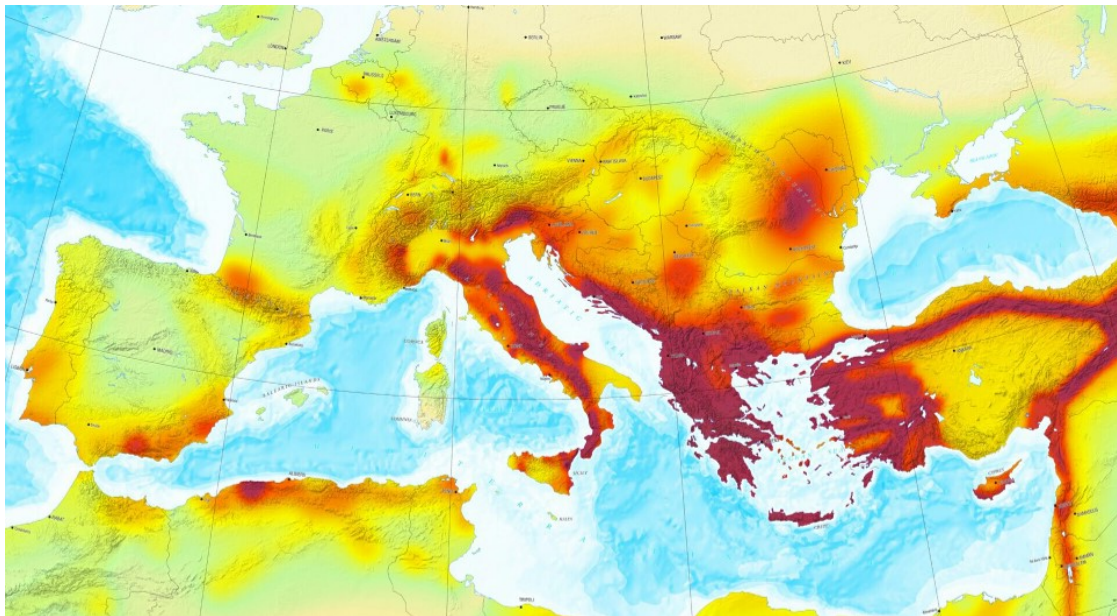


**FACOLTA' DI INGEGNERIA DELL'UNIVERSITA' DEGLI
STUDI ROMA III**



***Laurea specialistica in protezione del territorio
dai rischi naturali***

**Corso di costruzioni in zona sismica
Modulo di SISMOLOGIA**



F.Sabetta

***10. Mappe di pericolosità
Classificazione e normativa sismica***

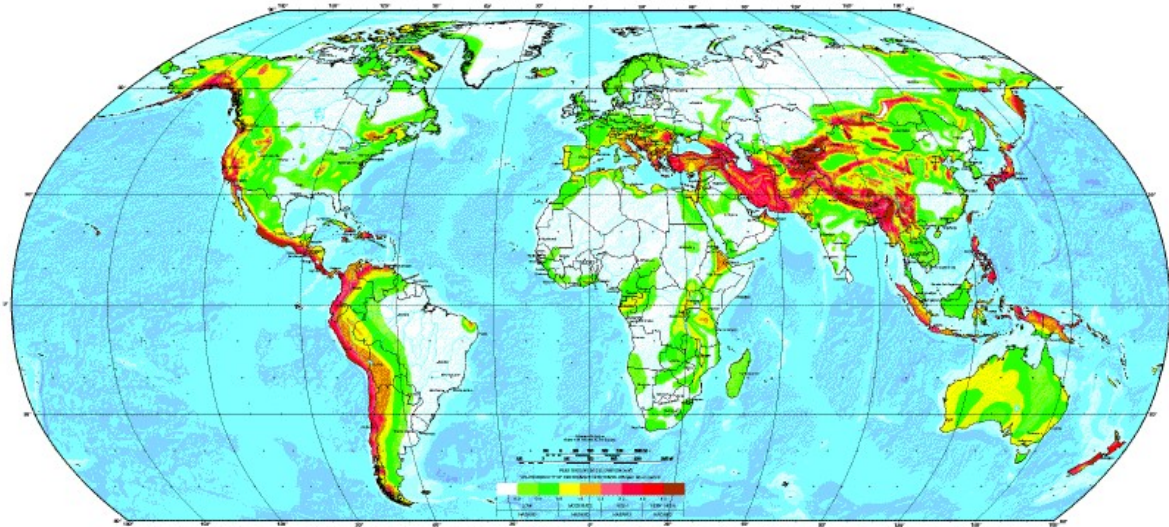
Anno accademico 2017/18

Summary

PSHA worldwide maps	3
U.S. Hazard Map	3
European Mediterranean seismic hazard map (ESC-SESAME 2003)	4
EU-FP7 project "Seismic Hazard Harmonization in Europe - SHARE 2012"	4
Evolution of PSHA maps in Italy	5
Hazard Maps of Italy (2004)	8
Seismic zoning	9
Cronistoria delle recenti proposte di riclassificazione sismica	10
Mappa di riferimento in PGA per la classificazione	11
CLASSIFICAZIONE 2004 con recepimento delle Regioni	11
CLASSIFICAZIONE sismica al 2012	12
Seismic Hazard and Seismic Design Codes	13
Eurocode EC8	14
Cronistoria delle proposte di normativa in italia	15
D.M. 14/09/2005	16
D.M. 14/01/2008 Norme Tecniche per le Costruzioni	16
Categorie di suolo di fondazione	18
Amplificazione stratigrafica e topografica	19
Stati limite	19
Vita nominale e coefficiente d'uso	20
Periodi di ritorno	20
Accelerogrammi	21
Sito WEB e software	21
Displacement-based seismic design	22
Importance factor	22
Performance-based seismic design (PBSD)	23

PSHA worldwide maps

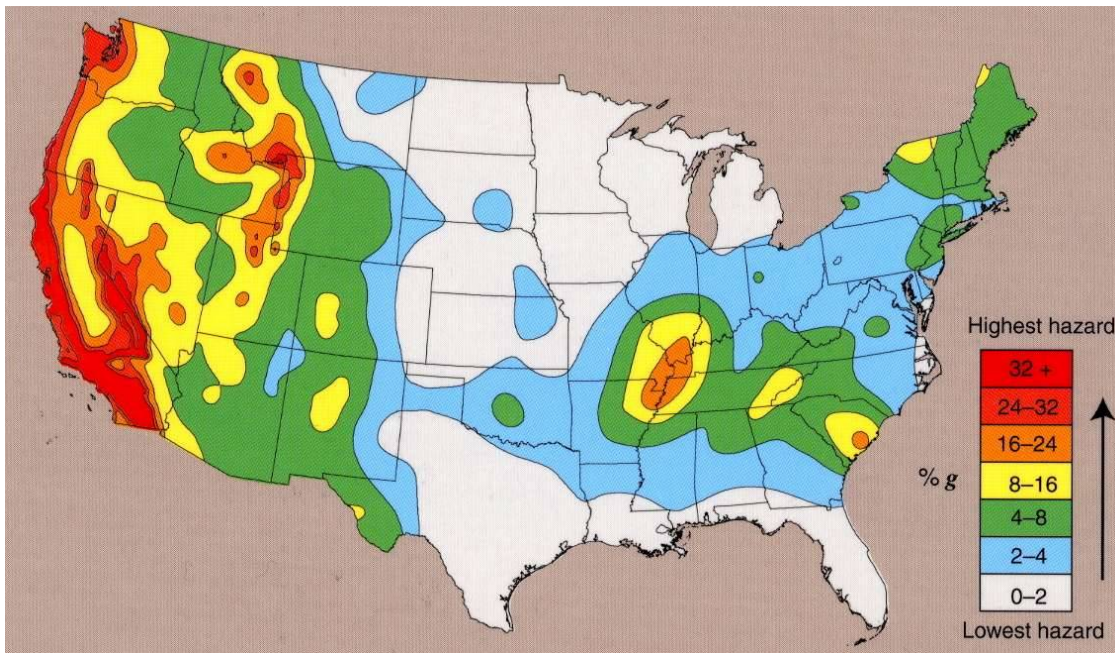
A seismic hazard map shows the variation in seismic hazard over a particular region or country. A hazard map is produced by carrying out hazard assessments at a large number of locations within the region under study, for example at the nodes of a grid defined to cover the entire area. Contours are then drawn through the resulting values at the nodes to obtain lines of equal PGA, sometimes referred to as iso-acceleration lines.



PGA values with a 10% probability of exceedance in 50 years, (475 years return period).

GSHAP 1999 (Global Seismic Hazard Assessment Project). United Nations - International Decade for Natural Disaster Reduction

