



LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

Workshop

Sismo de L'Aquila: Ensinamentos para Portugal

# Medidas de Consolidação Temporária

isise



Universidade do Minho

D. Oliveira, G. Vasconcelos, L. Ramos, P. Roca,  
P. Lamego, P. Pereira

10 . Julho . 2009

## CONTEÚDO

- I. Introdução
- II. Consolidação temporária
- III. Conclusões e ensinamentos

## I. Introdução

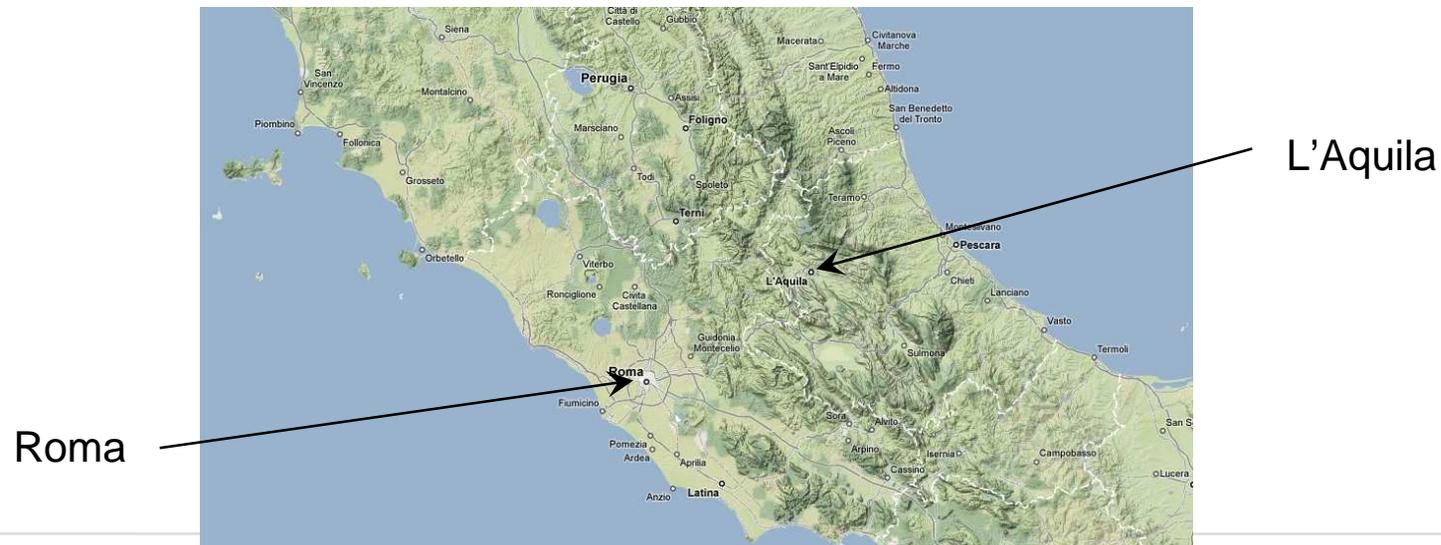
## II. Consolidação temporária

## III. Conclusões e ensinamentos

## 1. INTRODUÇÃO

### Dados gerais:

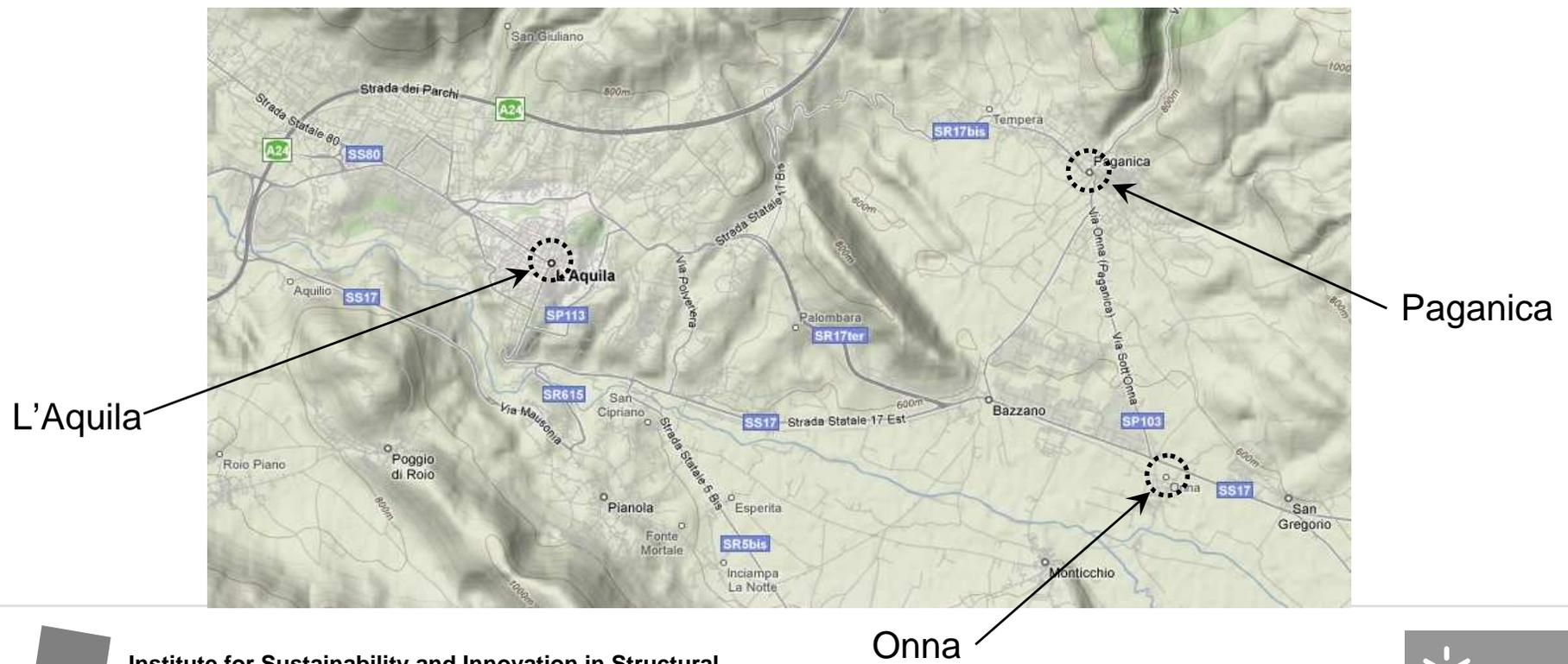
- Sismo na região central da Itália continental, em Abruzzo
- 6 de Abril de 2009, 3:32:39 hora local
- Sismo moderado  $M_w = 6.2$ , pequena distância focal (sismo próximo)
