

Danos em equipamentos essenciais



Escolas e Hospitais

Motivações para o levantamento individualizado das escolas e hospitais:

As **escolas** e **hospitais** podem ser considerados **equipamentos essenciais** do ponto de vista social assim como do ponto de vista do planeamento de emergência pós-sismo. Para tal concorrem os seguintes factores:

- Apresentam uma elevada densidade de ocupação (**escolas** e hospitais);

Descrição do uso	Nº Pessoas / m ²	
	15h	03h
Residencial	1.2	3.1
Educação	20	0.5
Governamental	4	-
Serviços de emergência (bombeiros, polícia, etc)	3	-
Hospital	5	2

Densidades normais de ocupação Fonte: ATC-13 (1985)

- O seu conteúdo apresenta um elevado valor económico (**hospitais**);
- São equipamentos importantes para a concretização das acções de planeamento de emergência (escolas e **hospitais**);
- Constituem equipamentos sociais relevantes (escolas e hospitais).

Consequências:

Há uma percepção crescente da necessidade de uma maior diferenciação do nível de segurança sísmica e fiabilidade a exigir aos equipamentos em função da sua importância.

Na **Europa**, a diferenciação do nível de segurança sísmica materializa-se no designado **coeficiente de importância** (γ_I). Os requisitos a cumprir pelas construções são os mesmos para todas as construções, sendo a acção aumentada para as estruturas importantes.

Em alguns **regulamentos americanos** prevalece uma abordagem diferente: os níveis de acção a considerar são idênticos, variando os requisitos a cumprir pelas estruturas na dependência da sua importância.

Em alguns equipamentos essenciais – **hospitais**, nomeadamente – **exige-se que os mesmos permaneçam em operação após um cenário sísmico intermédio**, o que introduz metodologias diferentes daquelas que são habitualmente utilizadas para comprovar a estabilidade das construções.



Workshop Sismo de L'Aquila

ENSINAMENTOS PARA PORTUGAL



Danos em equipamentos escolares

Localidade	Nome	Data construção	Danos	% visitadas	Funcionamento
Fossa	"Il Beato Bernardino Da Fossa" Scuola elementare (primaria)		D1	100	fechada
Lucoli	" Pietro Marrelli " Scuola elementare (primaria)		D0	50	fechada
Pizzoli	Scuola media Statale Pizzoli		D0-D1	20	C.O.M
Picenze	Scuola Elementari Medaglia D'Argento Angelo Fattore - desactivada		D0	50	Instalações da Cruz Branca
Barisciano	Scuola Elementari Medaglia D'Oro Piccinini Ugo		D0-D1	33	fechada
Coppito	Scuola Materna (ao lado do Hospital)		D1-D2 (?)		fechada
Onna	Scuola dell'infanzia Regina Margherita	90's	D0	100	fechada
Onna	Ji que funcionava no 1º piso do Centro Anziani di Onna		D5 (1º piso)		---
Paganica	"L'Albero dai Mille Colori" Paganica Scuola materna (dell'infanzia)		D1	66	C.O.M
Paganica	Scuola media Statale Paganica		D2		fechada
Pettino	<i>não foi possível identificar</i>		D0-D1	80	fechada
Pettino	"Mariele 'Ventre" - Pettino Scuola elementare (primaria)	80's	D3-D4		fechada
Pettino	"Teofilo Patini " Scuola media (secondaria di I grado)	80's	D1 (talvez mais no ginásio)		fechada
Pettino	Scuola materna (dell'infanzia)		D1		fechada
L'Aquila	"De Amicis" Scuola elementare (primaria)	1925	D3		fechada
L'Aquila	Facoltà di Lettere e Filosofia	Sec XVIII	D3-D4 (?)		fechada
L'Aquila	Università degli Studi dell'Aquila	Sec XVI-XVIII	D4		fechada

Escolas visitadas pela missão do IST (num total de 407 escolas inspeccionadas pelo RELUIS, it)

Onna



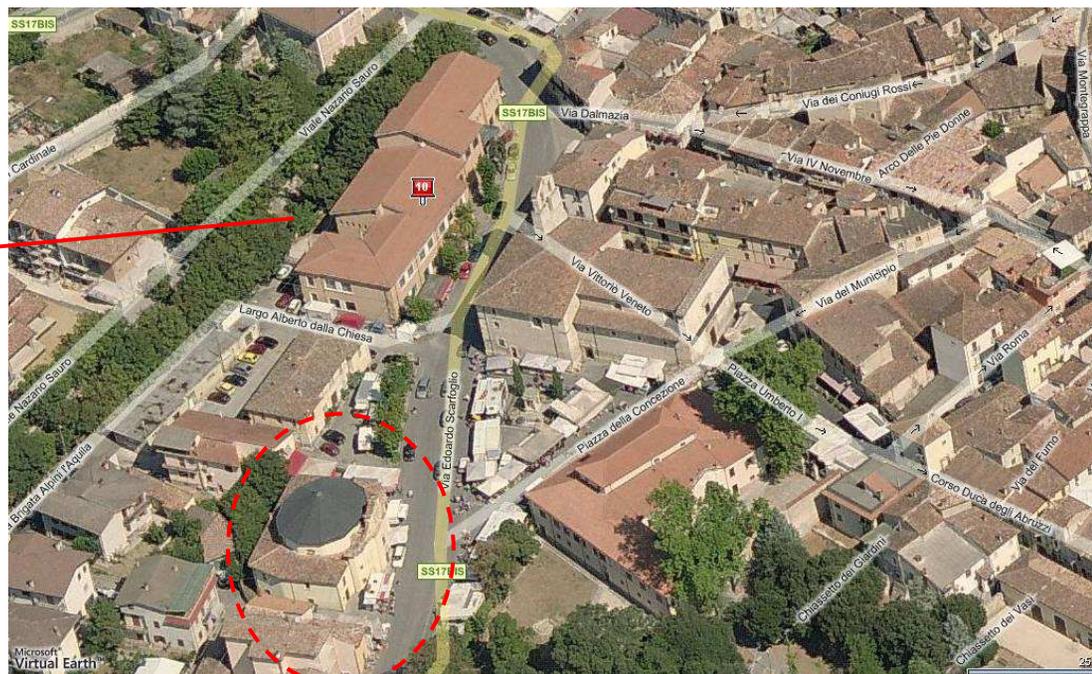
Jardim de Infância no 1º andar de um lar de 3ª idade – colapso D5

