



AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE SÍSMICA DOS EDIFÍCIOS POMBALINOS UTILIZANDO A ABORDAGEM DOS MACRO-ELEMENTOS

Maria Rosa Valluzzi (Univ. Pádua)

Vítor Cóias (Oz, L.^a)

Marco Munari (Univ. Pádua)



2006-12-13

4.^{as} Jornadas Portuguesas de Engenharia de Estruturas





Limitações dos programas de cálculo automático estandardizados:

- Difícil idealização da estrutura em termos dos elementos correntemente utilizados;
- Desconhecimento das alterações introduzidas;
- Desconhecimento do estado de tensão existente;
- Comportamento inelástico da alvenaria.

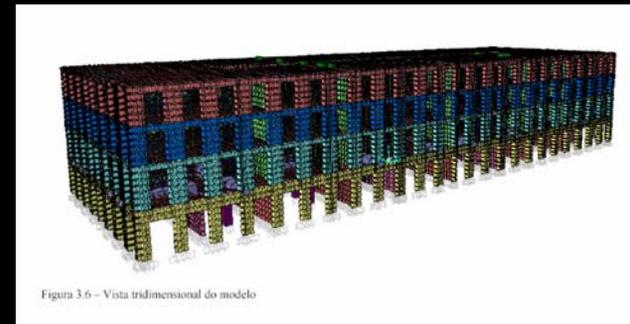
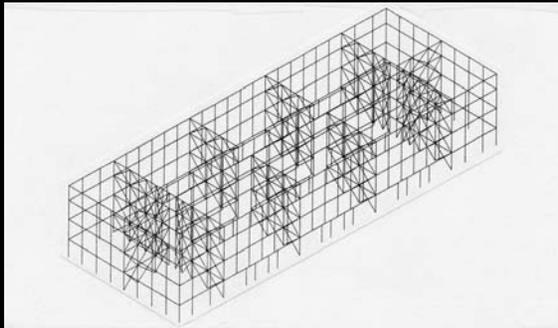
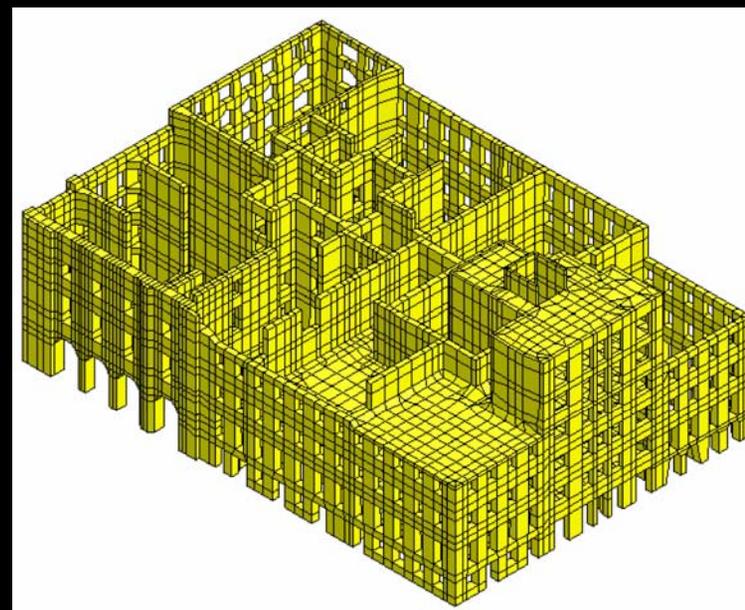
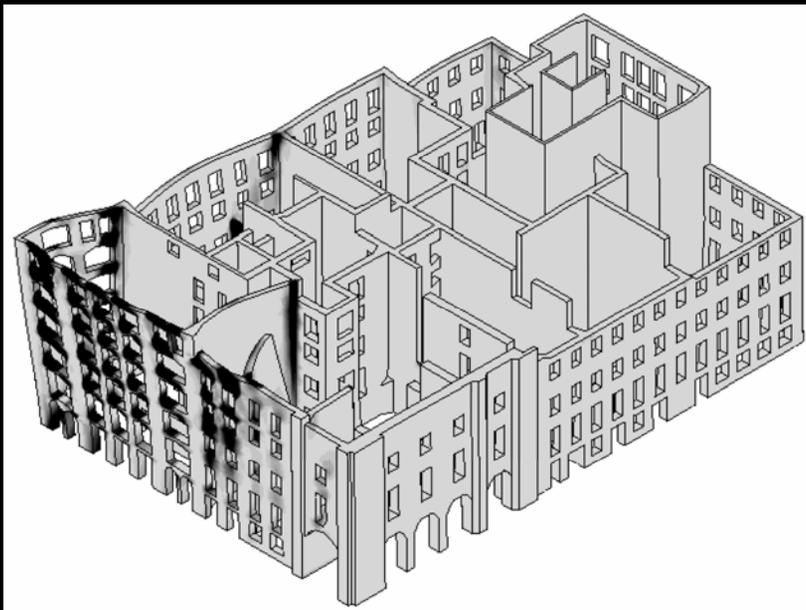


