

“Ambienti di lavoro, D.V.R. e rischio sismico”

*Nuovi adempimenti ex art. 29 c. 5 e 6 D.Lgs. 81/2008 s.m.i.: le Procedure Standardizzate.
La Prevenzione e Protezione del rischio sismico negli ambienti di lavoro.*

Venerdì 24 maggio 2013

**Stabilità e solidità degli ambienti di lavoro
Stima del rischio sismico nei luoghi di lavoro
I terremoti e la pericolosità sismica locale,
interventi per la mitigazione del rischio.**

Dott. Geol. Giuseppe Mita

d.Lgs 9 aprile 2008 n.81 e smi

*<<La Prevenzione e Protezione del rischio
sismico negli ambienti di lavoro>>*

Stabilità e solidità degli ambienti di lavoro;

Stima del rischio sismico nei luoghi di lavoro;

*I Terremoti e la pericolosità sismica locale;
vulnerabilità/resistenza sismica/livello di sicurezza di un
edificio (i concetti);*

*Programmazione degli interventi per la riduzione del
rischio;*

TITOLO I – principi comuni

capo I-disposizioni generali

Articolo 2.1 – Definizioni

q) <<valutazione dei rischi>>: valutazione globale e documentata di tutti i rischi per la salute e sicurezza dei lavoratori presenti nell'ambito dell'organizzazione in cui essi prestano la propria attività', finalizzata ad individuare le adeguate misure di prevenzione e di protezione e ad elaborare il programma delle misure atte a garantire il miglioramento nel tempo dei livelli di salute e sicurezza

r) <<pericolo>>: proprietà o qualità intrinseca di un determinato fattore avente il potenziale di causare danni

s) <<rischio>>: probabilità di raggiungimento del livello potenziale di danno nelle condizioni di impiego o di esposizione ad un determinato fattore o agente oppure alla loro combinazione

TITOLO II – luoghi di lavoro

Articolo 62 - Definizioni

- 1...si intendono per luoghi di lavoro, unicamente ai fini dell'applicazione del presente titolo, **i luoghi destinati a ospitare posti di lavoro****, ubicati all'interno dell'azienda o dell'unità produttiva, nonché ogni altro luogo di pertinenza dell'azienda o dell'unità produttiva accessibile al lavoratore nell'ambito del proprio lavoro

- **2. le disposizioni di cui al presente titolo non si applicano:**
 - a) **Ai mezzi di trasporto;**
 - b) **ai cantieri temporanei o mobili;**
 - c) **Alle industrie estrattive;**
 - d) **Ai pescherecci;**
 - e) ***Ai campi, ai boschi e agli altri terreni facenti parte di un'azienda agricola o forestale****

** Commi sostituiti/aggiunti dall'art.38 del d.lvo 3 agosto 2009, n.106*

*** per ogni lavoratore va garantito lo “spazio sufficiente” ai cambiamenti di posizione e movimenti operativi*

TITOLO II – luoghi di lavoro

Articolo 63 - Requisiti di salute e di sicurezza dei luoghi di lavoro

1.I luoghi di lavoro devono essere conformi ai requisiti indicati nell'ALLEGATO IV.

Articolo 64 – Obblighi del datore di lavoro

1a) il DL provvede affinché i luoghi di lavoro siano conformi ai requisiti di cui all'art.63, commi 1,2,3

STABILITA' E SOLIDITA' DEGLI AMBIENTI DI LAVORO

ALLEGATO IV

Sezione 1.1 – STABILITA' E SOLIDITA'

- 1.1.1. Gli edifici che ospitano i luoghi di lavoro o qualunque altra opera e struttura presente nel luogo di lavoro devono essere stabili e possedere una solidità che corrisponda al loro tipo d'impiego ed alle caratteristiche ambientali.
 - 1.1.2. Gli stessi requisiti vanno garantiti nelle manutenzioni.
-
- ✓ Riprende modificandolo l'art. 374 DPR 547/55
 - ✓ La sezione si rifà al Testo Unico delle Norme per l'Edilizia (DPR 380/01), Tit.III-Agibilità degli edifici; capo I, art. 24: *certificato di agibilità*
 - ✓ È nuovo il termine di "solidità" (ovvero sinonimo di "resistenza meccanica/consistenza" nei riguardi delle differenti azioni sui manufatti)
 - ✓ La Stabilità, è da intendere.. Resistenza meccanica nei confronti dei carichi statici e/o dinamici, *dell'azione sismica*, e con riferimento alle verifiche di sicurezza (SLU e SLE) di cui alle NUOVE NORME TECNICHE SULLE COSTRUZIONI, D.M. 14 gennaio 2008, (mutuate dal D.M. 23.09.2005) e istruzioni per la loro applicazione (circ. MIT 617 del 02.02.2009)
 - ✓ Stabilità e solidità sono "requisiti dei luoghi di lavoro", nel senso della "*vulnerabilità sismica del sistema unitario sito-edificio*" ...da garantire in relazione al TIPO DI IMPIEGO (vedi normativa sulle costruzioni: cap.2.3 valutazione della sicurezza; cap.2.4.2 "le 4 classi d'uso in presenza di azioni sismiche")

ALLEGATO IV

Sezione 1.1 – STABILITA' E SOLIDITA

...ovvero la sicurezza complessiva dell'edificio/ambiente di lavoro

**LA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA STRUTTURALE
DEVE RIGUARDARE, TRA L'ALTRO,
L'ADEGUATEZZA ANTISISMICA DELLA STRUTTURA,
CON RIFERIMENTO ALLE CARATTERISTICHE DI
PERICOLOSITA' DELL'AREA GEOGRAFICA DOVE
ESSA SI TROVA**

RISCHIO SISMICO in **AMBIENTE DI LAVORO**
Titolo I-Capo III (gestione della prevenzione nei luoghi di lavoro)

*...è fatto obbligo al datore di lavoro di valutare, gestire e ridurre **tutti i rischi*** di un ambiente di lavoro, così come disposto dagli artt. 15, 17 del d.lvo 81/08 e s.m.i;
... con la conseguente **elaborazione** del documento di valutazione dei rischi (DVR), come previsto dagli art. 28/**29** del testo unico della sicurezza*

**il rischio sismico è rischio di tipo infortunistico/architettonico (convenzionale), assicurato, se “in ambiente di lavoro, in occasione di lavoro”*

STIMA DEL RISCHIO SISMICO NEI LUOGHI DI LAVORO

*(la matrice di rischio, l'individuazione
dei pericoli, la valutazione dei rischi ed
il programma di miglioramento)*

VALUTAZIONE DEL RISCHIO SISMICO PER LA POPOLAZIONE (rischio generico)

$$\text{Rischio Sismico} = P_{st} * P_{sl} * V_u * E_p$$

P_{st} = Pericolosità Sismica Territoriale come probabilità che in un certo intervallo di tempo si verifichi nell'area un terremoto di una certa intensità (pericolosità sismica nazionale e studi di macrozonazione sismica)

P_{sl} = Pericolosità Sismica Locale, legata alle caratteristiche geologiche del sito (risposta sismica locale, studi di microzonazione sismica o approccio semplificato NTC08)

V_u = Vulnerabilità:..di, edifici (vulnerabilità intrinseca della costruzione), infrastrutture, è la propensione a subire danneggiamenti in conseguenza delle sollecitazioni di evento di certa intensità, ovvero, come “capacità di resistere al terremoto”

E_p = Esposizione, o “valore” Esposto: è il numero di unità (o valore) di ognuno degli elementi a rischio presenti in una data area, come vite umane e/o insediamenti (densità abitativa).

VALUTAZIONE DEL RISCHIO SISMICO PER LA POPOLAZIONE (rischio generico)

P_{st}

ESPRIME LA FREQUENZA DEI TERREMOTI STORICI PIU' FORTI NEL TERRITORIO, SULLA BASE DELL' INDAGINE PROBABILISTICA (la probabilità)

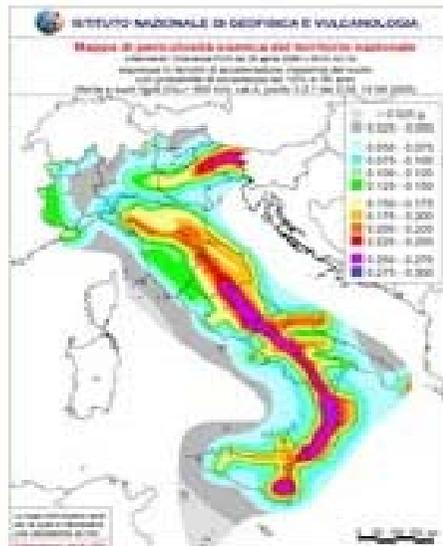
P_{sl}, V_u, E_p

DETERMINANO LA SEVERITA' DELLE CONSEGUENZE DEL SISMA, SULLA BASE DI INDAGINI GEOSTRUTTURALI (P_{sl} e V_u) E SOCIO-ECONOMICHE, LOCALI (E_p) (la magnitudo)

...e' su questi "ultimi" fattori che occorrerà intervenire, al fine di cercare di "contenere i danni" .

Fattori rischio sismico generico

Pericolosità



La pericolosità sismica di un'area è la probabilità che, in un certo intervallo di tempo, essa sia interessata da forti terremoti che possono produrre danni.

Vulnerabilità



La vulnerabilità di una struttura è la sua tendenza a subire un danno in seguito a un terremoto.

Esposizione



Prima dell'evento:
Quantità e qualità dei beni esposti.

Dopo l'evento:
L'esposizione esprime il valore delle perdite causate dal terremoto: economiche, artistiche, culturali, morti, feriti e senzatetto.

TABELLA 4.18. – CLASSIFICA DELLE PROVINCE SULLA BASE DELLA POPOLAZIONE RESIDENTE IN AREE A ELEVATO RISCHIO SISMICO

	Superficie	Comuni	Popolazione	Famiglie	Abitazioni	Edifici residenziali	Edifici non res.
Napoli	997	76	2.835.729	996.725	1.022.273	249.030	34.384
Palermo	4.992	82	1.249.577	486.836	608.873	265.223	42.177
Catania	3.552	58	1.090.101	437.442	515.098	225.070	37.337
Roma	2.537	96	968.962	396.380	430.045	87.846	10.292
Salerno	3.996	115	904.311	333.302	394.256	164.600	28.411
Caserta	2.464	101	859.542	309.019	362.802	168.217	19.967
Cosenza	6.650	155	734.656	289.450	460.976	210.068	30.869
Foggia	7.192	64	682.746	250.159	343.754	131.021	18.117
Messina	3.247	108	653.737	279.801	383.631	182.544	44.453
Perugia	6.000	57	646.586	265.665	282.818	127.878	20.416
Reggio di Calabria	3.183	97	566.977	218.117	306.210	177.046	39.669
Frosinone	3.127	89	490.908	195.687	234.093	138.068	23.112
Ancona	1.940	49	481.028	202.463	224.035	79.506	10.355
Avellino	2.792	119	439.137	167.198	211.398	122.886	21.490
Trapani	2.379	23	428.778	168.789	247.764	158.680	22.407
Siracusa	2.109	21	404.271	159.133	213.588	120.199	15.683

TABELLA 4.2. – IL PATRIMONIO EDILIZIO AD ELEVATO RISCHIO SISMICO NELLE REGIONI ITALIANE – 2011

	Abitazioni	Edifici residenziali	Edifici non residenziali e inutilizzati	di cui	
				capannoni ad uso produttivo	commerciale ad uso esclusivo
Piemonte	-	-	-	-	-
Valle d'Aosta	-	-	-	-	-
Lombardia	82.276	31.271	4.525	1.527	562
Trentino-Alto Adige	-	-	-	-	-
Veneto	280.295	134.435	18.025	3.477	2.227
Friuli-Venezia Giulia	370.384	174.861	25.029	6.175	2.851
Liguria	-	-	-	-	-
Emilia-Romagna	659.043	236.732	32.762	12.302	6.716
Toscana	279.371	124.884	16.843	4.693	2.394
Umbria	352.930	157.111	23.881	4.244	2.945
Marche	707.957	286.236	40.471	10.519	6.545
Lazio	923.272	351.964	51.050	4.894	6.127
Abruzzo	421.953	202.598	43.793	4.633	3.806
Molise	158.812	88.928	17.056	1.270	1.334
Campania	2.148.364	784.478	118.286	15.913	18.083
Puglia	405.022	150.794	20.467	2.152	2.570
Basilicata	264.108	136.109	22.925	1.570	1.443
Calabria	1.208.600	610.067	118.465	9.059	6.591
Sicilia	2.479.957	1.262.139	205.673	12.616	14.987
Sardegna	-	-	-	-	-
ITALIA	10.740.344	4.732.629	758.150	95.044	79.182

Fonte: elaborazione e stima Cresme su dati ISTAT e Dipartimento di Protezione Civile 2012

TABELLA 4.8. – I CAPANNONI PRODUTTIVI PRESENTI IN AREE A RISCHIO ELEVATO NELLE REGIONI NEL 2011

	TOTALE	Rischio sismico		Rischio idrogeologico	
		numero	% sul totale	numero	% sul totale
Piemonte	27.589	0	0,0	3.425	12,4
Valle d'Aosta	605	0	0,0	103	17,0
Lombardia	67.350	1.527	2,3	4.125	6,1
Trentino Alto Adige	3.707	0	0,0	527	14,2
Veneto	36.560	3.477	9,5	3.961	10,8
Friuli Venezia Giulia	9.934	6.175	62,2	1.477	14,9
Liguria	6.241	0	0,0	543	8,7
Emilia Romagna	41.880	12.302	29,1	7.941	19,0
Toscana	27.389	4.693	17,1	3.569	13,0
Umbria	4.735	4.244	89,6	504	10,6
Marche	11.353	10.519	92,7	1.120	9,9
Lazio	12.739	4.894	38,4	889	7,0
Abruzzo	7.817	4.633	59,3	602	7,7
Molise	1.481	1.270	85,8	274	18,5
Campania	17.337	15.913	91,8	3.286	19,0
Puglia	16.530	2.152	13,0	596	3,6
Basilicata	1.816	1.570	86,5	98	5,4
Calabria	9.059	9.059	100,0	686	7,6
Sicilia	13.622	12.616	92,6	142	1,0
Sardegna	7.684	0	0,0	205	2,7
ITALIA	325.427	95.044	29,2	34.082	10,5

Fonte: elaborazione e stime CRESME su dati Cresme/SI

Il rischio sismico degli impianti chimici RIR

...nell'ambito degli oltre 1100 stabilimenti industriali RIR in Italia, soggetti alla cosiddetta "direttiva Seveso II", ed agli obblighi di cui al d.lvo 334/99 (mod. dal d.lvo 238/05), nei quali sono presenti sostanze pericolose, in quantità tali da superare determinate soglie, tossiche e/o infiammabili ed esplosive, tipo raffinerie, depositi e serbatoi di gas naturale liquefatto (LNG), ma anche attività produttive di imbottigliamento di GPL etc, **una buona parte si collocano nella Sicilia orientale.**

Questa parte del territorio nazionale è stata "collocata", come evidenziato da diverse pubblicazioni scientifiche, **al primo posto in Italia, dal punto di vista del Rischio sismico e da calamità naturali (v. maremoti)**, lungo la fascia che comprende i poli industriali petrolchimici di Milazzo e Priolo-Augusta

RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO **GENERICO, DEGLI EDIFICI E DEI LUOGHI DI** **LAVORO**

i fattori della MAGNITUDO, possono essere valutati, controllati, gestiti e “ridotti” nel senso della MITIGAZIONE DEL RISCHIO SISMICO, alla scala del singolo edificio

*...dall’Ordinanza 3274/03, alla OPCM 3316/03, alla 3431/05 alle NTC/2008 si “dispongono” le verifiche tecniche della **vulnerabilità sismica degli edifici**, attraverso accurata “diagnosi” sia negli edifici pubblici che in quelli privati, a cominciare da quelli “rilevanti e strategici” (entro il 31/12/2012), ai fini della Protezione civile*

1) VALUTAZIONE DEL RISCHIO SISMICO DELL'EDIFICIO

Elementi da considerare:

- a) **Classe d'uso dell'edificio (I, II, III, IV)**
(...dell'affollamento e/o della pericolosità delle attività)
- b) **datazione della progettazione (< 1984 >2003< 2012 >)**
- c) **Presenza del certificato di agibilità**
- d) **Presenza del “solo” certificato di collaudo statico**
- e) **Stato di conservazione dell'edificio e vulnerabilità strutturale**
- f) **Valutazione prestazionale degli elementi strutturali e non strutturali, ma rilevanti ai fini della sicurezza**
(...della vulnerabilità intrinseca/sicurezza sismica)
- g) **Pericolosità sismica: 1) geografica territoriale e 2) geologica s.l. locale**
(...delle pericolosità sismiche)

*

Pertanto:

2) VALUTAZIONE DEL RISCHIO SISMICO DELL'EDIFICIO (AMBIENTE DI LAVORO)

...la **valutazione** va effettuata secondo i parametri ricavabili nel rispetto della normativa vigente, IN PARTICOLARE:

- **la normativa antisismica (classificazione, progettazione e verifiche tecniche sismiche)**
nonchè
- **gli obblighi imposti dal D.Lgs. 81/2008 (sicurezza e salute nei luoghi di lavoro)**

...Relativamente:

Alle parti strutturali

Alle parti non strutturali, ma rilevanti ai fini della sicurezza

3) VALUTAZIONE DEL RISCHIO SISMICO DELL'EDIFICIO (AMBIENTE DI LAVORO)

**...la stima con metodo "semiquantitativo" deve pervenire alla
quantificazione del LIVELLO DI RISCHIO:
basso>medio>elevato**

nell'ambiente di lavoro:

***...occorre valutare, tra l'altro, l'adeguatezza antisismica della
struttura con riferimento alle caratteristiche di pericolosità
dell'area geografica dove essa si trova***

***la valutazione dei rischi è finalizzata ad individuare
(tit.I; art.2, comma 1, lett."q" d.lvo 81/08):***

- 1) Le adeguate misure di prevenzione e protezione;
- 2) Il programma delle misure atte a garantire il miglioramento nel tempo dei livelli di salute e sicurezza

...la normativa sulla “Sicurezza sul lavoro”
a confronto con la normativa antisismica:

ALLEGATO IV - D.lvo 81/08

Sezione 1.1 – STABILITA’ E SOLIDITA’ (adeguatezza antisismica dell’insieme terreno- struttura)

...appare evidente come le “stabilità di sito e solidità strutturale” di un edificio NON possono prescindere dal concetto di “effetto sismico di sito” ovvero “risposta sismica locale del sistema unitario sito-edificio”, come da **cap.7.11.3 delle NTC 2008**

7.11.3 RISPOSTA SISMICA E STABILITÀ DEL SITO

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 dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Alla scala della singola opera o del singolo sistema geotecnico, la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A, definito al § 3.2.2).

RIFLESSIONI SUL RISCHIO SISMICO E LA SICUREZZA SISMICA DEI FABBRICATI *ESISTENTI* (*AMBIENTE DI LAVORO*)

...indicazioni specifiche sul comportamento sismico di un edificio “esistente”, vengono fornite attraverso la valutazione della sicurezza strutturale di cui al par.8.3 delle NTC 2008

*...la valutazione della sicurezza strutturale, al momento, è obbligatoria oltre che per gli edifici **STRATEGICI E RILEVANTI** di proprietà generalmente pubblica,*

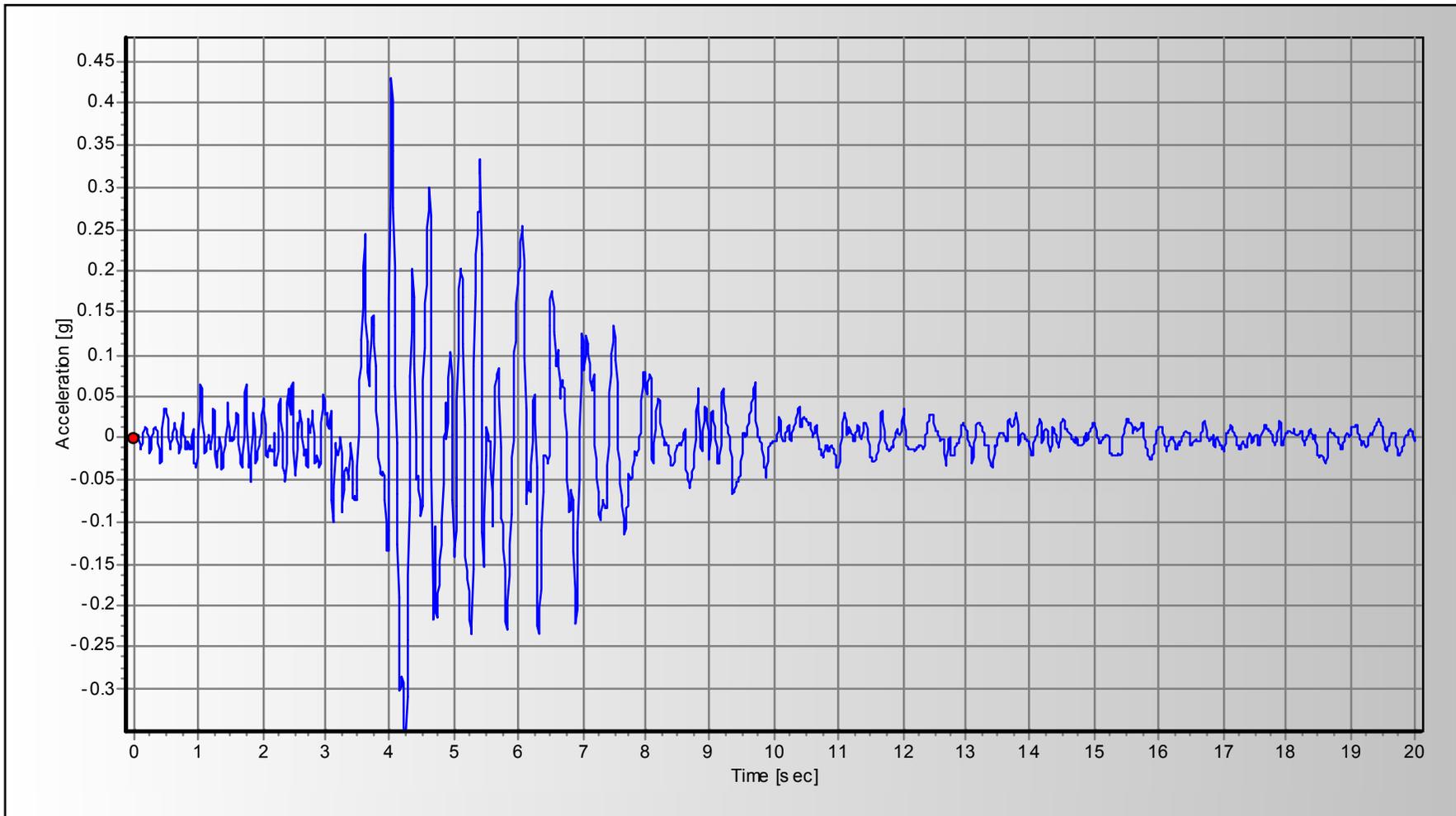
anche per “alcune tipologie di edifici privati ad uso produttivo” in Emilia-Romagna (*capannoni prefabbricati monopiano in c.a.p. privi di collegamenti e/o danneggiati dal sisma del maggio 2012*), ubicati nei comuni individuati nell'allegato 1 della legge 122/2012