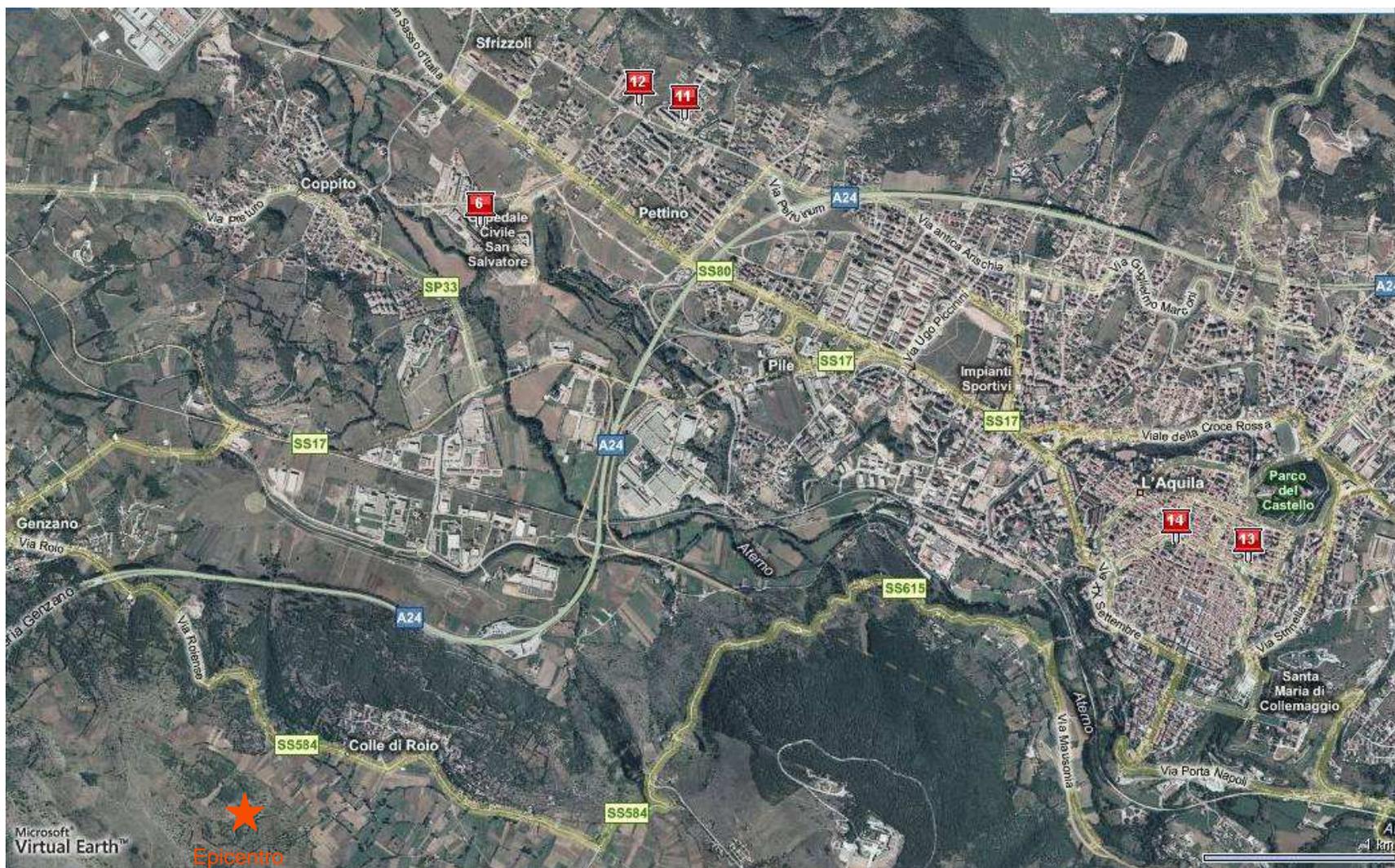
Scuola dell'Infancia Regina Margherita (sem danos aparentes) – D0