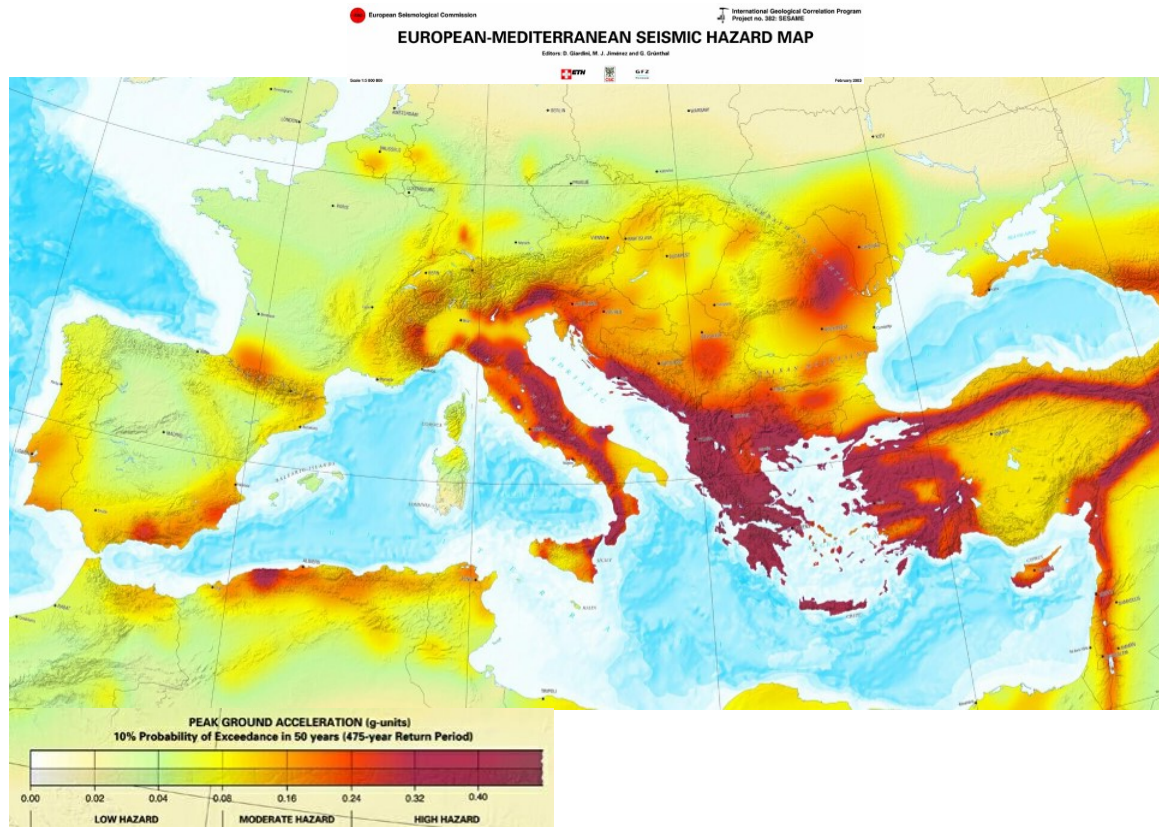
U.S. Hazard Map



PGA values with a 10% probability of exceedance in 50 years, (475 years return period).

Frankel et al. (1996) - U.S. Geological Survey - <http://geohazards.cr.usgs.gov/eq/>

European Mediterranean seismic hazard map (ESC-SESAME 2003)



EU-FP7 project "Seismic Hazard Harmonization in Europe - SHARE 2012

SHARE
Seismic Hazard Harmonization in Europe

European Seismic Hazard Map

edited by D. Giardini, J. Woessner, and L. Danzli, Swiss Seismological Service, ETH Zurich, August 2013

The EU-FP7 SHARE Project

Europe has a long history of destructive earthquakes, and seismic risk can severely affect its urban systems, as clearly shown by the 1999 Great East Earthquake in Japan. Since the mid-1990s the frequency of global events associated with the occurrence of Active Faults, and in the last few years with the rupture of major and moderate size faults, has increased. This has led to a growing awareness of the need for improved seismic hazard assessment and risk reduction. The SHARE project was initiated in 2001 to address these issues. The project aims to provide a harmonized seismic hazard assessment for Europe and the Mediterranean region, based on a common set of data and methods. The project results are being disseminated through a series of reports and a website.

Active Faults in Euro-Mediterranean Region

Active Fault (km)	Max. Slip (m)
100-150	0.1-0.5
150-200	0.5-1.0
200-300	1.0-2.0
300-400	2.0-3.0
400-500	3.0-5.0

Map Content

The European Seismic Hazard Map displays the ground motion (Peak Ground Acceleration) to be expected at a specific site in the event of a major earthquake. It is based on the best available data and the most advanced scientific knowledge in the field of seismic hazard assessment. The map is the result of a multi-disciplinary effort involving scientists from many different countries. The map is intended for use in the design of buildings and infrastructure, and in the assessment of seismic risk. The map is available in digital format and can be downloaded from the project website.

Earthquake History in Europe

Compilation of over 30,000 earthquakes with magnitude equal or greater than 2.5 for the period 2000-2007, obtained by cross-correlating different digital seismic networks.

Acknowledgements

Supported by the EU FP7 Framework Program, the 6-year SHARE program brought together a consortium of over 20 European countries. The project was coordinated by the Swiss Seismological Service (SSS) and the European Commission. The project was funded by the European Commission (FP7-258192) and the Swiss Confederation (2007-2013). The project was coordinated by the Swiss Seismological Service (SSS) and the European Commission (EC).

Online Access

All SHARE products, data and results are provided through the project website at www.share-project.org and the European Seismic Hazard Map website at www.euro-seismic-hazard.org.

Legal Notice

Neither the European Commission nor any member or staff of the Commission is responsible for the use which might be made of the information included in this report. The responsibility of any publication or use of the data is the sole responsibility of the user.

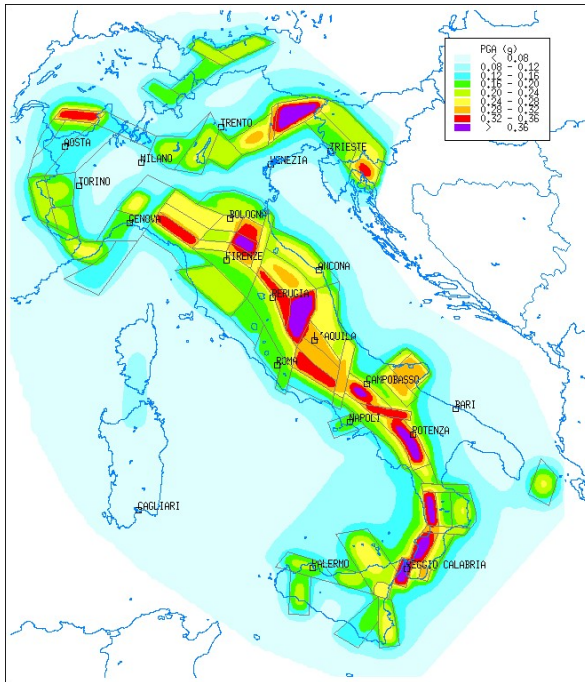
SHARE Partners

F. Sabetta 10.4

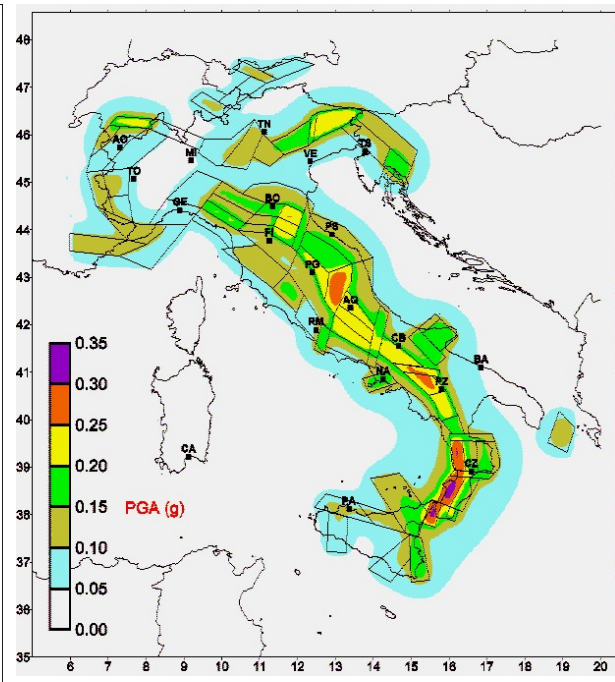
Evolution of PSHA maps in Italy

Hazard Maps of Italy (1998)

PSHA cannot be performed without the application of **subjective judgement** and decisions must be made that can have greater or lesser influences on the results. The important point is to always perform a **sensitivity analysis** in order to identify the parameters exerting the greatest influence on the hazard results. The **maps shown below** have been produced by independent research groups using the **same input data base** (seismic catalogue and seismic source zones).



Slejko et al., 1998



Romeo & Pugliese, 1998

Hazard Maps of Italy (2000)

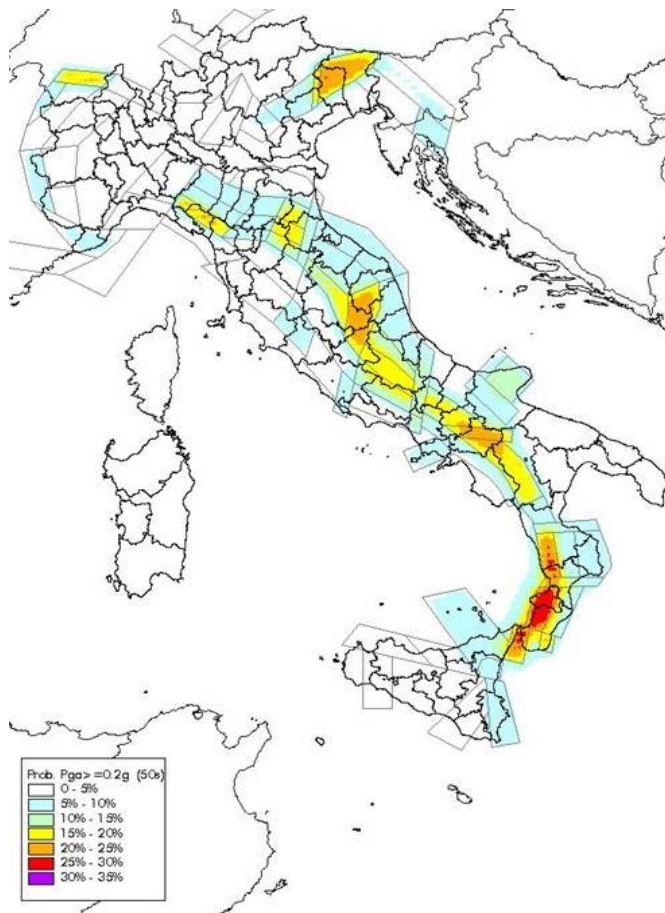
The hazard studies from “Servizio Sismico Nazionale” and “Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti” (Romeo & Pugliese, 1998; Slejko et al., 1998) used the same methodology (Cornell) and the same input data (seismic catalogue and seismic source zones). Nevertheless the resulting hazard maps are not the same due to different methods and criteria adopted in the data processing.

A careful **sensitivity analysis** of PSHA has been performed in order to assess the influence on the final results of different choices:

- **seismic zonation**
- **completeness periods of the catalogue;**
- **rates of earthquakes occurrence;**
- **maximum magnitude for each source zone;**
- **introduction of “soft boundaries” for the source zones;**
- **use of background zones;**
- **attenuation relationships.**

The results showed that the main differences are due to the different choices in terms of **seismic zonation and attenuation relationships**.

