



ASSESSORATO AMBIENTE E SVILUPPO SOSTENIBILE

DIREZIONE REGIONALE AMBIENTE

AREA DIFESA DEL SUOLO E CONCESSIONI DEMANIALI

D.G.R. Lazio n. 2649 del 18 maggio 1999

D.G.R. Lazio n. 387 del 22 maggio 2009 e D.G.R. Lazio n. 835 del 3 novembre 2009

D.G.R. Lazio n. 545 del 26 novembre 2010

ABACHI REGIONALI

per gli studi di Livello 2 di Microzonazione Sismica ai sensi della DGR Lazio n. 545 del 26 novembre 2010 e procedure di applicazione nell'ambito dell'espressione del parere ai sensi dell'art. 89 del DPR del 6 giugno 2001 n. 380.

Con la collaborazione scientifica di:
Politecnico di Milano - Dipartimento di Ingegneria Strutturale

RESPONSABILI REGIONALI:

Ing. Giuseppe Tanzi (Direttore Direzione Regionale Ambiente)
Ing. Dante Novello (Dirigente Area Difesa del Suolo e Concessioni Demaniali)

RESPONSABILI SCIENTIFICI:

Geol. Antonio Colombi (Area Difesa del Suolo e Concessioni Demaniali – Direzione Regionale Ambiente)
Prof.ssa Floriana Pergalani (Dipartimento Ingegneria delle Strutture – Politecnico di Milano)

PER LA PARTE GENERALE E PROCEDURALE TESTO REDATTO A CURA DI:

Geol. Giacomo Catalano (Area Difesa del Suolo e Concessioni Demaniali – Direzione Regionale Ambiente)
Geol. Fulvio Colasanto (Area Difesa del Suolo e Concessioni Demaniali – Direzione Regionale Ambiente)
Geol. Antonio Colombi (Area Difesa del Suolo e Concessioni Demaniali – Direzione Regionale Ambiente)
Geol. Eugenio Di Loreto (Area Difesa del Suolo e Concessioni Demaniali – Direzione Regionale Ambiente)
Geol. Antonio Gerardi (Area Difesa del Suolo e Concessioni Demaniali – Direzione Regionale Ambiente)
Geol. Lorenzo Liperi (Area Difesa del Suolo e Concessioni Demaniali – Direzione Regionale Ambiente)
Geol. Alberto Orazi (Area Difesa del Suolo e Concessioni Demaniali – Direzione Regionale Ambiente)

PER LA PARTE DEGLI ABACHI REGIONALI TESTO REDATTO A CURA DI:

Geol. Massimo Compagnoni (Dipartimento Ingegneria delle Strutture – Politecnico di Milano)
Prof.ssa Floriana Pergalani (Dipartimento Ingegneria delle Strutture – Politecnico di Milano)

PER LA PARTE DEL VADEMECUM PER L'USO DEGLI ABACHI TESTO REDATTO A CURA DI:

Geol. Antonio Colombi (Area Difesa del Suolo e Concessioni Demaniali – Direzione Regionale Ambiente)
Geol. Massimo Compagnoni (Dipartimento Ingegneria delle Strutture – Politecnico di Milano)
Prof.ssa Floriana Pergalani (Dipartimento Ingegneria delle Strutture – Politecnico di Milano)

TESTO DI RIFERIMENTO TECNICO:

- **Indirizzi e criteri generali per la Microzonazione Sismica** – GdL DPC/Regioni. Testo approvato dalla Conferenza dei Presidenti delle Regioni nella seduta del 13 novembre 2008.
- **Realizzazione di abachi regionali per gli Studi di Livello 2 di Microzonazione Sismica** - Convenzione tra Regione Lazio, Dipartimento Istituzionale e Territorio - Direzione Ambiente e il Politecnico di Milano - Dipartimento di Ingegneria Strutturale – Relazione Finale del 27 giugno 2011.
- **Colombi A, Compagnoni M., Pergalani F., 2011.** Risposta sismica locale: la MS come strumento discriminante per l'utilizzo di approcci semplificati o di specifiche analisi. *Ingegneria Sismica*, Vol 2, giugno 2011

NORMATIVE DI RIFERIMENTO:

- **Legge Regione Lazio 2 Luglio 1987 n. 36**, Norme in materia di attività urbanistico - edilizia e snellimento delle procedure
- **Decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112**, Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59.
- **Delibera di Giunta Regione Lazio n. 2649 del 18 maggio 1999**, Linee guida e documentazione per l'indagine geologica e vegetazionale. Estensione dell'applicabilità della Legge n. 64/1974.
- **Legge Regione Lazio 22 dicembre 1999 n. 38**, Norme sul governo del territorio.
- **Circolare Dipartimento Territorio Regione Lazio 772/2ZDIT del 21 marzo 2003**, Parere ai fini della verifica di compatibilità delle previsioni degli strumenti urbanistici con le condizioni geologiche e con le condizioni vegetazionali del territorio: acquisizione preventiva rispetto all'adozione da parte dell'Amministrazione Comunale dello strumento urbanistico.
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006**, Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.
- **Decreto Ministeriale Infrastrutture e Trasporti del 14 gennaio 2008**, Nuove Norme Tecniche per le costruzioni.
- **Circolare 2 febbraio 2009 Ministero Infrastrutture** – Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni".
- **Delibera di Giunta Regione Lazio n. 387 del 22 maggio 2009**, Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Lazio in applicazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3519 del 28 Aprile 2006 e della DGR Lazio 766/03.
- **Circolare 5 agosto 2009 Ministero Infrastrutture** – Entrata in vigore delle norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.
- **Delibera di Giunta Regione Lazio n. 835 del 03 novembre 2009**, Rettifica all'Allegato 1 della DGR Lazio 387 del 22 Maggio 2009.
- **Circolare 11 dicembre 2009 Ministero Infrastrutture** - Entrata in vigore delle norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. Circolare 5 agosto 2009 - Ulteriori considerazioni esplicative.
- **Delibera di Giunta Regione Lazio n. 545 del 26 novembre 2010**, Linee Guida per l'utilizzo degli Indirizzi e Criteri generali negli Studi di Microzonazione Sismica nella Regione Lazio in applicazione alla DGR Lazio n. 387 del 22 maggio 2009. Estensione dell'applicabilità dell'art. 89 del DPR 380/2001 e della DGR Lazio n. 2649/99.

INDICE

1. INTRODUZIONE
 2. DEFINIZIONI
 3. SOGGETTI COINVOLTI NELLA PREDISPOSIZIONE ED ESECUZIONE DEGLI STUDI DI LIVELLO 2 DI MICROZONAZIONE SISMICA
 4. IL LIVELLO 2 DI MICROZONAZIONE SISMICA
 5. STRUTTURA DEGLI ABACHI REGIONALI
 6. COSTRUZIONE DEGLI ABACHI REGIONALI
 7. CONDIZIONI GEOLOGICHE PARTICOLARI
 8. DEFINIZIONE DELLE SOGLIE S_5 PER LE DIVERSE UAS
 9. PROCEDURE NELL'AMBITO DELL'ESPRESSIONE DEL PARERE AI SENSI DELL'ART. 89 DEL DPR N. 380/2001
 10. REDAZIONE IN AMBIENTE GIS DEGLI ELABORATI CARTOGRAFICI DEL LIVELLO 2 DI MICROZONAZIONE SISMICA
 11. CONTRIBUTI ECONOMICI PER IL LIVELLO 2 DI MS
- APPENDICE 1 - VADEMECUM OPERATIVO PER L'USO DEGLI ABACHI REGIONALI
- APPENDICE 2 - SOGLIE S_5 DI NORMATIVA NTC08 PER IL CONFRONTO CON IL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE F_H

1. INTRODUZIONE

Con l'emanazione della DGR Lazio n. 545 del 26 novembre 2010¹, entrata in vigore il 28 dicembre 2010, la Regione Lazio (*di seguito Regione*) ha definito le procedure per la realizzazione degli studi di Microzonazione Sismica ai fini della Pianificazione Territoriale e Urbanistica.

La Microzonazione Sismica (*di seguito MS*) è un valido e riconosciuto strumento per studiare la pericolosità sismica locale ai fini di pianificazione urbanistica, territoriale e per l'emergenza.

La DGR n. 545/10 prevede che la Regione predisponga gli Abachi Regionali per la realizzazione degli Studi di Livello 2 di MS, in sostituzione degli Abachi contenuti negli Indirizzi e Criteri Generali per la MS (*di seguito ICMS*).