Figura 3.6 - Vista tridimensional do modelo

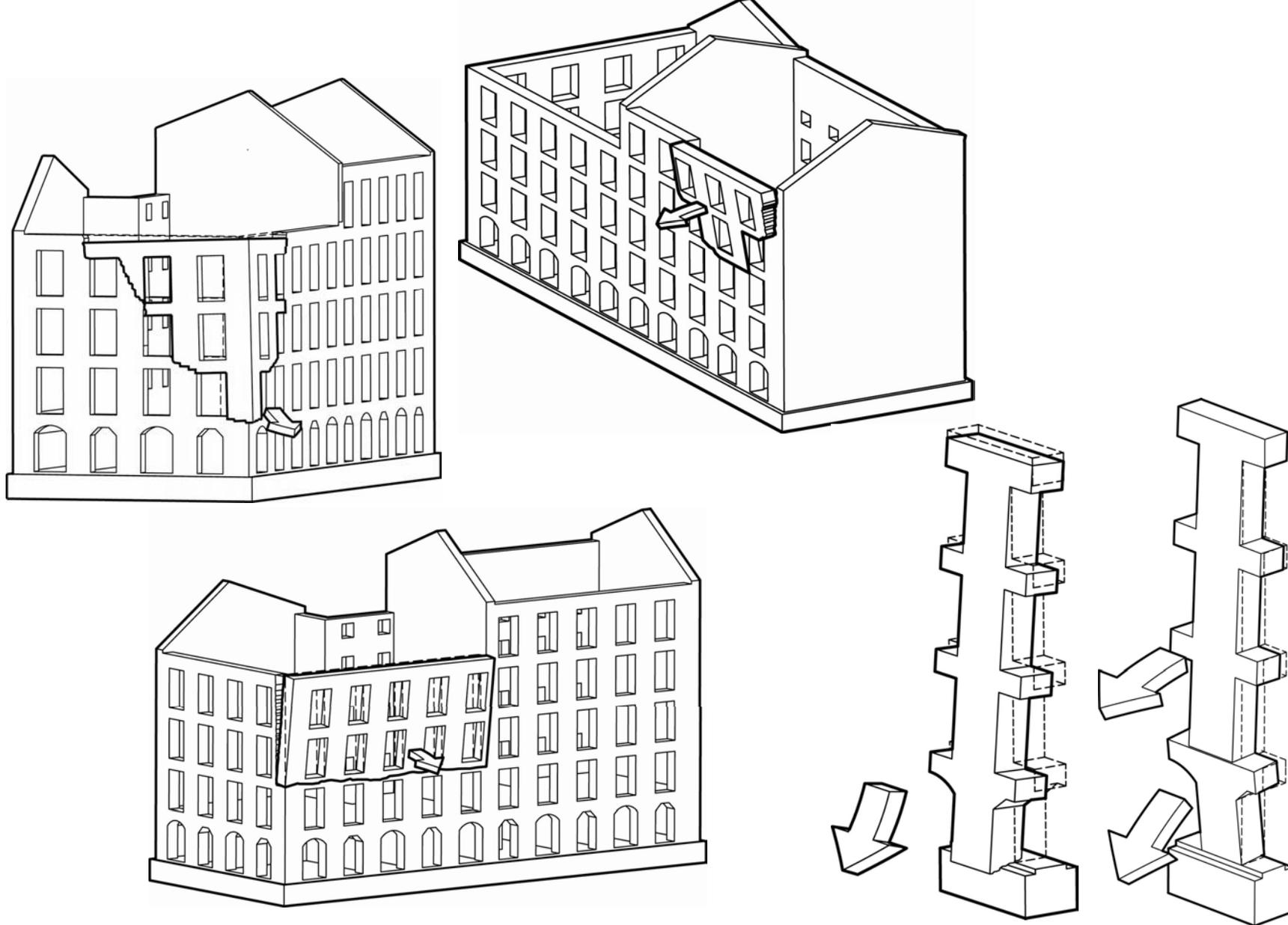


A abordagem por macro-elementos permite ter uma percepção mais realista do comportamento sísmico das construções de alvenaria e madeira e conceber medidas correctivas mais eficazes.

Macro-elemento:

Elemento da construção caracterizado por um comportamento sísmico individualisável.





$$c = a/g$$

- "g" a aceleração da gravidade;
- "a" é a aceleração sísmica;
- "c" é o "coeficiente de colapso"
(multiplicador das massa envolvidas,
capaz de levar o elemento ao colapso).

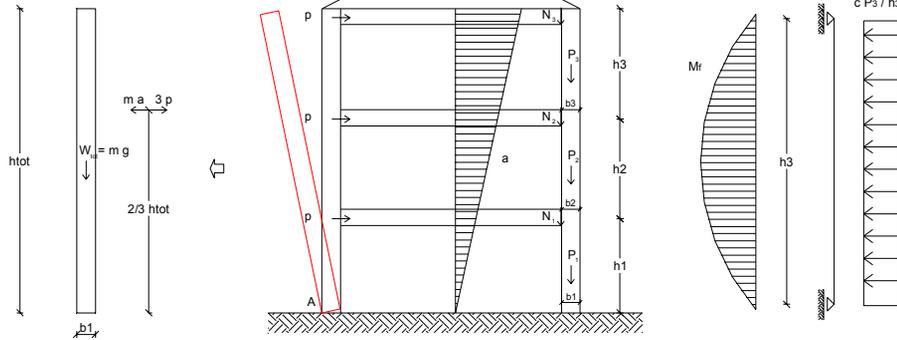
$$S_a \sim 1,7 \text{ m/s}^2, q = 1,5 \rightarrow a/g = 0,12$$

Vulnus: Permite combinar diferentes mecanismos para analizar globalmente a vulnerabilidade sísmica.

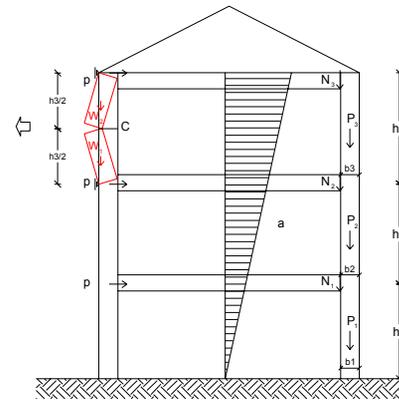
- Índice I1: coeficiente limite no plano;
- Índice I2: coeficiente limite fora do plano;
- Índice I3: avaliação global da vulnerabilidade.