Paganica

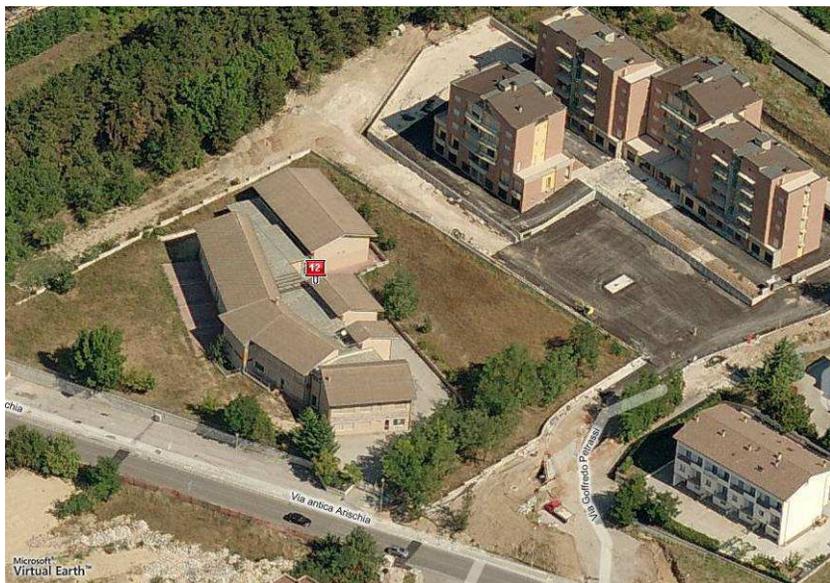


Scuola Media Statale Paganica - D2





Escolas em L'Aquila ou arredores



Pettino: "Mariele Ventre" - Pettino Scuola elementare (primaria) – **D3/D4**



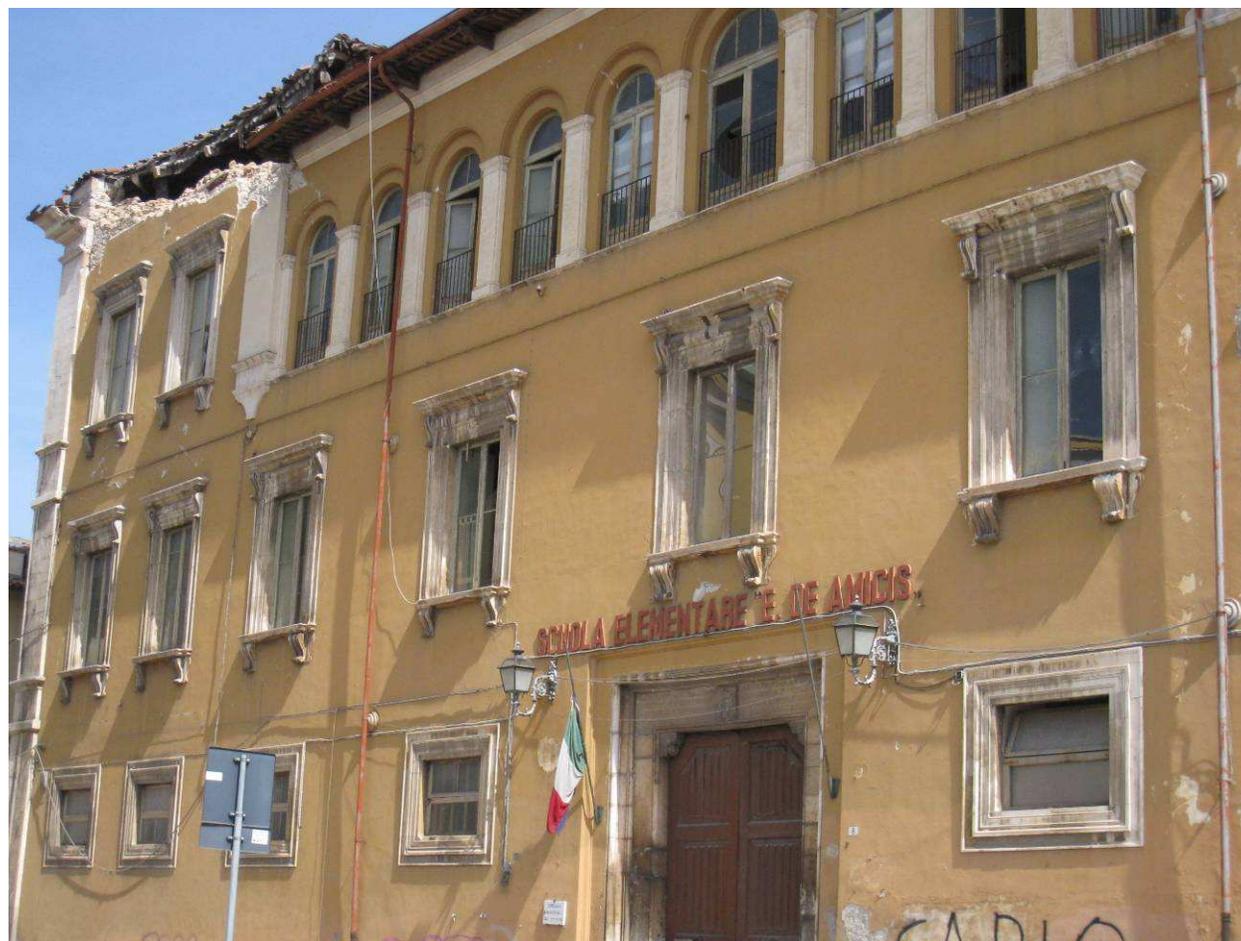
Ginásio



Sala de aula



L'Aquila



Scuola Elementari "De Amicis" – D3



Scuola Elementari "De Amicis"



Facoltà di Lettere e Filosofia- D3/D4?



Antes



Depois



Università degli Studi dell'Aquila, Sec XVI-XVIII – D4

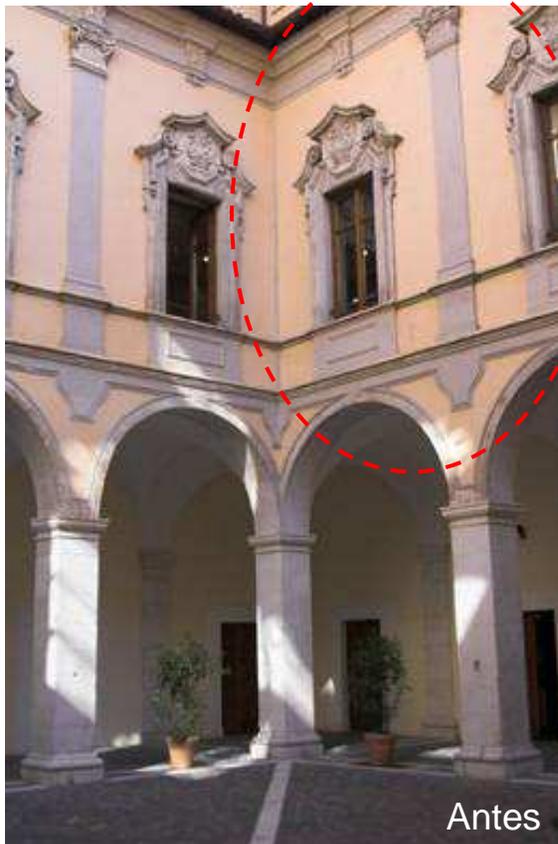


Após o sismo, visto de fora



Università degli Studi dell'Aquila, Sec XVI-XVIII

http://www.cisfodentro.it/img/media/49422ff3-dd8c-4d03-b172-062154210179/L_aquila.jpg



Università degli Studi dell'Aquila, Sec XVI-XVIII



Escoramento dos pilares do claustro

Casa dello Studente, Via XX Settembre



Dados de 2006 da Região de Abruzzo (*Sistema Informativo Gestione Edifici e Opere Strategiche*) incluem a Casa dello Studente, nos edifícios de «criticità strutturali».

Um relatório (DISAT – UOIS) sugere a possibilidade da ala colapsada ter sido acrescentada, admitindo-se a ocorrência de martelamento (*pounding*) entre as duas alas.

O sismo de **30 de Março** (15h38, $M=4$) assustou os estudantes e a Casa foi evacuada por 3h para inspecções. O arquitecto responsável pela inspecção afirmou que o imóvel era seguro, que não havia motivo para alarmes. No entanto, alguns alunos preferiram dormir na Piazza Duomo, ao ar livre. Durante vários dias estudantes dormiam nas ruas, contribuindo para que o n.º de vítimas mortais do dia 6 de Abril não fosse maior.

Casa dello Studente. Colapso parcial.
11 mortos

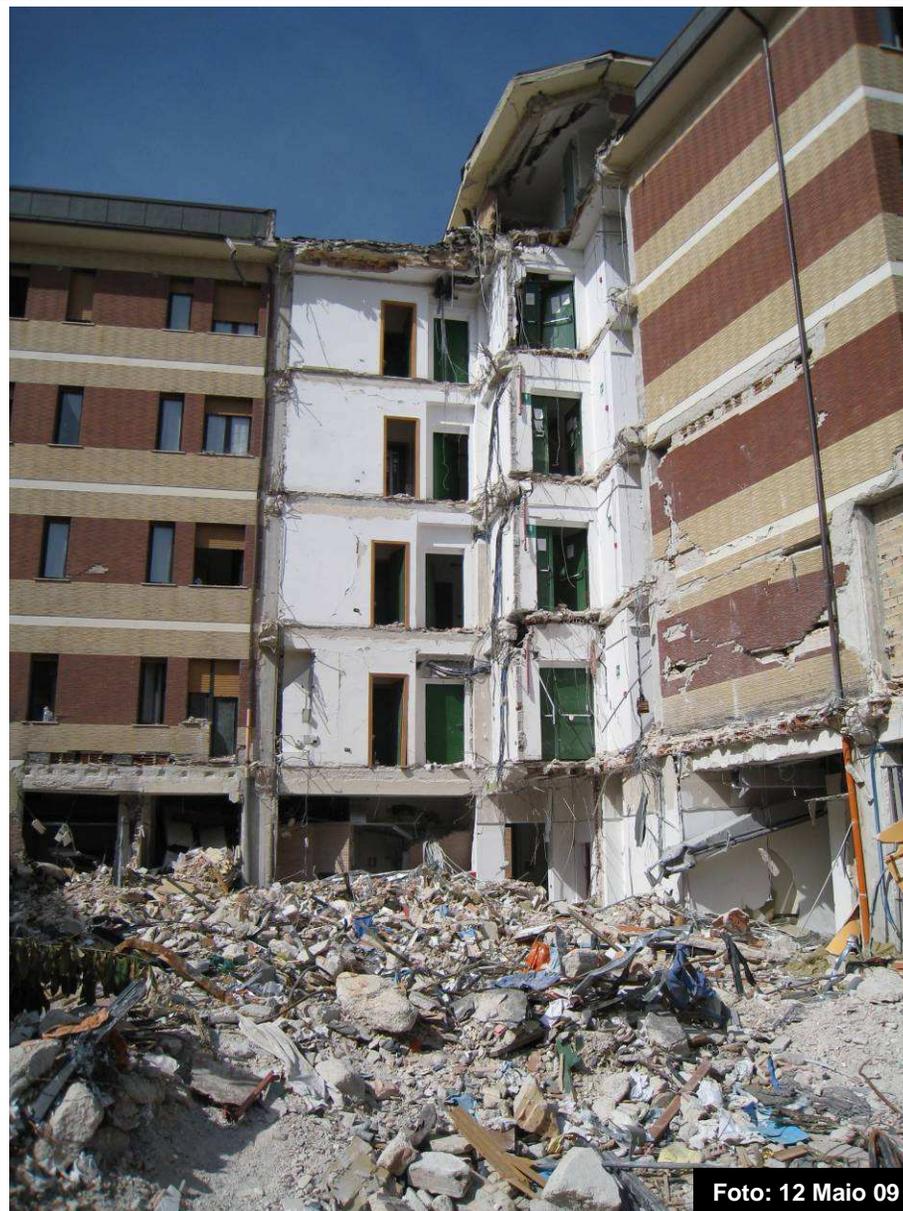
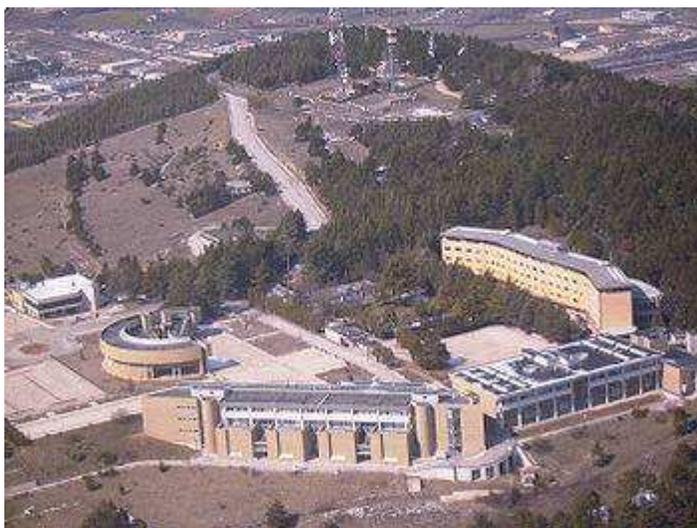


