

Ordine degli Ingegneri della provincia di Bologna

Bologna, 19 marzo / 4 aprile 2018

Le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni NTC 2018 – aspetti geotecnici e sismici (1)

Geotecnica Sismica - Esercitazione Pratica

Riccardo Zoppellaro - Ingegnere Geotecnico
riccardo.zoppellaro@virgilio.it

D.M. 17 Gennaio 2018 NTC 2018

**Aggiornamento delle
“NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI”**

sostituisce il D.M. 14 gennaio 2008 NTC 2008

D.M. 17 Gennaio 2018 NTC 2018

**Aggiornamento delle
“NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI”**

pubblicazione G.U. 20 febbraio 2018

entrata in vigore 22 marzo 2018

Riferimenti normativi in materia di geotecnica

D.M. 17 gennaio 2018 (NTC 2108)

Aggiornamento NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

IN ATTESA DELLA CIRCOLARE ESPLICATIVA

Eurocodice EC-8

Progettazione delle strutture per la resistenza sismica

Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici

Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici

Eurocodice EC-7

Parte 1: Regole generali

Parte 2: Indagini e prove

NTC 2018 come le precedenti fanno esplicito riferimento agli Eurocodici con le precisazioni riportate nelle Appendici Nazionali “per quanto non diversamente specificato”

**ORDINANZA PRESIDENZA CONSIGLIO MINISTRI
O.P.C.M. 3274 (20.03.2003)**

**CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI COMUNI ITALIANI
suddivisi in quattro zone**

zona 1	sismicità elevata
zona 2	sismicità media
zona 3	sismicità bassa
zona 4	sismicità molto bassa

**ORDINANZA PRESIDENZA CONSIGLIO MINISTRI
O.P.C.M. 3519 (28.04.2006)**

possibile ridefinizione della zonazione con eventuali sottozone

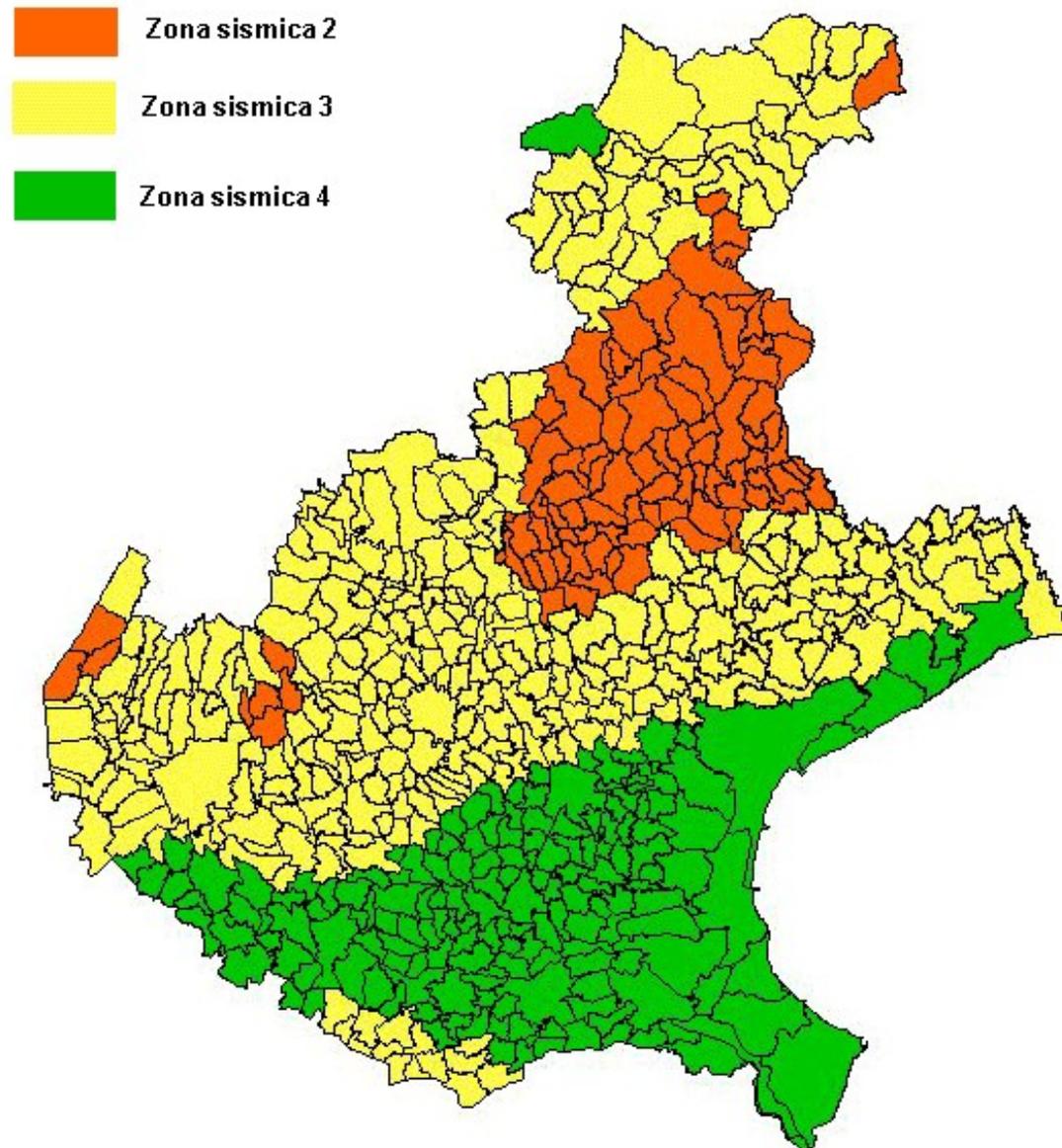
DELIBERE REGIONALI VARIE

corrispondenza rispetto alla precedente classificazione (1984):

zona 1	prima categoria	S = 12
zona 2	seconda categoria	S = 6
zona 3	terza categoria	S = 3
zona 4	non classificato	-

REGIONE VENETO

D.G.R.V. n. 71 / 2008 richiama D.C.R.V. n. 67 del 3 dicembre 2003 (ALLEGATO I)



REGIONE VENETO - Comuni classificati in zona sismica

provincia di Venezia

24 comuni

zona 3

20 comuni

zona 4

Venezia

zona 4

provincia di Belluno

29 comuni

zona 2

40 comuni

zona 3

Belluno

zona 2

provincia di Padova

30 comuni

zona 3

74 comuni

zona 4

Padova

zona 4

provincia di Rovigo

14 comuni

zona 3

36 comuni

zona 4

Rovigo

zona 4

provincia di Treviso

49 comuni zona 2

46 comuni zona 3

Treviso zona 3

provincia di Verona

7 comuni zona 2

63 comuni zona 3

28 comuni zona 4

Verona zona 3

provincia di Vicenza

4 comuni zona 2

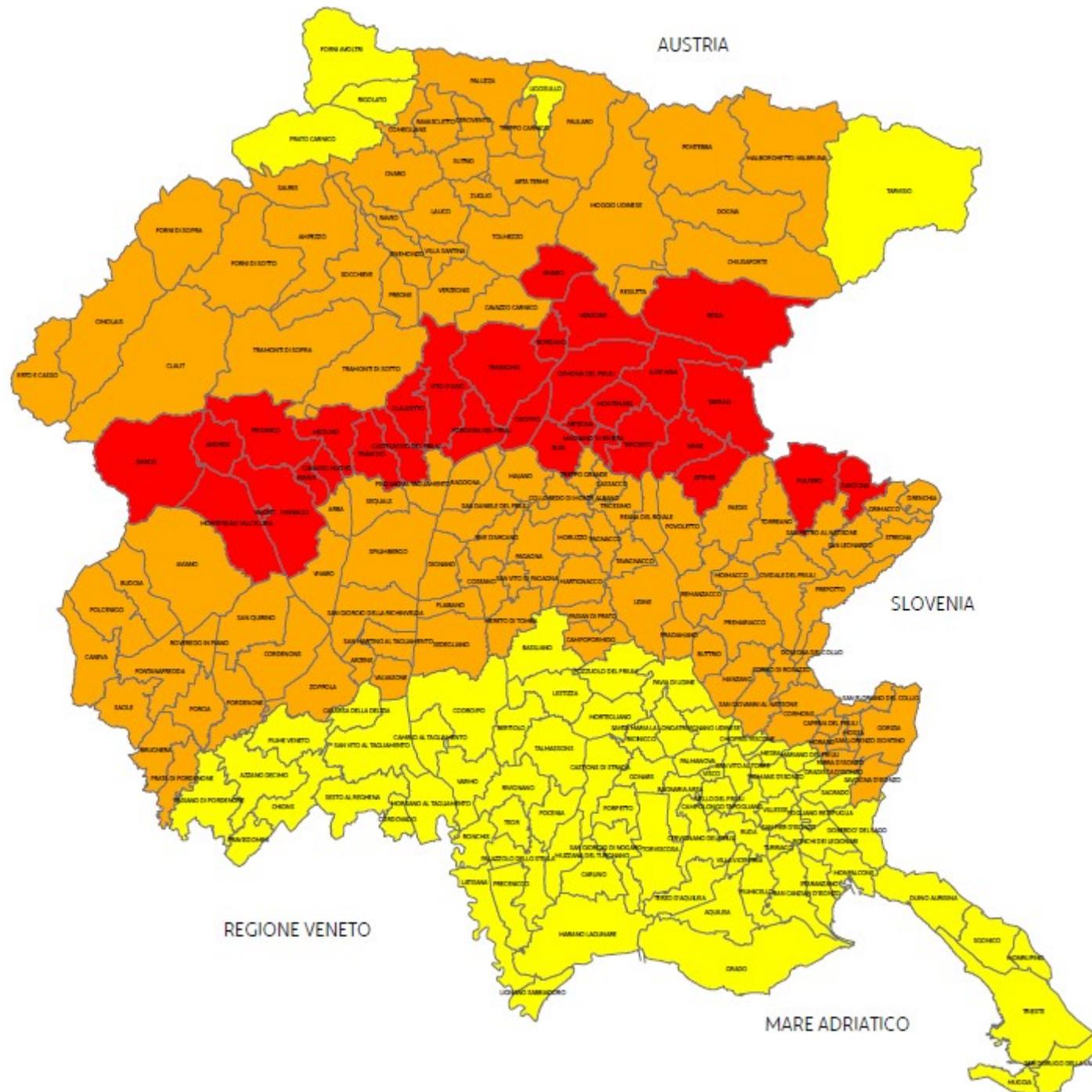
111 comuni zona 3

6 comuni zona 4

Vicenza zona 3

REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA

ALLEGATO ALLA DELIBERA DELLA
GIUNTA REGIONALE
N.845 DEL 6 MAGGIO 2010
(BUR N. 20 DEL 19 MAGGIO 2010)



LEGENDA

- ZONA 1 $a_g > 0,25$
- ZONA 2 $0,175 < a_g \leq 0,25$
- ZONA 3 $0,05 < a_g \leq 0,175$

REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA - Comuni classificati in zona sismica

provincia di Udine

19 comuni	zona 1
70 comuni	zona 2
45 comuni	zona 3
Udine	zona 2

provincia di Pordenone

13 comuni	zona 1
28 comuni	zona 2
10 comuni	zona 3
Pordenone	zona 2

provincia di Gorizia

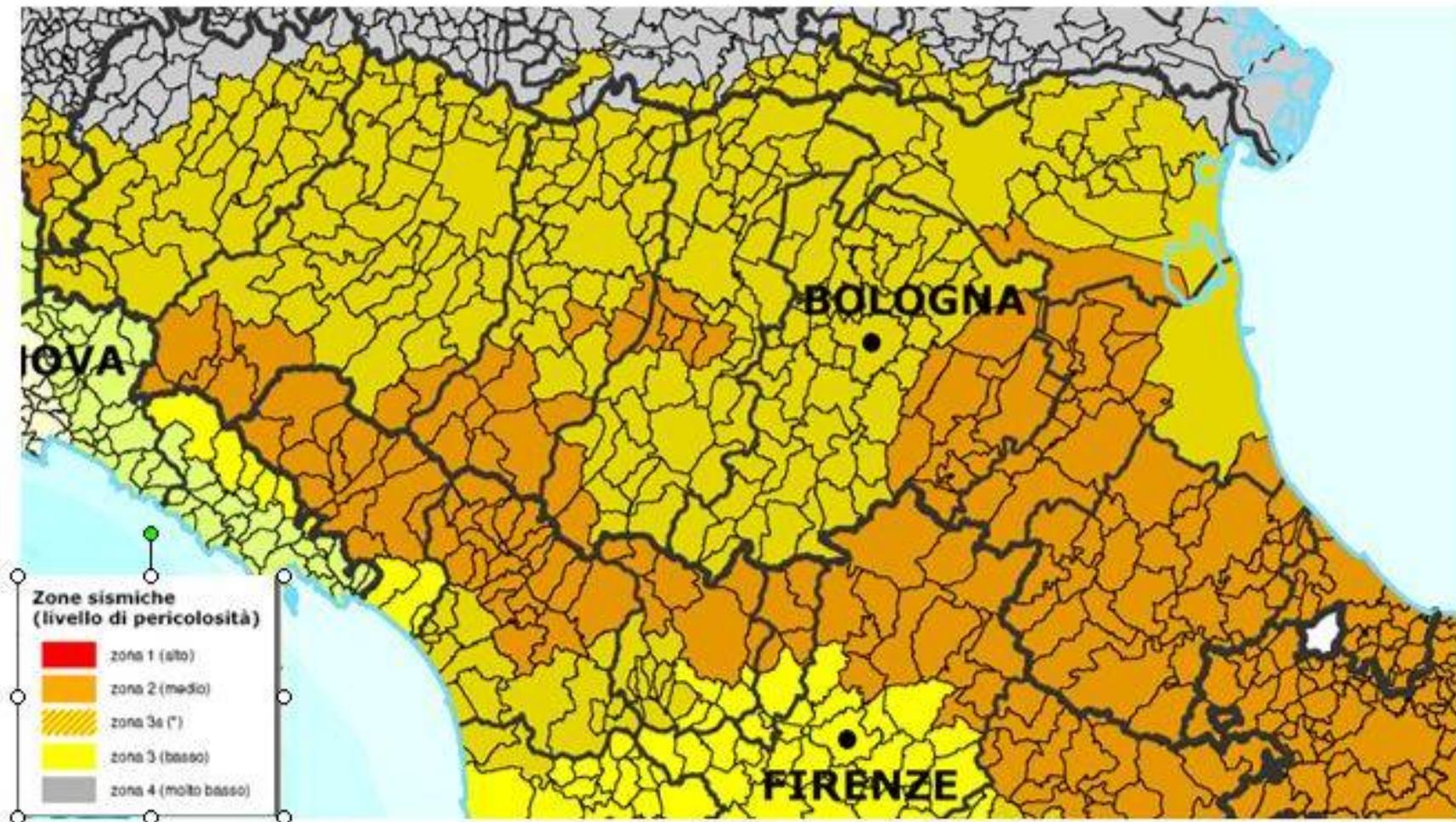
10 comuni	zona 2
15 comuni	zona 3
Gorizia	zona 2

provincia di Trieste

6 comuni	zona 3
Trieste	zona 3

REGIONE EMILIA ROMAGNA

ALLEGATO B D.G.R. n. 1667 / 2005



REGIONE EMILIA ROMAGNA - Comuni classificati in zona sismica

EMILIA

provincia di Bologna

12 comuni zona 2

48 comuni zona 3

Bologna zona 3

provincia di Ferrara

1 comuni zona 2

22 comuni zona 3

3 comuni zona 4

Ferrara zona 3

provincia di Modena

7 comuni zona 2

40 comuni zona 3

Modena zona 3

provincia di Parma

7 comuni

zona 2

40 comuni

zona 3

Parma

zona 3

provincia di Piacenza

30 comuni

zona 3

18 comuni

zona 4

Piacenza

zona 4

provincia di Reggio Emilia

11 comuni

zona 2

33 comuni

zona 3

1 comuni

zona 4

Reggio Emilia

zona 3

ROMAGNA

provincia di Forlì-Cesena

30 comuni

zona 2

Forlì

zona 2

Cesena

zona 2

provincia di Ravenna

17 comuni

zona 2

1 comuni

zona 3

Ravenna

zona 3

provincia di Rimini

25 comuni

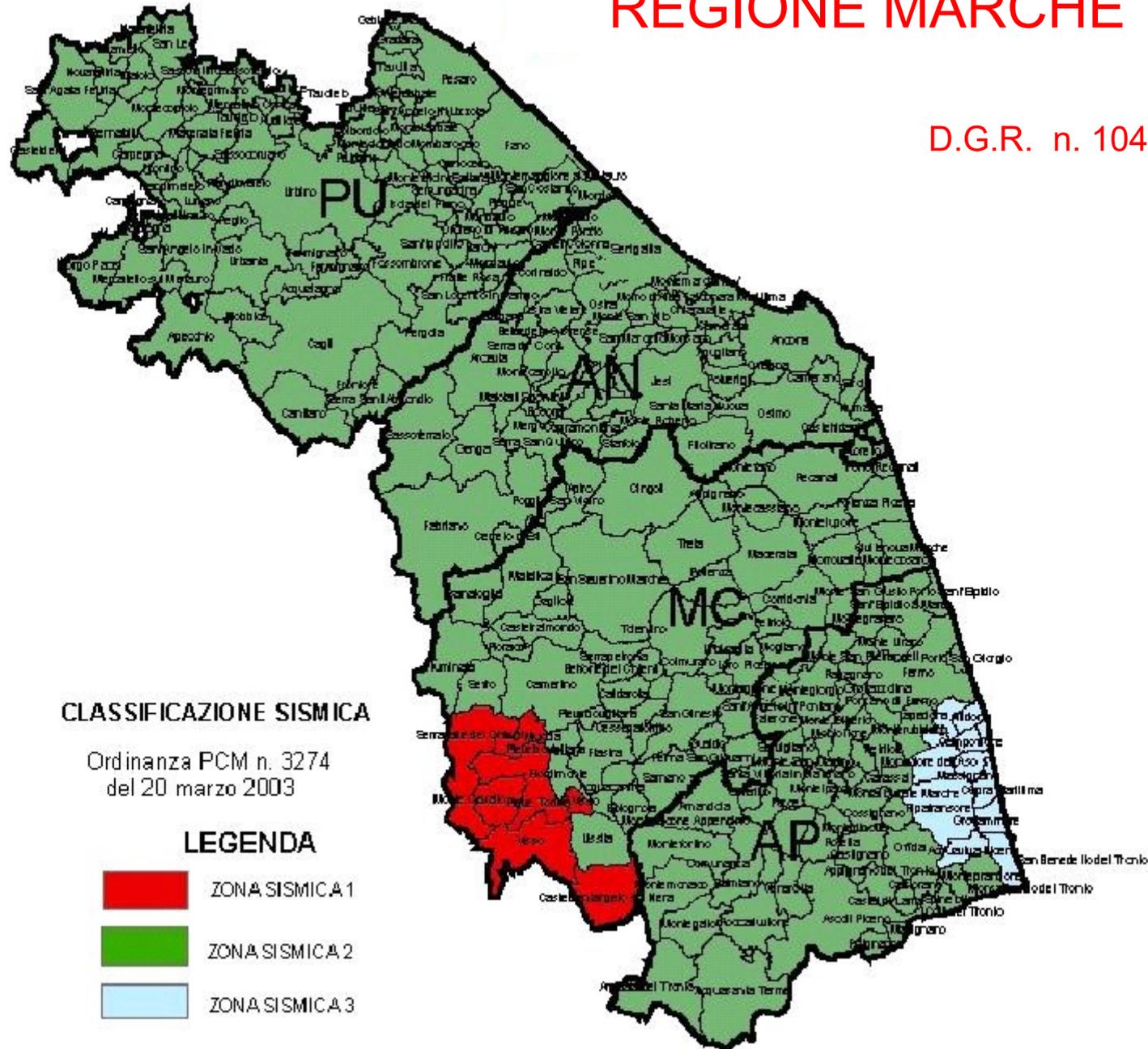
zona 2

Rimini

zona 2

REGIONE MARCHE

D.G.R. n. 1046 / 2003



CLASSIFICAZIONE SISMICA

Ordinanza PCM n. 3274
del 20 marzo 2003

LEGENDA

- ZONA SISMICA 1
- ZONA SISMICA 2
- ZONA SISMICA 3

REGIONE MARCHE - Comuni classificati in zona sismica

provincia di Pesaro Urbino
59 comuni zona 2

Pesaro zona 2
Urbino zona 2

provincia di Ancona
47 comuni zona 2

Ancona zona 2

provincia di Macerata
6 comuni zona 1

51 comuni zona 2

Macerata zona 2

provincia di Ascoli Piceno

7 comuni zona 3

26 comuni zona 2

Ascoli Piceno zona 2

provincia di Fermo

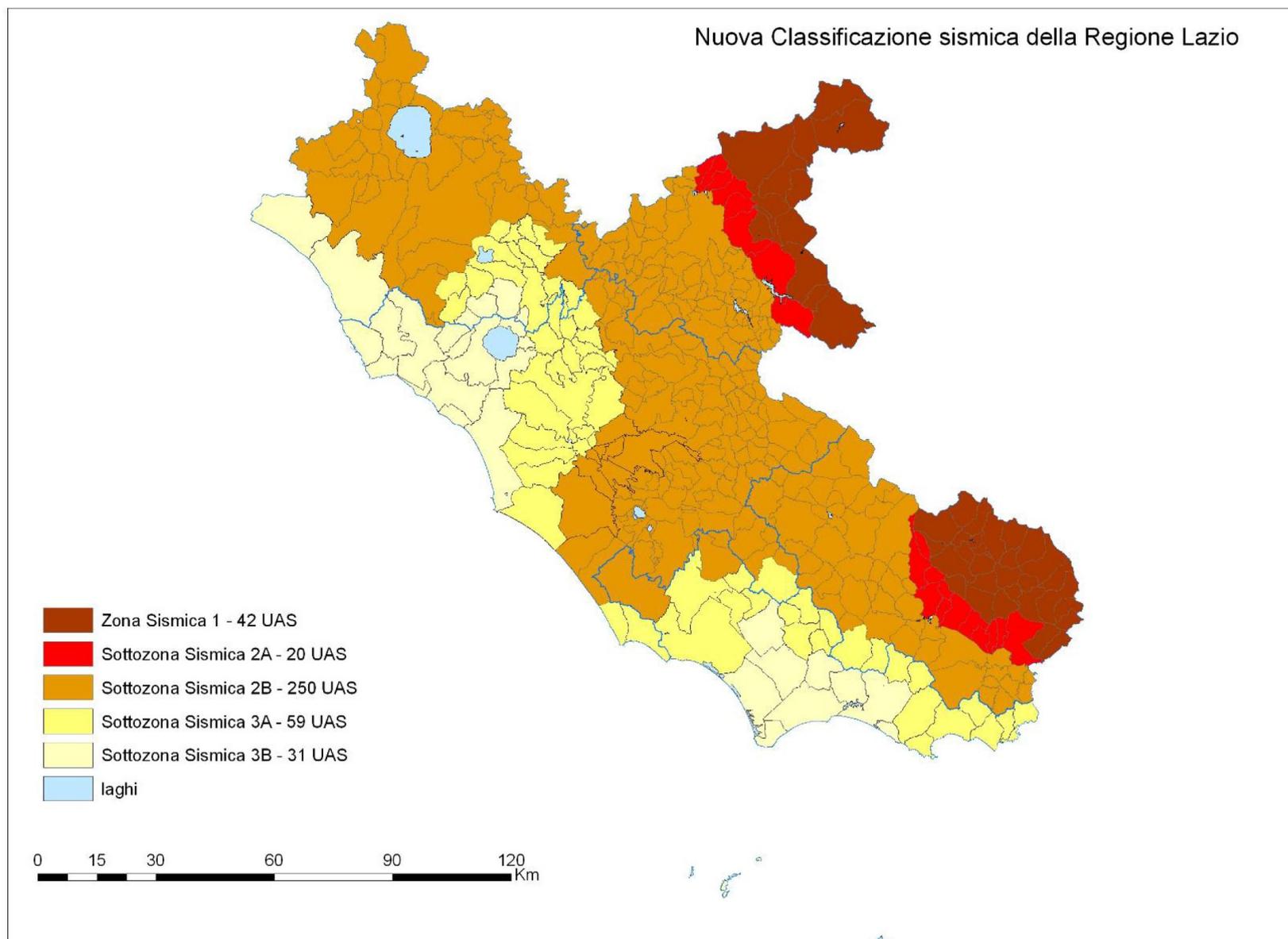
5 comuni zona 3

35 comuni zona 2

Fermo zona 2

REGIONE LAZIO

D.G.R. n. 387 / 2009 e D.G.R. n. 835 / 2009 (allegati 1-2)



REGIONE LAZIO

D.G.R. n. 387 / 2009 e D.G.R. n. 835 / 2009 (allegati 1-2)

ZONA SISMICA	SOTTOZONA SISMICA	ACCELERAZIONE CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI (a_g)
1		$0.25 \leq a_g < 0,278g$ (val. Max per il Lazio)
2	A	$0.20 \leq a_g < 0.25$
	B	$0.15 \leq a_g < 0.20$
3	A	$0.10 \leq a_g < 0.15$
	B	(val. min.) $0.062 \leq a_g < 0.10$

Tabella 3 - Suddivisione delle sottozone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido utilizzate per lo scenario di riclassificazione sismica della Regione Lazio.

