

***A Missão de Avaliação do MIC a
Abruzzo – O sismo de L'Aquila de
6 de Abril de 2009***

**Alfredo Campos Costa
LNEC**

**Monitoring and Information Centre (MIC) of
DG- ENV, Brussels**

*A Missão de Avaliação do MIC a
Abruzzo – O sismo de L'Aquila de
6 de Abril de 2009*

1. Missão do MIC a L'Aquila. Decorreu
2. Danos no património Histórico Arquitectónico.
3. Seismic Design in Italy; /Earthquakes/Design codes / Legislation/ a Brief history (Artur Vieira Pinto – JRC).

Overview of the MIC mission

Objectives of the Mission:

1. Supporting the Italian civil protection authorities (DPCI)
2. Assessing further needs
3. Cooperating with DPCI
4. Liaising with the MIC

Overview of the MIC mission



Overview of the MIC mission



Overview of the MIC mission

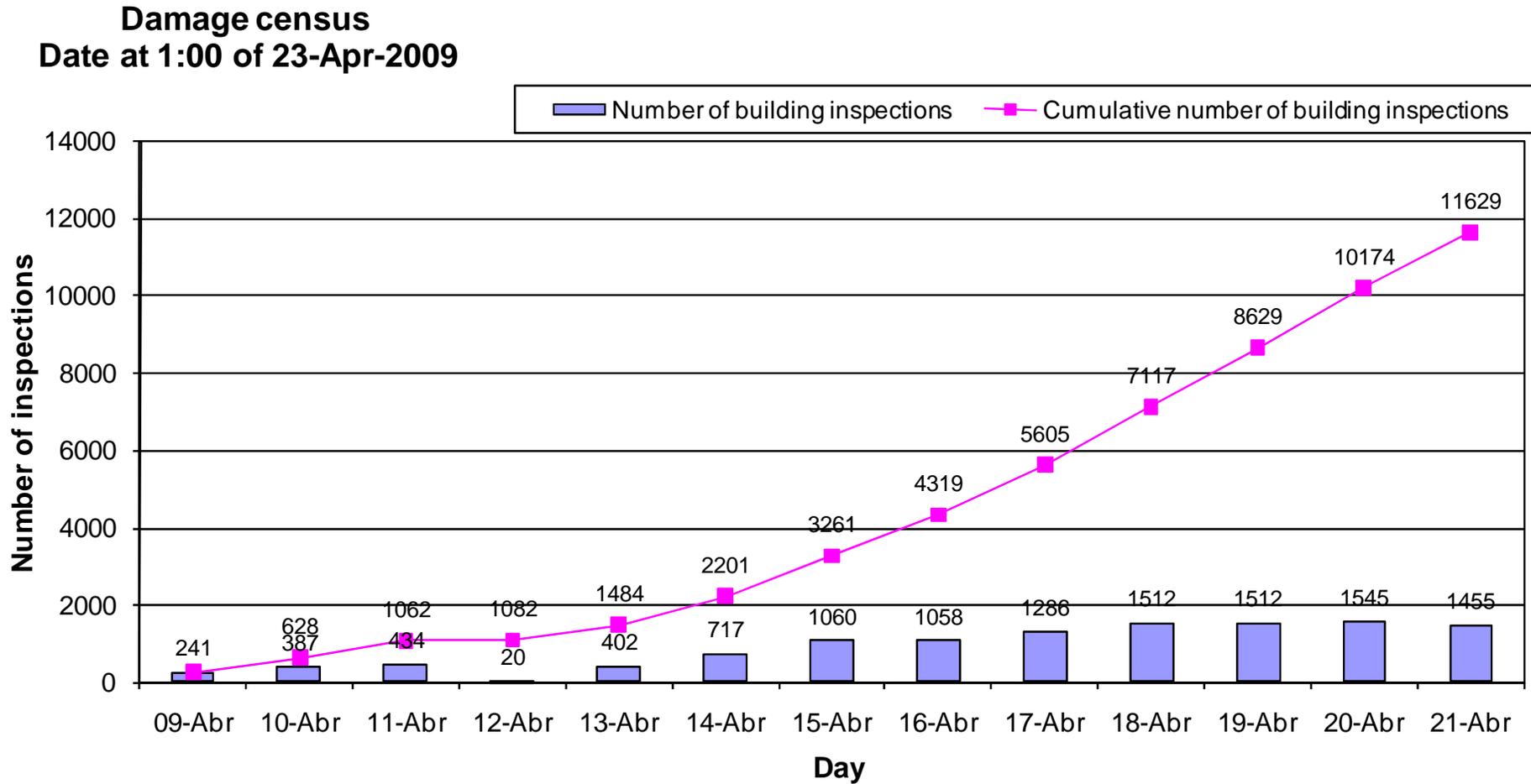


Overview of the MIC mission



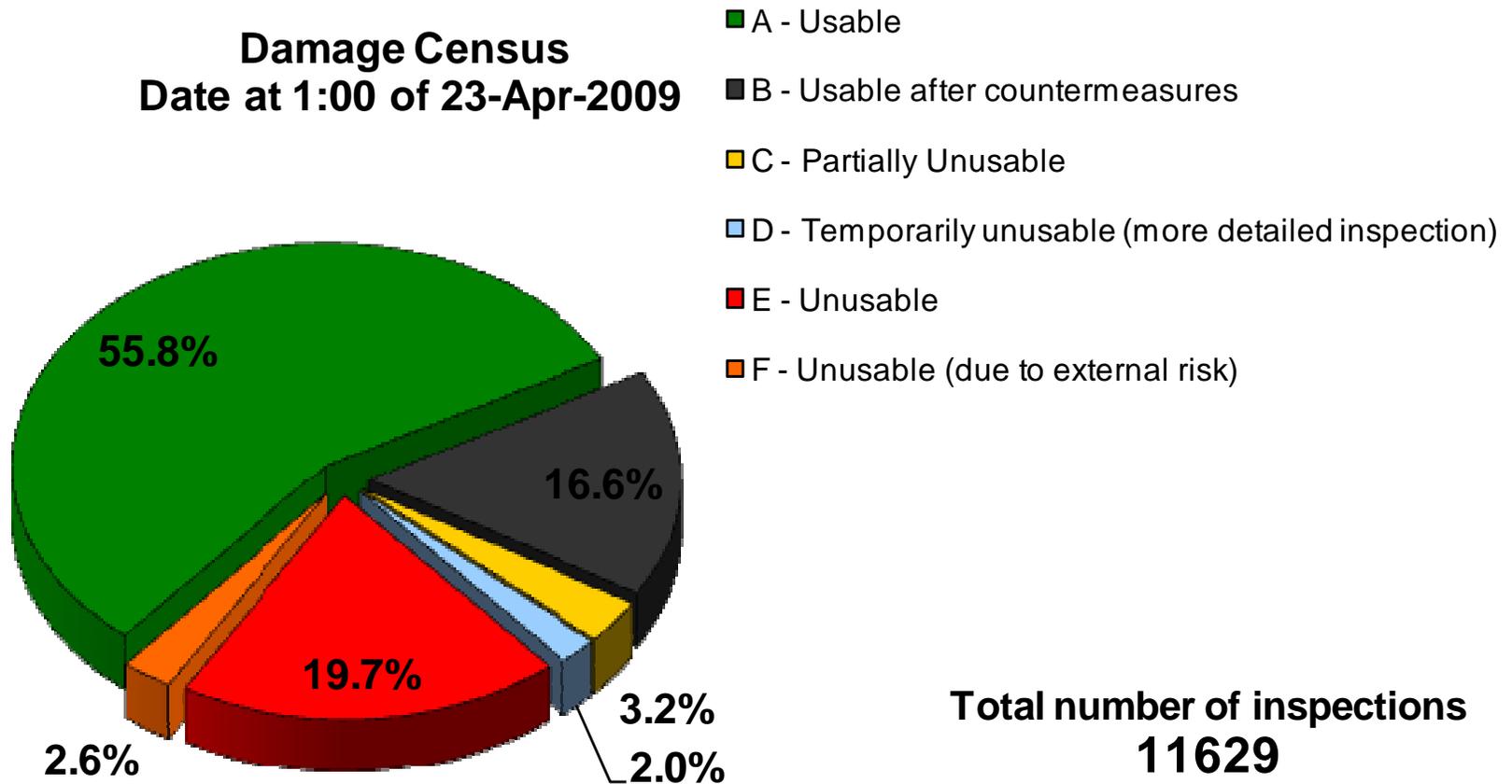
Danos nos Edifícios Correntes

Buildings located in zones with $MCS > VI \Rightarrow 50\ 000$ inspections



Danos nos Edifícios Correntes

