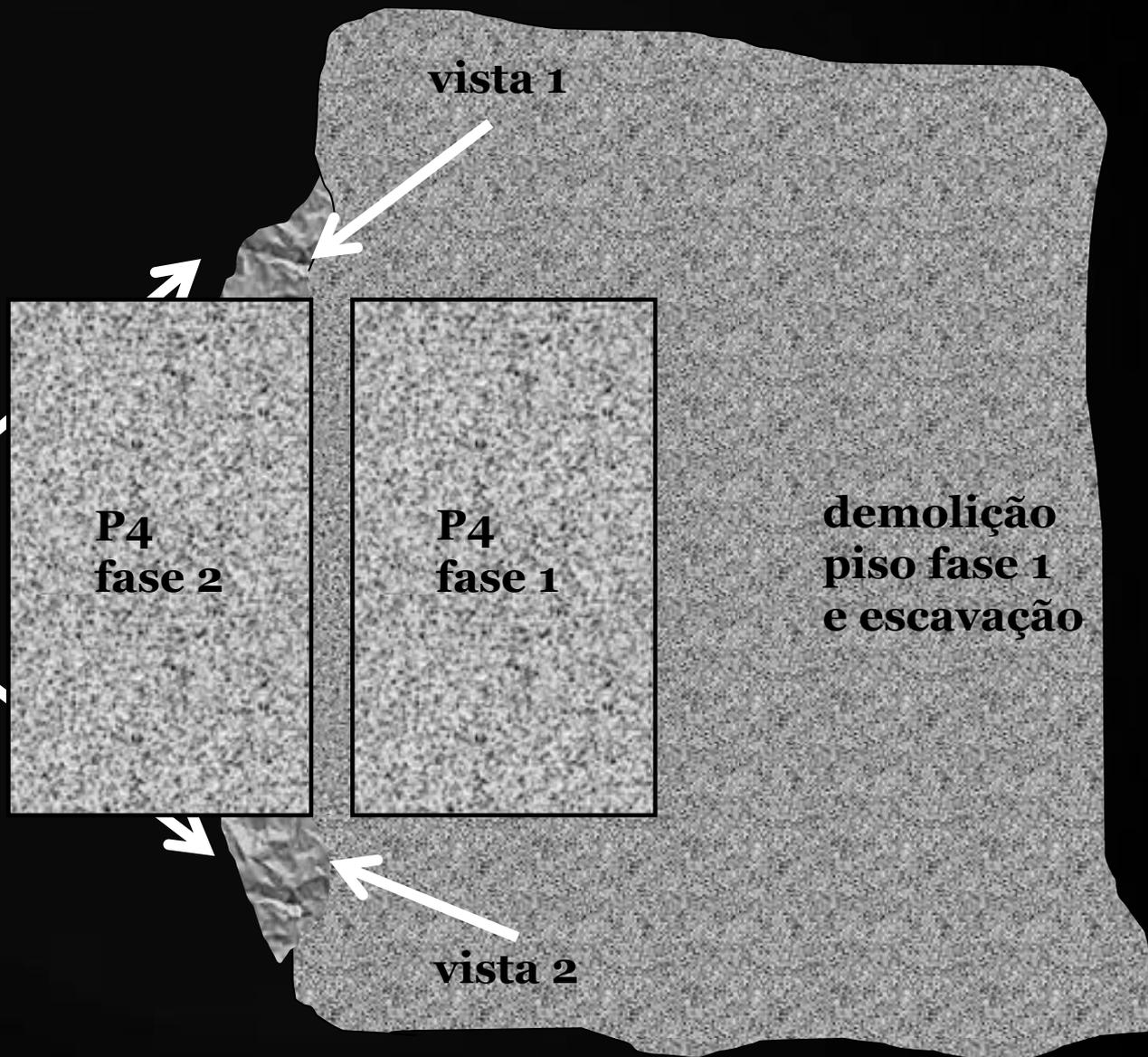
*inspeção  
detalhada*

# *Planta esquemática do 5º Subsolo (P4)*

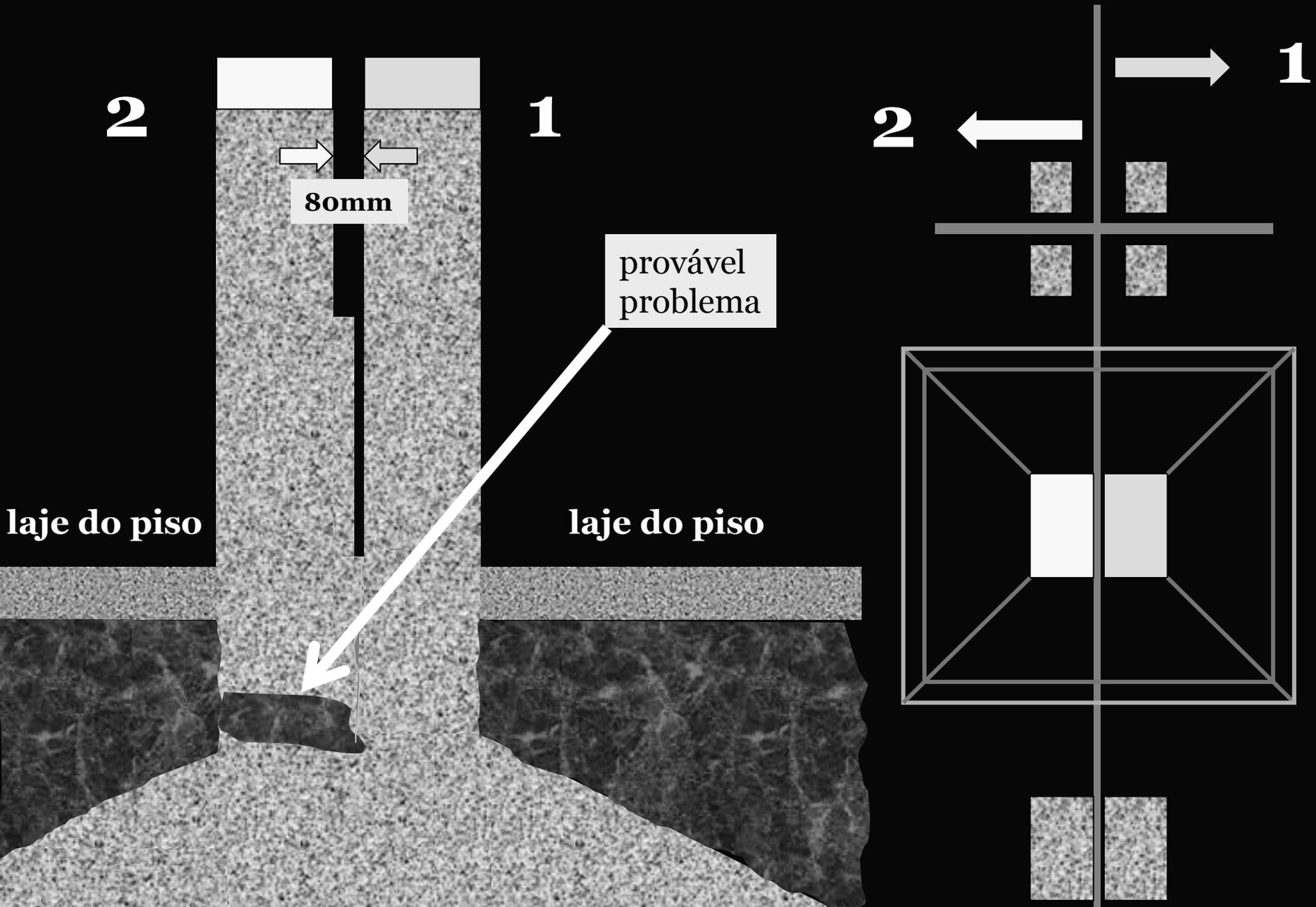


# *Inspeção*

**inspeção  
precária  
e visual**



# Croquis esquemático (P4)



# Inspeção Detalhada

8/7/2011

9/7/2011

10/7/2011

11/7/2011

20:00 21:00 22:00 23:00 0:00 1:00 2:00 3:00 4:00 5:00 6:00 7:00 8:00 9:00 10:00 11:00 12:00 13:00 14:00 15:00 16:00 17:00 18:00 19:00 20:00 21:00 22:00 23:00 0:00 1:00 2:00 3:00 4:00 5:00 6:00 7:00 8:00 9:00 10:00 11:00 12:00 13:00 14:00 15:00 16:00 17:00 18:00 19:00 20:00 21:00 22:00 23:00 0:00 1:00 2:00 3:00 4:00