D.G.R. n. 387 / 2009 e D.G.R. n. 835 / 2009 (allegati 1-2)

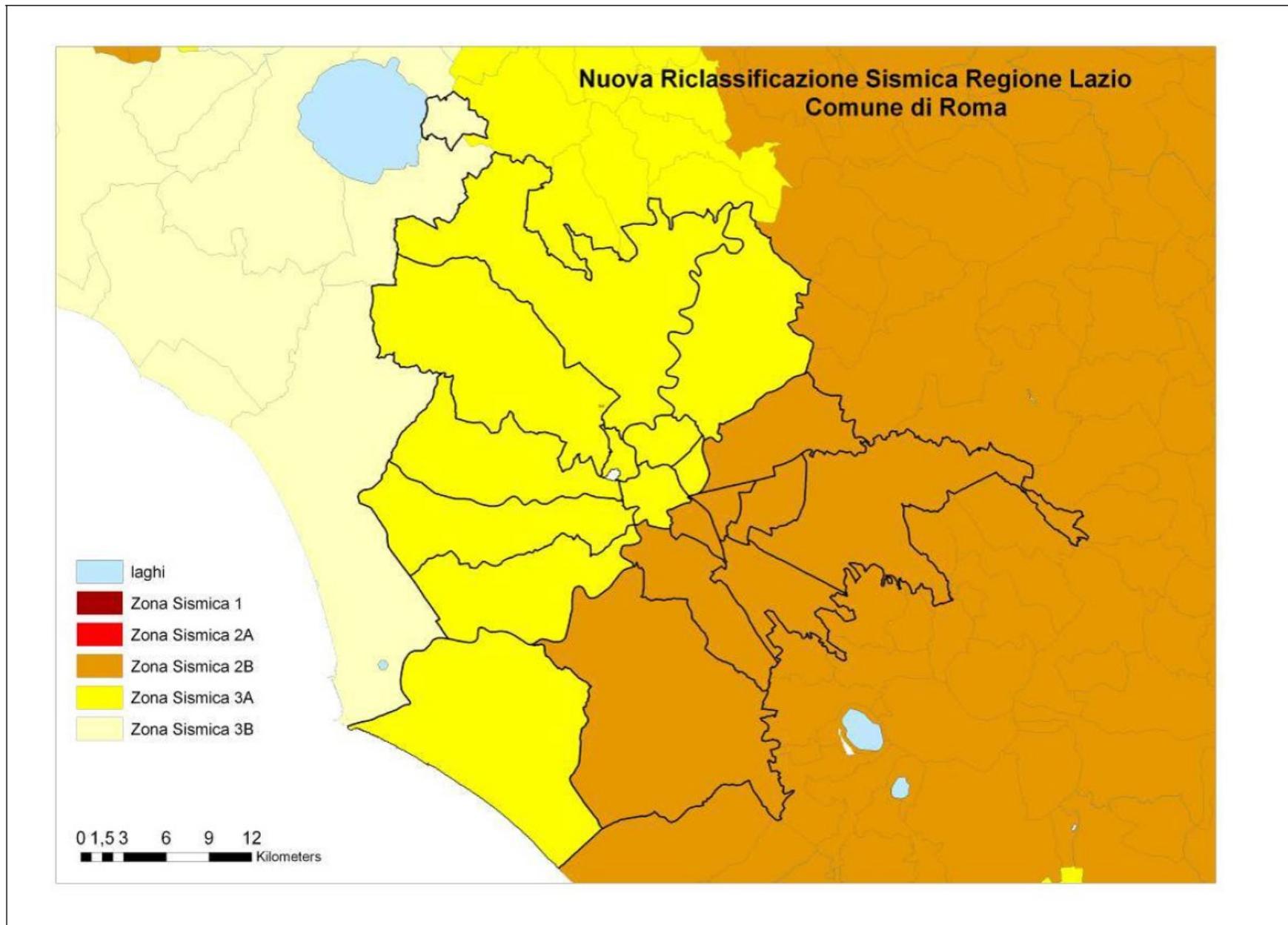
	Frosinone	Latina	Rieti	Roma	Viterbo	Totale Lazio
ZONA SISMICA 1	29	0	13 [◇]	0	0	42 [◇]
SOTTOZONA 2A	12	0	8 [◇]	0	0	20 [◇]
SOTTOZONA 2B	49	3	54 [◇]	104*	40 [◇]	250* [◇]
SOTTOZONA 3A	2	19	0	23*	15	59*
SOTTOZONA 3B	0	11	0	13*	7	31
UNITA' SISMICHE AMMINISTRATIVE	92	33	75 [◇]	140*	62	402* [◇]

Tabella 5: Comuni inseriti nelle sottozone sismiche ripartiti per Provincie (* comprese le 18 UAS di Roma - [◇] comprese le 2 UAS dei Comuni di Rieti, Colfelice, Nepi, Vejano, Pescorocchiano e XX Municipio di Roma).

D.G.R. n. 387 / 2009 e D.G.R. n. 835 / 2009 (allegati 1-2)

UAS (Municipio)	NUOVA ZONA SISMICA APPROVATA	SOTTOZONA APPROVATA	ZONA SISMICA DGR 766/03	VARIAZIONE ZONA SISMICA
Roma I	3	A	3	0
Roma II	3	A	3	0
Roma III	3	A	3	0
Roma IV	3	A	3	0
Roma V	2	B	3	+1
Roma VI	2	B	3	+1
Roma VII	2	B	3	+1
Roma VIII	2	B	3	+1
Roma IX	2	B	3	+1
Roma X	2	B	3	+1
Roma XI	2	B	3	+1
Roma XII	2	B	3	+1
Roma XIII	3	A	3	0
Roma XV	3	A	3	0
Roma XVI	3	A	3	0
Roma XVII	3	A	3	0
Roma XVIII	3	A	3	0
Roma XIX	3	A	3	0
Roma XX	3	A	3	0
Roma XX Isola Amm	3	B	3	0

D.G.R. n. 387 / 2009 e D.G.R. n. 835 / 2009 (allegati 1-2)



Riclassificazione Sismica per il Comune di Roma suddiviso secondo le 19 UAS del Comune di Roma

NTC 2008

2.4 VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

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

¹ Le verifiche sismiche di opere provvisorie o strutture in fase costruttiva possono omettersi quando le relative durate previste in progetto siano inferiori a 2 anni.

NTC 2018

2.4. VITA NOMINALE DI PROGETTO, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

2.4.1. VITA NOMINALE DI PROGETTO

La vita nominale di progetto V_N di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali.

I valori minimi di V_N da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.4.I. Tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Non sono da considerarsi temporanee le costruzioni o parti di esse che possono essere smantellate con l'intento di essere riutilizzate. Per un'opera di nuova realizzazione la cui fase di costruzione sia prevista in sede di progetto di durata pari a P_N , la vita nominale relativa a tale fase di costruzione, ai fini della valutazione delle azioni sismiche, dovrà essere assunta non inferiore a P_N e comunque non inferiore a 5 anni.

Le verifiche sismiche di opere di tipo 1 o in fase di costruzione possono omettersi quando il progetto preveda che tale condizione permanga per meno di 2 anni.

NTC 2008

NTC 2018

2.4.2. CLASSI D'USO

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 C.S.LL.PP.

C.2.4.2

EDIFICI ED OPERE INFRASTRUTTURALI DI INTERESSE STRATEGICO

CLASSE D'USO IV

EDIFICI ED OPERE INFRASTRUTTURALI RILEVANTI

CLASSE D'USO III

DECRETO PRESIDENZA CONSIGLIO DEI MINISTRI 21 OTTOBRE 2003 N. 3685

(Dipartimento della protezione civile)

(G.U. 29-10-2003, n. 252)

Allegato 1

Elenco A

**CATEGORIE DI EDIFICI ED OPERE INFRASTRUTTURALI DI INTERESSE STRATEGICO DI
COMPETENZA STATALE, LA CUI FUNZIONALITÀ DURANTE GLI EVENTI SISMICI ASSUME RILIEVO
FONDAMENTALE PER LE FINALITÀ DI PROTEZIONE CIVILE**

1. Edifici.

Edifici in tutto o in parte ospitanti funzioni di comando, supervisione e controllo, sale operative, strutture ed impianti di trasmissione, banche dati, strutture di supporto logistico per il personale operativo (alloggiamenti e vettovagliamento), strutture adibite all'attività logistica di supporto alle operazioni di protezione civile (movimentazione, trasporto, stoccaggio), strutture per l'assistenza e l'informazione alla popolazione, strutture e presidi ospedalieri, il cui utilizzo abbia luogo da parte dei seguenti soggetti istituzionali:

- 1) Organismi governativi;
- 2) Uffici territoriali di Governo;
- 3) Corpo nazionale dei Vigili del fuoco;
- 4) Forze armate;
- 5) Forze di polizia;
- 6) Corpo forestale dello Stato;
- 7) Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici;

- 8) Registro italiano dighe;
- 9) Istituto nazionale di geofisica e vulcanologia;
- 10) Consiglio nazionale delle ricerche;
- 11) Croce rossa italiana;
- 12) Corpo nazionale soccorso alpino;
- 13) Ente nazionale per le strade e società di gestione autostradale;
- 14) Rete ferroviaria italiana;
- 15) Gestore della rete di trasmissione nazionale, proprietari della rete di trasmissione nazionale, delle reti di distribuzione e di impianti rilevanti di produzione di energia elettrica;
- 16) Associazioni di volontariato di protezione civile operative in più regioni.

2. Opere infrastrutturali.

2.1 Autostrade, strade statali e opere d'arte annesse;

2.2. Stazioni aeroportuali, eliporti, porti e stazioni marittime previste nei piani di emergenza, nonché impianti classificati come grandi stazioni.

2.3. Strutture connesse con il funzionamento di acquedotti interregionali, la produzione, il trasporto e la distribuzione di energia elettrica fino ad impianti di media tensione, la produzione, il trasporto e la distribuzione di materiali combustibili (quali gasdotti, oleodotti, ecc.), il funzionamento di servizi di comunicazione a diffusione nazionale (radio, telefonia fissa e mobile, televisione).

Elenco B

CATEGORIE DI EDIFICI ED OPERE INFRASTRUTTURALI DI COMPETENZA STATALE CHE POSSONO ASSUMERE RILEVANZA IN RELAZIONE ALLE CONSEGUENZE DI UN EVENTUALE COLLASSO

1. Edifici.

1.1. Edifici pubblici o comunque destinati allo svolgimento di funzioni pubbliche nell'ambito dei quali siano normalmente presenti comunità di dimensioni significative, nonché edifici e strutture aperti al pubblico suscettibili di grande affollamento, il cui collasso può comportare gravi conseguenze in termini di perdite di vite umane.

1.2. Strutture il cui collasso può comportare gravi conseguenze in termini di danni ambientali (quali ad esempio impianti a rischio di incidente rilevante ai sensi del decreto legislativo **17-8-1999, n. 334** , e successive modifiche ed integrazioni, impianti nucleari di cui al decreto legislativo **17-3-1995, n. 230** , e successive modifiche ed integrazioni).

1.3. Edifici il cui collasso può determinare danni significativi al patrimonio storico, artistico e culturale (quali ad esempio musei, biblioteche, chiese).

2. Opere infrastrutturali.

2.1. Opere d'arte relative al sistema di grande viabilità stradale e ferroviaria, il cui collasso può determinare gravi conseguenze in termini di perdite di vite umane, ovvero interruzioni prolungate del traffico.

2.2. Grandi dighe.

CATEGORIE DI EDIFICI DI INTERESSE STRATEGICO E OPERE INFRASTRUTTURALE DI RILIEVO FONDAMENTALE PER LA PROTEZIONE CIVILE (art.2 comma 3 – Ordinanza PCM n.3274/03)

EDIFICI DI INTERESSE STRATEGICO

Edifici in tutto o in parte destinati ad attività di:

1. **Protezione civile di enti territoriali (regione, provincia, comune e comunità montane), inserite nei relativi piani o strumenti operativi di Protezione Civile (CO.R.Em.; C.O.R.; COM - Centri Operativi Misti; COC - Centri Operativi Comunali; Centro funzionale preposto alla gestione di situazioni di emergenza), ospitanti funzioni di:**
 - coordinamento, supervisione e controllo;
 - trasmissione dati e banche dati;
 - supporto logistico sia per il personale operativo (alloggiamenti e vettovagliamento) che per le operazioni di protezione civile (stoccaggio, movimentazione, trasporto);
 - assistenza e informazione alla popolazione.
2. **Strutture ad uso sanitario, pubbliche e private dotate di pronto soccorso (Ospedali, Cliniche e Case di cura accreditate – SUEM - centrali operative 118 e simili), presidi di assistenza sanitaria;**
3. **Sedi amministrative Regionali, Provinciali, Comunali e di Comunità Montane ospitanti:**
 - Consiglio, Giunta e Presidente/Sindaco;
 - polizia municipale;
 - anagrafe;
 - uffici tecnici di edilizia pubblica e urbanistica.
4. **Rimessaggio mezzi e attrezzature di base di cui alle attività precedenti.**

OPERE INFRASTRUTTURALI STRATEGICHE (edifici e manufatti vari)

Infrastrutture, identificabili anche per lotti funzionali, in tutto o in parte destinati ad attività di:

1. **Stazioni ferroviarie e linee ferroviarie di competenza regionale;**
2. **Stazioni di autobus, natanti, tramvie, filobus, taxi e metropolitane incluse in centri abitati di almeno 10.000 abitanti;**
3. **Aeroporti ed eliporti di competenza regionale;**
4. **Porti, Stazioni marittime, fluviali e lacuali di competenza regionale;**
5. **Strade e relative opere d'arte, di competenza regionale, considerate "strategiche" nei piani di emergenza provinciali e comunali;**
6. **Opere di presa, regolazione e adduzione degli acquedotti fino alle dorsali cittadine;**
7. **Produzione, regolazione, trasporto e distribuzione di energia elettrica fino ad impianti di media tensione;**
8. **Produzione, regolazione, trasporto e distribuzione di materiali combustibili fino alle dorsali cittadine;**
9. **Servizi di comunicazione pubblica a diffusione nazionale e locale (radio, telefonia fissa e mobile e televisione);**
10. **Rimessaggio mezzi e attrezzature di base di cui alle attività precedenti.**

ALLEGATO B (D.G.R. 28 novembre 2003, n. 3645)

CATEGORIE DI EDIFICI E OPERE INFRASTRUTTURALI CHE POSSONO ASSUMERE RILEVANZA IN RELAZIONE ALLE CONSEGUENZE DI UN EVENTUALE COLLASSO (art.2 comma 3 – Ordinanza PCM n.3274/03)

EDIFICI RILEVANTI

Edifici destinati a qualsiasi attività di altezza superiore ai 24 metri alla linea di gronda.

Edifici in tutto o in parte destinati ad attività di:

1. Asili e scuole di ogni ordine e grado, pubbliche e private;
2. Stadi, palazzetti dello sport e palestre;
3. Altre strutture pubbliche e private di cui al comparto sanitario (AULSS), socio-sanitarie e socio-assistenziali non citate nell'allegato A (comprese case per anziani e disabili);
4. Edifici ad uso pubblico di dimensioni significative e soggette a grande affollamento;
5. Centri commerciali, grandi magazzini e mercati coperti con superficie superiore o uguale a 5.000 mq;
6. Musei, biblioteche e sale espositive con superfici superiori o uguali a 1.000 mq e non soggette a vincoli monumentali;
7. Sale ad uso pubblico per spettacoli, convegni e manifestazioni con capienza superiore a 100 unità;
8. Sedi centrali di Banche, Operatori finanziari e uffici postali;
9. Industrie con personale impiegato superiore a 100 unità o di rilevanza in relazione alla pericolosità degli impianti e delle sostanze lavorate;
10. Attività di tipo alberghiero con capienza superiore o uguale a 100 unità;
11. Chiese e locali di culto non soggetti a vincoli monumentali;
12. Rimessaggio mezzi e attrezzature di base di cui alle attività precedenti.

OPERE INFRASTRUTTURALI (edifici e manufatti vari) RILEVANTI

Infrastrutture, identificabili anche per lotti funzionali, in tutto o in parte destinati ad attività di:

1. Collegamenti tra capoluoghi di provincia e comuni e tra comuni e frazioni, incluse le relative opere d'arte;
2. Opere di sbarramento, dighe di ritenuta e traverse con altezza compresa tra 10 e 15 metri o che determinano un volume di invaso compreso tra 100.000 mc. e 1 mil.mc.;
3. Rimessaggio mezzi e attrezzature di base di cui alle attività precedenti.

Edifici di interesse strategico e opere la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile (Classe d'uso IV - DM 14.01 2008).

1. Gli edifici di interesse strategico la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile sono quelli in tutto o in parte ospitanti funzioni di comando, supervisione e controllo, sale operative, strutture ed impianti di trasmissione, banche dati, strutture di supporto logistico per il personale operativo quali alloggiamenti e vettovagliamento, strutture adibite all'attività logistica di supporto alle operazioni di protezione civile quali stoccaggio, movimentazione, trasporto, comprese le strutture per l'alloggiamento di strumentazione di monitoraggio con funzione di allerta, autorimesse e depositi, strutture per l'assistenza e l'informazione alla popolazione, strutture e presidi ospedalieri, il cui utilizzo è regolato dai seguenti soggetti istituzionali:

- a) organismi governativi;
- b) uffici territoriali di Governo;
- c) Protezione civile regionale e comunale e associazioni di volontariato di protezione civile;
- d) Corpo nazionale dei Vigili del fuoco;
- e) Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente del Friuli Venezia Giulia;
- f) Forze armate;
- g) Forze di polizia;
- h) Corpo forestale dello Stato e regionale;
- i) Istituto nazionale di geofisica e vulcanologia;
- j) Consiglio Nazionale delle Ricerche;
- k) Corpo nazionale di soccorso alpino;
- l) Istituto nazionale di Oceanografia e Geofisica sperimentale;
- m) Ente nazionale per le strade;
- n) Società di gestione autostradale;
- o) Friuli Venezia Giulia Strade Spa;

FRIULI VENEZIA GIULIA

Elenco delle tipologie di opere e di edifici di interesse strategico e di quelli che possono assumere rilevanza per le conseguenze di un eventuale collasso ai sensi degli artt. 2 e 3 del Decreto del Presidente della Regione 27 luglio 2011, n. 0176/Pres.

p) Rete Ferroviaria Italiana;

q) Proprietari e gestori della rete di trasmissione nazionale, delle reti di distribuzione e di impianti rilevanti di produzione elettrica.

2. Altri edifici di interesse strategico sono:

a) gli ospedali di rilievo nazionale e di alta specialità, ospedali di rilievo regionale, edifici di ospedali della rete ospedaliera regionale ospitanti i servizi la cui funzionalità è essenziale nelle situazioni di emergenza, quali pronto soccorso, dipartimento di emergenza, centrali operative del 118, aree chirurgiche e di terapia intensiva, edifici di Aziende per i Servizi Sanitari e Aziende Ospedaliere ospitanti funzioni operative per l'emergenza;

b) gli edifici individuati nel piano di protezione civile regionale e comunale.

3. Le opere la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile consistono in:

a) strutture primarie, connesse con il funzionamento di acquedotti, quali opere di presa, regolazione e adduzione;

b) strutture connesse con la produzione, il trasporto e la distribuzione di materiali combustibili;

c) strutture connesse con il funzionamento di servizi di comunicazione a distribuzione nazionale e regionale, quali radio, televisioni, telefonia fissa e mobile, ponti radio;

d) autostrade, strade statali e regionali, ed opere d'arte annesse, quali ponti, viadotti, gallerie, opere di contenimento e sostegno, sistemi di informazione all'utenza, torri faro;

e) strade provinciali e comunali ed opere d'arte annesse, individuate nei piani di protezione civile, quali ponti, viadotti, gallerie, opere di contenimento e sostegno, sistemi di informazione all'utenza, torri faro;

f) stazioni aeroportuali, eliporti, porti e stazioni marittime;

g) dighe;

h) impianti classificati come grandi stazioni ferroviarie, reti ferroviarie ed opere d'arte annesse;

i) altre strutture e infrastrutture specificate nei piani di emergenza o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza.

Edifici ed opere che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso (Classe d'uso III - DM 14.01 2008).

1. Gli edifici che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso sono:

- a) gli edifici pubblici o comunque destinati allo svolgimento di funzioni pubbliche nell'ambito dei quali siano normalmente presenti comunità di dimensioni significative, nonché edifici e strutture aperti al pubblico suscettibili di grande affollamento, il cui collasso può comportare gravi conseguenze in termini di perdite di vite umane;
- b) le strutture il cui collasso può comportare gravi conseguenze in termini di danni ambientali;
- c) gli edifici il cui collasso può determinare danni significativi al patrimonio storico, artistico e culturale, fatte salve le eventuali diverse direttive, disposizioni e linee guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale tutelato emanate con riferimento alle Norme tecniche per le costruzioni di cui al DM 14.01.2008 ed alla relativa circolare ministeriale esplicativa 2.02.2009 n. 617.

2. Rientrano tra gli edifici e le strutture di cui al comma 1, lettere a), b) e c) quelli adibiti a:

- a) sedi degli Enti pubblici e sedi adibite a funzione pubblica di dimensioni significative e soggette a rilevante accesso di pubblico;
- b) asili nido, scuole di ogni ordine e grado, sedi universitarie, accademie, conservatori, collocati in edifici ad uso esclusivo, compresi i locali adibiti a mensa, le palestre e le case dello studente annessi;
- c) edifici di ospedali regionali, pubblici e privati accreditati, ospitanti servizi non essenziali ai fini dell'emergenza, edifici ospitanti sedi ed uffici di Aziende per i Servizi Sanitari e Aziende Ospedaliere non operative ai fini dell'emergenza, altre strutture residenziali sanitarie o socio-assistenziali per non autosufficienti, quali case di riposo, case di cura e orfanotrofi, poste in edifici ad uso esclusivo;
- d) edifici per il culto con superficie utile maggiore di 200 metri quadrati ed opere in elevazione di pertinenza;

- e) sale ad uso pubblico, quali auditorium, teatri, sale multimediali, centri sociali e socio- assistenziali e sale polifunzionali, con capienza utile superiore a cento unità; f) strutture ad alta ricettività, quali coperture fisse per spettacoli all'aperto, sagre, luoghi di ristorazione e attività ricreative, con superficie utile maggiore di 200 metri quadrati o con capienza complessiva utile superiore a cento unità;
- g) ricreatori, oratori ed edifici assimilabili per funzione con capienza utile superiore a cento unità;
- h) impianti destinati al pubblico adibiti ad attività sportive quali stadi e palazzetti dello sport, comprese opere ed infrastrutture connesse, quali parcheggi in struttura;
- i) discoteche, sale da gioco e simili con capienza utile superiore a cento unità;
- j) centri commerciali, grandi magazzini, mercati coperti, fiere stabili, di superficie superiore a 5000 metri quadrati;
- k) palazzi di giustizia;
- l) carceri;
- m) impianti termoelettrici, industrie con attività pericolose per l'ambiente (es. materie tossiche, prodotti radioattivi, chimici o biologici potenzialmente inquinanti, ecc.)
- n) edifici industriali in cui è prevista una presenza contemporanea media superiore a cento unità;
- o) silos di significative dimensioni e industrie rilevanti in relazione alla pericolosità degli impianti di produzione, lavorazione, stoccaggio di prodotti insalubri o pericolosi, quali materie tossiche, gas compressi, materiali esplosivi, prodotti chimici potenzialmente inquinanti, e nei quali può avvenire un incidente rilevante per evento sismico.

3. Le altre opere che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso sono:

- a) le stazioni per il trasporto pubblico su gomma e su rotaia;
- b) le stazioni per il trasporto pubblico su fune, comprese le strutture necessarie al funzionamento della via di trasporto su fune;
- c) le autorimesse ad uso pubblico in struttura con più di trecento unità di sosta a disposizione;
- d) le opere di ritenuta idraulica con altezza dello sbarramento maggiore di 5 metri o con volume di invaso superiore a 50.000 metri cubi;
- e) gli impianti primari di depurazione.

Categorie di edifici di interesse strategico e opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile.

A1 CATEGORIE DI EDIFICI ED OPERE INFRASTRUTTURALI DI COMPETENZA STATALE

Tutte quelle di cui all'elenco A del decreto del Capo del dipartimento della protezione civile 21 ottobre 2003 "Disposizioni attuative dell'art. 2, commi 2, 3 e 4, dell'ordinanza del presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20 marzo 2003, recante Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" (pubblicato sulla G.U. n. 252 del 29 ottobre 2003).

A2 CATEGORIE DI EDIFICI ED OPERE INFRASTRUTTURALI DI COMPETENZA REGIONALE**A2.1 - STRUTTURE DI PROTEZIONE CIVILE****A2.1.1** - Sedi della regione, delle province, dei comuni e delle comunità montane**A2.1.2** - Agenzia regionale di protezione civile, Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente (ARPA)**A2.1.3** - Centri funzionali e di coordinamento di protezione civile (es. DI.COMA.C, COR, CCS, COM, COC, CUP, ecc.)**A2.1.4** - Strutture regionali, provinciali e comunali, adibite all'attività logistica per il personale, i materiali e le attrezzature; edifici destinati all'informazione e all'assistenza alla popolazione individuati nei piani provinciali di protezione civile**A2.1.5** - Altre strutture individuate nei piani provinciali di protezione civile**A2.2 - STRUTTURE SANITARIE****A2.2.1** - Ospedali e strutture sanitarie dotate di pronto soccorso o dipartimenti di emergenza, urgenza ed accettazione**A2.2.2** - Edifici e presidi sanitari locali ospitanti funzioni e attività connesse con la gestione dell'emergenza e del 118

A2.3 - OPERE INFRASTRUTTURALI

A2.3.1 - Strutture connesse con l'approvvigionamento, il deposito e la distribuzione dell'acqua potabile (es. impianti di potabilizzazione, dighe, serbatoi ecc.)

A2.3.2 - Strutture connesse con la produzione, il deposito, il trasporto e la grande distribuzione di materiali combustibili e di energia elettrica, di importanza critica, individuati nei piani provinciali di protezione civile, nonché strutture connesse agli impianti di cogenerazione al servizio di insediamenti urbani e di aree produttive (sono escluse le reti)

A2.3.3 - Strutture destinate alle comunicazioni e alla trasmissione di dati e informazioni per la gestione dell'emergenza, individuate nei piani provinciali di protezione civile (sono escluse le reti)

A2.3.4 - Ponti e opere d'arte significative annessi alle strade classificate di tipo A e B ai sensi del D.Lgs 285/1992 e s.m, costituenti la rete viaria di interesse regionale

A2.3.5 - Ponti e opere d'arte appartenenti a reti ferroviarie regionali di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, individuate nei piani provinciali di protezione civile

A2.3.6 - Stazioni aeroportuali, eliporti, porti, stazioni marittime e grandi stazioni ferroviarie individuate nei piani provinciali di protezione civile

A2.3.7 - Altre opere infrastrutturali individuate nei piani provinciali di protezione civile

Categorie di edifici e opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso

B1 CATEGORIE DI EDIFICI ED OPERE INFRASTRUTTURALI DI COMPETENZA STATALE

Tutte quelle di cui all'elenco B del decreto del Capo del dipartimento della protezione civile 21 ottobre 2003 "Disposizioni attuative dell'art. 2, commi 2, 3 e 4, dell'ordinanza del presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20 marzo 2003, recante Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" (pubblicato sulla G.U. n. 252 del 29 ottobre 2003).

B2 CATEGORIE DI EDIFICI ED OPERE INFRASTRUTTURALI DI COMPETENZA REGIONALE

B2.1 - STRUTTURE CON AFFOLLAMENTI SIGNIFICATIVI

B2.1.1 - Scuole di ogni ordine e grado; centri di formazione professionale

B2.1.2 - Servizi educativi per l'infanzia

B2.1.3 - Strutture universitarie

B2.1.4 - Strutture fieristiche, ricreative, culturali e per lo spettacolo (quali cinema, teatri, auditorium, sale convegni e conferenze, discoteche, musei, biblioteche) con capienza superiore a 100 persone ⁽¹⁾

B2.1.5 - Stadi ed impianti sportivi, dotati di tribune anche mobili con capienza superiore a 100 persone ⁽²⁾

B2.1.6 - Chiese ed edifici aperti al culto

B2.1.7 - Residenze socio assistenziali, case di riposo e ogni altra struttura sanitaria con presenza di degenze

B2.1.8 - Mercati coperti, esercizi e centri commerciali aventi superficie di vendita al dettaglio superiore a 1.500 mq

<p>B2.2 - OPERE INFRASTRUTTURALI</p>	<p>B2.2.1 - Ponti sulle strade provinciali e comunali privi di valide alternative la cui interruzione provochi situazioni di emergenza (interruzioni prolungate del traffico verso insediamenti produttivi e/o abitativi)</p>
	<p>B2.2.2 - Stazioni e infrastrutture ferroviarie di competenza regionale, stazioni tramviarie, dei bus e della metropolitana</p>
	<p>B2.2.3 - Dighe, invasi artificiali con sbarramenti, individuati nei piani provinciali di protezione civile</p>
<p>B2.3 - STRUTTURE CON ATTIVITA' PERICOLOSE PER L'AMBIENTE</p>	<p>B2.3.1 - Stabilimenti a rischio di incidente rilevante ai sensi del DLgs n. 334 del 17 agosto 1999, individuati nei piani provinciali di protezione civile</p>
	<p>B2.3.2 - Altre strutture individuate nei piani provinciali di protezione civile (quali discariche, inceneritori, impianti di trattamento delle acque reflue) il cui collasso può determinare gravi conseguenze in termini di danni ambientali</p>



REGIONE MARCHE

GIUNTA REGIONALE

*Testo aggiornato con le modifiche (in neretto) introdotte
dalla D.G.R. n. 37 del 20 gennaio 2004.*

Elenco delle categorie di edifici e di opere infrastrutturali di interesse strategico, di competenza regionale, la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile.