L'esigenza di disporre di Abachi Regionali deriva dal fatto che gli Abachi ICMS hanno una valenza generale e poco si prestano a rappresentare situazioni geologiche specifiche e locali presenti nel territorio regionale. Inoltre le recenti normative regionali in ambito di pianificazione e mitigazione del rischio sismico richiedono l'utilizzo di Abachi di Livello 2 specifici per il territorio regionale.

Al fine di realizzare propri Abachi Regionali, secondo quanto previsto dagli ICMS, la Regione ha attivato nel marzo 2011 una Convenzione con il Dipartimento di Ingegneria Strutturale del Politecnico di Milano, centro di eccellenza in materia, per la predisposizione degli Abachi stessi.

Sulla base del documento scientifico-tecnico redatto dal Politecnico di Milano, consegnato alla Regione in data 27 giugno 2011, la Direzione Regionale Ambiente, per il tramite dell'Area Difesa del Suolo e Concessioni Demaniali, ha predisposto il presente Allegato Tecnico per l'utilizzo degli Abachi Regionali.

Gli Abachi Regionali hanno l'obiettivo di consentire ai Professionisti, incaricati della realizzazione degli Studi di Livello 2 di MS, di predisporre un'efficace analisi di MS con l'obiettivo di garantire una più approfondita valutazione della compatibilità geomorfologica in prospettiva sismica nella pianificazione territoriale.

Ai fini pianificatori, infatti, il Livello 2 di MS risulta fondamentale per identificare quantitativamente i fattori di amplificazione del moto sismico.

Gli Abachi Regionali sostituiscono nei contenuti e negli effetti gli Abachi di ICMS a cui faceva riferimento la DGR Lazio n. 545/10, che pertanto non potranno più essere utilizzati nella Regione Lazio per gli studi di Livello 2 di MS.

Per tale motivo il contenuto di questo Allegato Tecnico rappresenta un'integrazione della DGR Lazio n. 545/2010 e un'estensione dell'applicabilità della DGR Lazio n. 2649/99²; infatti gli elaborati indicati in questo allegato dovranno essere presentati in sede di parere di compatibilità geomorfologica in prospettiva sismica³ congiuntamente alla Carta di Idoneità Territoriale.

2. DEFINIZIONI

Per una migliore comprensione della terminologia tecnica utilizzata si elencano alcune definizioni dei termini più utilizzati nello studio di Livello 2 di MS. I termini di seguito indicati sono di riferimento nell'applicazione del Livello stesso. Per definizioni ulteriori definizioni specialistiche si rimanda ai Glossari ICMS e della DGR Lazio n. 545/10.

¹ Linee Guida per l'utilizzo degli Indirizzi e Criteri generali negli Studi di Microzonazione Sismica nella Regione Lazio in applicazione alla DGR Lazio n. 387 del 22 maggio 2009. Estensione dell'applicabilità dell'art. 89 del DPR 380/2001 e DGR Lazio n. 2649/99.

² DGR Lazio n. 2649 del 18.05.1999 – Linee Guida per l'indagini geologiche e vegetazionali.

³ Art. 89 DPR 380/01 – Testo Unico per l'edilizia .

Abaco Regionale - Strumento utilizzato per ottenere il parametro Fattore di Amplificazione F_H al passaggio di onde sismiche in uno spessore di terreni di copertura, in funzione della velocità delle onde di taglio e della profondità del substrato rigido. E' un metodo semplificato da utilizzare per gli studi di Livello 2 di MS.

Abaco Correttivo - Strumento che permette di modificare il valore di F_H ottenuto tramite il metodo degli Abachi Regionali e considerando la situazione indisturbata per situazioni geologiche particolari. E' un metodo semplificato da utilizzare per gli studi di Livello 2 di MS in caso di inversione di velocità superficiale.

Accelerogramma di riferimento (Time history) - Grafico dell'andamento dell'accelerazione del suolo nel tempo dovuta al passaggio delle onde sismiche per ciascuna Unità Amministrativa Sismica della Regione Lazio da utilizzare come dato di input nelle simulazioni numeriche.

Decremento di FH - Decremento in percentuale del fattore di amplificazione F_H ottenuto da una sequenza indisturbata, rispetto a una situazione disturbata dalla presenza di uno strato superficiale più rigido di quello sottostante con spessore $>$ di 5 m e con velocità delle onde $s > 200$ m/s rispetto allo strato inferiore.