I TERREMOTI; LA PERICOLOSITA' SISMICA TERRITORIALE E LOCALE

SISMICITA' E TERREMOTI

(scuotimento del terreno: l'accelerogramma)

..la rete accelerometrica in Italia consta oggi di circa 500 stazioni accelerometriche



I terremoti più gravi degli ultimi 100 anni in Italia

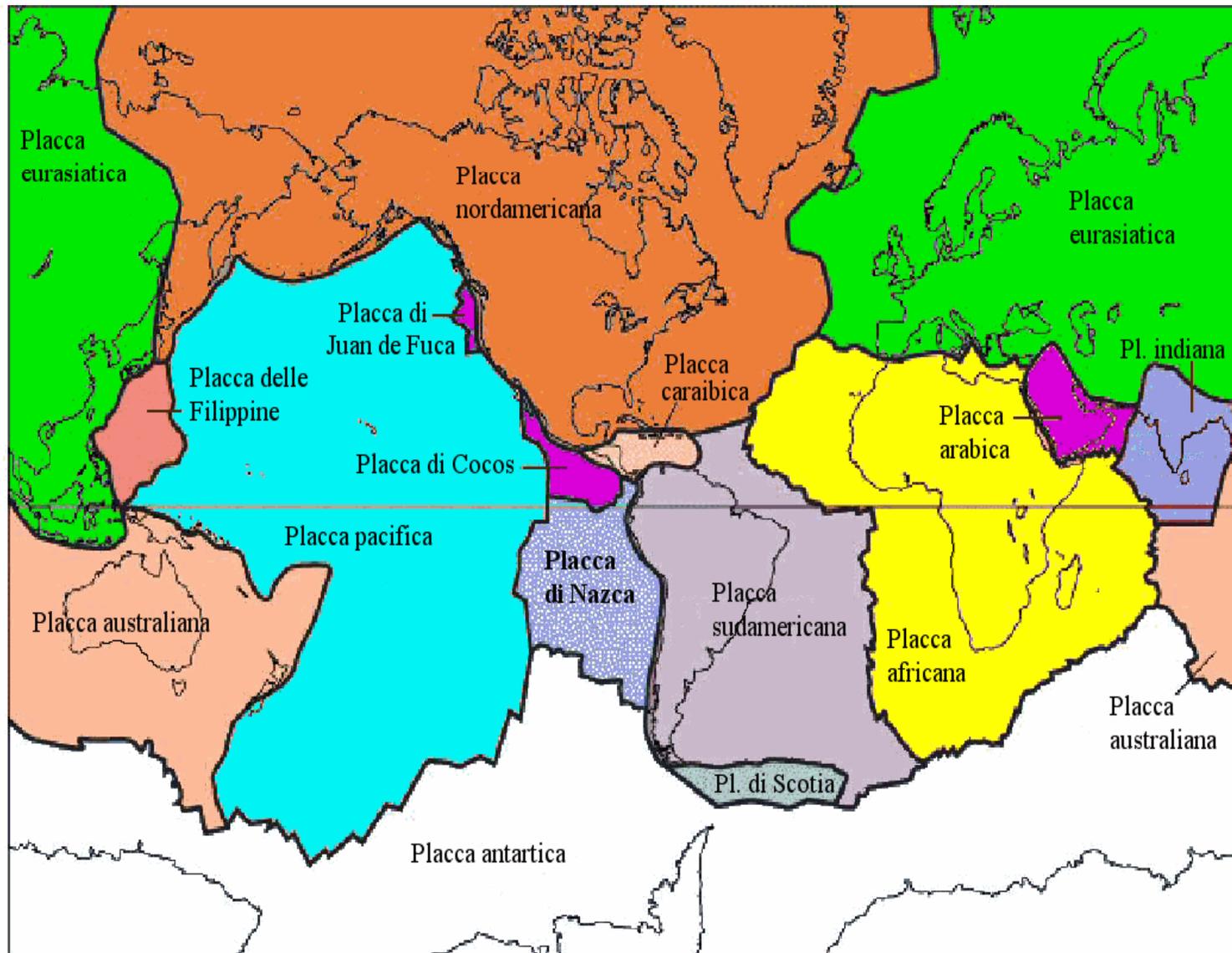
- **MESSINA-REGGIO:** ore 5.21 del 28 dicembre 1908; magnitudo >7; 86000 morti
- **AVEZZANO:** ore 7.48 del 13 gennaio 1915; magnitudo 6,8; 33000 morti
- **BELICE:** ore 2.35 del 15 gennaio 1968; magnitudo 6,4; 236 morti
- **FRIULI:** ore 21.24 del 6 maggio 1976; magnitudo 6,2; 976 morti
- **IRPINIA-BASILICATA:** sera 23 novembre 1980; magnitudo 6,8; 2570 morti
- **SICILIA SUD-ORIENTALE:** ore 24.28 del 13 dicembre 1990; magn. 5,7; 19 morti
- **UMBRIA-MARCHE:** ore 2.33 del 26 settembre 1997; magnitudo 5.6; 11 morti
- **MOLISE(S.GIULIANO DI PUGLIA):** 11.32 del 31 ottobre 2002; magnitudo 5.6; 28 morti
- **L'AQUILA (ABRUZZO):** ore 3,32 del 06 aprile 2009; magn. 5.8; 300 morti
- **EMILIA-ROMAGNA:** ore 4,04/20 maggio 2012, magn. 5.9; ore 9,00/29 maggio 2012, magn. 5.8; 27 morti

Il terremoto...

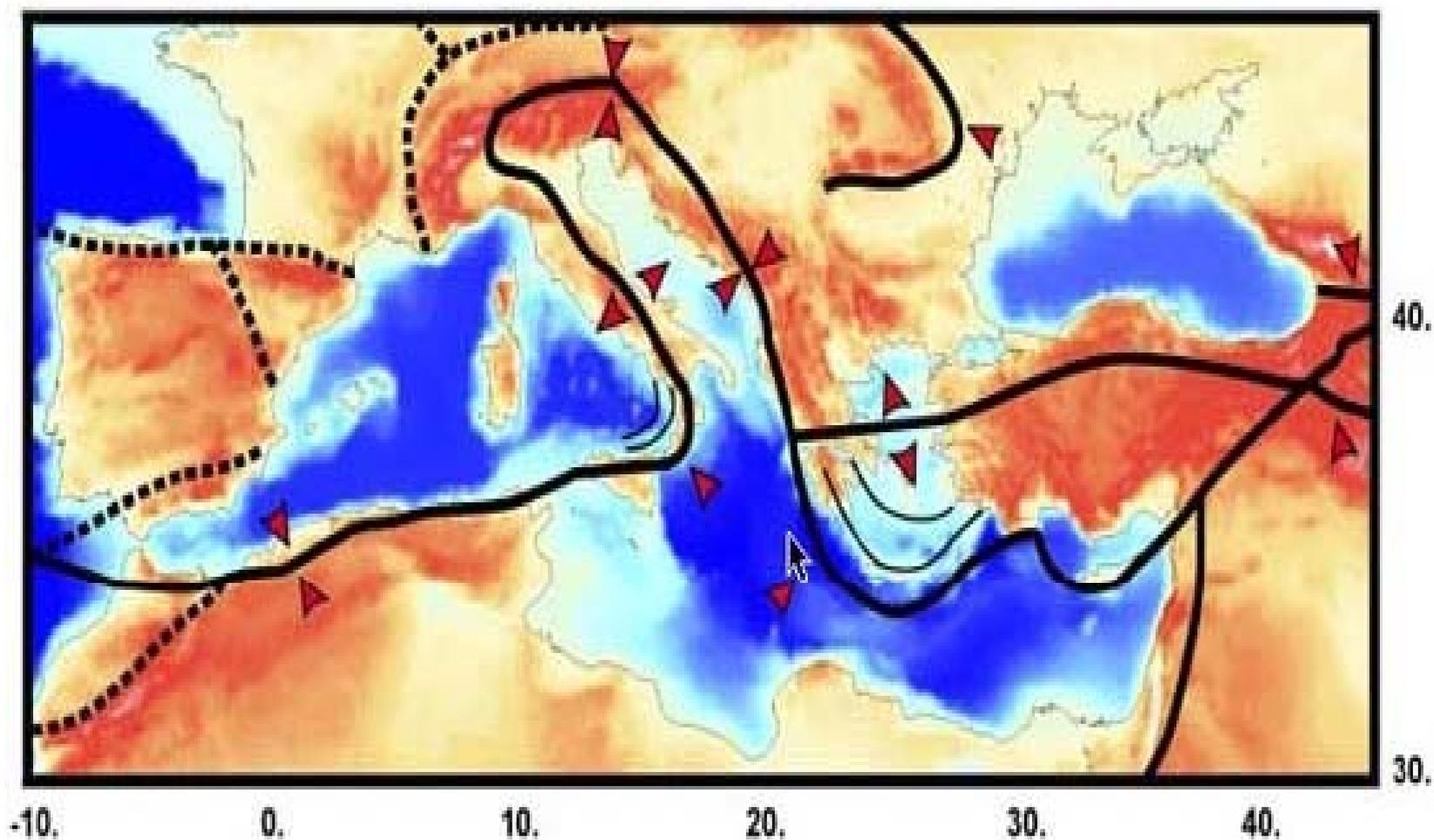
(tratto dall'INGV-Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia)

...nel 1915 Wegener formula la teoria della tettonica a zolle(placche litosferiche rigide, galleggianti sul mantello fluido),spiegando la distribuzione “non casuale” di eventi sismici, vulcani, catene montuose e fenomeni morfologici.

Le Placche litosferiche rigide



Il movimento relativo tra le placche africana ed euroasiatica



Fonte: INGV

Il quadro geodinamico/tettonico attuale del mediterraneo centrale (da GNGTS 2012/rilevaz.GPS)

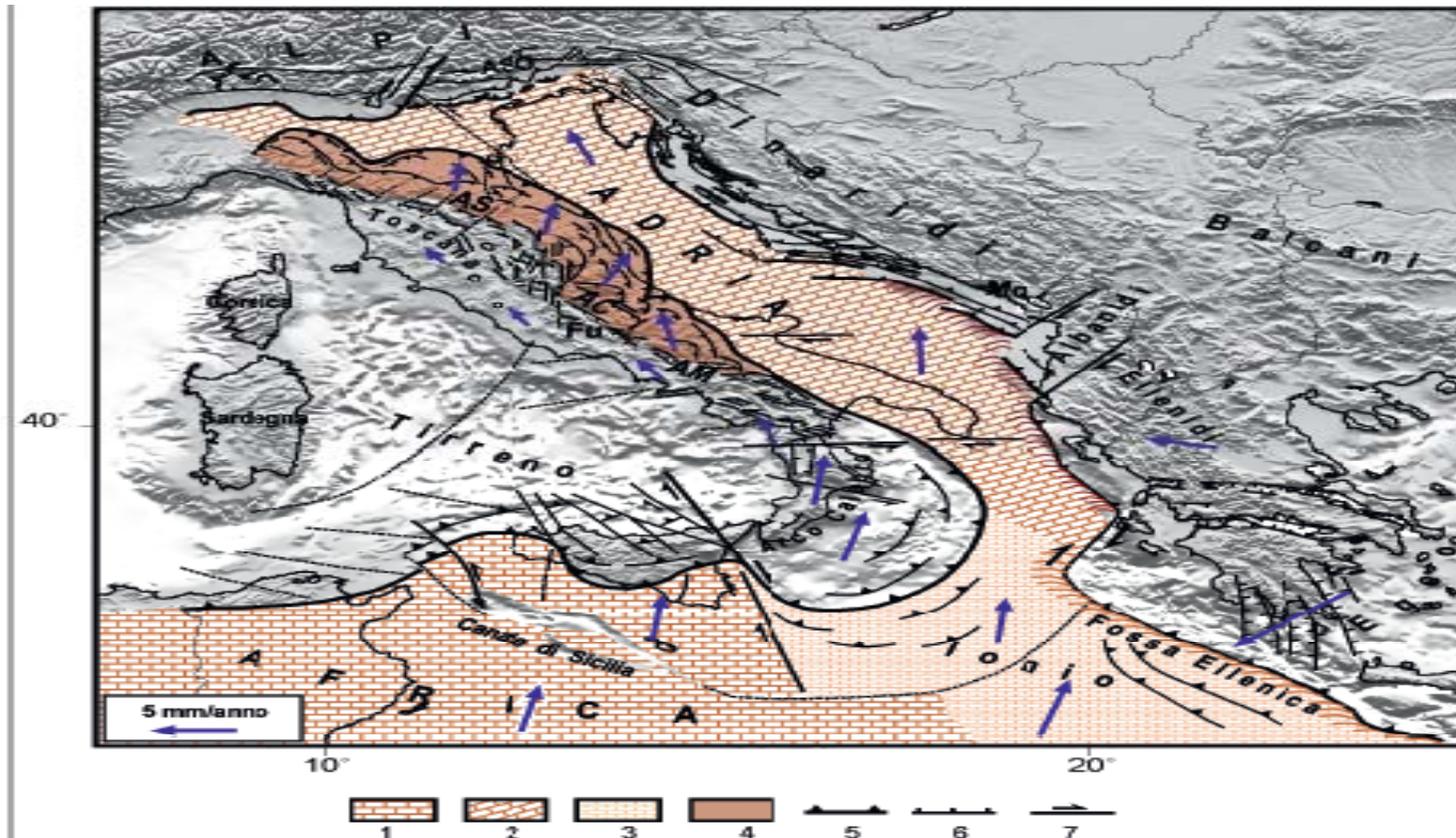


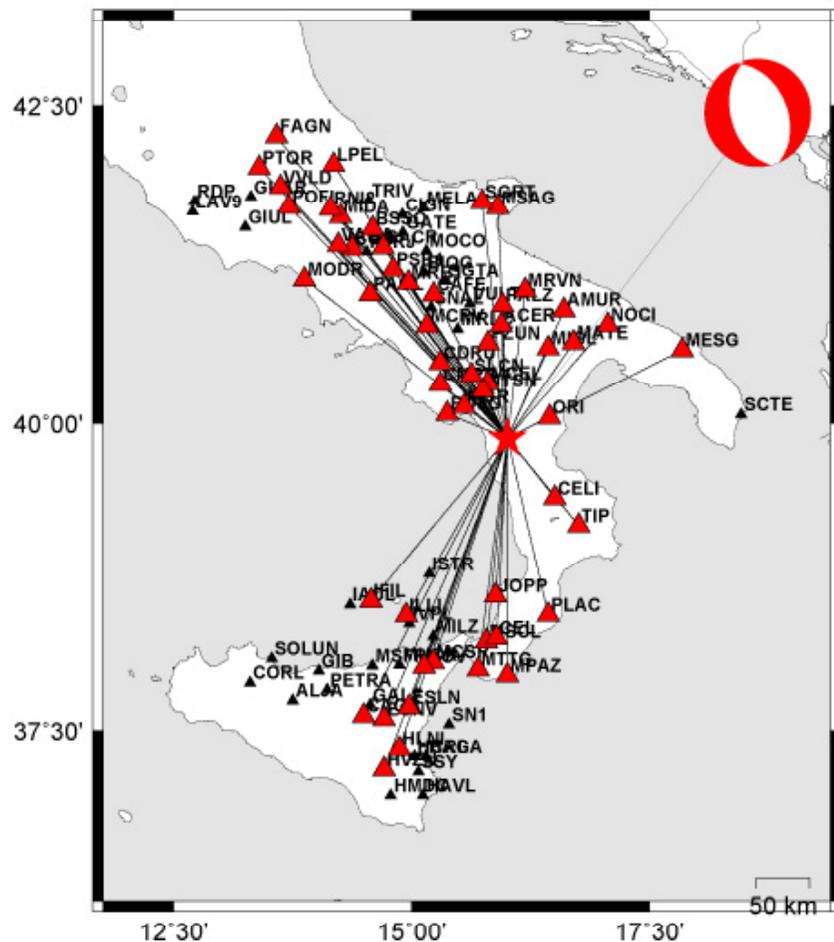
Fig. 1 - Assetto tettonico e cinematica dei blocchi nel Mediterraneo centrale, compatibile con il complesso delle deformazioni post-Pleistocene inferiore (Mantovani *et al.*, 2008; Cenni *et al.*, 2012): 1-2) domini continentali africano e adriatico; 3) dominio oceanico ionico; 4) settore esterno della catena appenninica trasportato dalla placca adriatica; 5,6,7) principali lineamenti tettonici compressionali, estensionali e trascorrenti. L'insieme delle velocità (freccie blu) indica il quadro cinematico di lungo termine (Pleistocene) rispetto all'Eurasia, secondo la scala riportata in figura. AM = Appennino meridionale, AC = Appennino centrale, AS = Appennino settentrionale, ASO = Alpi sud-orientali, Mo = Montenegro.

Meccanismi focali che generano i terremoti:

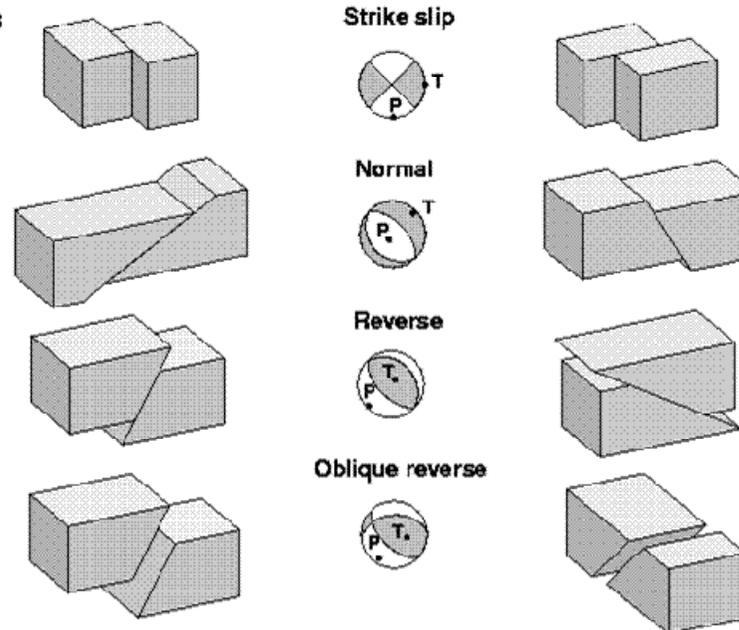
la rappresentazione in piano dei movimenti di faglia

A) meccanismo di tettonica distensiva terremoto del Pollino M5.0 - 26/10/12 B) tipi di faglia

fonte: INGV



B



USGS, 1996

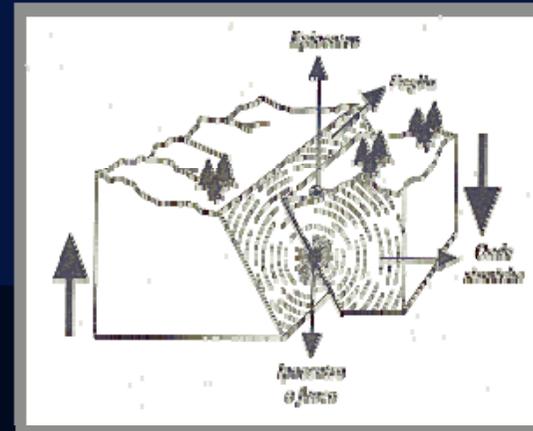
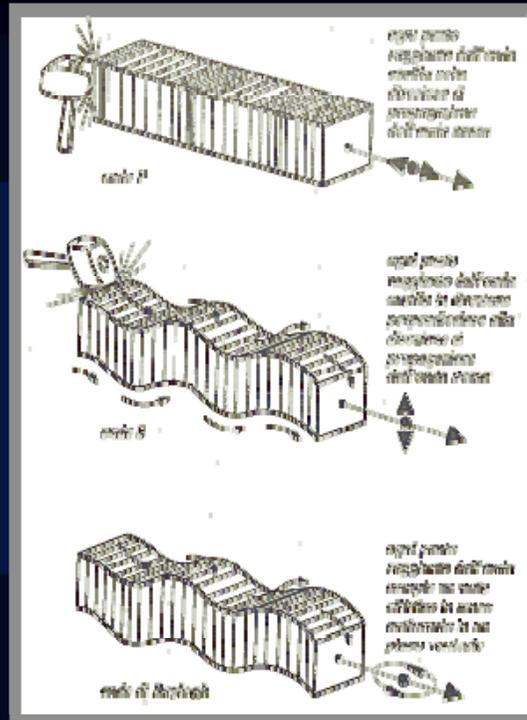
*Meccanismi focali da tettonica compressiva terremoti emilia-romagna
20-29 maggio 2012
fonte: INGV*



I movimenti di faglia: le strutture tettoniche e deformazioni attive nell'Italia meridionale (GPS)