All buildings located in zones with $MCS > VI \Rightarrow 50\ 000$ inspections



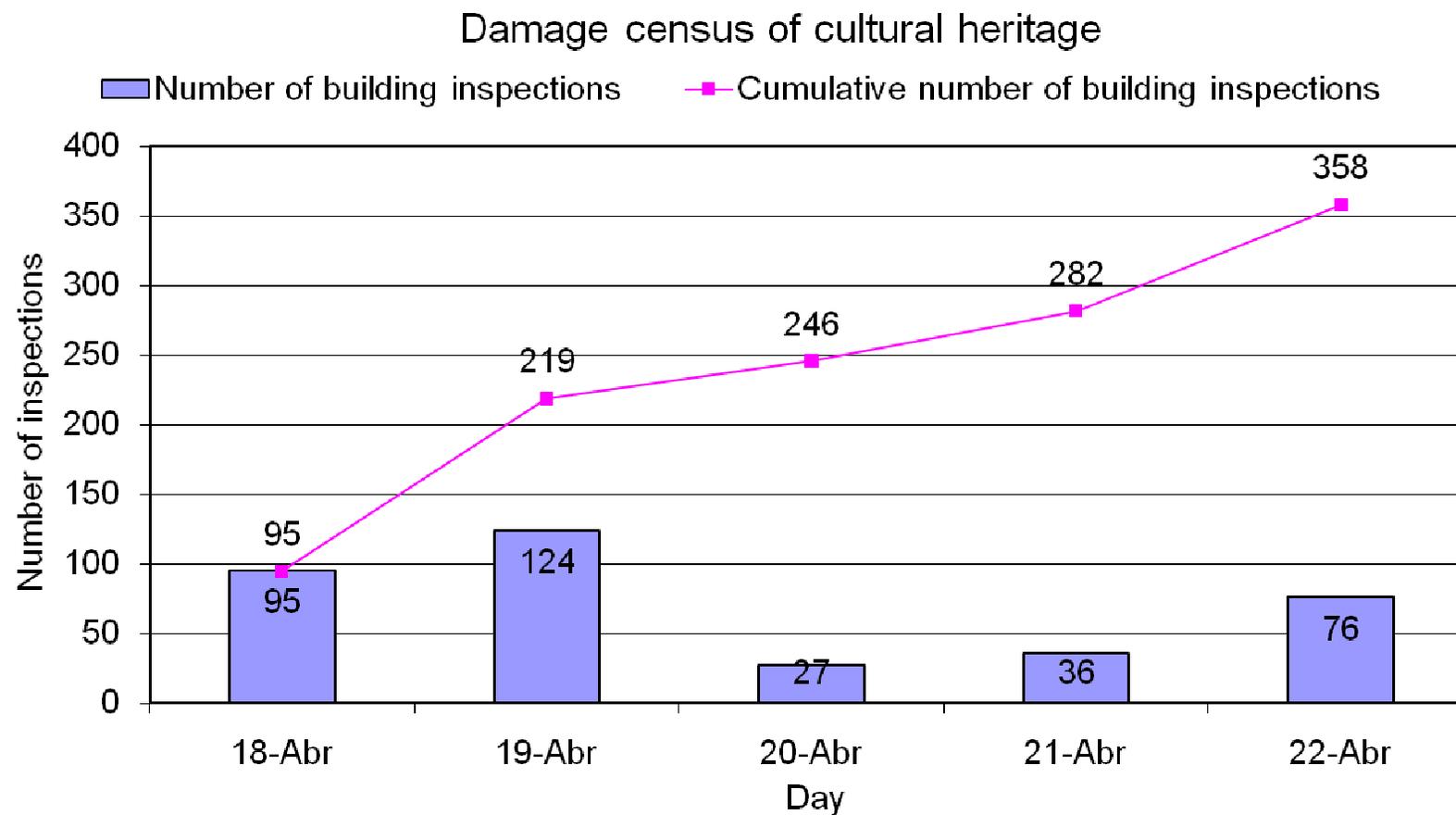
Main Technical Conclusions of MIC

The earthquake produced severe damage to buildings mainly because:

1. Local site effects (soil amplification) played an important role in some poor rural village like Onna and Paganica.
2. Poor quality masonry buildings, without steel tie rods showed severe damage even in the urban area of L'Aquila.
3. RC buildings from sixties didn't have good seismic behavior due to several facts (not enough concrete confinement, smooth steel rebar, bad quality detailing ...)
4. Non-structural damage inflicted modern RC buildings were caused by high flexible structural systems combined non confined brittle infill panels.

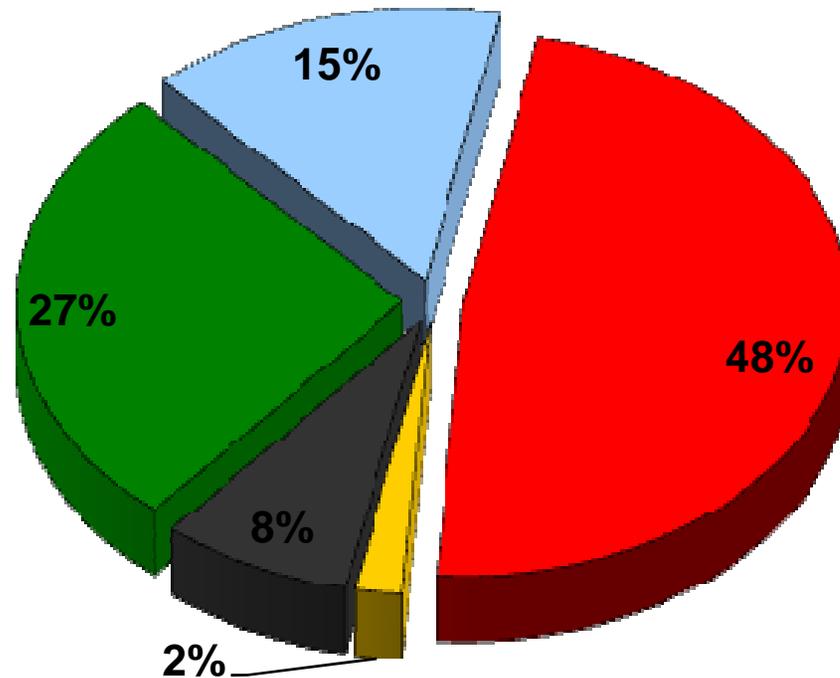
HEAVY DAMAGE IN CULTURAL HERITAGE

Danos no Património Arquitectónico



Danos no Património Arquitectónico

CULTURAL HERITAGE
Date at 1:00 of 23-Apr-2009



- Usable
- Usable after countermeasures
- Unusable
- Partially Unusable
- Temporarily unusable (more detailed inspection)