Foto: 12 Maio 09

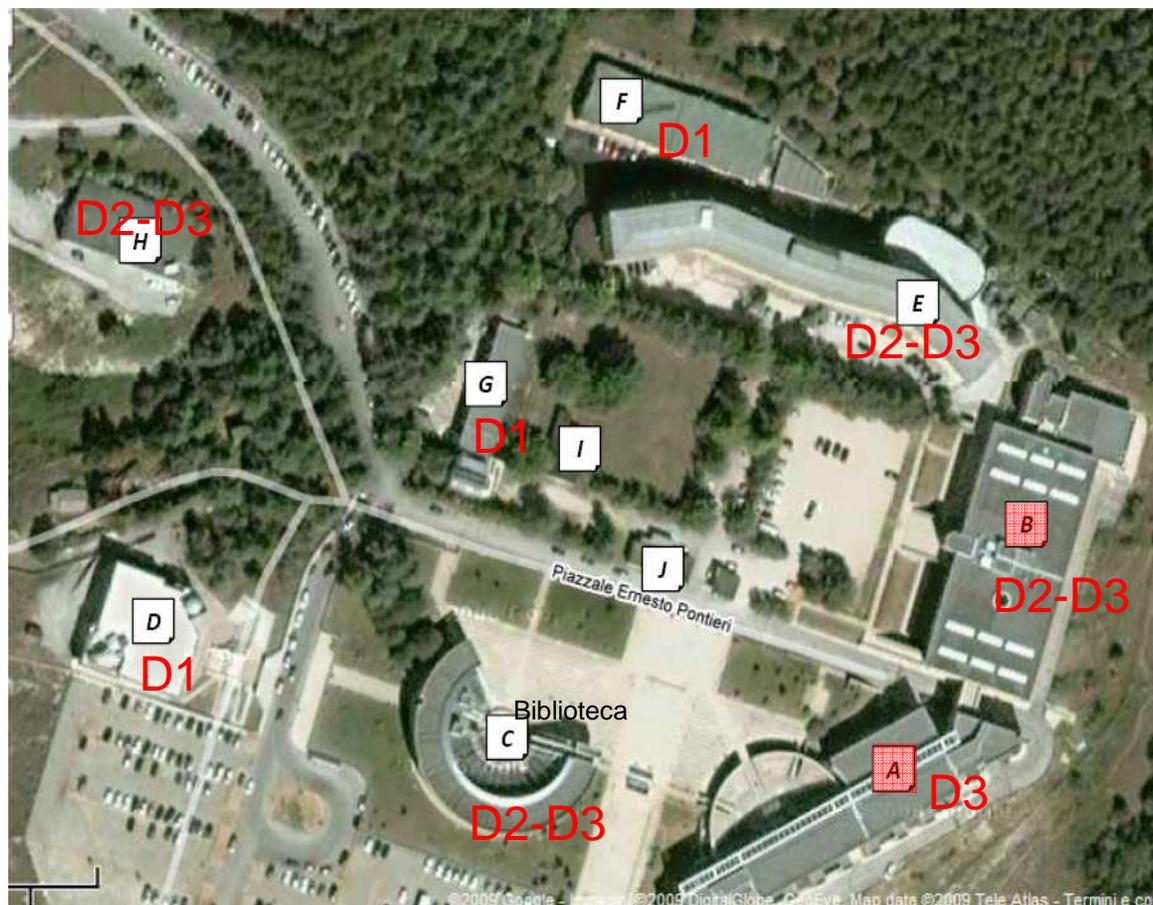


As inspeções da P. Civil após o sismo de 30 de Março identificaram alguns problemas nas Faculdades de Economia e de Engenharia, no entanto não os identificaram como “inutilizáveis”. A 6 de Abril tornam-se inutilizáveis.

Faculdade de Engenharia



Antes



Classificação de danos ("IL PATRIMONIO EDILIZIO DELL'UNIVERSITA'
DELL'AQUILA DOPO LA SEQUENZA DI EVENTI SISMICI DAL 6 APRILE 2009. Rilevazione e
valutazione del danno")



Ano: 1996
4 pisos
Não uniform. altura
Função: aulas,
gabinets e
laboratórios

Danos edif A – Fac Engenharia



Edificio B, facciata principale, accesso al piano seminterrato (-1)

Estimativa de custos para
reparar/recuperar a Fac. Engenharia
20 M€

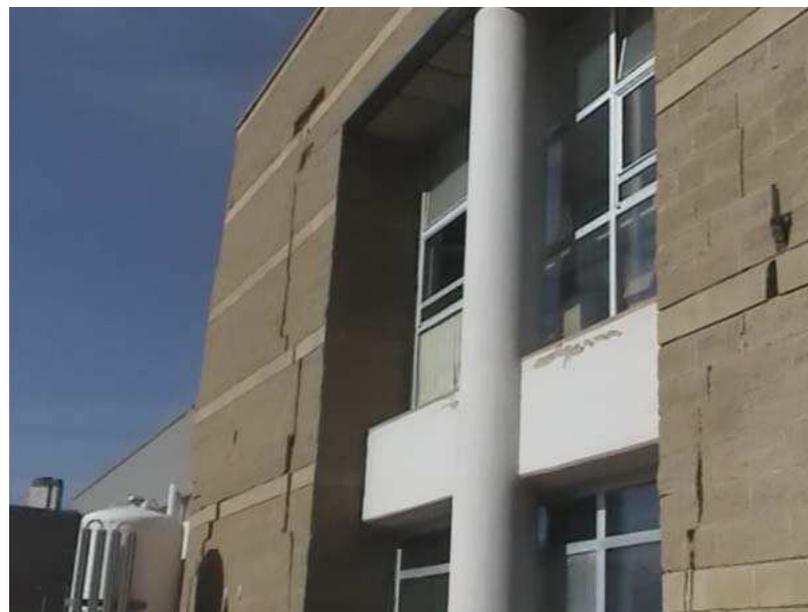
Danos edif B – Fac Engenharia

Ano: 1996

3 pisos

Não uniformidade na altura

Função: aulas



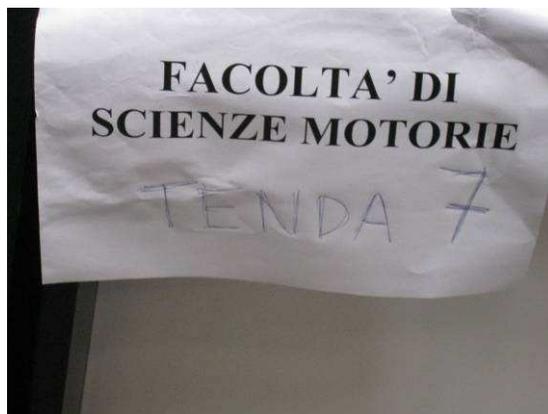
Universidade dell'Aquila - Campus Coppito