- *Nell'ambito della compressione verso nord della placca africana verso quella euroasiatica (fonte INGV)*
- *...la fagliazione trascorrente (orizzontale) prevale nella Sicilia orientale e parallelamente alla scarpata ibleo-maltese;*
- *...la fagliazione inversa (compressiva) domina nell'area eoliana e nel tirreno meridionale;*
- *...la fagliazione diretta (distensiva) prevale nell'appennino meridionale e calabria settentrionale*

Onde sismiche



6

Le onde sismiche si generano all'ipocentro e sono di tre tipi: le prime, **longitudinali "P"**, si propagano per compressioni e dilatazioni successive, sono le più veloci; le seconde, **trasversali "S"**, meno veloci, producono vibrazioni perpendicolari alla direzione di propagazione; le terze, **radiali "R" ed "L"**, lente ed ampie, si propagano in superficie a partire dall'epicentro

intensità - magnitudo

SERVIZIO
SISMICO
NAZIONALE



intensità



magnitudo

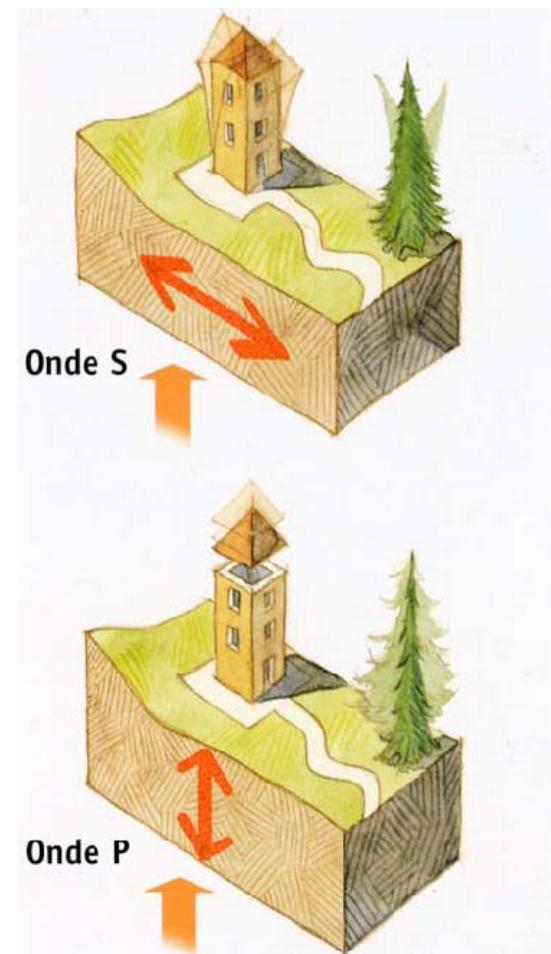
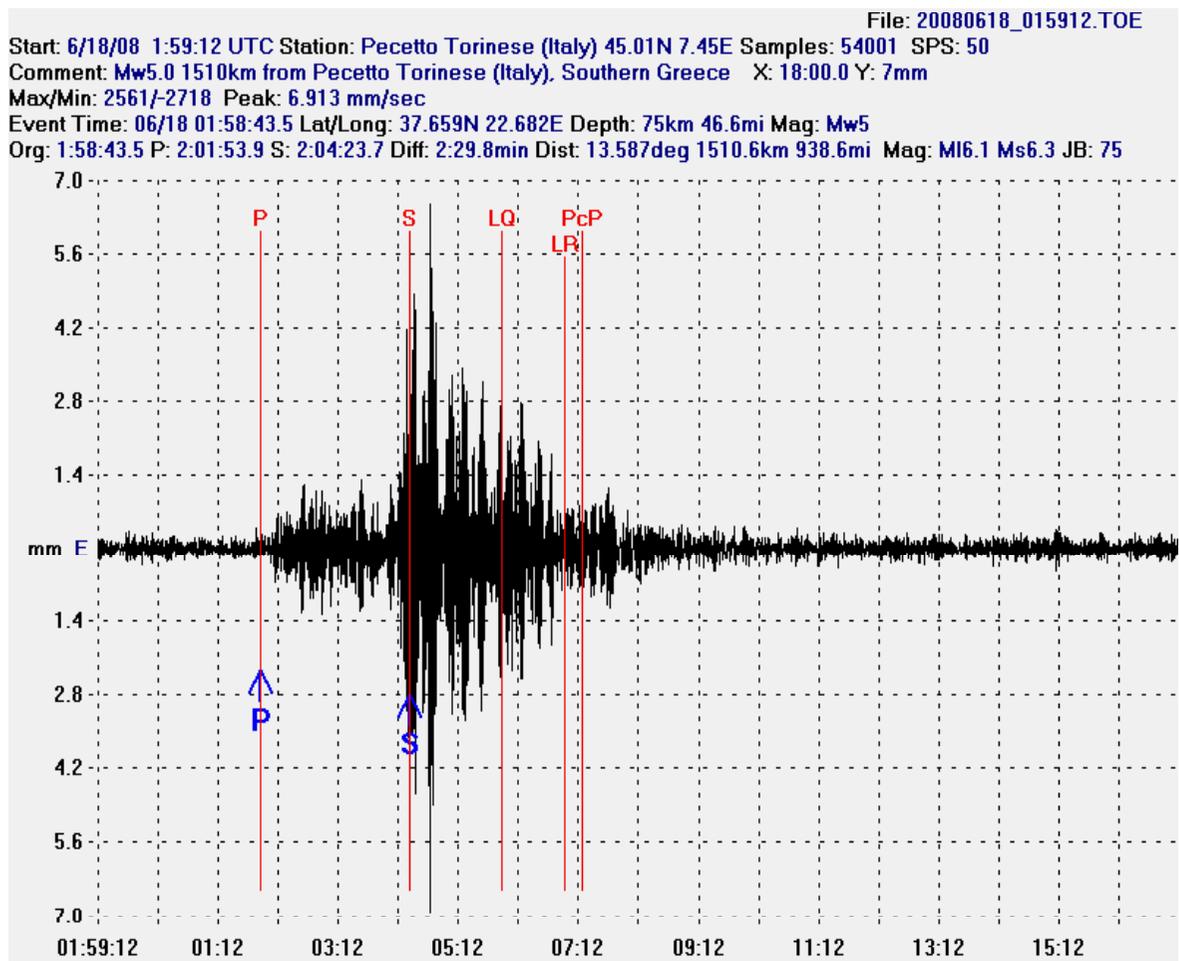
scala Mercalli		scala Richter
I	non percepito	-2.0
II		
III	percezione improvvisa, movimenti di punta, cadu- ta di oggetti, sensa danni	-3.0
IV		
V		-4.0
VI	dannabilità	-5.0
VII		-6.0
VIII	rovina di un lato di una parete, caduta di oggetti di edifici	-7.0
IX		
X		
XI		
XII	storicamente mai raggiunto	

5

La scala Mercalli (12 gradi, del 1902) è la misura <<degli effetti>> prodotti dal sisma (scala dell'intensità macrosismica);

La scala Richter (9 gradi di scala delle magnitudo, del 1935) è la misura "strumentale" (lettura del sismogramma) <<dell'energia rilasciata dal sisma>>, in funzione della ampiezza massima della traccia registrata, rapportata a quella prodotta da uno strumento standard, alla stessa distanza epicentrale

Il sismogramma è la traccia disegnata dal sismografo durante il terremoto ...



La magnitudo locale – scala Richter, si calcola dall’ampiezza massima delle onde “S” del sismogramma; da un grado al successivo l’energia sviluppata si amplifica di 30 volte log.

LA PERICOLOSITA' SISMICA TERRITORIALE (Pst)

i dati di macrozonazione sismica: il terremoto di riferimento per ciascuna "area geografica"

(gli ultimi aggiornamenti sono visualizzabili dal catalogo parametrico dei terremoti italiani, dal 1000 al 2006, da INGV: BancaDatiMacrosismici)



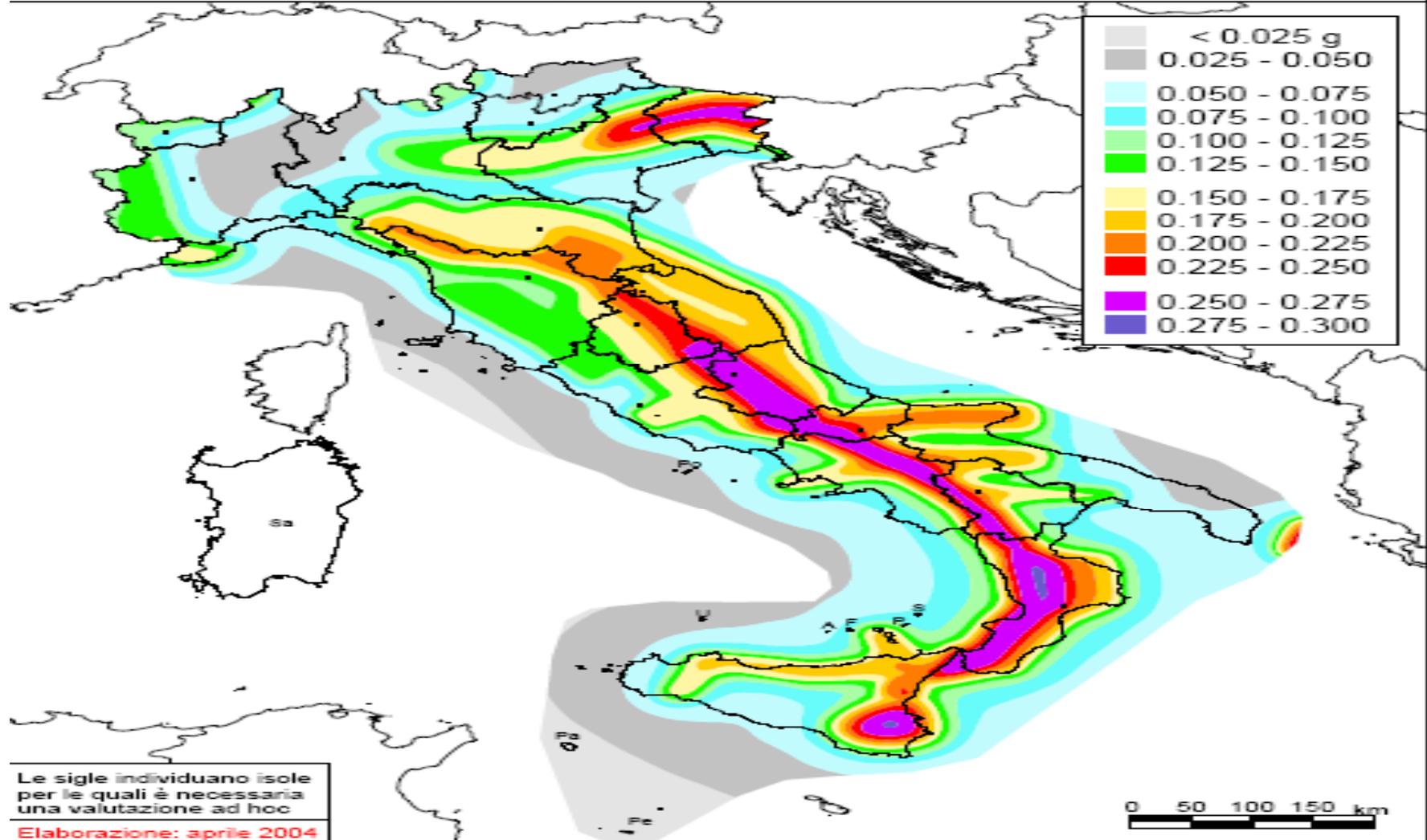
Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale

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

espressa 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)





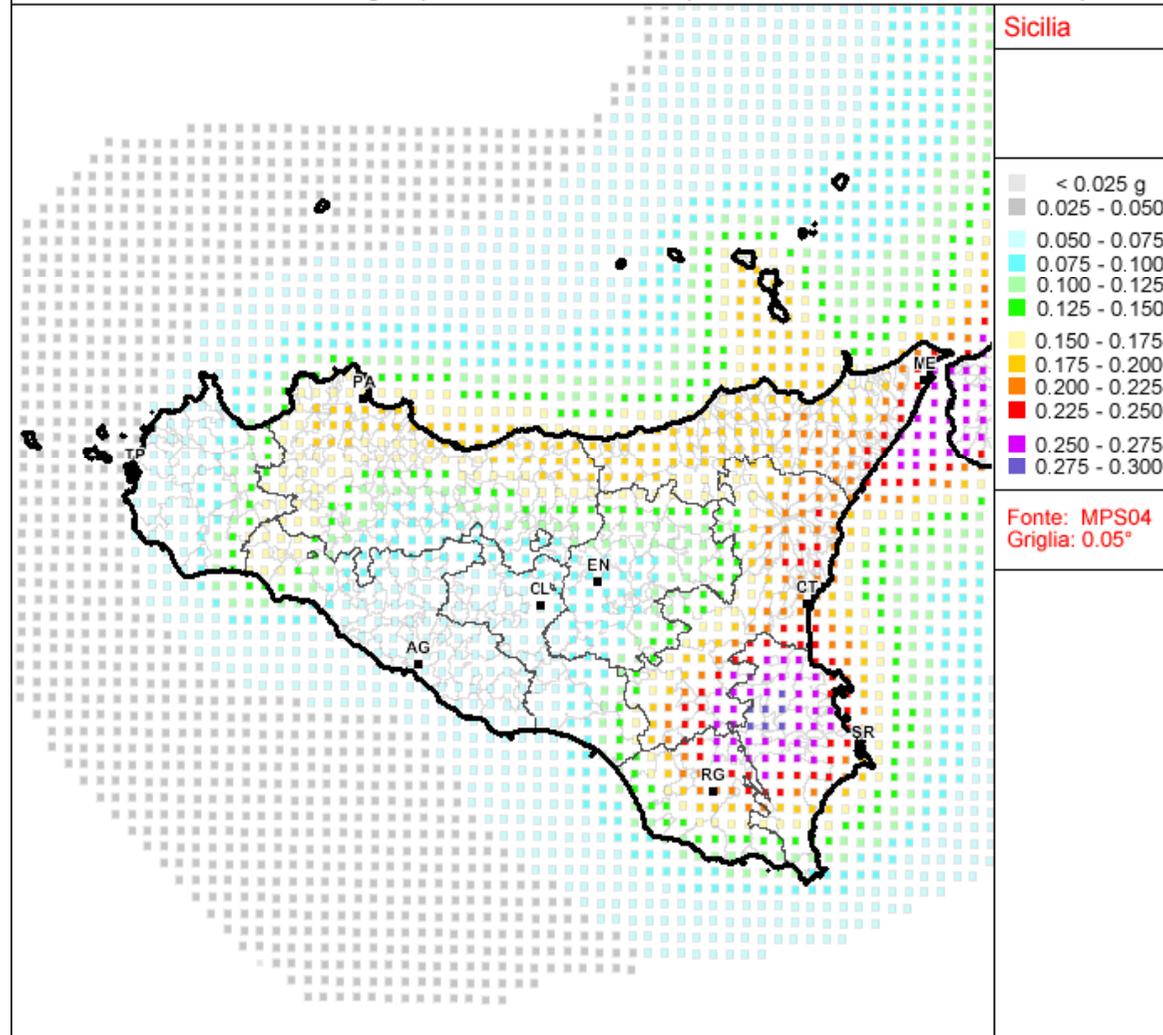
Valori di pericolosità sismica del territorio nazionale

(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)



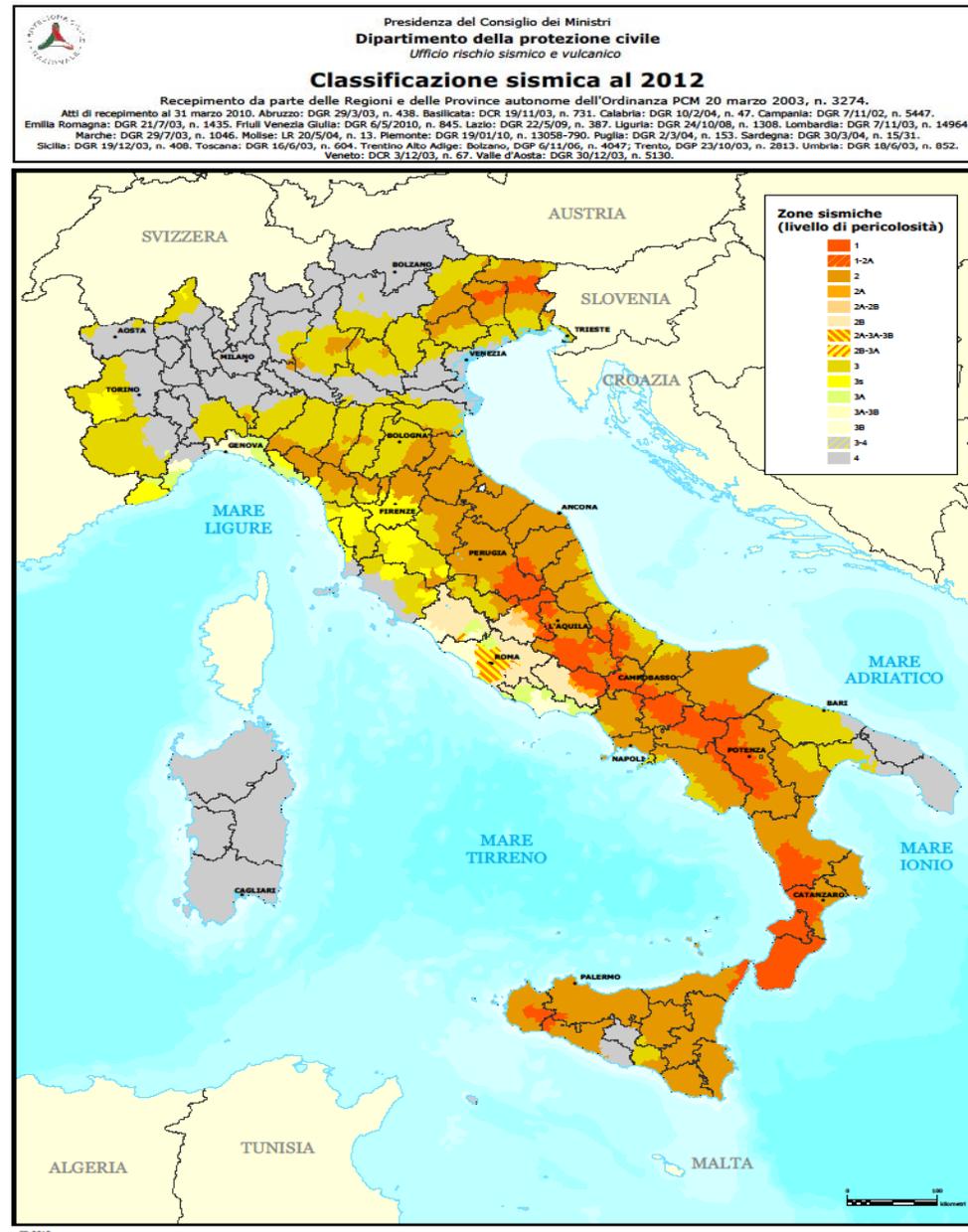
...si tratta

della cosiddetta MPS04 ovvero della **MAPPA DI PERICOLOSITÀ SISMICA**, redatta nel 2004 a cura dell'INGV che descrive la pericolosità sismica attraverso il **Parametro dell'Accelerazione Massima Attesa (PGA) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni su suolo rigido pianeggiante**

corrispondente ad un periodo di ritorno del “terremoto di riferimento”, per un edificio ordinario (Vu di 50 anni, destinazione uso Cu=1), allo SLV (danno severo o stato limite di salvaguardia della vita); ovvero di 475 anni;

è ancora oggi **la mappa di riferimento ufficiale** per il territorio nazionale con l'emanazione dell'Ordinanza PCM 3519/2006 (G.U. 105 dell'11 maggio 2006)

La classificazione sismica nazionale è oggi “amministrativa” (zonizzazione sismica per unità amm.ve comunali), utile per la gestione della pianificazione, delle emergenze e per il controllo del territorio da parte degli enti preposti (Regione, Province, Genio civile, Protezione civile etc.)



