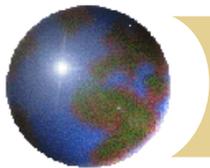


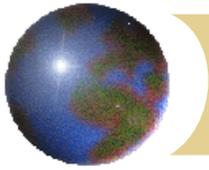
*CRITERI ED INDIRIZZI PER LA
DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE
GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E
SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO, IN ATTUAZIONE DELL'ART.
57 DELLA L.R. 11 MARZO 2005, N. 12*

corso di rischio sismico



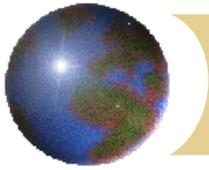
Analisi del rischio sismico nel PGT

<i>Analisi del rischio sismico</i>	12
<i>Risposta sismica locale - Generalità</i>	12
<i>Percorso normativo</i>	13
<i>Analisi della sismicità del territorio e carta della pericolosità sismica locale</i>	15
<i>Carta della pericolosità sismica locale</i>	16
<i>Sintesi delle procedure</i>	16



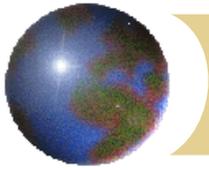
Effetti di sito

Le particolari condizioni geologiche e geomorfologiche di un sito (condizioni locali) possono influenzare, in occasione di eventi sismici, la pericolosità sismica di base producendo effetti diversi da considerare nella valutazione generale della pericolosità sismica dell'area.



Effetti di sito

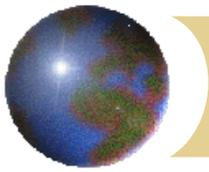
Tali effetti vengono distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali coinvolti; pertanto gli studi finalizzati al riconoscimento delle aree potenzialmente pericolose dal punto di vista sismico sono basati, in primo luogo, sull'identificazione della categoria di terreno presente in una determinata area



Effetti di sito

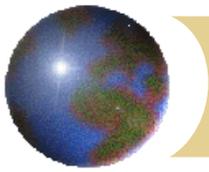
Tali effetti si distinguono in due gruppi che possono essere contemporaneamente presenti nello stesso sito:

- ✚ *gli effetti di amplificazione topografica*
- ✚ *effetti di amplificazione litologica*



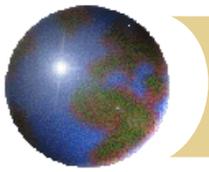
Effetti di instabilità

Tutti i terreni che mostrano un comportamento instabile o potenzialmente instabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese e sono rappresentati in generale da fenomeni di instabilità consistenti in veri e propri collassi e talora movimenti di grandi masse di terreno incompatibili con la stabilità delle strutture; tali instabilità sono rappresentate da fenomeni diversi a seconda delle condizioni presenti nel sito.



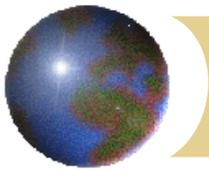
Normativa nazionale

Con **l'OPCM n. 3274** del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", pubblicata sulla G.U. n. 105 dell'8 maggio 2003 Supplemento ordinario n. 72, vengono individuate in prima applicazione le zone sismiche sul territorio nazionale, e fornite le normative tecniche da adottare per le costruzioni nelle zone sismiche stesse.



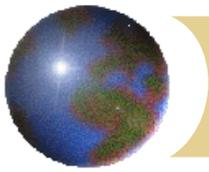
Normativa nazionale

Tale Ordinanza è entrata in vigore, per gli aspetti inerenti la classificazione sismica, dal 23 ottobre 2005, data coincidente con l'entrata in vigore del d.m. 14 settembre 2005 "Norme tecniche per le costruzioni", pubblicato sulla G.U. n. 222 del 23 settembre 2005, Supplemento ordinario n. 159



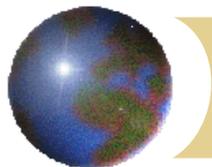
Legge regionale

La Regione Lombardia, con d.g.r. n. 14964 del 7 novembre 2003, ha preso atto della classificazione fornita in prima applicazione dalla citata Ordinanza 3274/03.



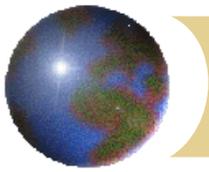
Perchè la legge regionale

I criteri della legge regionale servono per consentire una protezione adeguata dagli effetti di sito ove la normativa nazionale non fosse sufficiente



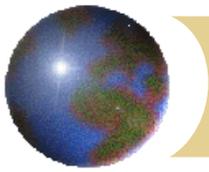
Comuni classificati

	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
Bergamo	=	4	85	155
Brescia	=	32	116	58
Como	=	=	=	163
Cremona	=	4	=	111
Lecco	=	=	=	90
Lodi	=	=	=	61
Mantova	=	=	21	49
Milano	=	=	=	188
Pavia	=	1	16	173
Sondrio	=	=	=	78
Varese	=	=	=	141
TOTALE	=	41	238	1267



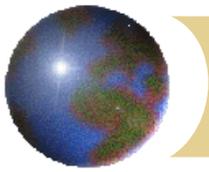
Periodo transitorio

Nelle zone sismiche già classificate e di nuova classificazione, per il periodo transitorio di 18 mesi, si possono utilizzare per la progettazione sia le norme di cui agli allegati tecnici dell'Ordinanza n. 3274/2003 sia le norme previgenti



Analisi della sismicità del territorio e carta della pericolosità sismica locale

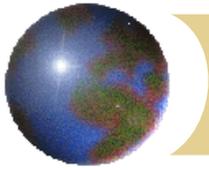
La metodologia si fonda sull'analisi di indagini dirette e prove sperimentali effettuate su alcune aree campione della Regione Lombardia, i cui risultati sono contenuti in uno "Studio–Pilota" redatto dal Politecnico di Milano – Dip. di Ingegneria Strutturale, reso disponibile sul SIT regionale.



Valore dell'amplificazione

$$F_a = \frac{\int_{0.1}^{0.5} \text{PSV}_{\text{out}}(T, \xi) dT}{\int_{0.1}^{0.5} \text{PSV}_{\text{inp}}(T, \xi) dT} \quad \text{Fattore di amplificazione}$$

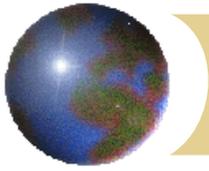
Espresso come rapporto tra l'intensità spettrale osservata al suolo e l'intensità spettrale del moto al substrato roccioso. L'intensità spettrale viene calcolata in un intervallo di periodo definito dalla tipologia edilizia prevalente



Tre livelli di indagine

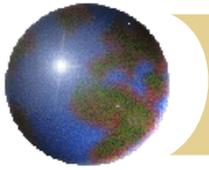
1° livello: riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche (cartografia di inquadramento), sia di dati esistenti.

obbligatorio per tutti i Comuni, prevede la redazione della carta della pericolosità sismica locale, nella quale deve essere riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo, (aree a pericolosità sismica locale - PSL) riportate nella Tabella 1 dell'Allegato 5



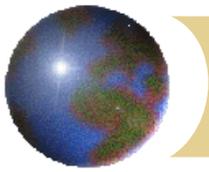
Quando applicare il PRIMO livello

Sempre



Tre livelli di indagine

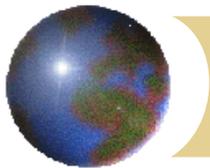
2° livello: caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi nelle aree perimetrate nella carta di pericolosità sismica locale, che fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione (F_a).