**Demolição Piso fase 1**

# *Inspeção*



*Fotos: Método*

**Escavação Piso fase 1**

# Inspeção

8/7/2011

9/7/2011

10/7/2011

11/7/2011



**Escavação Piso fase 1**

# *Inspeção*



**Escavação Piso fase 1**

# *Inspeção*



**apicoamento  
da superfície  
dos pilares**

**laje dupla de piso  
com 60cm na fase 2**

**inspeção visual precária  
e cuidadosa do pé do  
pilar p4 fase 2**

# Inspeção

8/7/2011

9/7/2011

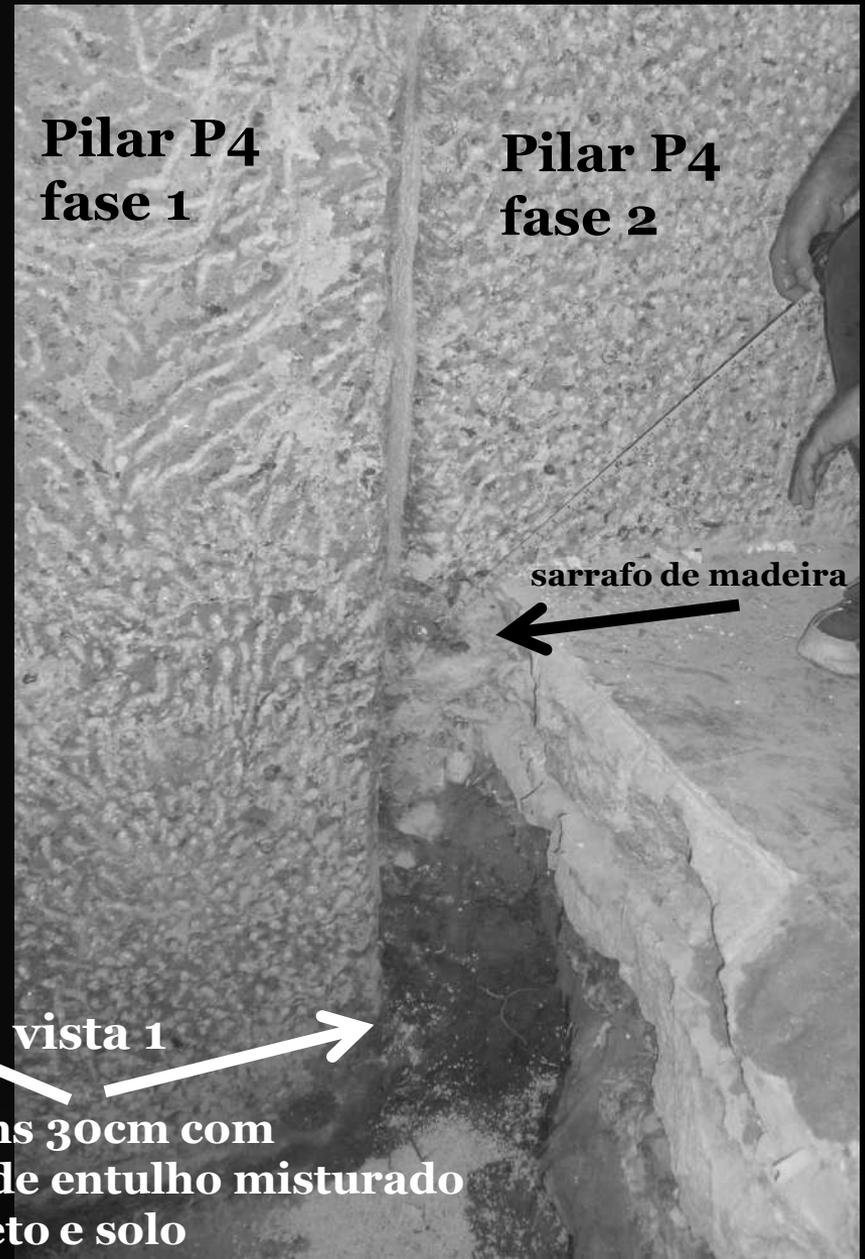
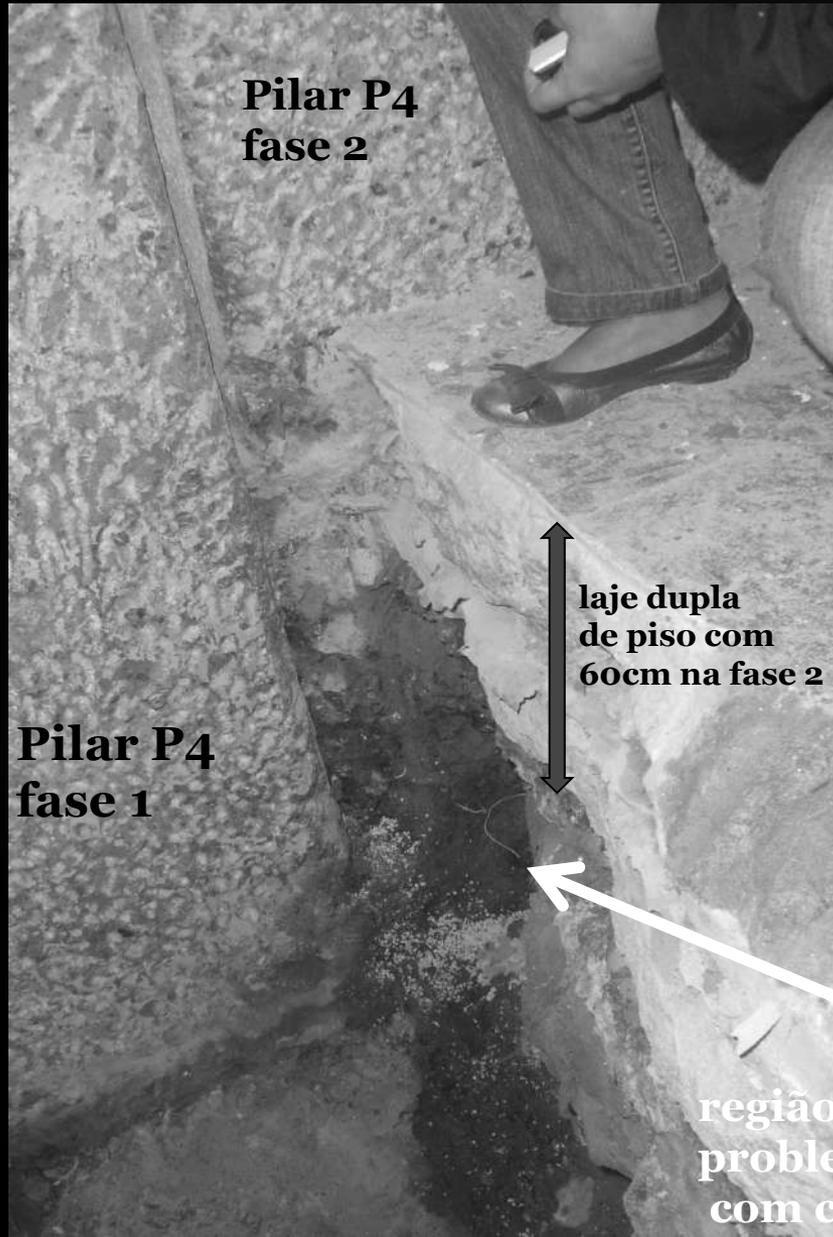
10/7/2011

11/7/2011



**janela de prospecção vista 1**

# Inspeção / Diagnóstico preliminar



# *Inspeção / Diagnóstico preliminar*



# Diagnóstico preliminar

vista 2

Pilar P4  
fase 1

Pilar P4  
fase 2

laje dupla  
de piso  
com 60cm  
na fase 2

manta  
impermeabilizante

laje dupla de  
concreto armado

Pilar P4  
fase 2

Pilar P4  
fase 1

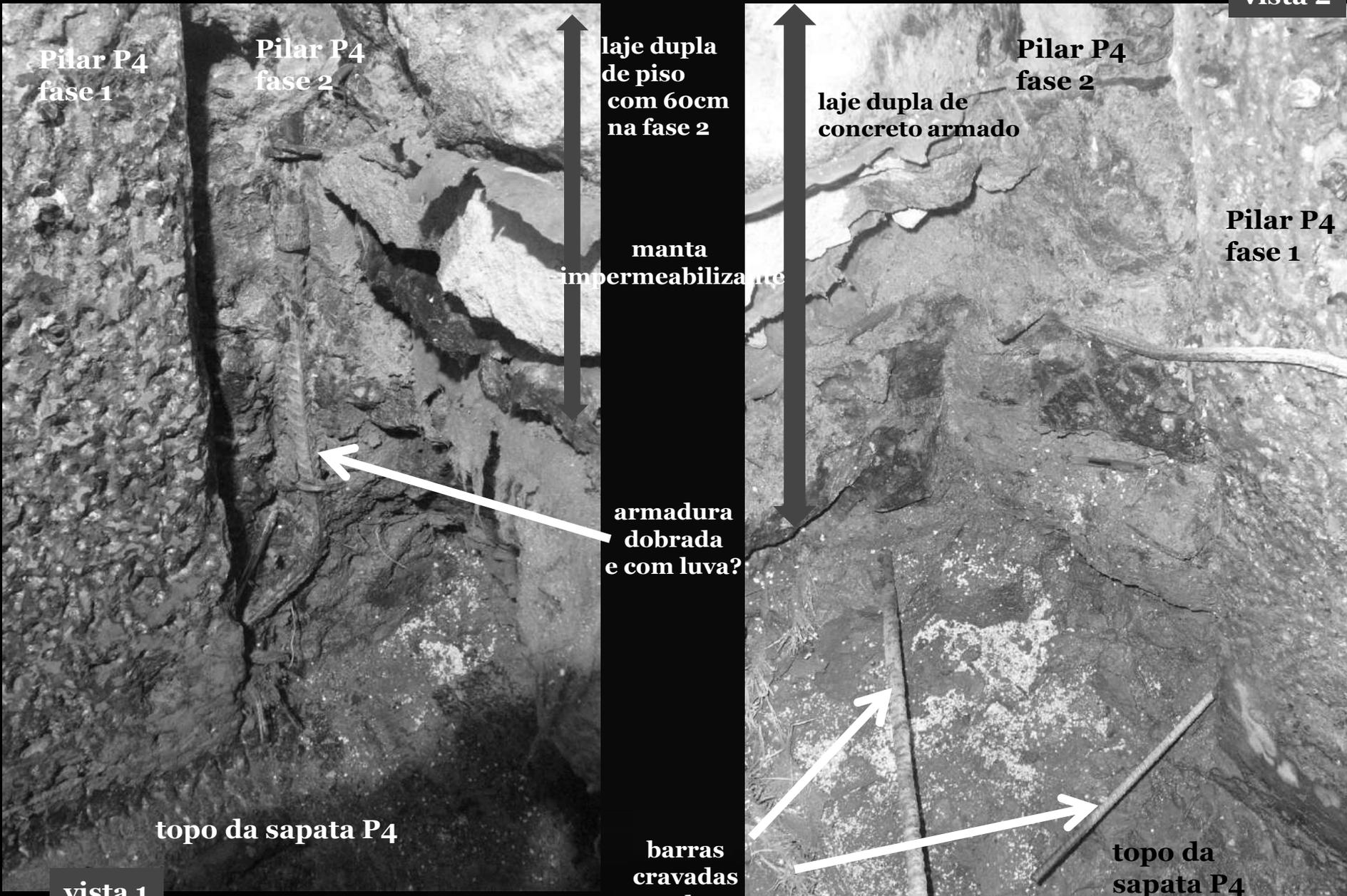
armadura  
dobrada  
e com luva?

topo da sapata P4

barras  
cravadas  
manualmente

topo da  
sapata P4

vista 1



# Inspeção

8/7/2011

9/7/2011

10/7/2011

11/7/2011



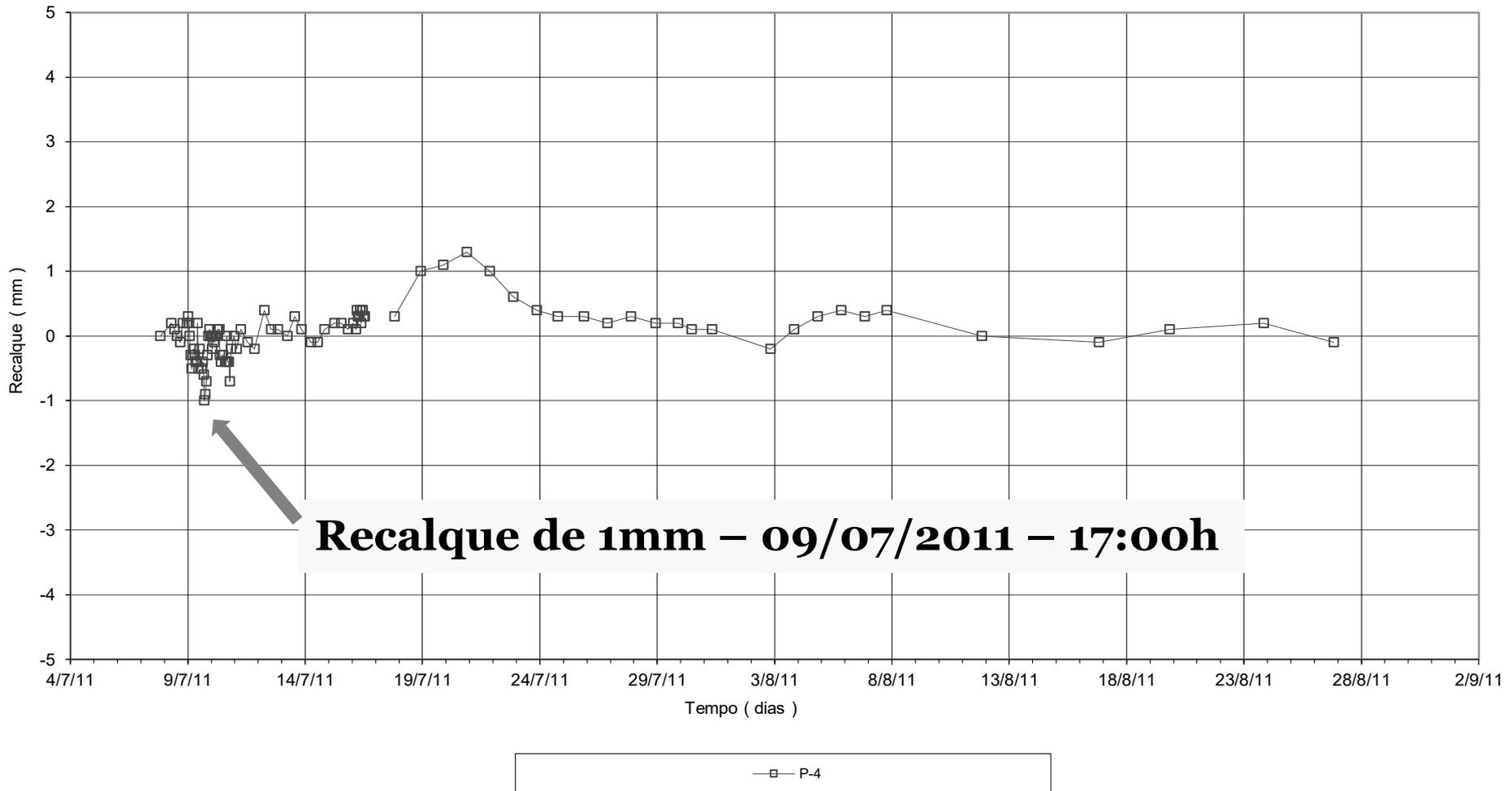
**Controle contínuo de deslocamento vertical (recalque) dos pilares P4, P1A e P7**