Universidade dell'Aquila Campus Coppito



Inutilizável



Universidade dell'Aquila Campus Coppito

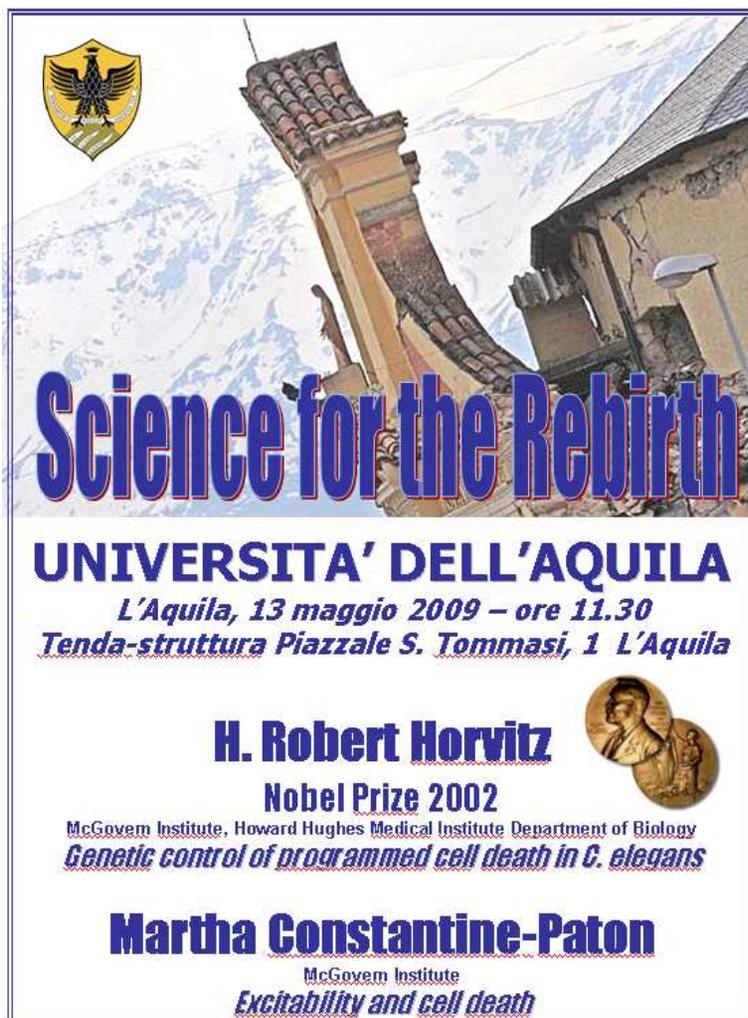


CALENDARIO PROVVISORIO – Si invitano i Sigg. Docenti a prendere visione del calendario (eventuali comunicazioni dovranno pervenire a prenotazioni@univaq.it)

giorno	Tenda 1		Tenda 2		Tenda 3		Tenda 4		Tenda 5	
	matina	pomeriggio	matina	pomeriggio	matina	pomeriggio	matina	pomeriggio	matina	pomeriggio
26-5-09	Dalle 10,00 alle 18,00 Prof Bozzi esami chimica		10.30 – 13.30 Spanò (Fisiologia vegetale, Fisiologia vegetale II, Biotecnologie Vegetali) Rodrigues Pousada (biochimica vegetale) Tartarini Andrea (Organismi vegetali transgenici)	dalle 15.00 alle 18.00 Ricciardi (anatomia), Romano (Fisiopatologia motricità umana), Silva (Teoria tecnica e didattica dell'attività motoria)	dalle 10,00 alle 18,00 Facoltà Biotecnologie – esami		Dalle 10,00 Alle 14,00 Prof. Mulino Politica Economica + Profssa Scatamacchia (storia dell'economia politica)	dalle 15.00 alle 18.00 (Prof. Marco Faccio)	Dalle 11.00 alle 13.00 Esami Facoltà Scienze Motorie.	14,00 – 18,00 Prof Calvisi Ortopedia
27-5-09	Dalle 10,00 alle 18,00 Prof Bozzi esami chimica		Dalle 10, 30 alle 12,30 Prof Passafiume e Di Giacomo + Psicologia + dalle ore 12,30 alle ore 14,00 (Prof De Federicis)	Dalle 14,00 alle 18,00 Facoltà Biotecnologie – esami	Dalle 11 alle 14 Profssa Penco (patologia integrata I) dalle 11,00 alle 15,00 Prof. Lambertucci (Diritto del lavoro)	Dalle 14,00 in poi Carmignani Marco Volpe Anna Rita (materie varie)	Dalle 10,30 alle 13,30 Conti Laura e Massimi Mara (varie materie)	Dalle 15,30 in poi profssa Antonucci (sociologia)	11.30 – 16.30 Prof. Ferrari Biochimica – Prof. Quaresima Propedeutica Biochimica	
28-5-09	dalle 10.00 Prof. Michle Pisani - esami	dalle 14.30 alle 17.00 Profssa Marcozzi e Cacchio - esami	Dalle 10.00 alle 13.00 Monachesi Patrizia (Fisica)	Dalle 14.00 alle 18.00 Monachesi Patrizia (Fisica)	dalle 10.30 alle 13.30 Persiani Genuarina (laboratorio di igiene applicata)	dalle 14.00 alle 20.00 Dottssa Hans Bianchi (Lingua tedesca I-IV , Linguistica tedesca e traduzione in tedesco)	Prof Cimini, Benedetti, Pitari, Ippoliti dalle 10,00 – 18,00		dalle 10.00 alle 13.00 Carricelli (Fisiologia dello sport) Mirabella (Fisiologia umana)	dalle 13.00 alle 18.00 - Prof. Bozzi (biochimica)
29-5-09	Dalle 10.00 alle 14.00 Facoltà Biotecnologie – esami	dalle ore 14,00 alle ore 18,00 Proff. Turco e Calandra	Dalle 10.00 alle 14.00 - Prof. Alfio Signorelli esami	dalle ore 14.00 alle ore 18.00 (Prof. Zani - De Cesaris - Ciccarelli)	dalle 9.00 alle 11.00 (Profssa Anna Guerrieri) dalle 11.00 alle 13.00 (Farmacologia e tossicologia - Profssa Bacchi)	dalle ore 14.30 alle ore 18.00 (Prof. Manes)	dalle 10.00 alle 13.00 Coppolino (medicina dello sport)	dalle 15.00 alle 18.00 Gallo (Diritto)	dalle 10.00 alle 17.30 - Prof. Bozzi (biochimica)	