**Total number of
inspections
358**

Danos no Património Arquitectónico



Danos no Património Arquitectónico



Danos no Património Arquitectónico

DUOMO

Santa Maria del Suffragio

XVIII



Danos no Património Arquitectónico

DUOMO

Santa Maria del Suffragio

XVIII



Danos no Património Arquitectónico

DUOMO

Santa Maria del Suffragio

XVIII



Danos no Património Arquitectónico



**Castello Forte Spagnolo
XVI**

Danos no Património Arquitectónico



Castello Forte Spagnolo
XVI

Danos no Património Arquitectónico



**Castello Forte Spagnolo
XVI**

Danos no Património Arquitectónico



**Castello Forte Spagnolo
XVI**

Danos no Património Arquitectónico



**Castello Forte Spagnolo
XVI**

Danos no Património Arquitectónico



**Castello Forte Spagnolo
XVI**

Danos no Património Arquitectónico



**Castello Forte Spagnolo
XVI**

Danos no Património Arquitectónico



**Castello Forte Spagnolo
XVI**

Danos no Património Arquitectónico



**Castello Forte Spagnolo
XVI**

Danos no Património Arquitectónico



Igreja em L'Aquila

Danos no Património Arquitectónico



Igreja em L'Aquila

Danos no Património Arquitectónico



Danos no Património Arquitectónico





















Danos no Património Arquitectónico

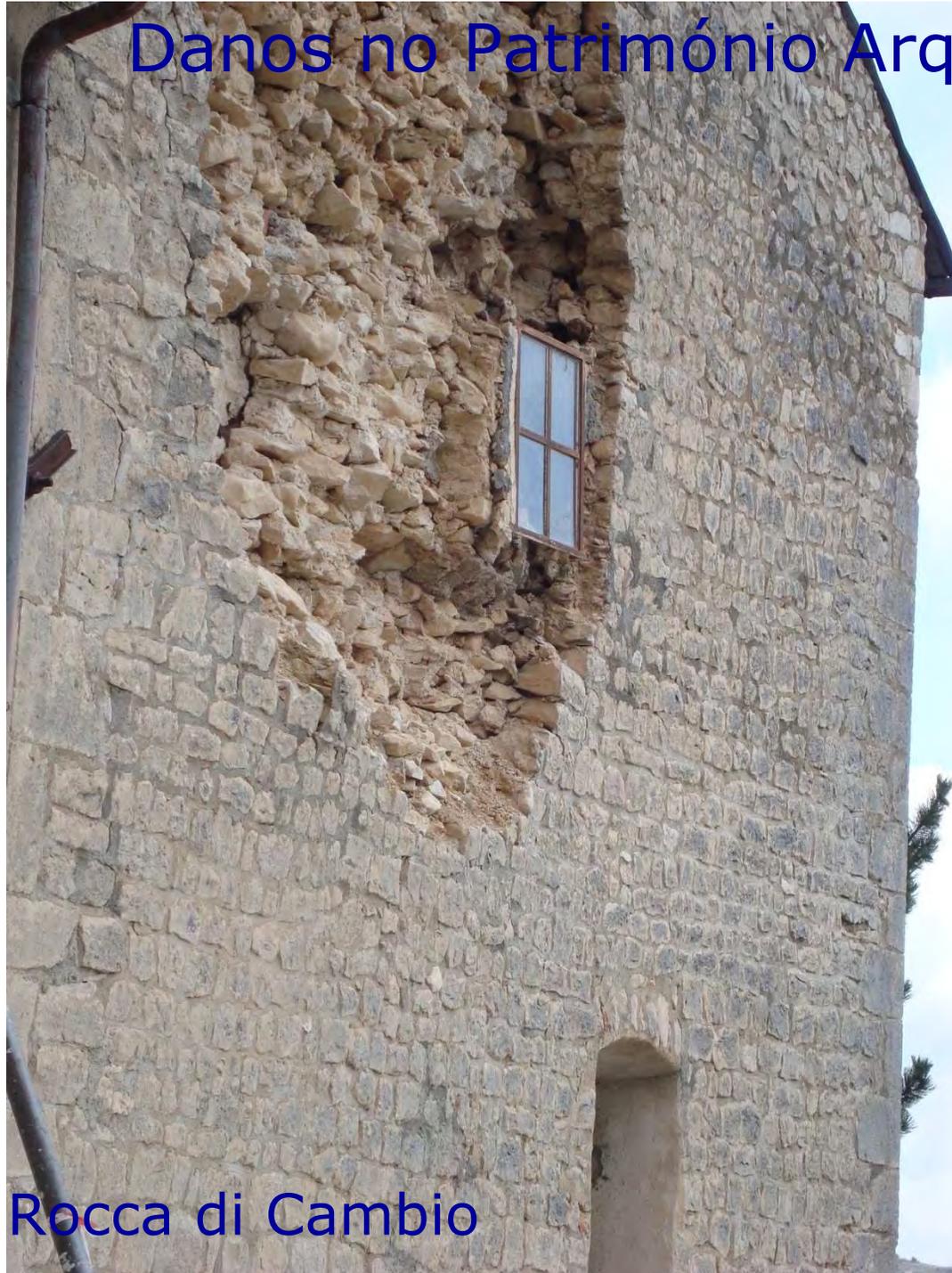


Danos no Património Arquitectónico

Igrejas em Rocca di Cambio



Danos no Património Arquitectónico



Igrejas em Rocca di Cambio

Danos no Património Arquitectónico



Igrejas em Rocca di Cambio

Danos no Património Arquitectónico



Igrejas em Rocca di Cambio

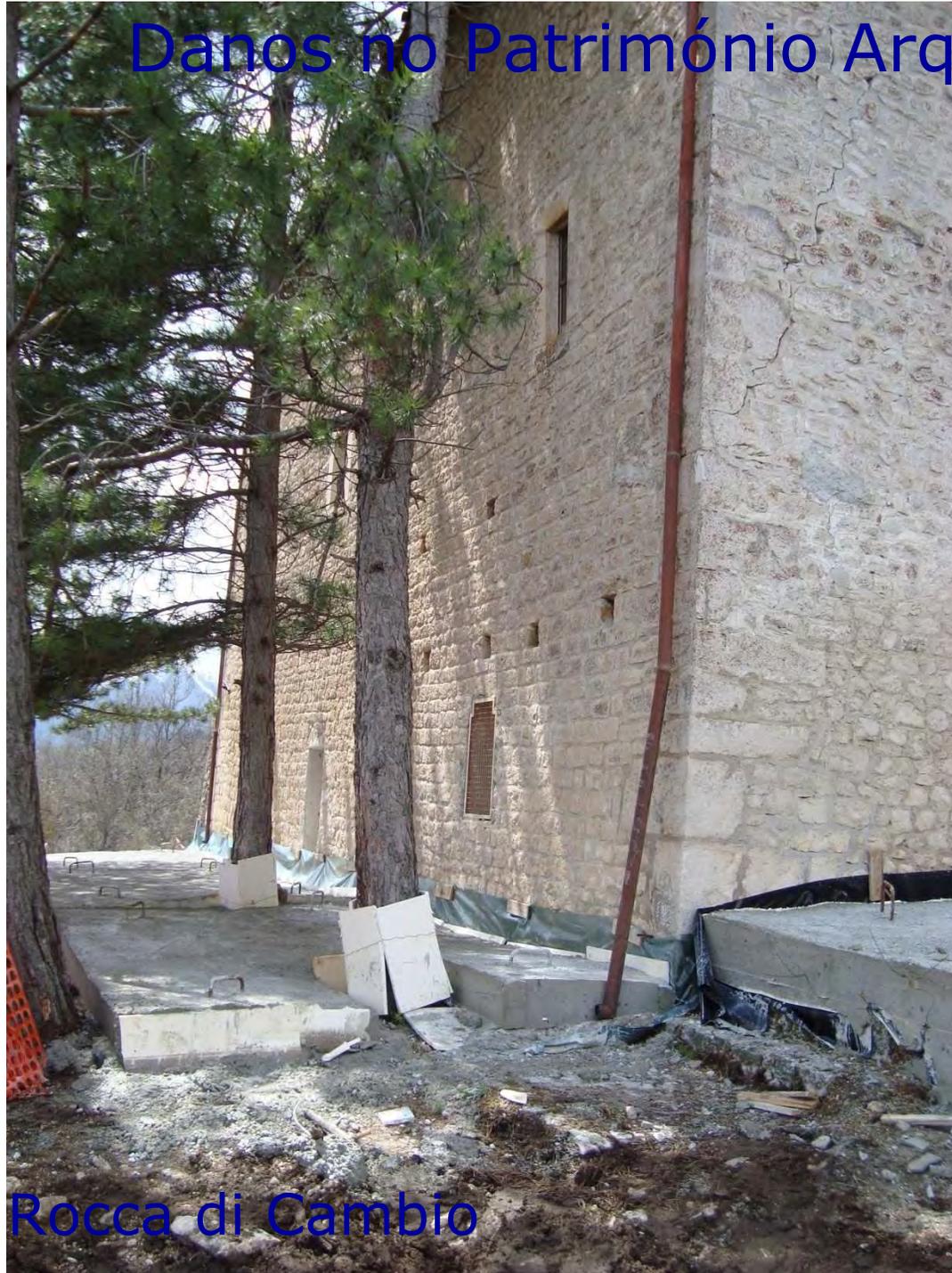


Danos no Património Arquitectónico



Igrejas em Rocca di Cambio

Danos no Património Arquitectónico



Igrejas em Rocca di Cambio

Danos no Património Arquitectónico



Igrejas em Rocca di Cambio

Danos no Património Arquitectónico



Igrejas em Rocca di Cambio

Danos no Património Arquitectónico



Igrejas em Rocca di Cambio

Danos no Património Arquitectónico



Igrejas em Rocca di Cambio

Danos no Património Arquitectónico



Igreja em Paganica

Danos no Património Arquitectónico



Igrejas em L'Aquila

Avaliação de danos

Património Arquitectónico Histórico

Património Arquitectónico Histórico – Avaliação



SISMA

EMERGENZA POST-SISMA

SCHEDA PER IL RILIEVO DEL DANNO AI BENI CULTURALI – CHIESE

MODELLO A – DC
Prima sezione

A₁

Data: _____ N° progressivo: _____ N° Scheda: _____
(a cura dell'Ufficio)

A₂ – RIFERIMENTO VERTICALE

Bene complesso Bene individuato

Denominazione bene complesso: _____

Numero schede beni componenti: _____ Codice livello superiore: _____

Tipologia: chiesa canonica palazzo castello torre bene archeologico altro

Pianta: regolare con cortili ad ali aperte lineare altro _____

A₃ – LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICO AMMINISTRATIVA

Regione: _____ Codice Istat comune: _____ Indirizzo: _____
 1 via _____
 2 corso _____
 3 vicolo _____
 4 piazza _____
 5 località _____ num. civico: _____

Provincia: _____

Comune: _____

Località: _____

Sezione censuaria: _____ N° complesso o aggregato: _____ N° edificio: _____

Foglio: _____ Data: _____ Particelle: _____ Sub.: _____

A₄ – COORDINATE UTM

Quadrante: _____ Longitudine Est (x) _____° _____' Latitudine Nord (y) _____° _____' Lettura GPS

A₅ – OGGETTO

Denominazione bene: _____

Denominazione storica: _____

Datazione: anno _____ secolo _____ epoca _____ Ultima trasformazione: _____

Proprietà: _____

Utilizzatore: _____

A₆ – DESTINAZIONE D'USO ATTUALE

Uso	Utilizzazione temporale			Affollamento
	Continua	Saltuario	Non utilizzato	
Cattedrale / Duomo	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
Chiesa parrocchiale	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
Oratorio	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
Santuario	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
Museo	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
Auditorium	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
Servizi	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>
Altro _____	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>

A₇ – CARATTERISTICHE DEL SITO

In piano Su rilievo / su cresta / su vetta Su riperto In pendio / su versante Avvallamento

A₈ – CONTESTO URBANO E POSIZIONE

Centro urbano Periferia urbana Area Industriale - commerciale Area agricola Centro storico

Isolata Connessa con altri edifici su _____ lati Altro _____

A₉ – INFRASTRUTTURE

Accesso pedonale Rete viaria idonea in relazione al rischio

Accesso carrabile Parcheggio nelle vicinanze

Accesso con altezza inferiore a 4 metri Spazi aperti a disposizione

Accesso con mezzi pesanti Altro _____

A₁₀ – PRESENZA DI RISCHIO

		RILEVAZIONE DIRETTA	INFORMAZIONI ACQUISITE
Innesiamento minacciato da frana	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Innesiamento in zona alluvionabile	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Innesiamento soggetto a minaccia di tipo industriale	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Innesiamento soggetto ad altre minacce naturali	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

A₁₁ – TIPOLOGIA DEI BENI ARTISTICI PRESENTI

TIPOLOGIA	Num.	superficie	TIPOLOGIA	Num.	superficie
Affreschi <input type="checkbox"/>	_____	_____	Dipinti mobili su vario supporto <input type="checkbox"/>	_____	_____
Mosaici <input type="checkbox"/>	_____	_____	Arredi (soffitti, amboni, pulpiti, stali corali) <input type="checkbox"/>	_____	_____
Stucchi <input type="checkbox"/>	_____	_____	Decorazioni plastiche mobili <input type="checkbox"/>	_____	_____
Arazzi <input type="checkbox"/>	_____	_____	Manufatti in carta e pergamena <input type="checkbox"/>	_____	_____
Alfari / statue <input type="checkbox"/>	_____	_____	Reperti archeologici <input type="checkbox"/>	_____	_____
Libri / Stampe <input type="checkbox"/>	_____	_____	Altri <input type="checkbox"/>	_____	_____