## *Inspeção*

**nesse momento o grupo  
encarregado da observação  
da movimentação da  
estrutura informou que os  
selos de gesso romperam e o  
pilar P4 fase 2 desceu**

**1mm!!**

# Medições dos Recalques



# *Inspeção*



selo  
de  
gesso  
rompido

## *Inspeção*

**imediatamente os  
serviços de  
escavação e  
prospecção foram  
interrompidos**

# *Inspeção*



**colagem de plaquetas de vidro 2mm para controle de eventual movimento de fissuras**

# *Inspeção*

8/7/2011				9/7/2011																			10/7/2011																			11/7/2011														
20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00

**o reforço foi iniciado logo após observação de que o processo de recalque havia estabilizado**

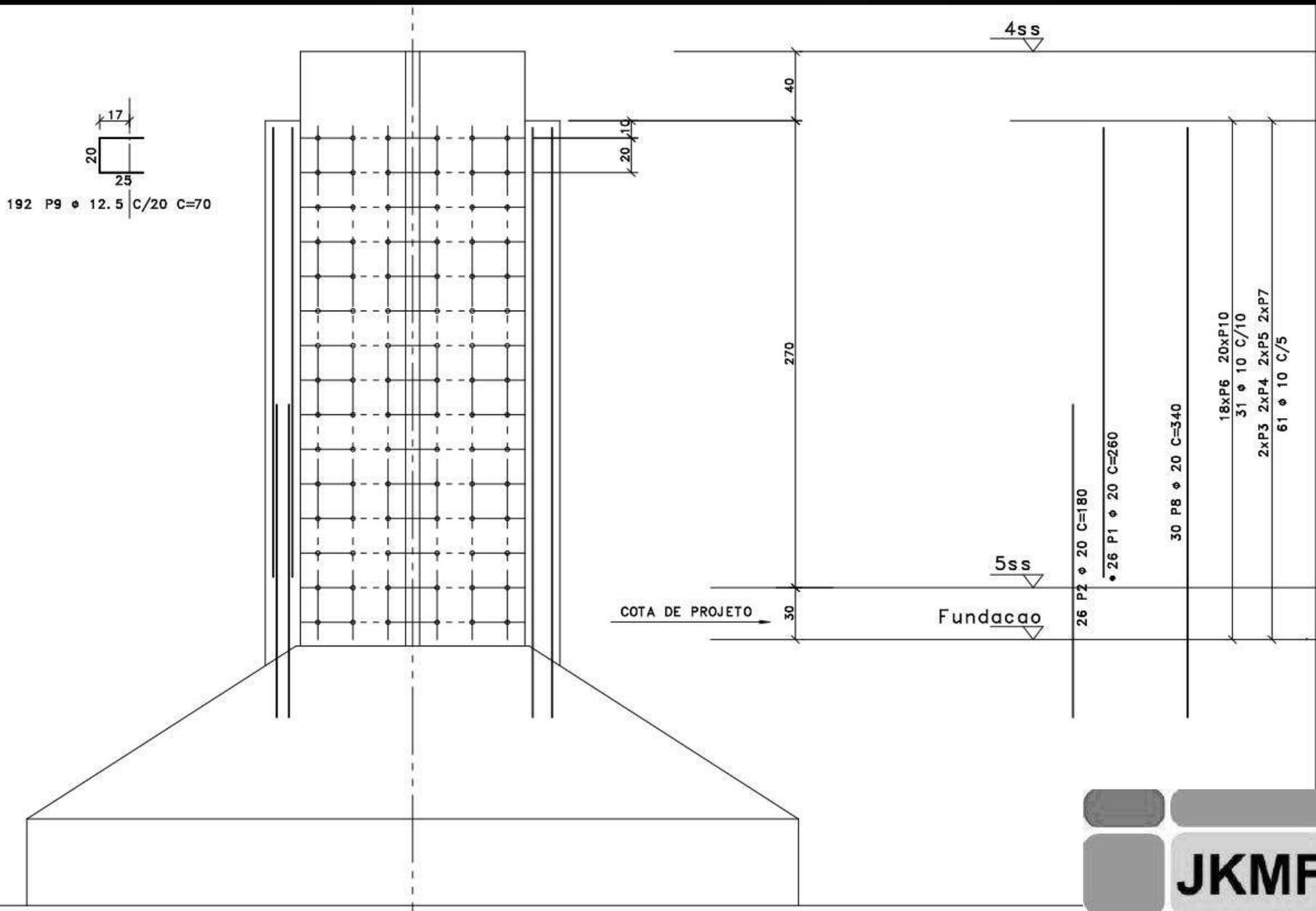
*Reforço*  
*1<sup>a</sup> etapa*

# *Procedimento Padrão para Reforço do Pilar P4 com Problema*

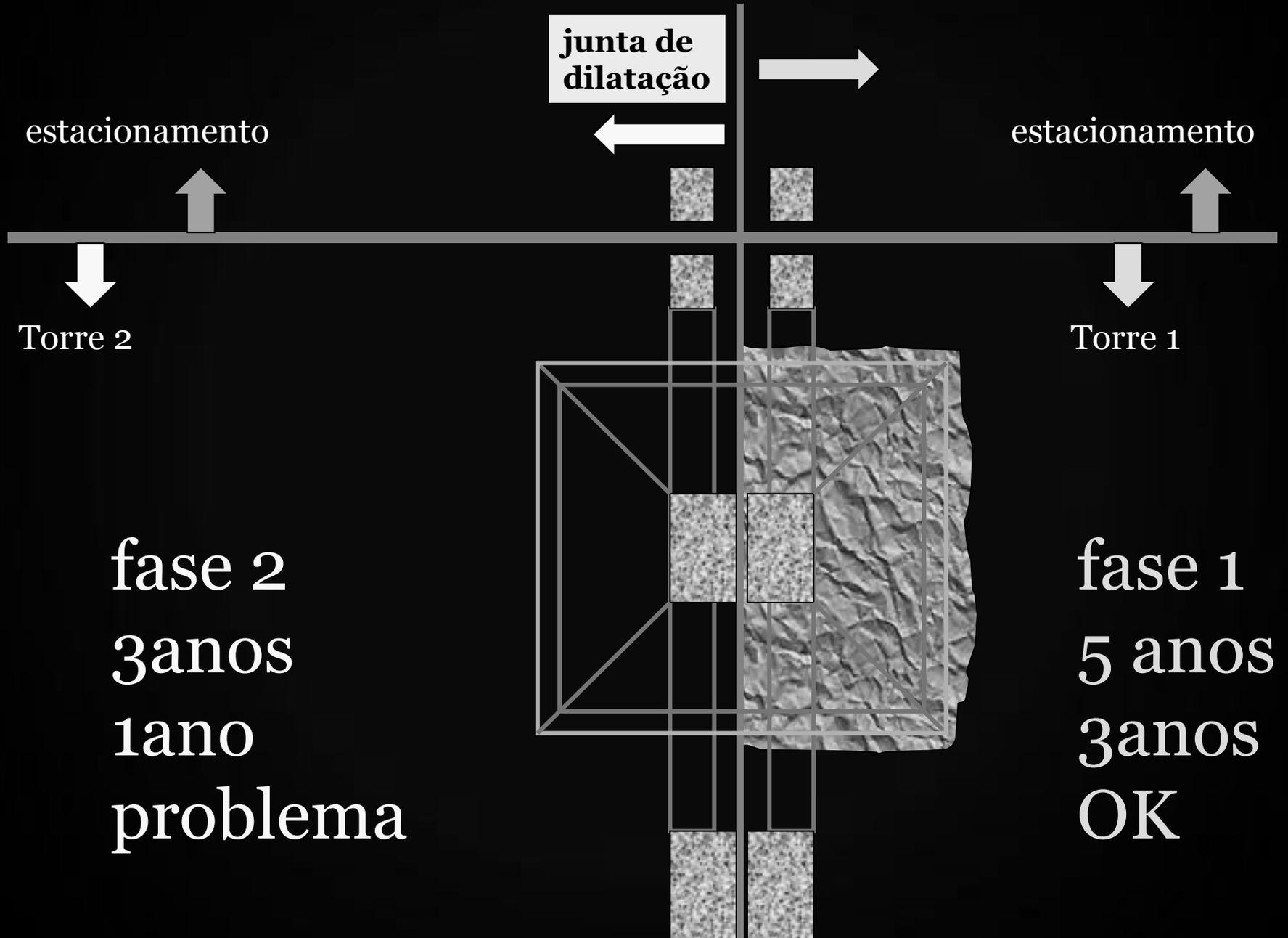
1. Inspeção / diagnóstico;
2. Escavação;
3. Preparação do substrato;
4. Montagem da armadura;
5. Preparação da fôrma;
6. Preparação do graute;
7. Concretagem;
8. Desfôrma;
9. Cura.