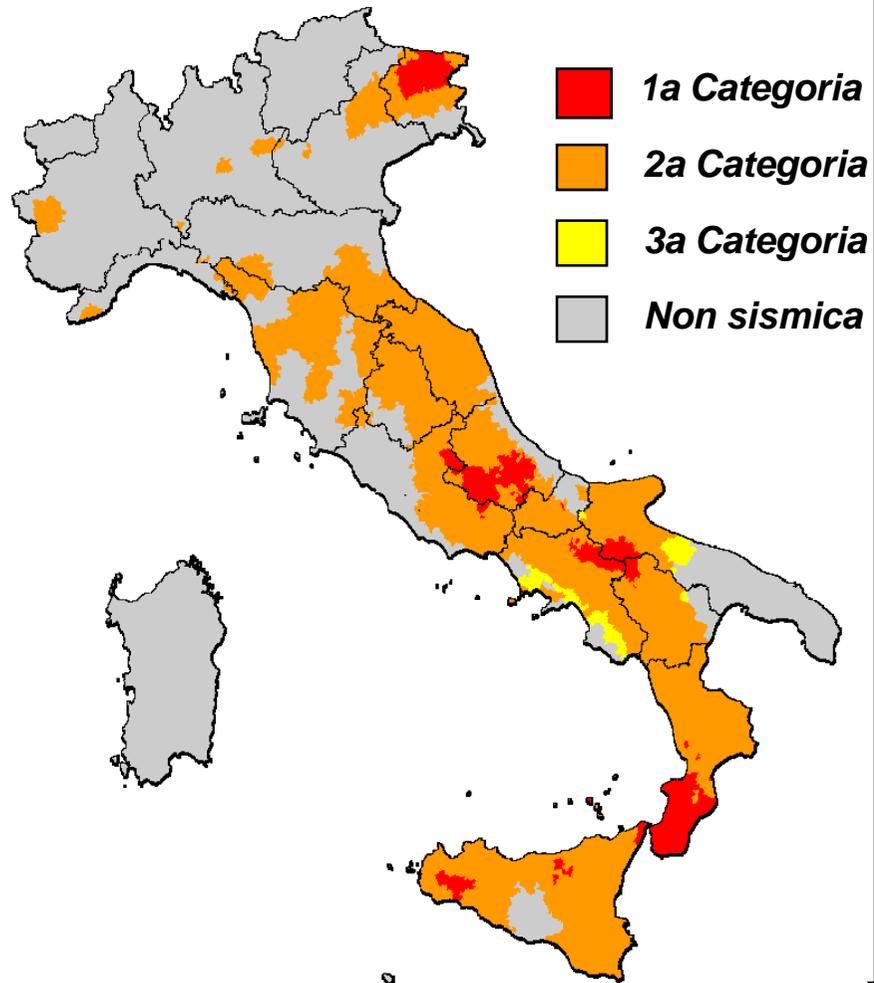
Le sottozone nella classificazione sismica 2012

sono ad **elevato e medio-elevato** rischio
sismico i comuni classificati come 1,2, 2A,
2B;

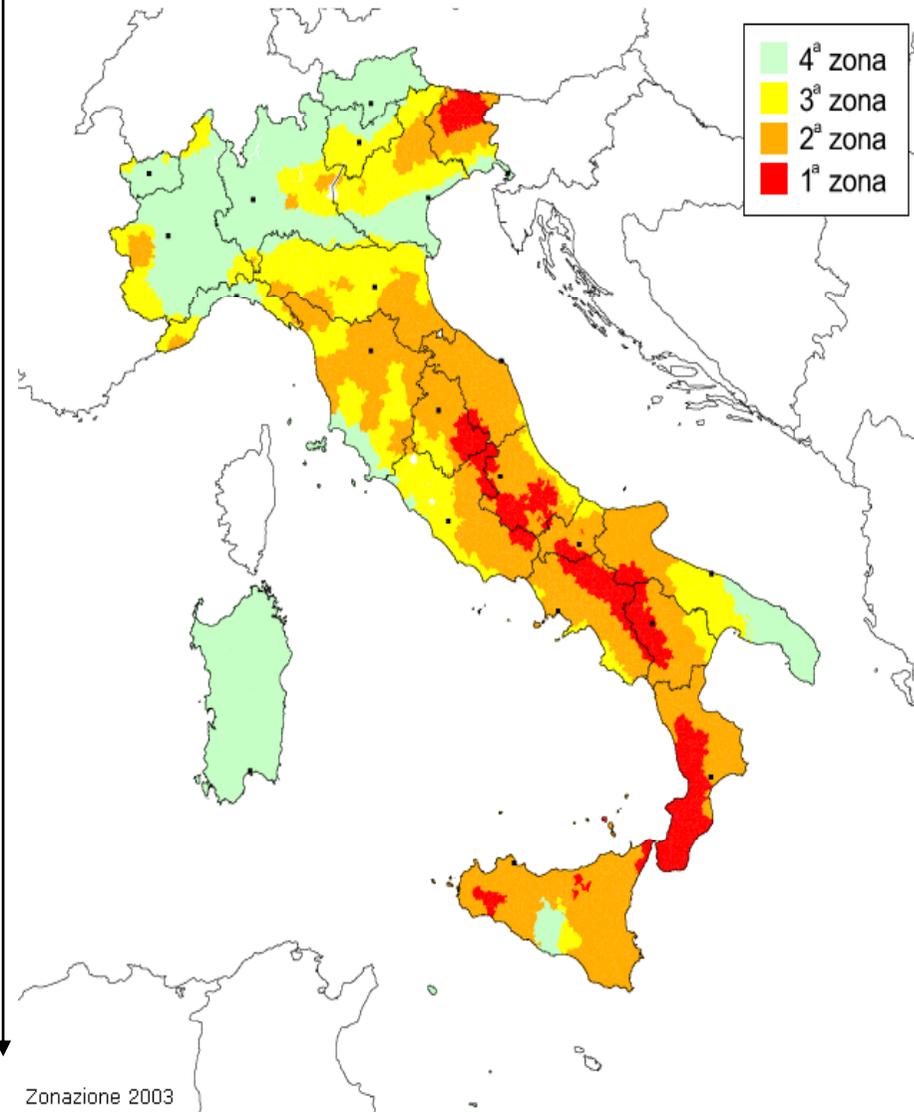
sono a **basso** rischio sismico i comuni
classificati come 3,3A, 3B, 3S;

sono a **trascurabile** rischio sismico i comuni
classificati come 4

MAPPA SISMICA 1984



MAPPA SISMICA 2003



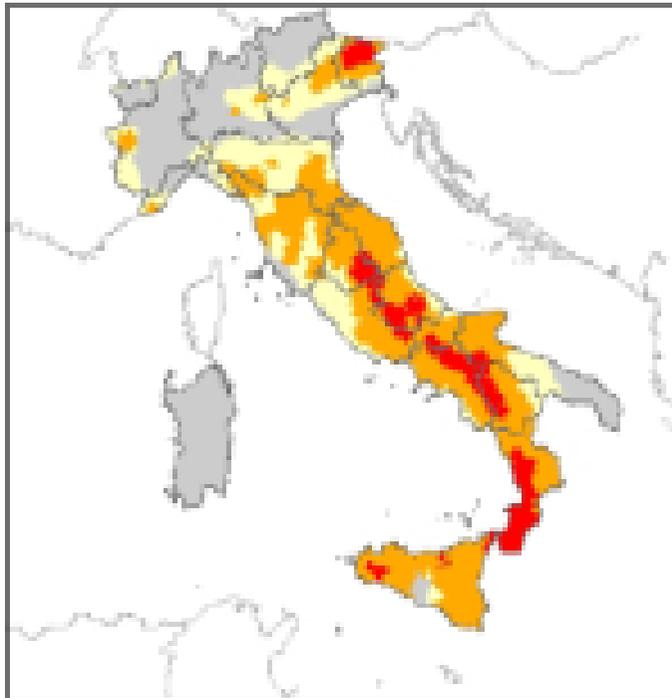
EVOLUZIONE DELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA NAZIONALE

...Fino al 2003

Livelli di pericolosità		grado sism.	Coeff.intensità sism.
zona 1 (alta) 1 ctg.	368	CS=12	A.max = 0,10g
zona 2 (media) 2 ctg.	2498	CS=9	A.max = 0,07g
zona 3 (bassa) 3 ctg.	99	CS=6	A.max = 0,04g
zona 4 (asismici)	5135		
TOTALE	8101	comuni	

...Dopo OPCM 3274 DEL 30 MARZO 2003

Livelli di pericolosità		acceleraz.orizzont.di picco al suolo (pga)
zona 1 (alta)	708	A.max > 0,25g < 0,35g
zona 2 (media)	2345	A.max = 0,15-0,25g
zona 3 (bassa)	1560	A.max = 0,05-0,15g
zona 4 (minima)	3488	A.max < 0,05g
TOTALE	8101	comuni



Classificazione 2003



Nell'analisi sismica di una struttura o infrastruttura l'OPCM si riferisce a due eventi sismici, cui associa due distinti livelli prestazionali:

- Stato Limite Ultimo (SLU):
in occasione di un terremoto distruttivo ($T_R = 475$ anni, 10% in 50 anni), pur subendo danni gravi, la struttura deve essere in grado di fornire una resistenza residua nei confronti delle azioni orizzontali e l'interna capacità portante nei confronti dei carichi verticali, al fine di salvaguardare le vite umane.
- Stato Limite di Esercizio o di Danno (SLD):
la struttura, soggetta ad un terremoto di servizio ($T_R = 95$ anni, 10% in 10 anni), deve subire un ridotto danneggiamento delle parti strutturali e non strutturali, ovvero lo spostamento d'interpiano deve essere contenuto entro determinati valori.

LA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

*(effetto di sito/la risposta sismica
locale-PsI)*

per la stima dell'amplificazione locale del segnale sismico, la norma NTC08 propone 2 possibilità:

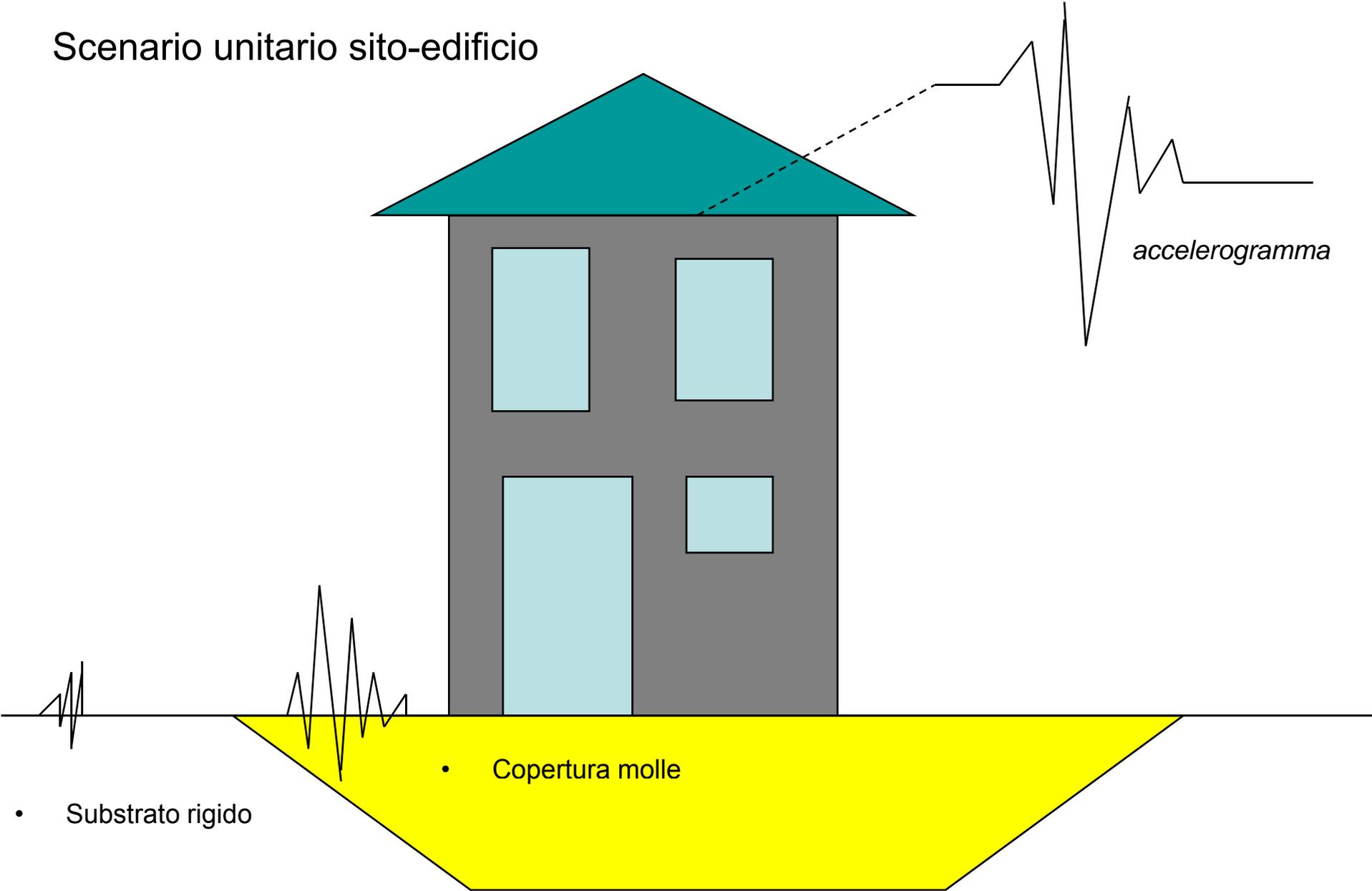
1. studi specifici di RSL (approccio approfondito per situazioni progettuali particolari, attraverso analisi di *microzonazione sismica*);
2. approccio semplificato basato sull'uso di coefficienti di amplificazione spettrale calcolati *in funzione delle condizioni topografiche stratigrafiche del sito*

...alle origini della **microzonazione sismica**:

già un secolo fa i criteri ispiratori delle “prime” Norme Tecniche, approvate con regio decreto 18 aprile 1909, n. 193 a seguito del terremoto di ME e RC del 1908, riportavano

il divieto di nuove costruzioni e ricostruzioni.. “ su terreni posti sopra e presso fratture, franosi o atti comunque a scoscendere od a comunicare ai fabbricati vibrazioni e sollecitazioni tumultuarie per differente costituzione geologica o diversa resistenza delle singole parti di essi”

Scenario unitario sito-edificio



...i rapporti tra approccio **semplificato NTC08** e
specifiche analisi di RSL (gli studi di
microzonazione sismica):

gli *Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS)* (GdL
MS, 2008) prescrivono 3 livelli di approfondimento per gli studi di
MS, rilevando:

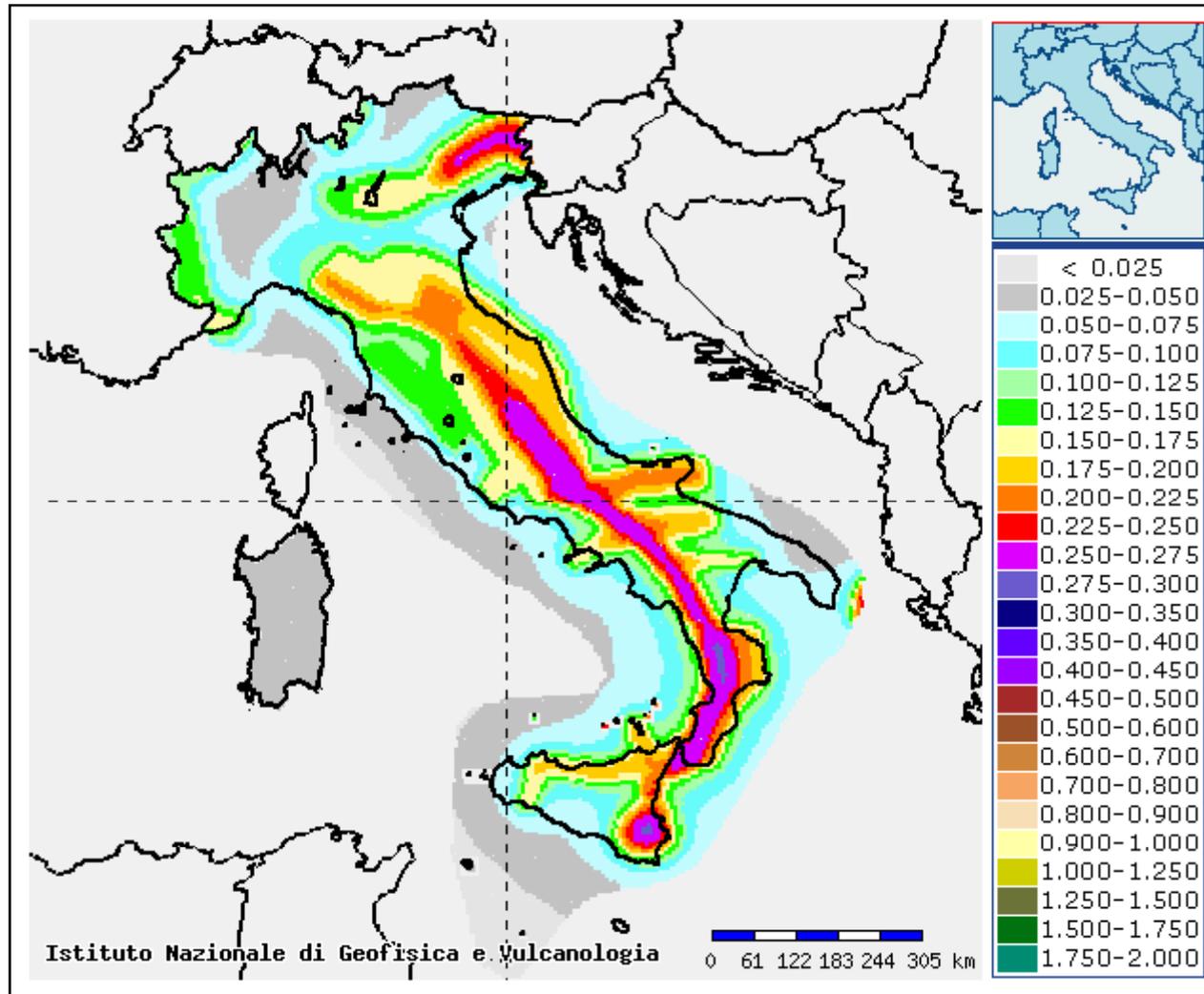
- 1) **livello 1 (qualitativo):** fenomeni di amplificazione e/o instabilità
sismica (liquefazione, franosità, fagliazione attiva e capace, cedimenti
differenziali);
- 2) **livello 2 (semiquantitativo):** il livello delle amplificazioni attese
attraverso l'uso di "abachi" regionali;
- 3) **livello 3 (quantitativo):** il livello di amplificazione e/o instabilità,
attraverso *l'applicazione di analisi numeriche e sperimentali*

...le **Norme Tecniche per le Costruzioni** (Decreto del Ministero delle Infrastrutture 14 gennaio 2008), hanno modificato il ruolo che la classificazione sismica aveva ai fini **progettuali**: per ciascuna zona, e quindi territorio comunale, precedentemente veniva fornito un valore di accelerazione di picco e quindi di spettro di risposta elastico da utilizzare **per il calcolo delle azioni sismiche.**

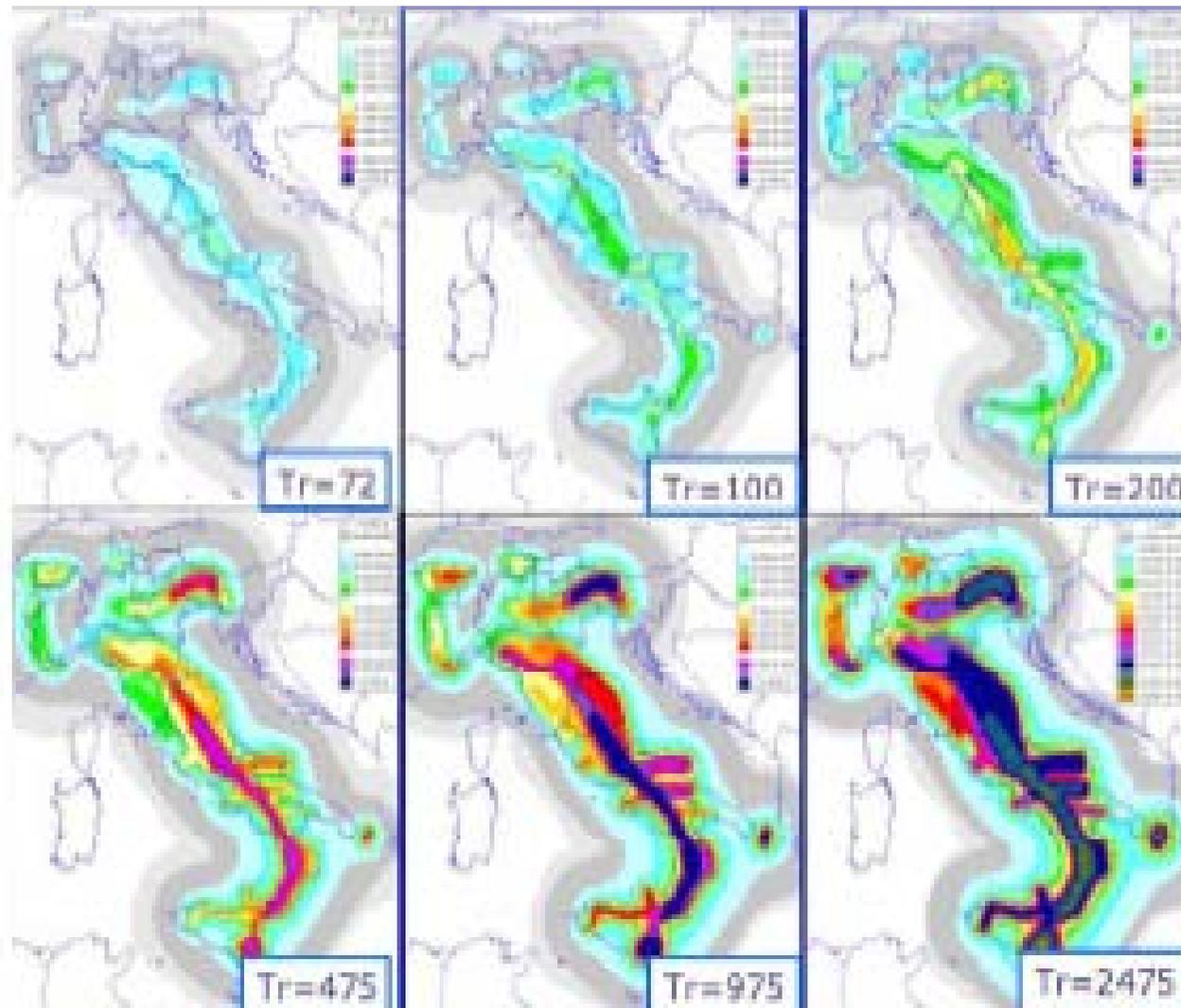
Dal 1 luglio 2010, con l'entrata in vigore delle NTC 2008, a regime, per ogni costruzione ci si deve riferire ad una accelerazione di riferimento "base" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto, in funzione della vita nominale dell'opera e del coeff.d'uso.

Un valore di **pericolosità di base** è definito per ogni punto sul territorio nazionale, su una maglia quadrata di circa 10 km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi comunali.

NORME TECNICHE COSTRUZIONI 2008



Mapa Sismica – Reticolo di riferimento



CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

1) Categorie di sottosuolo

Per definire l'azione sismica di progetto si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III).

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Annessi 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 $c_{v,30} > 250$ 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 $70 < c_{v,30} < 250$ 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 $c_{v,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni del sottosuolo di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i>

Ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente V_{s30} di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità.

Tabella 3.2.III – Categorie aggiuntive di sottosuolo.

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di V_{s30} 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.