A₁₂ – DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA - Realizzata da _____ SI NO

A₁₃ – COMPILATORE SCHEDA

Cognome: _____ Nome: _____

Ente/ufficio di appartenenza: _____

☎ _____ E-Mail: _____

Património Arquitectónico Histórico – Avaliação

A₁₈ - AGIBILITA'

Agibile <input type="radio"/>		Inagibile <input type="radio"/>	
Parzialmente Agibile <input type="radio"/>	Agibile con Provvedimenti <input type="radio"/>	Temporaneamente Inagibile <input type="radio"/>	Inagibile per cause Esterne <input type="radio"/>
Indicare la parti agibili	Segnalare i provvedimenti anche indicandoli nella tabella sottostante	<input type="checkbox"/> Verifica più accurata <input type="checkbox"/> Si consiglia visita di esperti <input type="checkbox"/> Altro	Indicare le cause esterne

A₁₉ - TIPO DI VISITA

Completa <input type="radio"/>	Parziale <input type="radio"/>	Solo dall'esterno <input type="radio"/>	Motivi ostativi <input type="checkbox"/>
--------------------------------	--------------------------------	---	--

A₂₀ - PROVVEDIMENTI DI P.I. SUGGERITI (* interventi limitati ** interventi estesi)

PROVVEDIMENTI	*	**	PROVVEDIMENTI	*	**
1 Revisione manto di copertura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8 Ripristino smaltimento delle acque meteoriche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 Copertura provvisoria	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9 Monitoraggio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 Puntellamenti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10 Protezioni o consolidamenti su opere d'arte fisse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 Rimozione delle macerie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	11 Catalogazione e smontaggio delle parti pericolanti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 Transennamenti / recinzioni / protezioni	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12 Sgombero opere d'arte mobili	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 Consolidamenti localizzati	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	13 Raccolta sistematica dei frammenti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7 Messa in opera di cerchiatura e/o tiranti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	14 Ricovero e protezione dei frammenti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A₂₁ - DANNI ALL'APPARATO DECORATIVO E ALLE OPERE D'ARTE (scheda dettagliata a parte)

A _{21.1} - Descrizione apparato decorativo o opera d'arte
A _{21.2} - Descrizione danno
A _{21.3} - Provvedimenti provvisori sugli apparati decorativi e sgombero opere d'arte mobili
SI CONSIGLIA INTERVENTO STORICO DELL'ARTE <input type="checkbox"/>
STIMA DEL COSTO PER LA SALVAGUARDIA DELLE OPERE D'ARTE
€ _ _ _ _ _ ,00

A₂₂ - DESCRIZIONE E STIMA SOMMARIA DELLE OPERE NECESSARIE

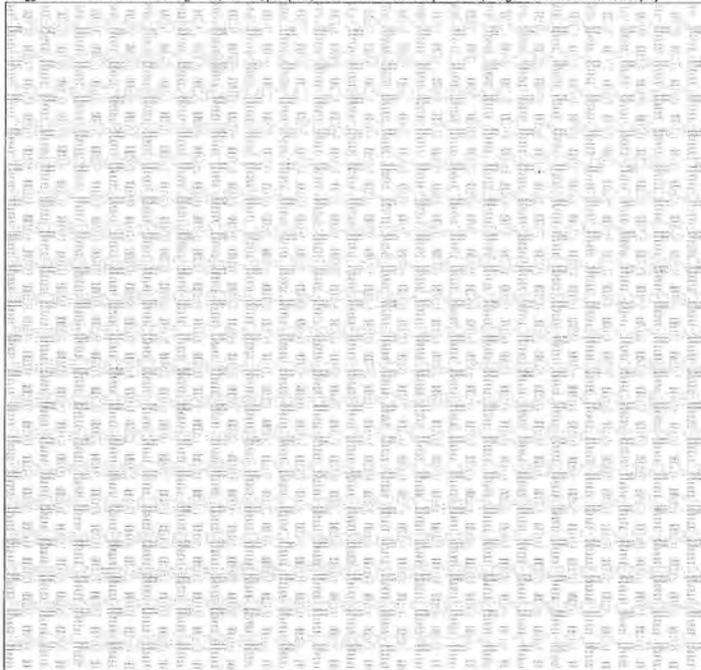
A _{22.1} - Descrizione opere di ripristino strutturale (nuovi danni e danni progressi aggravati)
STIMA DEL COSTO PER IL RIPRISTINO STRUTTURALE
€ _ _ _ _ _ ,00
A _{22.2} - Descrizione opere di finitura, impiantistica e miglioramento sismico collegate
STIMA DEL COSTO OPERE FINITURA IMPIANTISTICA E MIGLIORAMENTO SISMICO
€ _ _ _ _ _ ,00
A _{22.3} - Descrizione opere di pronto intervento (eventualmente indicare anche il costo del P.I. "a finire")
STIMA DEL COSTO OPERE DI PRONTO INTERVENTO
€ _ _ _ _ _ ,00
A ₂₃ - NOTE
Indicare, eventualmente, altri danni non rilevabili dalla scheda (es. soai di calpestio, pavimentazioni ecc.)

A₂₄ - DATI DIMENSIONALI (stimati rilevati)

Aula (compresi navato, cappelle, transelli)	Larghezza mt. _ _ _	Lunghezza mt. _ _ _	Superficie mq. _ _ _ _	Altezza media mt. _ _ _
Abside	Larghezza mt. _ _ _	Lunghezza mt. _ _ _	Superficie mq. _ _ _ _	Altezza media mt. _ _ _
Facciata principale	Larghezza mt. _ _ _	Altezza mt. _ _ _	Superficie mq. _ _ _ _	
Campanile	Larghezza mt. _ _ _	Lunghezza mt. _ _ _		Altezza mt. _ _ _
Coperture chiesa	Larghezza mt. _ _ _	Lunghezza mt. _ _ _	Superficie mq. _ _ _ _	Altezza massima mt. _ _ _

Património Arquitectónico Histórico – Avaliação

A25 - ELABORATI GRAFICI (pianito, sezioni, prospetti, illustrazione di dissesti particolari, allegare eventualmente fotografie)