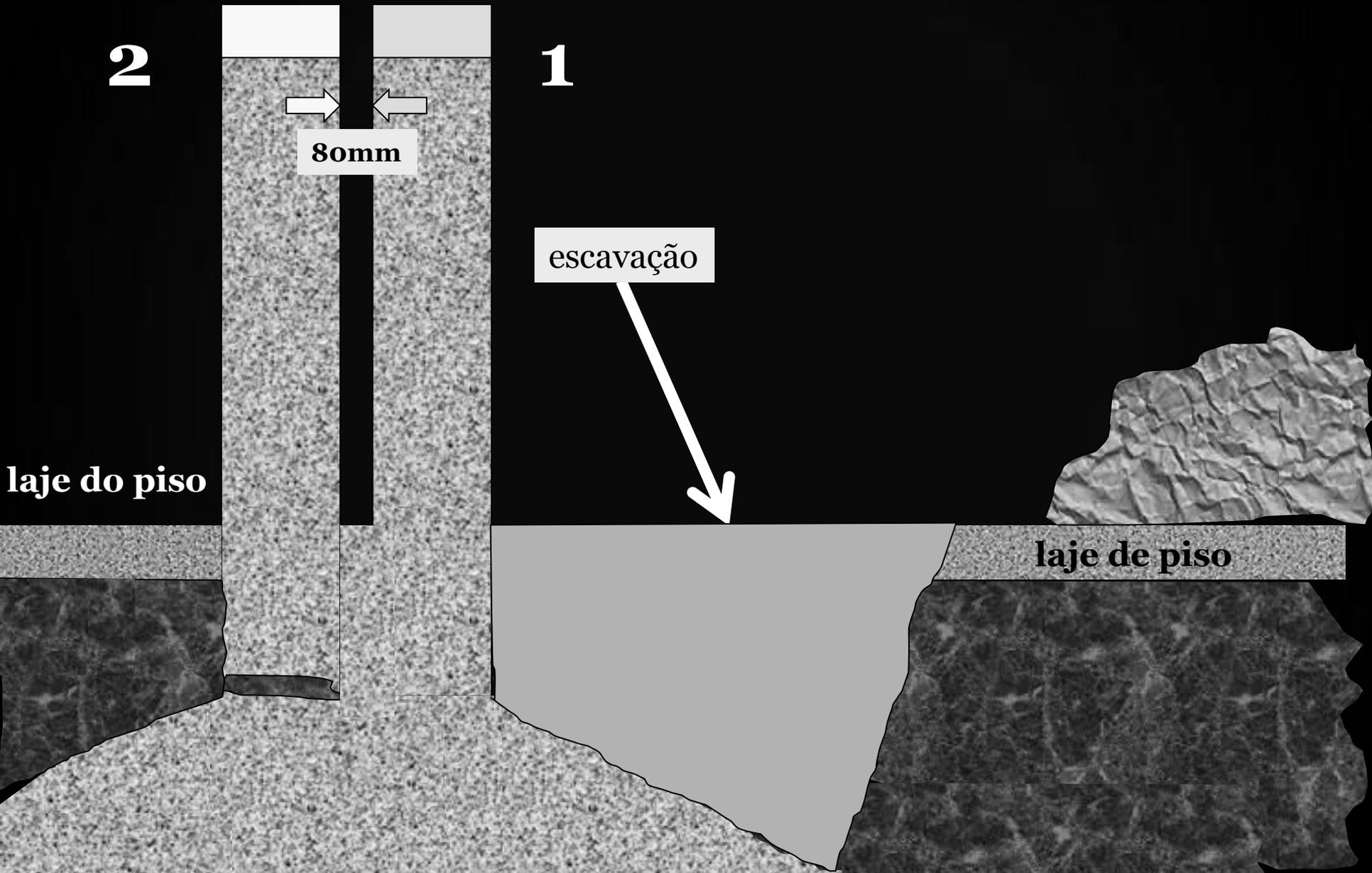
# Detalhe do Reforço – Elevação – JKMF



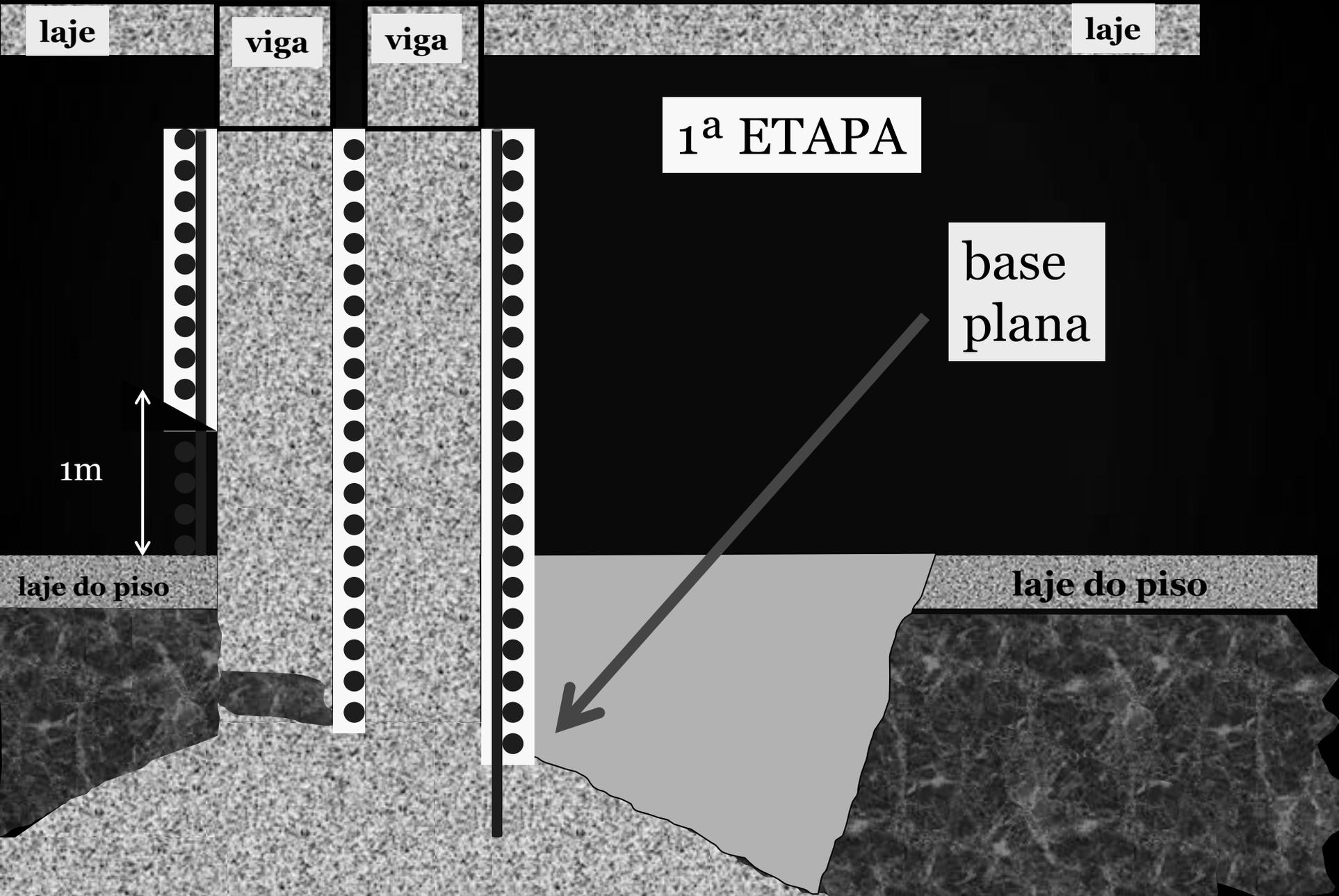
# 1. Escavação do Pilar P4 (fase 1)



# 1. Escavação do Pilar P4 fase 1



# Programação do Reforço (3 etapas) P4



## ***1. Escavação do Pilar P4 (fase 1)***

- Demolir o piso e escavar ao redor do pilar íntegro (fase 1) até alcançar sapata;
- Retirar o entulho do local e guardar esse material para posterior reposição no buraco;
- Abrir pelo menos 1,5m ao redor desse pilar (só 3 faces);
- A junta entre pilares deve estar perfeitamente limpa até o fundo, junto à sapata;
- Fazer o controle visual e com trena.

## ***1. Escavação do Pilar P4 (fase 1)***

- Lavar bem a superfície do concreto da sapata, limpando-a;
- Demolir cuidadosamente o concreto da sapata numa largura de 25cm ao redor dessas 3 faces livres desse pilar, de modo a obter um plano horizontal para posterior apoio do anel/coroa de cintamento a ser construído;
- Controle visual, com trena e nível;

## ***2.Preparação do Substrato***

- Arredondar as arestas (8 arestas) dos 2 pilares de cima (fundo da viga) abaixo (sapata);
- Retirar a argamassa, pintura e outros revestimentos "estranhos" do pilar;
- Fazer o apicoamento geral, rigoroso e caprichoso de toda a superfície exposta;
- Utilizar "ponteira de agulha", jato úmido de "quartzo" sob pressão, jato de água sob elevada pressão, ou qualquer outro procedimento equivalente que retire toda a camadinha superficial atual do concreto e crie pequenas cavidades de "ancoragem" e aderência ao substrato

## *2.Preparação do Substrato*



## *2.Preparação do Substrato*



## *2.Preparação do Substrato*

- Esta operação é muito importante e deve ser exigido um apicoamento a 100%, ou seja, toda a superfície deve estar apicoada retirando-se a camada superficial existente;
- Não é lixar, proibido lixar;
- Controle visual e táctil;
- Lavar com água potável toda a superfície tratada, utilizando jato de água a moderada pressão, permanecendo em cada área pelo menos 5 minutos;
- Controle visual.

## *2.Preparação do Substrato*



**bomba de água sob pressão**



## *2.Preparação do Substrato*



## ***2.Preparação do Substrato***



**detritos decorrentes da limpeza com jato de água sob pressão**

### *3. Montagem da Armadura*



### ***3. Montagem da Armadura***

- Perfurar sapata para injeção e fixação das armaduras longitudinais, conforme previsto no projeto, um furo a cada 20cm;
- Como a bitola é de 20mm usar broca uma bitola superior. Profundidade de 30cm. Sempre furar um sim dois não;
- Preencher com chumbador de base epóxi Hilti-HIT-RE- 500 ou similar da ANCHORTEC (não pode usar outro tipo) e posicionar sob pressão a barra;
- Fixar a barra na parte superior para que esta não se movimente.



furar a sapata com  
uma furadeira  
elétrica, com broca  
de 22mm



### ***3. Montagem da Armadura***

- Seguir procedimento até terminar de chumbar todos. Observar que no outro pilar (fase 2) nesta etapa não há chumbamento de barras, só posicionamento;
- Controle visual e com trenas, cálibre, metro;
- Os furos para chumbamento das armaduras longitudinais na sapata devem ser realizados a SECO. Portanto todas as operações de limpeza já devem ter sido realizadas e não pode usar água nesse momento;
- Os furos antes de injetar a resina de chumbar devem estar limpos e sem pó, ou seja, precisa de ar comprimido limpo para retirar pó desses furos;

8/7/2011				9/7/2011																								10/7/2011																								11/7/2011				
20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00



### ***3. Montagem da Armadura***

- O material de chumbar da HILTI e /ou da ANCHORTEC é de base epóxi e não pode ter água, pois prejudicará a aderência;
- Teria sido bom dispor na obra de um SECADOR de Cabelos tipo PROFISSIONAL de 2000watts, poderoso, 220V, para ajudar a ventilar furos para limpeza e secar ao mesmo tempo;
- Também teria sido bom um aspirador de pó poderoso, 220v, de alta capacidade. Mínimo de 2 peças.