Quando applicare il secondo livello

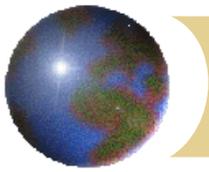
Il secondo livello è obbligatorio per:

- ❖ i comuni ricadenti nelle zone sismiche 2 e 3
- ❖ le aree PSL individuate attraverso il 1° livello suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della Tabella 1 dell'Allegato 5) e interferenti con l'urbanizzato e/o con le aree di espansione urbanistica.
- ❖ nelle aree PSL Z3 e Z4 per i comuni ricadenti in zona sismica 4 nel caso di costruzioni strategiche e rilevanti ai sensi della d.g.r. n. 14964/2003;



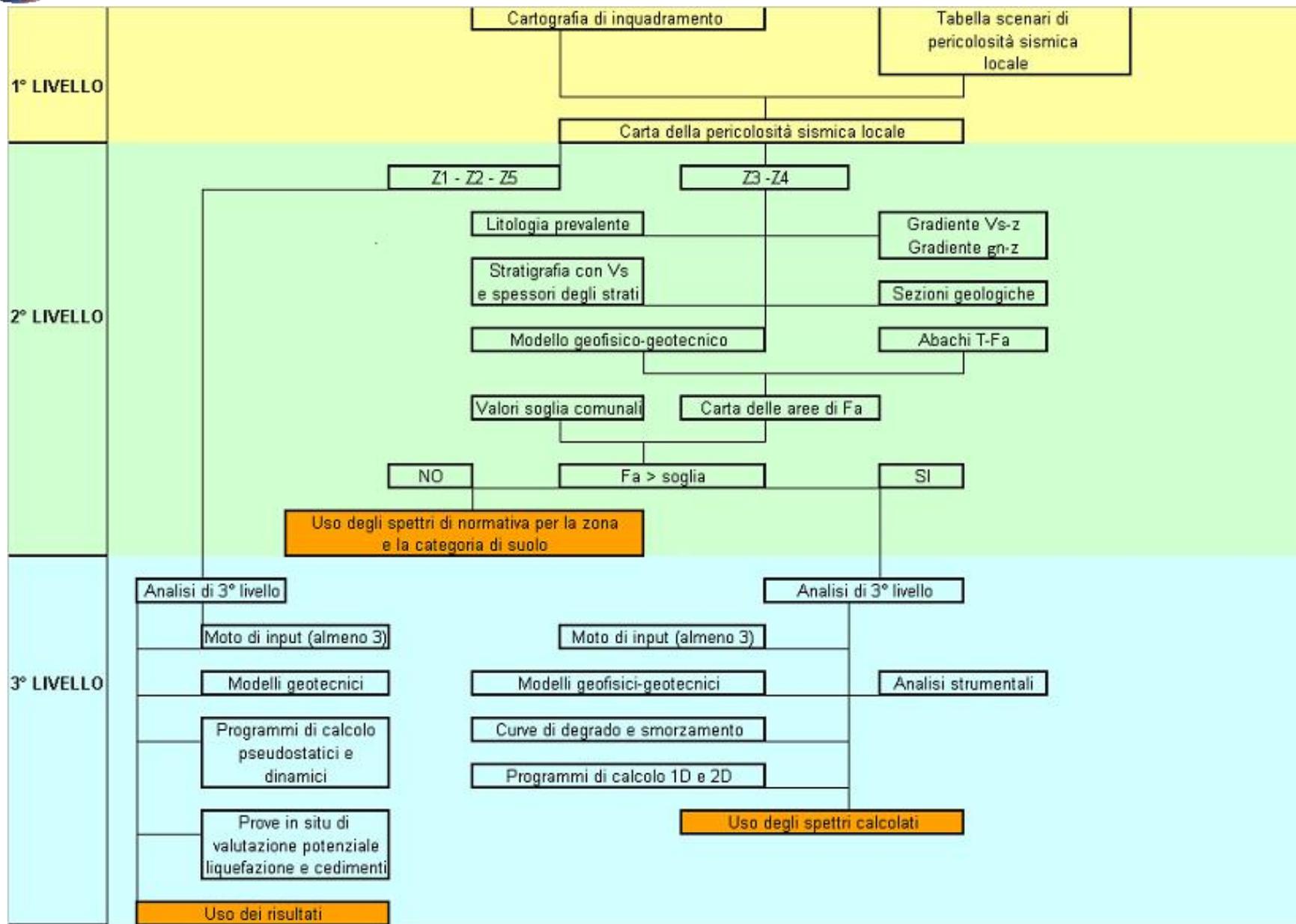
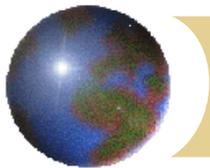
Tre livelli di indagine

3° livello: definizione degli effetti di amplificazioni tramite indagini e analisi più approfondite. Al fine di poter effettuare le analisi di 3° livello la Regione Lombardia ha predisposto due banche dati, rese disponibili sul SIT regionale, il cui utilizzo è dettagliato nell'allegato 5.



Quando applicare il terzo livello

- ✦ a seguito dell'applicazione del 2° livello, si rileva l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale all'interno degli scenari PSL caratterizzati da effetti di amplificazioni morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della Tabella 1 dell'Allegato 5);
- ✦ in presenza di aree caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione e zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico meccaniche molto diverse (zone Z1, Z2 e Z5).
- ✦ nel caso di costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, sociali essenziali.



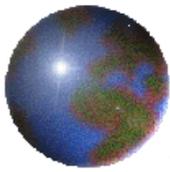
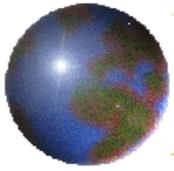


Tabella 1 allegato 5

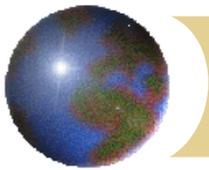
<i>Sigla</i>	<i>SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</i>	<i>EFFETTI</i>
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)	Cedimenti e/o liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio $H > 10$ m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali



Z3 amplificazioni topografiche

Per l'utilizzo della scheda di valutazione si richiede la conoscenza dei seguenti parametri:

- ⊕ larghezza alla base del rilievo L
- ⊕ larghezza in cresta del rilievo l
- ⊕ dislivello altimetrico massimo H e dislivello altimetrico minimo h dei versanti
- ⊕ coefficiente di forma H/L