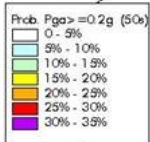
New hazard maps have been finally realized (Albarelo et al., 2000) **using only consolidated data and accurate definition of the adopted methodology and choices**. A new statistical approach has been used for the calculation of the completeness periods and new attenuation relations have been employed for macroseismic intensity and PGA of volcanic zones.



PSHA MAPS 2000

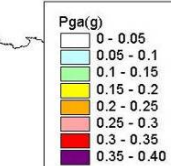
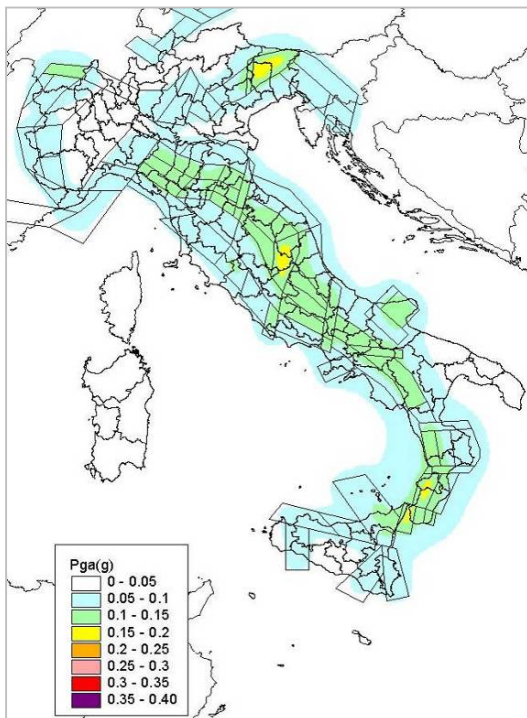
D. Albarello, V. Bosi, F. Bramerini, A. Lucantoni, G. Naso, L. Peruzza, A. Rebez, F. Sabetta, D. Slejko

Probability of exceeding a PGA of 0.2 g in 50 years.

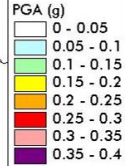
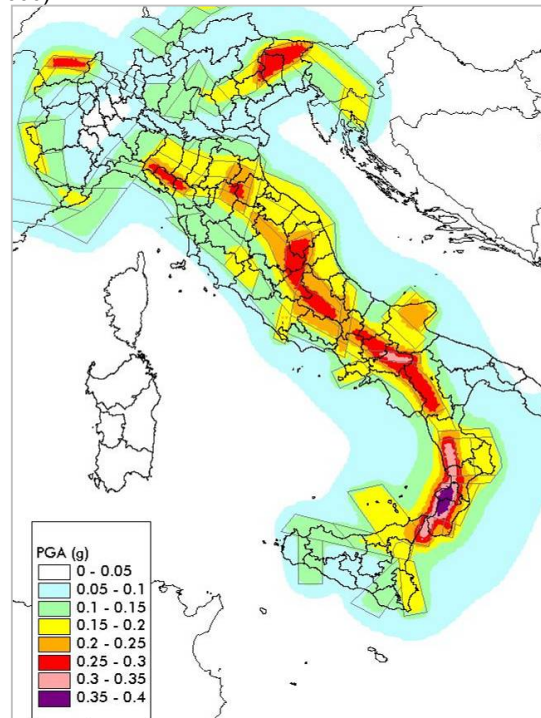


PSHA MAPS 2000

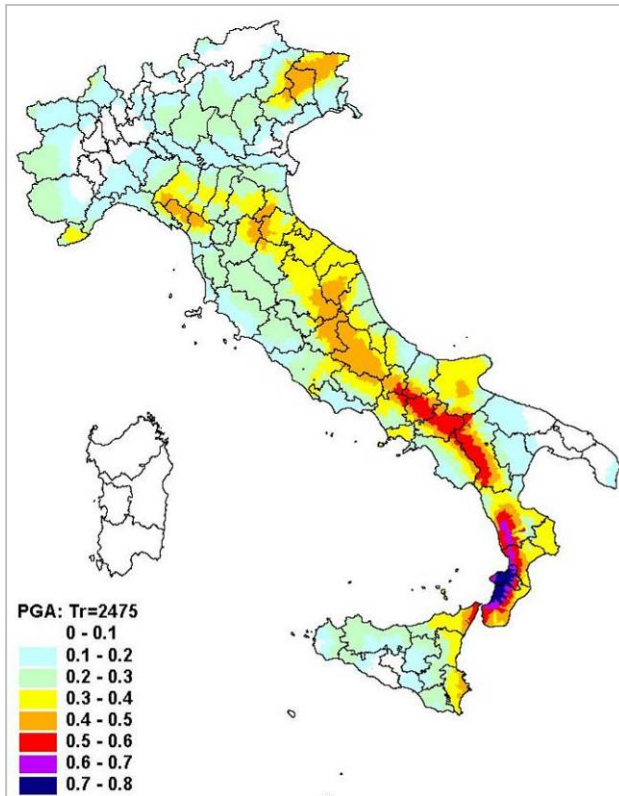
Albarello et al. (2000)



PGA values with a 10% probability of exceedance in 10 years, **(95 years return period)**

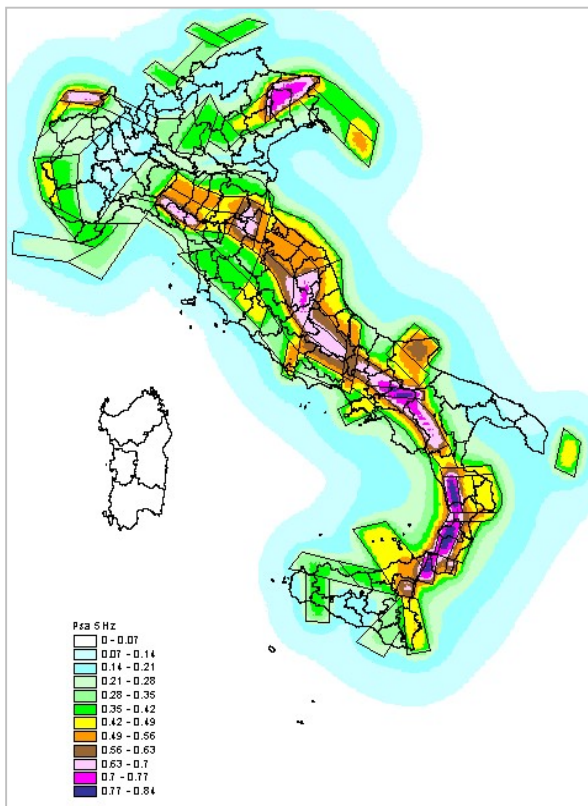


PGA values with a 10% probability of exceedance in 50 years, **(475 years return period)**

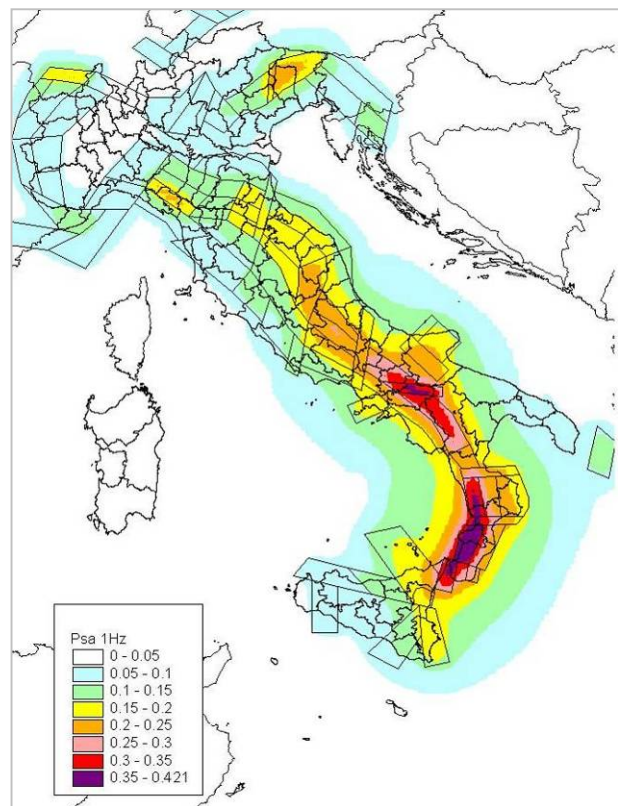


PSHA MAPS 2000
Albarelo et al. (2000)

PGA values with a 2% probability of exceedance in 50 years, (2475 years return period)



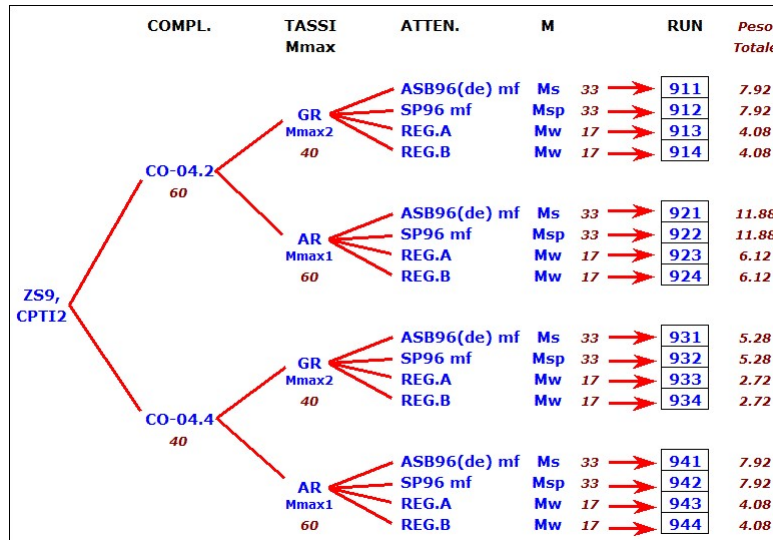
PSA (g) at 5 Hz with a 10% probability of exceedance in 50 years



PSA (g) at 1 Hz with a 10% probability of exceedance in 50 years

Hazard Maps of Italy (2004)

New hazard maps of Italy (PGA and spectral values for several return periods) have been realized in 2004 by INGV -Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - (Stucchi et al., 2004 download from <http://esse1.mi.ingv.it>) adopting:



- new seismic zoning (ZS9);
- new catalogue (CPTI04);
- new completeness periods based on historical studies;
- new attenuation relations;
- 16 branches logic tree.