### *3. Montagem da Armadura*



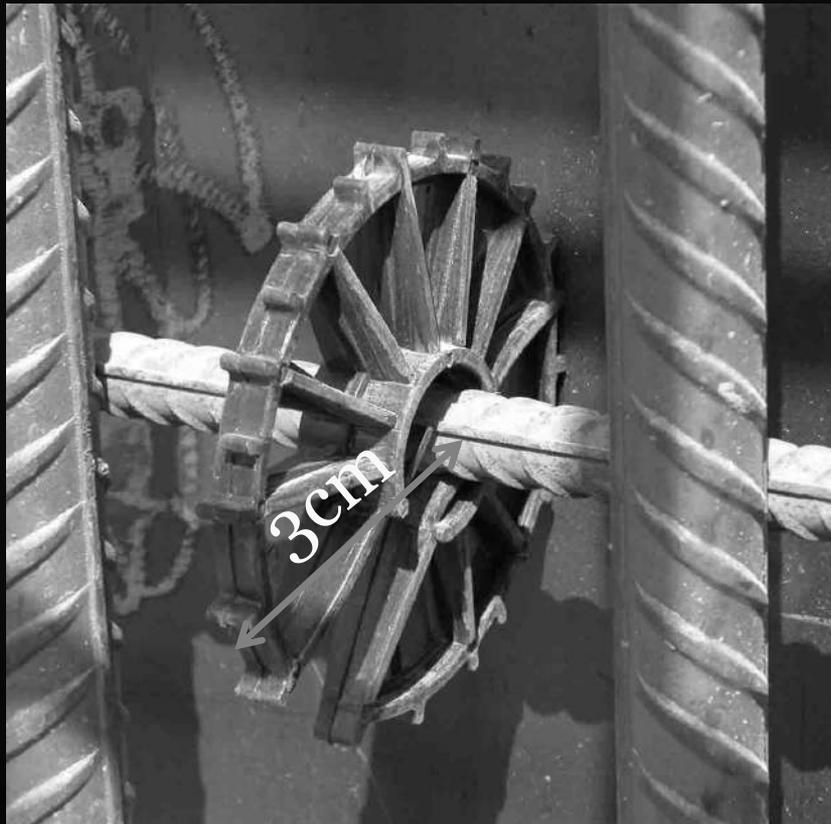
Broca perdida porque errou na bitola do furo, preencheu com epóxi e decidiu-se re-furar no mesmo furo que já tinha epóxi.

### ***3. Montagem da Armadura***

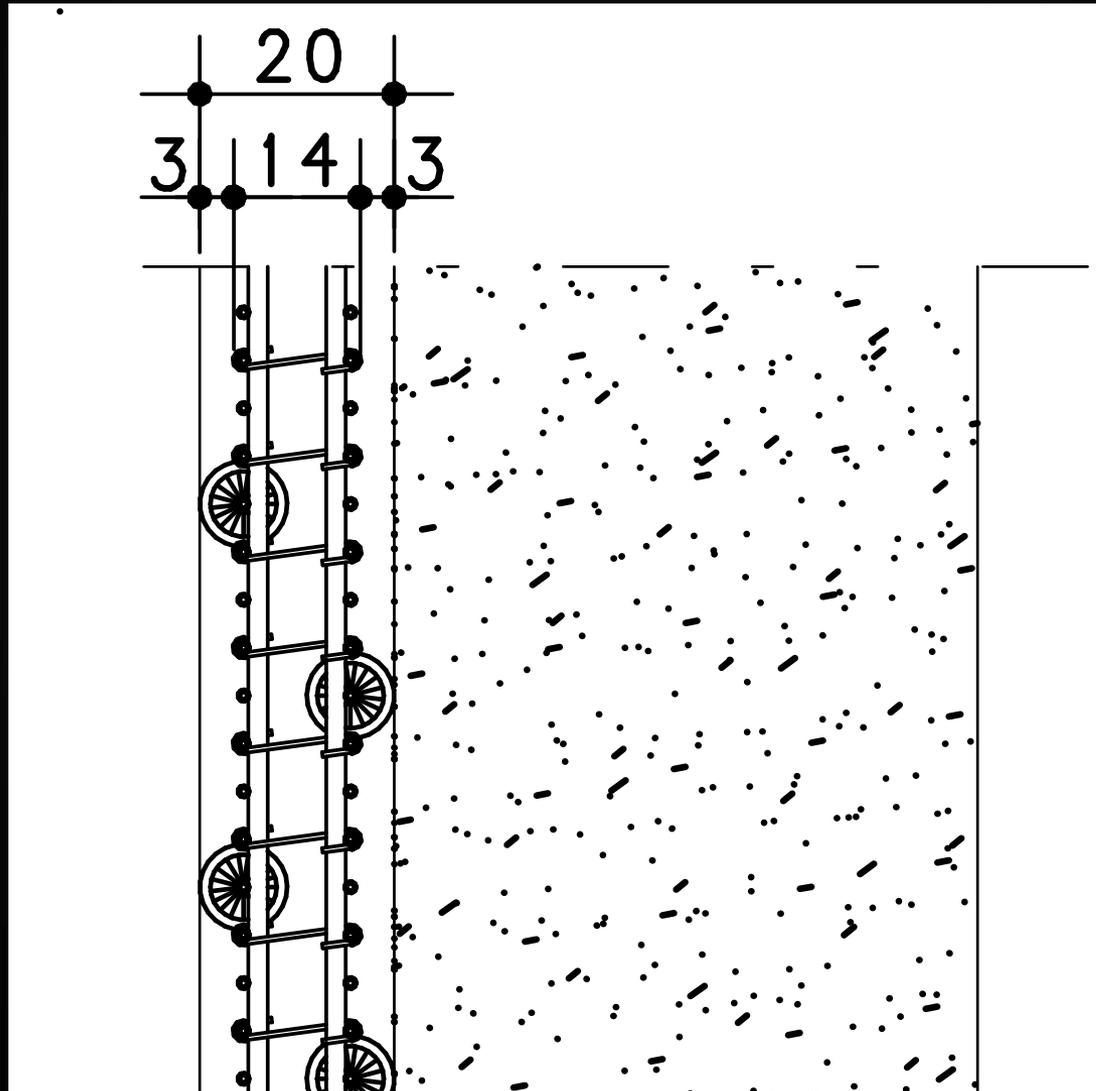
- Posicionar estribos um a cada 5cm. Sempre intercalando, tipo "U", ou seja, um pralá, um pracá;
- Controle visual e com trena;
- Na montagem da armadura para ajudar na sua fixação é permitido inserir ganchos tipo com pistola WALSYWA para "pendurar" e fixar armadura, assim como é obrigatório usar pastilhas de plástico para assegurar cobrimento (em relação à fôrma) e distanciamento (em relação ao núcleo);
- Uma pastilha a cada 30cm. Considerar que serão muitas;

### *3. Montagem da Armadura Cobrimento*

- Cobrimento interno e externo:
  - 3cm (pastilha no estribo);



### *3. Montagem da Armadura Cobrimento → espaçadores*



### *3. Montagem da Armadura Cobrimento*



### *3. Montagem da Armadura Cobrimento*



### *3. Montagem da Armadura*



### *3. Montagem da Armadura*



## *4. Preparação da fôrma*



## *4. Preparação da fôrma*



## *4.Preparação da fôrma*

- Ajustar fôrma e cuidar muito da estanqueidade da fôrma e da sua rigidez pois o graute vaza fácil e gera pressão elevada;
- Observar que do lado do pilar da fase 2 (com problema) a fôrma deverá ficar no "ar" ou seja deve ter um fundo tipo fôrma "pente" que deixe passar as armaduras longitudinais e não deixe passar o graute. Vai exigir muito rigor e capricho para assegurar estanqueidade;

## *4. Preparação da fôrma*



## *4. Preparação da fôrma*



Fôrma tipo “pente”

## *4.Preparação da fôrma*

- O fundo deve ficar inclinado num plano de 1/3 mais ou menos;
- As armaduras longitudinais e estribos devem passar direto e estar posicionados até o piso da laje;
- Controle visual e com trena;

## *4. Preparação da fôrma*



## 4. Preparação da fôrma



## *4. Preparação da fôrma*



## 5. Preparação do Graute



## ***5.Preparação do Graute***

- Utilizado graute EMCEKRTE 40 da MC-Bauchemie com  $f_{ck}$  de 70MPa a 28dias. Adicionado a cada saco 30% em peso de pedrisco lavado e limpo de granito ou basalto ou diabásio de boa procedência;
- Usar estritamente a água indicada pelo fabricante;
- Misturar um saco por vez num recipiente (balde adequado);
- Dispor de no mínimo dois baldes e duas misturadores com hélice acoplada a uma furadeira ou equipamento específico;

## *5. Preparação do Graute*



## *5. Equipamentos para Preparo do Graute*



misturadora de  
hélice metálica  
helicoidal dupla

## *5. Preparação do Graute*



## *5. Equipamentos para Preparo do Graute*



medidor de água

balde metálico de  
fundo reto



## 5. Preparação do Graute



IMAGEM ILUSTRATIVA

graute  
industrializado



água



graute pronto para aplicação

## *5.Preparação do Graute*

- Não pode usar betoneira de eixo inclinado tipo mistura por tombo. Tem de ser mistura forçada com hélice. Pode ser betoneira de eixo vertical com mistura forçada;
- Sempre misturar um saco+pedrisco+água, por vez e aplicar.
- Controle com balança, e recipientes volumétricos aferidos previamente;
- Controle visual e através de moldagem de cps cilíndricos de 10cm por 20cm ou de 7,5cm por 15cm (preferível) para as idades de 24h, 2d, 3d, 7d, 28d e 63d (2cps por idade);

## *5. Preparação do Graute*



## *5.Preparação do Graute*

- Usar, necessariamente água gelada ou com gelo em escamas ou pequenos cubinhos;
- A temperatura final do concreto no balde, após misturado, não deve superar 15 graus Celsius (na verdade teremos de medir na situação local mas 15 graus é um bom referencial) apesar que quanto menos MELHOR;
- O saco do graute deve ser armazenado em local fresco ou frio;
- Controle visual e com termômetros de imersão ou tipo laser.

# 5. Preparação do Graute

8/7/2011		9/7/2011											10/7/2011											11/7/2011								
20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00

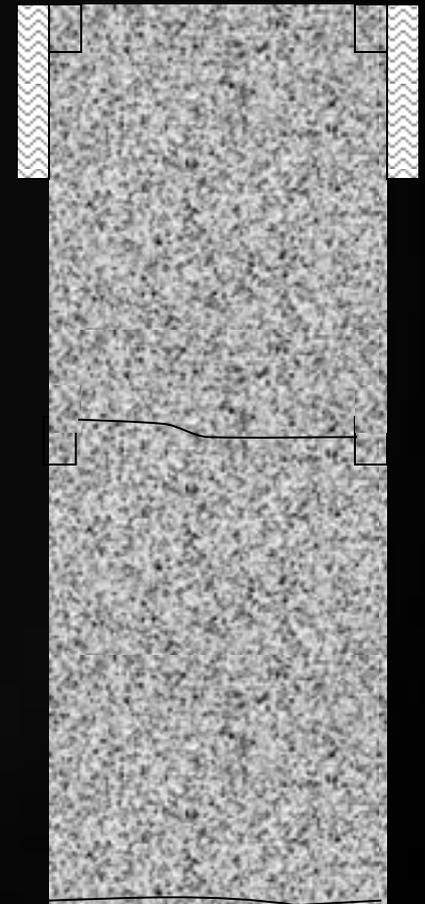
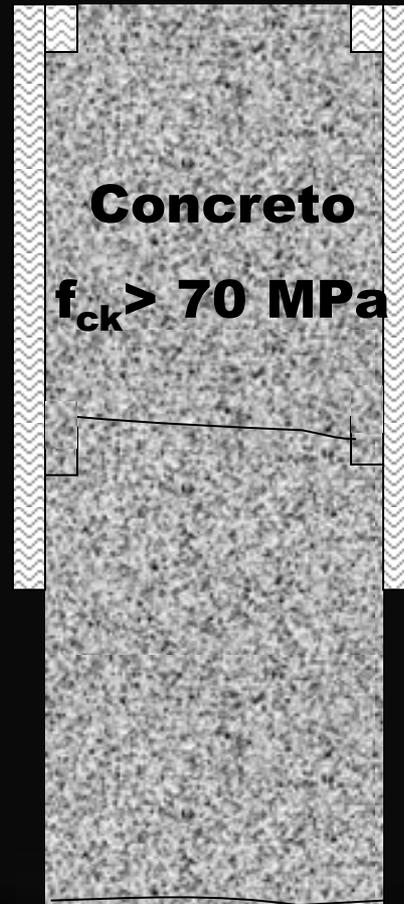


## *6. Concretagem*

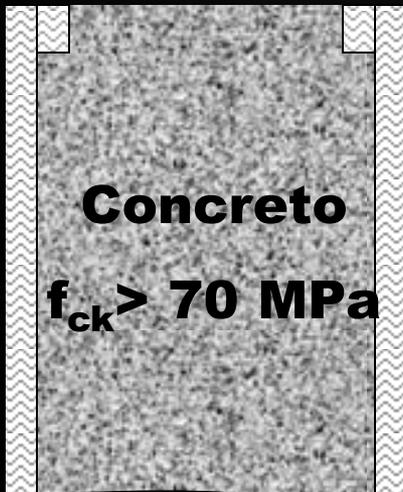
- O primeiro lance de concretagem com graute deve ter altura da ordem de 1,0m a 1,5m. Vai precisar de martelo de borracha (>4ud) e vibrador (>2ud) pequeno de 1 polegada de diâmetro;
- Controle visual.