- Áreas mais afectadas: L'Aquila, Paganica, Onna, Castelnuovo



## > INTRODUÇÃO

### Missão UMINHO:

- Visita efectuada nos dias 15 e 16 de Junho 2009 ( $\approx$  2 meses após o sismo)
- Visitas às zonas de L'Aquila, Onna e Paganica



## > INTRODUÇÃO

Panorama geral observado:

- Distribuição do dano dependente do local, tipologia construtiva, data de construção e estado de conservação



## > INTRODUÇÃO

Panorama geral observado:

- Estruturas antigas de alvenaria não reabilitadas: dano extenso, incluindo colapso



## > INTRODUÇÃO

Panorama geral observado:

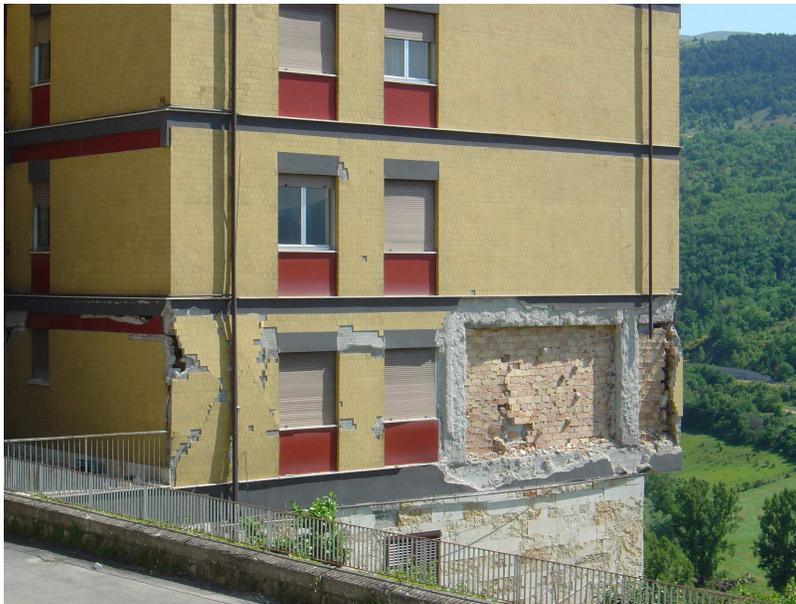
- Estruturas antigas de alvenaria rehabilitadas com recurso a tirantes nas fachadas: dano reduzido a moderado (sem desenvolvimento de mecanismos locais de colapso)