G.N.D.T. - SCHEDA DI VULNERABILITA' DI 2° LIVELLO (MURATURA)

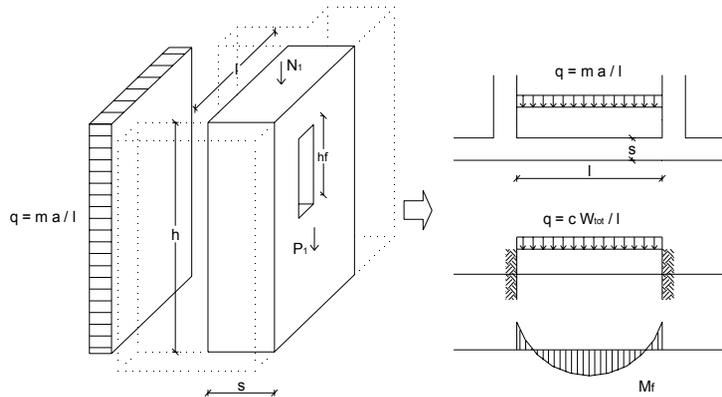
Codice ISTAT Provincia		Codice ISTAT Comune		Scheda N°			
PARAMETRI	Class.	Qual. Int.	ELEMENTI DI VALUTAZIONE	SCHEMI - RICHIAMI			
1 TIPO ED ORGANIZZAZIONE DEL SISTEMA RESISTENTE (S.R.)	C	M	Nome titolo costruttivo (C.las. A)	1	Parametro 3. Tipologia convenzionale		
			Nome ripartizioni (C.las. A)	2		Tipologia strutture verticali \rightarrow 1 (op)	
			Cordole e catene tutti i livelli (C.las. B)	3			
			Bioammorsamenti (C.las. C)	4			
			Senza cordoli cattivi ammors. (C.las. D)	5			
2 QUALITA' DEL S.R.	C	E	(de d/m a scale)	D			
3 RESISTENZA CONVENZIONALE	C	M	Numero di piani N	4	Minimo tra A, e A, A (mq)	30	
			Area totale coperta A _t (mq)	4 3 7	Massimo tra A, e A, B (mq)	31	
			Area A ₁ (mq)	3 0 1	Coeff. $\alpha = A/A_t \cdot 0.07 \cdot \text{Coeff.} > B/A_t \cdot 0.03$	1.54	
			Area A ₂ (mq)	3 1 1	$\alpha = \frac{A_1}{A_t} + \frac{A_2}{A_t} \cdot \frac{1}{1 + \dots}$		
			c ₁ (mq)	1 7	$c = 0.04 + 0.450$		
			Alt. media interpiani (m)	3 4 4			
			Peso specifico pareti p _w (tmq)	2 2 2			
			Carico permanente e soletti p _s (tmq)	0 4 5			
			Peso s ₁ per area totale del terreno	0 4			
			4 POSIZIONE EDIFICIO E FONDAZIONE	A	M	Poca Foudaz. SI 1 No 4 Terr. sciolto o on sping. Foud. SI 2 No 5 Terr. sciolto e spingente Foud. SI 3 No 6 Differ. Max di quota Δh (m) 0 4	
5 ORIZZONTAMENTI	C	E	Piani stabili SI 1 No 2		Parametro 7. Configurazione in elevazione		
			Orizzontam. rigidi e ben collegati	1			
			Orizzontam. deformabili e ben collegati	2			
			Orizzontam. rigidi e mal collegati	3			
			Orizzontam. deformabili e mal collegati	4			
% Orizzontam. rigidi e ben collegati	0 4						
6 CONFIGURAZIONE PLANIMETRICA	D	E	Rapporto per area totale $\beta_1 = a1$	3 0	Parametro 8. Copertura		
			Rapporto per area totale $\beta_2 = b1$	1 7			
7 CONFIGURAZIONE IN ELEVAZIONE	A	E	% aumento (+) o diminuzione (-) di massa	1 0			
			Rapporto per area totale T/H	1 0			
			Percezione a parete porticata	1 0			
			Piano terra porticato SI 1 No 2				
8 D _{max} MURATURE	C	E	Rapporto massimo l/h	2 3			
			9 COPERTURA	C	M	Coperture a sp. [g] poco sp. [1] sp. [2]	
						Cordole la copertura SI 1 No 2	
						Catene la copertura SI 1 No 2	
						Carico per m ² copert. p. (tmq)	0 4 3
						Lung. appoggio copert. (m)	1 7 4
Perimetro copertura (m)	1 9 5						
10 ELEM. NON STRUTT.	D	E	(de d/m a scale)				
11 STATO DI FATTO	C	E	(de d/m a scale)				



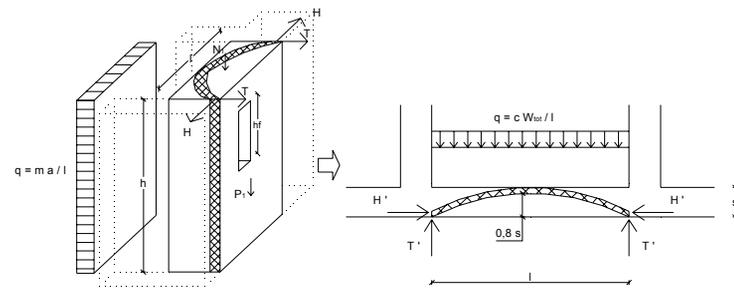
Derrubamento global



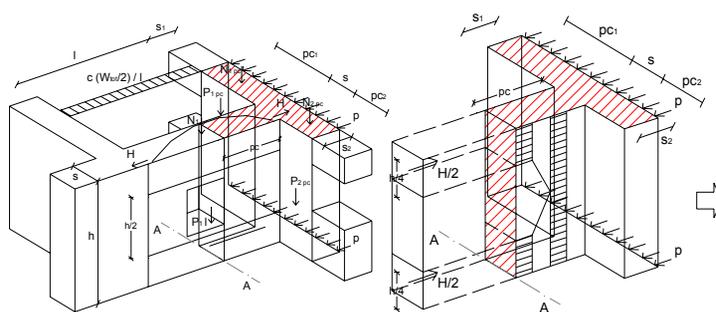
Flexão local do andar superior



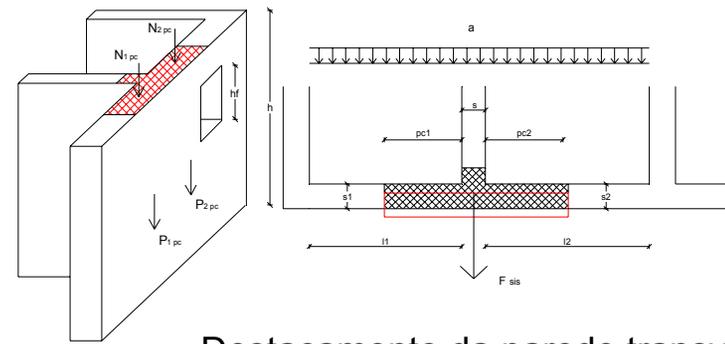
Resistência limite à flexão (viga encastrada)