Edifici:

- Edifici destinati a sedi dell'Amministrazione Regionale (*).
- Edifici destinati a sedi dell'Amministrazione Provinciale (*).
- Edifici destinati a sedi di Amministrazioni Comunali (*).
- Edifici destinati a sedi di Comunità Montane (*).
- Strutture non di competenza statale individuate come sedi di sale operative per la gestione delle emergenze (SOUP, SOI, CPPC, COM, COC, etc.).
- Centri funzionali di protezione civile.
- Edifici ed opere individuate nei piani d'emergenza regionali, provinciali, comunali o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza.
- Ospedali e strutture sanitarie dotate di Pronto Soccorso o dipartimenti di emergenza, urgenza e accettazione.
- Sedi Aziende Unità Sanitarie Locali (*).
- Centrali operative 118.
- Presidi sanitari locali.

(Limitatamente agli edifici ospitanti funzioni/attività connesse con la gestione dell'emergenza.*

Infrastrutture

- Vie di comunicazione (strade, ferrovie, ecc.) regionali, provinciali e comunali, ed opere d'arte annesse, limitatamente a quelle strategiche individuate nei piani di emergenza o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza.
- Porti, aeroporti ed eliporti non di competenza statale individuati nei piani di emergenza o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza.
- Strutture non di competenza statale connesse con la produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica.
- Strutture non di competenza statale connesse con la produzione, trasporto e distribuzione di materiali combustibili (oleodotti, gasdotti, ecc.).
- Strutture connesse con il funzionamento di acquedotti locali.
- Strutture non di competenza statale connesse con i servizi di comunicazione (radio, telefonia fissa e portatile, televisione).
- Altre strutture eventualmente specificate nei piani di emergenza o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza.

Primo elenco delle categorie di edifici e di opere infrastrutturali, di competenza regionale, che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso.

Premessa

Il presente elenco è formulato attualmente in via preliminare e generale, tenendo conto delle categorie di edifici e infrastrutture che, in caso di collasso, possono provocare consistenti perdite di vite umane.

Tuttavia è evidente che una identificazione più precisa e puntuale sarà possibile solo a seguito della acquisizione di ulteriori dati in grado di configurare scenari più certi, anche attraverso lo studio di campioni significativi.

La stima del patrimonio cosiddetto “rilevante” dovrà quindi tener conto di ulteriori indagini, riguardanti anche gli edifici pubblici e le attività industriali, commerciali e produttive.

Una volta acquisiti tali elementi sarà possibile calibrare ulteriori scelte sulle tipologie da individuare, sull’eventualità di adozione di “soglie” minime di rilevanza, sul relativo impatto numerico ed economico e sul tipo di intervento.

Edifici

- Asili nido e scuole di ogni ordine e grado.
- Strutture ricreative (cinema, teatri, discoteche, mostre, etc.).
- Strutture destinate ad attività culturali (musei, biblioteche, sale convegni, etc.).
- Edifici aperti al culto non rientranti tra quelli di cui all'allegato 1, elenco B, punto 1.3 del Decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile, n° 3685 del 21.10.2003.
- Stadi ed impianti sportivi.
- Strutture sanitarie e/o socio-assistenziali con ospiti non autosufficienti (ospedali, case di cura, cliniche, case di riposo, ospizi, orfanotrofi, etc.).
- **Edifici e strutture aperte al pubblico adibite a grandi strutture di vendita, come definite dalle lettere c) e d) del comma 1 dell'art. 5 della Legge regionale n. 26 del 4 ottobre 1999, come modificata dalla Legge regionale n. 19 del 15 ottobre 2002, in attuazione del Decreto legislativo n. 114 del 31 marzo 1998.**
- Strutture a carattere industriale, non di competenza statale, di produzione e stoccaggio di prodotti insalubri o pericolosi.

Infrastrutture

- Stazioni non di competenza statale per il trasporto pubblico.
- Opere di ritenuta non di competenza statale.
- Impianti di depurazione.
- Altri manufatti connotati da intrinseche pericolosità eventualmente individuati in piani d'emergenza o in altre disposizioni di protezione civile.

Nuovo elenco delle strutture in Classe d'uso IV (Strategiche) e in Classe d'uso III (Rilevanti) ai sensi del D.M. Infrastrutture del 14.01.2008, della DGR Lazio n. 545/10 e del Regolamento Regionale n. 2/2012

A) CLASSE D'USO IV: *Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di evento sismico.*

- **Strutture Ospedaliere ***
 - a) Ambulatori, Case di Cura, Ospedali, Presidi Sanitari
 - b) Sedi A.S.L.
- **Strutture per l'Istruzione** inserite nei Piani di Emergenza di Protezione Civile Comunali che possono ospitare funzioni strategiche (COM, COC etc)
- **Strutture Civili ***
 - a) Municipi, Sedi Comunali decentrate, Sedi Vigili Urbani
 - b) Sedi Prefetture
 - c) Sedi Protezione Civile e Capannoni adibiti a Protezione Civile
 - d) Sedi Regionali, Provinciali
 - e) Sedi di Uffici dello Stato
- **Strutture Militari ***
 - a) Caserme delle Forze Armate, dei Carabinieri, del Corpo Forestale dello Stato, della Guardia di Finanza, della Pubblica Sicurezza, dei Vigili del Fuoco
- **Strutture Industriali**
 - a) Industrie con attività di produzione di "sostanze pericolose per l'ambiente" (D.Lgs 334/1999 e s.m.i) in cui può avvenire un incidente rilevante per evento sismico.
- **Infrastrutture**
 - a) Centrali Elettriche ad Alta Tensione
 - b) Dighe connesse al funzionamento di acquedotti ed a impianti di produzione di energia elettrica.
 - c) Gallerie, Ponti, Viadotti di reti viarie di tipo A o B (D.M. del 05.11.2001 n. 6792), o di tipo C se appartenenti a itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non serviti da strade di tipo A o B
 - d) Gallerie, Ponti, Viadotti di reti ferroviarie
 - e) Impianti per le telecomunicazioni (radio, televisioni, ponti radio), con altezza ≥ 15 mt. e fondazione superficiale o profonda

B) CLASSE D'USO III: *Costruzioni rilevanti il cui uso preveda affollamenti significativi con riferimento a un eventuale collasso della struttura*

- **Strutture per l'Istruzione ***
 - a) Asili Nido, Plessi Scolastici, Scuole di ogni ordine e grado,
 - b) Conservatori
 - c) Orfanotrofi
 - d) Palestre scolastiche
 - e) Provveditorati
 - f) Università

- **Strutture Civili ***
 - a) Alberghi
 - b) Attività Commerciali con cubatura $\geq 500\text{m}^3$
 - c) Auditorium, Biblioteche, Cinema, Edifici per mostre, Ludoteche, Musei, Pinacoteche e Teatri
 - d) Banche, Centri Commerciali, Mercati
 - e) Campanili, Chiese, Chiese Cimiteriali, Edifici di Culto, Obitori
 - f) Carceri
 - g) Centri polifunzionali, Sale comuni di circoli sportivi, Sedi Pro-Loco, con cubatura $\geq 500\text{m}^3$
 - h) Coperture e tribune di impianti sportivi, Stadi
 - i) Edifici di proprietà pubblica od a uso pubblico con cubatura $\geq 20.000\text{m}^3$
 - j) Palazzi dello Sport e Palestre
 - k) Poste e Telegrafi
 - l) Uffici Giudiziari

- **Strutture Industriali**
 - a) Industrie con attività pericolose per l'ambiente non ricadenti nella Classe IV

- **Infrastrutture**
 - a) Centrali Elettriche a Media Tensione, Centrali di cogenerazione, Impianti eolici, Termovalorizzatori
 - b) Dighe non ricadenti nella Classe IV, ma comunque rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso
 - c) Edifici delle Stazioni Ferroviarie, delle Stazioni di autobus e tranviarie, delle Stazioni della Metropolitana, dei Terminal Portuali e Aeroportuali.
 - d) Gallerie, Viadotti, Ponti di reti viarie ricadenti nel tipo C se non già indicato in Classe IV la cui interruzione provochi situazioni di emergenza.

* come unica unità strutturale o anche se inserita all'interno di edifici adibiti ad altra destinazione d'uso.

**LA CLASSE D'USO CORRISPONDE CERTAMENTE ALL'IMPORTANZA
DELL'OPERA MA SOPRATTUTTO AGLI EFFETTI DERIVANTI DA
EVENTUALI DANNEGGIAMENTI**

**Esempio: PASSERELLA PEDONALE SOVRA PASSANTE
AUTOSTRADA:
Classe d'uso IV**

**SPETTA COMUNQUE AL COMMITTENTE
(PUBBLICA AMMINISTRAZIONE)
INDICARE LA VITA NOMINALE E LA CLASSE D'USO**

NTC 2008

2.4.3 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N \cdot C_U \quad (2.4.1)$$

Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in Tab. 2.4.II.

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.~~

NTC 2018

2.4.3. PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche sulle costruzioni vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N \cdot C_U \quad [2.4.1]$$

Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in Tab. 2.4.II.

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

Per le costruzioni a servizio di attività a rischio di incidente rilevante si adotteranno valori di C_U anche superiori a 2, in relazione alle conseguenze sull'ambiente e sulla pubblica incolumità determinate dal raggiungimento degli stati limite.

NTC 2008

2.7 VERIFICHE ALLE TENSIONI AMMISSIBILI

Relativamente ai metodi di calcolo, è d'obbligo il Metodo agli stati limite di cui al § 2.6.

Per le costruzioni di tipo 1 e 2 e Classe d'uso I e II, limitatamente a siti ricadenti in Zona 4, è ammesso il Metodo di verifica alle tensioni ammissibili. Per tali verifiche si deve fare riferimento alle norme tecniche di cui al D.M. LL. PP. 14.02.92, per le strutture in calcestruzzo e in acciaio, al D.M. LL. PP. 20.11.87, per le strutture in muratura e al D.M. LL. PP. 11.03.88 per le opere e i sistemi geotecnici.

Le norme dette si debbono in tal caso applicare integralmente, salvo per i materiali e i prodotti, le azioni e il collaudo statico, per i quali valgono le prescrizioni riportate nelle presenti norme tecniche.

Le azioni sismiche debbono essere valutate assumendo pari a 5 il grado di sismicità S, quale definito al § B. 4 del D.M. LL. PP. 16.01.1996, ed assumendo le modalità costruttive e di calcolo di cui al D.M. LL. PP. citato, nonché alla Circ. LL. PP. 10.04.97, n. 65/AA.GG. e relativi allegati.

Nella nuova versione delle NTC tale possibilità non sussiste più

concetto di STATO LIMITE ULTIMO



sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU): capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone ovvero comportare la perdita di beni, ovvero provocare gravi danni ambientali e sociali, ovvero mettere fuori servizio l'opera

concetto di STATO LIMITE DI ESERCIZIO



sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE): capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio

3.2.1. STATI LIMITE E RELATIVE PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO

Nei confronti delle azioni sismiche, sia gli Stati limite di esercizio (SLE) che gli Stati limite ultimi (SLU) sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli Stati limite di esercizio (SLE) comprendono:

- **Stato Limite di Operatività (SLO)**: *a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti in relazione alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;*
- **Stato Limite di Danno (SLD)**: *a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.*

Gli Stati limite ultimi (SLU) comprendono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)**: *a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità 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.*

NTC 2008

NTC 2018

Tab. 3.2.I – Probabilità di superamento P_{V_R} in funzione dello stato limite considerato

Stati Limite		P_{V_R} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

tempo di ritorno:

$$T_R = - V_R / \ln (1 - P_{V_R}) = - C_U V_N / \ln (1 - P_{V_R})$$

Esempi

Vita nominale:	$V_N = 50$ anni
Classe d'uso:	II
Stato limite:	SLV (ultimo – salvaguardia della vita)
Coefficiente d'uso:	$C_U = 1,0$
Periodo di riferimento:	$V_R = 1,0 \times 50 = 50$ anni
Probabilità di superamento:	$P_{VR} = 0,10$ (10% nel periodo di riferimento)
Tempo di ritorno:	$T_R = -50 / \ln(1-0,10) = 475$ anni

Vita nominale:	$V_N = 50$ anni
Classe d'uso:	III
Stato limite:	SLV (ultimo – salvaguardia della vita)
Coefficiente d'uso:	$C_U = 1,5$
Periodo di riferimento:	$V_R = 1,5 \times 50 = 75$ anni
Probabilità di superamento:	$P_{VR} = 0,10$ (10% nel periodo di riferimento)
Tempo di ritorno:	$T_R = -75 / \ln(1-0,10) = 712$ anni

Vita nominale: $V_N = 50$ anni
Classe d'uso: **IV**
Stato limite: SLV (ultimo – salvaguardia della vita)
Coefficiente d'uso: $C_U = 2,0$
Periodo di riferimento: $V_R = 2,0 \times 50 = 100$ anni
Probabilità di superamento: $P_{VR} = 0,10$ (10% nel periodo di riferimento)
Tempo di ritorno: $T_R = -100 / \ln(1-0,10) = 949$ anni

Vita nominale: $V_N = 100$ anni
Classe d'uso: **IV**
Stato limite: SLV (ultimo – salvaguardia della vita)
Coefficiente d'uso: $C_U = 2,0$
Periodo di riferimento: $V_R = 2,0 \times 100 = 200$ anni
Probabilità di superamento: $P_{VR} = 0,10$ (10% nel periodo di riferimento)
Tempo di ritorno: $T_R = -200 / \ln(1-0,10) = 1898$ anni

NTC 2008 (approccio semplificato)

Tabella 3.2.II – *Categorie di sottosuolo*

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>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 $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i>

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}} \text{ [m/s]}.$$

$$N_{SPT,30} = \frac{\sum_{i=1,M} h_i}{\sum_{i=1,M} \frac{h_i}{N_{SPT,i}}}.$$

$$c_{u,30} = \frac{\sum_{i=1,K} h_i}{\sum_{i=1,K} \frac{h_i}{c_{u,i}}}.$$

NTC 2008

Tabella 3.2.III – *Categorie aggiuntive di sottosuolo.*

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

LACUNE NELLA CLASSIFICA DI SOTTOSUOLO

$V_s = 360-800$ m/s spessore deposito $H < 30$ m

$V_s = 180-360$ m/s spessore deposito $H = 20-30$ m

$V_s < 180$ m/s spessore deposito $H = 20-30$ m

NTC 2018 (approccio semplificato)

3.2.2 Categorie di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della **risposta sismica** locale si valuta mediante **specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3**. In alternativa, **qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s .**

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II.

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

**COLMATE LE LACUNE DELLE NTC 2008
NELLA CLASSIFICA DI SOTTOSUOLO
SE SI UTILIZZA L'APPROCCIO SEMPLIFICATO**

**VIENE INTRODOTTO IL CONCETTO DI VELOCITA' EQUIVALENTE
 $V_{S,eq}$ in sostituzione di $V_{S,30}$**

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

H = profondità substrato ($V_s \geq 800$ m/s)

per $H > 30$ m $V_{S,eq} = V_{S,30}$ (H = 30 m)

NTC 2018

3.2.2 Categorie di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3.

7.11.3.1 RISPOSTA SISMICA LOCALE

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche del sottosuolo e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei terreni e degli ammassi rocciosi di cui è costituito. Alla scala della singola opera o del singolo sistema geotecnico, l'analisi della risposta sismica locale consente quindi di definire le modifiche che il segnale sismico di ingresso subisce, a causa dei suddetti fattori locali.

Le analisi di risposta sismica locale richiedono un'adeguata conoscenza delle proprietà geotecniche dei terreni, da determinare mediante specifiche indagini e prove.

Nelle analisi di risposta sismica locale, l'azione sismica di ingresso è descritta in termini di storia temporale dell'accelerazione (accelerogrammi) su di un sito di riferimento rigido ed affiorante con superficie topografica orizzontale (sottosuolo tipo A del § 3.2.2). Per la scelta degli accelerogrammi di ingresso, si deve fare riferimento a quanto già specificato al § 3.2.3.6.

3.2.3.6 IMPIEGO DI STORIE TEMPORALI DEL MOTO DEL TERRENO

Gli stati limite, ultimi e di esercizio, possono essere verificati mediante l'uso di storie temporali del moto del terreno artificiali o naturali.

.....

.....

L'uso di storie temporali del moto del terreno artificiali non è ammesso nelle analisi dinamiche di opere e sistemi geotecnici.

L'uso di storie temporali del moto del terreno generate mediante simulazione del meccanismo di sorgente e della propagazione è ammesso a condizione che siano adeguatamente giustificate le ipotesi relative alle caratteristiche sismogenetiche della sorgente e del mezzo di propagazione e che, negli intervalli di periodo sopraindicati, l'ordinata spettrale media non presenti uno scarto in difetto superiore al 20% rispetto alla corrispondente componente dello spettro elastico.

L'uso di storie temporali del moto del terreno naturali o registrate 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.

Le storie temporali del moto del terreno registrate devono essere selezionate e scalate in modo tale che i relativi spettri di risposta approssimino gli spettri di risposta elastici nel campo dei periodi propri di vibrazione di interesse per il problema in esame. Nello specifico la compatibilità con lo spettro di risposta elastico deve essere verificata in base alla media delle ordinate spettrali ottenute con i diversi accelerogrammi associati alle storie per un coefficiente di smorzamento viscoso equivalente ξ del 5%. L'ordinata spettrale media non deve presentare uno scarto in difetto superiore al 10% ed uno scarto in eccesso superiore al 30%, rispetto alla corrispondente componente dello spettro elastico in alcun punto dell'intervallo dei periodi propri di vibrazione di interesse per l'opera in esame per i diversi stati limite.



REXEL v 3.5

Computer aided code-based real record selection for seismic analysis of structures

(c) Iunio Iervolino, Carmine Galasso and Eugenio Chioccarelli, 2008-2013

Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura, Università degli Studi di Napoli Federico II, Italy.

1. Target Spectrum

Italian Building Code 2008

ag [g] 0.17

Longitude [°] 14.191

Latitude [°] 40.829

Map

Site class EC8 A

Topographic category T1

Nominal life 50 yea...

Functional type II

Limit state SLV (...)

Horizontal Vertical

Disaggregation for Conditional hazard for

(Italian sites) Sa(0s)... (Italian sites) PGV[S...]

2. Preliminary database search

Based on M, R M minimum 6 M maximum 7 records: 2x 33

R minimum [km] 0 R maximum [km] 30 events: 16

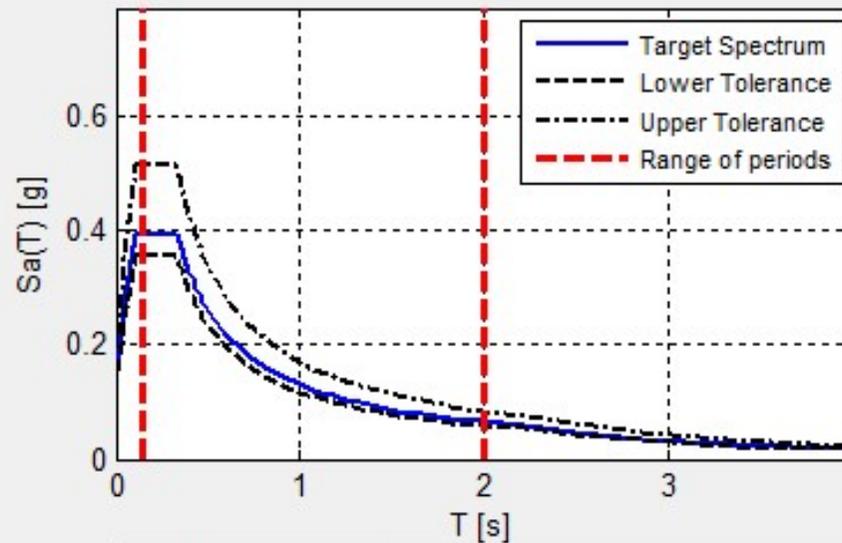
T [s] 1 Epsilon minimum -3 Epsilon maximum 3

Database European Strong-motion Data...

Site class Same as target spectrum

Check database Preliminary plot

Acceleration elastic response spectrum



Build code spectrum User-defined spectrum

Look at disaggregation Look at conditional hazard

3. Spectrum matching

Lower tolerance [%] 10

Upper tolerance [%] 30

T1 [s] 0.15

T2 [s] 2

Plot spectral bounds

4. Analysis options

Scaled records (PGA-normalized records' search)

I'm feeling lucky (Returns only the first combination found)

Set size

Individual record

7 records

30 records

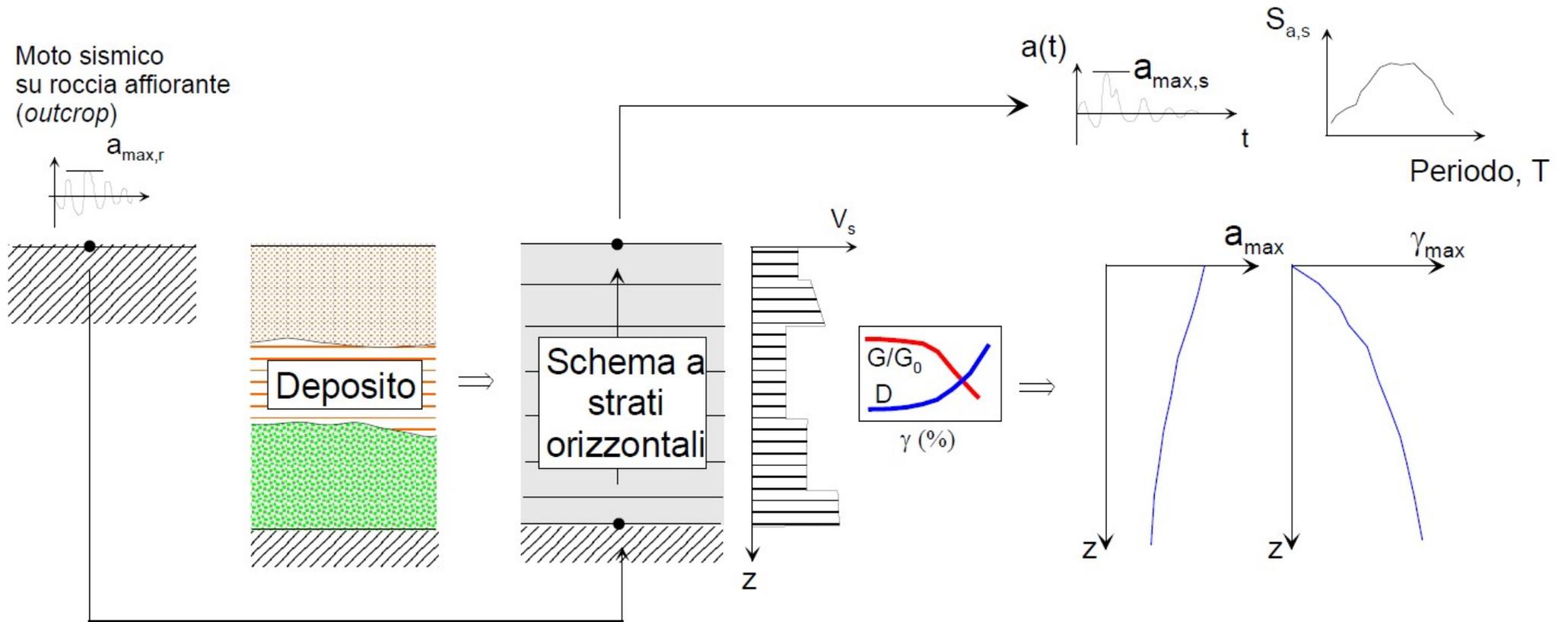
1 component

2 components

3 components

NEW SEARCH EXIT

RISPOSTA SISMICA LOCALE



NTC 2018

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

H = profondità substrato ($V_S \geq 800$ m/s)

per $H > 30$ m $V_{S,eq} = V_{S,30}$ ($H = 30$ m)

I valori di V_S sono ottenuti mediante specifiche prove ovvero, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

NTC 2008 NTC 2018

*Per le fondazioni superficiali, la profondità **del substrato** (30 m) è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.*