Fattore di Amplificazione ($F_{H,0,1-0,5}$) - E' il Fattore di Amplificazione definito sugli spettri di risposta elastici in accelerazione (PSA) come rapporto tra gli integrali di output e di input calcolati nell'intervallo di periodo (T) compreso tra 0,1-0,5 s, considerando uno smorzamento critico (ξ) del 5%. Questo rapporto ($F_{H,0,1-0,5}$) definisce il fattore di amplificazione legato agli effetti di sito.

Inversione di velocità - Situazione per la quale, a causa di situazioni litologico-stratigrafiche particolari, il profilo di velocità delle onde S non aumenta progressivamente con la profondità, ma presenta decrementi improvvisi.

Litologia prevalente - Si definisce litologia prevalente quella a cui corrisponde il maggior spessore cumulato lungo tutta la verticale d'indagine, dando nei casi di equivalenza fra due o più litologie, priorità alla litologia dell'unità più superficiale.

Microzonazione sismica (MS) - Valutazione della pericolosità sismica locale attraverso l'individuazione di zone del territorio caratterizzate da comportamento sismico omogeneo. In sostanza la MS individua e caratterizza le zone di amplificazione locale del moto sismico e le zone suscettibili di instabilità a causa di deformazioni permanenti.

Riporto rigido superficiale - Si definisce riporto rigido superficiale qualsiasi materiale che presenta uno spessore ≥ 5 m con rapporto di velocità $V_{S1}/V_{S2} > 1.5$ e una velocità $V_{S1} > 200$ m/s rispetto alla velocità dell'unità sottostante V_{S2} .

Risposta sismica locale (RSL) - Modificazione in ampiezza, frequenza e durata dello scuotimento sismico dovuta alle specifiche condizioni lito-stratigrafiche e morfologiche di un sito. Si può quantificare mediante il rapporto tra il moto sismico alla superficie del sito e quello che si osserverebbe per lo stesso evento sismico su un ipotetico affioramento di roccia rigida con morfologia orizzontale.

Soglia (S_s) - La soglia S_s è il valore calcolato, sugli spettri di risposta elastici in accelerazione presenti nelle NTC08⁴, come rapporto tra gli integrali di output (categoria di sottosuolo B-C-D-E) e di input (categoria di sottosuolo A) nell'intervallo compreso tra 0.1-0.5 s.

Substrato Rigido (Bedrock sismico) - Unità o sequenza litostratigrafica caratterizzata da una velocità delle onde di taglio $V_s \geq 800$ m/s. Per il secondo Livello di MS si considera il raggiungimento del "bedrock sismico" anche con un valore > 700 m/s.

Unità Amministrativa Sismica (UAS) - Amministrazione Comunale o porzione di essa con un determinato grado di pericolosità sismica, come definita dalla DGR Lazio n. 387/09⁵ (nuova classificazione sismica della Regione Lazio). In base alla suddetta DGR, le Unità Amministrative Sismiche nel Lazio sono 402.

⁴ DM Infrastrutture 14.01.2008 – Nuove norme tecniche per le costruzioni in zona sismica .

⁵ DGR Lazio n. 387 del 22.05.2009 – Riclassificazione sismica del territorio della Regione Lazio .

Zona sismica - Grado di Pericolosità Sismica come indicato dall'All. 1 della DGR Lazio n. 387/09 di ciascuna UAS o di una sua Isola Amministrativa.

3. SOGGETTI COINVOLTI NELLA PREDISPOSIZIONE ED ESECUZIONE DEGLI STUDI DI LIVELLO 2 DI MICROZONAZIONE SISMICA

Al fine di rendere comprensibile la suddivisione delle funzioni e compiti nel processo di realizzazione degli studi di Livello 2 di MS, vengono di seguito indicati i soggetti coinvolti negli studi medesimi.

REGIONE LAZIO: predispone gli Abachi Regionali per la realizzazione degli studi di Livello 2 di MS e le loro modalità di utilizzo in sostituzione degli Abachi di ICMS.

PROPONENTE (*Struttura regionale competente in materia geologica, Amministrazioni Provinciali, UAS, Privati*): programma, finanzia, esegue o incarica il Soggetto Realizzatore degli studi di Livello 2 di MS.

REALIZZATORE (*Struttura regionale competente in materia geologica, Amministrazioni Provinciali, UAS, Istituti di Ricerca, Professionisti, Società di Geologia, Società di Ingegneria con almeno un Geologo*): realizza gli studi di Livello 2 di MS ed è coordinato dal Proponente. Il Realizzatore dovrà individuare un Geologo Responsabile delle attività di MS che redigerà le Carte di Microzonazione Sismica del Livello 2 di MS.