# 6. Concretagem

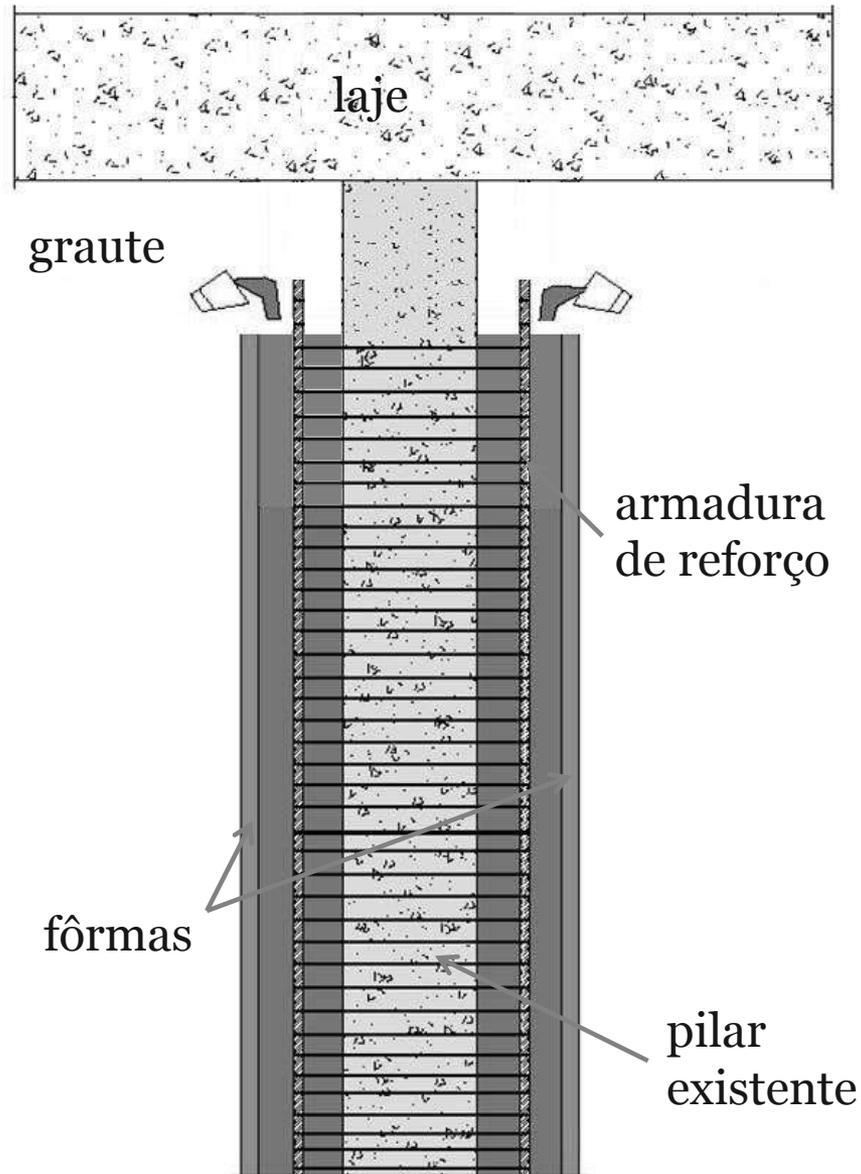
**cota 1,9m**



**cota 1,0m**



# 6. Concretagem



# 7.Desfôrma

8/7/2011

9/7/2011

10/7/2011

11/7/2011

20:00 21:00 22:00 23:00 0:00 1:00 2:00 3:00 4:00 5:00 6:00 7:00 8:00 9:00 10:00 11:00 12:00 13:00 14:00 15:00 16:00 17:00 18:00 19:00 20:00 21:00 22:00 23:00 0:00 1:00 2:00 3:00 4:00 5:00 6:00 7:00 8:00 9:00 10:00 11:00 12:00 13:00 14:00 15:00 16:00 17:00 18:00 19:00 20:00 21:00 22:00 23:00 0:00 1:00 2:00 3:00 4:00



# 7.Desfôrma



*Reforço*  
*2<sup>a</sup> etapa*

# P4

*1ª etapa  
concluída*

*Início da  
2ª etapa*



15/7/2011		16/7/2011														17/7/2011														18/7/2011																										
20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00

# *Instrumentação dos pilares*



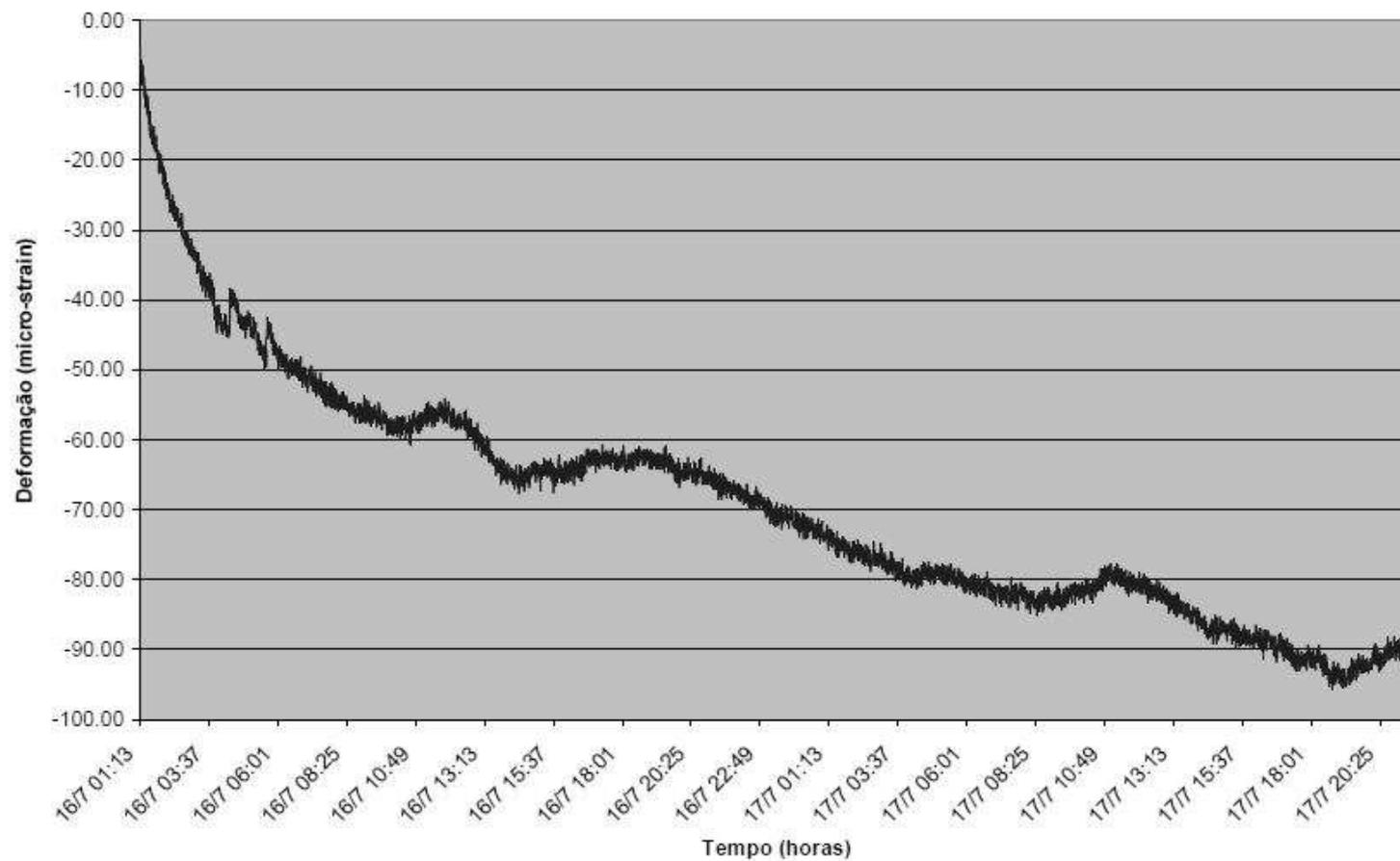
*Medidores de  
deformação  
“strain gage”*