Logic tree employed for the 2004 Italy hazard map

L a mappa in PGA per Tr= 475 anni che serve come base per la classificazione sismica del territorio italiano è stata pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 147 del 11/05/06 (Ordinanza PCM 3519, 28 Aprile 2006)

INGV - zonesismiche.mi.ingv.it

Ordinanza PCM 3519 del 28 aprile 2006, All. 1b
Pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale

mappa di pericolosità sismica
(versione in b/n per la
G.U. n.108 del 11/05/2006)

mappa di pericolosità sismica
(versione originale)

16mo percentile

84mo percentile

▶ **accesso ai valori in formato digitale e alla documentazione**

▶ **visualizza i valori su griglia 0.05° e i comuni**

▶ **altre elaborazioni nel sito del progetto INGV-DPC esse1 (2004-2006)**

▶ **disclaimer**

▶ **archivio quesiti**

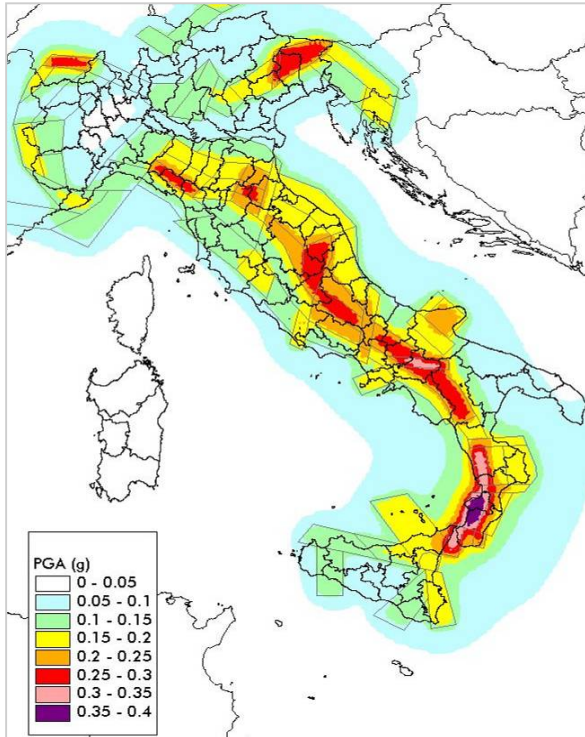
▶ **invia un quesito (sospeso)**

Pericolosità sismica, normativa e zone sismiche nell'Aquilano

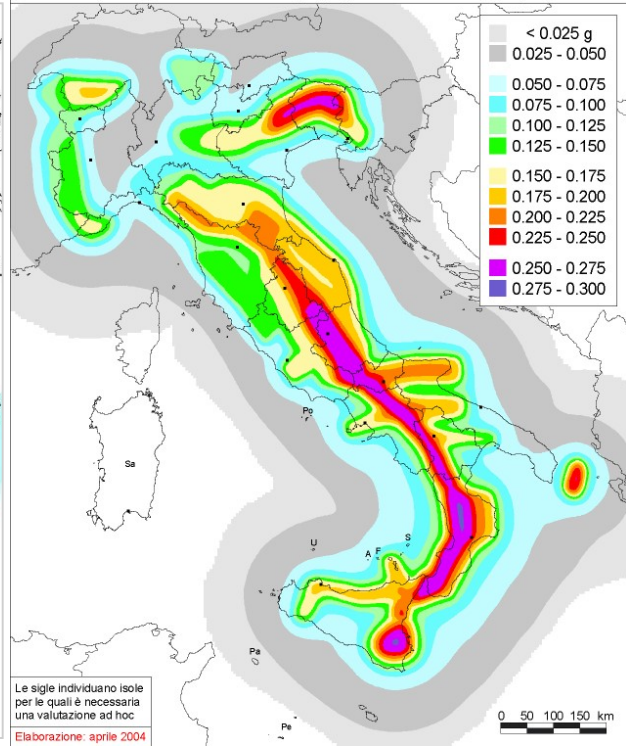
Riferimenti normativi

- ▶ **Norme Tecniche per le Costruzioni**
Decreto 14/01/2008 del Ministero delle Infrastrutture (GU n.29 del 04/02/2008)
- ▶ **Ordinanza PCM 3519 (28/04/2006)**
criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone (G.U. n.108 del 11/05/2006)
- ▶ **Ordinanza PCM 3274 (20/03/2003)**
primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione del territorio nazionale e di normative tecniche (G.U. n.105 del 08/05/2003)
- ▶ **Evoluzione recente della classificazione sismica**
- **elenco attuale**
- **2004**, mappa delle zone sismiche con variazioni regionali
- **2003**, mappa delle zone sismiche - Ord. PCM 3274
- **1998**, proposta di riclassificazione sismica
- **1984**, mappa della classificazione sismica

SSN-GNDT 2000 Albarello et al. (2000)

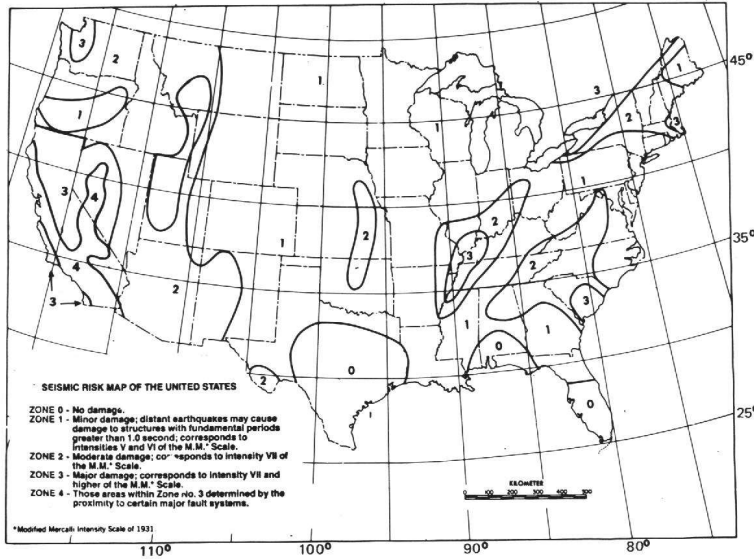


INGV 2004 (Stucchi et al. 2004)



PGA values with a 10% probability of exceedance in 50 years, (475 years return period)

Seismic zoning



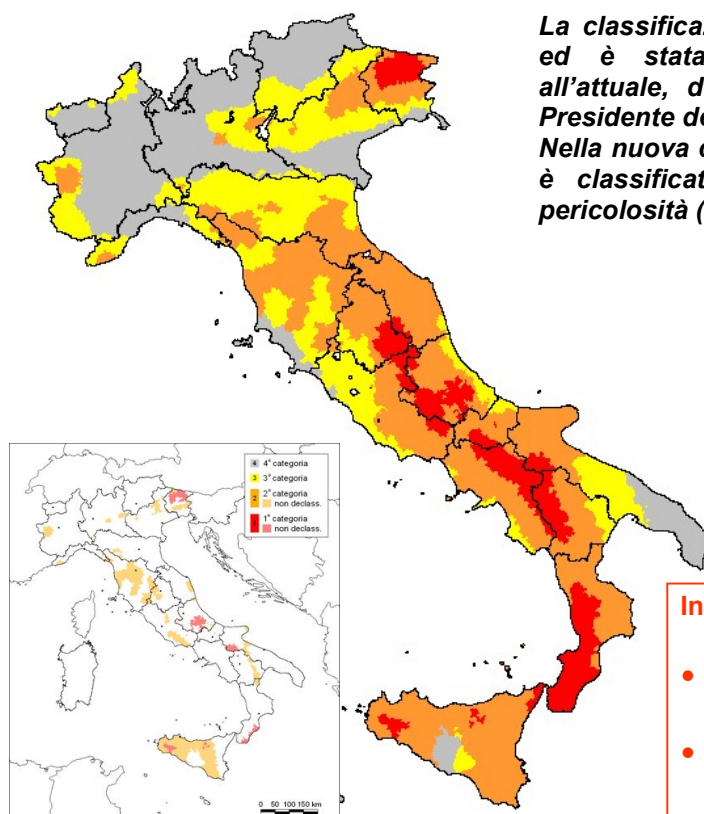
A seismic zonation map is a simplified version of a seismic hazard map. The objective of a zonation map is to define broad zones where it can be assumed that the hazard is constant, which is particularly useful for land-use regulation and for seismic building codes.

Seismic zoning map from the 1979 Uniform Building Code (Algermissen, 1983)

Cronistoria delle recenti proposte di riclassificazione sismica

- Nel 1997 il Servizio Sismico Nazionale fu incaricato di costituire un gruppo di lavoro (G.d.L.) per la formulazione di una proposta di riclassificazione sismica del territorio italiano. Tale **proposta (1998)**, approvata dalla Commissione grandi Rischi nella seduta del 17/11/98, fu sottoposta alla valutazione del Consiglio Superiore dei LLPP in data 1/12/1998.
- Nel medesimo anno veniva emanato il Dlgs. 112/98 che attribuisce alle Regioni la competenza di individuare le zone sismiche, lasciando allo Stato il compito di definire gli indirizzi e i criteri generali per la classificazione. Successivamente il Dlgs. 300/99 e la legge 401/2001 stabilivano che l'Amministrazione deputata alla formulazione di indirizzi e criteri è il Dipartimento della Protezione Civile; va tuttavia ricordato che il TU per l'edilizia (DPR 380/2001, G.U. 30/6/2003) richiamandosi alla legge 64 del 1974, attribuisce tale competenza al Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.
- In seguito al terremoto del Molise, la Presidenza del Consiglio dei Ministri ha istituito un G.d.L. per l'aggiornamento delle zone sismiche e delle norme tecniche per le costruzioni in zona sismica. Il G.d.L. ha terminato i lavori nel gennaio 2003 recependo la **proposta 98** come "*Elaborato di riferimento*" per la **prima applicazione della classificazione**. La **nuova normativa** sismica è stata invece adeguata alla normativa europea prendendo come base l'ultima versione dell'**Eurocodice EC8**.
- Le proposte del suddetto G.d.L. Hanno portato all'emanazione dell'**Ordinanza PCM n. 3274** pubblicata sulla **G.U. del 8/5/2003** e successivamente integrata dall'**Ordinanza n. 3316 del 2/10/2003**.