Resistência à compressão do arco



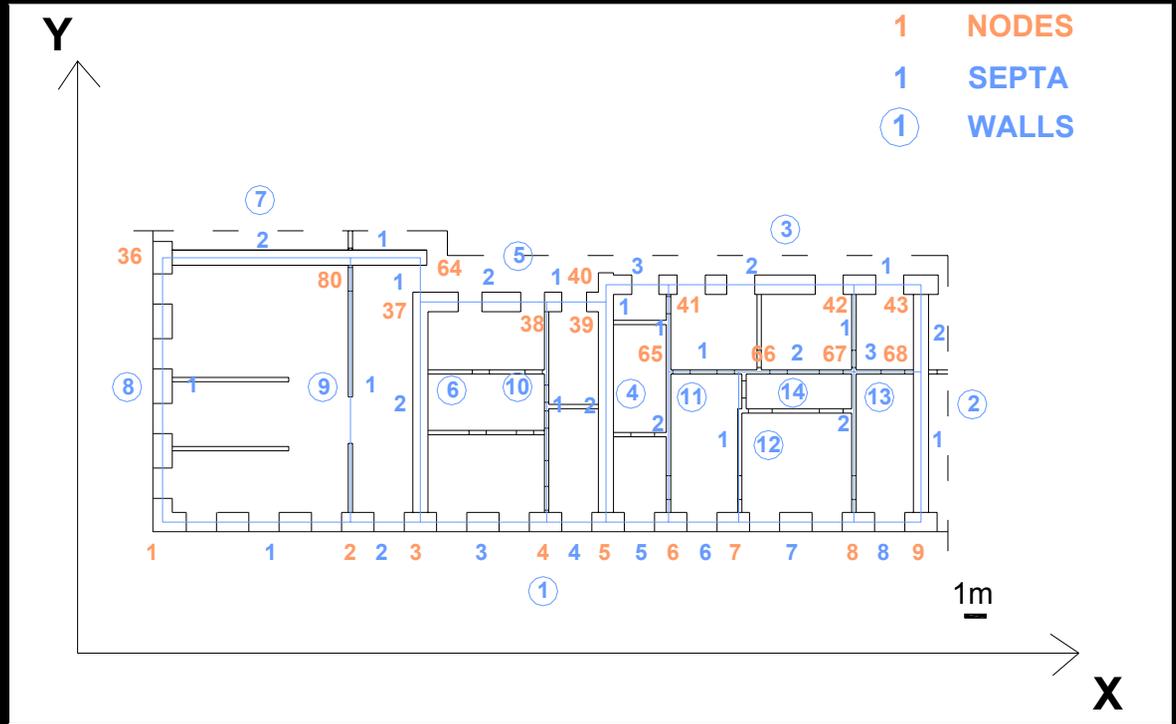
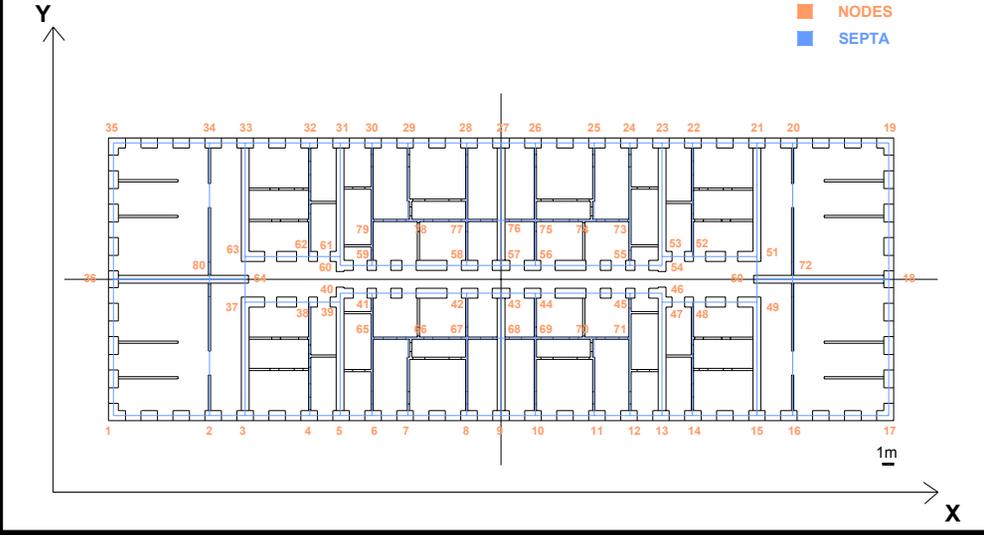
Derrubamento dos encontros do arco



Destacamento da parede transversal

C-Sisma: selecciona os macro-elementos mais significativos, aplica um número de diferentes mecanismos cinemáticos isolados de colapso, no plano e fora do plano, indica o menor coeficiente sísmico, correspondente ao mecanismo mais frágil dentre os passíveis de ocorrer. Pode desenvolver a avaliação de acordo com requisitos regulamentares.





$$I1 = 0,234, > 0,12;$$

$$I2 = 0,116, < 0,12.$$

O procedimento Vulnus permite, também, identificar as paredes e septos que são afectadas pelos vários mecanismos.