A26 - DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

SI NO

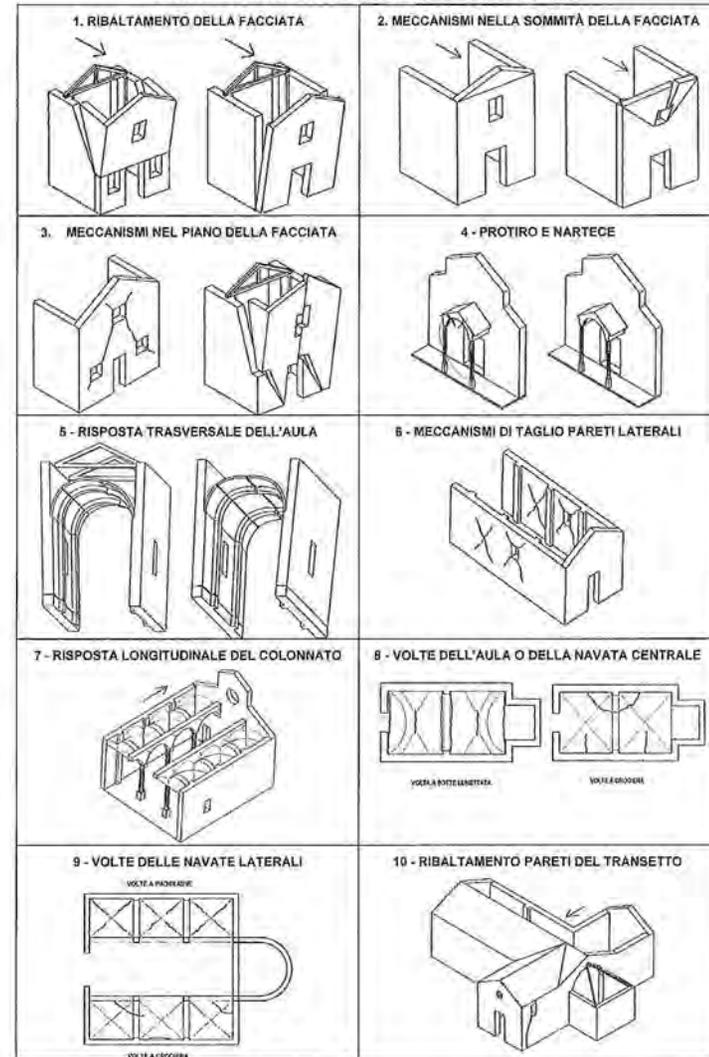
--

A27 - SQUADRA CHE HA ESEGUITO IL RILIEVO

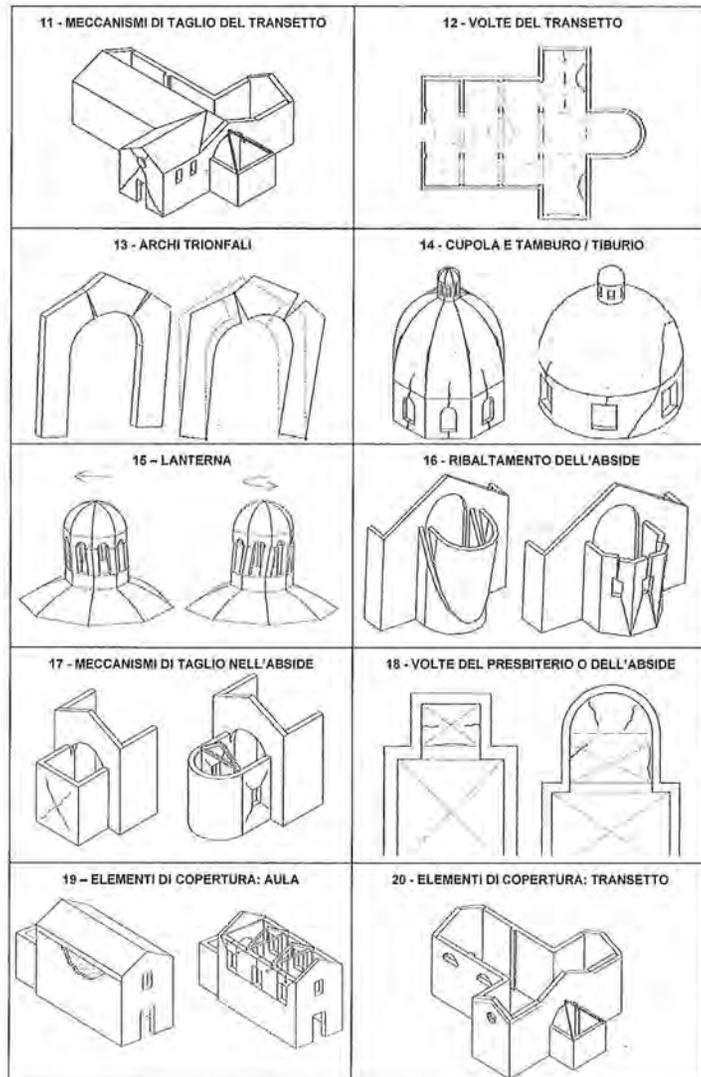
SISMA	C.O.M.	SQUADRA N.	
Componenti della squadra			
Cognome e nome	Qualifica	Ente appartenenza	Firma

Modello A-DC PCM-DPC MIBAC 2006 pubblicato nella G.U. n. 55 del 6.3.2006

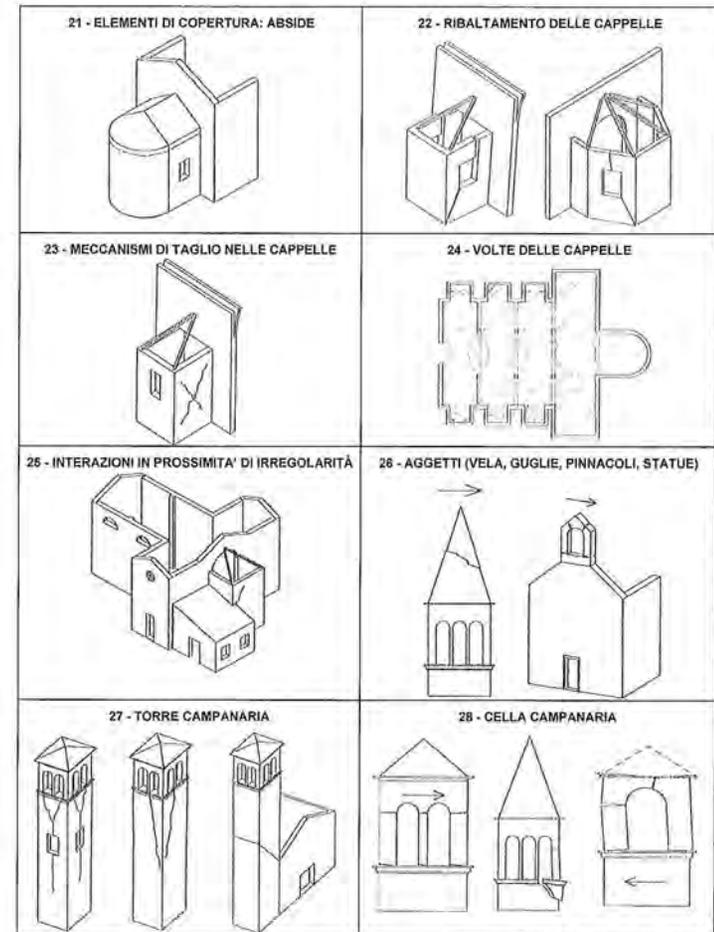
ABACO DEI MECCANISMI DI COLLASSO DELLE CHIESE



Património Arquitectónico Histórico – Avaliação



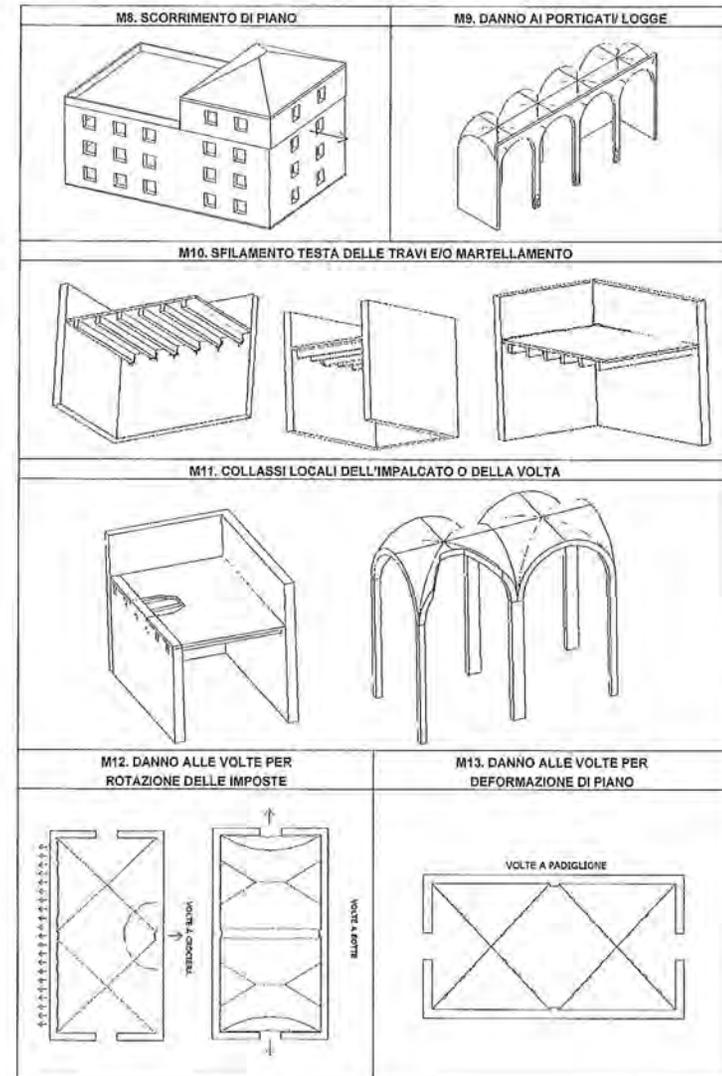
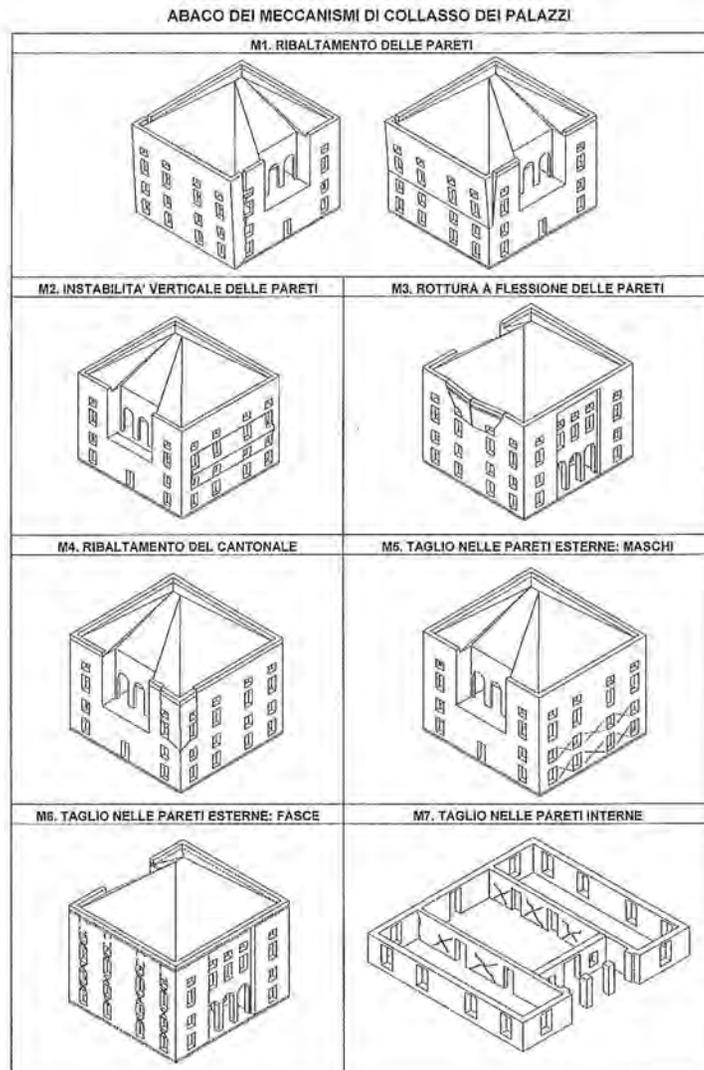
9