Marcação de tendas para realização de exames e teses de *laurea*

Universidade dell'Aquila Campus Coppito



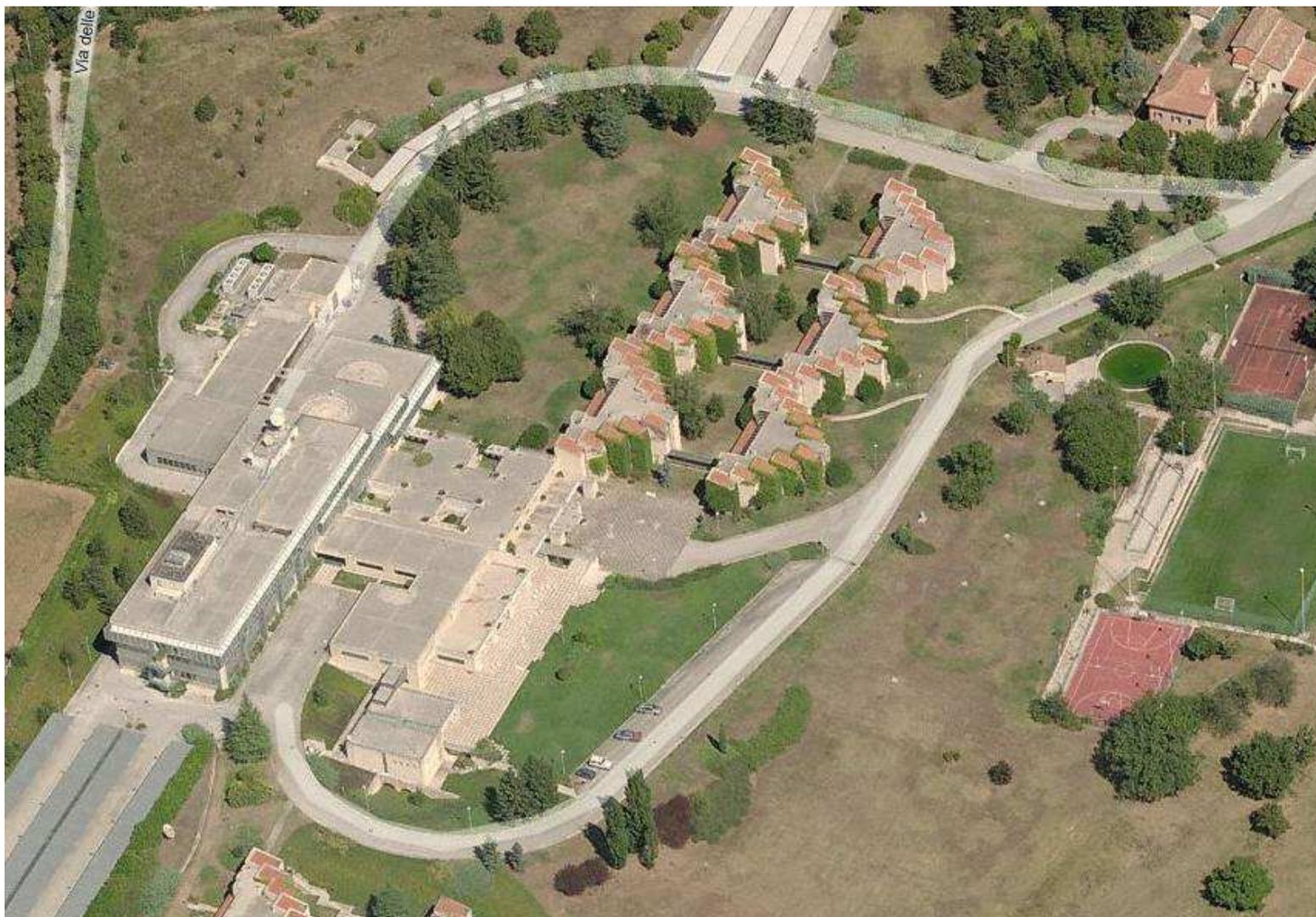
Science for the Rebirth

UNIVERSITA' DELL'AQUILA
L'Aquila, 13 maggio 2009 - ore 11.30
Tenda-struttura Piazzale S. Tommasi, 1 L'Aquila

H. Robert Horvitz
Nobel Prize 2002
McGovern Institute, Howard Hughes Medical Institute Department of Biology
*Genetic control of programmed cell death in *C. elegans**

Martha Constantine-Paton
McGovern Institute
Excitability and cell death





Scuola Superiore Guglielmo Reiss Romoli

Scuola Superiore Guglielmo Reiss Romoli



Avaliação de danos

Reflexões :

Registaram-se danos significativos – em alguns casos, colapso – de equipamentos escolares que cobrem todos os níveis de ensino (desde o Jardim de Infância ao Ensino Superior) e todas as tipologias estruturais (desde edifícios de alvenaria a edifícios de betão armado).

Os danos apresentados pelos edifícios escolares são análogos àqueles apresentados pelos edifícios correntes contemporâneos. Os erros de projecto e de construção não se manifestam, aparentemente, de uma forma diferenciada.

Dada a hora de ocorrência do sismo não se registaram – ao que se supõe – vítimas mortais (excluindo a Casa dello Studente).

As escolas inutilizáveis (ou dentro de “zone rosse”) tiveram que ser substituídas, sendo o ensino ministrado em condições deficientes.

O ensino, nomeadamente o superior, constituía uma das actividades principais da região, atraindo um total de cerca de 23000 estudantes universitários. A demora no restabelecimento do ensino poderá ter consequências (ainda mais) nefastas para a região.



Workshop Sismo de L'Aquila

ENSINAMENTOS PARA PORTUGAL



Danos em equipamentos hospitalares

Ospedale Civile San Salvatore

Antecedentes:

A construção do hospital iniciou-se em **1972**, tendo por base um projecto datado de **1967** do arquitecto Marcello Vittorini. O programa inicial previa **1100** camas.

A construção prossegue lentamente, com paragens, em cerca de 5 fases, iniciando-se a prestação de cuidados de saúde em **1992** (serviço poliambulatorio), seguido dos serviços de análises clínicas, da farmácia e dos blocos operatórios (abertos em **1998**). O hospital é inaugurado (pela última vez) em **2000**.

O custo total do hospital foi de aproximadamente **100 M€**. O número de camas final era de aproximadamente **500**.

Tratava-se do principal e maior centro médico na região afectada, servindo uma região de **1800 km²**.

Ospedale Civile San Salvatore

Antecedentes (cont.):

Embora o hospital tenha sido construído num período prolongado, ter-se-à mantido o dimensionamento original, de **1972**, altura em que as exigências de comportamento sismo-resistente eram inferiores e a região era classificada como de baixa sismicidade ($\beta=7\%$?).

A OPCM 3274, de **2003**, estipulava um prazo de **5** anos para a avaliação sísmica e reforço deste tipo de edifícios, o que não foi realizado “...perché i tecnici che dovevano farle non sono riusciti a trovare i documenti relativi allo stabile...” (porque os técnicos que o deviam fazer não conseguiram encontrar os documentos do projecto de estruturas).

3. È fatto obbligo di procedere a verifica, da effettuarsi a cura dei rispettivi proprietari, ai sensi delle norme di cui ai suddetti allegati, sia degli edifici di interesse strategico e delle opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile, sia degli edifici e delle opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso. Le verifiche di cui al presente comma dovranno essere effettuate entro cinque anni dalla data della presente ordinanza e riguardare in via prioritaria edifici ed opere ubicate nelle zone sismiche 1 e 2, secondo quanto definito nell'allegato 1.