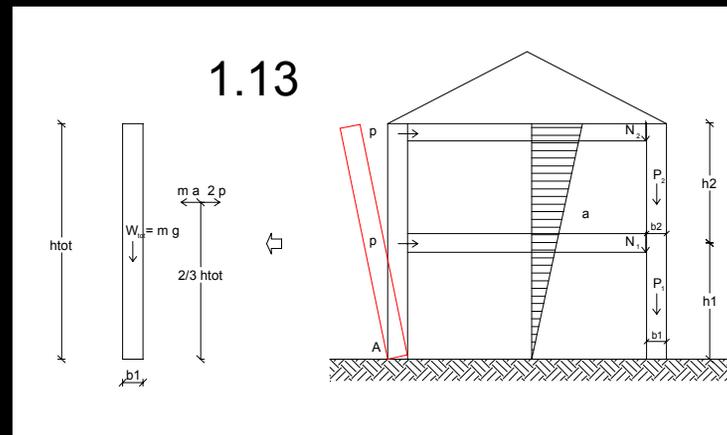
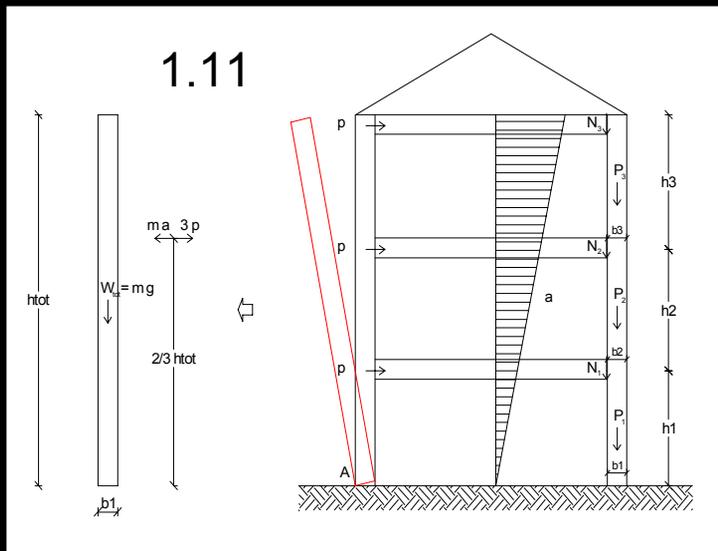
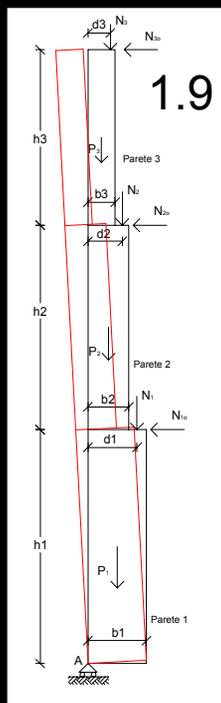
$$I3 = 0,43 .$$

C-Sisma: aplicação pontual dos mecanismos elementares de colapso.

- Mecanismos associados a faixas verticais de alvenaria;
Mecanismos associados às faixas horizontais de alvenaria.



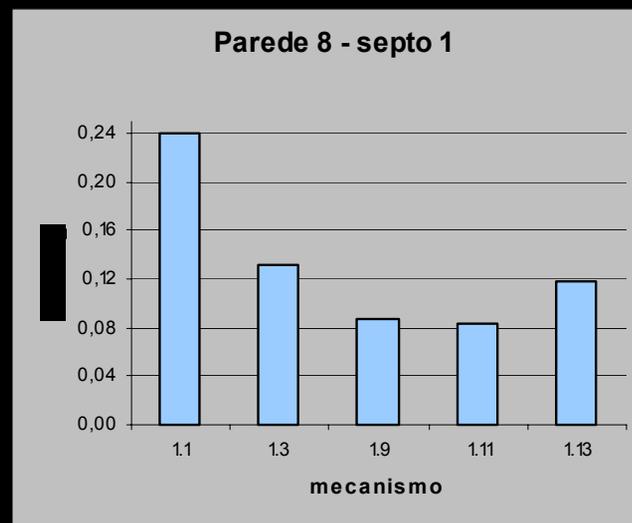
Mecanismos de faixas verticais de alvenaria – Parede 8 – septo 1