CLASSIFICAZIONE SISMICA 2003 (ORDINANZA 3274)



La classificazione del territorio è iniziata nel 1909 ed è stata aggiornata numerose volte fino all'attuale, disposta nel 2003 con Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri.

Nella nuova classificazione tutto il territorio italiano è classificato sismico, con livelli crescenti di pericolosità (massima in Zona 1).

Classificazione Sismica 2003

Ordinanza PCM 3274 20/03/03

■	zona 1	(716)
■	zona 2	(2323)
■	zona 3	(1632)
■	zona 4	(3429)

La zona 4 corrisponde ai comuni che nelle precedenti classificazioni erano indicati come non classificati (NC).

In fase di in prima applicazione le Regioni possono:

- utilizzare una tolleranza pari un livello di zona
- decidere se introdurre l'obbligo della progettazione antisismica in zona 4

Mappa di riferimento in PGA per la classificazione

La mappa in PGA (ag), realizzata dall'INGV e pubblicata sulla G.U. n. 147 del 11/05/06 può essere utilizzata dalle Regioni come “elaborato di riferimento a scala nazionale” per l’inserimento dei comuni nelle diverse zone secondo i criteri di cui all’Ordinanza 3274.

Le valutazioni di a_g (accelerazione massima su suolo rigido, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni) sono rappresentate in termini di curve di livello con passo 0,025 g. L’assegnazione di un comune ad una delle 4 zone viene effettuata, **con tolleranza di 0,025 g**, secondo lo schema seguente:

zona	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [a_g /g]
1	> 0,25
2	0,15-0,25
3	0,05-0,15
4	<0,05

Nel 2006 le Regioni hanno approvato con piccole modifiche i criteri generali proposti dal Dipartimento della protezione civile per l’individuazione delle zone sismiche adottando la mappa di cui all’Ordinanza 3274, derivata dalla “proposta’98”.

Diverse Regioni, tra il 2006 e il 2010, hanno poi emanato normative regionali che, sfruttando il livello di tolleranza di 0,025 g, hanno introdotto delle sottoclassi (2A, 2B, 3S, etc.)

CLASSIFICAZIONE 2004 con recepimento delle Regioni

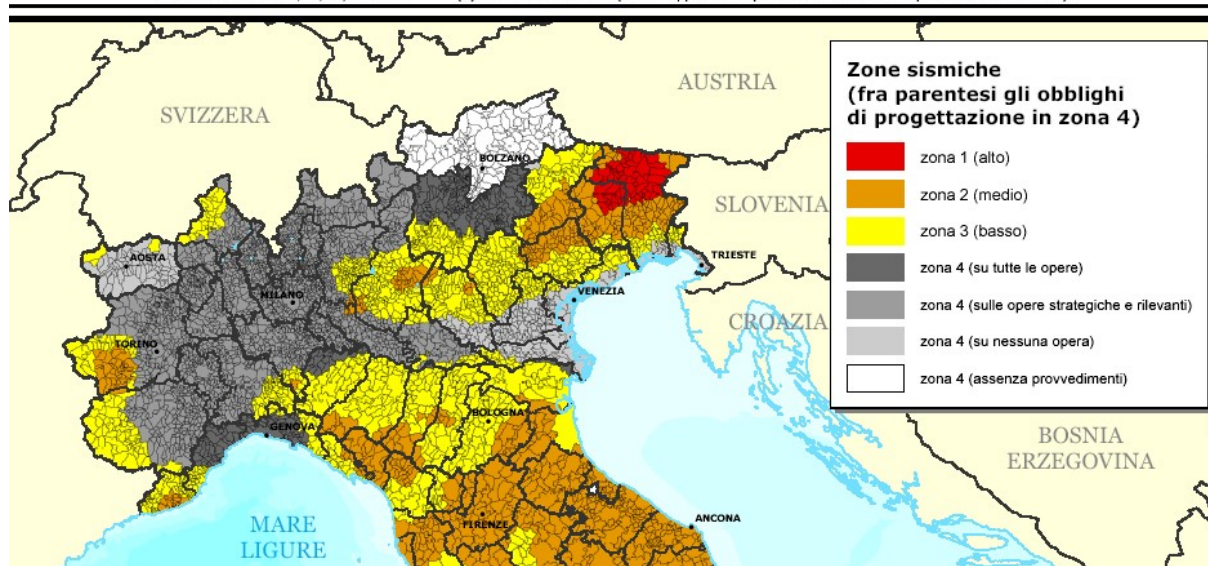


Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile
Ufficio Servizio Sismico Nazionale

Classificazione sismica e obblighi di progettazione in zona 4

Recepimento da parte delle Regioni e delle Province autonome dell’Ordinanza PCM 20 marzo 2003, n. 3274.

Atti di recepimento al 30 marzo 2004. Abruzzo: (1). Basilicata: DCR 19/11/03, n. 731. Calabria: (1). Campania: (1). Emilia Romagna: DGR 21/7/03, n. 1435. Friuli Venezia Giulia: DGR 1/8/03, n. 2325. Lazio: DGR 1/8/03, n. 766. Liguria: DGR 16/5/03, n. 530; DGR 25/2/04, n. 154. Lombardia: DGR 7/11/03, n. 14964. Marche: DGR 29/7/03, n. 1046. Molise: DGR 28/3/03, n. 399. Piemonte: DGR 17/11/03, n. 61/11017. Puglia: DGR 2/3/04, n. 153. Toscana: DGR 16/6/03, n. 604; DGR 8/10/03, n. 169. Trentino Alto Adige: (Bolzano) (1); (Trento) DGP 23/10/03, n. 2813; DGP 6/12/03, n. 2929. Umbria: DGR 18/6/03, n. 852. Veneto: DCR 3/12/03, n. 67. Sardegna: DGR 30/3/04, n. 15/31. Sicilia: DGR 19/12/03, n. 408. Valle d’Aosta: DGR 30/12/03, n. 5130. (1) Non ancora emanati (sulla mappa viene riportata la classificazione prevista dall’ordinanza).



CLASSIFICAZIONE sismica al 2012



Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della protezione civile
 Ufficio rischio sismico e vulcanico

Classificazione sismica al 2012

Recepimento da parte delle Regioni e delle Province autonome dell'Ordinanza PCM 20 marzo 2003, n. 3274.

Atti di recepimento al 31 marzo 2010. Abruzzo: DGR 29/3/03, n. 438. Basilicata: DCR 19/11/03, n. 731. Calabria: DGR 10/2/04, n. 47. Campania: DGR 7/11/02, n. 5447. Emilia Romagna: DGR 21/7/03, n. 1435. Friuli Venezia Giulia: DGR 6/5/2010, n. 845. Lazio: DGR 22/5/09, n. 387. Liguria: DGR 24/10/08, n. 1308. Lombardia: DGR 7/11/03, n. 14964. Marche: DGR 29/7/03, n. 1046. Molise: LR 20/5/04, n. 13. Piemonte: DGR 19/01/10, n. 13058-790. Puglia: DGR 2/3/04, n. 153. Sardegna: DGR 30/3/04, n. 15/31. Sicilia: DGR 19/12/03, n. 408. Toscana: DGR 16/6/03, n. 604. Trentino Alto Adige: Bolzano, DGP 6/11/06, n. 4047; Trento, DGP 23/10/03, n. 2813. Umbria: DGR 18/9/12, n. 1111. Veneto: DCR 3/12/03, n. 67. Valle d'Aosta: DGR 30/12/03, n. 5130.



In seguito alle delibere regionali (2003-2012):
716 comuni in zona 1, 2323 in zona 2, 1632 in zona 3 e 3220 comuni in zona 4.

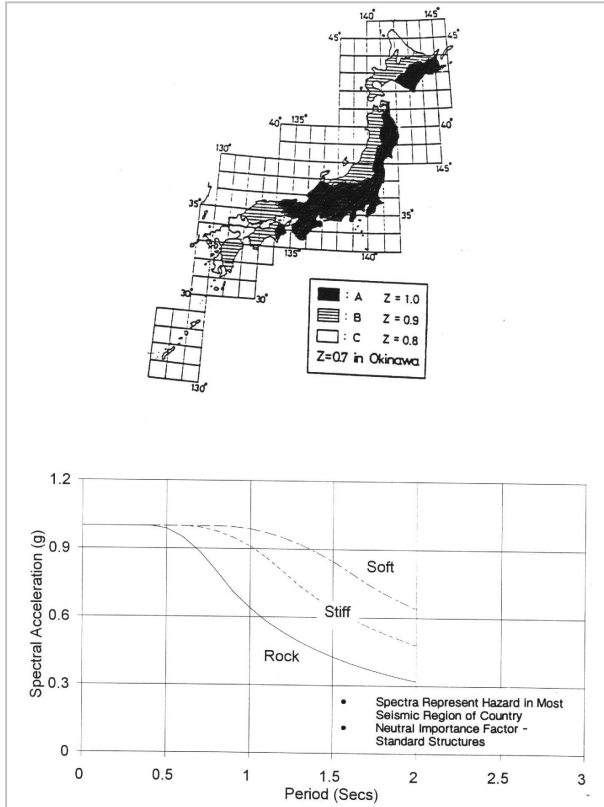
Vi sono poi qualche centinaio di comuni in cui le normativa regionali hanno introdotto sottoclassi (2A, 2B, 3S, etc.)

Va sottolineato che, in base alle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni emanate nel 2008, la classificazione sismica serve solo a scopi amministrativi per il controllo e la verifica delle strutture esistenti e non per la progettazione del nuovo.