La velocità **equivalente** delle onde di taglio V_{s30} è definita dall'espressione (3.2.1)

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} \frac{h_i}{V_i}}$$

h_i = Spessore in metri dello strato i-esimo
 V_i = Velocità dell'onda di taglio i-esima
 N = Numero di strati

La resistenza penetrometrica dinamica equivalente NSPT30 è definita dall'espressione

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

$N_{SPT,i}$ numero di colpi N_{SPT} nell'i-esimo strato;
 M numero di strati di terreni a grana grossa compresi nei primi 30 m di profondità;

La resistenza non drenata equivalente c_{u30} è definita dall'espressione

$$c_{u30} = \frac{\sum_{i=1, K} h_i}{\sum_{i=1, K} \frac{h_i}{c_{u,i}}}$$

$c_{u,i}$ resistenza non drenata nell'i-esimo strato;
 K numero di strati di terreni a grana fina compresi nei primi 30 m di profondità

30

E' raccomandata la misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio (NTC 2008)

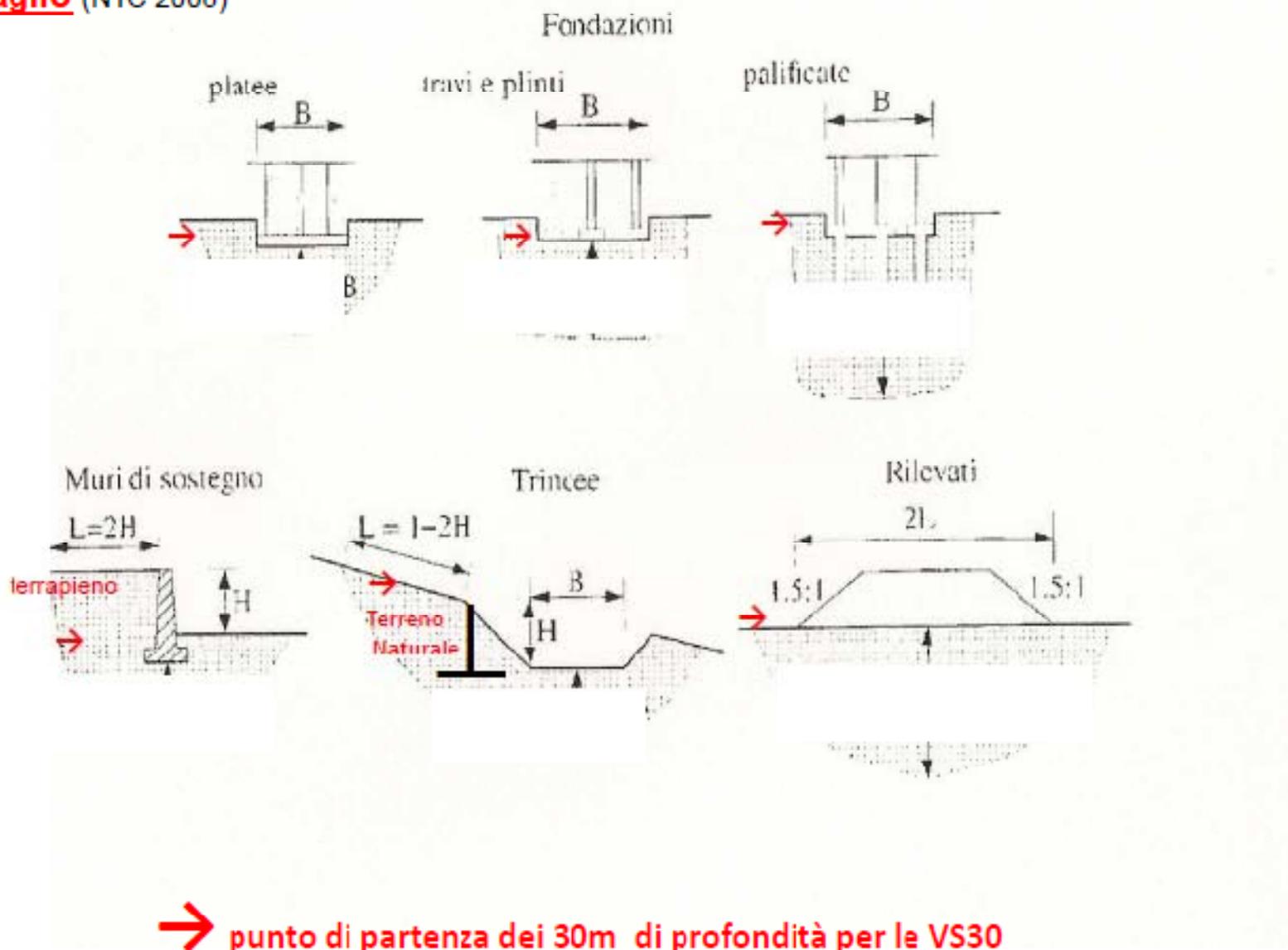


Tabella 3.2.IV - *Categorie topografiche* + *Tab. 3.2.VI - Valori del fattore di amplificazione*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica	S_T
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	1,0
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	1,2
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	1,2
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	1,4

2) Condizioni topografiche

Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione, da considerare nella definizione dell'azione sismica se di altezza > 30 m, tenendo conto che si ha un decremento lineare con l'altezza del pendio dalla sommità alla base dove S_T vale 1.0 .

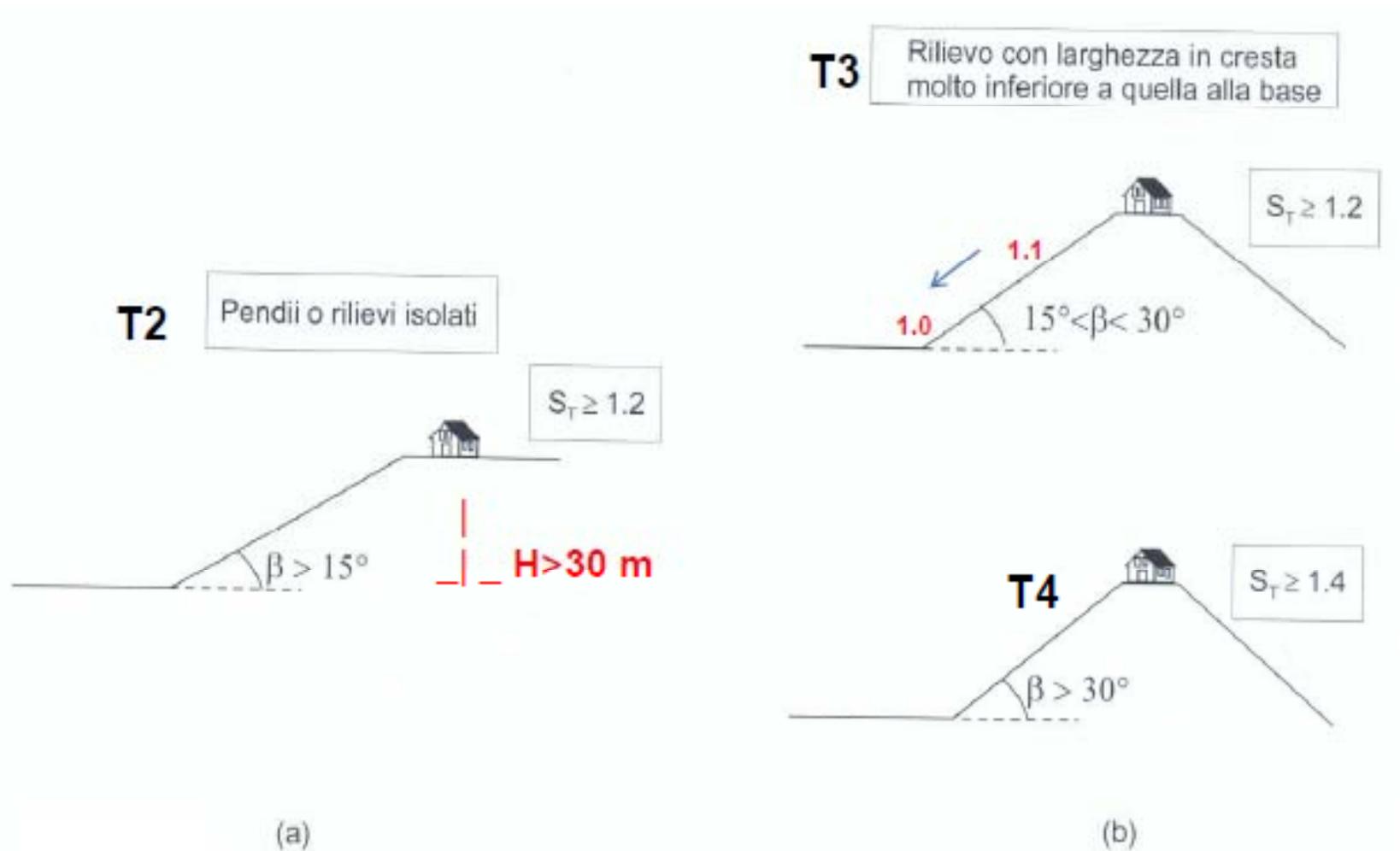


Fig.1 Valori del fattore di amplificazione topografica S_T secondo l'EC8 per (a) pendii e rilievi isolati e (b) rilievi con larghezza in cresta molto minore di quella alla base.

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente

$$S = S_s \times S_T \quad (3.2.5)$$

essendo S_s il coefficiente di amplificazione stratigrafica (vedi Tab. 3.2.V) e S_T il coefficiente di amplificazione topografica (vedi Tab. 3.2.VI);

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_s e di C_c

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

RISPOSTA SISMICA E STABILITÀ DEL SITO

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende, quindi, dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono.

Il moto sismico alla superficie di un sito, associato a ciascuna categoria di sottosuolo, è definito mediante l'accelerazione massima (a_{max}) attesa in superficie ed una forma spettrale ancorata ad essa.

Il valore dell'accelerazione massima a_{max} può essere ricavato dalla relazione

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_T \cdot S_s \cdot a_g$$

34

AMPLIFICAZIONE SISMICA LOCALE

Schematizzazioni grafiche tratte dallo studio: “effetti di sito in faglie, cavità e rilievi topografici”;
autori: G.Lombardo-S.Rigano, F.Panzerà; Dipartimento Scienze Geologiche-Università di Catania
(“tecniche speditive per la stima dell’amplificazione sismica e la dinamica degli edifici”- M.Mucciarelli,
ediz.nov.2011)

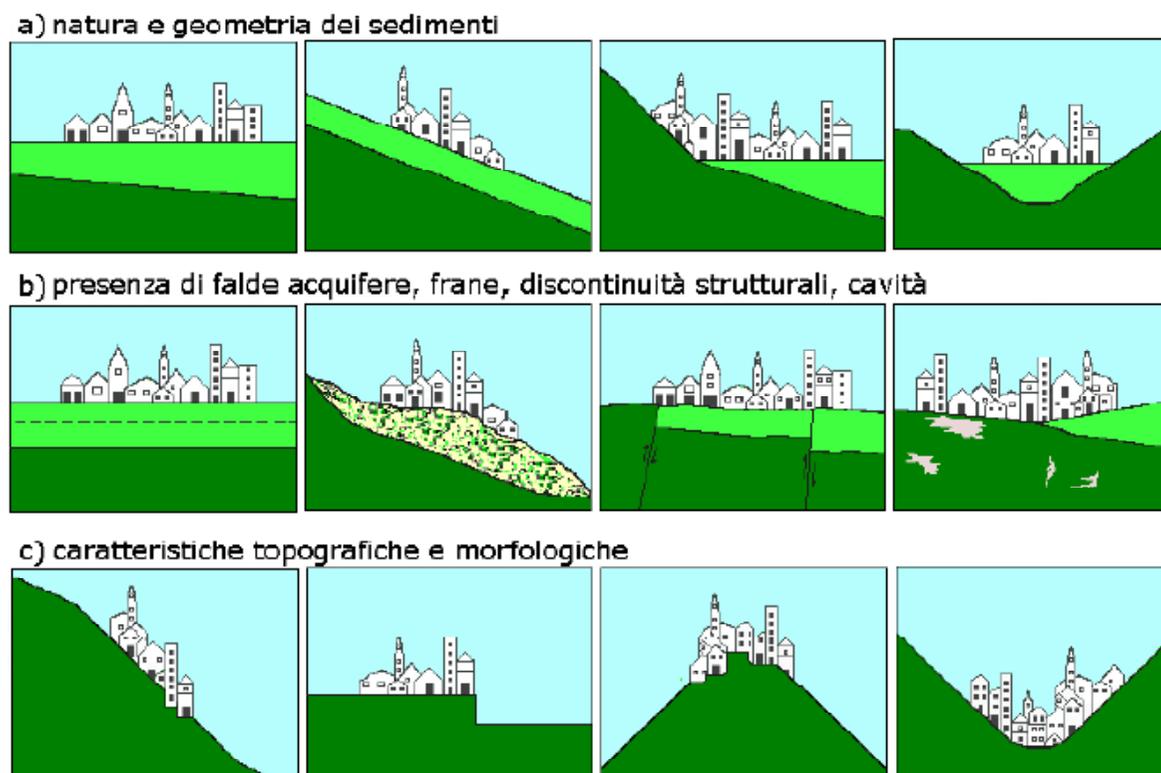


Figura 2.2 - Caratteristiche stratigrafiche, morfologiche e/o strutturali che descrivono scenari locali di rischio.

VULNERABILITA', RESISTENZA SISMICA, LIVELLO DI SICUREZZA

VULNERABILITA' SISMICA DI UN EDIFICIO

(la sismoresistenza - VU)

...gli edifici devono avere quanto più è possibile caratteristiche di elevata duttilità
(capacità di reagire ad una sollecitazione crescente senza collassare).

Un edificio realizzato con pilastrature forti e travi più snelle è generalmente classificabile come più **sismoresistente** di uno con poderose travate e pilastri molto snelli.

Contribuiscono alla sismoresistenza “forme” di semplicità, simmetria, iperstaticità e regolarità geometrica in pianta e in elevazione;
migliorano la sismoresistenza interventi “dissipativi” e/o di “isolamento” sismico (oltre che le buone proprietà meccaniche dei materiali).

Su scala regionale le **valutazioni di vulnerabilità sismica di edifici “strategici e rilevanti”**
(verifiche obbligatorie entro il 31/12/2012, nelle zone sismiche 1 e 2)

Il livello di sicurezza sismica (LS) dell'edificio (NTC 2008)

è definito dal rapporto tra l'accelerazione cui (secondo le verifiche effettuate) il fabbricato è in grado di resistere, e quella cui dovrebbe resistere secondo le prescrizioni normative vigenti. Pertanto un $LS=100\%$ significa che l'edificio è dimensionato secondo i criteri minimi di normativa.

Nella valutazione della S.S. dell'edificio dovrà essere presa in considerazione anche la stabilità, nei confronti del sisma di progetto, dei tamponamenti e degli elementi non strutturali dell'edificio

Sicurezza sismica di un capannone industriale in emergenza post-terremoto

(con riferimento al decreto legge 74 del 06.06.2012-G.U.131 del 07.06.2012)

- **Decreto:** interventi urgenti in favore delle popolazioni colpite dagli eventi sismici che hanno interessato il territorio delle province di Bo,Mo,Fe,Mn,Re,Ro il 20 e il 29 maggio 2012
- **Art.3:** ricostruzione e riparazione delle abitaz.private e di immobili ad uso non abitativo (produttivo); contributi a favore delle imprese; disposizioni di semplificazione procedimentale
- **Comma 7:** ...il titolare dell'attività produttiva in quanto responsabile della sicurezza dei luoghi di lavoro ai sensi del d.lvo 81/08 deve acquisire la certificazione di agibilità sismica rilasciata, **a seguito di verifica della sicurezza effettuata ai sensi delle norme tecniche vigenti(cap.8 edifici esistenti NTC2008)** da un professionista abilitato, e depositare la predetta certificazione al comune territorialmente competente
- **Comma 9:** la verifica di sicurezza ai sensi delle norme vigenti, dovrà essere effettuata **entro 6 mesi** dalla data di entrata in vigore del presente decreto
- **Comma 10:** in analogia a quanto disposto in occasione di precedenti eventi sismici che hanno interessato vaste porzioni del territorio nazionale, **il livello di sicurezza dovrà essere definito in misura almeno pari al 60% della sicurezza richiesta ad un edificio nuovo**

Un approccio semiquantitativo per la valutazione del rischio sismico

(ipotesi di capannone industriale tipo/area pantano d'Arci di CT, con riferimento alla normativa post-terremoto dell'Emilia Romagna L.122/12)

• RISCHIO BASSO

- * Anno di costruzione recente o post-classificazione sismica 1981;
- * Interventi di consolidamento sismico recenti (miglioramento o adeguamento);
- * Documentazione di progetto strutturale completa , presenza di certificazione di agibilità, conformità sismica etc; prove ed analisi di laboratorio e/o in situ dirette e/o indirette sui materiali costruttivi
- * Stato di conservazione dell'edificio buono;
- * $L_s \geq 60\%$ rispetto edificio nuovo (edifici produttivi E.R. all. 1 di L. 122/2012);

• RISCHIO MODERATO

- * Anno di costruzione pre-classificazione sismica;
- * Interventi di manutenzione/riparazione locale recenti;
- * Documentazione di progetto e certificazione incompleta; analisi e prove insufficienti
- * Stato di conservazione dell'edificio sufficiente o discreto;
- * $L_s = 31-60\%$ rispetto edificio nuovo (edifici produttivi E.R. all. 1 di L. 122/2012);

• RISCHIO ELEVATO

- * Anno di costruzione pre-classificazione sismica;
- * Documentazione di progetto e certificazione , analisi e prove, assenti;
- * Stato di conservazione dell'edificio mediocre;
- * nessun intervento di manutenzione recente;
- * $L_s \leq 30\%$ rispetto edificio nuovo (edifici produttivi E.R. all. 1 di L. 122/2012);

CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE

(NTC approvate con D.M. del 14 gennaio 2008)

La valutazione della vulnerabilità sismica di un edificio esistente prevede la verifica secondo 3 livelli di conoscenza (LC1, LC2, LC3, ovvero rispettivamente “conoscenza limitata”, “conoscenza adeguata”, “conoscenza accurata”), dai quali discendono i “fattori di confidenza”, analizzando 3 aspetti della struttura: geometria, dettagli costruttivi e proprietà dei materiali; nel dettaglio

la DIAGNOSI degli edifici esistenti, si articola sintetizzando, in 3 FASI DI STUDIO:

1) Valutazione dei livelli di conoscenza, campagna di indagine e rilievo di dettaglio:

1a- raccolta e analisi delle informazioni disponibili, definizione della campagna diagnostica strumentale e dei fattori di confidenza;

1b- rilievi di dettaglio: geometria e dettagli costruttivi strutturali;

1c- indagini strumentali: proprietà dei materiali strutturali e del sedime fondazionale; proprietà dei materiali di struttura (es. cemento armato);

2) Analisi e verifiche dei livelli di sicurezza sismica:

2a- modellazione della struttura;

2b- spettro di risposta elastico delle componenti verticale ed orizzontale del moto sismico;

2c- analisi e verifiche di sicurezza in campo lineare (livello1) e non lineare (livello2);

2d- interpretazione dei risultati nei confronti della stabilità (definizione degli stati limiti prestazionali di collasso e di danno al fine di pervenire agli indicatori di rischio di collasso ed all'inagibilità di cui all'all.2 del DPCM del 21 ottobre 2003);

3) Ipotesi di intervento strutturale

CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE

(NTC approvate con D.M. del 14 gennaio 2008)

Tabella C8A.1.2 – Livelli di conoscenza in funzione dell'informazione disponibile e conseguenti metodi di analisi ammessi e valori dei fattori di confidenza per edifici in calcestruzzo armato o in acciaio

Livello di Conoscenza	Geometria (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC
LC1	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione oppure rilievo ex-novo completo	Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e <i>limitate</i> verifiche in-situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e <i>limitate</i> prove in-situ	Analisi lineare statica o dinamica	1.35
LC2		Disegni costruttivi incompleti con <i>limitate</i> verifiche in situ oppure estese verifiche in-situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali con <i>limitate</i> prove in-situ oppure estese prove in-situ	Tutti	1.20
LC3		Disegni costruttivi completi con <i>limitate</i> verifiche in situ oppure esaustive verifiche in-situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto con estese prove in situ oppure esaustive prove in-situ	Tutti	1.00

Resistenza e vulnerabilità

- **La resistenza sismica “R”** definita in termini di massima accelerazione efficace alla base(ag_b), rappresenta una misura del **“*massimo scuotimento che l’edificio può sopportare al limite del collasso*”**
- Un edificio esistente potrà così essere classificato da.. **vulnerabile a resistente a sovra-resistente, rispetto all’azione sismica di progetto che il regolamento antisismico prescrive per il sito di costruzione(ag_c)**

...in definitiva

Si può definire la resistenza sismica come:

- $R = a_{g_b} / a_{g_c}$

...ovvero, l'edificio è in grado di far fronte all'azione sismica di progetto solo se risulta $R >$ (sovraresistente) o uguale (resistente) a 1

Se $R <$ di 1 l'edificio è vulnerabile al terremoto di progetto

Simulazione dell'accelerazione cui può essere sottoposto un capannone "tipo", esistente, nella zona industriale, nella piana alluvionale di Catania-sud

*In Sicilia, a Catania, l'agglomerato industriale di **Pantano d'Arce** rappresenta l'area industriale maggiormente estesa del sud-Italia;*

vi operano circa 250 imprese attive e circa 10.000 dipendenti()*

*In un'ottica di prevenzione è **opportuno** attivare un percorso di valutazione della sicurezza sismica per tutti i capannoni che ospitano luoghi di lavoro, progettati e realizzati **prima della classificazione sismica (1981)** e quindi **carenti** nell'adozione di criteri di progettazione antisismica*

***dati Confindustria-CT/ 2012**

Simulazione dell'accelerazione cui può essere sottoposto un capannone “tipo”, esistente, nella zona industriale, nella piana alluvionale di Catania sud

- **alla domanda**: qual è la procedura per far verificare la sicurezza sismica di un edificio in cui ha sede un'attività produttiva, tipo capannone industriale?