## > INTRODUÇÃO

Panorama geral observado:

- Estruturas porticadas de betão armado: em geral, dano reduzido a moderado, essencialmente localizado nos painéis de alvenaria, podendo envolver o colapso destes



## > INTRODUÇÃO

### Panorama geral observado:

- Estruturas porticadas de betão armado: em geral, dano reduzido a moderado, essencialmente localizado nos painéis de alvenaria, podendo envolver o colapso destes – com algumas exceções



- I. Introdução
- II. Consolidação temporária**
- III. Conclusões e ensinamentos

## 2. CONSOLIDAÇÃO TEMPORÁRIA

### Enquadramento:

- A deslocação “tardia” ao terreno permitiu que fosse possível visitar alguns dos trabalhos de consolidação temporária, realizados em igrejas e edifícios de alvenaria importantes (construções de considerável valor patrimonial)
- A ligação estreita da UMINHO ao coordenador do grupo “Beni Culturali” (UNIPD) permitiu um acompanhamento próximo dos trabalhos de consolidação

## > CONSOLIDAÇÃO TEMPORÁRIA

Procedimento geral:

- **Inspeção visual detalhada** realizada (gratuitamente) pelas Universidades Italianas e preenchimento de formulários próprios desenvolvidos para o efeito (grande rotatividade para evitar cansaço e atraso das actividades na Universidade; necessidade de treino específico)
- **Hierarquização** das necessidades de intervenção nas diversas construções, consoante o seu valor patrimonial e o seu estado de conservação
- **Elaboração de projectos** de consolidação temporária (pelos membros mais experientes das equipas de inspeção) simples, claros e baseados em princípios elementares (desenhos elaborados sobre fotografias)
- **Execução da consolidação** pelo corpo de bombeiros (sob supervisão técnica) através da utilização de materiais baratos, disponíveis e fáceis de manusear e aplicar

## > CONSOLIDAÇÃO TEMPORÁRIA

Princípios para elaboração dos projectos de consolidação/estabilização:

- Uso de técnicas reversíveis e não-invasivas (facilidade de remoção no futuro), recorrendo a:
  - Confinamento de pilares, cúpulas, paredes, edifícios, etc.
  - Atirantamento (essencialmente auto-equilibrado) de paredes, torres e arcos
  - Escoramento apoiado no solo (quando os 2 anteriores não puderem ser usados)
- Reduzido tempo de execução (alguns dias)
- Acesso muito limitado às construções, através de auto-gruas e plataformas elevatórias, por questões de segurança

## > CONSOLIDAÇÃO TEMPORÁRIA

### Materiais usados:

- Necessidade de utilizar materiais baratos, disponíveis e fáceis de usar
  - **Madeira** (em quase todas as consolidações)
  - **Cintas de poliéster** (facilmente tensionáveis)
  - Cabos metálicos (maiores comprimentos de tensionamento)
  - Tubos metálicos (situações isoladas)