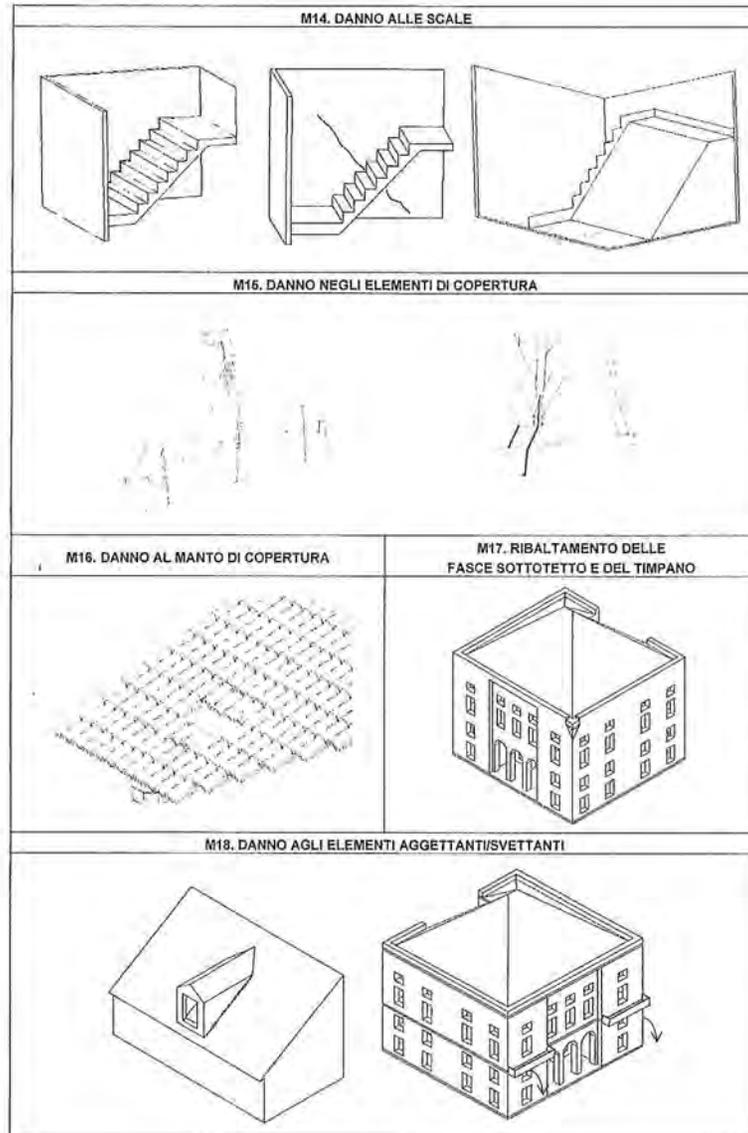
Modello A-DC PCM-DPC MIBAC 2006

10

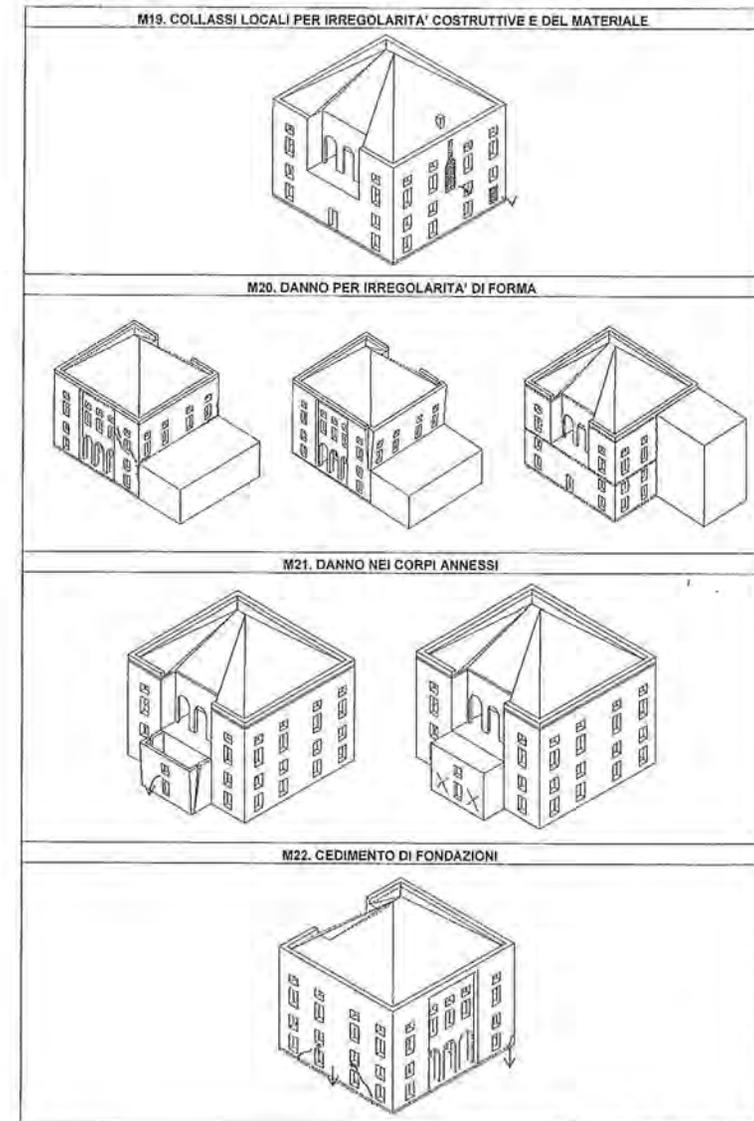
Património Arquitectónico Histórico – Avaliação



Património Arquitectónico Histórico – Avaliação



13



Modello B-DP PCM-DPC MIGAG 2005

14

Seismic Design in Italy

/Earthquakes/Design codes / Legislation/
a Brief history

Artur Vieira Pinto JRC

Earthquakes in Italy (Recent past)

Date	Magn./Intensity	Location/Zone	Deads
<u>6 maggio 1976</u>	6.4 Ml X Mercalli	<u>Friuli</u> Venezia Giulia	989
<u>23 novembre 1980</u>	6,9 Ml X Mercalli	<u>Irpinia</u>	2.914
<u>26 settembre - ottobre 1997</u>	5,7 Ml X Mercalli	<u>Umbria</u> e <u>Marche</u>	11
<u>31 ottobre 2002</u>	5,4 Ml VIII-IX Mercalli	<u>Molise</u> e <u>Puglia</u>	30
<u>6 aprile 2009</u>	5,8 Ml VIII-IX Mercalli	<u>L'Aquila</u> , <u>Abruzzo</u>	299

Italian Legislation:

LEGGI, DECRETI E ORDINANZE PRESIDENZIALI

- Decreto Ministero Lavori Pubblici
(DM LL.PP.)
- Circolare Ministero Lavori Pubblici
(CM LL.PP.)
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri
(OPCM)

Design of R/C and Steel Structures in Italy Codes/Legislation

Date	Description	Type	New features
05/11/1971	Legge n.1086	Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica	Focuses mainly on the bureaucratic aspects leaving the possibility for the design of the structure to engineers, architects and also graduates technicians (as surveyors, ...)
14/02/1992	DM LL.PP.	Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche	Only Allowable Stress Design is considered; the use of smooth bars is still allowed
09/01/1996	DM LL.PP	Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche	
15/10/1996	Circ. Min. n. 252	Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche di cui al D.M. 9 gennaio 1996	It introduces the use of the limit states (but Allowable Stress Design is still possible). The use of Eurocodes 2 and 3 is allowed. The use of smooth bars is still allowed.

Seismic Design in Italy

Codes/Legislation

Date	Doc. Type	Description	New features
02/02/1974	Legge n.64	<i>Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche</i>	
03/03/1975	DM n.40	<i>Disposizioni concernenti l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche</i>	<i>The earthquake is reproduced as two horizontal forces not occurring at the same time. The intensity of the seismic force depends on the zone of Italy</i>
26/04/1976	Legge n.176	<i>Norme per l'istituzione del servizio sismico e disposizioni inerenti al movimenti sismici del 1971, del novembre e dicembre 1972, del dicembre 1974 e del gennaio 1975, in comuni della provincia di Perugia</i>	
<u>Molise/Puglia Earthquake (2002) – The collapse of the school of San Giuliano Puglia</u>			
08/05/2003	Ordinanza 3274	<i>Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica</i>	<i>Finally! (Calvi et al.) Eurocode 8 based</i>

After San Giuliano Puglia (2002): “a complex period”

Date	Type of Doc.	‘Description’	
08/05/2003	Ordinanza 3274	<i>Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica</i>	<i>It introduces new classification of the seismic zones, makes mandatory the use of the limit states and introduced the non-linear analysis. However, it was only a draft version not substituting DM 16/01/1996 but only supporting it. It was substituted by OPCM3431</i>
10/05/2005	OPCM 3431	<i>Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l’adeguamento sismico degli edifici</i>	<i>It never became law and was replaced by DM LL.PP 2005</i>
14/09/2005	DM LL.PP	<i>Norme tecniche per le costruzioni (Testo Unico)</i>	<i>Finally replaced by DM LL.PP 2008</i>
14/01/2008	DM LL.PP	<i>Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC)</i>	Is it obligatory? From July 2009 on

Seismic Retrofit: National and Regional Legislation

Date	Doc. Type	Description
Friuli 1975		
20/06/1977	Legge Regionale Friuli Venezia Giulia n. 30	Documentazione tecnica per la progettazione e direzione delle opere di riparazione degli edifici
Irpinia 1980		
02/07/1981	DM LL.PP.	Normativa per la riparazione ed il rafforzamento degli edifici danneggiati dal sisma nelle regioni Basilicata, Campania e Puglia
30/07/1981	Circ. Min. n.21745	Istruzioni per l'applicazione della normativa tecnica per la riparazione ed il rafforzamento degli edifici in muratura danneggiati dal sisma
01/07/1981	Legge regionale Umbria n.34	Direttive tecniche ed esemplificazioni delle metodologie di intervento per la riparazione ed il consolidamento degli edifici danneggiati da eventi sismici
???		
20/11/1987	DM LL.PP.	Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento
04/01/1989	Circ. Min. n.30787	Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento
Umbria Marche 1997 (<i>Assisi</i>)		
30/03/1998	Legge n.61	Ulteriori interventi urgenti in favore delle zone terremotate delle regioni Marche e Umbria e di altre zone colpite da eventi calamitosi