In Emilia Romagna, risponderemmo: per le attività produttive che si svolgono in capannoni industriali che ricadono nei comuni dell'all.1 al d.l. 74/2012 (convertito in legge 122/12), il titolare delle attività deve **(E' PERTANTO UN OBBLIGO)**, chiedere ad un professionista abilitato di fare una verifica di sicurezza dell'edificio secondo le norme tecniche in vigore (**entro il dicembre 2012**). L'esito della verifica (par.8.3 NTC2008) indicherà se l'edificio necessita di interventi di rafforzamento o meno (par.8.4 NTC2008: miglioramento/adequamento sismico edifici esistenti) **con particolare riferimento a 4 aspetti:** a) manca di collegamento tra elementi strutturali verticali ed elementi strutturali orizzontali e tra questi; b) presenza di elementi di tamponamento prefabbricati non adeguatamente ancorati alle strutture principali; c) presenza di scaffalature non vincolate che contengono materiali pesanti, che possono nel loro crollo coinvolgere le strutture principali, causandone il danneggiamento e/o il collasso; d) danni esistenti

In Sicilia, a Catania, tutto ciò **NON E' UN OBBLIGO MA E' EVIDENTEMENTE FORTEMENTE AUSPICATO**, nell'ottica di una “REALE PREVENZIONE SISMICA”, soprattutto, per i capannoni realizzati prima del 1981, ed alla luce della **MAGGIORE PERICOLOSITA' SISMICA TERRITORIALE** di questa parte della Sicilia orientale, rispetto all'Emilia Romagna

POGRAMMAZIONE DEGLI INTERVENTI PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO

...PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO SISMICO (in ambienti di vita e di lavoro)

A) incentivi economici, gestiti dalle
regioni;

B) programmare le azioni
tecniche, conoscere le regole
comportamentali;

A) INCENTIVI ECONOMICI ...Allegato 7, OPCM 4007/2012
“elenco dei comuni con $ag > 0,125$ e data di prima” classificazione dell'intero territorio comunale

con rif. agli interventi strutturali di rafforzamento locale o di miglioramento sismico o di demolizione e ricostruzione di edifici privati di cui all'art.2,comma1, lett.C dell'OPCM n.4007/2012, **il Presidente della Regione Sicilia con nota prot.n.26084 del 13/04/2012 del Dip.Protez.Civile** ha definito i criteri ai sensi dell'art.14,comma2, per l'individuazione dei Comuni su cui attivare i contributi dell'art.12 dell'OPCM 4007/2012 per l'annualità 2011:

...possibili interventi su edilizia privata nei “soli” Comuni che presentano valori dell'accelerazione massima al suolo maggiore di 0,225 come individuati dall'INGV;

...tali comuni, sono elencati nell'allegato 1

...per la provincia di CT: Aci Catena; Acireale; AciSant'Antonio; Caltagirone; Grammichele; Licodia Eubea; Mascali; Militello; Mineo; Nicolosi; Pedara; SantaVenerina; Scordia; Trecastagni; Viagrande; Vizzini; Zafferana .

-CATANIA, $ag = 0,246g$ (prima classificazione sismica Territorio comunale del 1981)

B) LE AZIONI TECNICHE; LE REGOLE COMPORTAMENTALI

...nei luoghi di lavoro, occorre:

- **“conoscere”** il proprio ambiente di lavoro, anche dal punto di vista della solidità strutturale e stabilità di sito, nonché la distribuzione delle strutture portanti nell’edificio occupato;
- **“essere informati”** dello scenario unitario sito-edificio SOTTO ACCELERAZIONE SISMICA (**valutazione del rischio professionale da carenze di “stabilità-solidità dei luoghi di lavoro”, da evidenziare opportunamente nel DVR aziendale**);
- **“pretendere”** dal D.L. che l’edificio-luogo di lavoro abbia il certificato di agibilità e se è il caso, provvedere ad “adeguarlo alla normativa antisismica vigente sulle costruzioni”, magari avviando il “miglioramento-rafforzamento strutturale” mediante opportuni interventi sulle strutture portanti e non;
- **“avere consapevolezza”** del “comportamento” dell’edificio (ma anche di quello individuale), a seguito di un terremoto, impartendo le opportune istruzioni, in emergenza sismica

(dal sito www.ingv.it)

rischio sismico: cosa fare e come comportarsi in caso di terremoti, in casa come al lavoro, (prima, durante, dopo)

...inoltre

- a) **Adottare** accorgimenti per la sicurezza del proprio “intorno” di lavoro (es. tenersi “lontano” da scaffali, arredi e mobili alti, peraltro da fissare ai muri; utilizzare ganci chiusi per i quadri, riporre pesi “maggiori” nei ripiani bassi delle scaffalature, lavorare distanti da ampie vetrate, e che siano infrangibili, etc.);
- b) **Conoscere** la classificazione sismica del “tuo” territorio e del “sito” in cui è edificato lo stabile in cui “tu” ti trovi;
- c) **Sapere** se esiste e cosa prevede il piano di protezione civile comunale;
- d) **conoscere** : tipologia, vetustà, stato dei manufatti etc.(gli elementi di vulnerabilità sismica);
- f) **Esercitare** le procedure emergenza e di evacuazione aziendale, ed il compito a te assegnato
- e) **Effettuare** simulazioni, prove individuali, l’addestramento sulla condotta da tenere (personale e collettiva), in caso di terremoto;

...con l'informazione, la formazione, l'addestramento,
comincia la prevenzione del rischio sismico
nei luoghi di lavoro

Grazie per l'attenzione



“Ambienti di lavoro, D.V.R. e rischio sismico”

*Nuovi adempimenti ex art. 29 c. 5 e 6 D.Lgs. 81/2008 s.m.i.: le Procedure Standardizzate.
La Prevenzione e Protezione del rischio sismico negli ambienti di lavoro.*

Venerdì 24 maggio 2013

**La vulnerabilità sismica delle strutture.
Una simulazione di azione sismica su capannone
tipo nell'area industriale di Pantano d'Arci.**

Dott. Ing. Giuseppe Buda

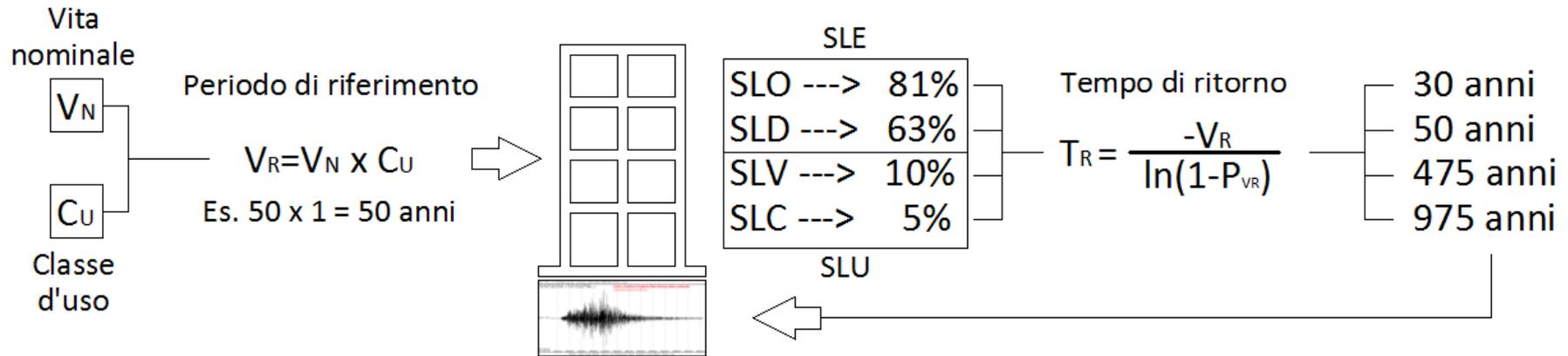
ESEMPIO DI CALCOLO DELL'AZIONE SISMICA DI PROGETTO AI SENSI DEL D.M. 14 GENNAIO 2008

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ($V_{s30} > 800$ m/s), viene definita mediante un approccio “**sito dipendente**” e non più tramite un criterio “**zona dipendente**”.

Ipotizziamo di dover stimare l'azione sismica di progetto relativa ad un sito ubicato nel territorio comunale di Catania – zona Industriale.

Con le precedenti normative in campo antisismico, applicando il criterio “**zona dipendente**” avremmo potuto stimare l'accelerazione di base (senza considerare l'incremento dovuto ad effetti locali dei terreni) in maniera automatica, poiché essa sarebbe stata direttamente correlata alla Zona sismica di appartenenza del comune (nel caso di Catania, Zona sismica 2).

STRATEGIA DI PROGETTAZIONE SCHEMA SINTETICO PROCEDURALE



Curva di pericolosità sismica di un sito

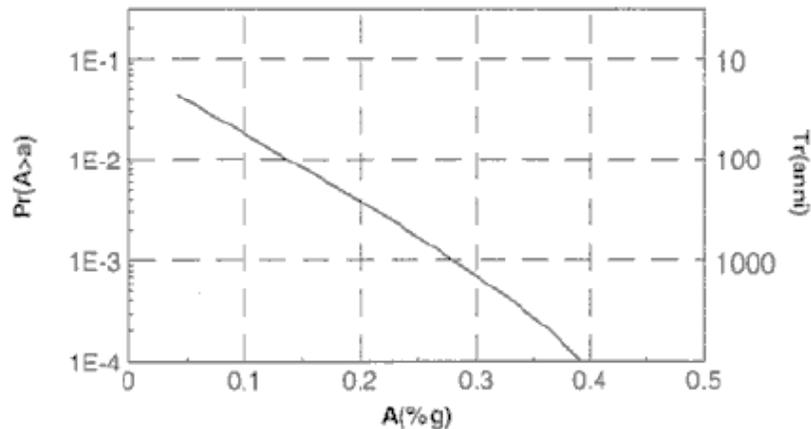


Fig. 2.1. Probabilità annua di superamento e periodo medio di ritorno della accelerazione massima al suolo in un sito generico.

Input sismico - Spettro

Determinazione dell'accelerazione di picco al suolo (la più probabile)

Fattore massimo di amplificazione dello spettro di accelerazione

Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro

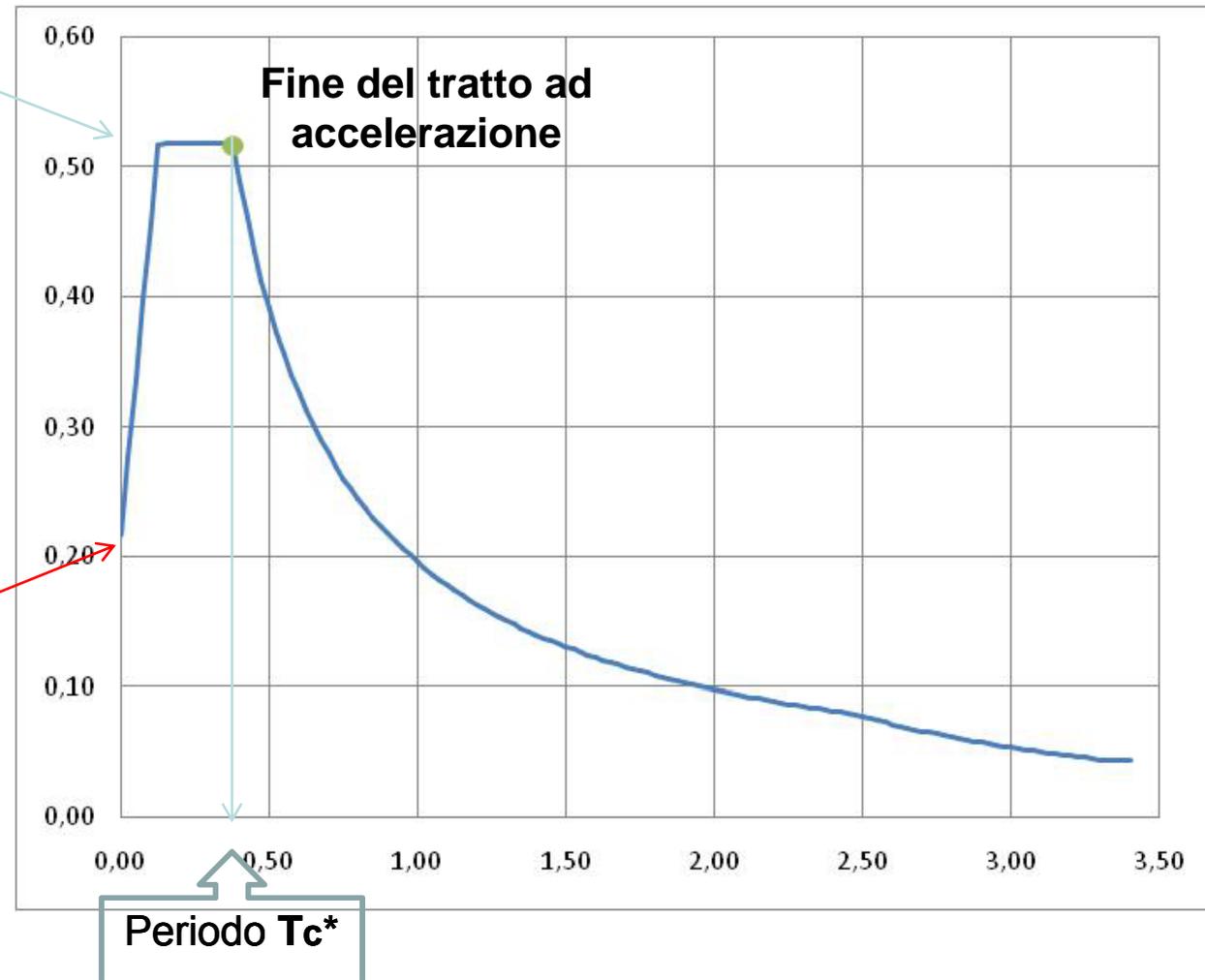
SOLLECITAZIONE SISMICA – SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO

Azione riferita al suolo rigido - BedRock

Accelerazione massima
 $a_{max} = a_g \times F_0$

Fattore di amplificazione
 F_0

Accelerazione di picco al suolo
 a_g



Individuazione del punto individuato nel reticolo di riferimento dell'INGV – All. A e B delle NTC2008

Foglio di calcolo messo a disposizione dal CSLP www.ingv.it

Il punto ricade all'interno di 4 punti di riferimento riportati nella normativa, dai quali si ricavano (per interpolazione) i parametri del punto considerato

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE	LATITUDINE
15,06642	37,46264

Ricerca per comune

REGIONE	PROVINCIA	COMUNE
Sicilia	Catania	Catania

Elaborazioni grafiche

- Grafici spettri di risposta
- Variabilità dei parametri

Elaborazioni

- Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione

superficie rigata

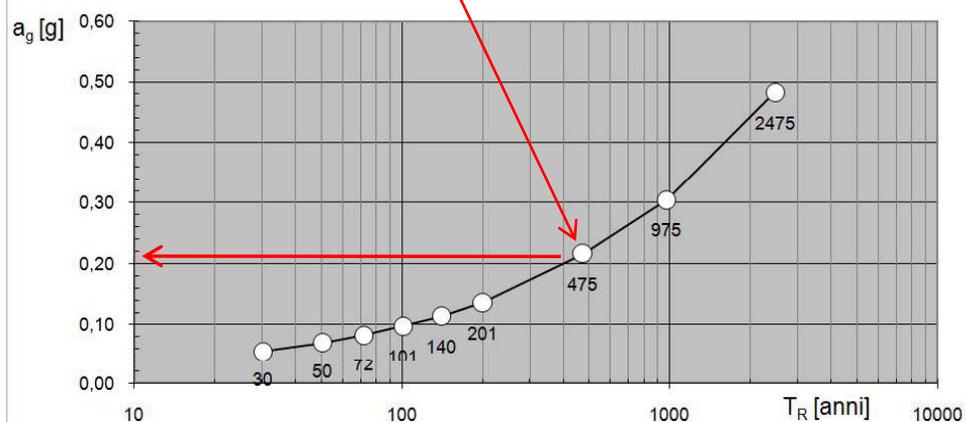
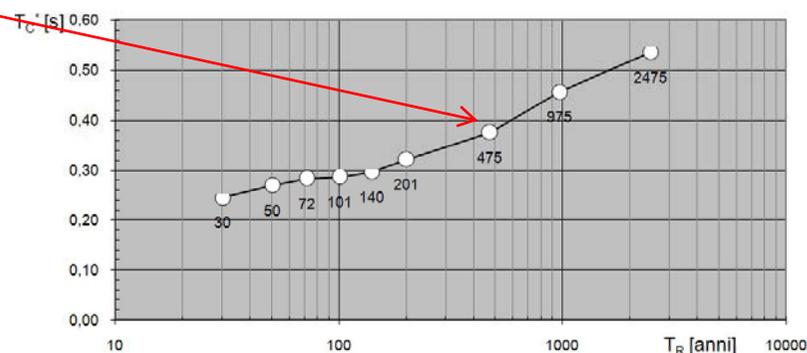
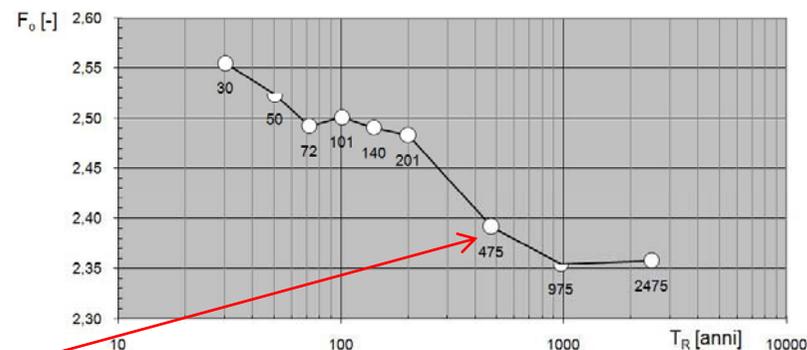
La "Ricerca per comune" utilizza le ... coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che ... all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle posì individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO **FASE 1** FASE 2 FASE 3

Parametri sismici del sito – Curve di pericolosità

Valori dei parametri a_g , F_0 , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

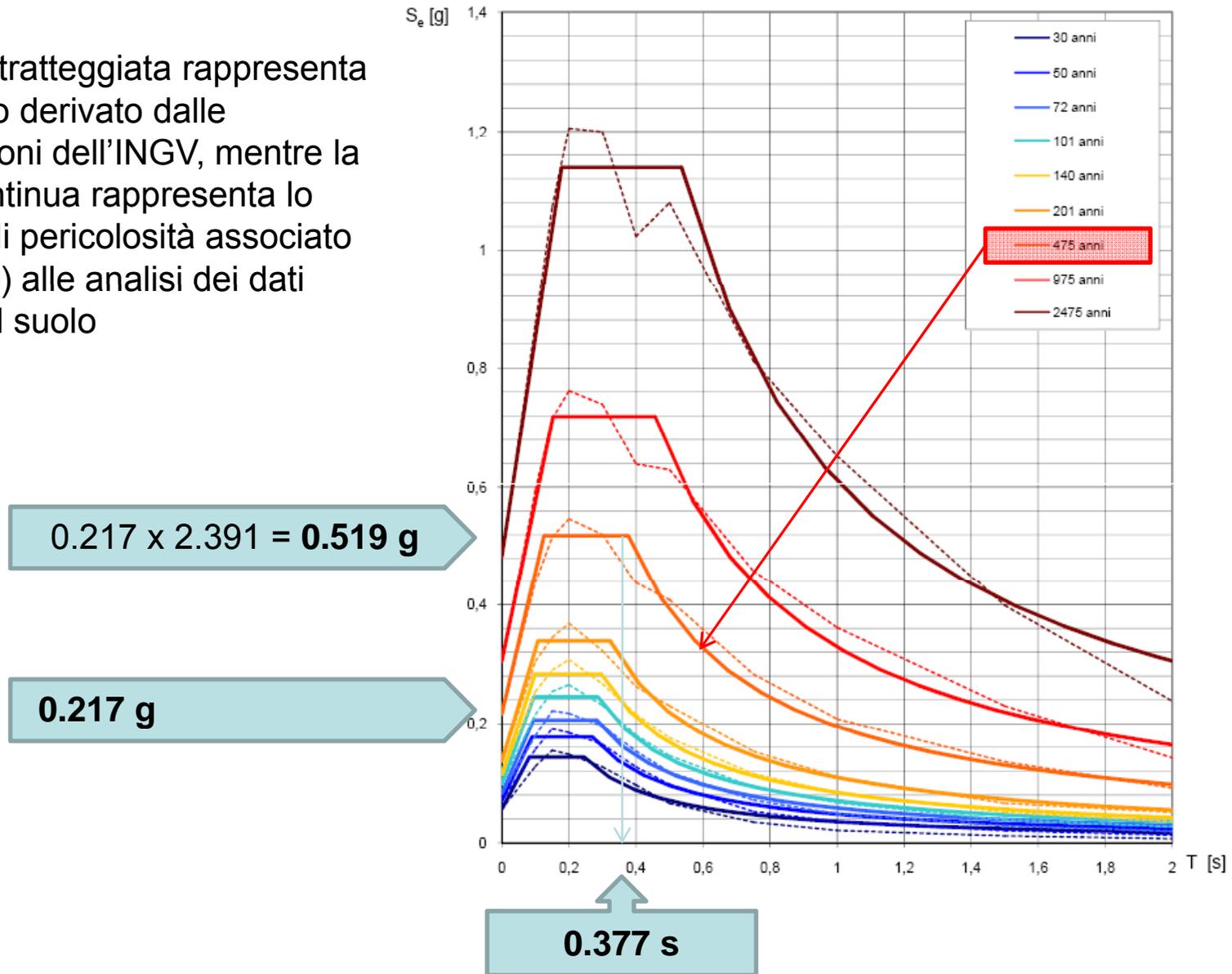
T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
30	0,056	2,555	0,245
50	0,070	2,524	0,270
72	0,083	2,492	0,283
101	0,098	2,501	0,286
140	0,114	2,491	0,296
201	0,137	2,483	0,322
475	0,217	2,391	0,377
975	0,305	2,354	0,457
2475	0,483	2,358	0,536



Per il punto considerato
Con riferimento allo SLU
 $T_R = 475$ anni
 a_g , F_0 , T_C^*

Spettri elastici di pericolosità per il sito considerato

La linea tratteggiata rappresenta lo spettro derivato dalle misurazioni dell'INGV, mentre la linea continua rappresenta lo spettro di pericolosità associato (modello) alle analisi dei dati rilevati al suolo