EFFETTI MORFOLOGICI – CRESTE - SCENARIO Z3b

CRITERI DI RICONOSCIMENTO

CRESTA

$$\alpha_1 \geq 10^\circ \text{ e } \alpha_2 \geq 10^\circ$$

$$h \geq 1/3 H$$

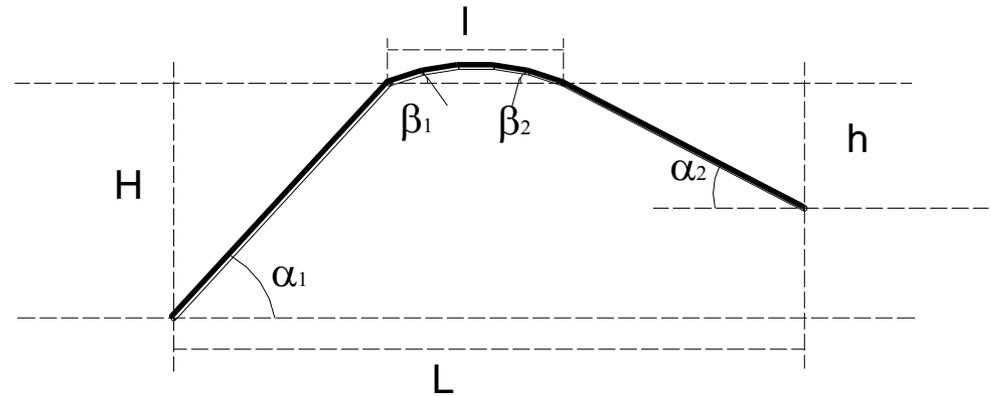
CRESTA ARROTONDATA

$$\beta_1 < 10^\circ \text{ e } \beta_2 < 10^\circ$$

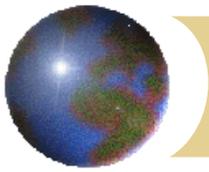
$$l \geq 1/3 L$$

CRESTA APPUNTITA

$$l < 1/3 L$$

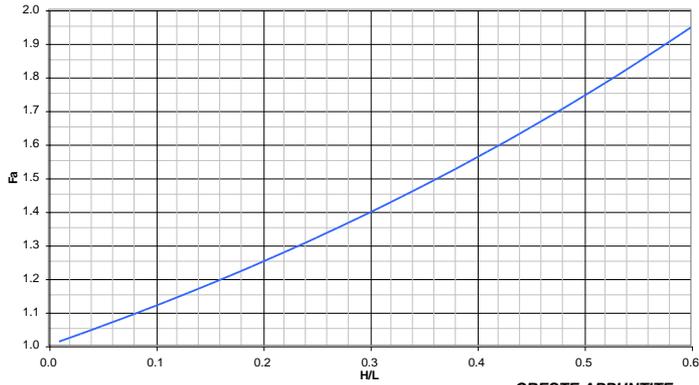


	L > 350	250 < L < 350	150 < L < 250	L < 150
Creste Appuntite	0.1-0.3	0.1-0.3	0.1-0.3	0.1-0.3
Creste Arrotondate	0.1-0.3			



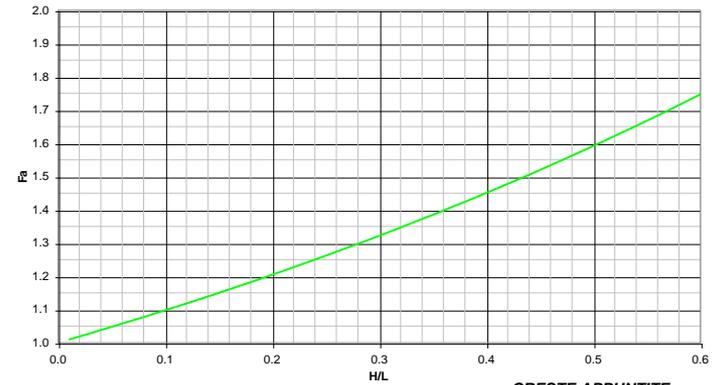
CORRELAZIONE H/L - Fa 0.1-0.5 s

CRESTE APPUNTITE
 $L > 350$ m



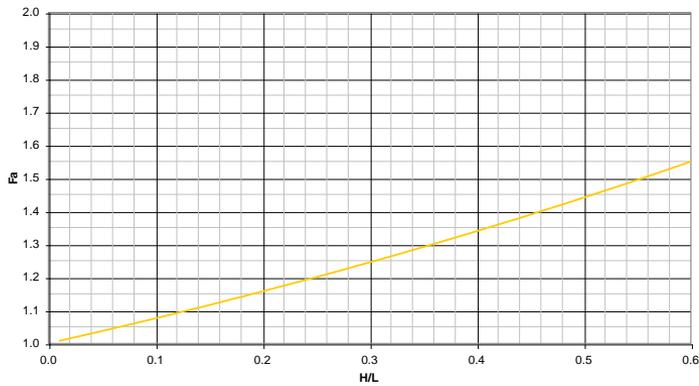
CORRELAZIONE H/L - Fa 0.1-0.5 s

CRESTE APPUNTITE
 250 m $< L < 350$ m



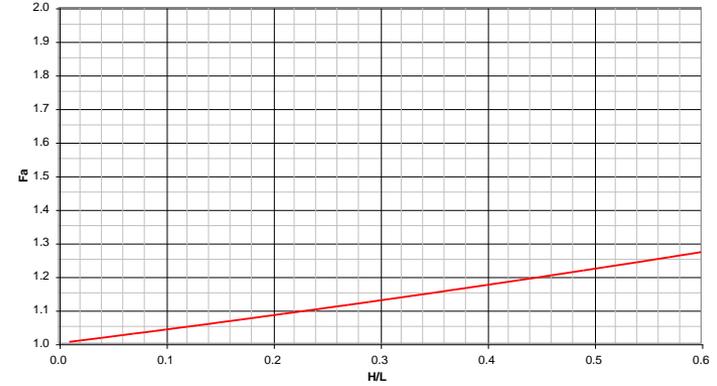
CORRELAZIONE H/L - Fa 0.1-0.5 s

CRESTE APPUNTITE
 150 m $< L < 250$ m



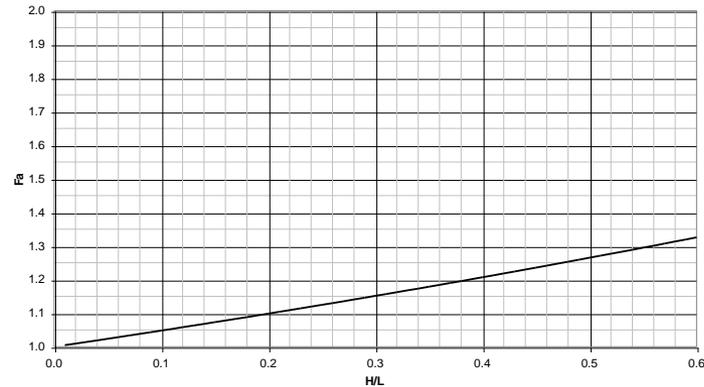
CORRELAZIONE H/L - Fa 0.1-0.5 s

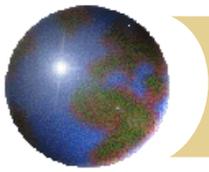
CRESTE APPUNTITE
 $L < 150$ m



CORRELAZIONE H/L - Fa 0.1-0.5 s

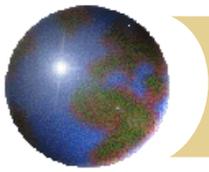
CRESTE
ARROTONDATE





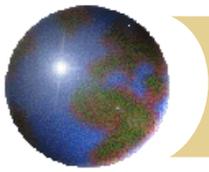
Valori di soglia

Il fattore **F_a** calcolato per ciascun Comune della Regione Lombardia è riportato nella banca dati in formato .xls (soglie_lomb.xls) e rappresenta il valore di soglia, oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione del sito



Valori di soglia

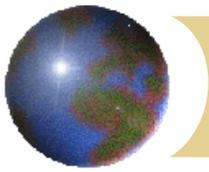
- ❖ **se il valore di F_a è inferiore o uguale al valore di soglia corrispondente:** la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione morfologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa (classe di pericolosità H1);
- ❖ **se il valore di F_a è superiore al valore di soglia corrispondente:** la normativa è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione morfologica e quindi è necessario effettuare analisi più approfondite (3° livello) in fase di progettazione edilizia



Z4 amplificazioni litologiche e geometriche

La procedura semplificata richiede la conoscenza dei seguenti parametri:

- ✚ litologia prevalente dei materiali presenti nel sito
- ✚ stratigrafia del sito
- ✚ andamento delle Vs con la profondità fino a valori pari o superiori a 800 m/s
- ✚ spessore e velocità di ciascun strato
- ✚ sezioni geologiche, conseguente modello geofisico - geotecnico ed identificazione dei punti rappresentativi sui quali effettuare l'analisi



PARAMETRI INDICATIVI

GRANULOMETRIA:

Da ghiaie e ciottoli con blocchi a ghiaie e sabbie limose debolmente argillose passando per ghiaie con sabbie limose, ghiaie sabbiose, ghiaie con limo debolmente sabbiose e sabbie con ghiaie

NOTE:

Comportamento granulare

Struttura granulo-sostenuta

Frazione ghiaiosa superiore al 35%

Frequenti clasti con $D_{max} > 20$ cm

Frazione sabbiosa fino ad un massimo del 65%

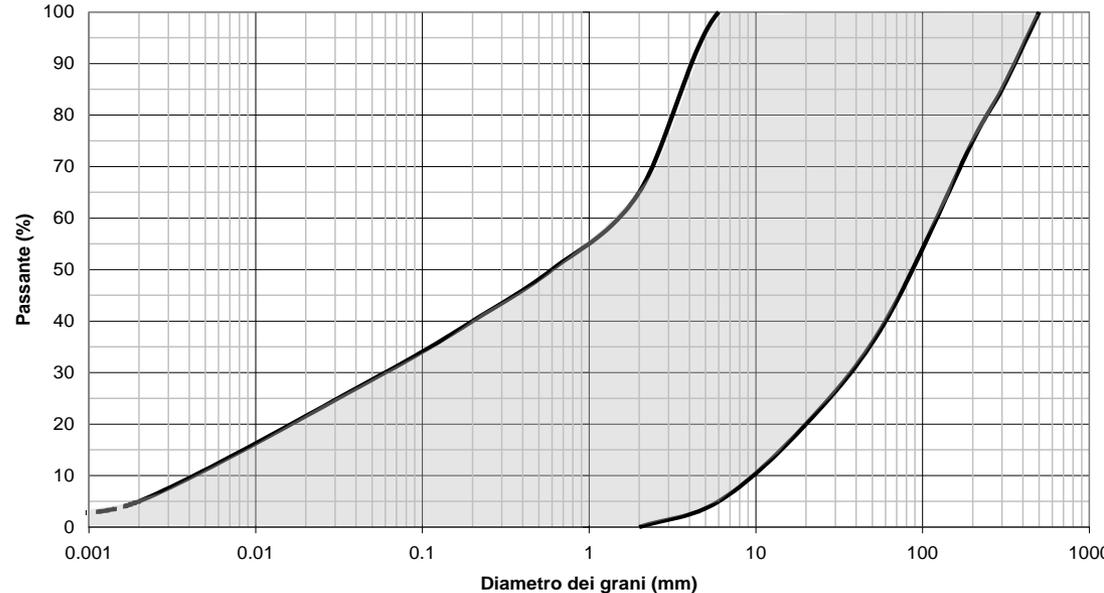
Matrice limoso - argillosa fino ad un massimo del 30% con frazione argillosa subordinata (fino al 5%)

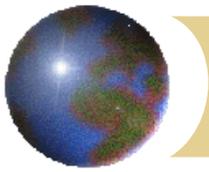
Presenza di eventuali trovanti con $D > 50$ cm

Presenza di eventuali orizzonti localmente cementati

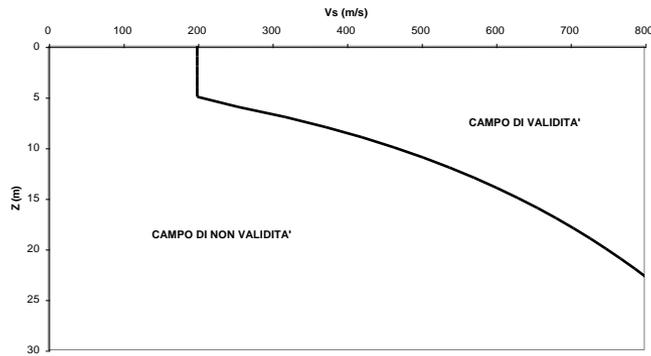
SCHEDA LITOLOGIA GHIAIOSA

FUSO GRANULOMETRICO INDICATIVO

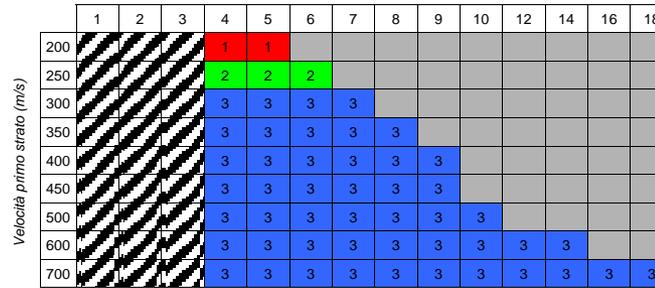




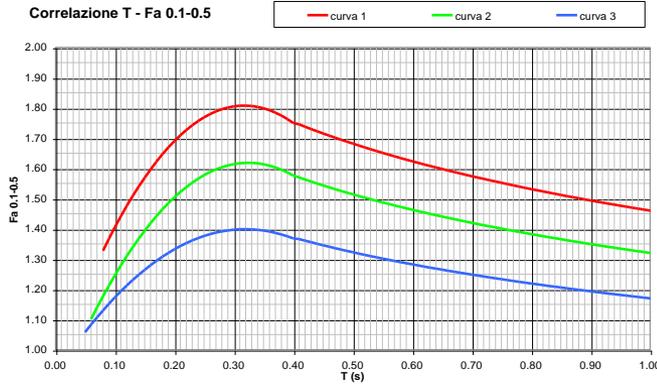
ANDAMENTO DEI VALORI DI Vs CON LA PROFONDITA'



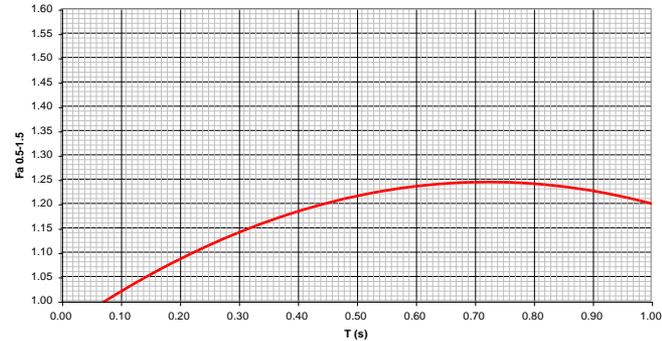
Profondità primo strato (m)



Correlazione T - Fa 0.1-0.5



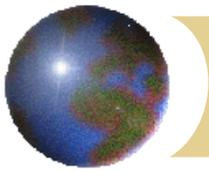
Correlazione T - Fa 0.5-1.5 s



$$Fa_{0.5-1.5} = -0.42T^3 + 0.3T^2 + 0.56T + 0.97$$

Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico
1	$0.08 < T \leq 0.40$ $Fa_{0.1-0.5} = -8.5T^2 + 5.4T + 0.95$	$0.40 < T \leq 1.00$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.46 - 0.32LnT$
2	$0.06 < T \leq 0.40$ $Fa_{0.1-0.5} = -7.4T^2 + 4.8T + 0.84$	$0.40 < T \leq 1.00$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.32 - 0.28LnT$
3	$0.05 < T < 0.40$	$0.40 < T < 1.00$

**SCHEDA LITOLOGIA
GHIAIOSA**



SCHEMA LITOLOGIA -LIMOSO ARGILLOSA TIPO 1

PARAMETRI INDICATIVI

GRANULOMETRIA:

Da limi ghiaioso – argillosi debolmente sabbiosi ad argille con limi passando per limi argillosi, limi con sabbie argillose, limi e sabbie con argille, argille ghiaiose, argille ghiaiose debolmente limose ed argille con sabbie debolmente limose

NOTE:

Comportamento coesivo

Struttura matrice-sostenuta

Frazione limosa superiore al 40%

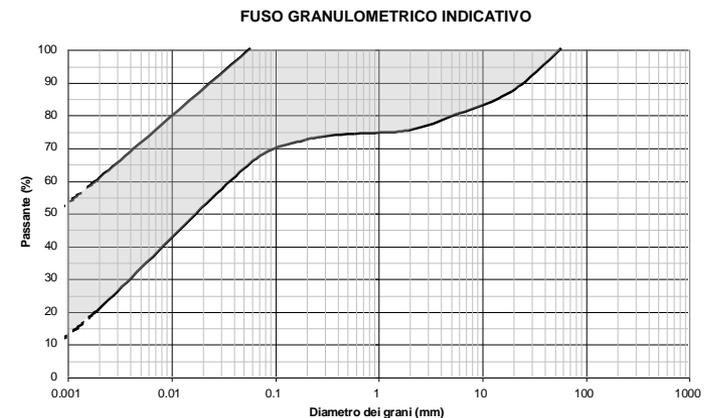
Presenza di clasti immersi con $D_{max} < 2-3$ cm