Aquila Zone Seismic Classification (INGV, 2009)

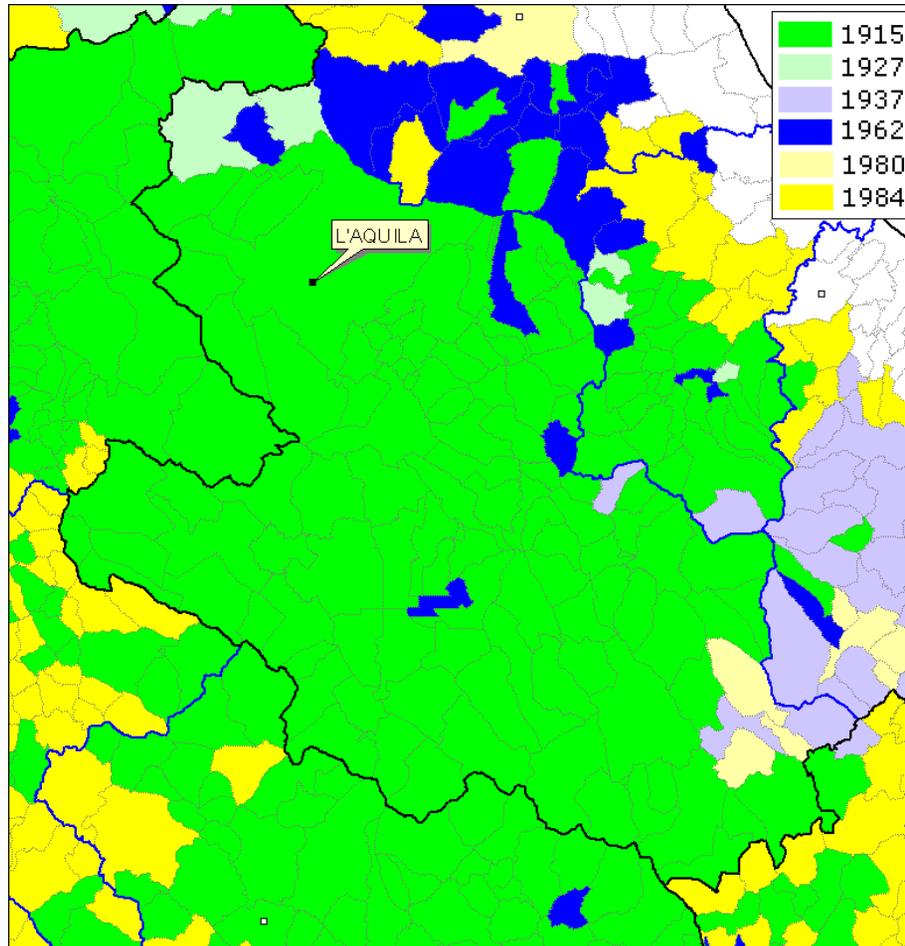


Fig. 1 – Data di prima classificazione dei comuni aquilani.

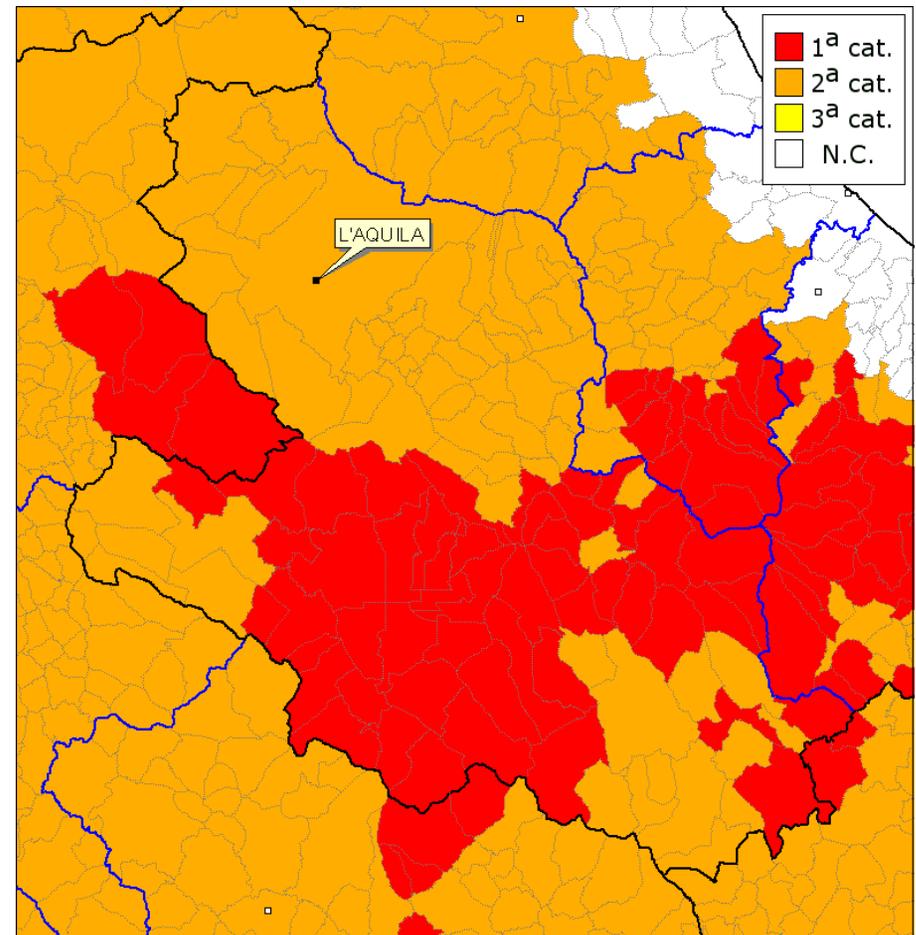


Fig. 2 – Classificazione sismica vigente dal 1984.

Aquila Zone Seismic Classification

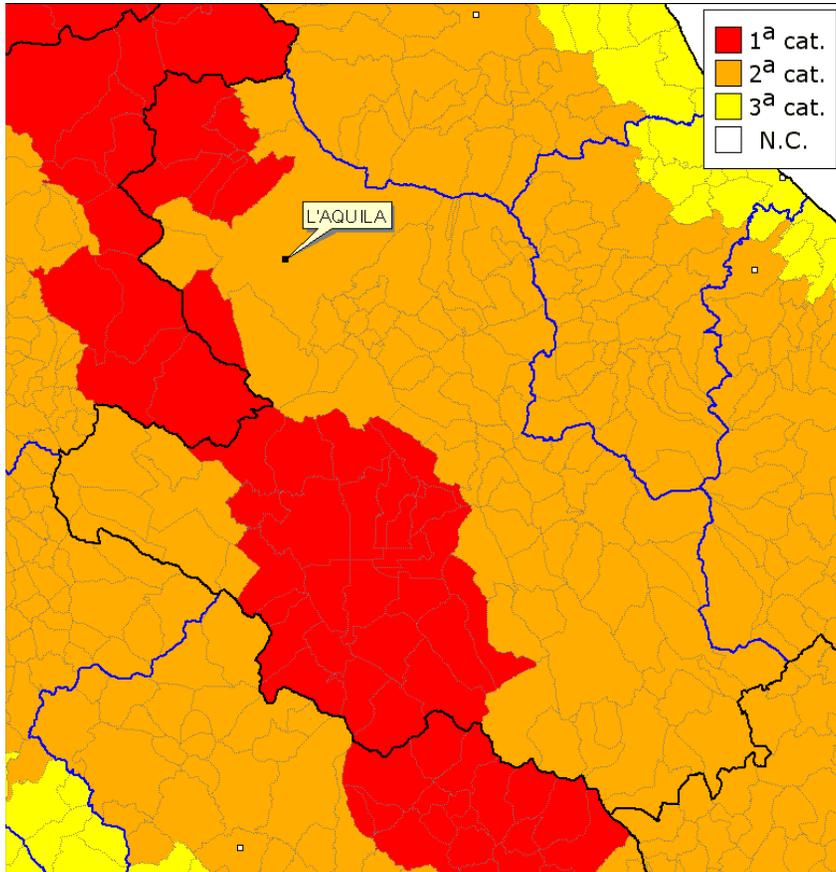


Fig. 3 – Proposta di riclassificazione del Gruppo di Lavoro 1998.