Strategia di progettazione

Vita nominale assunta pari a **50 anni**
 Coefficiente d'uso paria a **1** (Classe II – Fabbricati ordinari)

Periodo di riferimento per la costruzione di 50 anni

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 - $P_{VR} = 81\%$	30
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	50
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	475
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	975

Elaborazioni

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

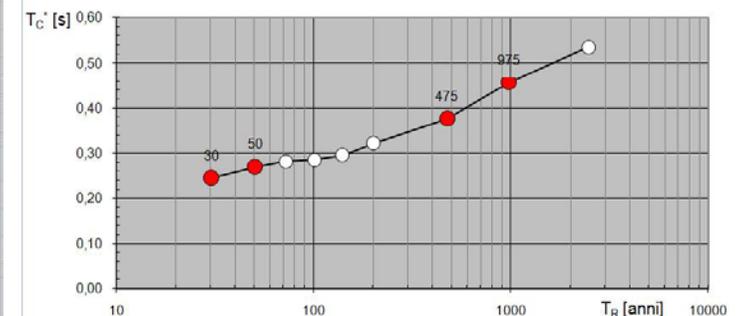
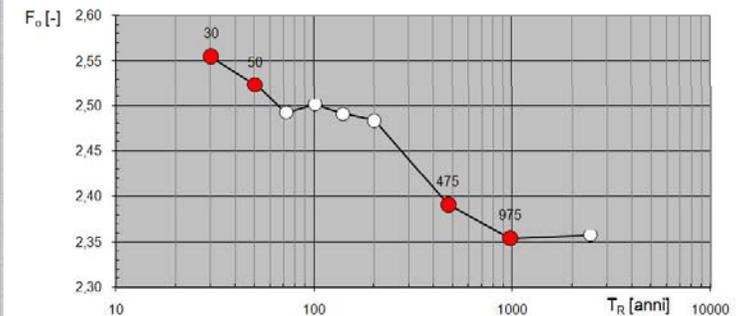
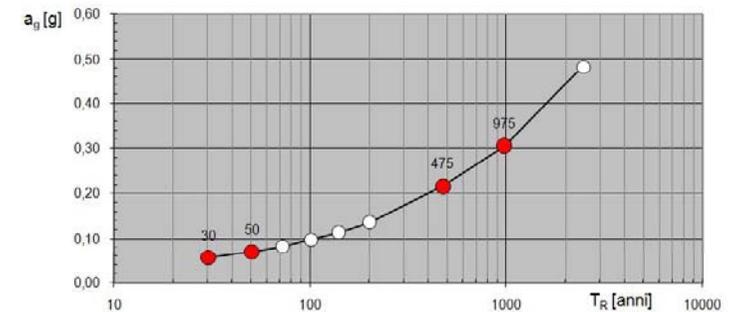
Strategia di progettazione

LEGENDA GRAFICO

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

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

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



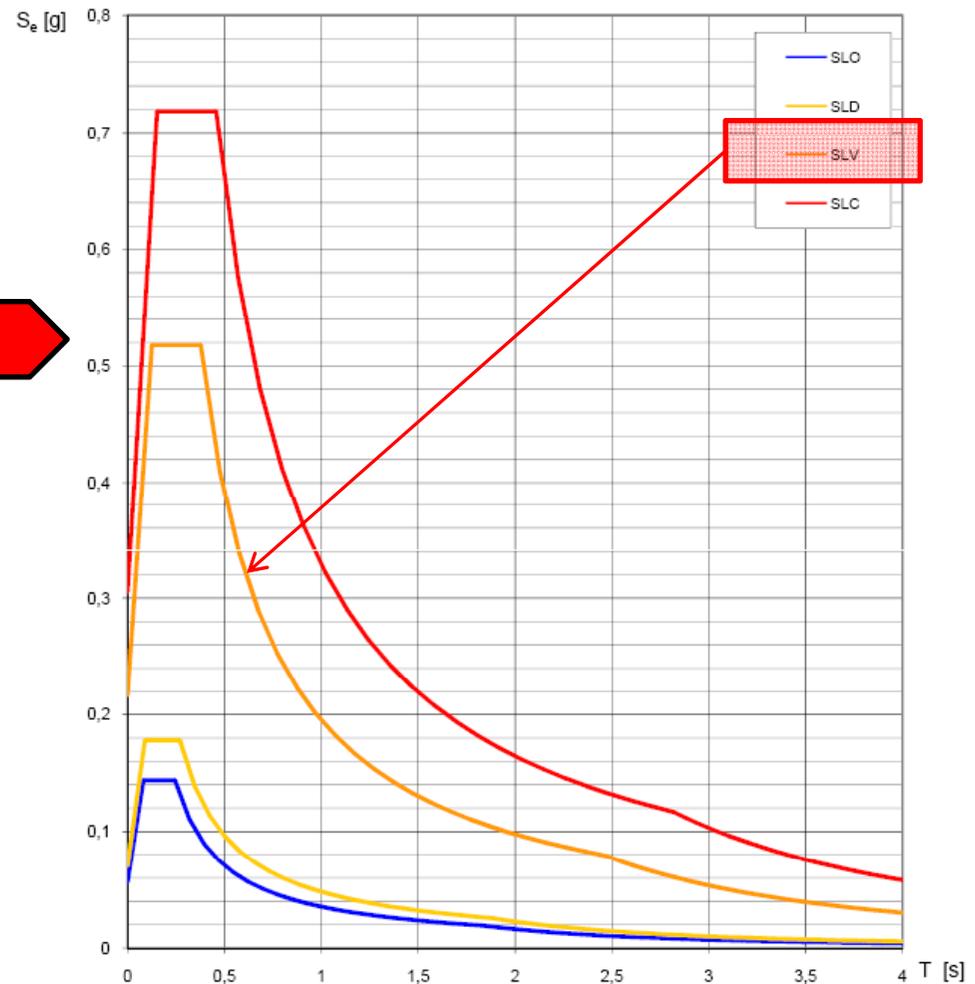
Spettri elastici di progetto associati alla strategia di progettazione (SLO – SLD - SLV - SLC) suolo tipo A - BedRock

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

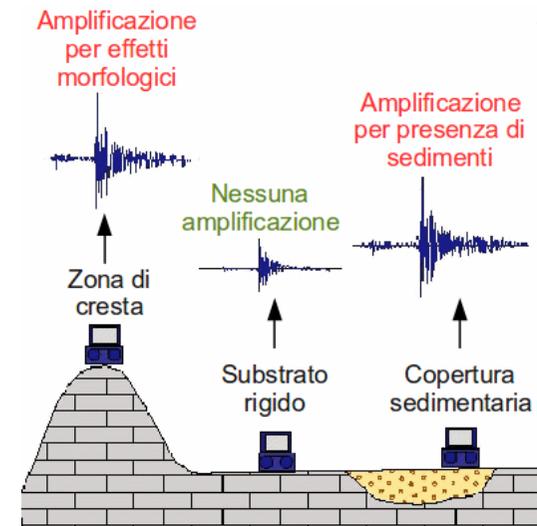
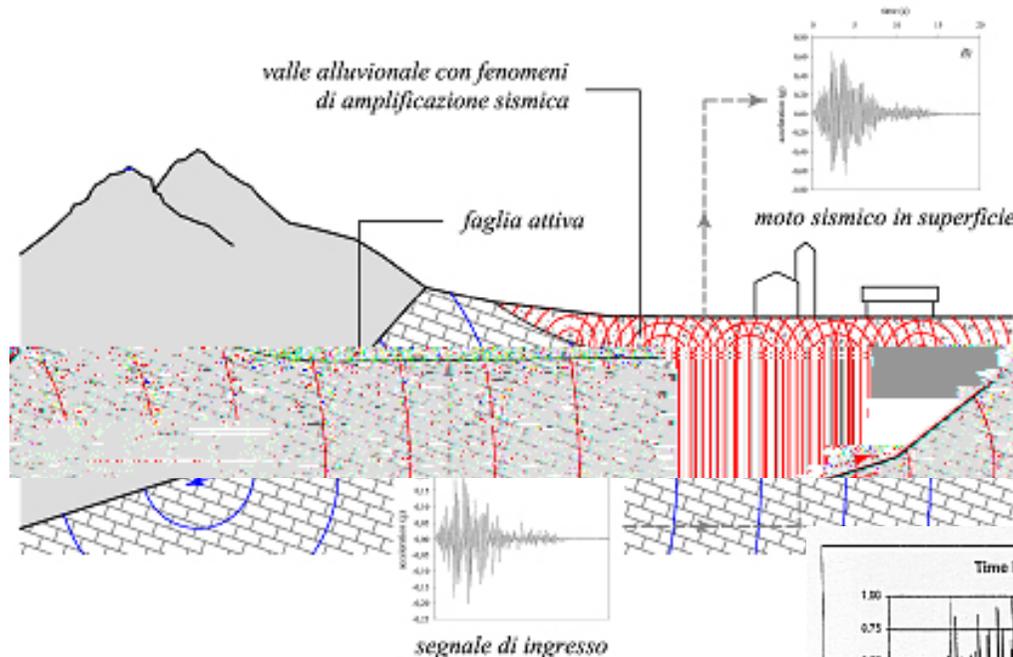
SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,056	2,555	0,245
SLD	50	0,071	2,524	0,270
SLV	475	0,217	2,391	0,377
SLC	975	0,305	2,354	0,457

$$0.217 \times 2.391 = 0.519 \text{ g}$$

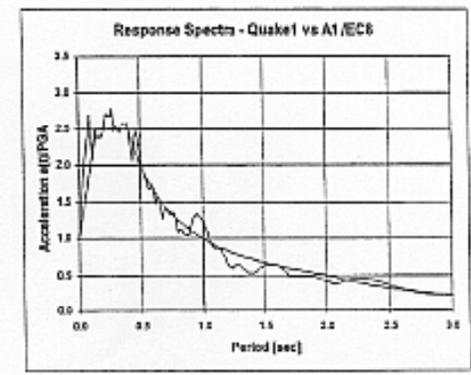
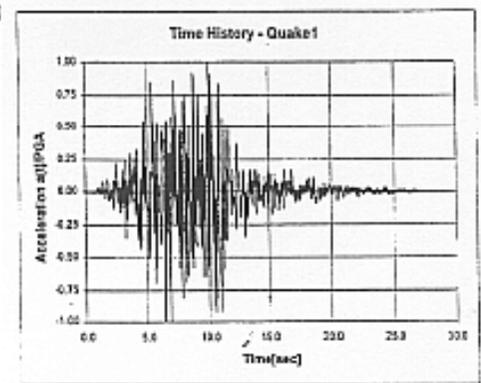
Per il sito considerato e per lo stato limite di salvaguardia della vita SLV l'accelerazione attesa al suolo è di **0.519 g**.



Accelerazioni al suolo – Effetti amplificativi Caratterizzazione del Suolo.



Caratterizzazione del suolo
Pantano D'Arci – Catania
Suolo D
Informazione fornita dal Geologo



D *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).*

Spettro di risposta elastico – Componente orizzontale

Definizione dello spettro con riferimento al sito

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC 08 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC 08 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC 08 Eq. 3.2.9})$$

Cat. suolo

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

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

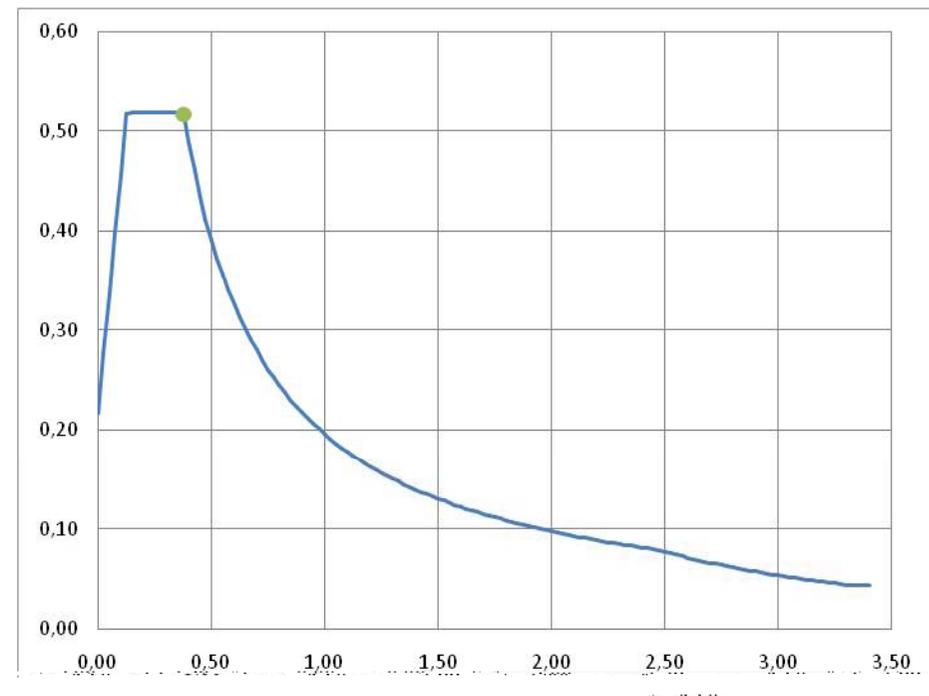
$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

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

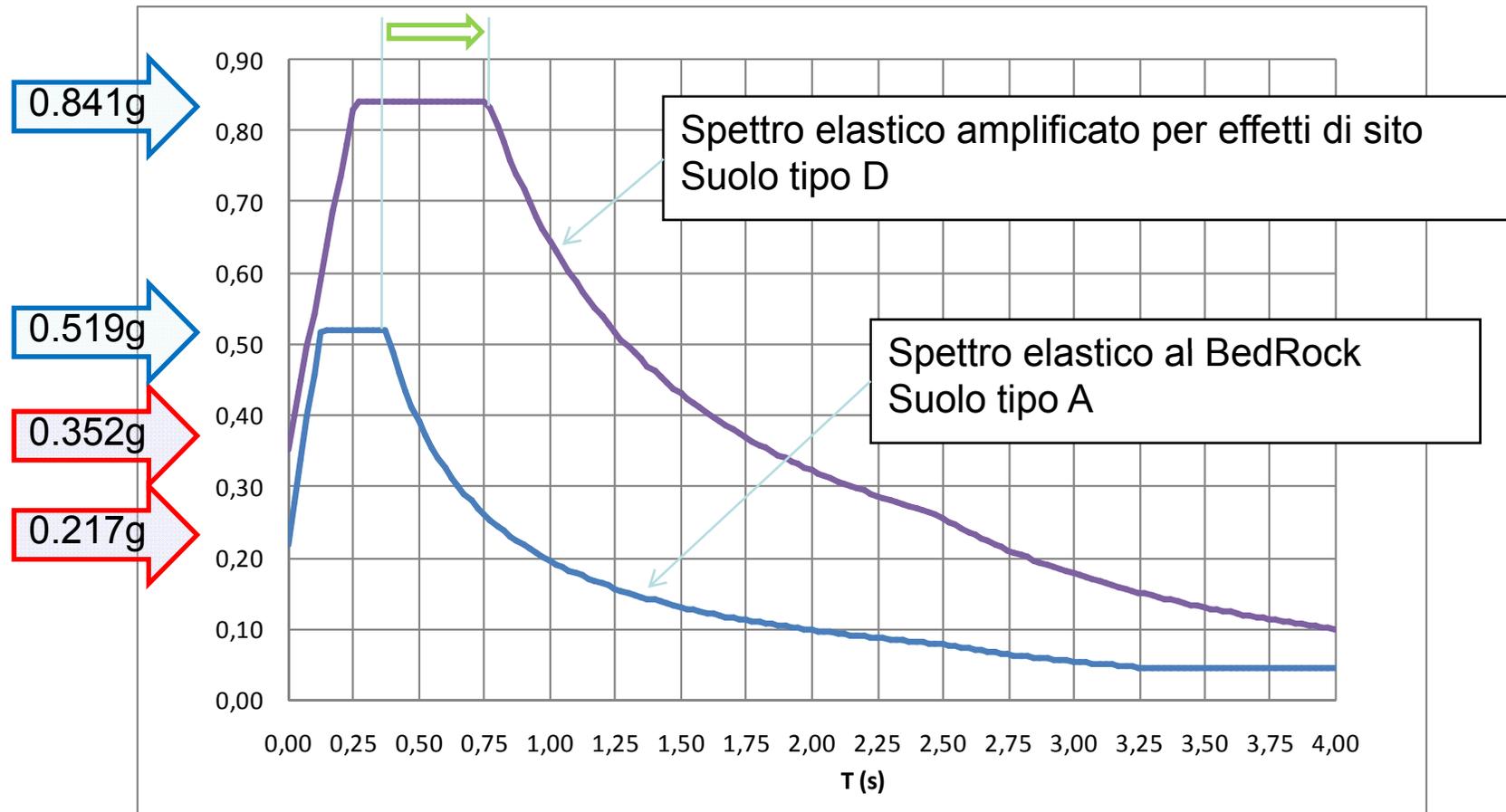
$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Parametro di correzione per Stratigrafia e Topografia

Spettro elastico – TR 475
Suolo A – BedRock
S = 1 – Cc = 1



AMPLIFICAZIONE DI SITO - EFFETTI



Amplificazione dell'accelerazione di moto rigido: **+62.17%**

Amplificazione dell'accelerazione massima: **+62.04%**

Amplificazione della banda spettrale: **+103.58%**

Come ci difendiamo ?

Fattore di struttura – NTC2008

7.4.3.2 Fattori di struttura

Il fattore di struttura da utilizzare per ciascuna direzione della azione sismica orizzontale è calcolato come riportato nel § 7.3.1.

I massimi valori di q_0 relativi alle diverse tipologie ed alle due classi di duttilità considerate (CD "A" e CD "B") sono contenuti nella tabella seguente.

Tabella 7.4.I – Valori di q_0

Tipologia	q_0	
	CD "B"	CD "A"
Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste	$3,0\alpha_w/\alpha_1$	$4,5\alpha_w/\alpha_1$
Strutture a pareti non accoppiate	3,0	$4,0\alpha_w/\alpha_1$
Strutture deformabili torsionalmente	2,0	3,0
Strutture a pendolo inverso	1,5	2,0

Le strutture a pareti estese debolmente armate devono essere progettate in CD "B". Strutture aventi i telai resistenti all'azione sismica composti, anche in una sola delle direzioni principali, con travi a spessore devono essere progettate in CD "B" a meno che tali travi non si possano considerare elementi strutturali "secondari".

Per strutture regolari in pianta, possono essere adottati i seguenti valori di α_w/α_1 :

a) Strutture a telaio o miste equivalenti a telai

- strutture a telaio di un piano $\alpha_w/\alpha_1 = 1,1$
- strutture a telaio con più piani ed una sola campata $\alpha_w/\alpha_1 = 1,2$
- strutture a telaio con più piani e più campate $\alpha_w/\alpha_1 = 1,3$

b) Strutture a pareti o miste equivalenti a pareti

- strutture con solo due pareti non accoppiate per direzione orizzontale $\alpha_w/\alpha_1 = 1,0$
- altre strutture a pareti non accoppiate $\alpha_w/\alpha_1 = 1,1$
- strutture a pareti accoppiate o miste equivalenti a pareti $\alpha_w/\alpha_1 = 1,2$

Valori desiderati !

$$q = q_0 \times Kr = 3,0 \times 1,1 = \mathbf{3,30} \text{ in CD "B"}$$

$$q = q_0 \times Kr = 4,5 \times 1,1 = \mathbf{4,95} \text{ in CD "A"}$$

Valori consigliati

$$q = q_0 \times Kr = 1,5 \times 1,1 = \mathbf{1,65} \text{ in CD "B"}$$

$$q = q_0 \times Kr = 2,0 \times 1,1 = \mathbf{2,20} \text{ in CD "A"}$$

Valore cautelativo

$$q = q_0 \times Kr = 1,5 \times 1,0 = \mathbf{1,50} \text{ in CD "A e B"}$$

Azione di progetto – Spettro di progetto

Considerando lo stato limite **SLV**, una categoria di **suolo tipo D** ed una categoria topografica di **tipo T1**, si può determinare lo spettro di progetto che tiene conto anche della tipologia strutturale attraverso il fattore di struttura **q**.