VALIDATORE (*Struttura regionale competente in materia geologica*): verifica, controlla che il Realizzatore abbia rispettato le specifiche definite dal Proponente per gli studi di Livello 2 di MS ed esprime parere di conformità allo Studio di MS. Nel caso in cui gli studi siano svolti esclusivamente dalla Regione, la validazione è delegata a un Istituto, Ente di Ricerca specializzato o al Dipartimento di Protezione Civile Nazionale presso la Presidenza del Consiglio dei Ministri (*di seguito DPC*). Nel caso in cui gli studi siano svolti dalla Regione in collaborazione scientifica con un Istituto o Ente di Ricerca specializzato o con il DPC, la validazione si ritiene acquisita automaticamente.

4. IL LIVELLO 2 DI MICROZONAZIONE SISMICA

Lo studio di **Livello 2 di MS** ha l'obiettivo di individuare localmente le zone le cui condizioni di sito possono modificare le caratteristiche del moto sismico atteso. Il Livello 2 di MS introduce, rispetto al Livello 1, un elemento quantitativo numerico, attraverso l'utilizzo del metodo degli Abachi Regionali.

Le finalità del Livello 2 di MS sono:

- Conferma o migliore definizione delle condizioni di pericolosità delle aree indicate dal livello inferiore di MS (Livello 1);
- Suddivisione dettagliata del sito in aree a maggiore e minore pericolosità sismica locale in base al fattore di amplificazione atteso;
- Eventuale nuova perimetrazione delle aree dove il fattore di amplificazione ottenuto sia superiore alle soglie stabilite dalle NTC08 e in cui effettuare il livello superiore (Livello 3 di MS);
- Contributo alla predisposizione della Carta di Idoneità Territoriale ai sensi della DGR Lazio n. 2649/99;

Il Livello 2 di MS dovrà essere effettuato soltanto per i Piani Urbanistici Attuativi, per i Piani di Emergenza Comunale e per le Varianti puntuali con superfici maggiori di **5.000m²**, secondo quanto indicato in Tabella 2. Le Varianti normative al PRG sono escluse dagli studi di Microzonazione Sismica.

Per Piani Urbanistici Attuativi si intendono le seguenti tipologie urbanistiche:

- Piani di Lottizzazione Pubblica o Privata; Piani di Recupero; Piano Particolareggiato; Piano per l'Edilizia Economica e Popolare ora Piani 167; Piano Integrato di riqualificazione urbanistica edilizia;

Piani di Insediamento Produttivo; Piano Regionale Urbanistico per lo Sviluppo Sostenibile Territoriale.

Per Varianti puntuali al PRG si intendono:

- *I cambi di destinazione d'uso dell'area rispetto al Piano Urbanistico Generale approvato o similare anche ai sensi della DGR 2649/99;*

Con l'entrata in vigore degli Abachi Regionali il **Livello 2 di MS**, modificando quanto riportato dalla DGR 545/10, è obbligatorio, preventivamente all'adozione comunale degli Strumenti Urbanistici Attuativi e dei Piani di Emergenza Comunali (PEC) presentati posteriormente al **27 giugno 2011**, per le seguenti Microzone Omogenee delle UAS:

- **Zone Stabili suscettibili di amplificazione sismica (di seguito ZSA), nelle Sottozone Sismiche 1, 2A e 2B e 3A⁶, già identificate nel Livello 1 di MS validato;**
- **Zone Stabili suscettibili di instabilità sismica (di seguito ZSI), nella Sottozona Sismica 3B⁷, già identificate nel Livello 1 di MS validato;**
- **Per qualunque piano urbanistico attuativo nelle sottozone sismiche 1, 2A, 2B e 3A, quando non è validato il Livello 1 di MS;**
- **Per Varianti puntuali con superfici > 5.000m² che non riguardano edifici strategici o rilevanti nelle sottozone sismiche 1, 2A, 2B e 3A, quando non è validato il Livello 1 di MS;**
- **Per Varianti puntuali con superfici ≤ 5.000m² che non riguardano edifici strategici o rilevanti nelle sottozone sismiche 1 e 2A, quando non è validato il Livello 1 di MS;**
- **Per Varianti puntuali con superfici > 5.000m² che non riguardano edifici strategici o rilevanti (All. 2 DGR Lazio n. 387/09) in zone suscettibili di amplificazione sismica con Livello 1 validato nelle sottozone sismiche 1, 2A, 2B e 3A;**
- **Per Varianti puntuali con superfici ≤ 5.000m² che non riguardano edifici strategici o rilevanti (All. 2 DGR Lazio n. 387/09) in zone suscettibili di amplificazione sismica con Livello 1 validato nelle sottozone sismiche 1 e 2A;**