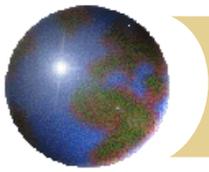
Frazione ghiaiosa fino ad un massimo del 25%

Frazione sabbiosa fino ad un massimo del 35%

Frazione argillosa compresa tra 20% e 60%

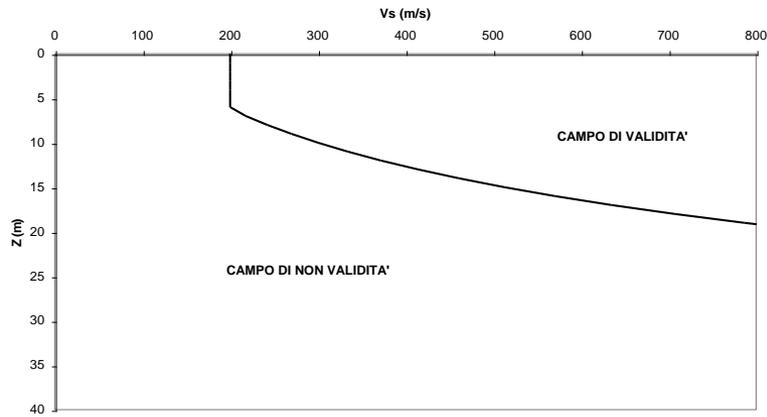
Presenza di eventuali sottili orizzonti ghiaioso fini e sabbioso medio-grossolani





SCHEMA LITOLOGIA - LIMOSO ARGILLOSA TIPO 1

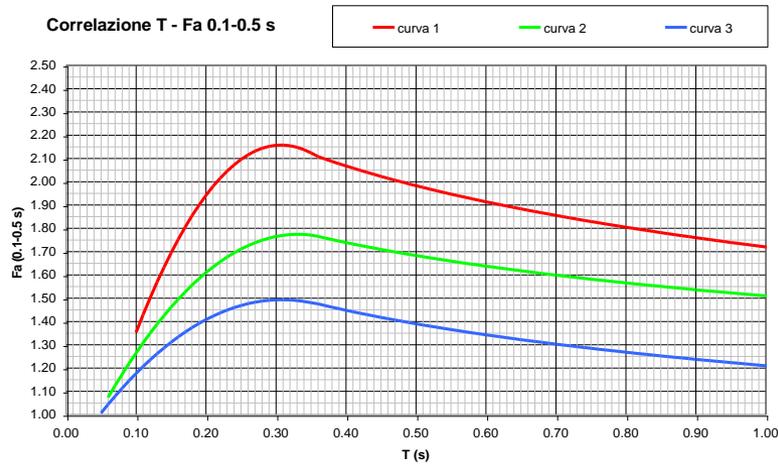
ANDAMENTO DEI VALORI DI Vs CON LA PROFONDITA'



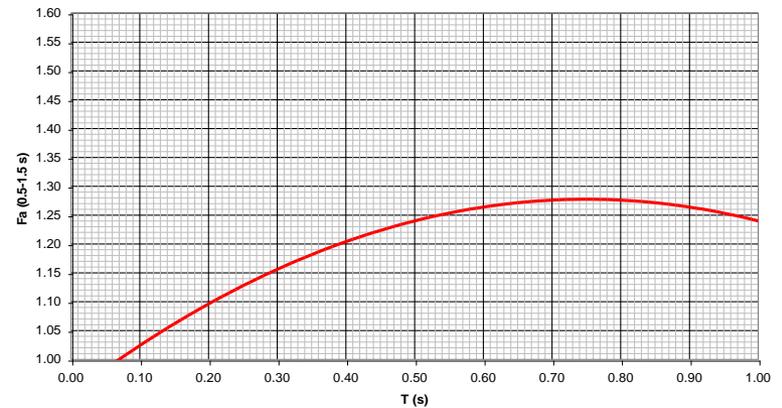
Profondità primo strato (m)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18
200	Diagonal Hatching			1	1	1								
250	Diagonal Hatching			2	2	1								
300	Diagonal Hatching			2	2	2	2	2	2	2				
350	Diagonal Hatching			3	3	3	2	2	2	2	2			
400	Diagonal Hatching			3	3	3	3	3	3	3	3			
450	Diagonal Hatching			3	3	3	3	3	3	3	3	3		
500	Diagonal Hatching			3	3	3	3	3	3	3	3	3		
600	Diagonal Hatching			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
700	Diagonal Hatching			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

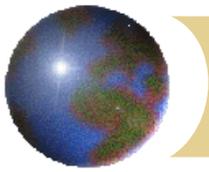
Correlazione T - Fa 0.1-0.5 s



Correlazione T - Fa 0.5-1.5 s



$$Fa_{0.5-1.5} = -0.42T^3 + 0.31T^2 + 0.56T + 0.97$$

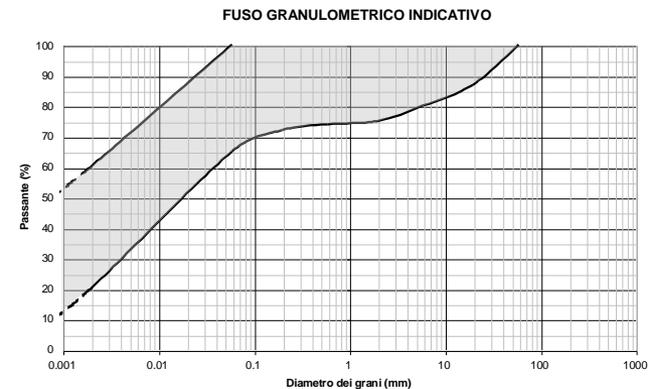


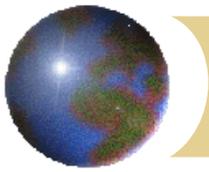
SCHEMA LITOLOGIA -LIMOSO ARGILLOSA TIPO 2

PARAMETRI INDICATIVI

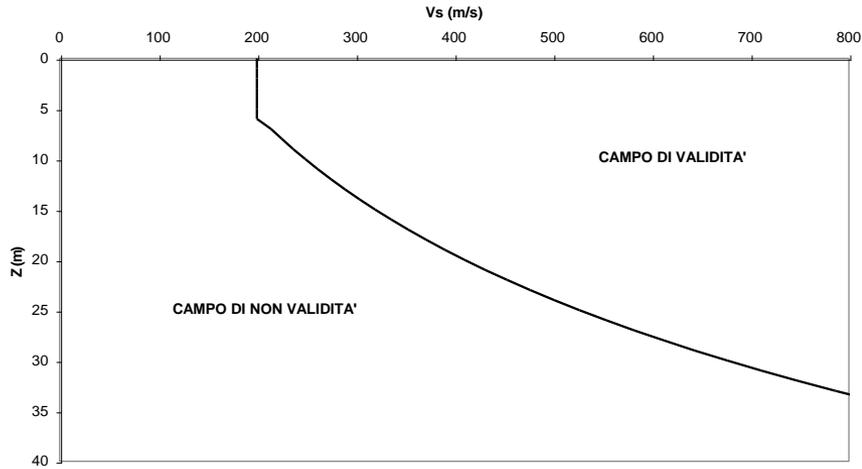
GRANULOMETRIA e NOTE: come per la litologia limoso - argillosa TIPO 1, a cui in aggiunta è possibile associare i seguenti range di valori per alcuni parametri geotecnici significativi validi per argille con limi ghiaiosi debolmente sabbiosi:

PARAMETRO		INTERVALLO
Peso di volume naturale	$[\text{kN/m}^3]$	19.5-20.0
Peso specifico particelle solide	$s [\text{kN/m}^3]$	25.7-26.7
Contenuto d'acqua naturale	w [%]	20-25
Limite di liquidità	w_L [%]	30-50
Limite di plasticità	w_P [%]	15-20
Indice di plasticità	I_P [%]	15-30
Indice dei vuoti	e	0.5-0.7
Grado di saturazione	S_r [%]	90-100
Coefficiente di spinta a riposo	K_0	0.5-0.6
Indice di compressione	C_c	0.15-0.30
Indice di rigonfiamento	C_s	0.02-0.06
Coefficiente di consolidazione secondaria	C_a	0.001-0.005
Grado di consolidazione	OCR	1-3
Numero colpi prova SPT (nei primi 10 m)	N_{spt}	15-30

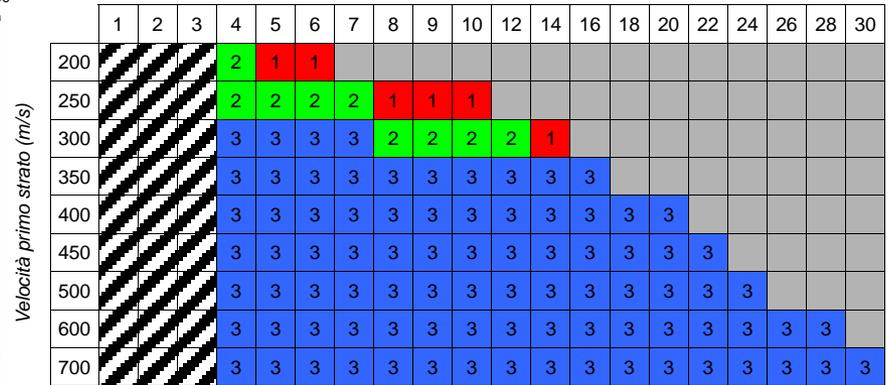




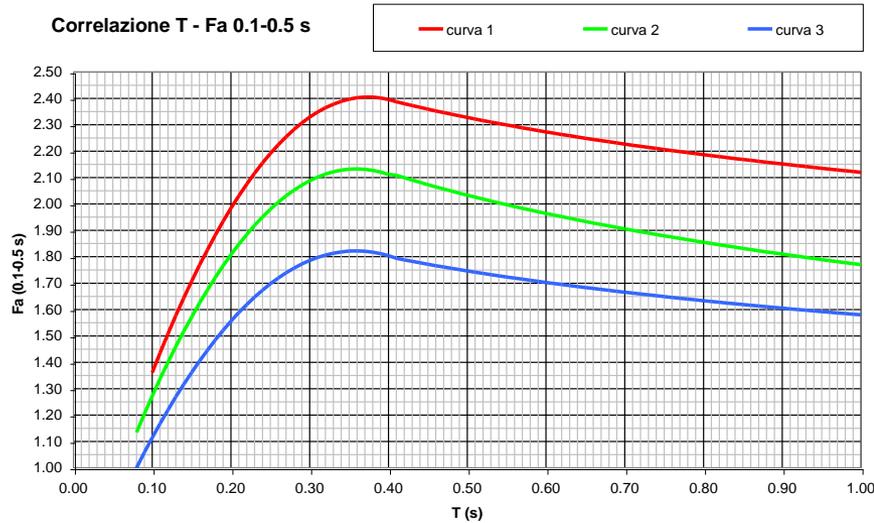
ANDAMENTO DEI VALORI DI Vs CON LA PROFONDITA'



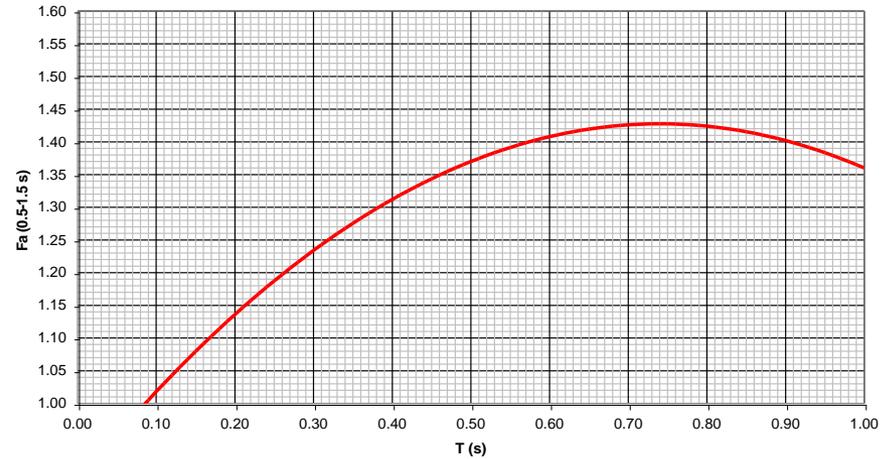
Profondità primo strato (m)



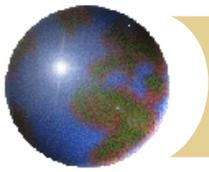
Correlazione T - Fa 0.1-0.5 s



Correlazione T - Fa 0.5-1.5 s



**SCHEDA LITOLOGIA -LIMOSO
ARGILLOSA TIPO 2**



GRANULOMETRIA:

Da limi con sabbie debolmente ghiaiose a limi debolmente sabbioso-argillosi passando per limi con sabbie, limi debolmente argillosi, limi debolmente sabbiosi, limi debolmente ghiaiosi e sabbie con limi debolmente argillosi

NOTE:

Comportamento coesivo

Frazione limosa ad un massimo del 95%

Presenza di clasti immersi con $D_{max} < 2-3$ cm

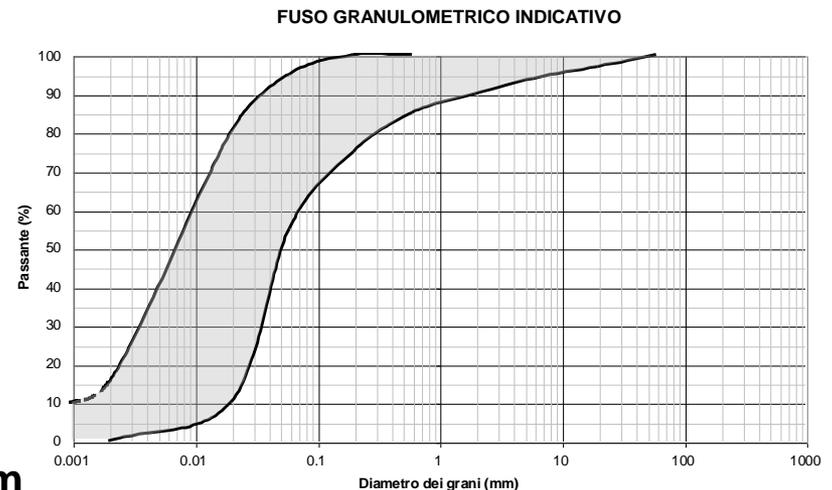
Frazione ghiaiosa fino ad un massimo del 10%

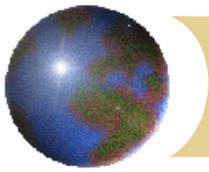
Frazione sabbiosa fino ad un massimo del 45%