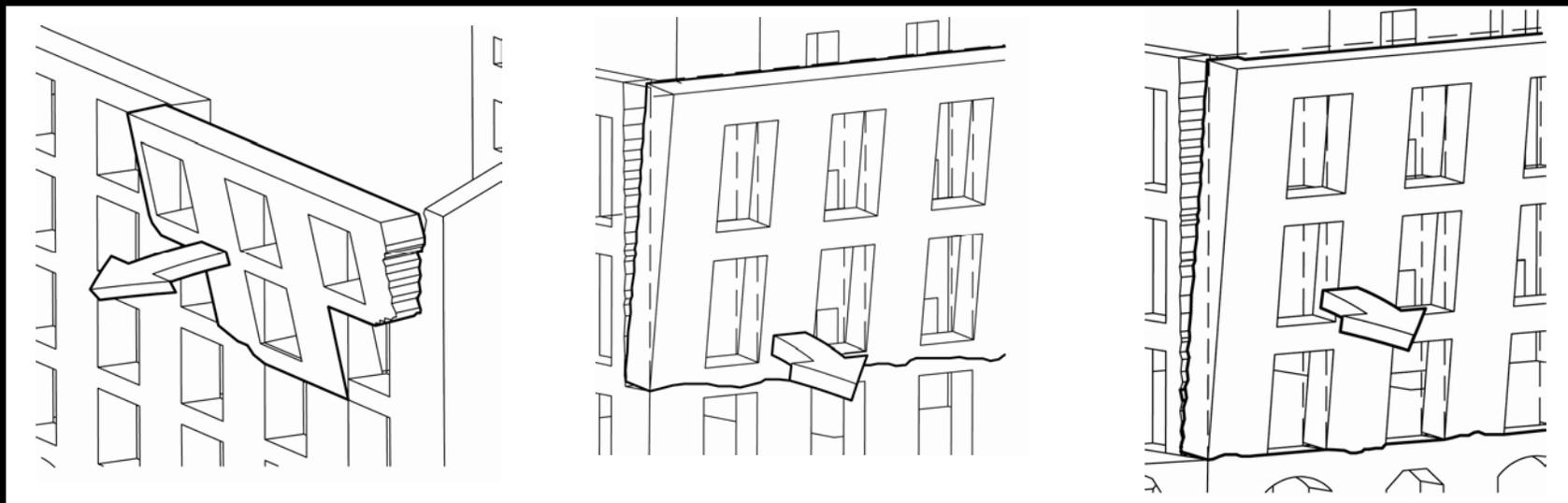
Mecanismo

c

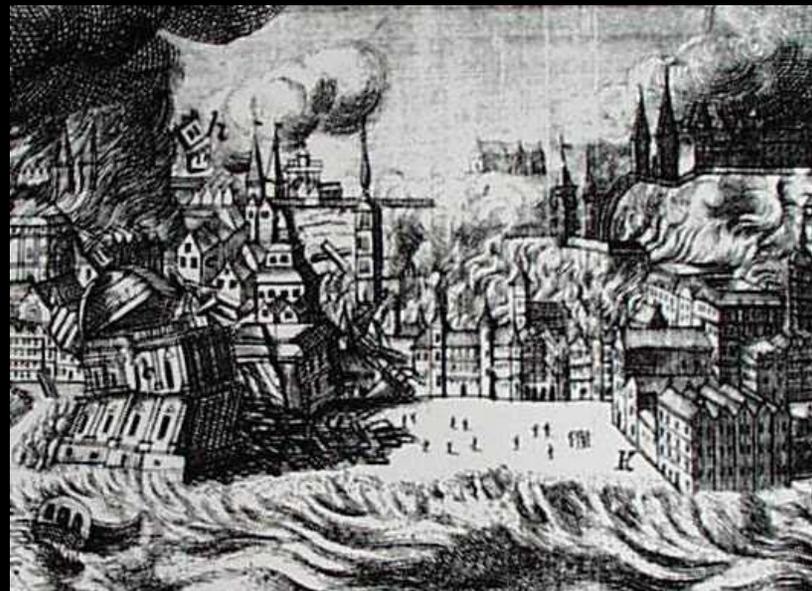
1.1	derrubamento do último piso	0,241
1.3	derrubamento dos últimos 2 pisos	0,131
1.9	derrubamento dos últimos 3 pisos	<u>0,087</u>
1.11	derrubamento global dos últimos 3 pisos	<u>0,084</u>
1.13	derrubamento global dos últimos 2 pisos	<u>0,118</u>



Vulnerabilidade dos edifícios pombalinos aos mecanismos de colapso frágil fora do plano e, em particular, aos derrubamentos das paredes de fachada.



No caso de um evento sísmico importante (próxima do grau VIII de intensidade de acordo com a escala MCS), cerca de 50% dos edifícios sofrerão danos graves.

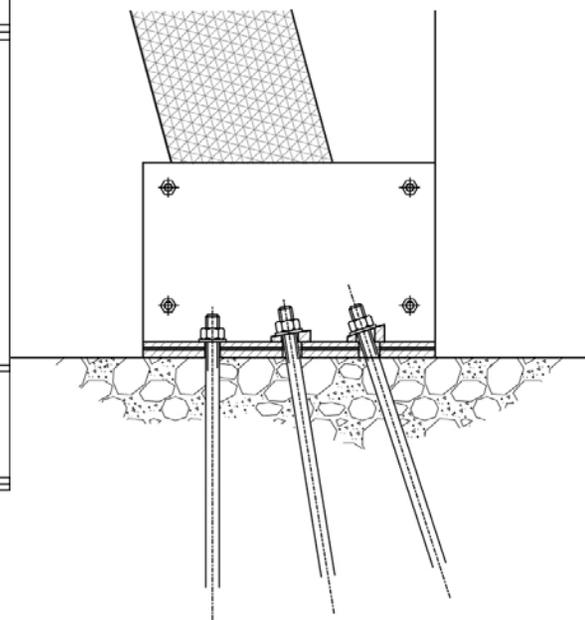
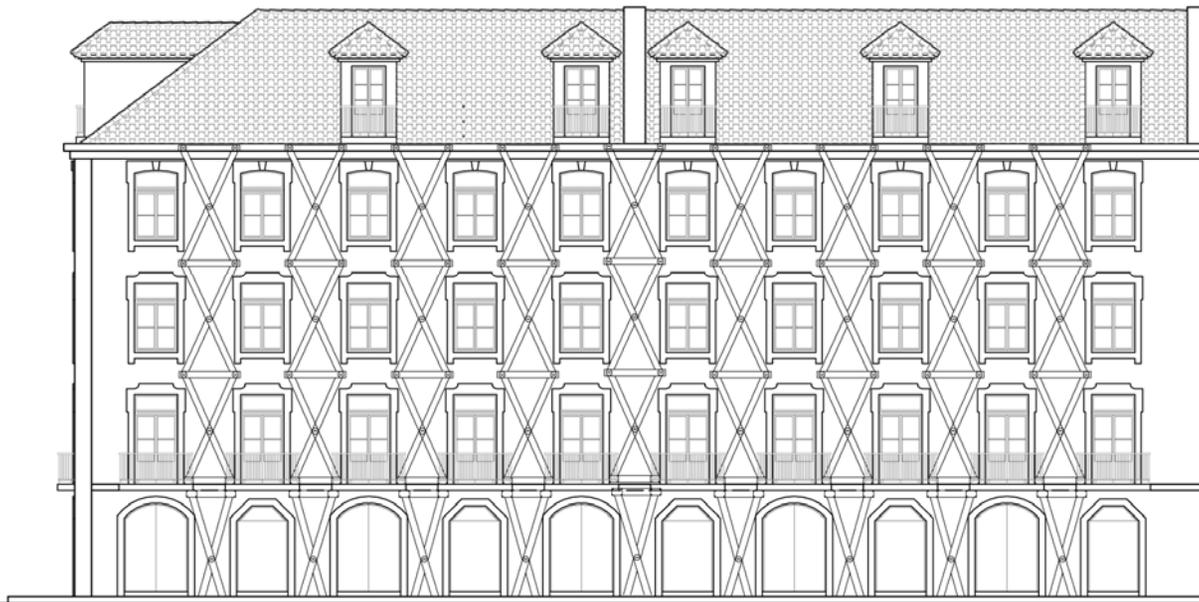