OPCM 3274, Março de 2003

Ospedale Civile San Salvatore

Descrição:

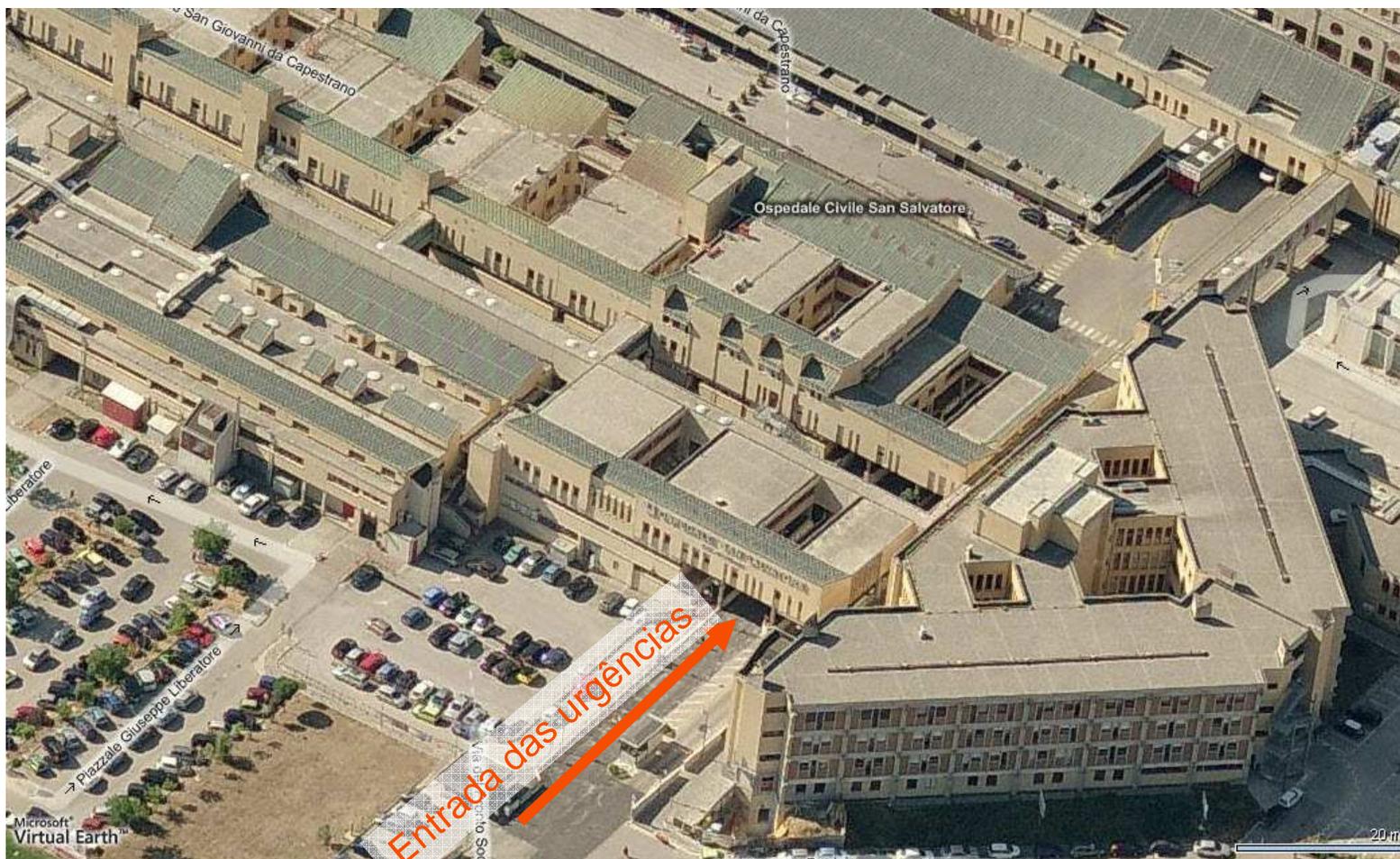
O complexo hospitalar desenvolve-se em aproximadamente **13** alas independentes, cerca de 20 edifícios, incluindo a faculdade de Medicina da Universidade de L'Aquila.

Os edifícios apresentam estruturas predominantemente reticuladas (em betão armado) com entre **3** e **5** pisos elevados. Exceptua-se o edifício da faculdade de Medicina que apresentava um sistema estrutural com paredes resistentes (também de betão armado).

As paredes divisórias interiores são em alvenaria de blocos de tijolo. As fachadas encontram-se revestidas por panos de alvenaria com blocos cerâmicos.

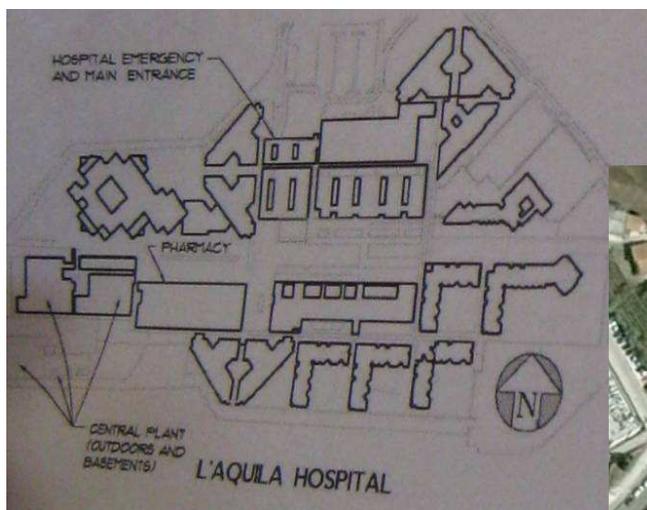
A generalidade dos edifícios apresenta irregularidades importantes, tanto em planta como em alçado, sendo estas agravadas pela disposição das paredes de alvenaria.

Ospedale Civile San Salvatore



Vista aérea. Fonte: virtual earth.

Ospedale Civile San Salvatore



Vista aérea. Fonte: Google earth.

Ospedale Civile San Salvatore

Estado do hospital após o sismo:

Embora sem a ocorrência de colapso em nenhum dos seus edifícios, os danos estruturais são significativos. Os danos nos elementos não estruturais, nas instalações básicas e nos equipamentos são profundos, afectando irreversivelmente a funcionalidade do hospital .

Poucas horas após o sismo o hospital é declarado *inagibile* (inutilizável) em 90% das suas funções.

A prestação dos cuidados de saúde é deslocada inicialmente para o exterior dos edifícios, sendo posteriormente instalado um hospital de campanha.

É grande o descontentamento com o estado do hospital após o sismo, considerando-se inaceitável que o mesmo tenha ficado inutilizável.

Foi iniciado um processo para averiguação de responsabilidades.

Ospedale Civile San Salvatore



Ospedale Civile San Salvatore

Danos estruturais:

Danos pronunciados em pilares térreos em zonas vazadas (zona das Urgências de das Farmácias).

Danos alegadamente devidos ao efeito de *soft storey*, à deficiente pormenorização dos nós, à deficiente cintagem, a danos pre-existentes (?), ao recobrimento insuficiente (corrosão) e à má qualidade geral dos materiais e da construção.

Danos (corte) em paredes resistentes em betão armado. Deficiente armadura transversal.

Danos em juntas estruturais. Martelamento e queda de painéis de revestimento exterior.