Frazione argillosa fino ad un massimo del 15%

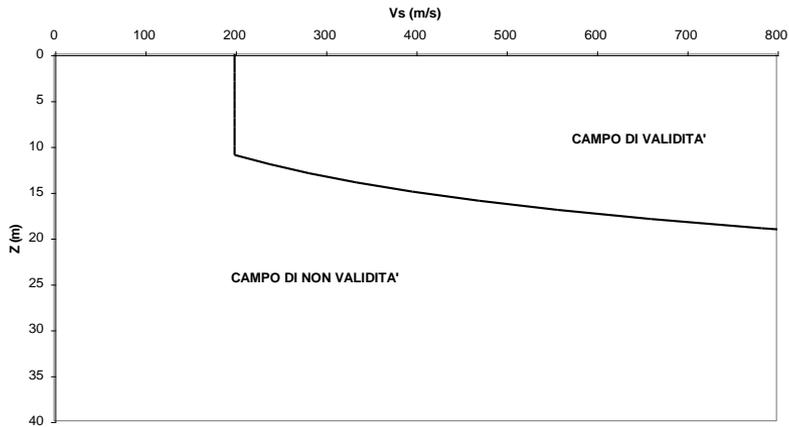
A FIANCO: range di valori per alcuni parametri geotecnici significativi validi per limi sabbiosi debolmente argillosi

SCHEDA LITOLOGIA -LIMOSO SABBIOSA TIPO 1





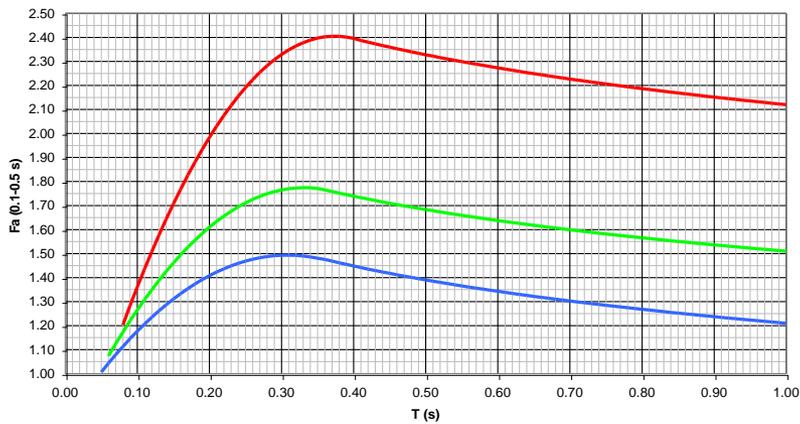
ANDAMENTO DEI VALORI DI Vs CON LA PROFONDITA'



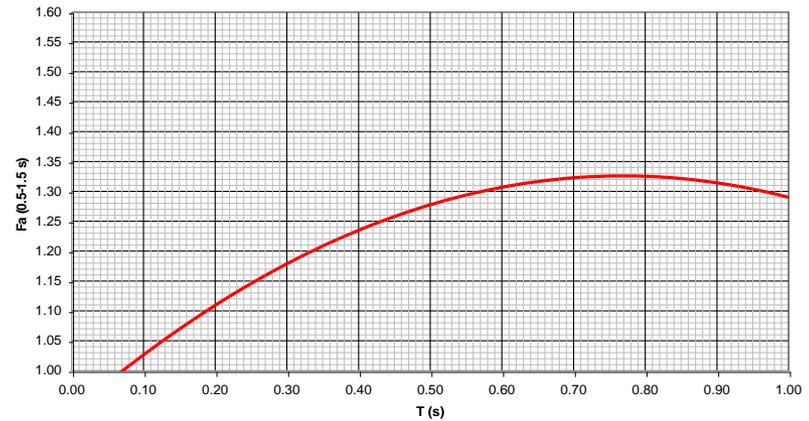
Profondità primo strato (m)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
200				1	1	1	1	1	1	1	1	1						
250				2	2	2	2	2	2	1	1	1						
300				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2					
350				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2				
400				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
450				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
500				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
600				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
700				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

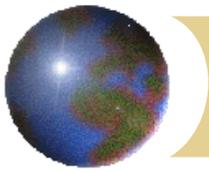
Correlazione T - Fa 0.1-0.5 s



Correlazione T - Fa 0.5-1.5 s



**SCHEDA LITOLOGIA - LIMOSO
SABBIOSA TIPO 1**



GRANULOMETRIA:

Da limi con sabbie debolmente ghiaiose a limi debolmente sabbioso-argillosi passando per limi con sabbie, limi debolmente argillosi, limi debolmente sabbiosi, limi debolmente ghiaiosi e sabbie con limi debolmente argillosi

NOTE:

Comportamento coesivo

Frazione limosa ad un massimo del 95%

Presenza di clasti immersi con $D_{max} < 2-3$ cm

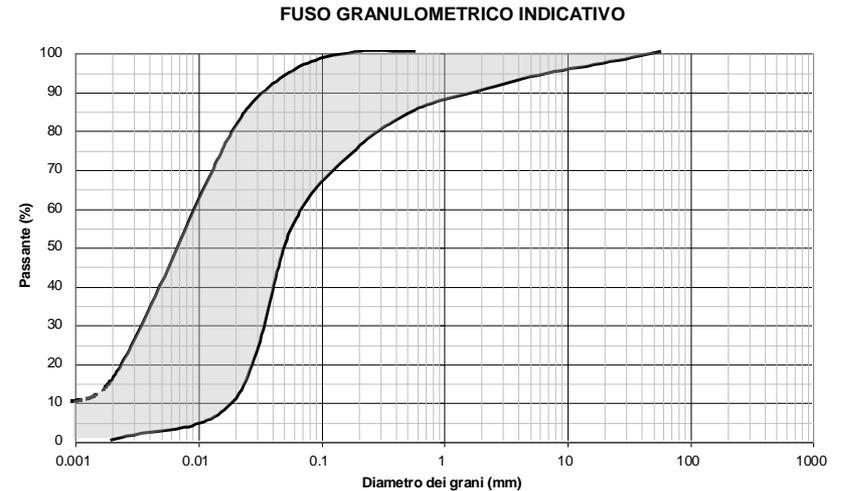
Frazione ghiaiosa fino ad un massimo del 10%

Frazione sabbiosa fino ad un massimo del 45%

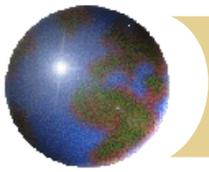
Frazione argillosa fino ad un massimo del 15%

A FIANCO: range di valori per alcuni parametri geotecnici significativi validi per limi sabbiosi debolmente argillosi

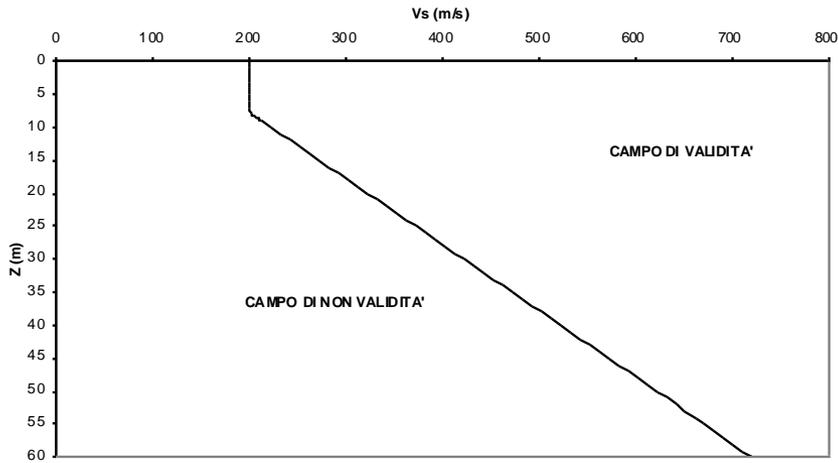
SCHEDA LITOLOGIA -LIMOSO SABBIOSA TIPO 2