La mappa di classificazione e l'elenco dei comuni possono essere scaricati dal sito della Protezione Civile:

<http://www.protezionecivile.it/jcms/it/classificazione.wp>

Seismic Hazard and Seismic Design Codes



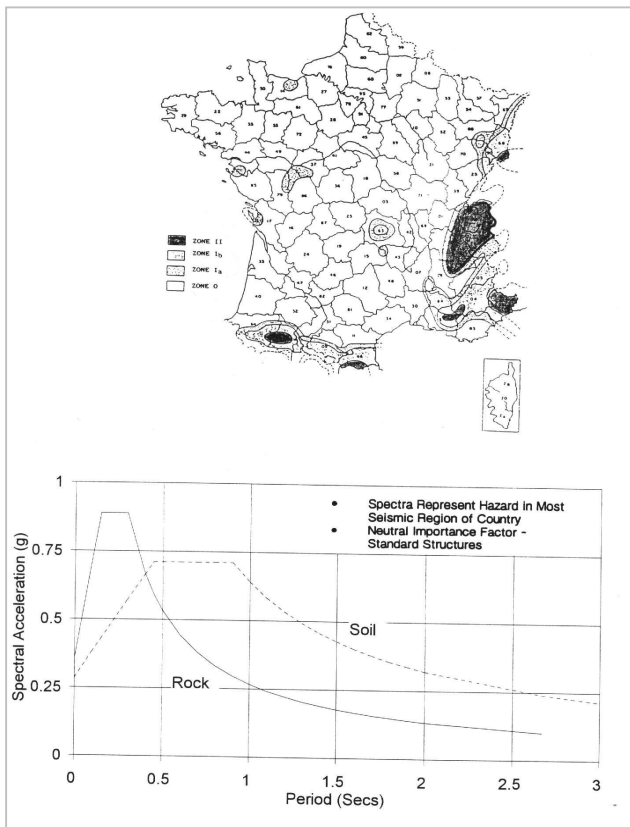
Zonation map and elastic spectra from the Japanese seismic code (after Luby, 1995)

The basic objective of a seismic code is to guarantee a minimum level of seismic safety in all constructions except major lifelines and safety-critical installations such as nuclear power plants, both of which are usually governed by specific codes.

More specifically the objective is to ensure that structures have the **capacity to resist weak earthquakes with no damage, moderate earthquakes with minor structural damage, and strong earthquakes without collapse.**

Most of the current seismic codes present the earthquake actions to be considered in design, in terms of an **Elastic Response Spectrum (ERS) of absolute acceleration.**

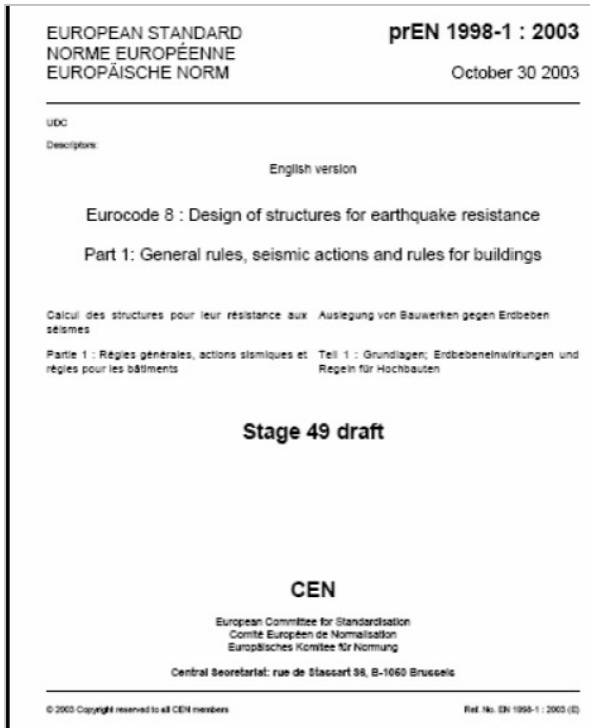
Reduction or ductility factors (*q*-factors in Eurocode 8 and *R*-factors in the U.S. Building Code) are usually applied to the ordinates of the elastic spectrum to account for the **dissipation of energy through inelastic deformations in the structure.**



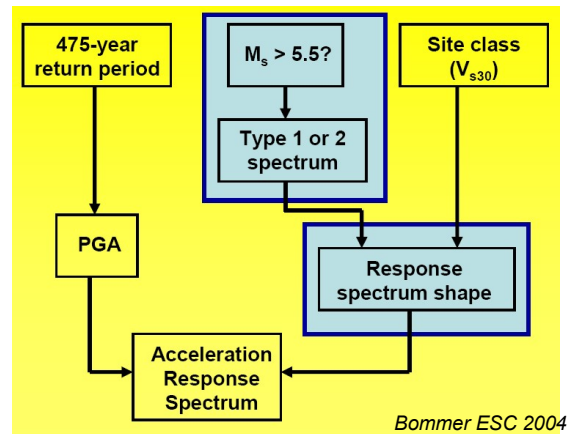
Zonation map and elastic spectra from the French seismic code (after Luby, 1995)

Most current seismic codes define the elastic spectrum in two parts. Firstly, a seismic zonation map is provided from which a **zonation factor, Z**, is read; **Z is directly related to PGA**. Then a spectral shape is defined according to the classification of the site in terms of the soil profile. **The elastic spectrum is then obtained by anchoring the spectral shape to the zonation factor Z.**

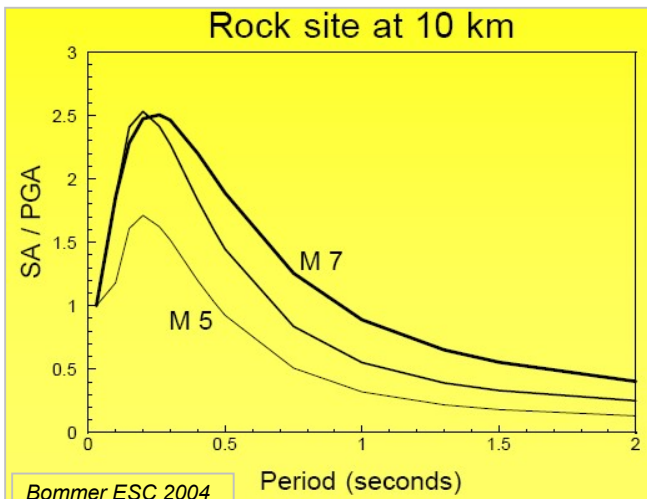
Eurocode EC8



- A key objective of EC8 is to achieve harmonisation of earthquake safety throughout Europe.
- EC8 does not include any seismic hazard or zonation map
- Each country has to adapt EC8 through a National Application Document (NAD) including maps providing the basic hazard information (i.e. values of PGA with a return period of 475 years)



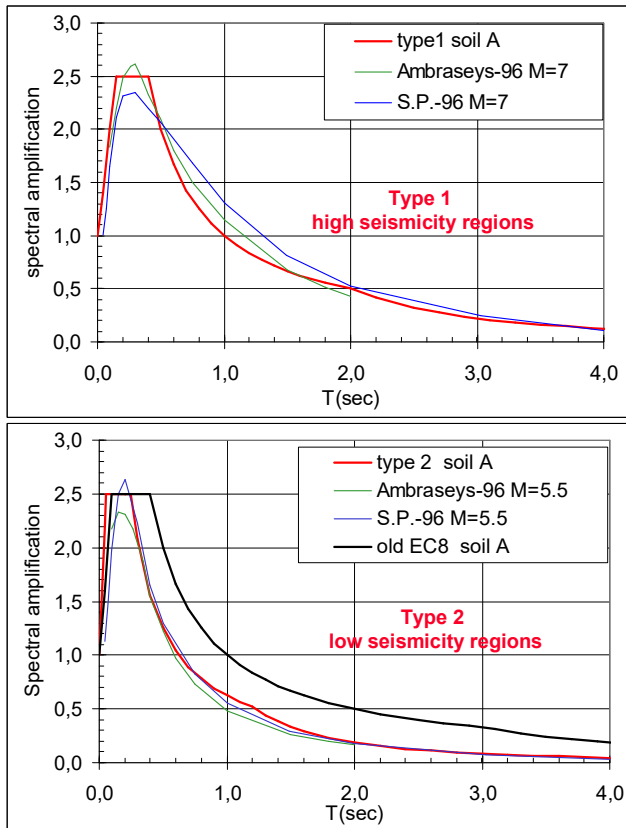
The approach to constructing the elastic spectrum, adopted in most codes, has the drawback that the **shape of the response spectrum does not change with the hazard level (magnitude)**.



In some codes, a second parameter is used, in addition to the PGA-, enabling the shape of the spectrum to vary with hazard level.

In the Canadian and Colombian seismic codes, hazard maps of PGA and PGV are explicitly presented and both parameters used to construct the spectrum.

The U.S. code UBC97 also uses similar factors, related to spectral ordinates at short and intermediate periods, although only a single zonation map is used.



To take into account the magnitude effect on the spectral shape and to **reduce the conservatism at intermediate and long response periods due to a constant spectral shape**, in the latest version of **Eurocode 8**, two different response spectra, **Type 1 and Type 2**, have been introduced, to be adopted respectively in **high and low seismicity regions**.

The National Authority must decide which response spectrum to adopt.

If the largest earthquake that is expected within the national territory has a $M_s \leq 5.5$, then it is recommended that the Type 2 spectrum should be adopted.

Its narrower constant acceleration plateau reduces the level of conservatism for regions only affected by smaller magnitude earthquakes, mainly in northern and north-western Europe.

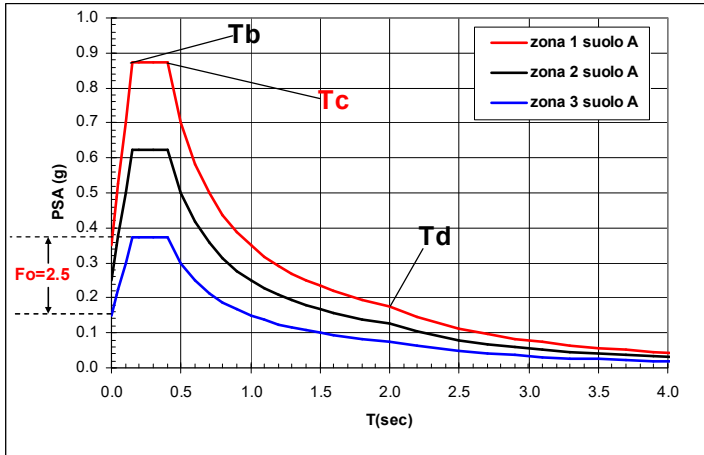
after Sabetta & Bommer, 2002

Cronistoria delle proposte di normativa in italia

- **Legge 64 del 2/2/1974** "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"
- **D.M. del 16/1/1996** "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche"
- **Ordinanza PCM n. 3274** pubblicata sulla **G.U. del 8/5/2003** (successive proroghe, integrazioni e modifiche)
- **D.M. 14 settembre 2005** Norme Tecniche per le Costruzioni (Ministero Infrastrutture): l'applicazione obbligatoria doveva scattare il 23 aprile 2007, dopo una fase sperimentale di 18 mesi. Tale periodo fu prorogato al 31 dicembre 2007 per consentire alla Commissione di attuare una revisione organica e complessiva delle **NTC**.