NTC 2008

NTC 2018

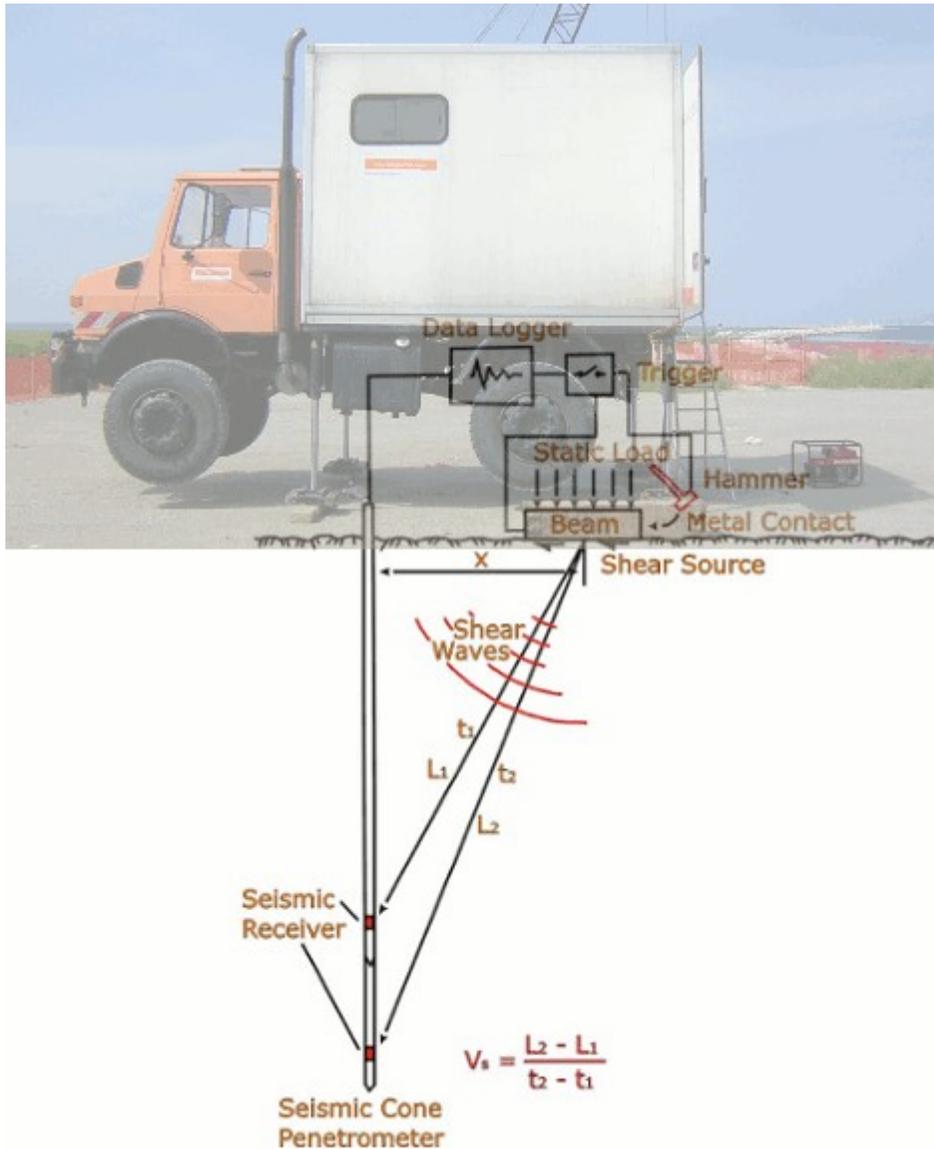
la misura diretta delle velocità V_S è fortemente raccomandata

la misura diretta delle velocità V_S diventa una regola

Metodi Geofisici

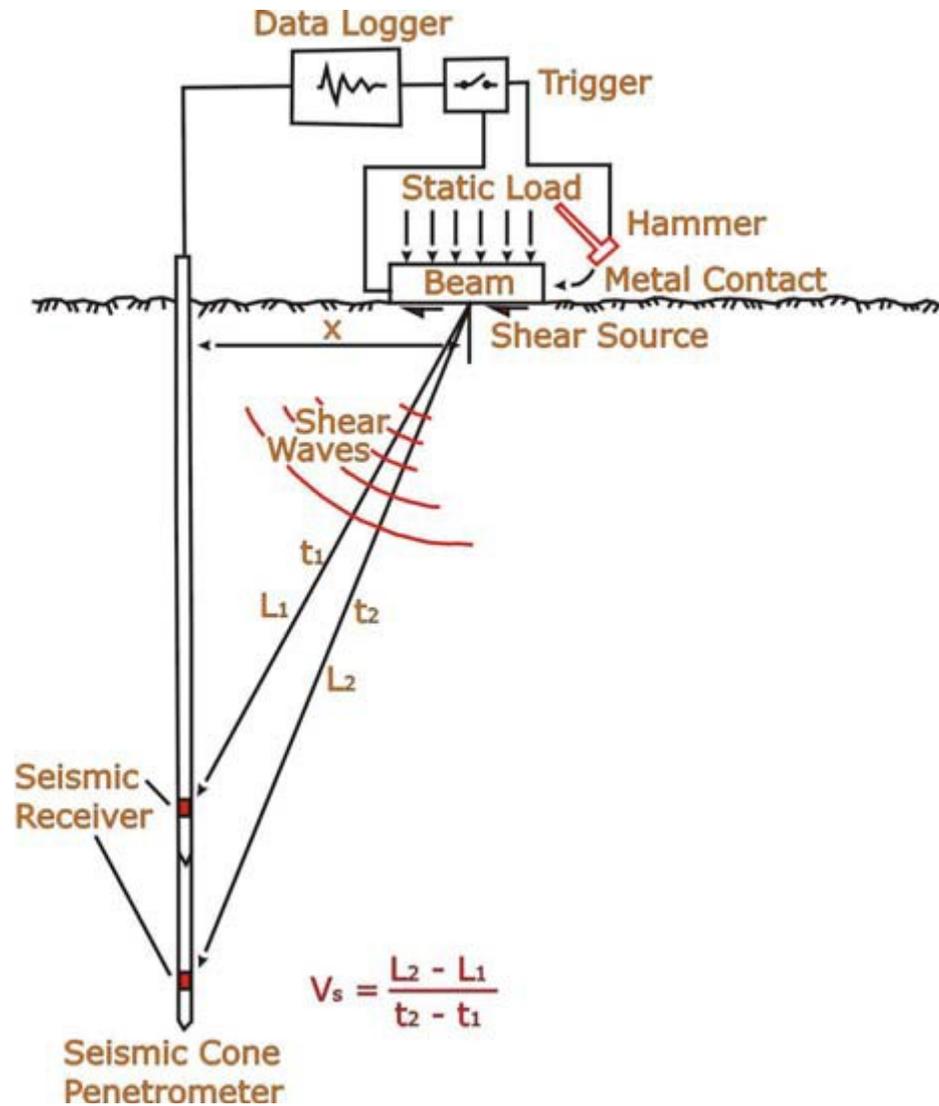
- Prove in foro
 - Prove Cross-hole
 - Prove Down-hole
 - In foro
 - ➔ • SCPT-SDMT
- Prove dalla superficie
 - Prove sismica a rifrazione (onde SH)
 - Analisi delle onde superficiali
 - Metodi attivi (SASW, MASW) ↘
 - Metodi passivi (fk, SPAC, ReMi, H/V)

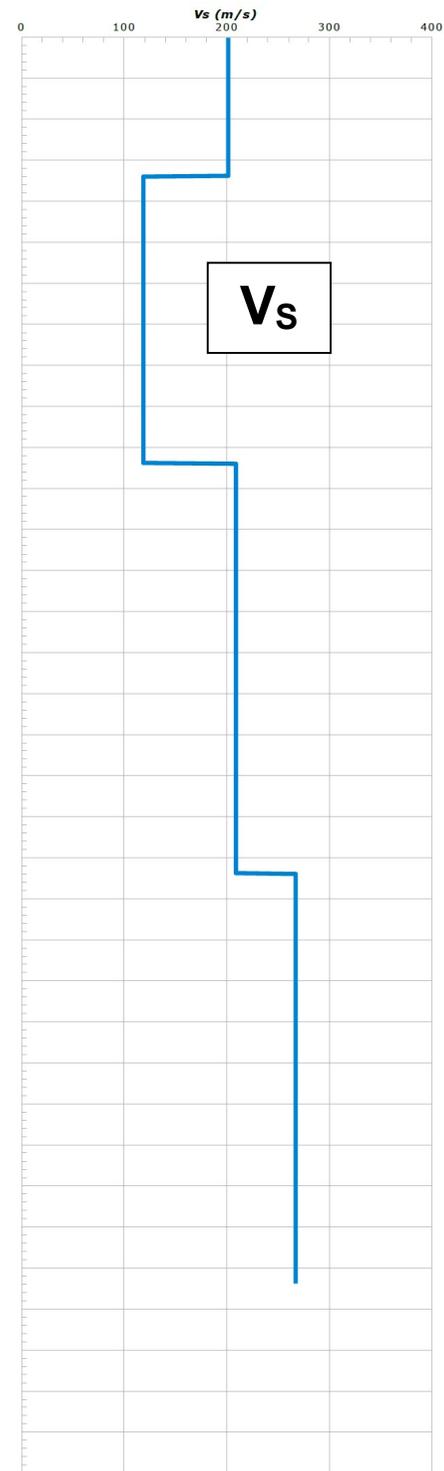
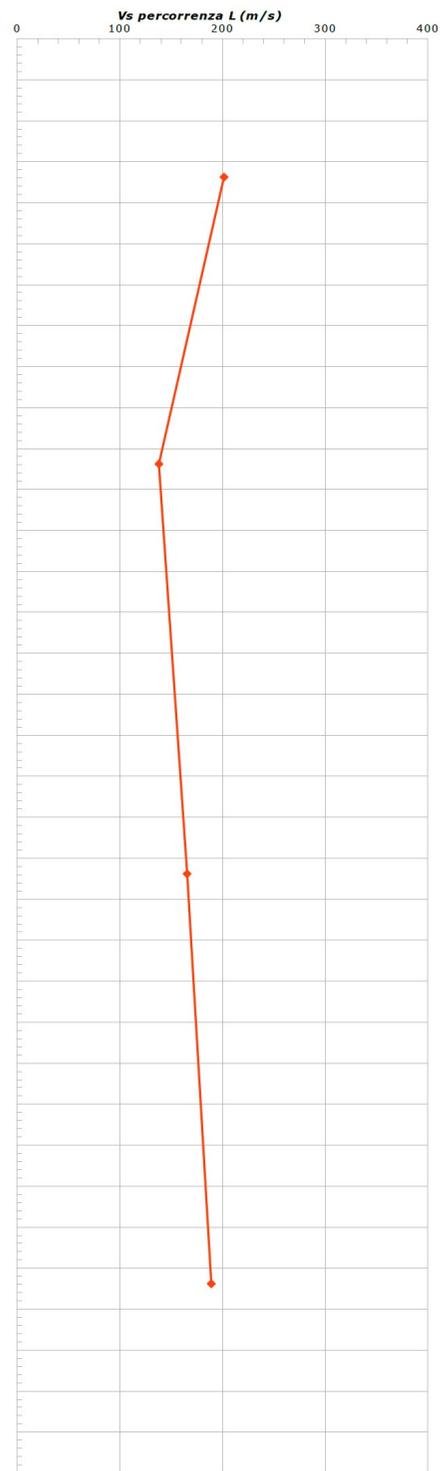
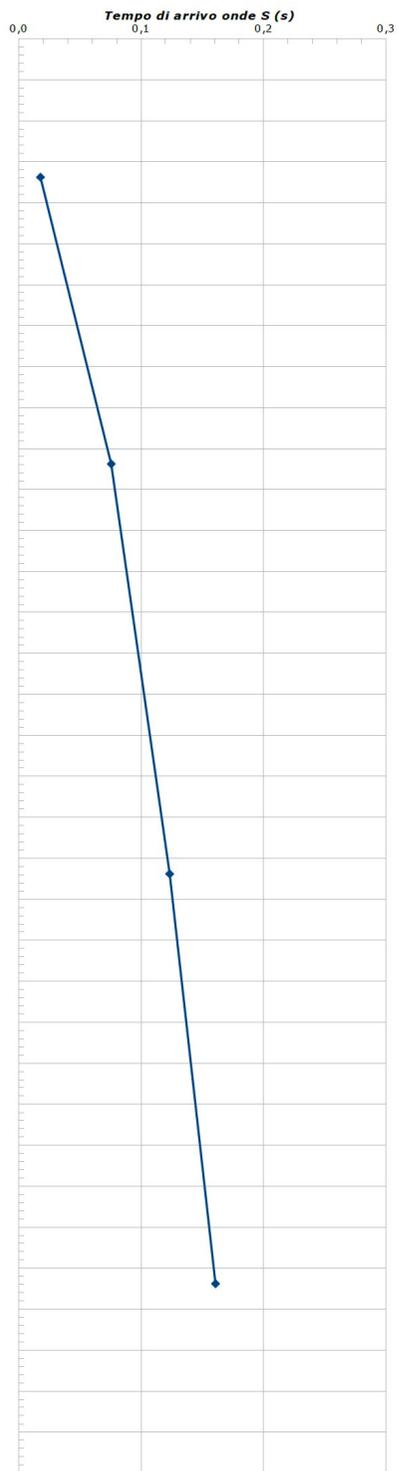
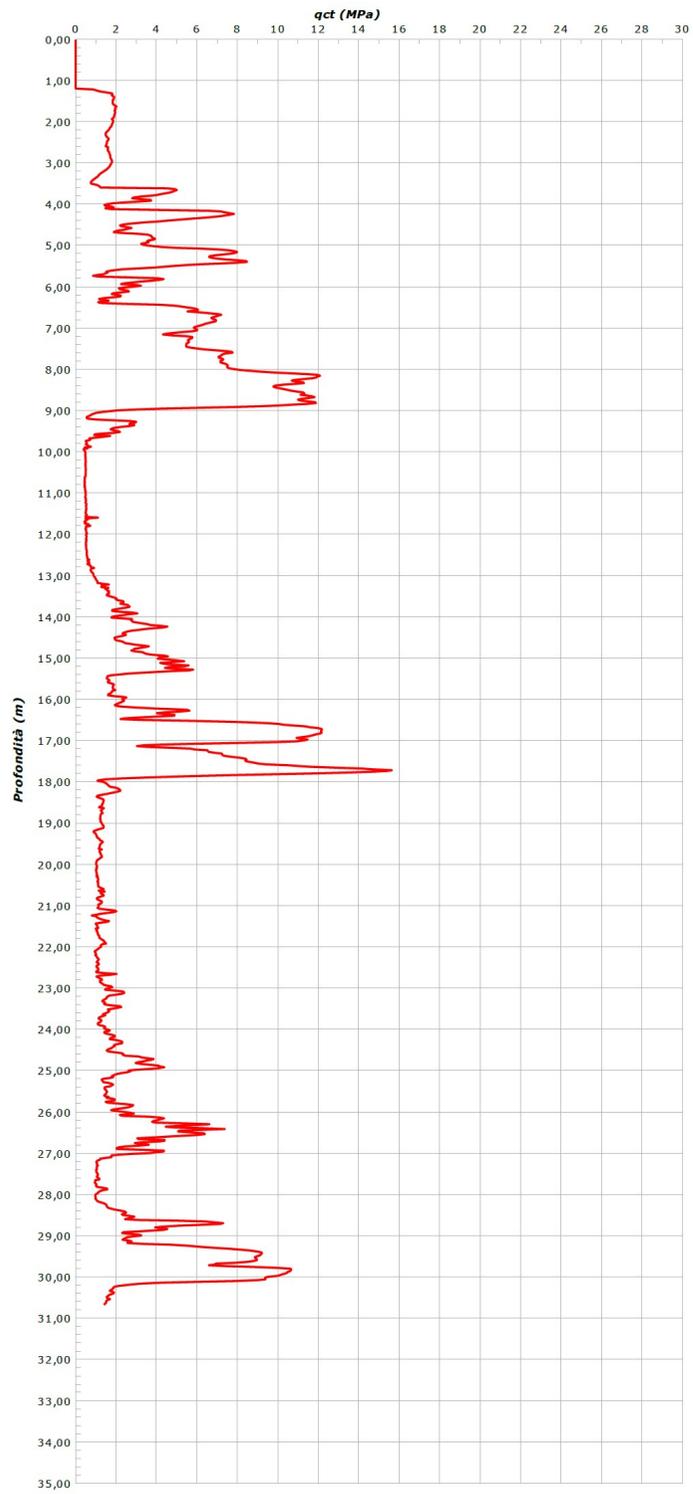
PIEZOCONO SISMICO



manicotto
contenente
geofoni per
acquisizione
dati

classica prova con piezocono
la cui infissione viene
arrestata ad intervalli regolari
di 1,00 metro per effettuare
l'acquisizione dei dati sismici
tramite sensori e sismografo:
la prima acquisizione dati
viene effettuata ad una
profondità non inferiore a
3,00 metri dal piano
campagna (inizio prova) a
causa della breve distanza e
quindi del brevissimo tempo
d'arrivo da misurare





PROVE H/V (METODI PASSIVI)

Prova HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) o H/V

per la valutazione sperimentale dei rapporti di ampiezza spettrale fra le componenti orizzontale (H) e verticale (V) delle vibrazioni ambientali (microtremori) in superficie, misurate con apposito sismometro a tre componenti

TROMOGRAFO DIGITALE PORTATILE



NTC 2008 NTC 2018

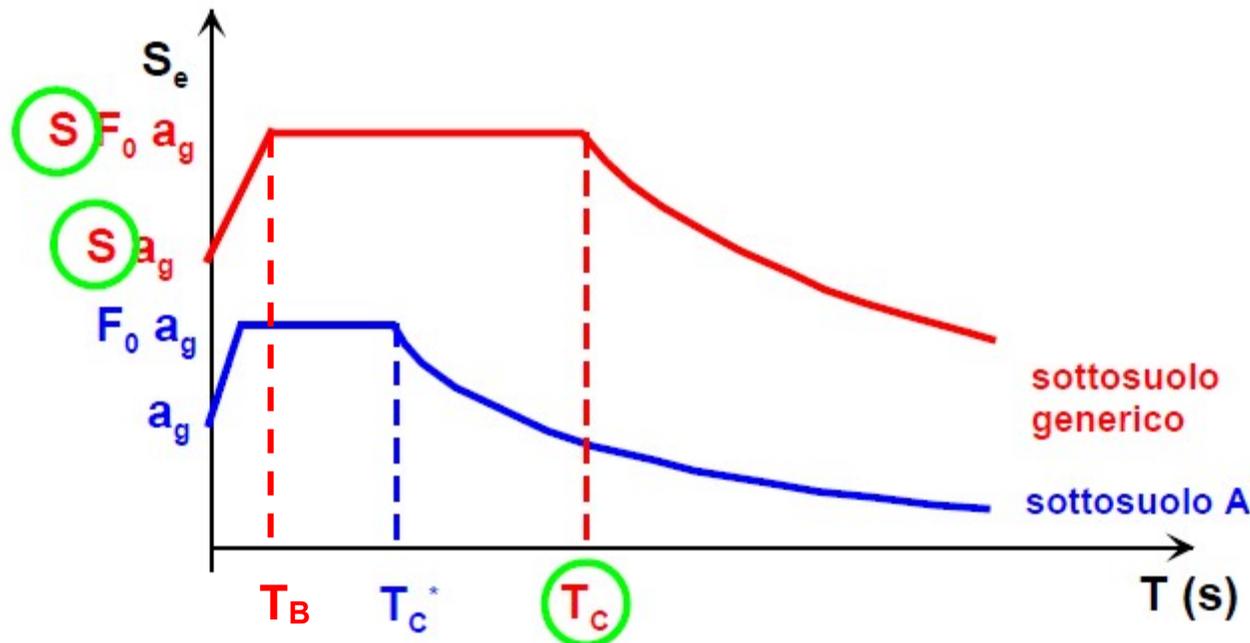
Spettro di risposta elastico in accelerazione componenti orizzontali

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

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

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

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



(approccio semplificato)

$$\eta = 1 \quad (\xi = 5\%)$$

$$S = S_S \cdot S_T$$

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

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

$$T_B = T_C / 3$$

$$T_D = 4,0 \cdot \frac{a_g}{g} + 1,6$$

Le NTC 2017 fanno riferimento
ai valori:

$$a_g \quad F_o \quad T_C^*$$

(sottosuolo rigido A)

forniti dalle NTC 2008
in corrispondenza dei vari punti
del reticolo di riferimento

NTC 2008**NTC 2018**

(approccio semplificato)

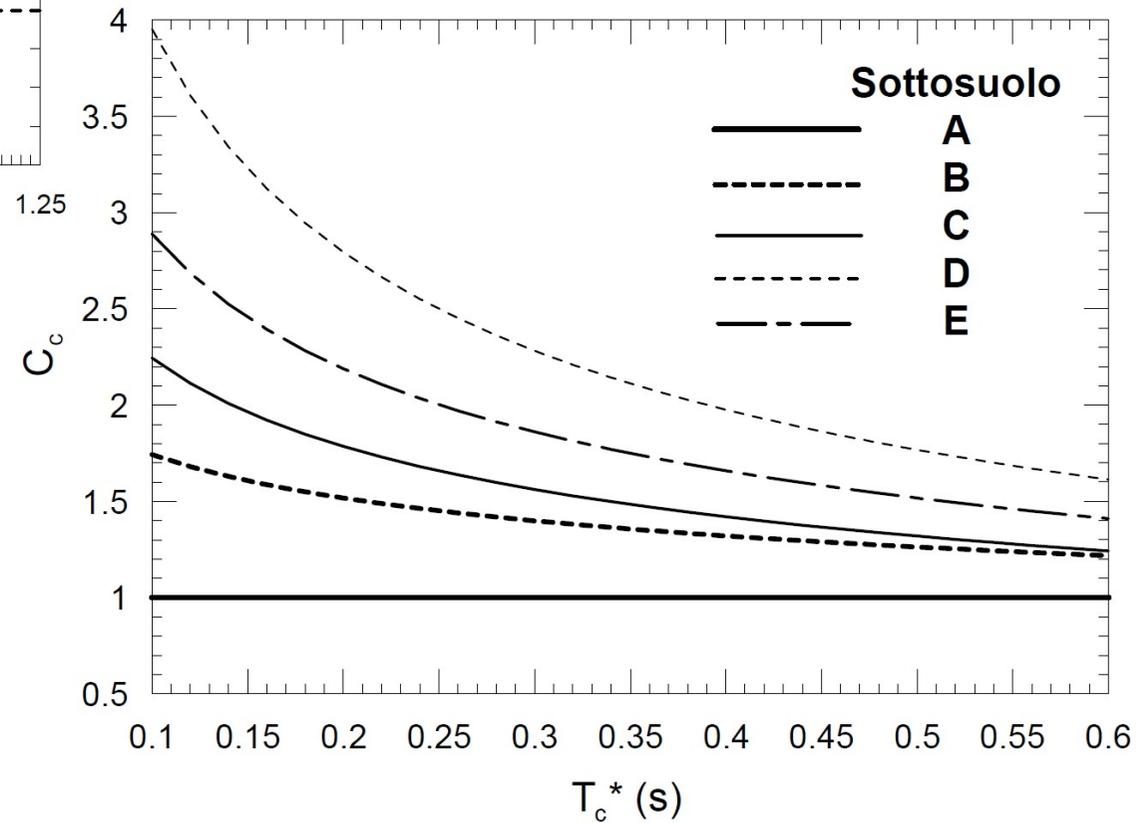
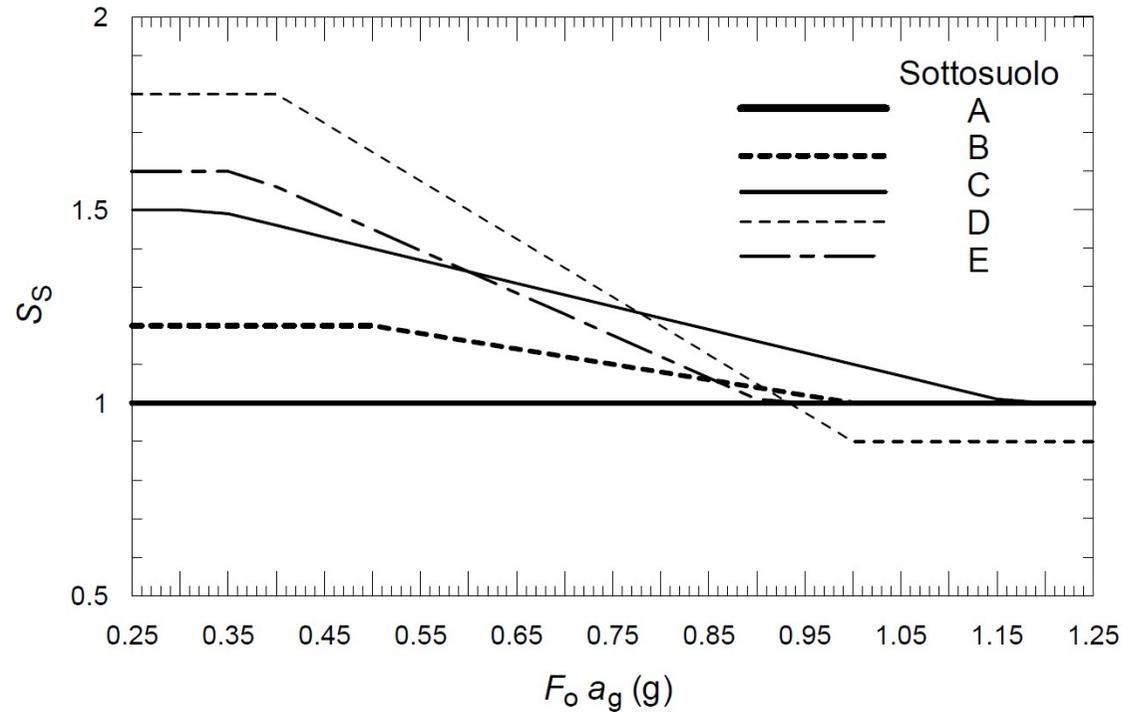
Tabella 3.2.V – Espressioni di S_S e di C_C

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

NTC 2008

NTC 2018

(approccio semplificato)



NTC 2008

NTC 2018

per configurazioni semplici:

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

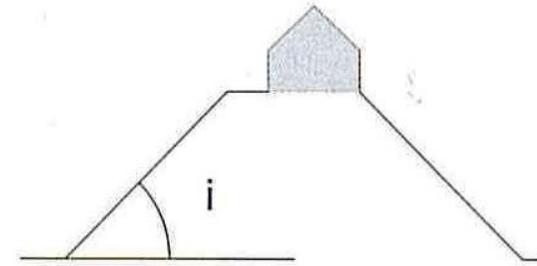
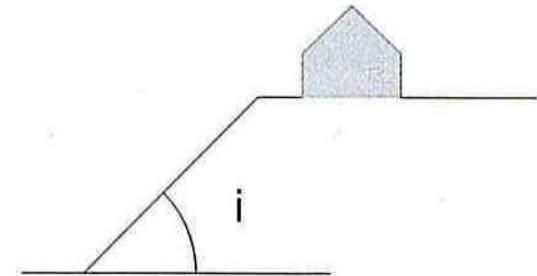
Le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

Tab. 3.2.V – *Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T*

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un **decremento lineare con l'altezza** del pendio o del rilievo, **dalla sommità o dalla cresta, dove S_T assume il valore massimo** riportato nella Tab. 3.2.V, **fino alla base, dove S_T assume valore unitario**.

Categoria topografica	Caratteristiche della superficie topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T_1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	-	1.0
T_2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	Sulla sommità del pendio	1.2
T_3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	Sulla cresta del rilievo	1.2
T_4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	Sulla cresta del rilievo	1.4



NTC 2008

NTC 2018

Spettro di progetto per SLU
componenti orizzontali

~~q = fattore di struttura~~ **q = fattore di comportamento**

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

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

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

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

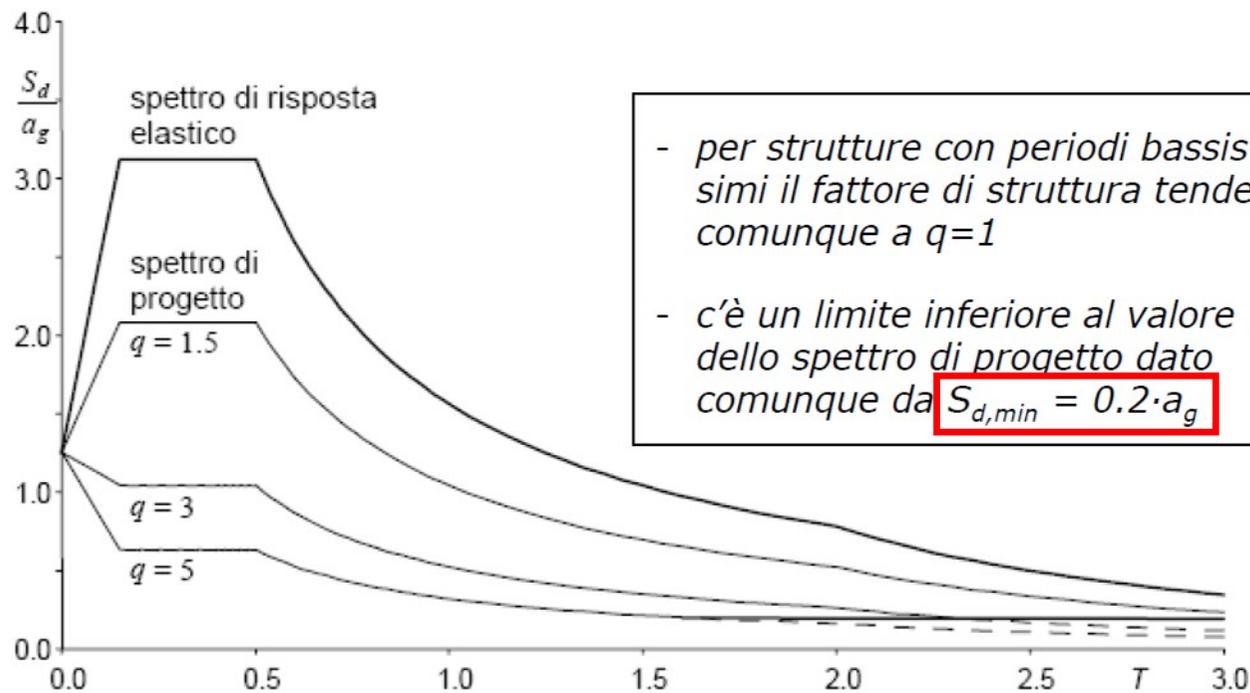
$$\eta = 1/q$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

$$T_B = T_C / 3$$

$$T_D = 4,0 \cdot \frac{a_g}{g} + 1,6$$

spettro di risposta di progetto $[S_d]$ si ottiene a partire dallo **spettro di risposta elastico** $[S_e]$ dividendo le ordinate per il ~~fattore di struttura~~ q : **fattore di comportamento** q



NTC 2008

NTC 2018

3.2.3.3 SPOSTAMENTO ORIZZONTALE E VELOCITÀ ORIZZONTALE DEL TERRENO

I valori dello spostamento orizzontale d_g e della velocità orizzontale v_g massimi del terreno sono dati dalle seguenti espressioni:

$$\begin{aligned}d_g &= 0,025 \cdot a_g \cdot S \cdot T_C \cdot T_D \\v_g &= 0,16 \cdot a_g \cdot S \cdot T_C\end{aligned}\tag{3.2.12}$$

dove a_g , S , T_C , T_D assumono i valori già utilizzati al § 3.2.3.2.1.