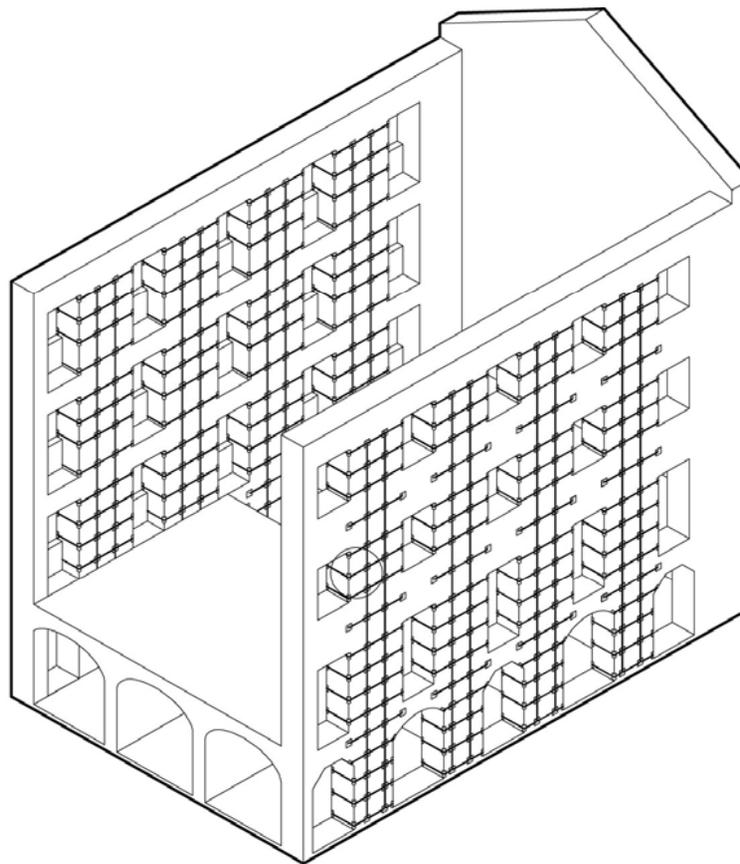
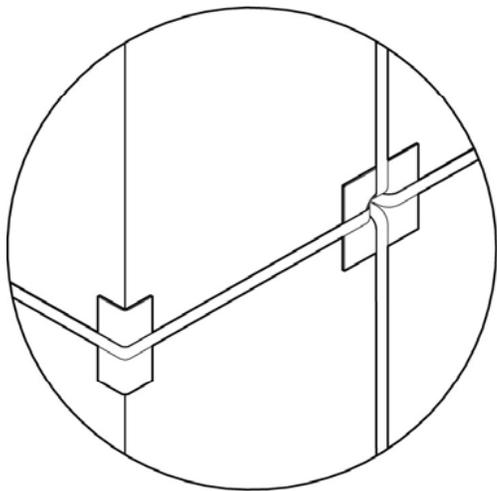


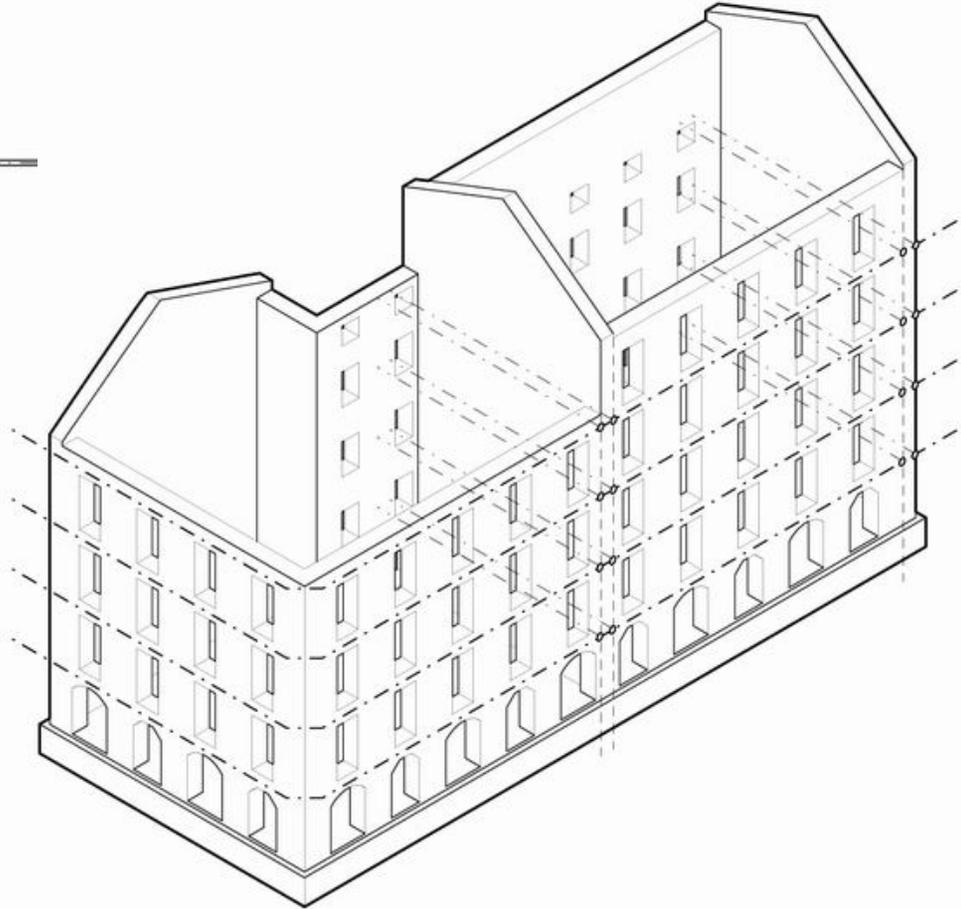
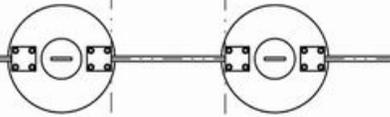
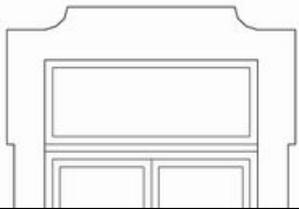
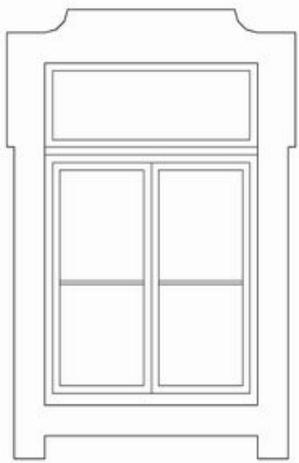
2006-12-13