- **DM 14 gennaio 2008: Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni** sono state definitivamente approvate (pubblicate sulla Gazzetta Ufficiale n. 29 del 4 febbraio 2008 - Suppl. Ordinario n. 30) le nuove **NTC**.

D.M. 14/09/2005



L'azione sismica di riferimento viene rappresentata da uno spettro di risposta elastico moltiplicato per il valore della **accelerazione massima (a_g)** del terreno che caratterizza le diverse zone secondo la seguente tabella:

Zona	Valore di a _g
1	0,35 g
2	0,25 g
3	0.15 g
4	0,05 g

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \left(1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 2,5 - 1) \right)$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

S = coeffic. di amplific. stratigrafica

η = fattore per coefficienti di smorzamento ξ diversi dal 5%

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0,55$$

D.M. 14/01/2008 Norme Tecniche per le Costruzioni

Ai fini della presente normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR}, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- **a_g** accelerazione orizzontale massima al sito;
- **F₀** valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
- **T*_C** periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro

In allegato alla presente norma, su di un reticolo i cui nodi distano non più di 10 km, sono forniti i valori di a_g, F₀, T*_C necessari

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

S = S_S × S_T
 S_S coeffic. di amplific. stratigrafica
 S_T coeffic. di amplific. Topografica

η fattore per coefficienti di smorzamento ξ diversi dal 5%

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0,55$$

T_C = C_C × T*_C dove C_C è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo

T_B = T_C/3

T_D = 4x a_g + 1,6

Si tratta di una piccola “rivoluzione” poiché per la prima volta viene abbandonato il concetto di “zone sismiche” e viene definito lo spettro elastico per ciascun punto di un reticolo che copre tutto il territorio

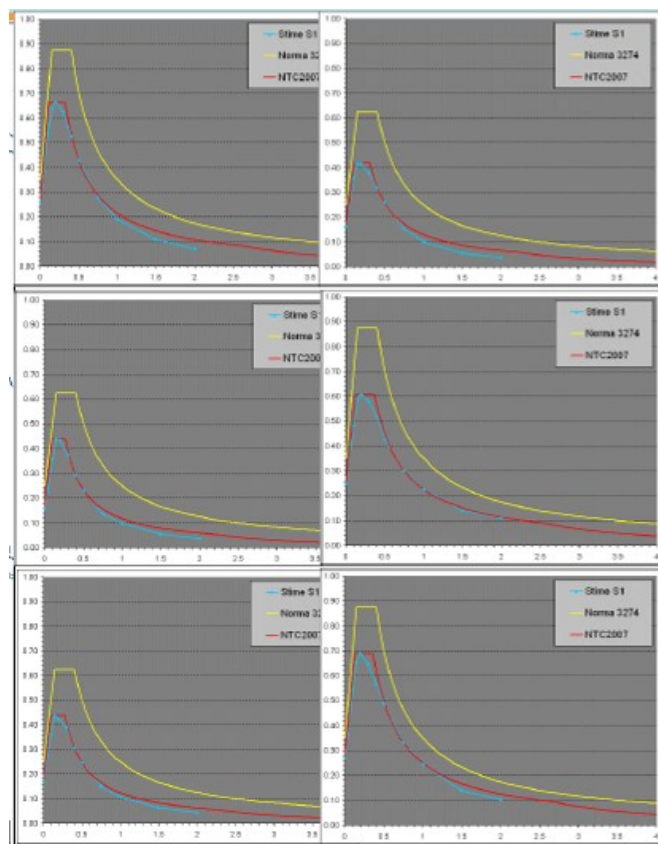
ALLEGATO B ALLE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI: TABELLE DEI PARAMETRI CHE DEFINISCONO L'AZIONE SISMICA

In Tabella 1 vengono forniti, per **10751** punti del *reticolo di riferimento* e per **9** valori del periodo di ritorno TR (**30** anni, **50** anni, **72** anni, **101** anni, **140** anni, **201** anni, **475** anni, **975** anni, **2475** anni), i valori dei parametri a_g , F_0 , T^*_c da utilizzare per definire l'azione sismica nei modi previsti dalle **NTC**.

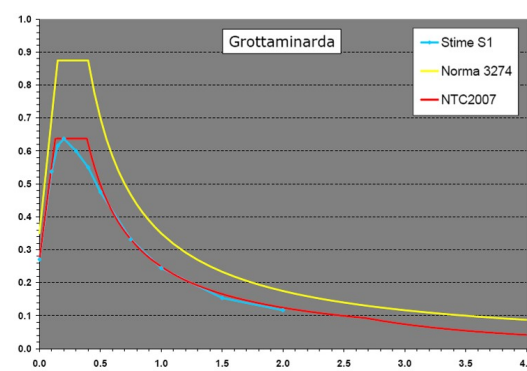
I punti del reticolo di riferimento sono definiti in termini di Latitudine e Longitudine ed ordinati a Latitudine e Longitudine crescenti, facendo variare prima la Longitudine e poi la Latitudine.

L'accelerazione al sito a_g è espressa in g/10; F_0 è adimensionale, T^*_c è espresso in secondi.

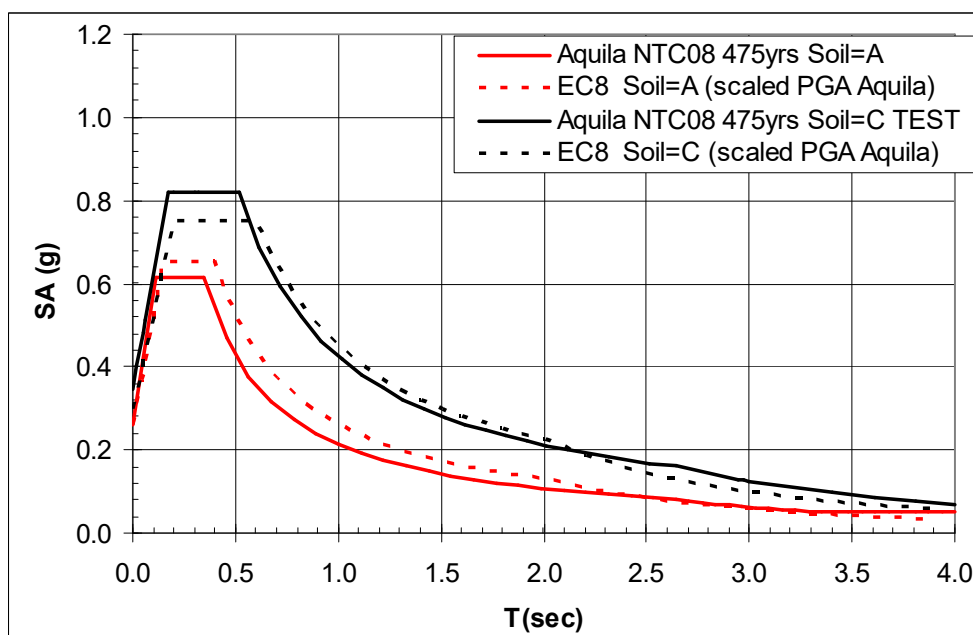
ID	LON	LAT	$T_R=30$			$T_R=50$			$T_R=72$			$T_R=101$			$T_R=140$	
			a_g	F_0	T^*_c	a_g	F_0	T^*_c	a_g	F_0	T^*_c	a_g	F_0	T^*_c	a_g	F_0
13111	6.5448	45.134	0.263	2.50	0.18	0.340	2.51	0.21	0.394	2.55	0.22	0.469	2.49	0.24	0.545	2.50
13333	6.5506	45.085	0.264	2.49	0.18	0.341	2.51	0.21	0.395	2.55	0.22	0.469	2.49	0.24	0.543	2.50
13555	6.5564	45.035	0.264	2.50	0.18	0.340	2.51	0.20	0.393	2.55	0.22	0.466	2.50	0.24	0.540	2.51
13777	6.5621	44.985	0.263	2.50	0.18	0.338	2.52	0.20	0.391	2.55	0.22	0.462	2.51	0.24	0.535	2.51



Confronto degli spettri previsti dal D.M. 14/09/2005 (in giallo) con la nuova normativa del 2008 (in rosso) e spettri UHS (in celeste) per diversi siti italiani



D.M. 14/01/2008 - Confronto spettri EC8



Aquila $ag=0.261$	S	F0	S x F0	TB	TC	TD
EC8 soil A $V_s > 800$ m/s	1.00	2.50	2.50	0.15	0.40	2.00
NTC08 soil A $V_s > 800$ m/s	1.00	2.36	2.36	0.12	0.35	2.64
EC8 soil C $180 < V_s < 360$ m/s	1.15	2.50	2.88	0.20	0.60	2.00
NTC08 soil C $180 < V_s < 360$ m/s	1.33	2.36	3.14	0.17	0.52	2.64

Categorie di suolo di fondazione

A - *Ammassi rocciosi affioranti* o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di **Vs30 superiori a 800 m/s**, comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.

B - *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati* o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di **Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s** (ovvero resistenza penetrometrica NSPT > 30, o coesione non drenata $c_u > 250$ kPa)

C - *Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti*, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da valori di **Vs30 compresi tra 180 e 360 m/s** ($15 < \text{NSPT} < 50$, $70 < c_u < 250$ kPa).

D - *Depositati di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti*, caratterizzati da valori di **Vs30 < 180 m/s** ($\text{NSPT} < 15$, $c_u < 70$ kPa).