## > CONSOLIDAÇÃO TEMPORÁRIA

### Catedral de L'Aquila



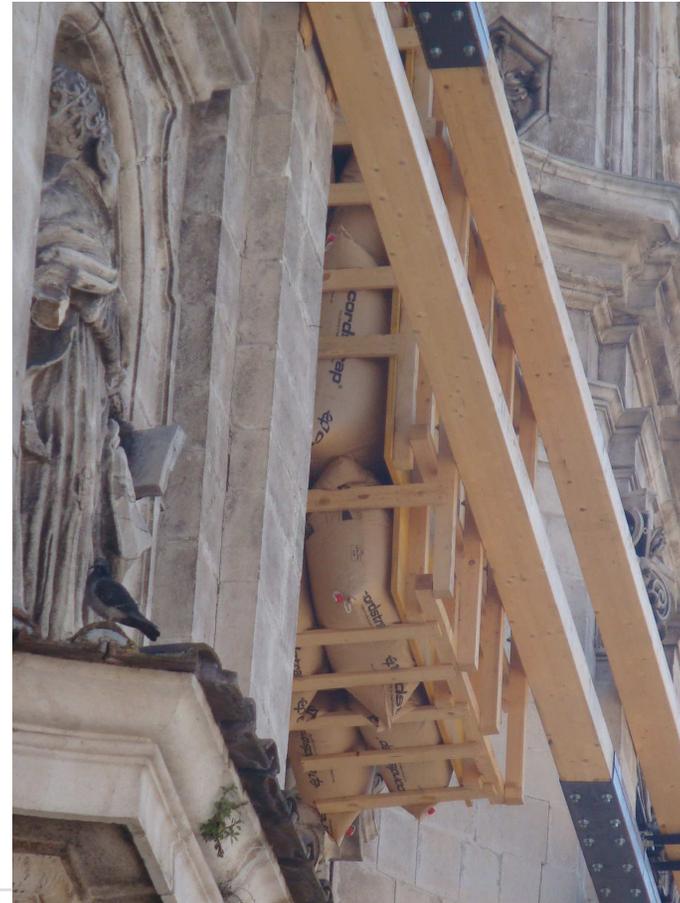
## > CONSOLIDAÇÃO TEMPORÁRIA

### Catedral de L'Aquila



## > CONSOLIDAÇÃO TEMPORÁRIA

### Catedral de L'Aquila



## > CONSOLIDAÇÃO TEMPORÁRIA

### Catedral de L'Aquila



## > CONSOLIDAÇÃO TEMPORÁRIA

### Igreja em Paganica



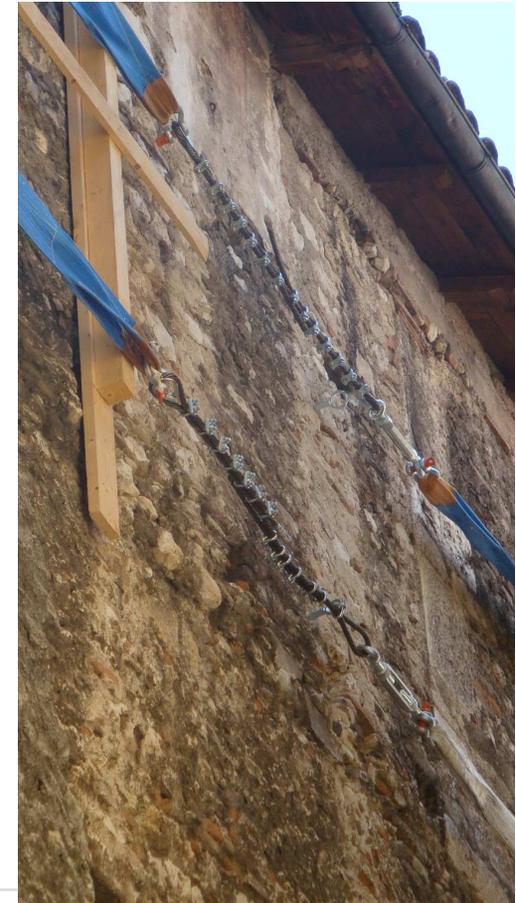
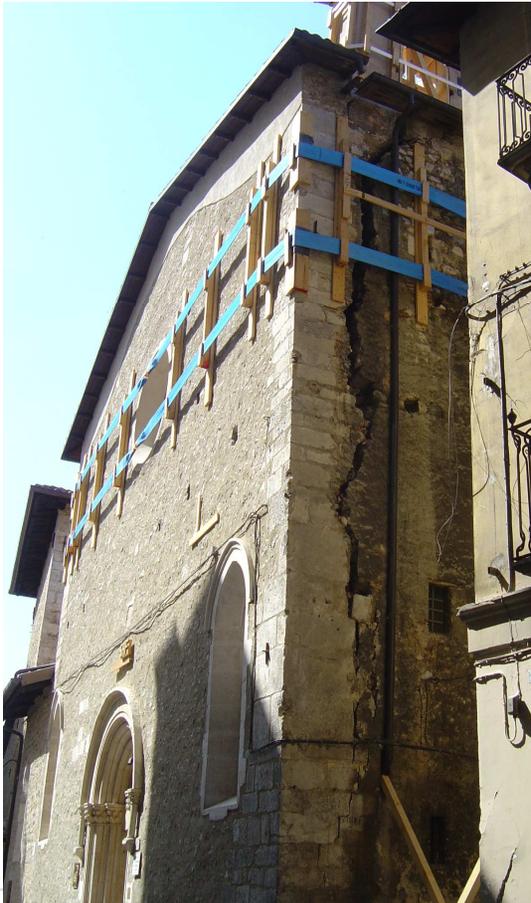
## > CONSOLIDAÇÃO TEMPORÁRIA