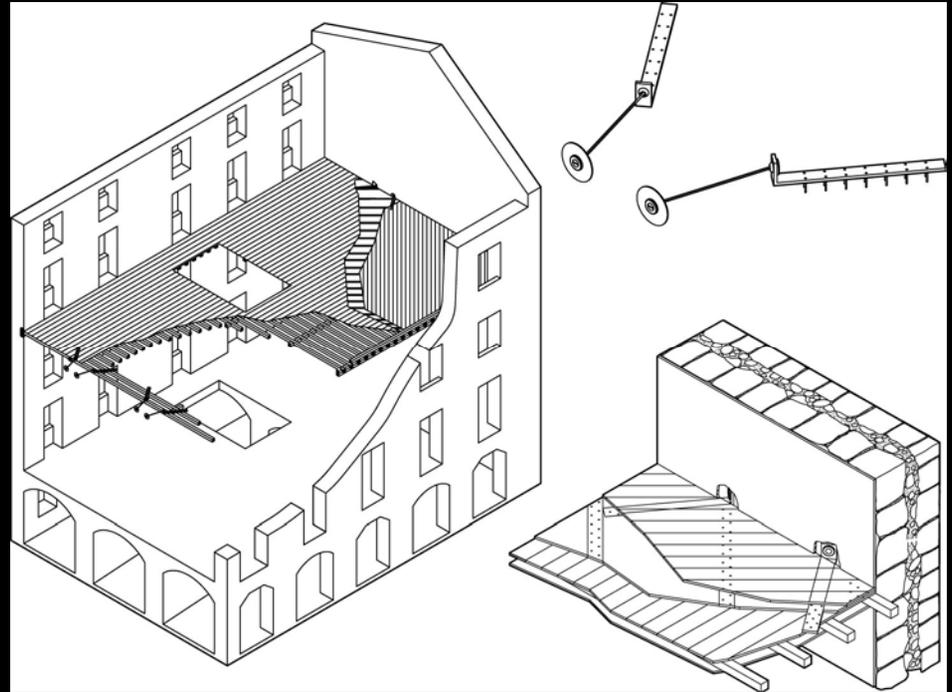
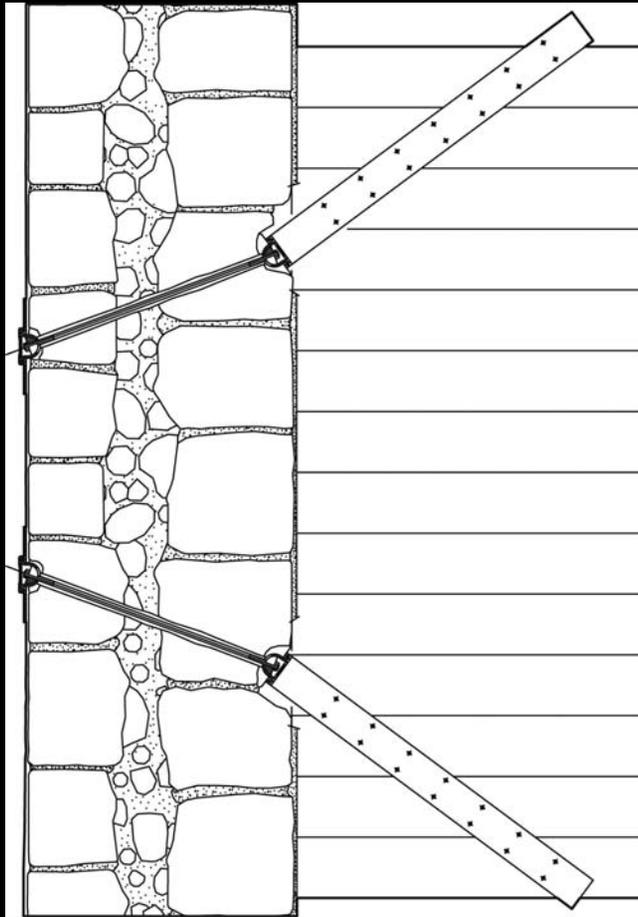
4.^{as} Jornadas Portuguesas de Engenharia de Estruturas











A abordagem por macro-elementos permite ter uma percepção mais realista do comportamento sísmico dos edifícios pombalinos e projectar medidas correctivas mais eficazes.



Obrigado.

www.oz-diagnostico.pt



2006-12-13

4.^{as} Jornadas Portuguesas de Engenharia de Estruturas





2006-12-13

4.^{as} Jornadas Portuguesas de Engenharia de Estruturas