3.2.4.2 SPOSTAMENTO ASSOLUTO E RELATIVO DEL TERRENO

Il valore dello spostamento assoluto orizzontale massimo del suolo (d_g) può ottenersi utilizzando l'espressione [3.2.12].

Nel caso in cui sia necessario valutare gli effetti della variabilità spaziale del moto richiamati nel paragrafo precedente, il valore dello spostamento relativo tra due punti i e j caratterizzati dalle proprietà stratigrafiche del rispettivo sottosuolo ed il cui moto possa considerarsi indipendente, può essere stimato secondo l'espressione seguente:

$$d_{ij\max} = 1,25 \sqrt{d_{gi}^2 + d_{gj}^2}\tag{3.2.13}$$

dove d_{gi} e d_{gj} sono rispettivamente gli spostamenti massimi del suolo nei punti i e j , calcolati con riferimento alle caratteristiche locali del sottosuolo.

Il moto di due punti del terreno può considerarsi indipendente per punti posti a distanze notevoli, in relazione al tipo di sottosuolo; il moto è reso indipendente anche dalla presenza di forti variabilità orografiche tra i punti.

In assenza di forti discontinuità orografiche, lo spostamento relativo tra punti a distanza x (in m) si può valutare con l'espressione:

$$d_{ij}(x) = d_{ij0} + (d_{ij\max} - d_{ij0}) \left[1 - e^{-1,25(x/v_s)^{0,7}} \right] \quad [3.2.14]$$

dove v_s è la velocità di propagazione delle onde di taglio in m/s e d_{ij0} è dato dall'espressione

$$d_{ij0} = 1,25 |d_{gi} - d_{gj}| \quad [3.2.15]$$

Per punti che ricadano su sottosuoli differenti a distanza inferiore a 20 m, lo spostamento relativo è rappresentato da d_{ij0} ; se i punti ricadono su sottosuolo dello stesso tipo, lo spostamento relativo può essere stimato, anziché con l'espressione [3.2.14], con le espressioni

$$d_{ij}(x) = \frac{d_{ij\max}}{v_s} \cdot 2,3x \quad \text{per sottosuolo tipo D,} \quad [3.2.16]$$

$$d_{ij}(x) = \frac{d_{ij\max}}{v_s} \cdot 3,0x \quad \text{per sottosuolo di tipo diverso da D.}$$

Per la determinazione delle sollecitazioni indotte nei ponti dagli spostamenti relativi del terreno, si potranno utilizzare criteri riportati in documenti di comprovata validità.

RICERCA VALORI DI PERICOLOSITA' SISMICA

Le NTC 2018 [3.2 Azione Sismica] fanno riferimento ai valori:

a_g **F_o** (min 2,2) **T_c^***
(sottosuolo rigido A)

forniti dalle NTC 2008
in corrispondenza dei vari punti del reticolo di riferimento

NTC 2008 (approccio USUALE)

NTC 2018 (approccio STRAORDINARIO)

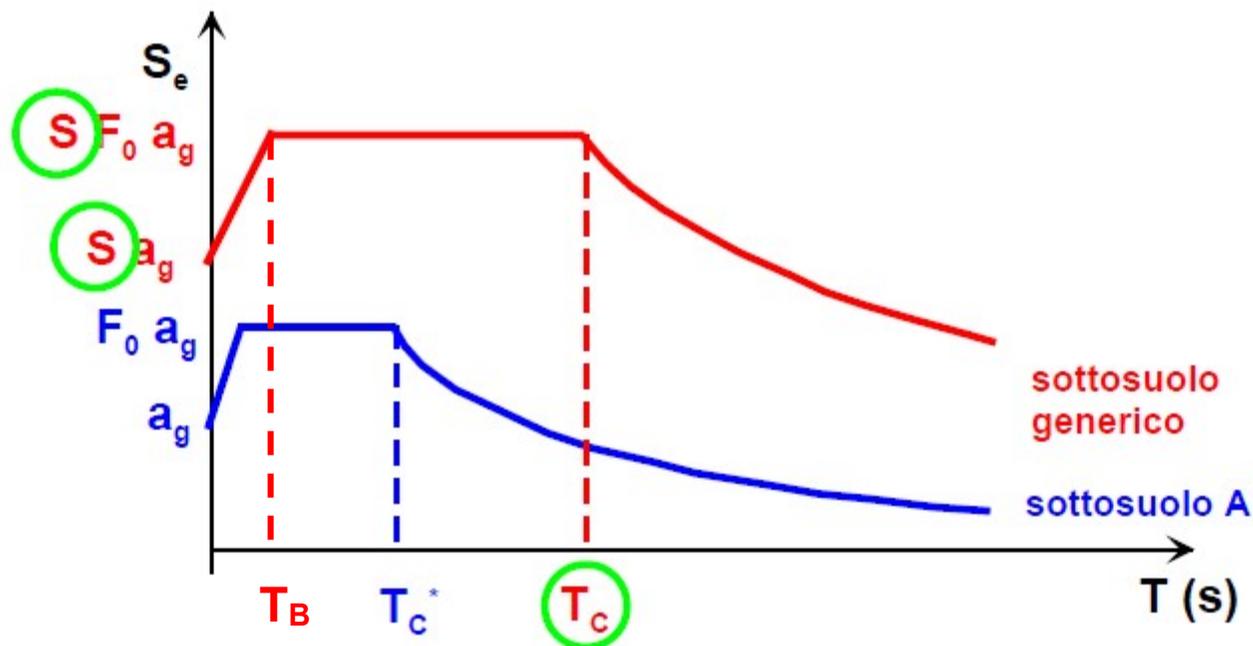
Spettro di risposta elastico in accelerazione componenti orizzontali

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

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

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

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



$$\eta = 1 \quad (\xi = 5\%)$$

$$S = S_S \cdot S_T$$

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

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

$$T_B = T_C / 3$$

$$T_D = 4,0 \cdot \frac{a_g}{g} + 1,6$$

dai valori di normativa:

a_g F_0 T_C^*

(relativi a sottosuolo rigido A)

con l'approccio semplificato si ricavano gli spettri di risposta relativi ai tipi di sottosuolo B-C-D-E

NTC 2008

Tabella 3.2.II – *Categorie di sottosuolo*

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un <u>graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità</u> e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Deposit</i> i di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un <u>graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità</u> e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Deposit</i> i di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un <u>graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità</u> e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento</i> (con $V_s > 800$ m/s).

Tabella 3.2.III – *Categorie aggiuntive di sottosuolo.*

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di <u>$V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s</u> (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno <u>strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza</u> , oppure che includono <u>almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche</u> .
S2	Depositi di <u>terreni suscettibili di liquefazione</u> , di <u>argille sensitive</u> o qualsiasi altra categoria di sottosuolo <u>non classificabile nei tipi precedenti</u> .

Per sottosuoli appartenenti alle ulteriori categorie S1 ed S2 di seguito indicate (Tab. 3.2.III), è necessario predisporre specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche, particolarmente nei casi in cui la presenza di terreni suscettibili di liquefazione e/o di argille d'elevata sensibilità possa comportare fenomeni di collasso del terreno.

CATEGORIA SPECIALE S2 in presenza di argille sensitive ($S_t > 10$)
argille sensitive: elevati valori del rapporto $S_t = c_u(\text{ind}) / c_u(\text{rim})$

CATEGORIA SPECIALE S2 in presenza di terreni liquefacibili

CATEGORIA SPECIALE S2 qualora non sussista
“un graduale miglioramento delle proprietà
meccaniche con la profondità”

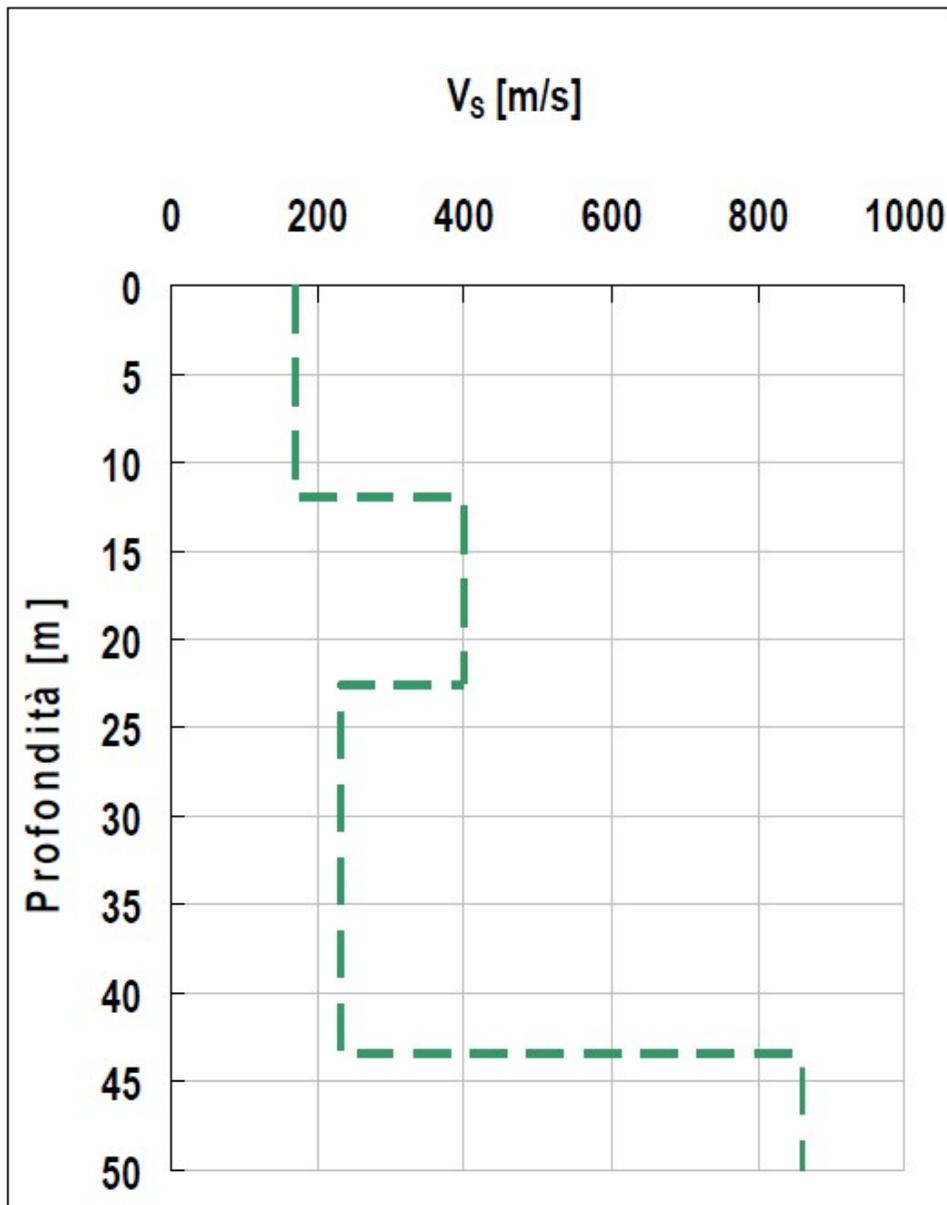
Categorie di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s .

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II.

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un <u>miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità</u> e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un <u>miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità</u> e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un <u>miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità</u> e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>



$$V_{S,30} = \frac{30}{\sum_{i=1..N} \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

$$V_{S,30} = \frac{30}{\frac{12}{170} + \frac{10.5}{400} + \frac{7.5}{230}} = 230 \text{ m/s}$$

~~Categoria C~~

Inversione di velocità !!

NO APPROCCIO SEMPLIFICATO

3.2.3.2.1 Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

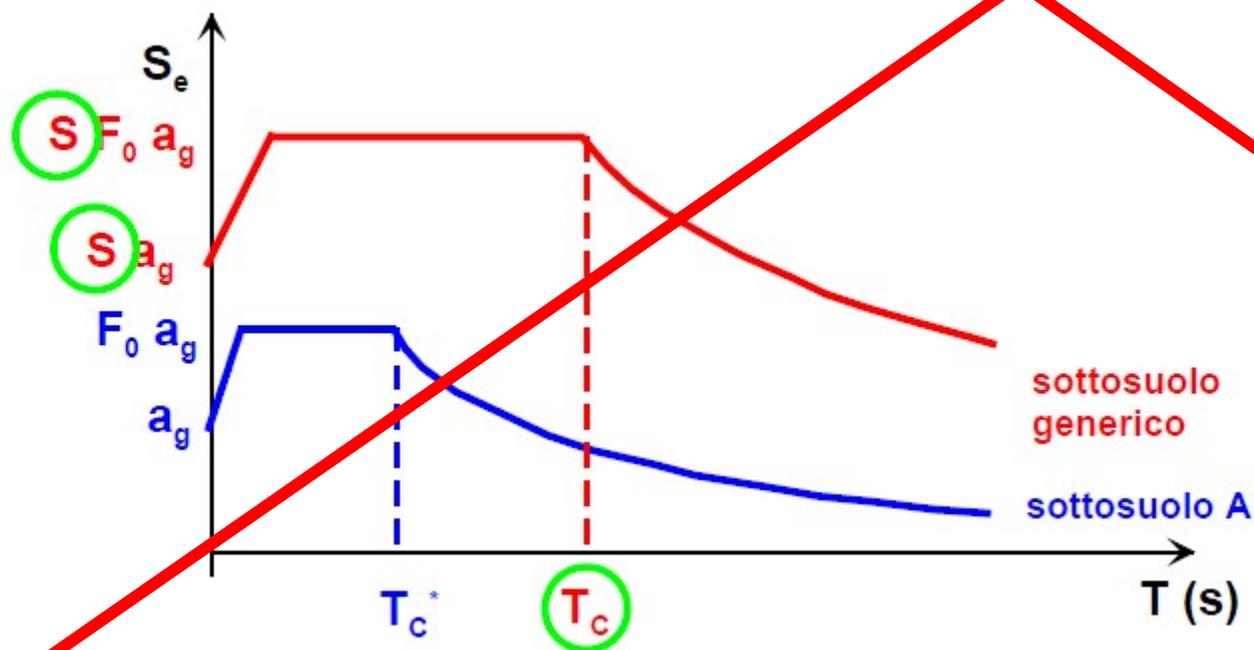
$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \quad S = S_S \cdot S_T$$

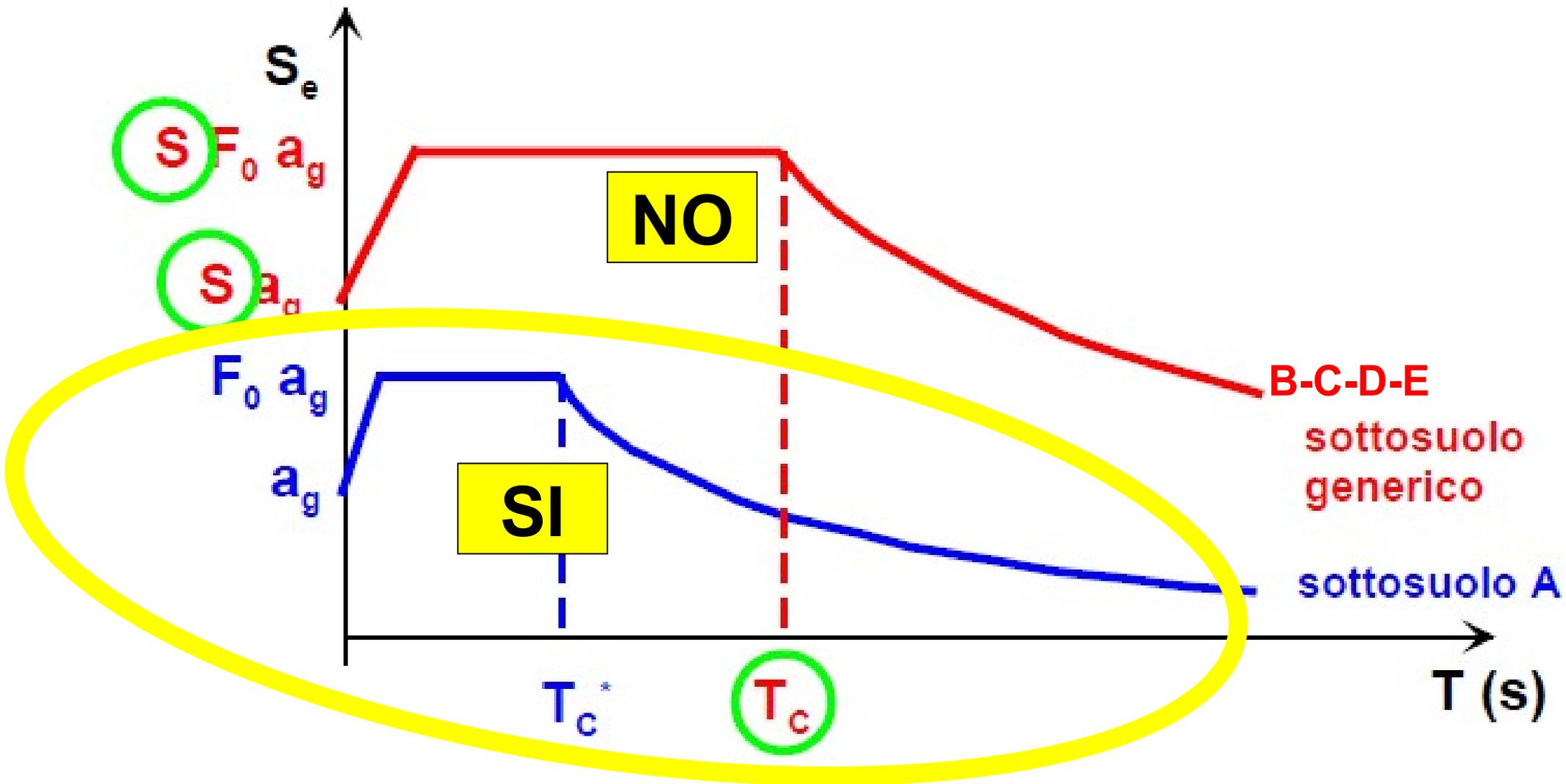
$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \quad \eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0,55$$

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

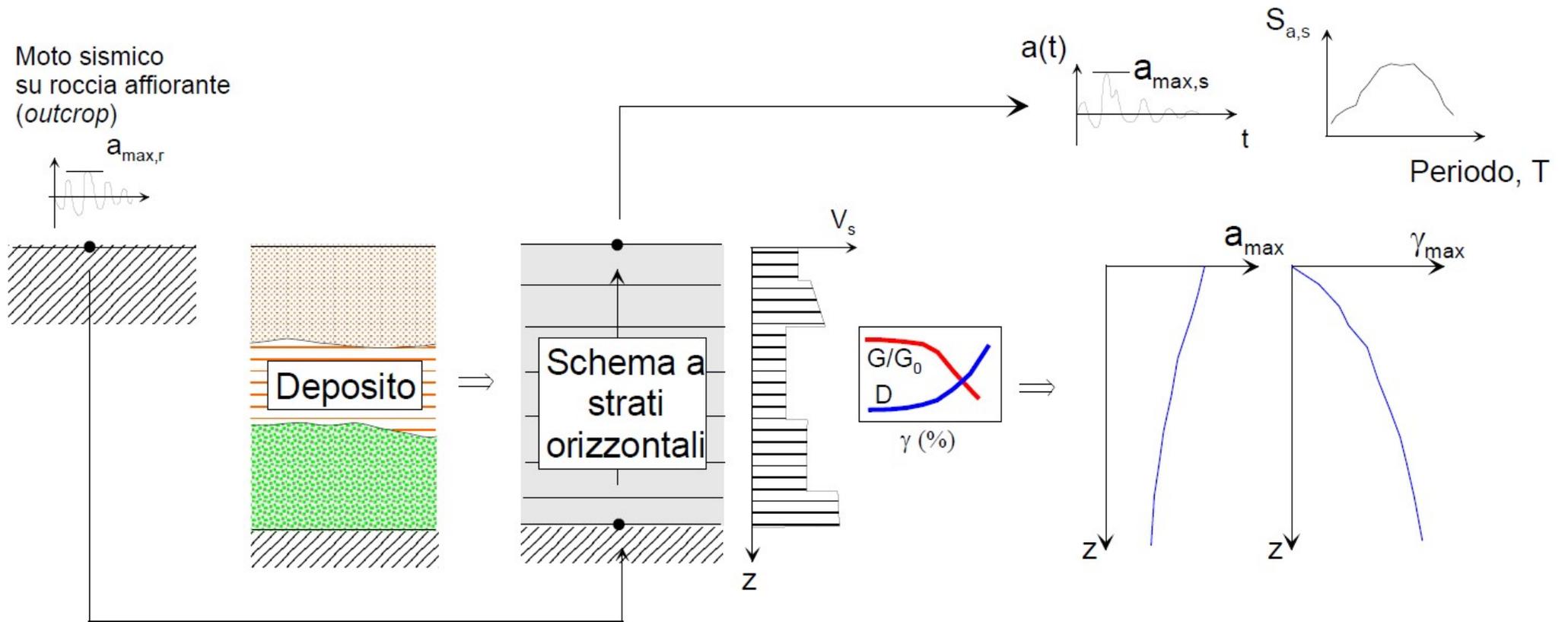
$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \quad T_B = T_C / 3$$

$$T_D = 4,0 \cdot \frac{a_g}{g} + 1,6$$

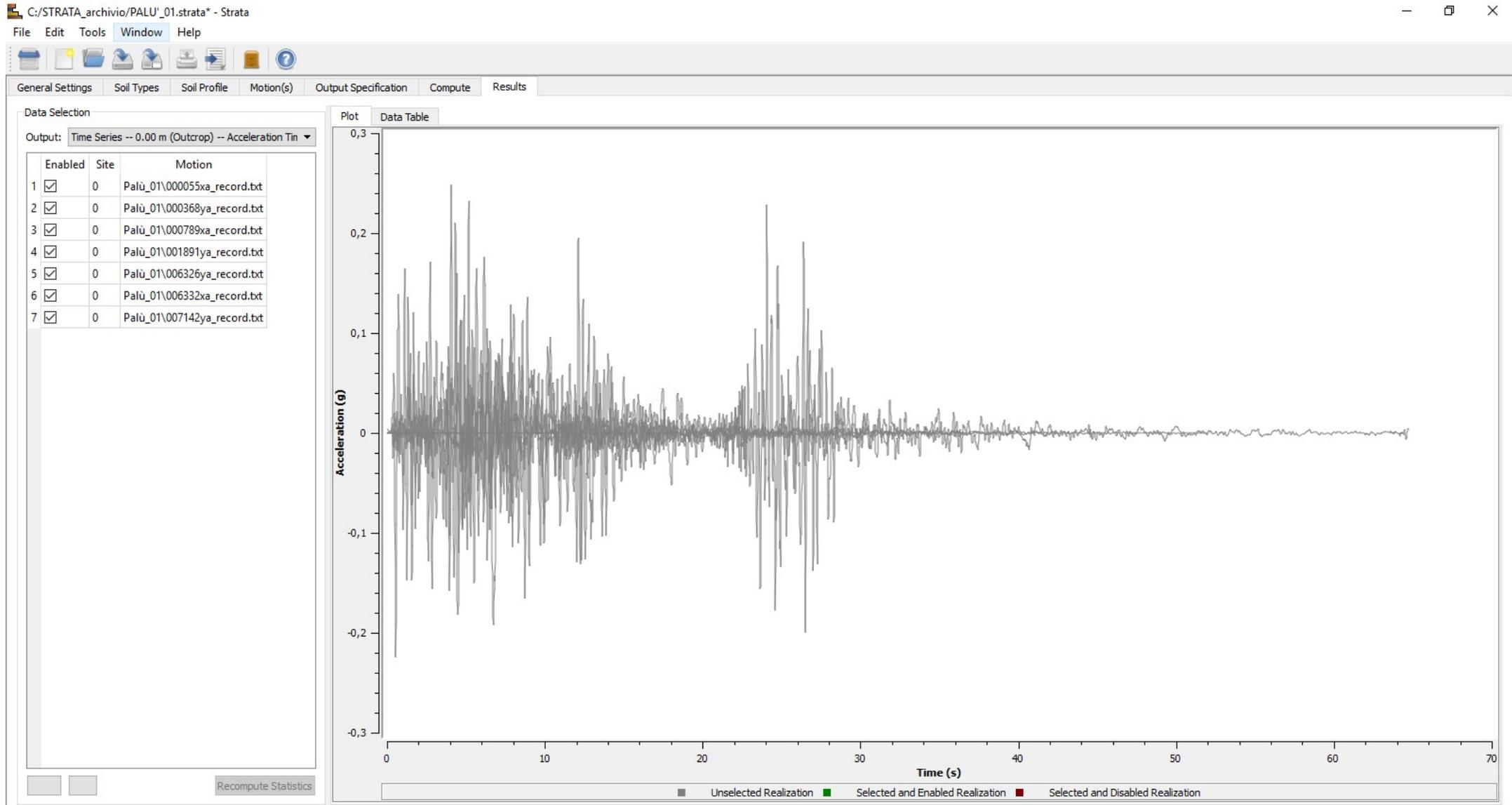




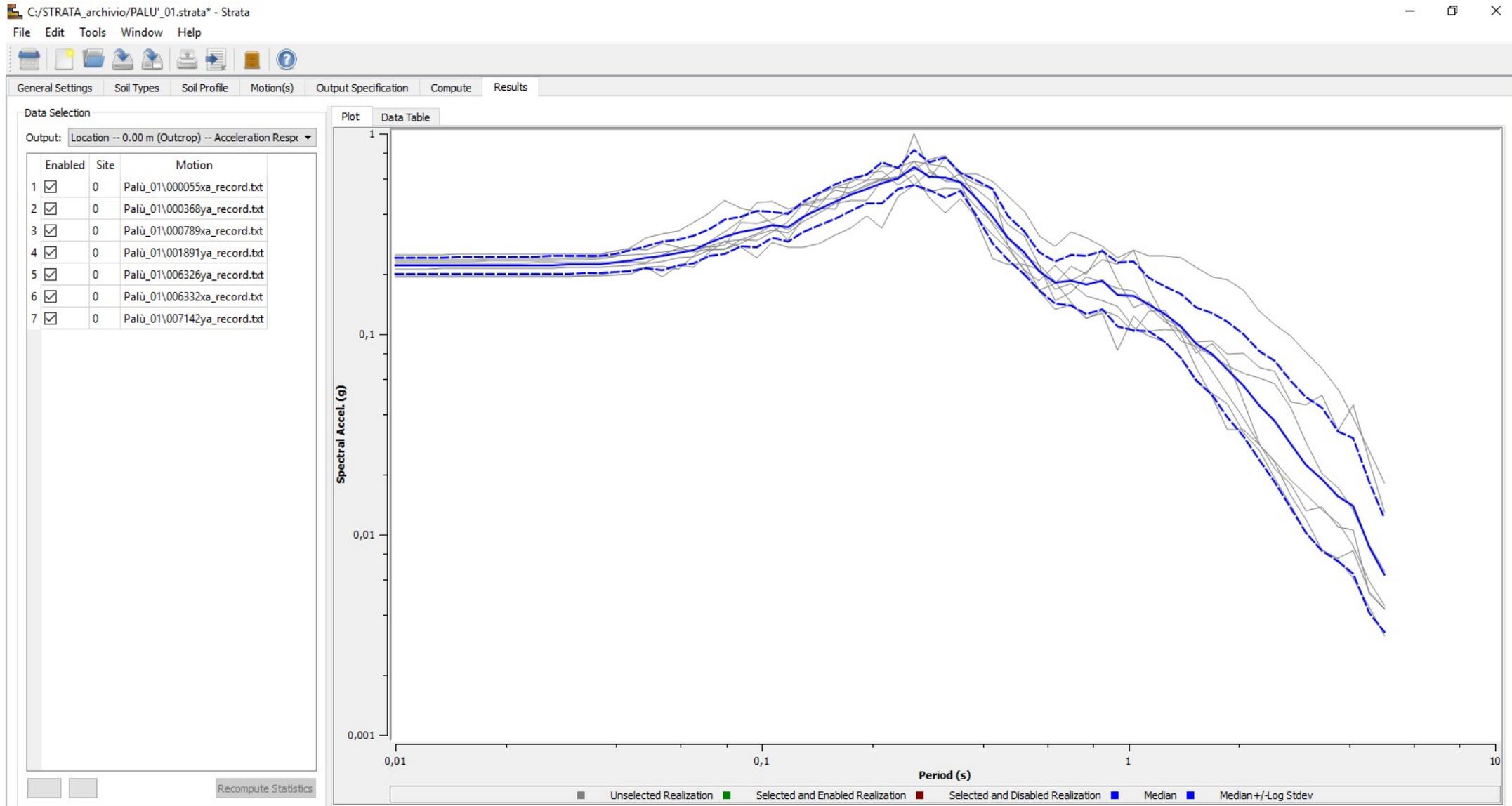
RISPOSTA SISMICA LOCALE



RISPOSTA SISMICA LOCALE



RISPOSTA SISMICA LOCALE



RICERCA VALORI DI PERICOLOSITA' SISMICA

RICERCA PER COMUNE

RICERCA PER COORDINATE

software Consiglio Superiore Lavori Pubblici
(elaborazioni "Spettri NTC ver.1.0.3" - Excel)