Ospedale Civile San Salvatore

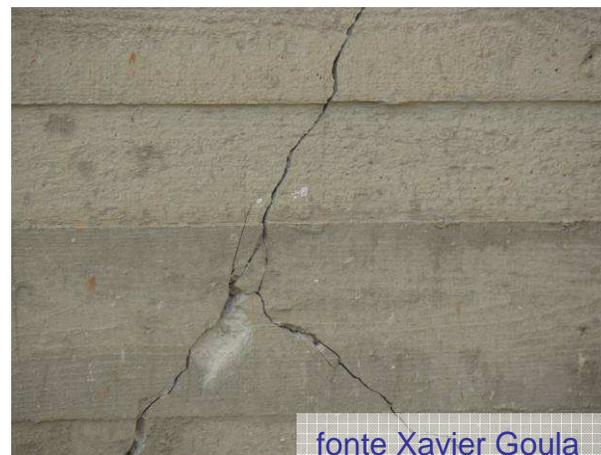


Danos em pilares: deficiência de cintagem, varões lisos, danos pre-existentes (?)



Danos em pilares: deficiência de cintagem, recobrimento insuficiente

Ospedale Civile San Salvatore



Danos em paredes resistentes em betão armado:
deficiente armadura



Pilares:
recobrimento insuficiente (indícios de corrosão)

Ospedale Civile San Salvatore

Danos não estruturais:

Fendilhação extensa em panos de alvenaria de fachada.

Derrubamento e queda de panos de alvenaria de fachada.

Fendilhação extensa (em alguns casos com queda), embora localizada, de paredes de alvenaria interiores.

Queda de caixilharias.

Queda de tectos falsos (pouco acentuada, sobretudo no atravessamento de juntas).

Queda de iluminação.

Instalações básicas e equipamentos médicos. Poucas avarias relatadas, funcionamento correcto dos sistemas de emergência, necessidade de recalibração de alguns equipamentos de imagiologia (RMN, TAC, etc).

Ospedale Civile San Salvatore



Fendilhação em paredes de alvenaria de fachada

Ospedale Civile San Salvatore



Fendilhação em paredes de alvenaria de fachada: criação de *soft storey* intermédio

Ospedale Civile San Salvatore



Derrubamento e queda de paredes de alvenaria de fachada: entrada das urgências

Ospedale Civile San Salvatore



Fendilhação extensa em paredes de alvenaria interiores: efeitos sobre a funcionalidade do hospital e segurança dos pacientes

Ospedale Civile San Salvatore



Queda de caixilharias



Queda de tectos falsos

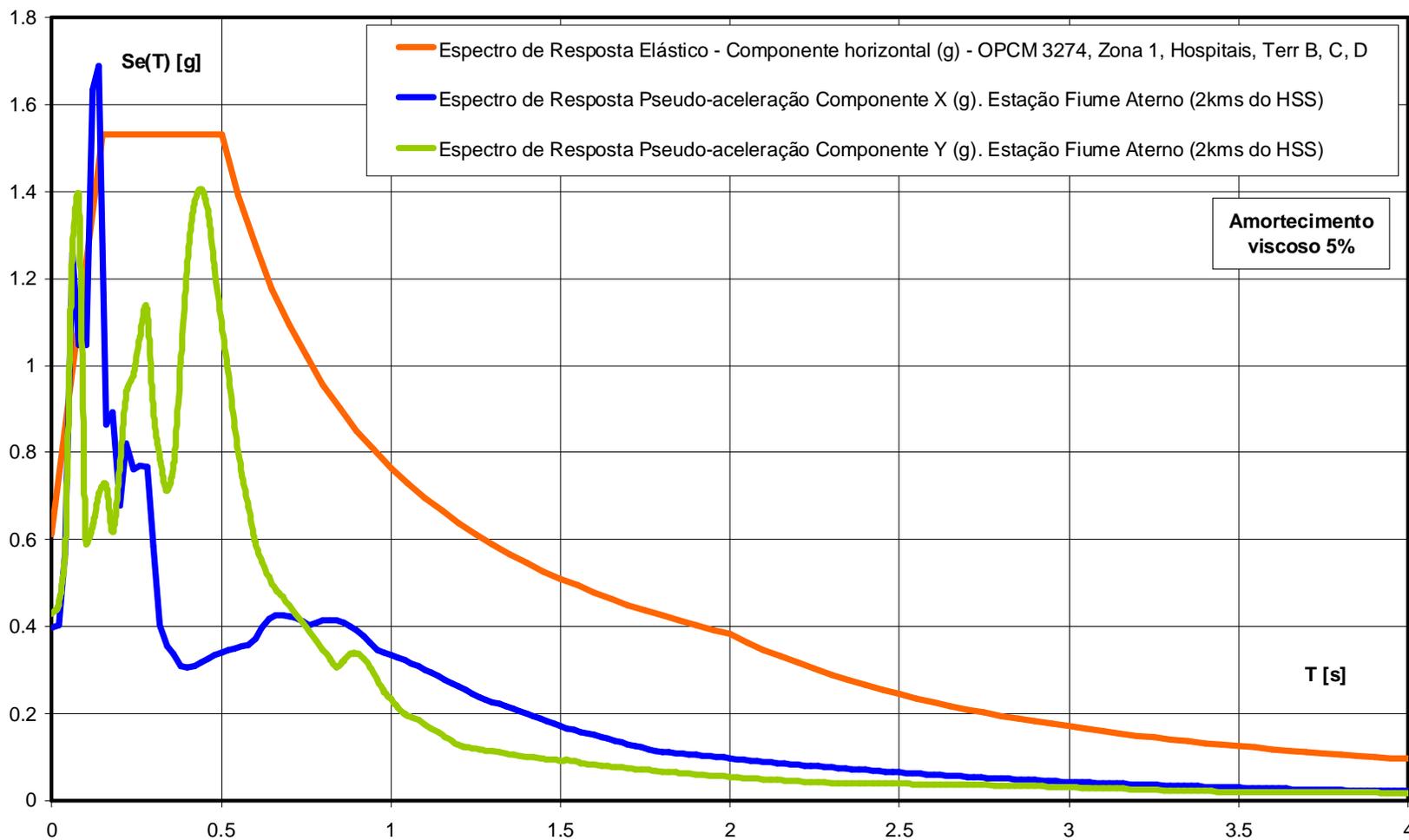
Ospedale Civile San Salvatore



Localização da estação Fiume Aterno e do Hospital (distância 2 kms)

Comparação entre resultados de registos e requisitos da OPCM 3274

Ospedale Civile San Salvatore



Comparação entre resultados de registos e requisitos da OPCM 3274

Ospedale Civile San Salvatore

Reflexões imediatas:

Desempenho inadequado, com grande prejuízo para a prestação de cuidados de saúde no cenário após sismo. O facto do hospital ter sido declarado inutilizável amplificou as consequências do sismo.

Sequência de erros, desde o projecto, à construção, ao controle de qualidade e à supervisão pelas autoridades de saúde pública.

Reflexões não imediatas:

Será adequada a abordagem do Eurocódigo 8 – que procede à diferenciação da fiabilidade exigida nas construções de acordo com a sua importância – obrigando ao cumprimento dos mesmos requisitos, embora para níveis de acção diferentes?

A questão da funcionalidade de um hospital é crítica. Como se demonstra a funcionalidade de um hospital, nomeadamente dos seus equipamentos e instalações básicas?

Não deveria existir um mecanismo legal seguro e infalível que assegure a conformidade periódica de hospitais com esta importância?



Obrigado pela atenção.