### Confinamento



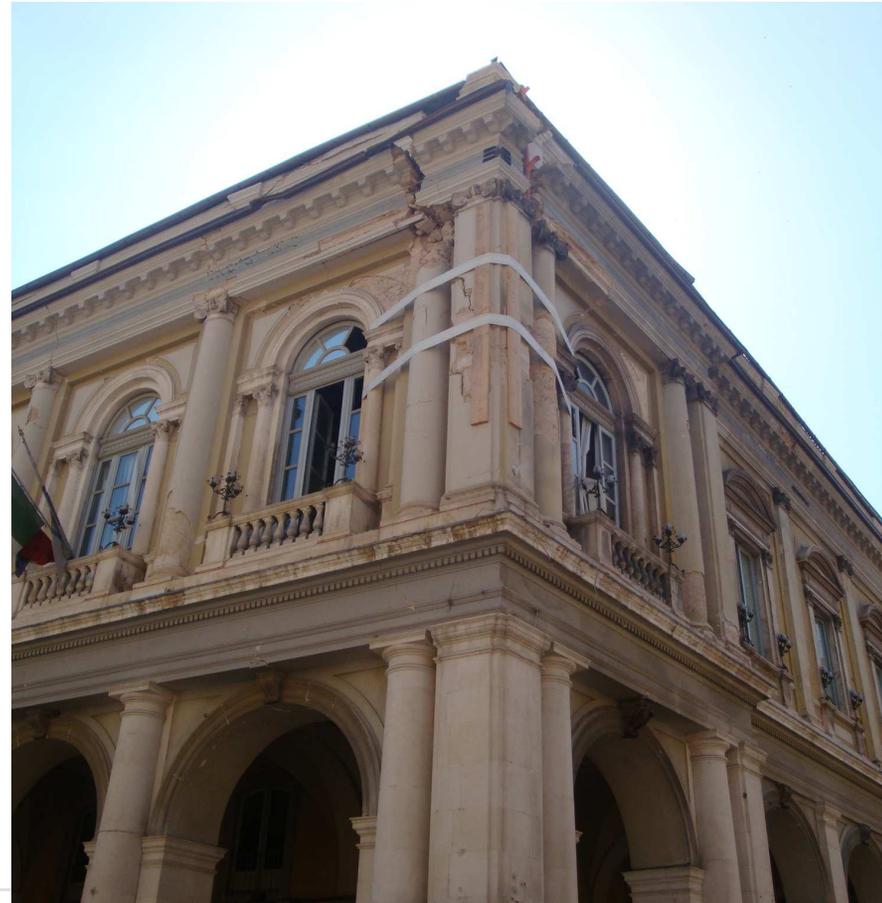
## > CONSOLIDAÇÃO TEMPORÁRIA

### Confinamento



## > CONSOLIDAÇÃO TEMPORÁRIA

### Confinamento



## > CONSOLIDAÇÃO TEMPORÁRIA

### Atirantamento



## > CONSOLIDAÇÃO TEMPORÁRIA

### Atirantamento



## > CONSOLIDAÇÃO TEMPORÁRIA

### Escoramento ao solo



## > CONSOLIDAÇÃO TEMPORÁRIA

Intervenção particular (frescos no lado interno da fachada):



## > CONSOLIDAÇÃO TEMPORÁRIA

Bombeiros com papel imprescindível nos trabalhos de consolidação



- I. Introdução
- II. Consolidação temporária
- III. Conclusões e ensinamentos**

### 3. CONCLUSÕES E ENSINAMENTOS

- As estruturas de alvenaria reabilitadas com **tirantes** exibiram, em geral, aceitável comportamento sísmico
- Os trabalhos de inspeção e desenvolvimento e execução das consolidações temporárias exigem uma **elevada capacidade de coordenação** e articulação de equipas multidisciplinares e meios (Governo, Universidades, Protecção Civil, etc.)
- As **soluções de consolidação** devem ser reversíveis e não-invasivas, baseadas princípios elementares e em materiais baratos, disponíveis em abundância e fáceis de usar
- É necessário a existência de **equipas habilitadas** para desenvolver actividade no terreno num cenário pós-sismo (apoio às populações, execução consolidações, etc.)



Obrigado pela vossa atenção...

[www.civil.uminho.pt/masonry](http://www.civil.uminho.pt/masonry)