Risposta locale

Suolo D
Topografia T1

Fattore q
Regolarità

Struttura

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite
Stato Limite considerato **SLV** info

Risposta sismica locale
Categoria di sottosuolo **D** info $S_S = 1,623$ $C_C = 2,037$ 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_0 **1,5** Regol. in altezza **si** 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

Spettri di risposta

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

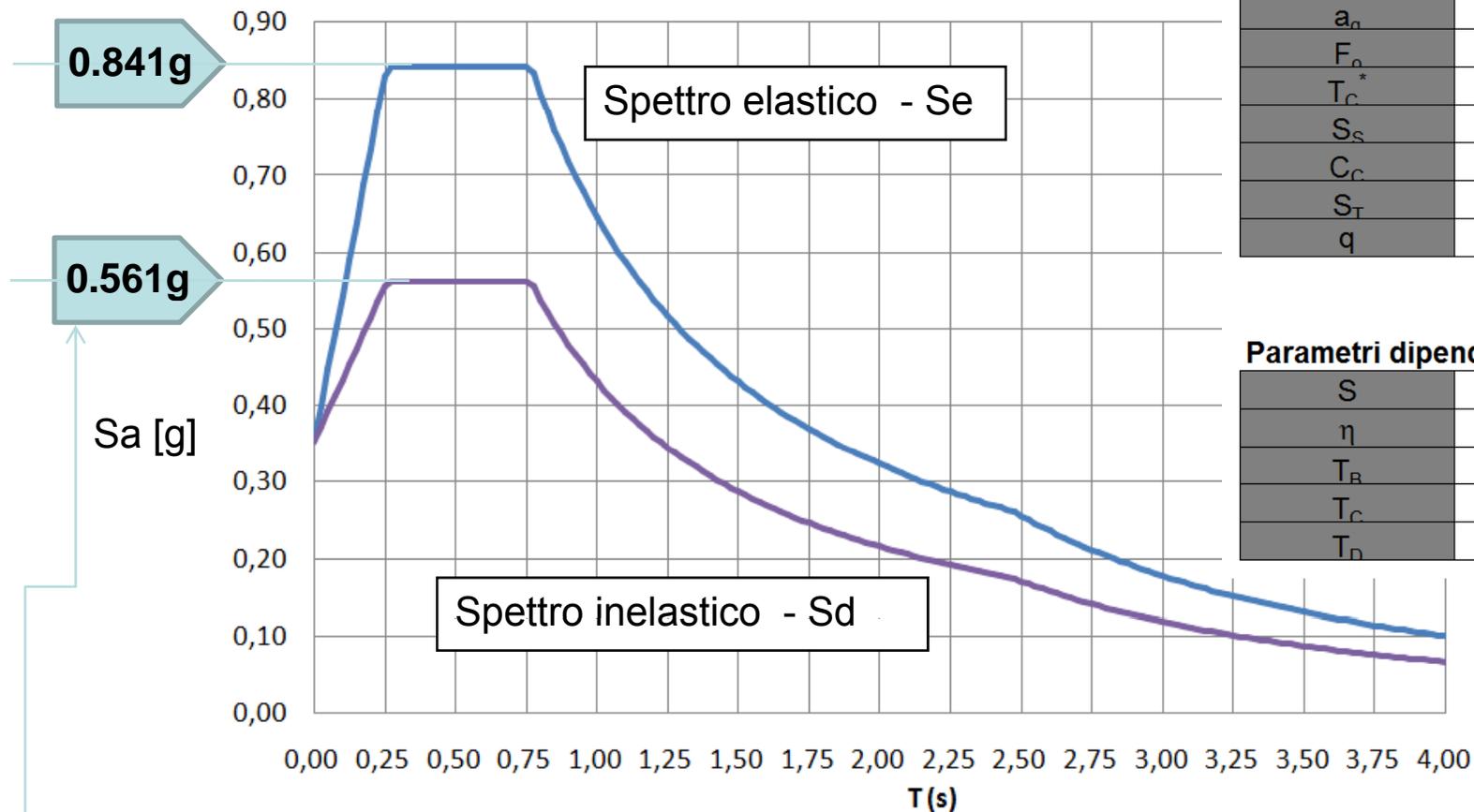
INTRO FASE 1 FASE 2 **FASE 3**

Period T [s]	Horizontal Project Spectrum $S_{d,o}$ [g]	Vertical Project Spectrum $S_{d,v}$ [g]	Elastic Reference Spectrum S_e [g]
0.1	0.50	0.20	0.50
0.2	0.50	0.15	0.40
0.5	0.50	0.10	0.25
1.0	0.40	0.08	0.18
2.0	0.25	0.06	0.12
3.0	0.18	0.05	0.09
4.0	0.15	0.04	0.08

Spettro elastico ed inelastico (di Progetto)

Componente orizzontale - Risposta locale nel sito

Suolo tipo D – Categoria topografica T1 – Fattore di struttura q=1.5



Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_n	0,217 g
F_o	2,391
T_c^*	0,377 s
S_s	1,623
C_c	2,037
S_T	1,000
q	1,500

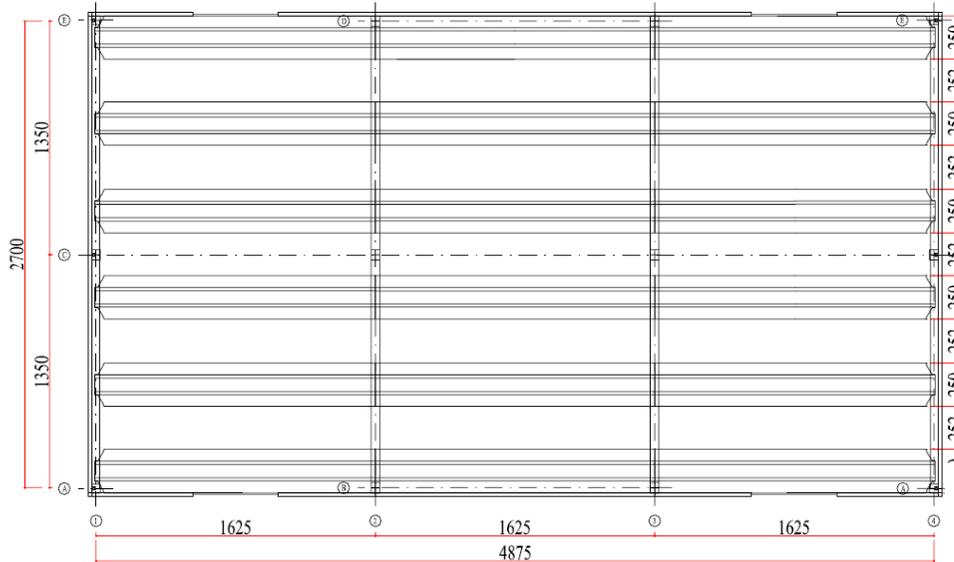
Parametri dipendenti

S	1,623
η	0,667
T_B	0,256 s
T_C	0,767 s
T_D	2,466 s

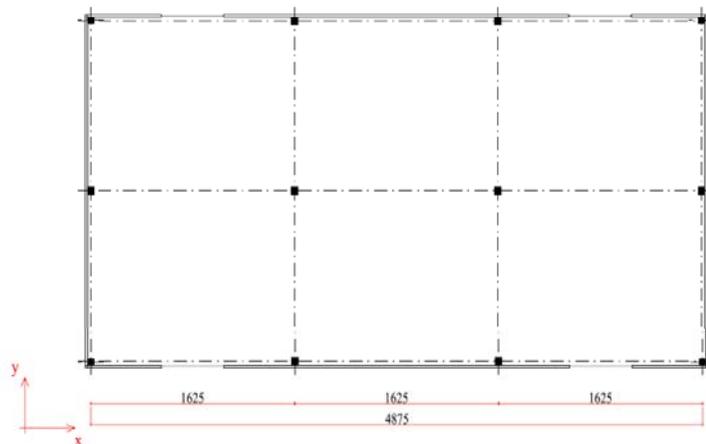
$$0.217 \times 2.391 \times 1.623 / 1.5 = 0.561g$$

Esempio di capannone industriale

PIANTA COPERTURA



PIANTA PILASTRI



Dimensioni in pianta:

48.75m x 27.00m

Altezza (tegoli esclusi):

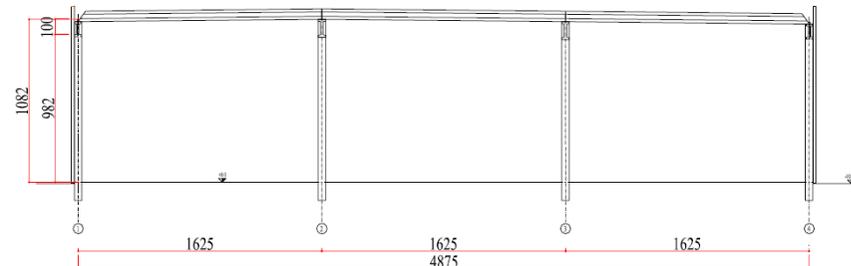
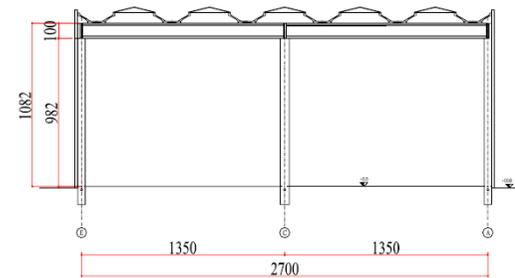
10.82 m

Tegoli ad interasse: 502cm

Pilastri: **65cmx65cm**

Travi a doppio T: 30x100

Maglia: 16.25m x 13.50m



Stima delle caratteristiche dinamiche della struttura

Analisi dei carichi

Nell'analisi viene inclusa metà del peso dei pilastri.

I pannelli di tamponamento vengono **considerati solo come massa partecipante al sisma orizzontale** (dir. X e dir. Y), si considera una lunghezza pari alla metà dell'altezza dell'edificio.

Copertura

Tegoli	193.406 kg
TI 120/20	44.712 kg
TI 100/15	32.292 kg
Permanenti	42.267 kg

Pilastri

Pil. 65 x 65	63.079 kg
--------------	-----------

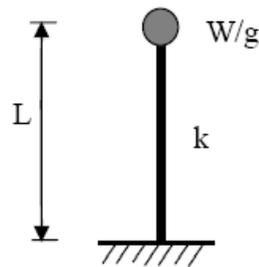
Pannelli

5 m x 155,5 m ($\approx H_{pil}/2 \times \text{Perimetro}$)	248.788 kg
---	------------

Variabili

Neve	0 kg
------	------

TOTALE 624.525 kg



$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad k = \sum_{i=1}^n k_i \quad k_i = 3 \frac{0,5EI_g}{L^3}$$

Dir. X $L \approx 11,25 \text{ m} = H \text{ pilastro da est. bicchiere} + \frac{1}{2} H \text{ trave}$

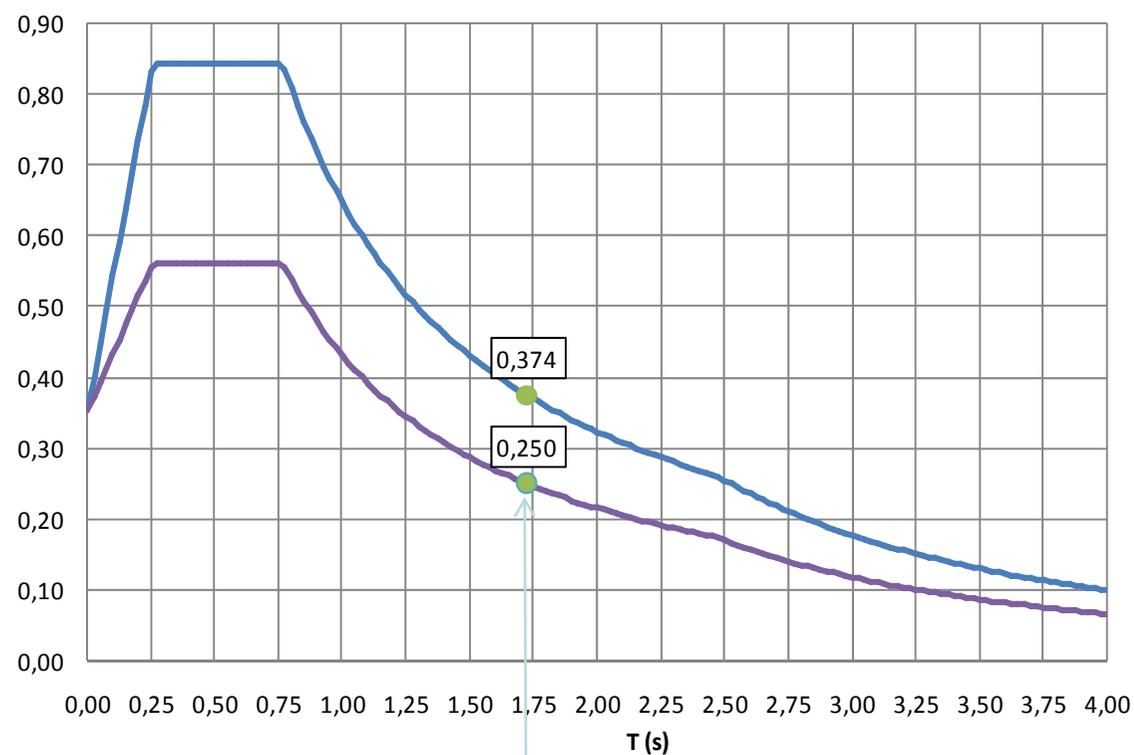
Dir. Y $L \approx 10,50 \text{ m} = H \text{ pilastro da est. Bicchiere}$

Spostamenti relativi: SLU: $d_r = q \frac{V_{i,SLU}}{k_i}$ SLD: $d_r = \frac{V_{i,SLD}}{k_i}$

Stima delle caratteristiche dinamiche della struttura

Calcolo delle accelerazioni massime

Sisma dir. X			Sisma dir. Y		
Massa	624525,00	kg	Massa	624525,00	kg
Rigidezza Kx	6738,05	kN/m	Rigidezza Ky	8287,50	kN/m
Periodo T1	1,91	s	Periodo T1	1,72	s

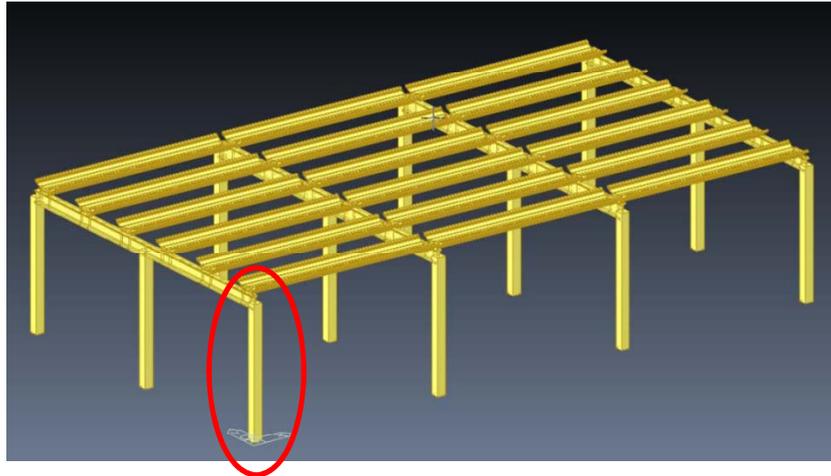


Per la direzione Y (trasversale), in corrispondenza di **1.72s**, si determina un'accelerazione di picco di **0.374g. (SLD)**

L'accelerazione di progetto, che tiene conto delle capacità dissipative della struttura è di **0.250g. (SLV)**

Sollecitazioni e resistenza della sezione

Indice di Vulnerabilità



Verifiche Cap. 8 – NTC08
Edifici esistenti

Modello FEM

Analisi lineare o non-lineare
Analisi Pushover per la stima della massima accelerazione compatibile con le strutture.

Verifica C.A. S.L.U. - File: 65x65 A

Titolo: 65x65

N° Vertici: 4 Zoom N° barre: 20 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	0	0	1	4,52	5	5
2	65	0	2	3,14	10	5
3	65	65	3	3,14	20	5
4	0	65	4	3,14	45	5
			5	0	55	5
			6	4,52	60	5

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Sd}: 247,50 kN
M_{xSd}: 627,42 kNm
M_{ySd}: 0 kNm

P.to applicazione N: Centro Baricentro cls
Coord.[cm]: xN, yN

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snerato

Metodo di calcolo: S.L.U.+ Metodo n

Tipo flessione: Retta Deviata

Materiali: FeB44k C45/55

σ_{su}: 80 ‰ σ_{cu}: 3,5
f_{yd}: 373,9 N/mm² f_{cd}: 30
E_s: 200.000 N/mm² α: 1
E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0,8
ε_{syd}: 1,870 ‰ σ_{c,adm}: 16
σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0,9333
τ_{cl}: 2,543

M_{xRd}: 655,7 kNm
σ_c: -30,00 N/mm²
σ_s: 373,9 N/mm²
ε_c: 3,500 ‰
ε_s: 24,72 ‰
d: 60,00 cm
x: 7,442 x/d: 0,1240
δ: 0,7000

N° rett.: 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀: 0 cm Col. modello
Precompressione: Predeformazione acciaio: 0 ‰

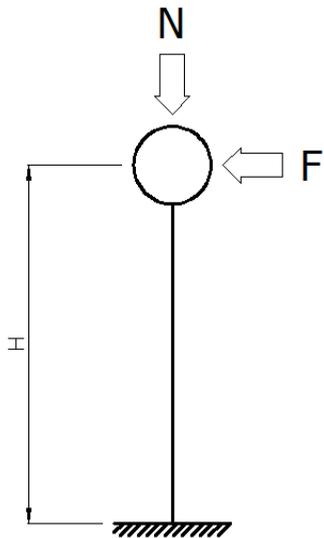
Calcolo del momento resistente della sezione di base del pilastro
MRd = 655,70 kNm

Sollecitazioni e resistenza della sezione

Valutazione approssimata dell'Indice di Vulnerabilità

$F_{tot} = a_g \times W \Rightarrow F_i = F_{tot}/12$ forza sismica in testa al pilastro

$W = 624525$ kg massa sismica della struttura



Momento sollecitante $F \times H \Rightarrow M_{Sd} = a_g \times W(\text{pil}) \times H$

Al limite $M_{Sd} = M_{Rd}$, trascurando l'effetto dello sforzo normale N .

$$a_{gSLU} = M_{Rd}/W \times H = 65570 / ((624525/12) \times 10.50) = 0.120g$$

Indice di vulnerabilità

$$i = a_{gSLU}/a_{gRif} = 0.120/0.250 = \mathbf{0.48} < 1$$

$0 < i \leq 0.30$ – Rischio Alto
$0.30 < i \leq 0.60$ – Rischio Moderato
$0.60 < i \leq 1$ – Rischio Basso
$i = 1$ Edificio Adeguato (*)

Punti cardine della Valutazione del rischio sismico

Principi base per la valutazione della sicurezza degli edifici industriali monopiano

Al fine della valutazione del rischio sismico degli edifici prefabbricati monopiano bisogna adeguatamente valutare l'esistenza delle seguenti carenze:

Mancanza di collegamenti tra elementi strutturali verticali (Pilastri) e elementi strutturali orizzontali (travi) e tra questi ultimi (Travi e Tegoli)

Presenza di elementi di tamponatura prefabbricati non adeguatamente ancorati alle strutture principali

Presenza di scaffalature non controventate portanti materiali pesanti che possano, nel loro collasso, coinvolgere la struttura principale causandone il danneggiamento e il collasso

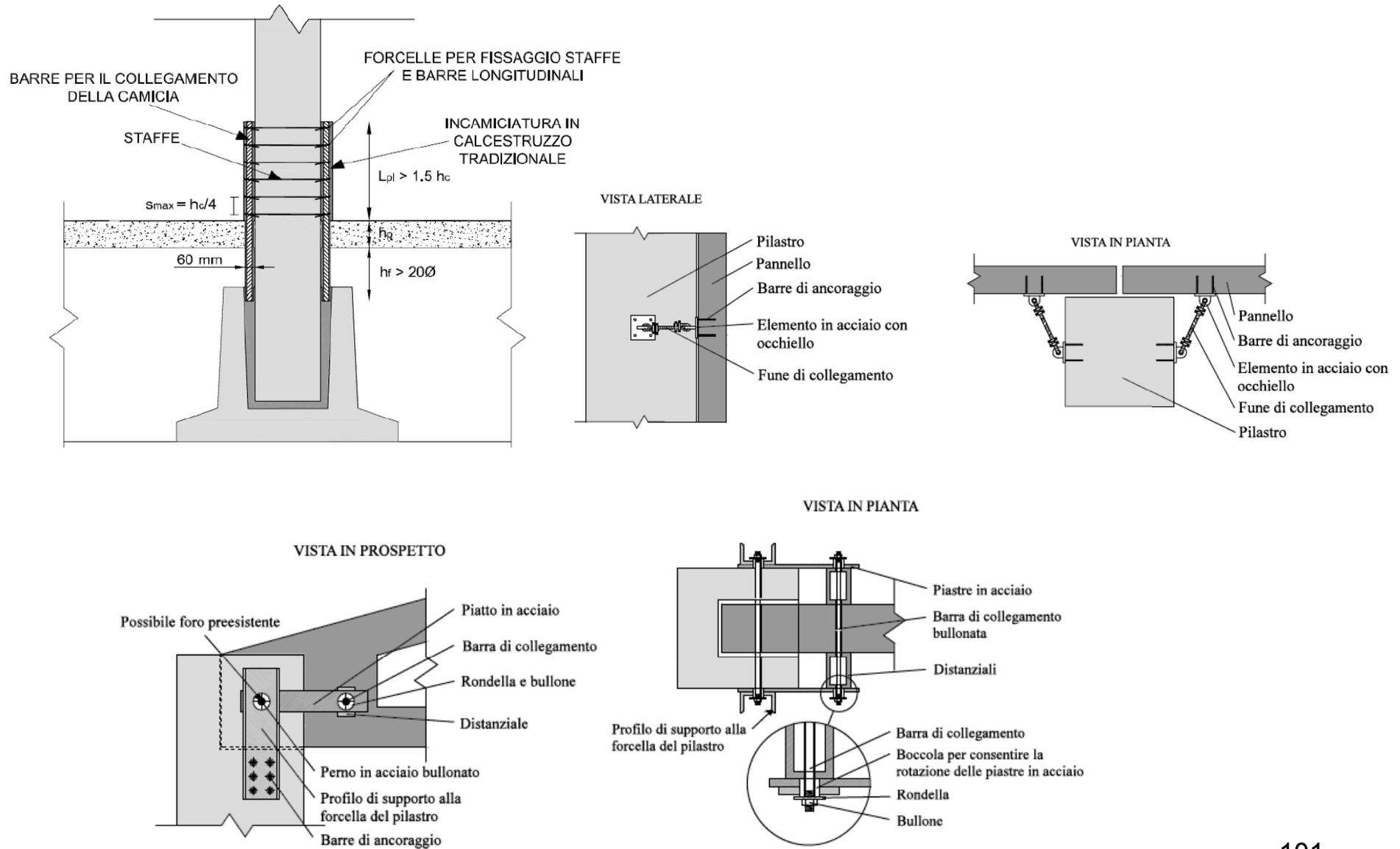
Effetti del sisma su capannoni esistenti



Effetti del sisma su capannoni esistenti



Interventi possibili sui capannoni esistenti



“Ambienti di lavoro, D.V.R. e rischio sismico”

*Nuovi adempimenti ex art. 29 c. 5 e 6 D.Lgs. 81/2008 s.m.i.: le Procedure Standardizzate.
La Prevenzione e Protezione del rischio sismico negli ambienti di lavoro.*

**La vulnerabilità sismica delle strutture.
Una simulazione di azione sismica su capannone
tipo nell'area industriale di Pantano d'Arci.**

Dott. Ing. Giuseppe Buda

Grazie per l'attenzione.