# *Monitoração dos sensores*



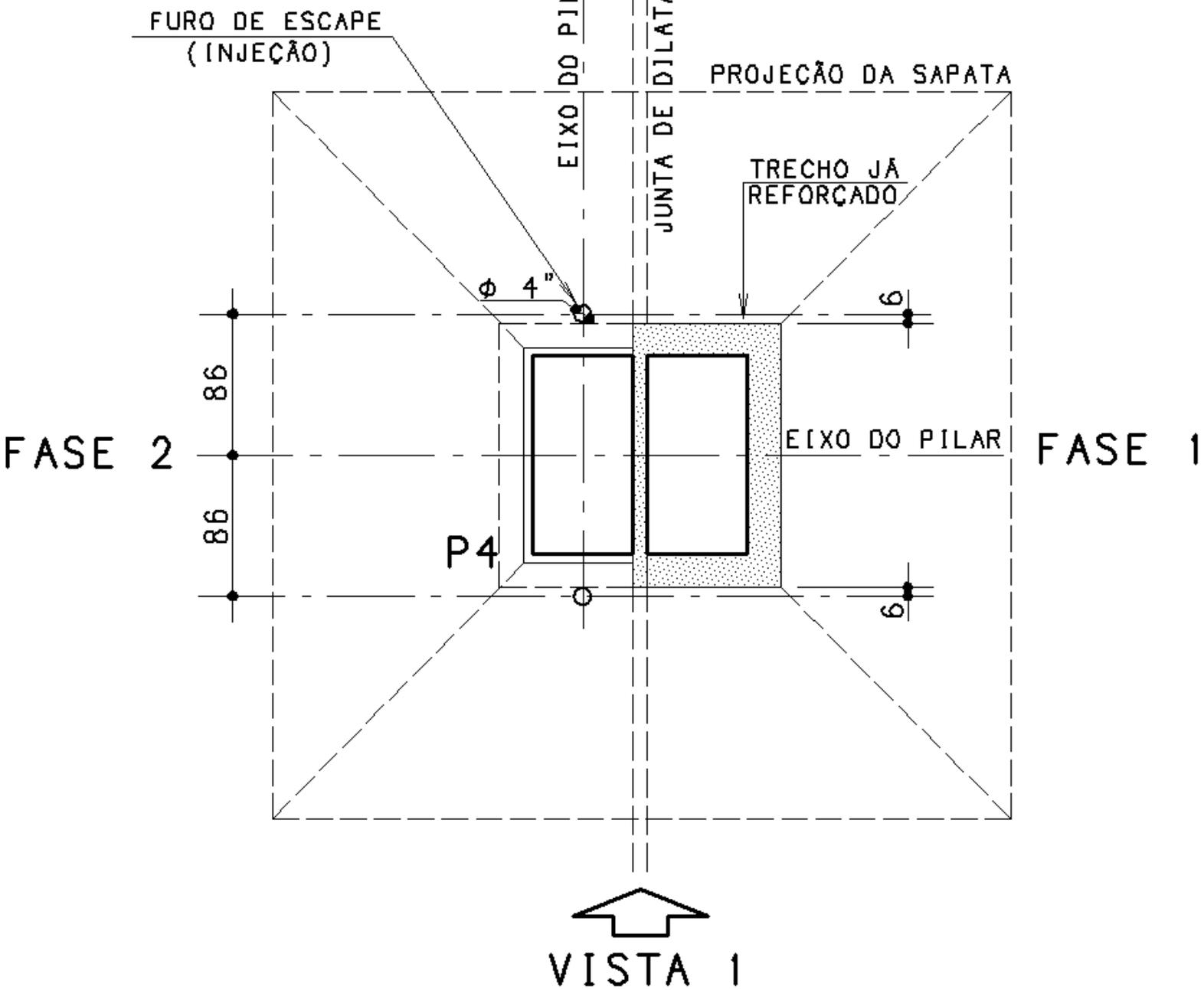
**SG 6**



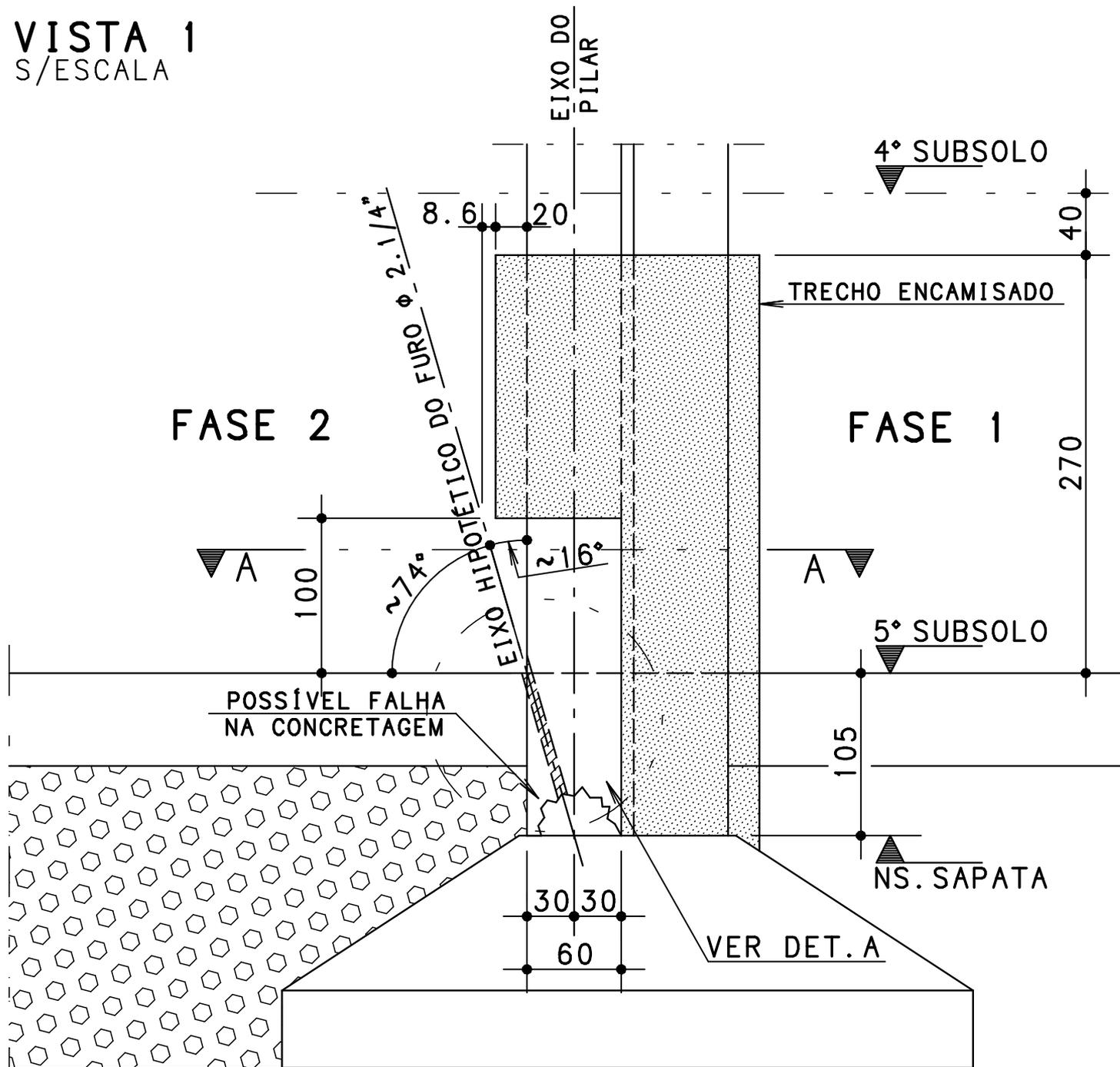
*Prospecção*

# CORTE A-A

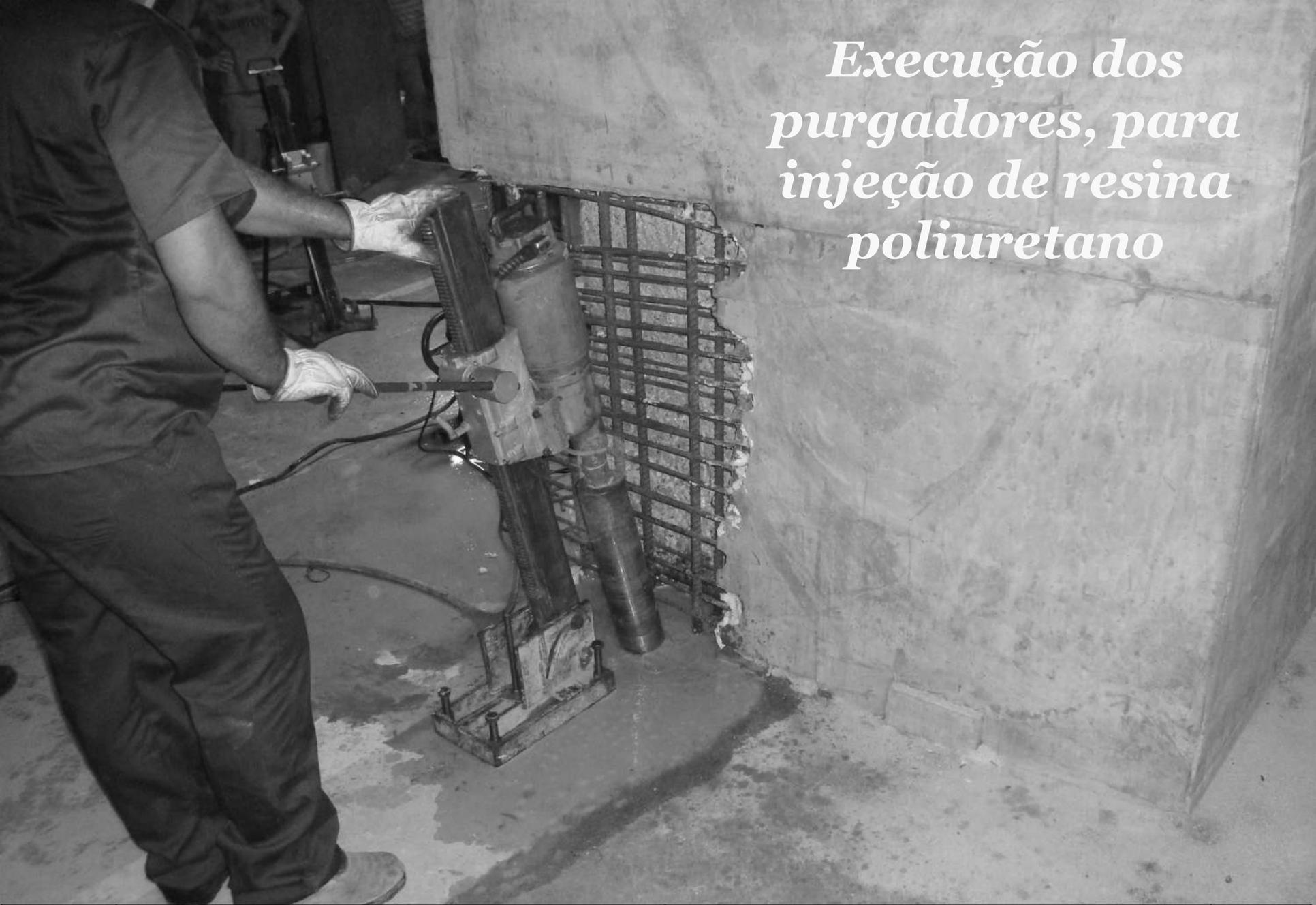
S/ESCALA



VISTA 1  
S/ESCALA



*Execução dos  
purgadores, para  
injeção de resina  
poliuretano*



15/7/2011				16/7/2011																								17/7/2011																								18/7/2011			
20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00								



*Locação das armaduras  
para posterior execução  
de furo de prospecção e  
injeção.*



# *Aferição do ângulo de entrada do cálice.*



## *Execução da prospecção*







# *Perfil de extração – P4*



*Injeção de  
Poliuretano  
Estrutural*



*Obturador*

15/7/2011		16/7/2011										17/7/2011										18/7/2011										
20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00

# *Injeção de PU e moldagem de CPs*



# *Extravase da resina PU*



# Resultados – Resina PU.

<b>MATERIAL:</b>	Resina de poliuretano	<b>SÉRIE:</b>	1	<b>Fak:</b>	-	<b>MPa</b>	
<b>FORNECEDOR:</b>	MC Inkjet 2700			<b>DATA DA MOLDAGEM:</b>	17/7/2011		
<b>TRAÇO:</b>	-						

CP	HORA DA MOLDAGEM	LOCAL DE APLICAÇÃO	RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO AXIAL (MPa)			
			27/7/2011	-	-	-
			10 Dias	-	-	-
1	ND	Pilares do 5º subsolo	36,5	-	-	-
2	ND	Pilares do 5º subsolo	30,9	-	-	-
3	ND	Pilares do 5º subsolo	23,6	-	-	-
4	ND	Pilares do 5º subsolo	33,6	-	-	-
5	ND	Pilares do 5º subsolo	35,7	-	-	-
6	ND	Pilares do 5º subsolo	27,6	-	-	-
<b>MÉDIA</b>			<b>31,3</b>	-	-	-
<b>DESVIO RELATIVO MÁXIMO</b>			16,6	-	-	-