E - *Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento con valori di Vs30 > 800 m/s.*

Amplificazione stratigrafica e topografica

Amplificazione stratigrafica

Per sottosuolo di categoria **A** i coefficienti S_S e C_C valgono 1.

Per le categorie di sottosuolo **B**, **C**, **D** ed **E** i coefficienti S_S e C_C possono essere calcolati, in funzione dei valori di F_0 e T_C^* relativi al sottosuolo di categoria **A**, mediante le espressioni fornite nella seguente tabella, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo T_C^* è espresso in secondi.

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

ES. SUOLO D

$a_g = 0.2 \text{ g}$
 $F_0 = 2.5$
 $T_C^* = 0.3 \text{ s}$

$S_S = 1.65$
 $C_C = 1.92$
 $T_C = 0.58$

S = S_S × S_T

Amplificazione topografica

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella seguente tabella

Categoria top.	Caratteristiche	S_T
T1	Superf. Pianeggiante, pendii con incl. $i < 15^\circ$	1.0
T2	Pendii con incl. $i > 15$	1.2
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e incl. $15^\circ < i < 30^\circ$	1.2
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e incl. $i > 30^\circ$	1.4

Stati limite

STATI LIMITE DI ESERCIZIO

- **Stato Limite di Operatività (SLO)**: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;

- **Stato Limite di Danno (SLD)**: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere la capacità di resistenza e di rigidezza, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

STATI LIMITE ULTIMI

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)**: a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC)**: a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Vita nominale e coefficiente d'uso

2.4.1 VITA NOMINALE

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella Tab. 2.4.I e deve essere precisata nei documenti di progetto.

Tabella 2.4.I – Vita nominale V_N per diversi tipi di opere

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Se $V_R \leq 35$ anni si pone comunque $V_R = 35$ anni.

Periodi di ritorno

Stati limite			Periodo di riferimento V_R (anni) (vita nominale x coeff. d'uso)			
			35	50	75	100
		P_{VR} probab. di superamento nel periodo di riferim V_R	Periodo di ritorno terremoto (anni)			
Stati limite di esercizio	SLO	81%	21	30	45	60
	SLD	63%	35	50	75	100
Stati limite ultimi	SLV	10%	332	475	712	949
	SLC	5%	682	975	1462	1950

Spettri di progetto per gli stati limite di esercizio

Per gli stati limite di esercizio lo spettro di progetto $S_d(T)$ da utilizzare è lo spettro elastico corrispondente, riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} considerata

Spettri di progetto per gli stati limite ultimi

Ai fini del progetto o della verifica delle strutture le capacità dissipative possono essere messe in conto attraverso una riduzione delle forze elastiche che tiene conto della capacità anelastica della struttura, della sua sovrarresistenza, dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni. In tal caso, lo spettro di progetto $S_d(T)$ da utilizzare, è lo spettro elastico con le ordinate ridotte sostituendo nelle formule η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura definito nel capitolo 7.

Accelerogrammi

IMPIEGO DI ACCELEROGRAMMI

Gli stati limite, ultimi e di esercizio, possono essere verificati mediante analisi dinamiche al passo con l'uso di accelerogrammi, o artificiali o simulati o naturali.

Gli accelerogrammi artificiali devono avere **uno spettro di risposta elastico coerente con lo spettro di risposta adottato nella progettazione**. La coerenza con lo spettro elastico è da verificare in base alla media delle ordinate spettrali ottenute con i diversi accelerogrammi, per un coefficiente di smorzamento del 5%. **L'ordinata spettrale media non deve presentare uno scarto in difetto superiore al 10%**, rispetto alla corrispondente componente dello spettro elastico, in alcun punto del maggiore tra gli intervalli $0,15s \div 2,0s$ e $0,15s \div 2T$, in cui T è il periodo fondamentale di vibrazione della struttura in campo elastico

L'uso di accelerogrammi registrati è ammesso, a condizione che la loro scelta sia rappresentativa della sismicità del sito e sia adeguatamente giustificata in base alle caratteristiche sismogenetiche della sorgente, alle **condizioni del sito di registrazione, alla magnitudo, alla distanza dalla sorgente e alla massima accelerazione orizzontale attesa al sito**.

Gli accelerogrammi registrati devono essere selezionati e scalati in modo da approssimare gli spettri di risposta nel campo di periodi di interesse per il problema in esame..

Sito WEB e software

E' possibile scaricare il testo delle norme (files PDF) dal sito del Consiglio Superiore dei lavori Pubblici: <http://www.cslp.it/cslp/index.php>



AZIONI SISMICHE - SPETTRI DI RISPOSTA VER. 1.03

E' in linea ed è possibile scaricare la NUOVA VERSIONE 1.03 del programma sperimentale " Spettri di risposta " che fornisce gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti (orizzontali e verticale) delle azioni sismiche di progetto per il generico sito del territorio nazionale. [leggi tutto ...](#)

Home

Chi siamo

Cosa facciamo

Home

Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni

E' possibile scaricare anche il programma sperimentale " Spettri di risposta " che fornisce gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti (orizzontali e verticale) delle azioni sismiche di progetto per il generico sito del territorio nazionale.

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: 7.768

LATITUDINE: 45.368

Ricerca per comune

REGIONE: Piemonte

PROVINCIA: Torino

COMUNE: Agliè

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

Interpolazione: superficie rigata

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

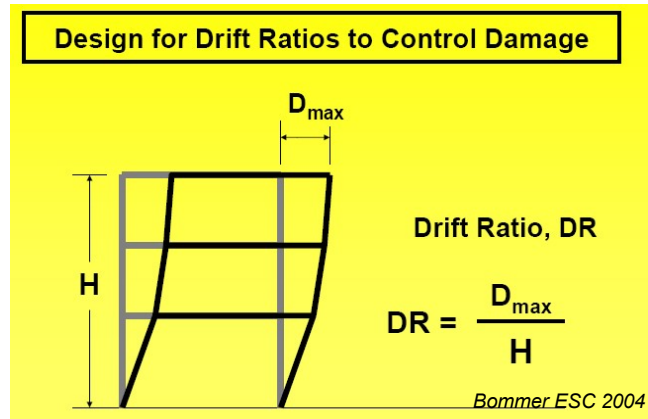
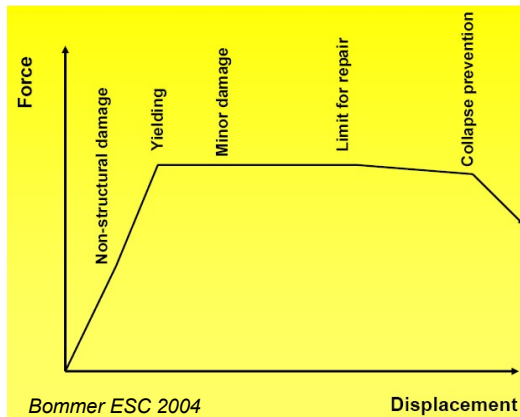
INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Displacement-based seismic design



In the current practice of seismic design there is already a shift away from **force-based seismic design** to alternative representations of the earthquake actions that better reflect the damage potential of the ground shaking.

The perhaps most widely accepted approach is the **displacement-based seismic design** (Priestley *et al.* 2003).

Importance factor

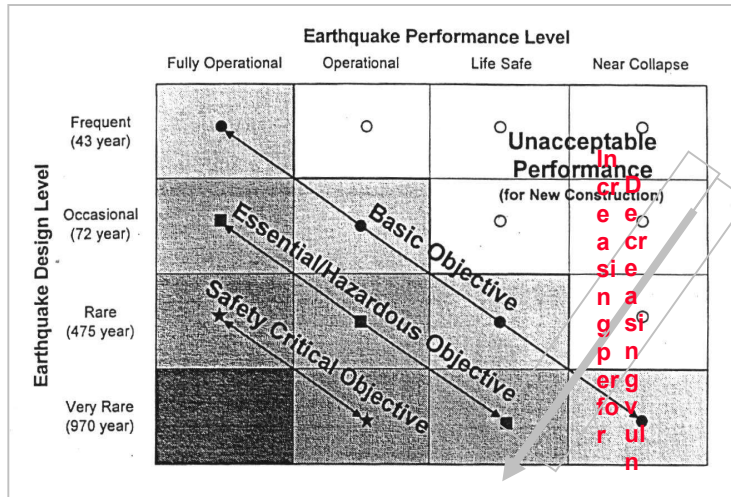
It is useful to briefly consider how the concepts of seismic risk and seismic hazard are expressed in seismic design codes. **The base shear force, V , in most seismic codes is defined by a simple equation:**

$$V = \frac{W \cdot Z \cdot ERS(T) \cdot \mathbf{I}}{q}$$

where W is the weight of the structure, Z is the zonation factor (PGA), $ERS(T)$ is the elastic response spectrum, q is the quality or ductility factor, and I is **the importance factor (coefficiente d'uso nelle NTC 2008)**.

The factor I will usually take a value of unity for ordinary, low-rise houses, and higher values for structures with large numbers of occupants, or which house hazardous contents, or whose function is required in the aftermath of earthquakes, such as fire stations and hospitals. **The increase in the PGA determined by the factor I corresponds (hazard curve) to an increase of the return period for which the structure is designed.**

Performance-based seismic design (PBSD)



Framework for performance-based seismic design (SEAOC, 1995).

Performance-based seismic design (PBSD) has received a great deal of attention in recent years, as applied to the provision of earthquake resistance in both new and existing structures.

It is reasonable to assume that within a few years several seismic design codes will fully adopt the PBSD and within a few decades at most it will be the framework for all codes.

The implementation of PBSD requires the definition of different levels of seismic actions and performance criteria to be met by structures under each level of loading.

Example of codes including a simplified PBSD (two limit states for damage and collapse) are those of Japan, New Zealand, and EC8. In other codes, a single seismic design level has been assumed to provide adequate performance at all possible levels of earthquake loading. However different categories of structure are recognised by the introduction of the importance factor I . Its role, in single-level design codes, is to indirectly apply stricter performance criteria for essential and hazardous structures.

Within the PBSD framework this indirect approach is abandoned and the importance factor disappears through definition of different combinations of seismic action and performance criteria for different classes of structure (ITALY – NTC 2008).