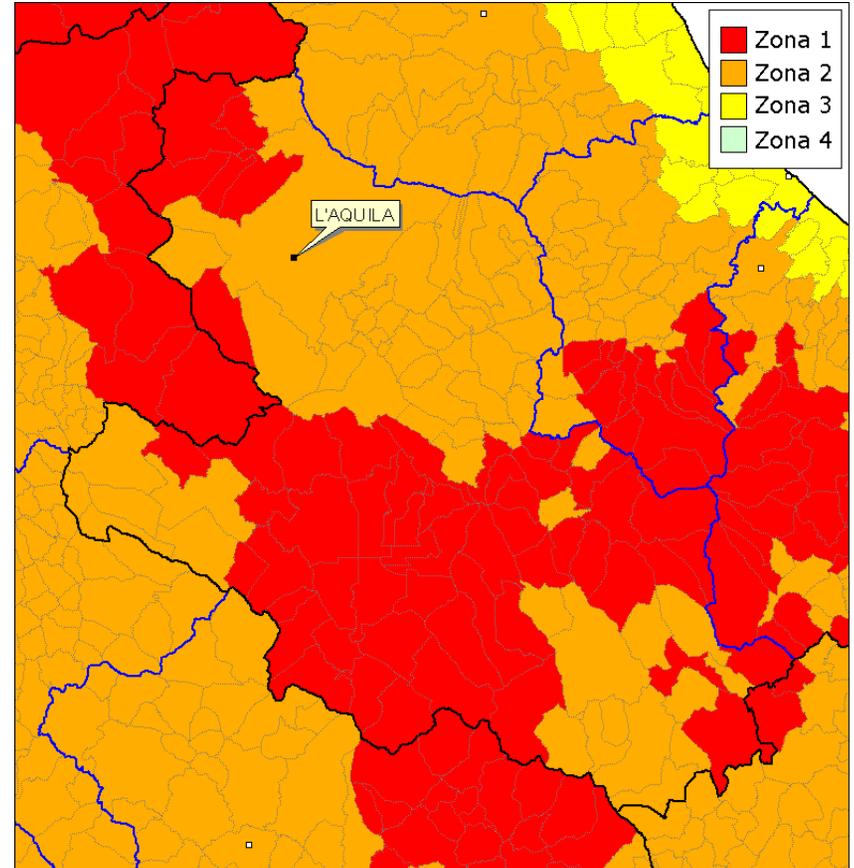


Fig. 4 – Zone sismiche aggiornate dall'OPCM 3274/2003 e recepite dalle Regioni.

Aquila Zone Seismic Classification

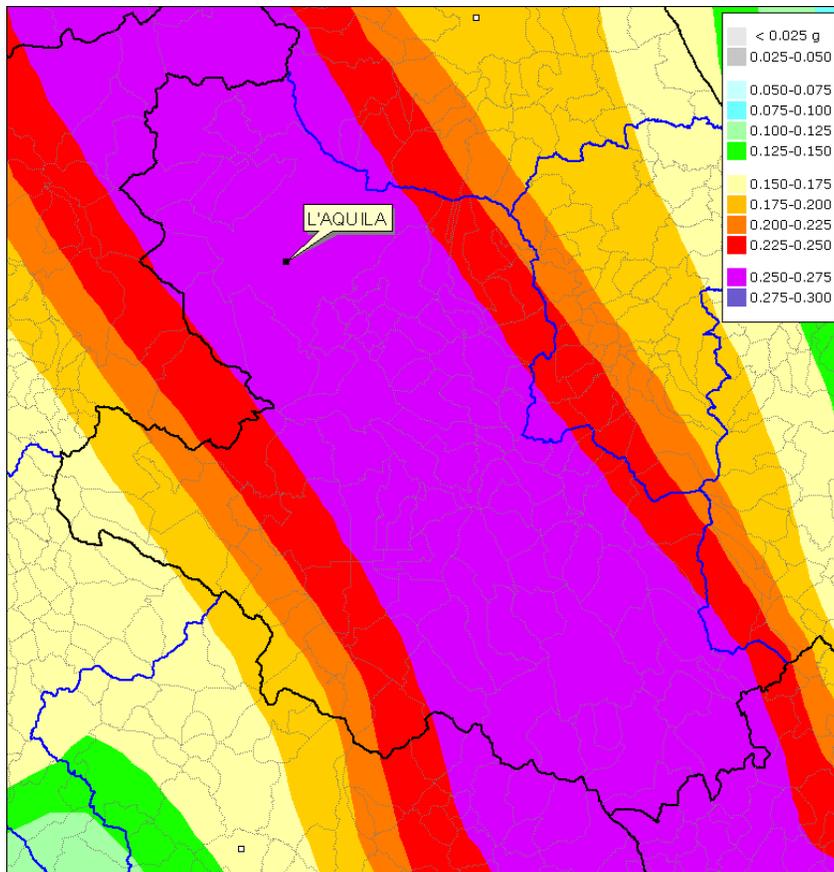


Fig. 5 – Mappa di pericolosità sismica MPS04. Accelerazione massima attesa su suolo rigido con una probabilità del 10% in 50 anni.

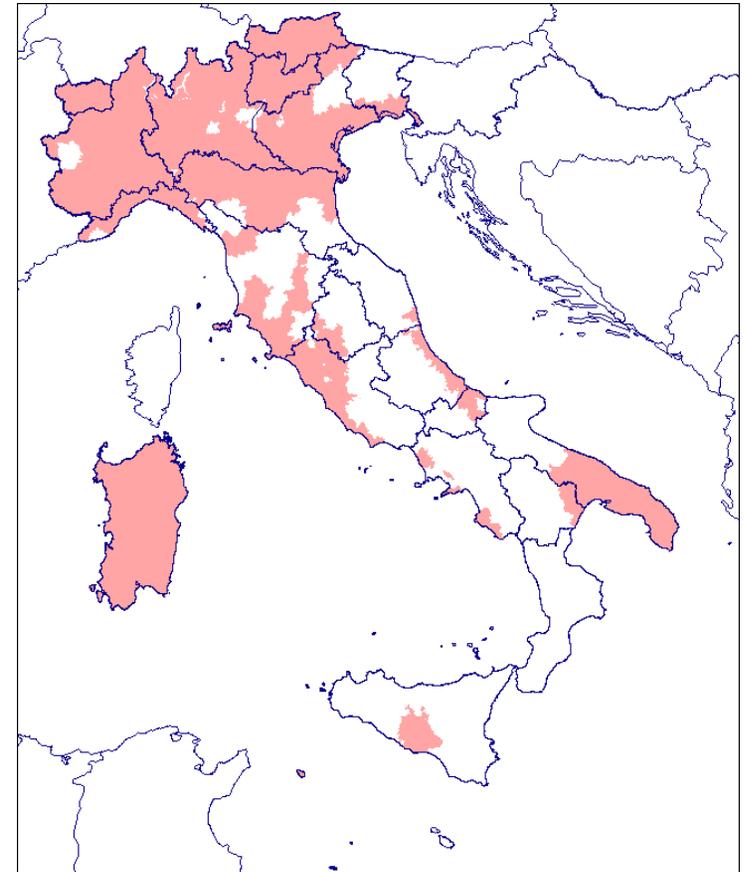
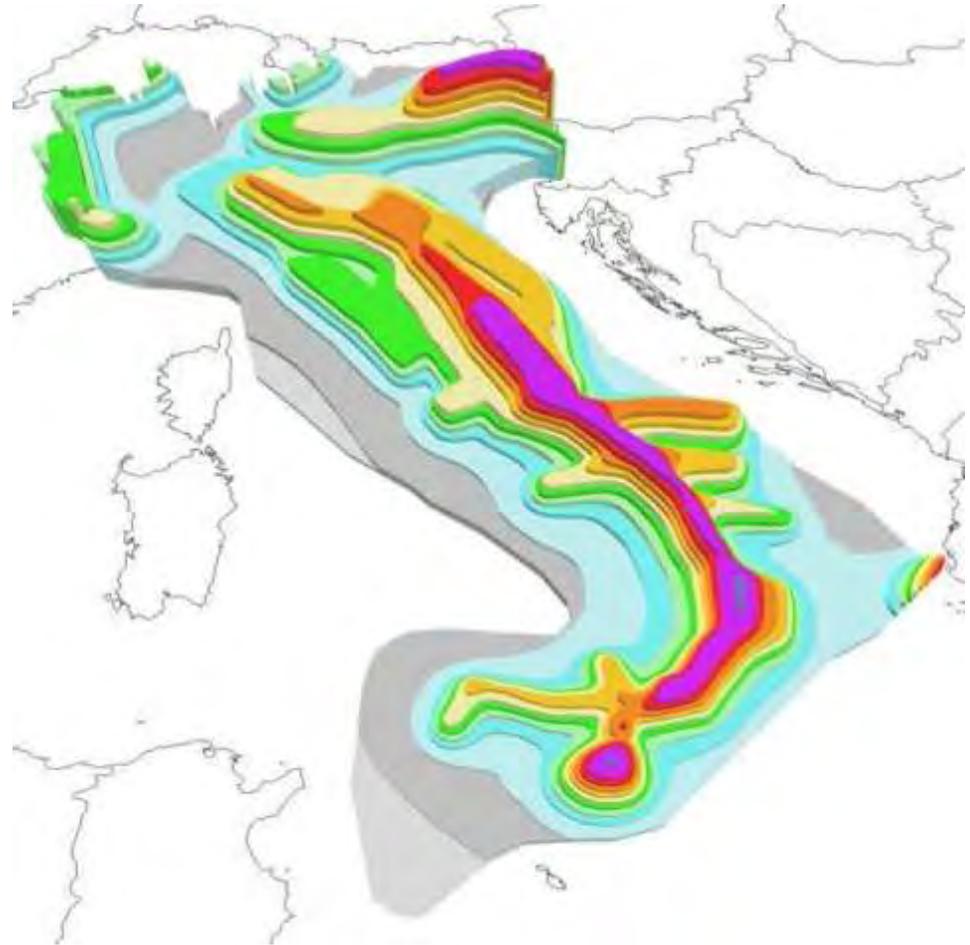


Fig. 6 – Comuni classificati sismici per la prima volta nel 2003.

INGV - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

- I dati *online* della pericolosità sismica in Italia
<http://esse1.mi.ingv.it/>



Seismic Design in Italy: A Summary

- Limit State Design introduced only in 1996
- >10 years delay between Italian codes and more advanced codes of practice
- A scientific level comparable, or better than, to that in USA and Japan
- A 'nomenclature' which blocks changes and innovation (interests, collaudi, ...)
- A confront between 'new and old', starting in 2003 (After the San Giuliano earthquake) and hopefully ending in 2009 (After L'Aquila)
- A National Code (NTC) in 2009 instead of full implementation of the Eurocodes.

Why? A transition phase ??? !!!!