http://cslp.mit.gov.it/index.php?option=com_content&task=view&id=75&Itemid=20

software INGV <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>

RICERCA PER COMUNE

software Consiglio Superiore Lavori Pubblici
(elaborazioni "Spettri NTC ver.1.0.3" - Excel)

http://cslp.mit.gov.it/index.php?option=com_content&task=view&id=75&Itemid=20

Esempio

Comune di Mirabello (FE)

Opera: ristrutturazione Municipio

Classe d'uso: **IV**

Coefficiente d'uso: $C_U = 2$

Vita nominale: $V_N = 50$ anni

Periodo di riferimento: $V_R = V_N C_U = 50 \times 2 = 100$ anni

Stato limite: SLV (ultimo – salvaguardia della vita)

Probabilità di superamento: $P_{VR} = 0,10$ (10% nel periodo di riferimento)

Tempo di ritorno: $T_R = -V_R / \ln(1 - P_{VR}) = -100 / \ln(1 - 0,10) = 949$ anni

Velocità equivalente

onde di taglio (primi 30m):

$V_{S.30} = 168$ m/s

Sottosuolo tipo: D

elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver.1.0.3"

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

11,4628

LATITUDINE

44,8267

Ricerca per comune

REGIONE

Emilia-Romagna

PROVINCIA

Ferrara

COMUNE

Mirabello

Elaborazioni grafiche

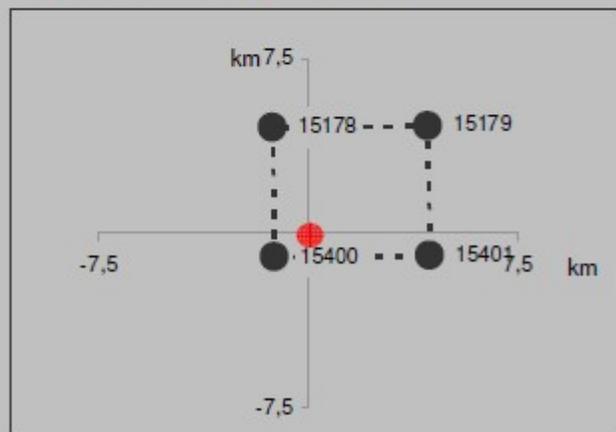
Grafici spettri di risposta

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

elaborazioni
"Spettri NTC ver. 1.0.3"
(Excel)

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

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri



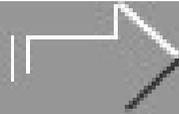
Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,038	2,554	0,254
50	0,050	2,463	0,271
72	0,059	2,497	0,278
101	0,071	2,525	0,272
140	0,083	2,612	0,264
201	0,100	2,576	0,270
475	0,147	2,589	0,271
975	0,198	2,539	0,277
2475	0,284	2,441	0,291

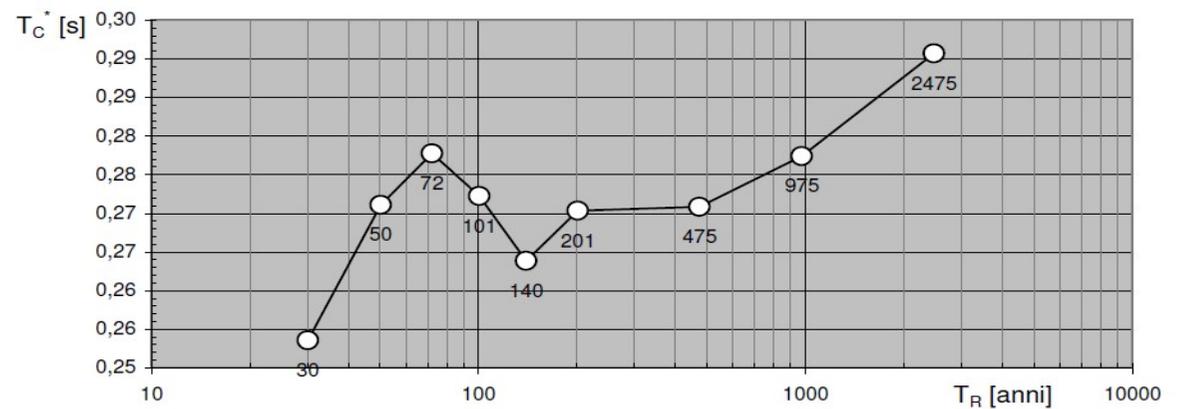
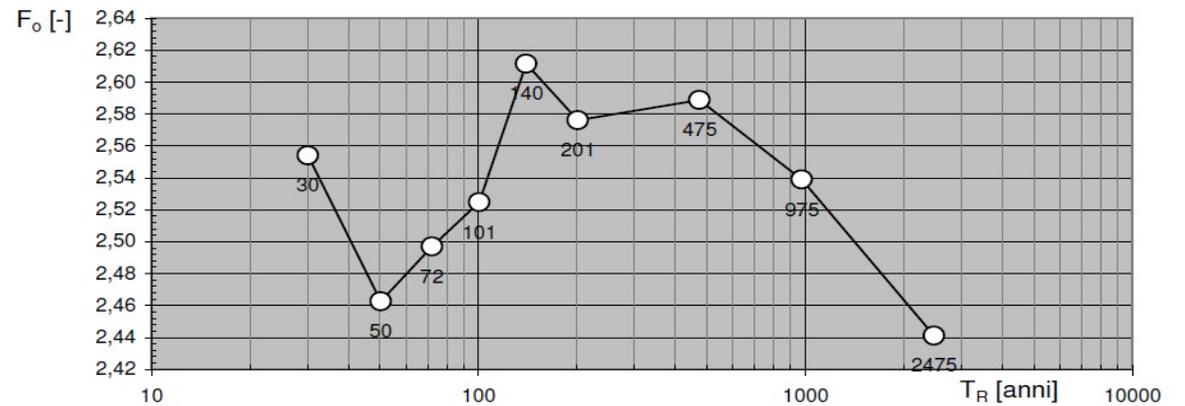
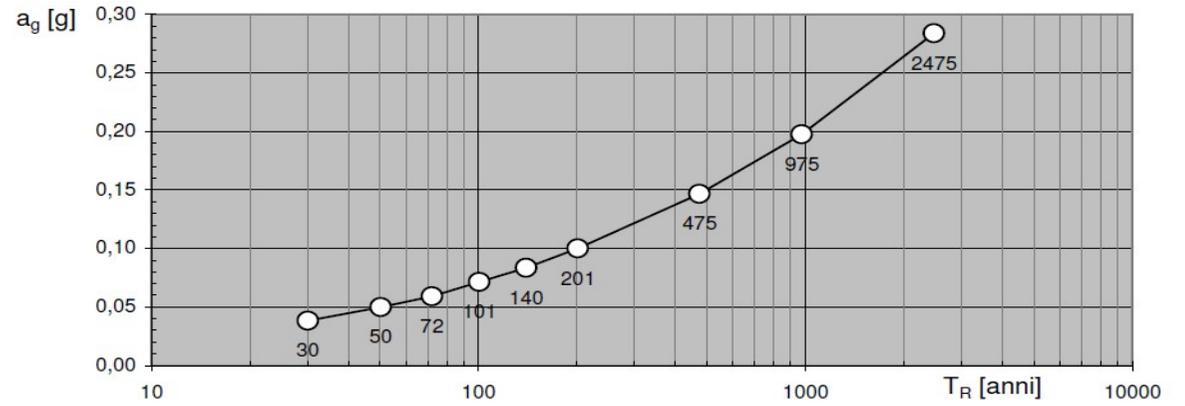
sottosuolo tipo A

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* : variabilità col periodo di ritorno T_R

Variabilità dei parametri



sottosuolo tipo A



FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE	$\left\{ \begin{array}{l} \text{SLO} - P_{VR} = 81\% \\ \text{SLD} - P_{VR} = 63\% \end{array} \right.$	<input type="text" value="60"/>	
		<input type="text" value="101"/>	
Stati limite ultimi - SLU	$\left\{ \begin{array}{l} \text{SLV} - P_{VR} = 10\% \\ \text{SLC} - P_{VR} = 5\% \end{array} \right.$	<input type="text" value="949"/>	
		<input type="text" value="1950"/>	

Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

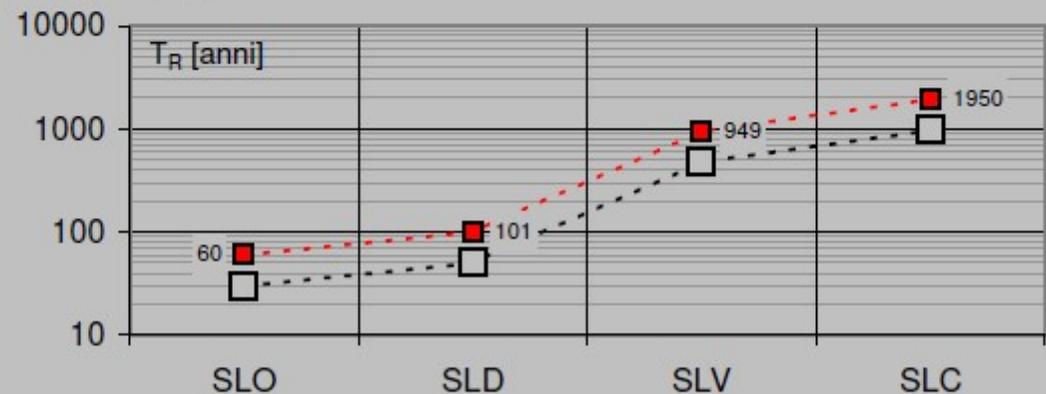
Tabella parametri azione

LEGENDA GRAFICO

-- □ -- Strategia per costruzioni ordinarie

- - ■ - - Strategia scelta

Strategia di progettazione



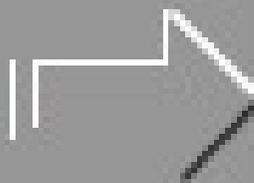
INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Tabella parametri azione

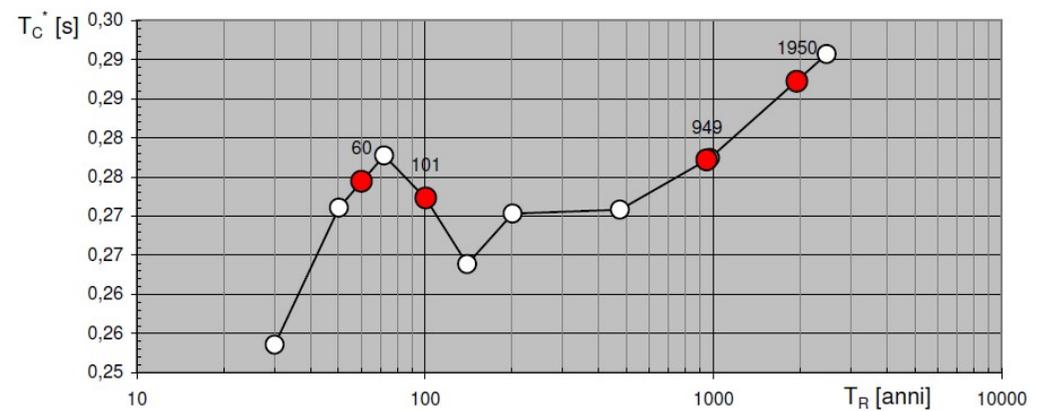
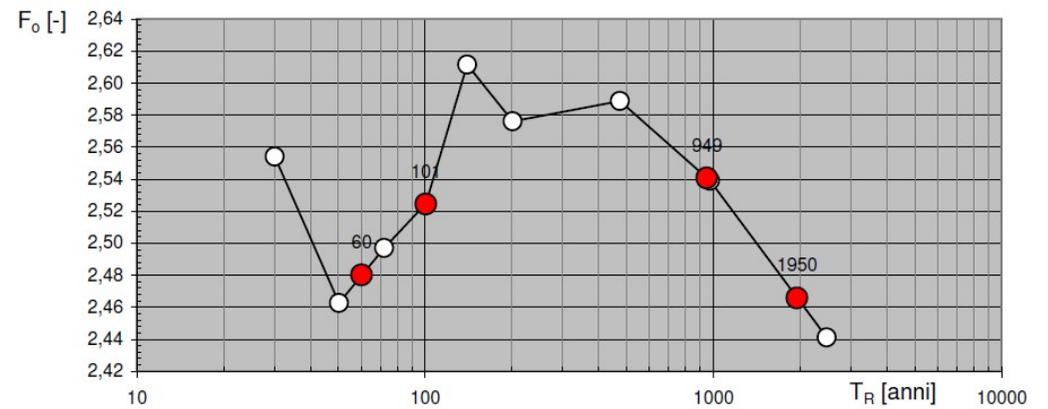
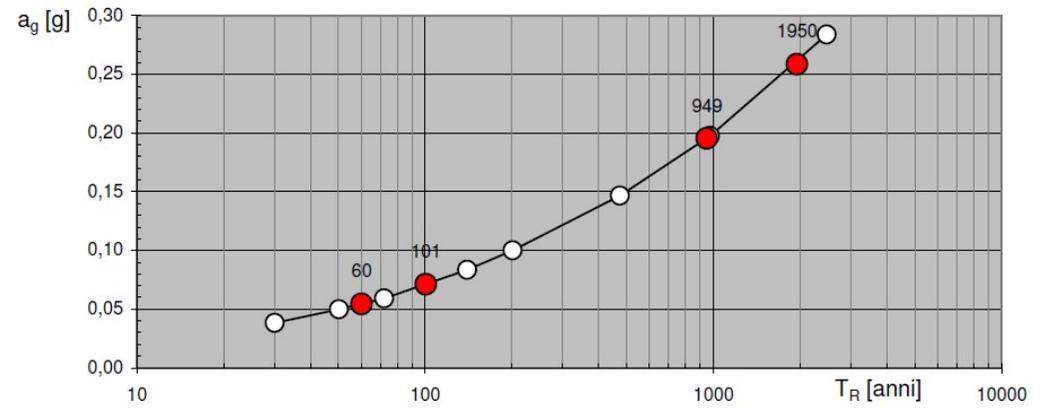
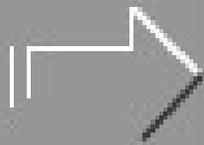


Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	60	0,055	2,480	0,274
SLD	101	0,071	2,524	0,272
SLV	949	0,195	2,541	0,277
SLC	1950	0,259	2,466	0,287

Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_C^* in funzione del periodo di ritorno T_R

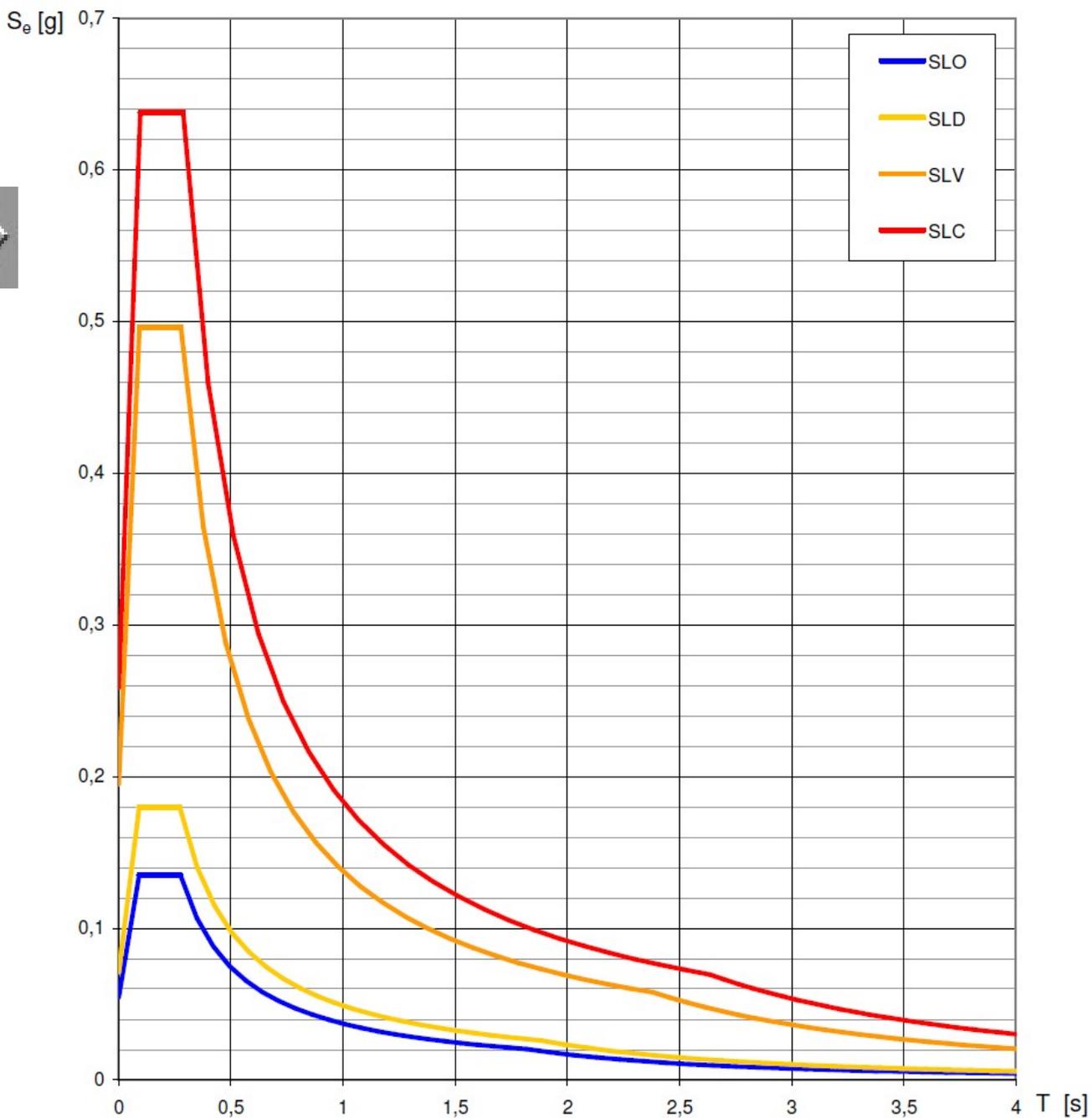
Grafici parametri azione



Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

Grafici spettri di risposta

sottosuolo
tipo A



FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLV** ▼ info

approccio semplificato

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **D** ▼ info

$S_S =$

$C_C =$ info

Categoria topografica **T1** ▼ info

$h/H =$

$S_T =$ info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%)

$\eta =$ info

Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_o

Regol. in altezza - ▼ info

Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore q

$\eta =$ info

Elaborazioni

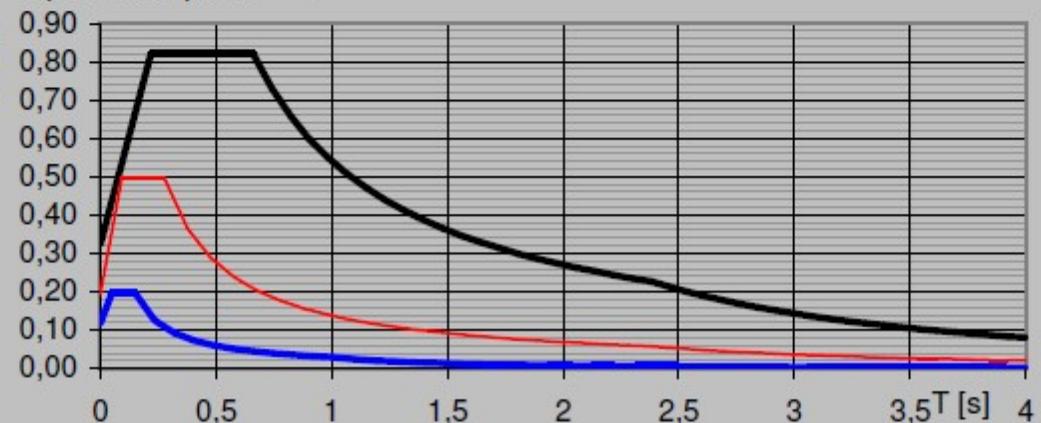
Grafici spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

$S_{d,o}$ [g]
 $S_{d,v}$ [g]
 S_e [g]

-  Spettro di progetto - componente orizzontale
-  Spettro di progetto - componente verticale
-  Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

Spettri di risposta



INTRO

FASE 1

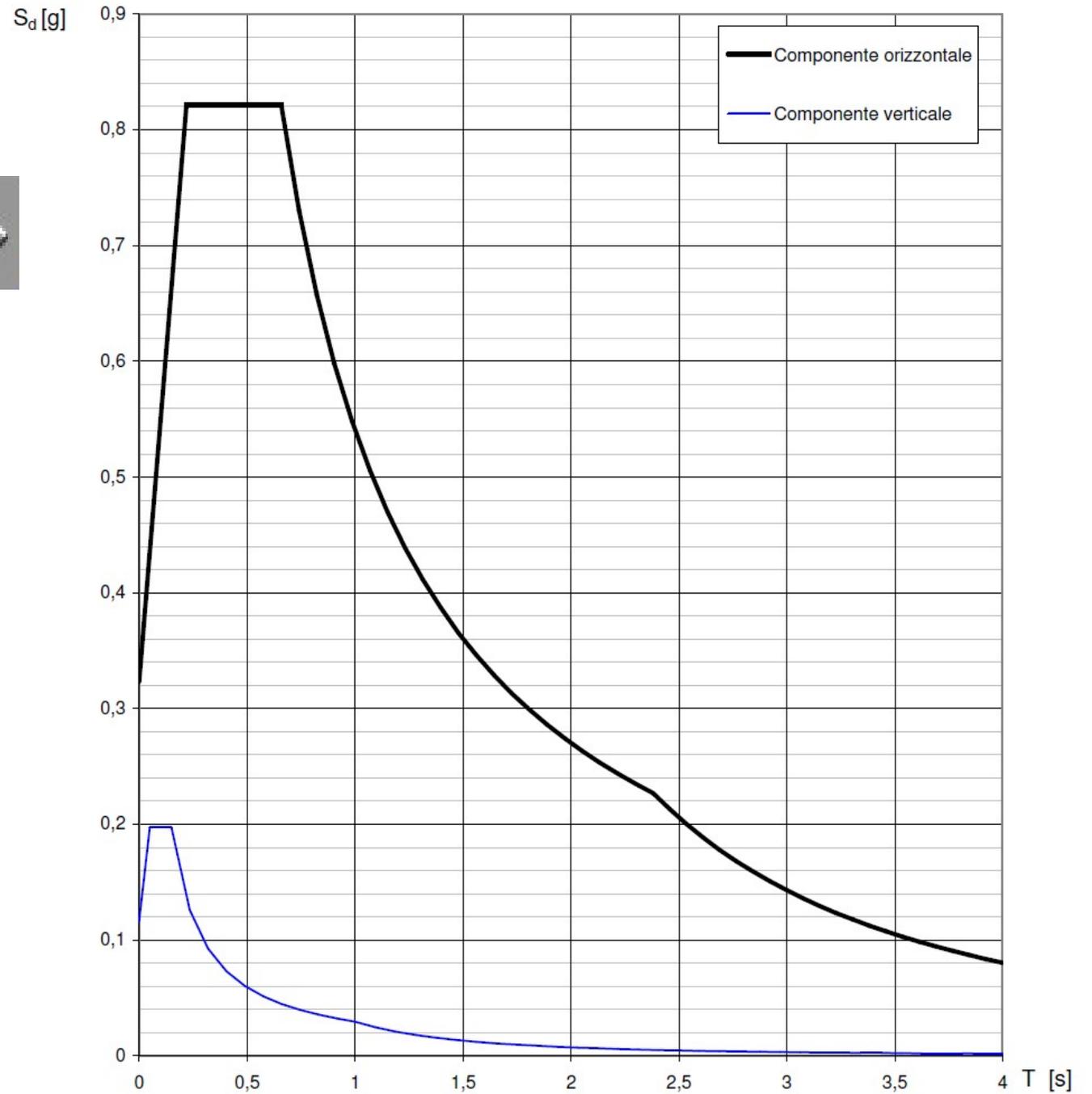
FASE 2

FASE 3

approccio semplificato

Grafici spettri di risposta

**sottosuolo
tipo D**



approccio semplificato

Parametri e punti spettri di risposta

sottosuolo
tipo D

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: **SLV**

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,195 g
F_0	2,541
T_C	0,277 s
S_S	1,656
C_C	2,374
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,656
η	1,000
T_B	0,219 s
T_C	0,658 s
T_D	2,381 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