PARAMETRO		INTERVALLO
Peso di volume naturale	$[\text{kN/m}^3]$	18.5-19.5
Peso specifico particelle solide	$s_s [\text{kN/m}^3]$	26.0-27.9
Contenuto d'acqua naturale	w [%]	25-30
Limite di liquidità	w _L [%]	25-35
Limite di plasticità	w _P [%]	15-20
Indice di plasticità	I _P [%]	5-15
Indice dei vuoti	e	0.6-0.9
Grado di saturazione	S _r [%]	90-100
Coefficiente di spinta a riposo	K ₀	0.4-0.5
Indice di compressione	C _c	0.10-0.30
Indice di rigonfiamento	C _s	0.03-0.05
Coefficiente di consolidazione secondaria	C _a	0.002-0.006
Numero colpi prova SPT (nei primi 10 m)	N _{spt}	0-20



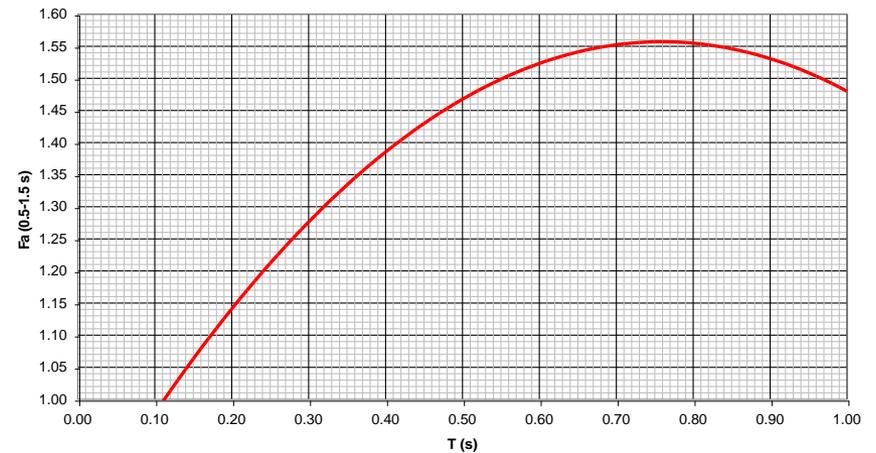
ANDAMENTO DEI VALORI DI V_s CON LA PROFONDITA'



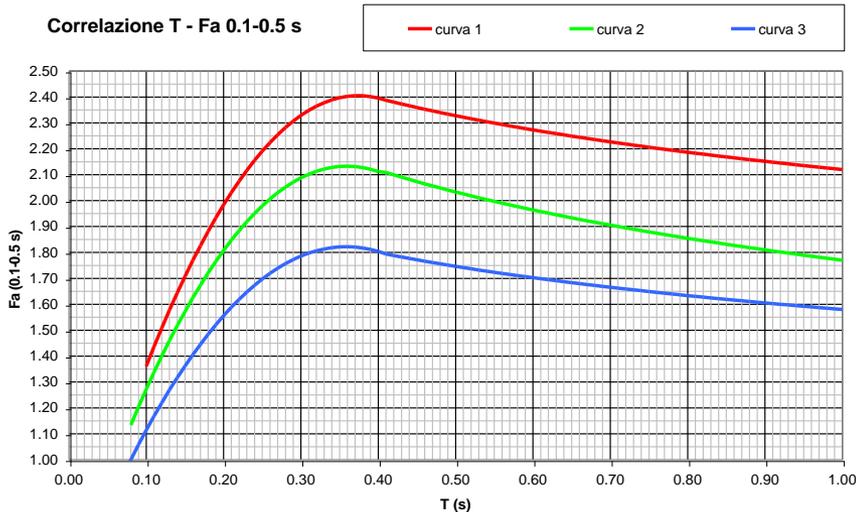
Profondità primo strato (m)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	20	25	30	35	40	50	60	
200				1	1	1	1	1	1	1													
250				2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1									
300				3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2								
350				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3						
400				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3					
450				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3				
500				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
600				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
700				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

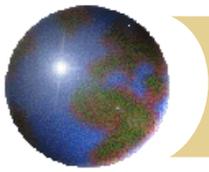
Correlazione T - Fa 0.5-1.5 s



Correlazione T - Fa 0.1-0.5 s

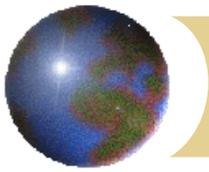


SCHEDA LITOLOGIA - LIMOSO
SABBIOSA TIPO 2



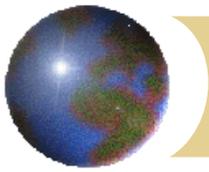
Valori soglia

La valutazione del grado di protezione viene effettuata in termini di contenuti energetici, confrontando il valore di F_a ottenuto dalle schede di valutazione con un parametro di analogo significato calcolato per ciascun comune e valido per ciascuna zona sismica (zona 2, 3 e 4) e per le diverse categorie di suolo soggette ad amplificazioni litologiche (B, C, D ed E) e per i due intervalli di periodo 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s.



Valori di soglia

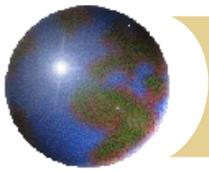
- ❖ Il parametro calcolato per ciascun Comune della Regione Lombardia è riportato nella banca dati (**soglie_lomb.xls**) e rappresenta il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.
- ❖ La procedura prevede pertanto di valutare il valore di **Fa** con le schede e di confrontarlo con il corrispondente valore di soglia



Valori di soglia

Si possono presentare due situazioni:

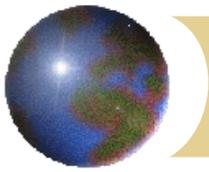
- ❖ **il valore di Fa è inferiore o uguale al valore di soglia corrispondente:** la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa
- ❖ **il valore di Fa è superiore al valore di soglia corrispondente:** la normativa è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica e quindi è necessario effettuare analisi più approfondite (3° livello) in fase di progettazione edilizia



Livello 3

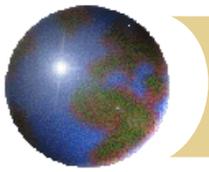
La metodologia strumentale

richiede l'acquisizione di dati strumentali attraverso campagne di registrazione eseguite in sito con l'utilizzo di strumentazioni specifiche, variabili a seconda del parametro di acquisizione scelto (velocimetri ed accelerometri).



Livello 3

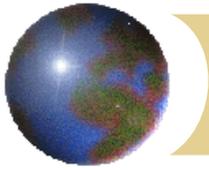
La metodologia numerica consiste nella modellazione di situazioni reali mediante un'appropriate e dettagliata caratterizzazione geometrica e meccanica del sito e nella valutazione della risposta sismica locale tramite codici di calcolo matematico più o meno sofisticati (modelli monodimensionali 1D, bidimensionali 2D e tridimensionali 3D)



Livello 3

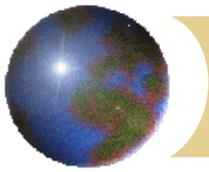
Al fine di poter effettuare le analisi di 3° livello con modelli numerici la Regione Lombardia ha predisposto due banche dati:

- ❖ **lo-acc** contenente, per ogni comune, diversi accelerogrammi attesi caratterizzati da due periodi di ritorno (475 e 975 anni);
- ❖ **curve_lomb.xls** contenente i valori del modulo di taglio normalizzato (G/G_0) e del rapporto di smorzamento (D) in funzione della deformazione (γ).



Osservazioni

- ❖ La normativa nazionale prevede delle forme spettrali per ogni tipologia di terreno
- ❖ Non è possibile ricavare direttamente la forma spettrale dagli abachi proposti dalla legge regionale
- ❖ Il confronto può essere fatto solo in termini di fattore di amplificazione F_a



Osservazioni

- ❖ Non è possibile un'associazione diretta tra le classi di suolo della normativa nazionale e le schede dei terreni della normativa regionale