**Obs.:** Metodologia de ensaio utilizada: NBR-7215/96

*Retirada parcial  
do contrapiso*



15/7/2011	16/7/2011														17/7/2011														18/7/2011			
20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00

*Tampa do arranque*



*Armadura flambada*



# *Posicionamiento de armaduras*



15/7/2011	16/7/2011	17/7/2011	18/7/2011																																																					
20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00











***Grauteamento***

# Emcekrete 40

Graute não retrátil de alto desempenho



## Dados Técnicos – Emcekrete 40

Característica	Unidade	Valor	Observações
Maior tamanho de grão	mm	2	
Densidade	g/cm <sup>3</sup>	2,30	argamassa fresca
Consumo	kg/m <sup>3</sup>	2.000	
Resistência à compressão	MPa	44,0	1 dia
	MPa	68,0	7 dias
	MPa	70,0	28 dias
Tempo de trabalhabilidade	minutos	30	20 <sup>0</sup> C e 50 % de umidade relativa
Espessura	mm	100 mm	máxima total
Proporção de mistura	partes em peso	100	Emcekrete 40
		10 – 12	água
Condições de aplicação	°C	> 5 < 35	temperatura do ar e substrato

UW



36.5°C  
CO2  
20.2



SPEED

100

1960



15/7/2011	16/7/2011											17/7/2011											18/7/2011									
20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00









15/7/2011		16/7/2011											17/7/2011											18/7/2011								
20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00







52.8°C

*Após concretagem piso desceu 4mm*



*Após concretagem piso desceu 4mm*



*Recomposição  
do piso*



15/7/2011

16/7/2011

17/7/2011

18/7/2011

20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00
-------	-------	-------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------	------	------

# *Concretagem do Piso*







15/7/2011

16/7/2011

17/7/2011

18/7/2011

20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00
-------	-------	-------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------	------	------

# *Pilar P4 acabado*



*Foto: Método*

# *Pilar P4 acabado*



*Foto: Método*

# *Pilar P4 acabado*



25.07.2011 12:07

*Foto: Método*

*Controles*

T53



Alcool  
GNV





# *Resistência a Compressão Axial*

<i>Pilar</i>	<i>Resistência a compressão axial - MPa</i>				
	<i>24h.</i>	<i>2dias</i>	<i>3dias</i>	<i>7dias</i>	<i>28dias</i>
<i>P4</i>	<i>57,3</i>	<i>59,9</i>	<i>61,2</i>	<i>68,2</i>	<i>73,6</i>
	<i>59,5</i>	<i>62,4</i>	<i>63,7</i>	<i>68,8</i>	<i>73,6</i>
	<i>-</i>	<i>51,3</i>	<i>51,5</i>	<i>54,9</i>	<i>77,1</i>
	<i>-</i>	<i>52,2</i>	<i>55,5</i>	<i>57,6</i>	<i>73,8</i>
<i>Piso</i>	<i>-</i>	<i>54,1</i>	<i>46,4</i>	<i>57,4</i>	<i>75,9</i>
	<i>-</i>	<i>55,2</i>	<i>48,3</i>	<i>56,4</i>	<i>74,3</i>

# *Resistência a Compressão Diametral (argamassa - piso)*

<i>Pilar</i>	<i>Resistência a compressão diametral - MPa</i>				
	<i>24h.</i>	<i>2dias</i>	<i>3dias</i>	<i>7dias</i>	<i>28dias</i>
<i>Piso</i>	-	-	-	-	<b>6,45</b>
	-	-	-	-	<b>6,59</b>
	-	-	-	-	<b>6,79</b>

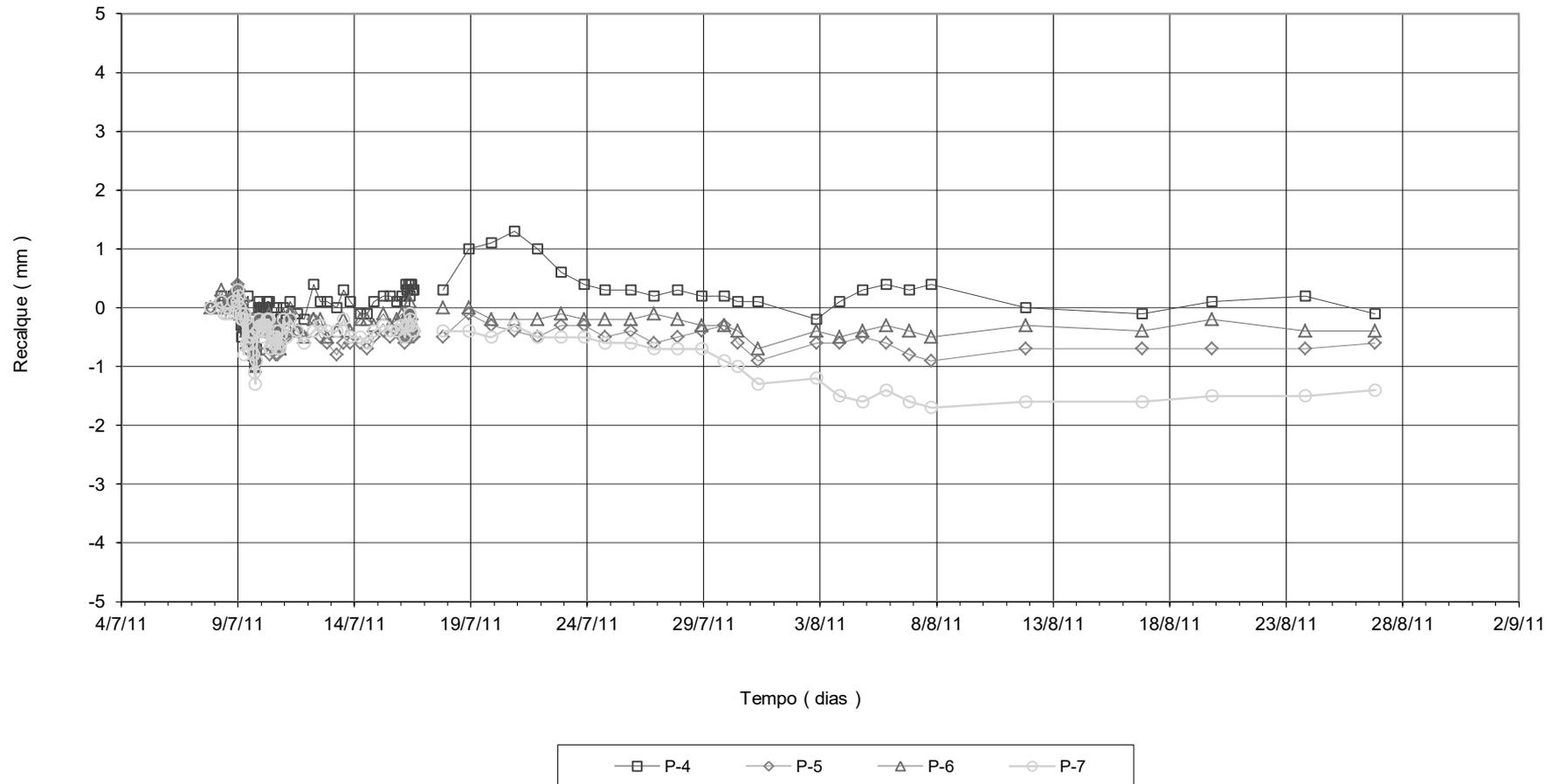
# Resultados – Resina PU.

<b>MATERIAL:</b>	Resina de poliuretano	<b>SÉRIE:</b>	1	<b>Fak:</b>	-	<b>MPa</b>	
<b>FORNECEDOR:</b>	MC Inkjet 2700	<b>DATA DA MOLDAGEM:</b>			17/7/2011		
<b>TRAÇO:</b>	-						

CP	HORA DA MOLDAGEM	LOCAL DE APLICAÇÃO	RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO AXIAL (MPa)			
			27/7/2011	-	-	-
			10 Dias	-	-	-
1	ND	Pilares do 5º subsolo	36,5	-	-	-
2	ND	Pilares do 5º subsolo	30,9	-	-	-
3	ND	Pilares do 5º subsolo	23,6	-	-	-
4	ND	Pilares do 5º subsolo	33,6	-	-	-
5	ND	Pilares do 5º subsolo	35,7	-	-	-
6	ND	Pilares do 5º subsolo	27,6	-	-	-
<b>MÉDIA</b>			<b>31,3</b>	-	-	-
<b>DESVIO RELATIVO MÁXIMO</b>			16,6	-	-	-

**Obs.:** Metodologia de ensaio utilizada: NBR-7215/96

# Medições dos Recalques



*Hipóteses  
provações...*

# *Hipóteses prováveis...*



*Foto tirada em abril/2010*  
*Reforço do P13*

# *Hipóteses prováveis...*



*Foto tirada em abril/2010*  
*Reforço do P13*

# *Hipóteses prováveis...*

*Foto tirada em abril/2010*  
*Reforço do P13*



# *Hipóteses prováveis...*



**Erros, Falhas,  
Omissões, Colapsos,  
Acidentes, Frustrações,  
Atrasos, Retrabalho,  
Constrangimentos,  
Decepções, Vergonha...**

**“Duro”  
Aprendizado!**

“Duro”

Aprendizado!

*vitórias/soluções/desafios*

**Robert Stephenson discurso de posse presidência  
Instituto dos Engenheiros Civis da Grã-Bretanha. 1856:**

*“...tenho esperança de que todos os acidentes e problemas que tem ocorrido nos últimos anos sejam registrados e divulgados.*

*Nada é tão instrutivo para jovens e experientes engenheiros como o estudo dos acidentes e da sua correção.*

*O diagnóstico desses acidentes, o entendimento dos mecanismos de ocorrência, é mais valioso que a descrição dos trabalhos bem sucedidos.*

*Com esse objetivo nobre é que proponho a catalogação , discussão e divulgação desses problemas através desta reconhecida Instituição...”*

# Edifício Habitacional

---

concretagem

de pilares

*obra nova*







P5 - 2:55



P10-2:55



# CONSTRUTOR

precisa ter consciência  
de que a consequência  
de seus atos pode levar  
anos para aparecer!

# Edifício Areia Branca

Recife, Pernambuco

14 de outubro de 2004

quinta-feira às 20:30h

1977 → 1979

25 anos

12 andares + térreo + 1 garagem



EDIFÍCIO AREIA BRANCA – Pernambuco

semanas antes

ED AREIA BRANCA 2862





Escombros - manhã seguinte do desabamento





Edificações Vizinhas







Ligação pilar - sapata com redução da  
seção transversal do pilar









Ligação pilar - sapata com redução da seção transversal do pilar



> 20cm!!!

**Edifício Solar da Piedade**

vizinho ao  
**Areia Branca**

**Recife, Pernambuco**

**novembro de 2004**

**inspeção impede colapso**



Edifício Solar da Piedade, Boa Viagem, Recife PE









# CONSTRUTOR

precisa ter consciência  
de que as consequências  
de seus atos podem ser  
desastrosas e onerosas!

**Comprometimento!**

**Do your best!**

Obrigado!