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

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

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

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

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,323
T_B ←	0,219	0,822
T_C ←	0,658	0,822
	0,740	0,731
	0,822	0,658
	0,904	0,598
	0,986	0,548
	1,068	0,506
	1,150	0,470
	1,233	0,439
	1,315	0,411
	1,397	0,387
	1,479	0,366
	1,561	0,346
	1,643	0,329
	1,725	0,313
	1,807	0,299
	1,889	0,286
	1,971	0,274
	2,053	0,263
	2,135	0,253
	2,217	0,244
	2,299	0,235
T_D ←	2,381	0,227
	2,458	0,213
	2,535	0,200
	2,613	0,189
	2,690	0,178
	2,767	0,168
	2,844	0,159
	2,921	0,151
	2,998	0,143
	3,075	0,136
	3,152	0,130
	3,229	0,123
	3,306	0,118
	3,383	0,112
	3,460	0,108
	3,538	0,103
	3,615	0,099
	3,692	0,094
	3,769	0,091
	3,846	0,087
	3,923	0,084
	4,000	0,080

approccio semplificato

Parametri e punti spettri di risposta

sottosuolo
tipo D

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0,117 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,500
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_v	1,516
S	1,000
η	0,667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,117
T_B ←	0,050	0,197
T_C ←	0,150	0,197
	0,235	0,126
	0,320	0,093
	0,405	0,073
	0,490	0,060
	0,575	0,051
	0,660	0,045
	0,745	0,040
	0,830	0,036
	0,915	0,032
T_D ←	1,000	0,030
	1,094	0,025
	1,188	0,021
	1,281	0,018
	1,375	0,016
	1,469	0,014
	1,563	0,012
	1,656	0,011
	1,750	0,010
	1,844	0,009
	1,938	0,008
	2,031	0,007
	2,125	0,007
	2,219	0,006
	2,313	0,006
	2,406	0,005
	2,500	0,005
	2,594	0,004
	2,688	0,004
	2,781	0,004
	2,875	0,004
	2,969	0,003
	3,063	0,003
	3,156	0,003
	3,250	0,003
	3,344	0,003
	3,438	0,003
	3,531	0,002
	3,625	0,002
	3,719	0,002
	3,813	0,002
	3,906	0,002
	4,000	0,002

Comune di Mirabello (FE)

Opera: ristrutturazione Municipio
Classe d'uso: IV
Coefficiente d'uso: $C_U = 2$
Vita nominale: $V_N = 50$ anni
Periodo di riferimento: $V_R = V_N C_U = 50 \times 2 = 100$ anni

Stato limite: SLV (ultimo – salvaguardia della vita)
Probabilità di superamento: $P_{VR} = 0,10$ (10% nel periodo di riferimento)
Tempo di ritorno: $T_R = -V_R / \ln(1 - P_{VR}) = -100 / \ln(1 - 0,10) = 949$ anni

**Velocità equivalente
onde di taglio (primi 30m):** $V_{S.30} = 168$ m/s Sottosuolo tipo: D

Risultati: $a_g = 0,195$ g (A)
 $S = S_S S_T = 1,656$
 $a_{max} = S a_g = 0,323$ g (sottosuolo D)

RICERCA COORDINATE

<http://www.geostru.com/geoapp/parametri-sismici.aspx>



Cerca Posizione

Via	<input type="text" value="Cadorna"/>	n°	<input type="text"/>
Comune	<input type="text" value="Verona"/>	Cap	<input type="text"/>
Provincia	<input type="text" value="Verona"/>	<input type="button" value="Cerca"/>	
Coordinate WGS84			
Latitudine	<input type="text"/>	°	
Longitudine	<input type="text"/>	°	<input type="button" value="Cerca"/>
Isole	<input type="text" value="- Seleziona -"/>		

Determinazione dei parametri sismici

(1)* Coordinate WGS84	
Lat.	Long.
<input type="text" value="45,443414"/>	<input type="text" value="10,990232"/>
(1)* Coordinate ED50	
Lat.	Long.
<input type="text" value="45,444333"/>	<input type="text" value="10,991250"/>

**INTRODUZIONE INDIRIZZO
trasformazione coordinate
WGS84 => ED50**

<http://www.geostru.com/geoapp/parametri-sismici.aspx>



RICERCA PER COORDINATE

software Consiglio Superiore Lavori Pubblici
(elaborazioni "Spettri NTC ver.1.0.3" - Excel)

http://cslp.mit.gov.it/index.php?option=com_content&task=view&id=75&Itemid=20

Esempio

Comune di VERONA

coordinate:

longitudine: 10,991

latitudine: 45,444

Opera:

edificio rilevante

Classe d'uso:

III

Coefficiente d'uso:

$C_U = 1,5$

Vita nominale:

$V_N = 50$ anni

Periodo di riferimento:

$V_R = V_N C_U = 50 \times 1,5 = 75$ anni

Stato limite:

SLV (ultimo – salvaguardia della vita)

Probabilità di superamento:

$P_{VR} = 0,10$ (10% nel periodo di riferimento)

Tempo di ritorno:

$T_R = -V_R / \ln(1 - P_{VR}) = -75 / \ln(1 - 0,10) = 712$ anni

Velocità equivalente

onde di taglio (primi 30m):

$V_{S.30} = 320$ m/s

Sottosuolo tipo: C

elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver.1.0.3"

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

10,99100

LATITUDINE

45,44400

Ricerca per comune

REGIONE

Veneto

PROVINCIA

Verona

COMUNE

Verona

Elaborazioni grafiche

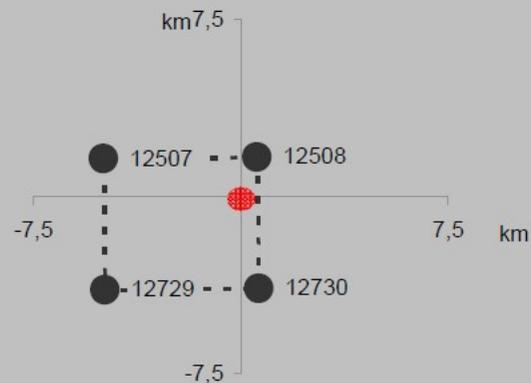
Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

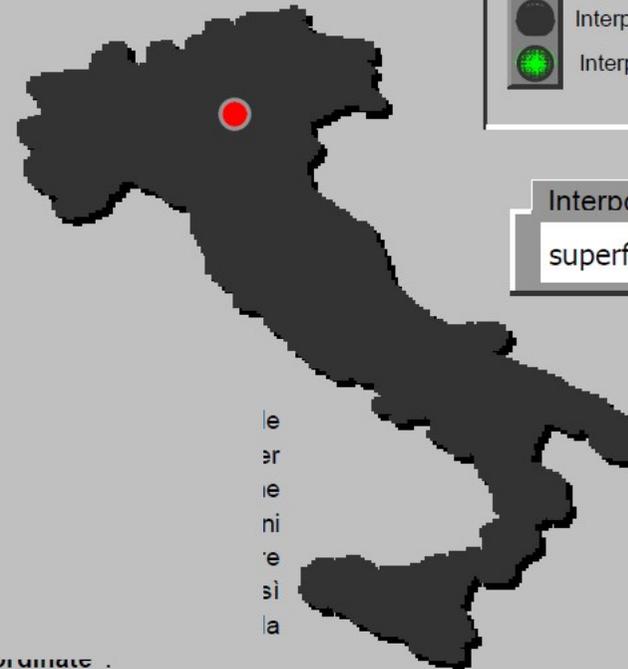
Elaborazioni numeriche

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

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,042	2,504	0,235
50	0,056	2,522	0,246
72	0,068	2,503	0,253
101	0,080	2,470	0,261
140	0,095	2,417	0,265
201	0,112	2,408	0,271
475	0,158	2,431	0,276
975	0,205	2,469	0,280
2475	0,288	2,382	0,290

sottosuolo tipo A

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

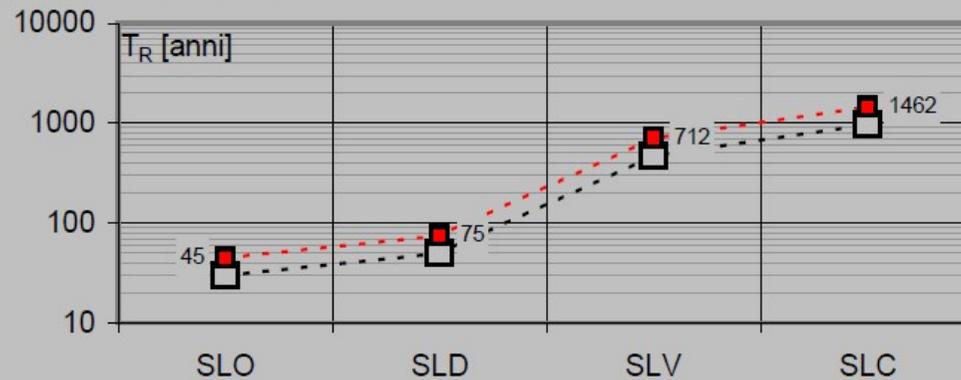
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE	{	SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="45"/>
		SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="75"/>
Stati limite ultimi - SLU	{	SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="712"/>
		SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="1462"/>

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- - □ - - Strategia per costruzioni ordinarie
- . . ■ . . Strategia scelta

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	45	0,053	2,519	0,243
SLD	75	0,069	2,498	0,254
SLV	712	0,183	2,452	0,278
SLC	1462	0,238	2,431	0,284

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLV** ▼ info

approccio semplificato

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **C** ▼ info

$S_S =$ **1,431**

$C_C =$ **1,601** info

Categoria topografica **T1** ▼ info

$h/H =$ **0,000**

$S_T =$ **1,000** info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%) **5**

$\eta =$ **1,000** info

Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_o **3**

Regol. in altezza **no** ▼ info

Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore q **1,5**

$\eta =$ **0,667** info

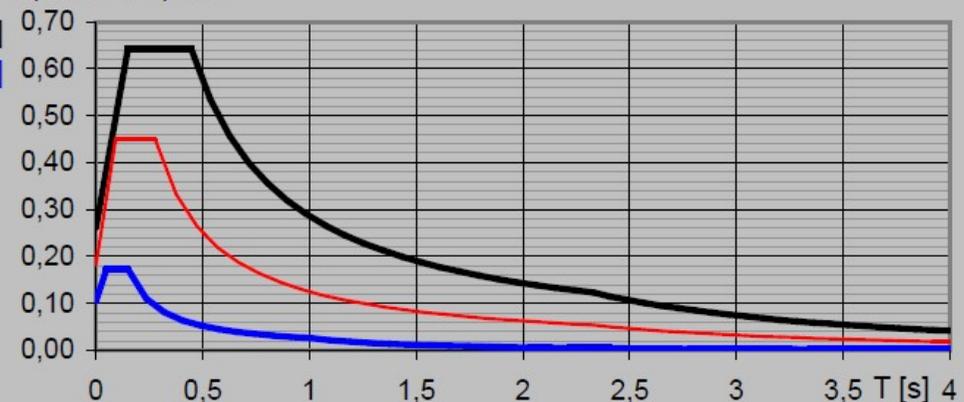
Elaborazioni

Grafici spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

$S_{d,o}$ [g]
 $S_{d,v}$ [g]
 S_e [g]

Spettri di risposta



— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

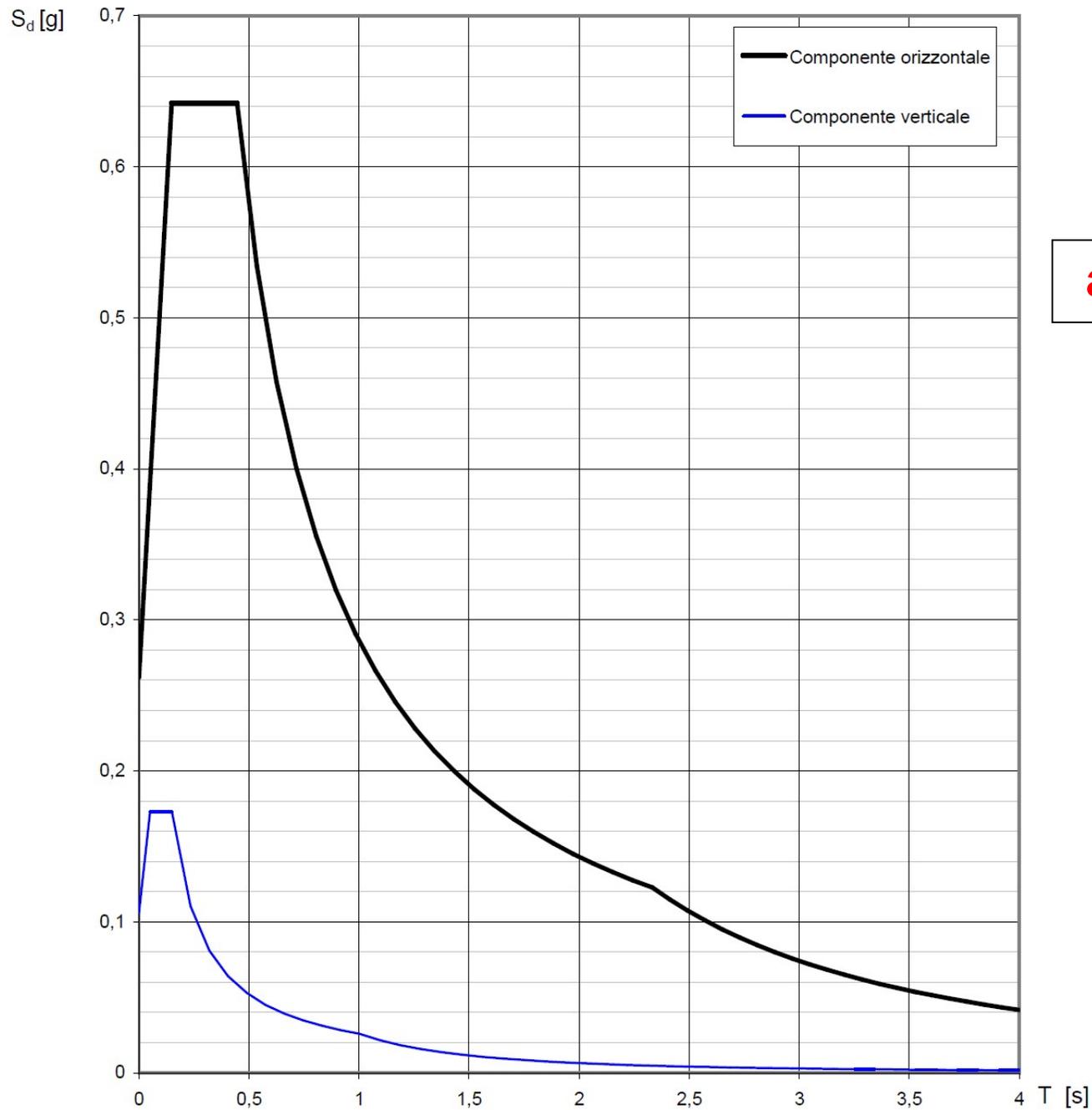
INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



approccio semplificato

**sottosuolo
tipo C**

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,183 g
F_o	2,452
T_C	0,278 s
S_S	1,431
C_C	1,601
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,431
η	1,000
T_B	0,149 s
T_C	0,446 s
T_D	2,332 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

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

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

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

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

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,262
T_B ←	0,149	0,642
T_C ←	0,446	0,642
	0,536	0,534
	0,625	0,458
	0,715	0,400
	0,805	0,356
	0,895	0,320
	0,985	0,291
	1,075	0,266
	1,164	0,246
	1,254	0,228
	1,344	0,213
	1,434	0,200
	1,524	0,188
	1,613	0,177
	1,703	0,168
	1,793	0,160
	1,883	0,152
	1,973	0,145
	2,063	0,139
	2,152	0,133
	2,242	0,128
T_D ←	2,332	0,123
	2,412	0,115
	2,491	0,108
	2,570	0,101
	2,650	0,095
	2,729	0,090
	2,809	0,085
	2,888	0,080
	2,967	0,076
	3,047	0,072
	3,126	0,068
	3,206	0,065
	3,285	0,062
	3,365	0,059
	3,444	0,056
	3,523	0,054
	3,603	0,051
	3,682	0,049
	3,762	0,047
	3,841	0,045
	3,921	0,043
	4,000	0,042

approccio semplificato

sottosuolo
tipo C

Comune di VERONA

Opera: edificio rilevante
Classe d'uso: III
Coefficiente d'uso: $C_U = 1,5$
Vita nominale: $V_N = 50$ anni
Periodo di riferimento: $V_R = V_N C_U = 50 \times 1,5 = 75$ anni

Stato limite: SLV (ultimo – salvaguardia della vita)
Probabilità di superamento: $P_{VR} = 0,10$ (10% nel periodo di riferimento)
Tempo di ritorno: $T_R = -V_R / \ln(1 - P_{VR}) = -75 / \ln(1 - 0,10) = 712$ anni

**Velocità equivalente
onde di taglio (primi 30m):** $V_{S.30} = 320$ m/s Sottosuolo tipo: C

Risultati: $a_g = 0,183$ g (A)
 $S = S_S S_T = 1,431$
 $a_{max} = S a_g = 0,262$ g (sottosuolo C)

Esempio

Comune di ROMA - zona STAZIONE TERMINI

coordinate: **longitudine: 12,5** **latitudine: 41,9**

[home](#) » [R](#) » [Ro](#) » [Rom](#) » [Roma](#)

Coordinate geografiche per **Roma Stazione Termini** (stazione ferroviaria) in ITALIA

[Inizia il download](#)



Unisce Pdf, Traduce e Molto Altro. Scopri EasyPDFCombine, Scarica Oral



Latitudine	41.9 Nord
Longitudine	12.5 Est
Latitudine Gradi, Minuti e Secondi (DMS - degrees, minutes, and seconds)	41° 54' 00" Nord
Longitudine Gradi, Minuti e Secondi (DMS - degrees, minutes, and seconds)	12° 30' 00" Est
Caratteristica unica identificativa	-126719
Nome unico identificativo	-193698
Sistema di riferimento Military Grid	33TTG9262541696
Joint Operations Graphic	NK33-07
Classificazione per tipologia	Spot

elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver.1.0.3"

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

12,50000

LATITUDINE

41,90000

Ricerca per comune

REGIONE

Lazio

PROVINCIA

Roma

COMUNE

Roma

Elaborazioni grafiche

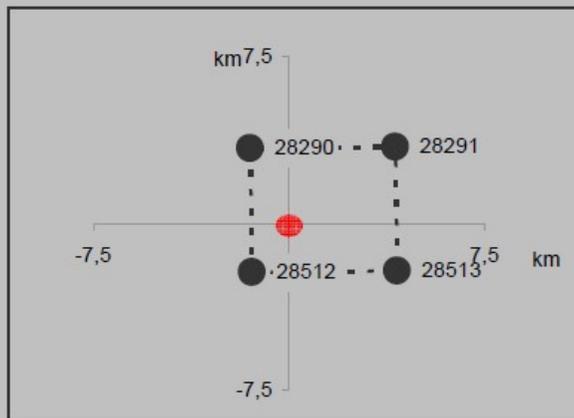
Grafici spettri di risposta

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



Ricerca per coordinate

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,043	2,533	0,256
50	0,054	2,504	0,269
72	0,063	2,504	0,278
101	0,072	2,525	0,282
140	0,080	2,556	0,285
201	0,091	2,576	0,288
475	0,120	2,625	0,297
975	0,150	2,618	0,305
2475	0,194	2,604	0,321

sottosuolo tipo A

INGV fornisce classi di pericolosità



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

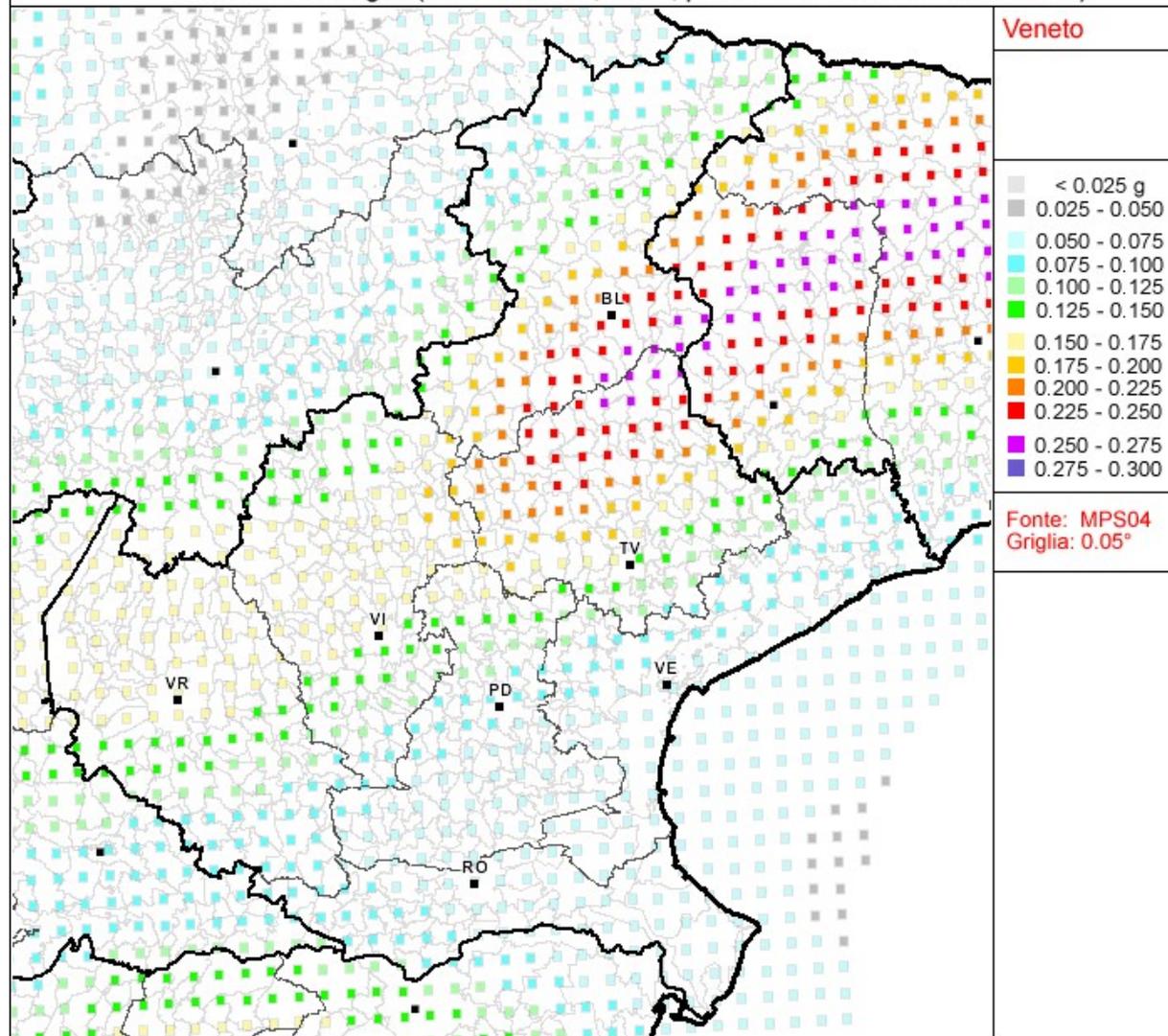
Valori di pericolosità sismica del territorio nazionale

(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)

espressi in termini di accelerazione massima del suolo

con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)





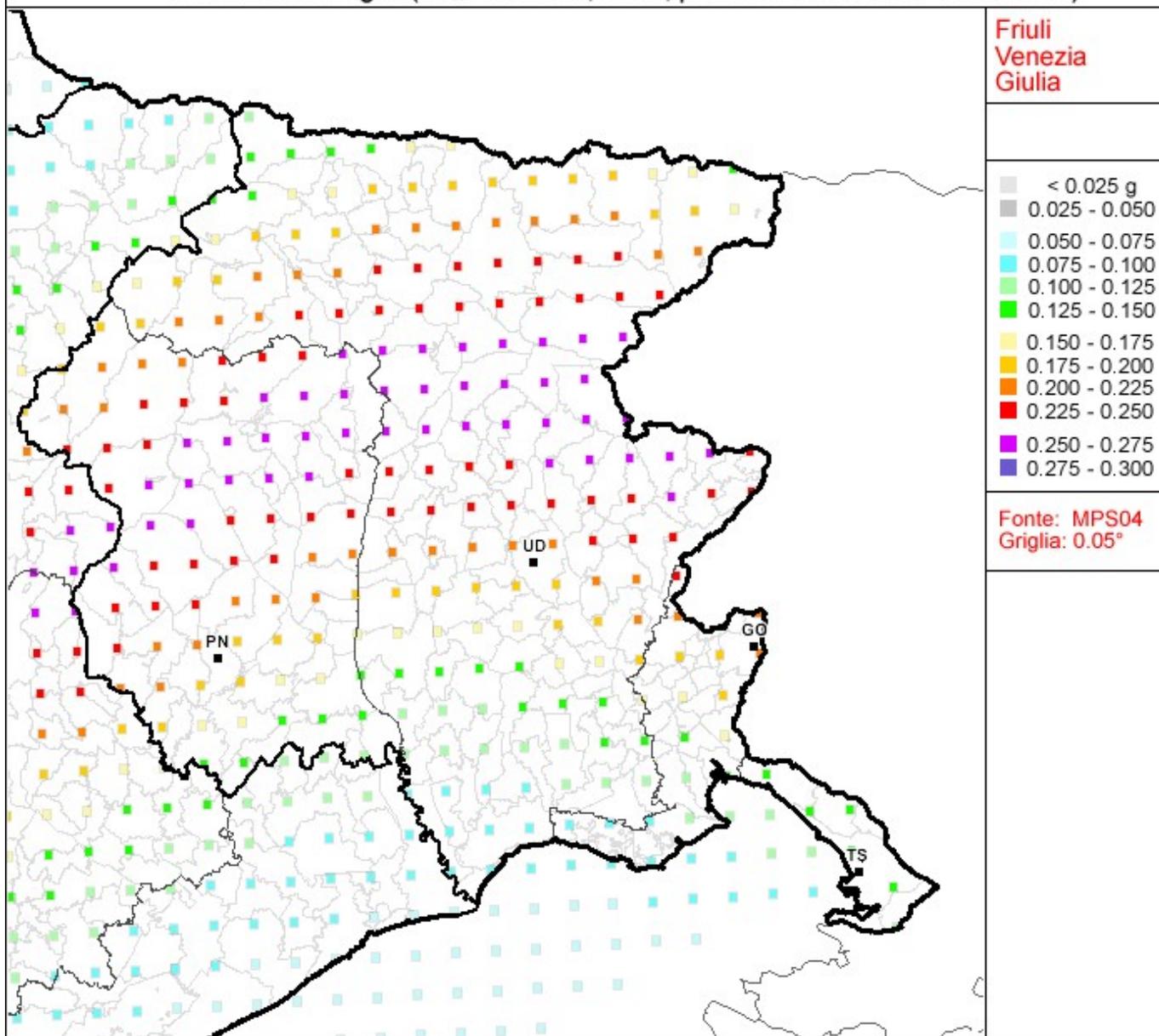
Valori di pericolosità sismica del territorio nazionale

(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)

espressi in termini di accelerazione massima del suolo

con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)





ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

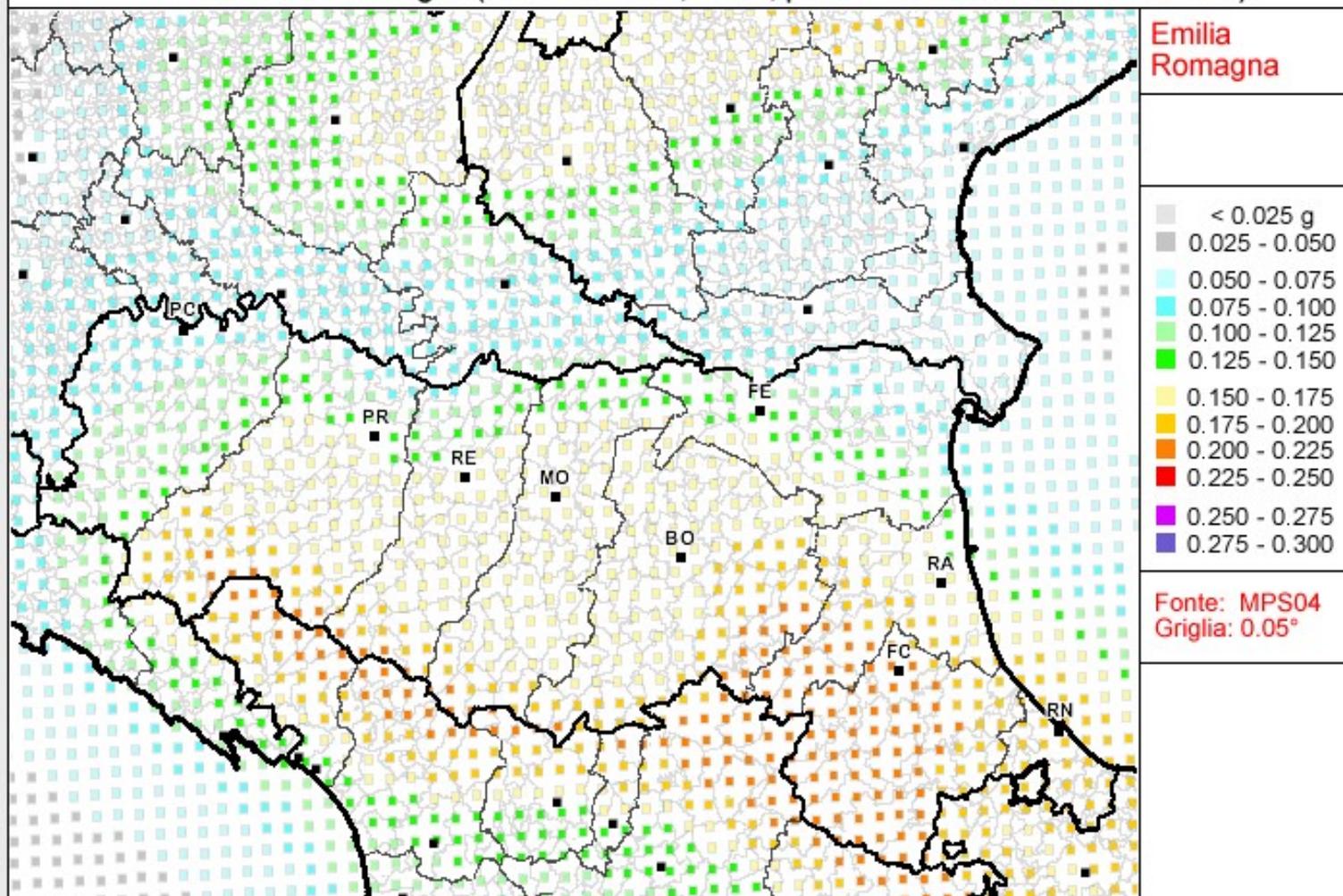
Valori di pericolosità sismica del territorio nazionale

(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)

espressi in termini di accelerazione massima del suolo

con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)





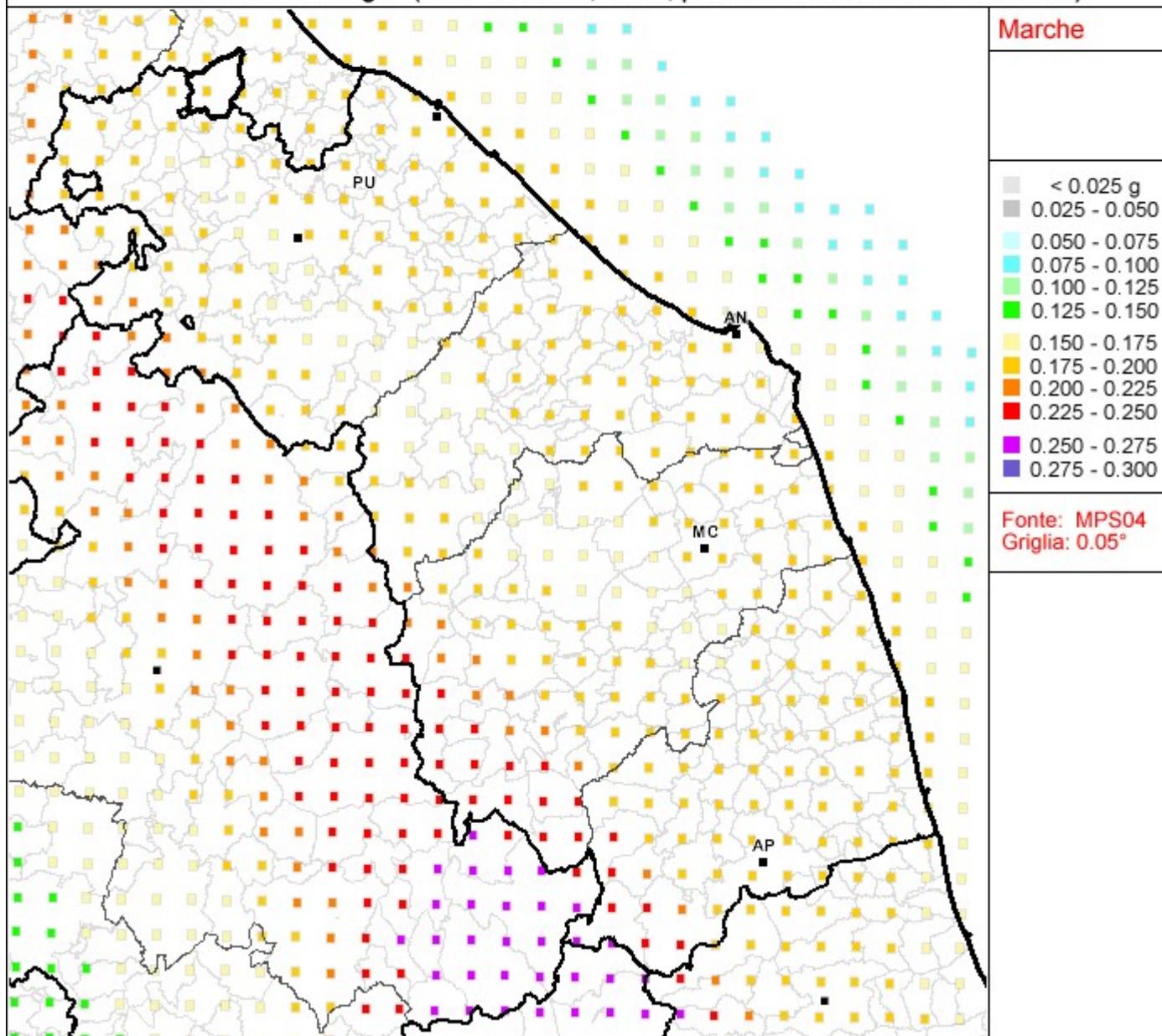
Valori di pericolosità sismica del territorio nazionale

(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)

espressi in termini di accelerazione massima del suolo

con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)





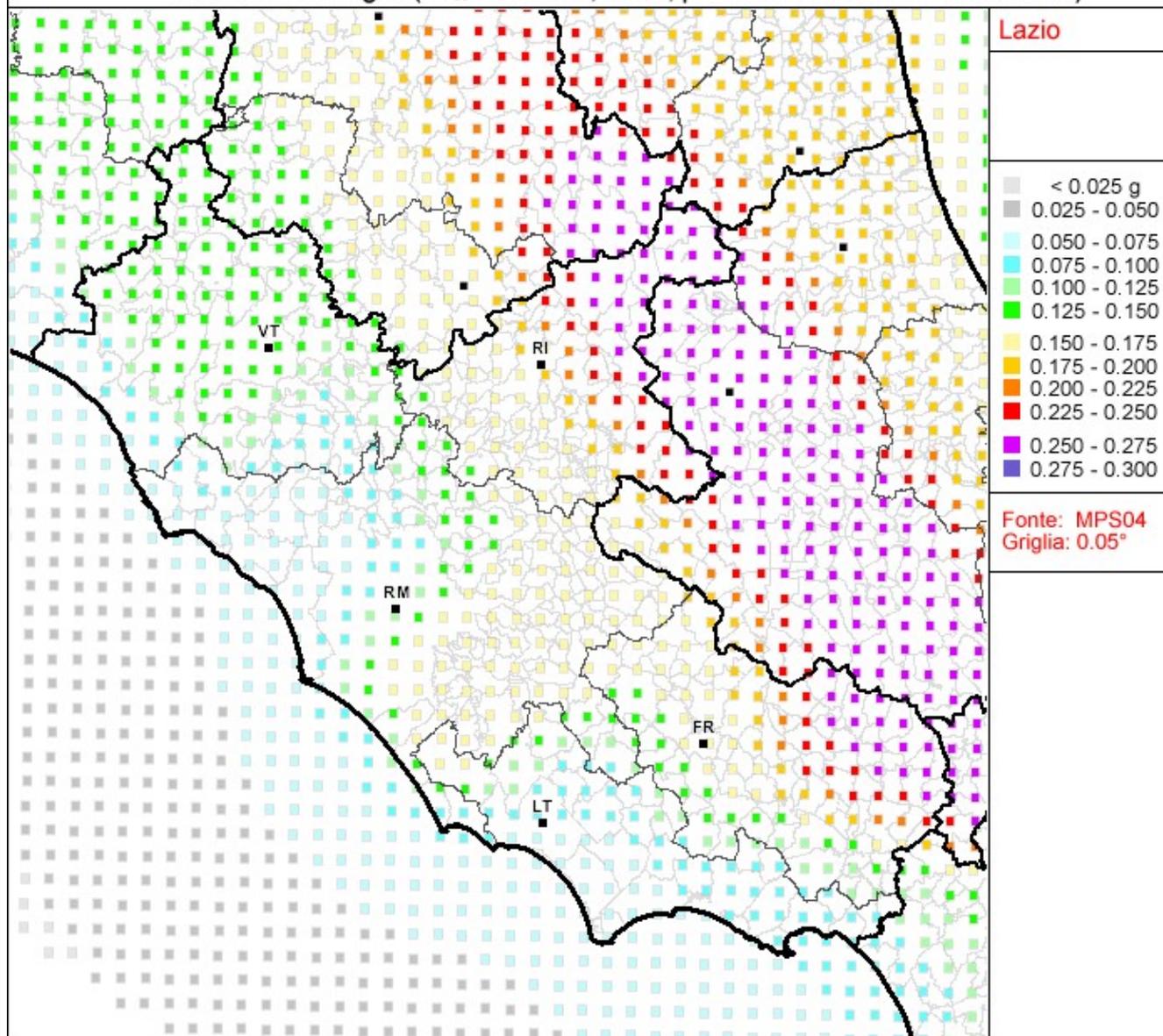
Valori di pericolosità sismica del territorio nazionale

(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)

espressi in termini di accelerazione massima del suolo

con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)



RICERCA PER COMUNE

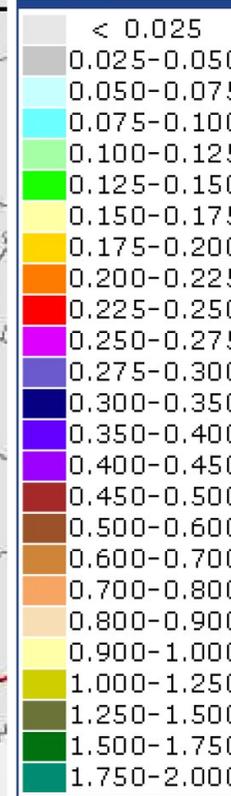
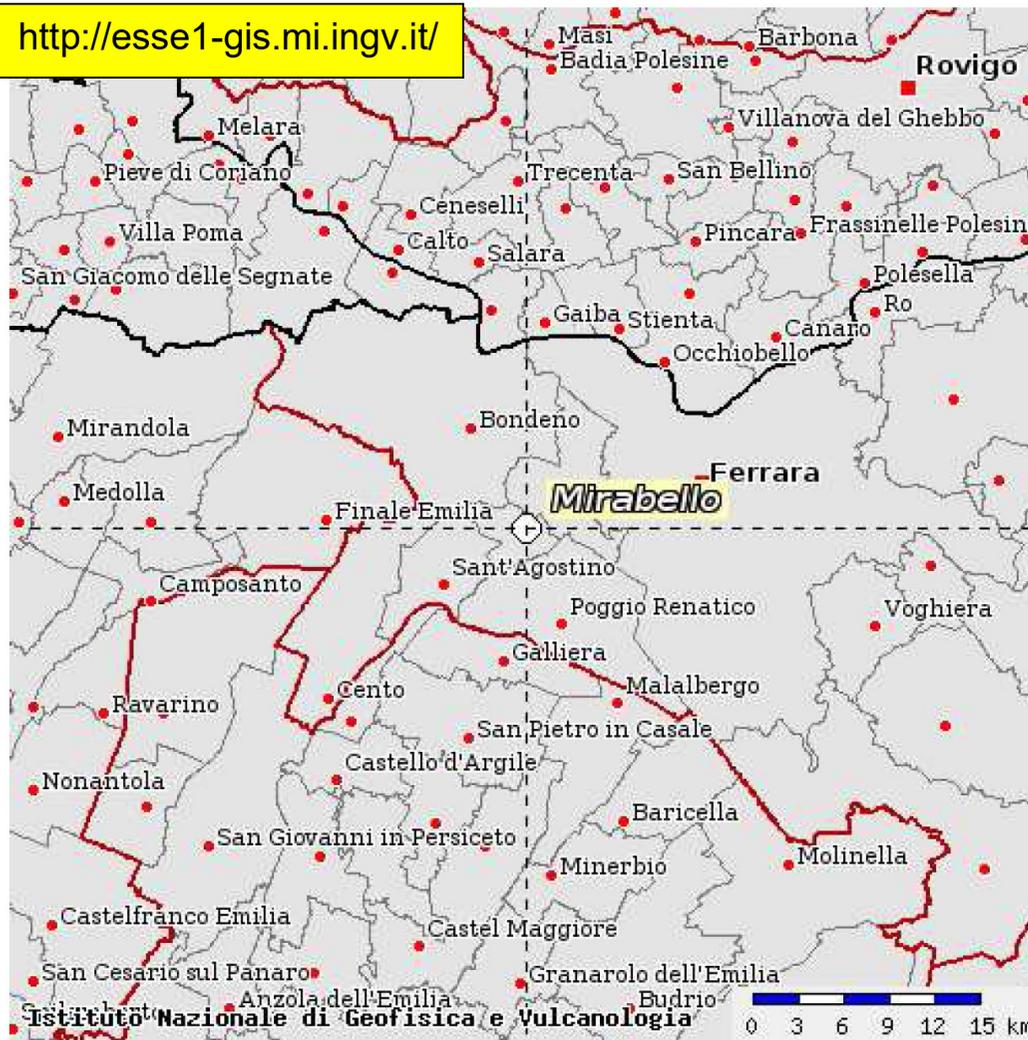
software **INGV** <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>

INGV fornisce classi di pericolosità

Mappe interattive di pericolosità sismica



<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>



Strumenti

Ritorna alla mappa iniziale

Ridisegna mappa

Zoom In

Zoom Out

Ricentra sul punto

Grafico sul punto griglia

Grafico di

disaggregazione

ESEMPIO

Navigazione

Scala:

(Valori consentiti: 50,000 - 7,909,000)

Scala:

Coordinate del centro della mappa

Latitudine:

Longitudine:

Ricerca Comune

Il nome

Comune evidenziato

Mirabello

Selezione mappa

Visualizza punti della griglia riferiti a:

Ridisegna mappa

Parametro dello scuotimento:

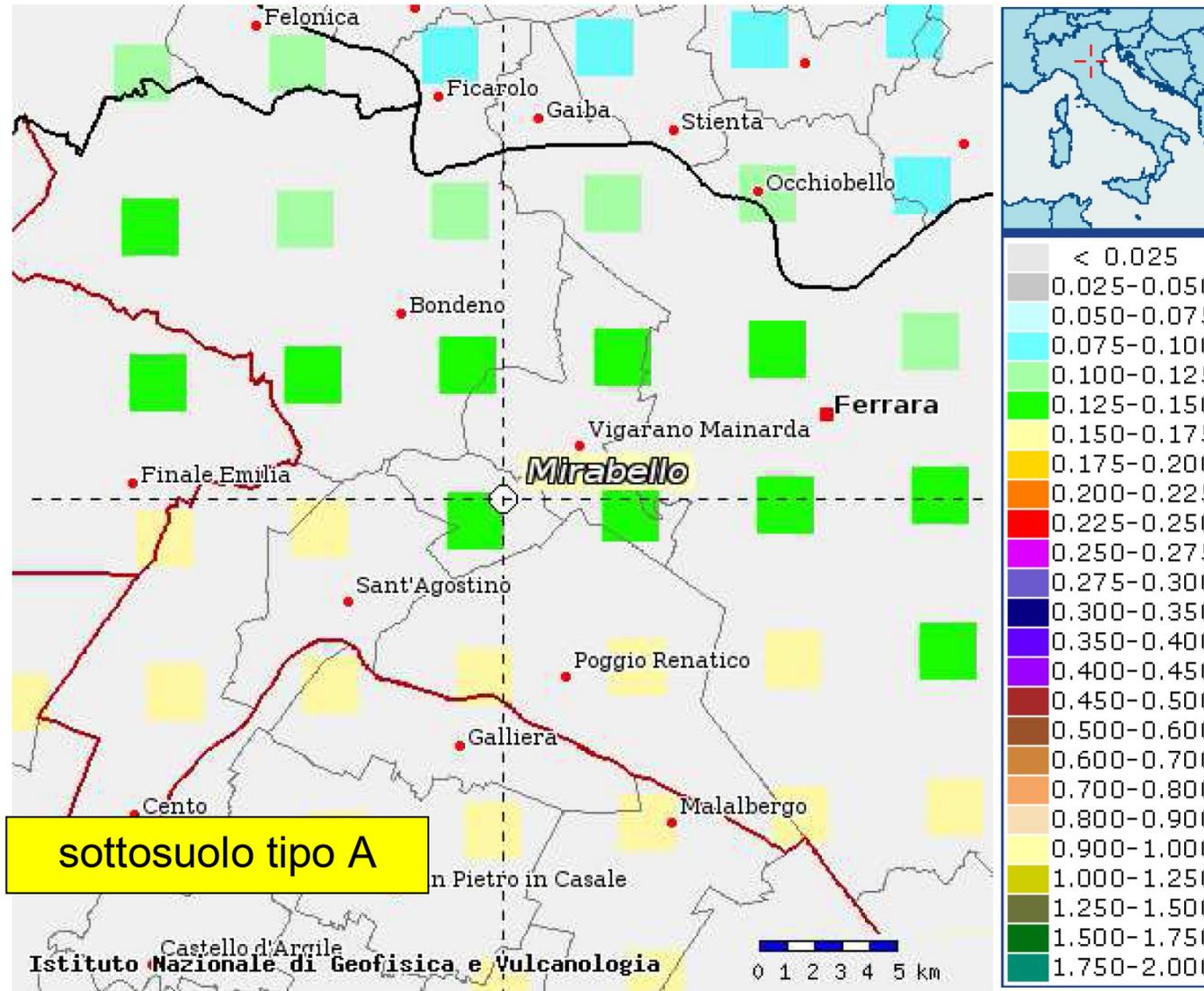
Probabilità in 50 anni:

Percentile:

Periodo spettrale (sec):



Mappe interattive di pericolosità sismica



Strumenti

- Ritorna alla mappa iniziale
- Ridisegna mappa
- Zoom In
- Zoom Out
- Ricentra sul punto
- Grafico sul punto griglia
- Grafico di disaggregazione

Navigazione

Scala:

(Valori consentiti: 50.000 - 7.909.000)

Scala:

Coordinate del centro della mappa

Latitudine:

Longitudine:

Ricerca Comune

Il nome

Comune evidenziato

Mirabello

Selezione mappa

Visualizza punti della griglia riferiti a:

Ridisegna mappa

Parametro dello scuotimento:

Probabilità in 50 anni:

Percentile:

Periodo spettrale (sec):

10% 5% 2%



tempo di ritorno:
$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})}$$

periodo di riferimento: $V_R = 50$ anni

probabilità di superamento: $P_{V_R} = 10\% = 0,10$

tempo di ritorno: $T_R = -50 / \ln(1 - 0,10) = 475$ anni

probabilità di superamento: $P_{V_R} = 5\% = 0,05$

tempo di ritorno: $T_R = -50 / \ln(1 - 0,05) = 975$ anni

probabilità di superamento: $P_{V_R} = 2\% = 0,02$

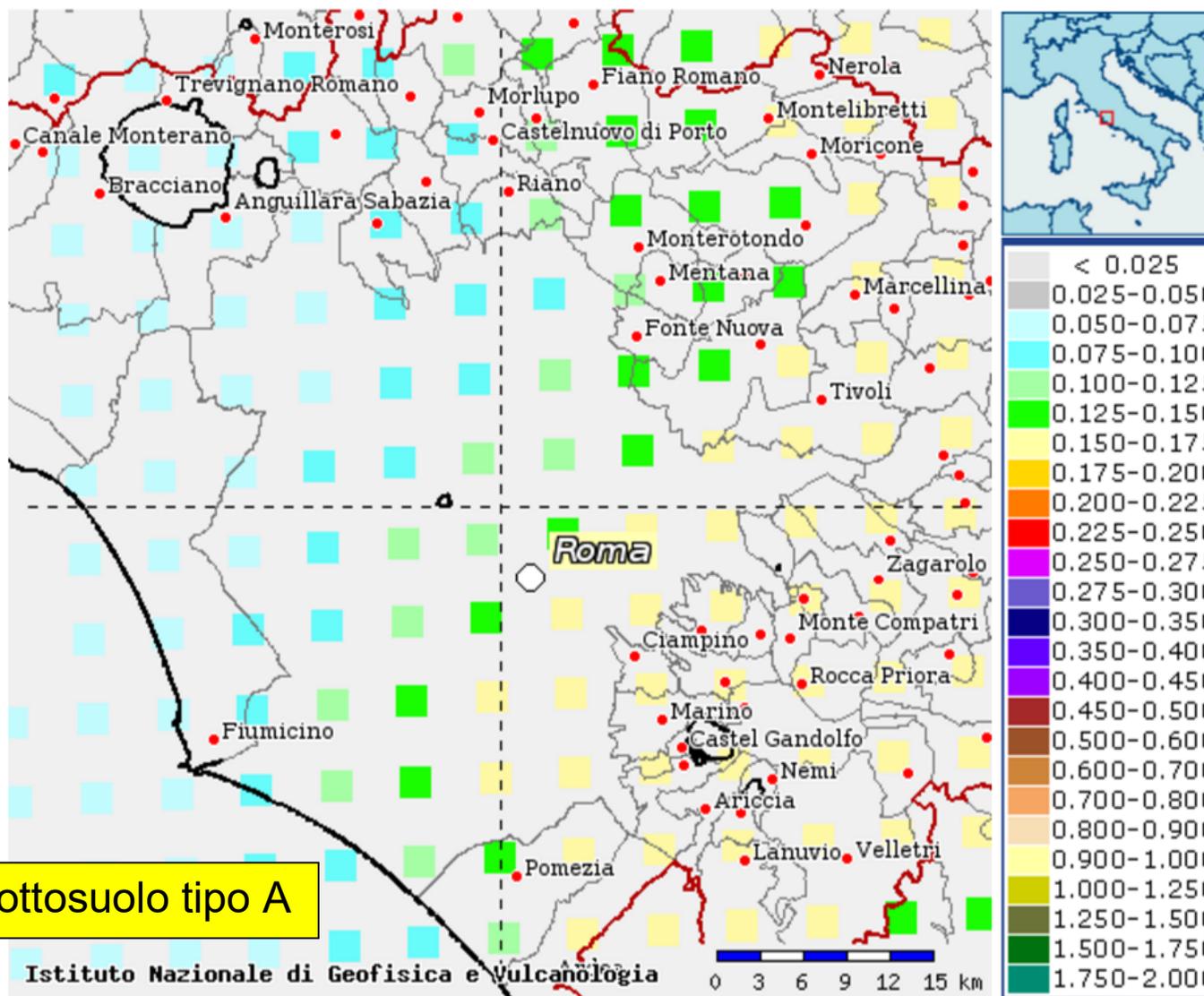
tempo di ritorno: $T_R = -50 / \ln(1 - 0,02) = 2475$ anni

RICERCA PER COORDINATE

software **INGV** <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>

INGV fornisce classi di pericolosità

Mappe interattive di pericolosità sismica



sottosuolo tipo A

Strumenti

- Ritorna alla mappa iniziale
- Ridisegna mappa
- Zoom In
- Zoom Out
- Ricentra sul punto
- Grafico sul punto griglia
- Grafico di disaggregazione

Navigazione

Scala:
(Valori consentiti: 50.000 - 7.909.000)

Scala:

Coordinate del centro della mappa

Latitudine:

Longitudine:

Ricerca Comune

Il nome

Comune evidenziato

Roma

<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>

Selezione mappa

<input checked="" type="checkbox"/>	Visualizza punti della griglia riferiti a:	Parametro dello scuotimento:	Probabilità in 50 anni:	Percentile:	Periodo spettrale (sec):
<input type="checkbox"/>	Ridisegna mappa	a(g) ▼	10% ▼	50 ▼	▼

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

0 3 6 9 12 15 km