Si precisa che a fronte dell'introduzione degli Abachi Regionali, è prevista una elaborazione cartografica aggiuntiva rispetto a quanto indicato dalla DGR n. 545/10. Pertanto gli elaborati cartografici da presentare obbligatoriamente a corredo dello studio di MS sono:

- 1) **CARTA DELLE NUOVE INDAGINI:** classificate per tipo e profondità di indagine raggiunta. Questa carta dovrà essere prodotta obbligatoriamente in formato sia in cartaceo sia digitale GIS (cfr *Appendice 2 dell'All. A della DGR Lazio n. 545/10*).
- 2) **CARTA DELLE VS_H DEI TERRENI DI COPERTURA:** in cui saranno ubicati tutti i punti di misura delle velocità delle onde S medie dei terreni di copertura con indicazione, per ogni punto di misura, del valore di VS_H. Questa carta dovrà essere prodotta obbligatoriamente in formato sia in cartaceo sia digitale GIS (cfr *Appendice 2 dell'All. A della DGR Lazio n. 545/10 e Cap. 10*).
- 3) **CARTE DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 2:** Dovranno essere individuate le aree omogenee dal punto di vista dei fattori di amplificazione F_H trovati con il metodo degli Abachi Regionali. Dovrà essere predisposta la Carta di F_H. Questa carta dovrà essere prodotta in formato sia in cartaceo sia digitale GIS (cfr *Appendice 2 dell'All. A della DGR Lazio n. 545/10 e Cap. 10*). Le Microzone dovranno essere classificate in tre categorie obbligatorie:
 - a) **zone stabili (colore blu);**

⁶ DGR Lazio n. 387 del 22.05.2009 e n. 835 del 03.11.2009.

⁷ DGR Lazio n. 387 del 22.05.2009 e n. 835 del 03.11.2009.

b) zone suscettibili di amplificazioni locali (colore variabile dal giallo al rosso per valori di FH sempre più elevati);

c) zone suscettibili di instabilità (colore verde).

Si richiamano i Professionisti a seguire la denominazione e le colorazioni succitate che, per il Livello 2, sono previste al par. 2.4 degli ICMS. Non saranno accettate Carte con colorazioni e denominazioni differenti. Si ricorda che tutti gli elaborati cartografici da presentare dovranno essere redatti da un Geologo abilitato.

4) **RISULTATI FINALI:** I dati, le metodologie e le elaborazioni che conducono ai risultati finali riportati negli elaborati di MS saranno illustrati nella Relazione che sarà parte integrante degli elaborati da presentare ai sensi della DGR Lazio 2649/99 per il parere preventivo all'adozione da parte dell'Unità Amministrativa Sismica (di seguito UAS)⁸ dello Strumento urbanistico.

Soltanto laddove nell'area siano disponibili prove pregresse che definiscano in maniera chiara la stratigrafia fino alla profondità d'interesse H (dove si incontra il substrato rigido), potranno essere eseguite solo prove finalizzate alla definizione del profilo di Vs, altrimenti dovranno essere realizzate anche prove geotecniche in sito finalizzate alla definizione della stratigrafia e della profondità del substrato rigido.

In Tabella 1 sono evidenziate le indagini, elaborazioni e risultati per il Livello 2 di MS.

INDAGINI MINIME	<ul style="list-style-type: none"> • Sondaggi geognostici, prove geotecniche in situ e di laboratorio, • Indagini geofisiche in foro del tipo DH o CH
ALTRE INDAGINI	<ul style="list-style-type: none"> • Indagini geofisiche, Cono sismico, sismica a rifrazione, • Indagini attive e passive della dispersione delle onde superficiali per la stima di Vs; • Misure di microtrempi ed eventi sismici
METODO DI PROCESSO	<ul style="list-style-type: none"> • Correlazioni e confronto con i risultati del Livello 1 se esistente, • Abachi per i fattori di amplificazione, Abachi e formule empiriche per l'instabilità di versante e liquefazione.
PRODOTTI FINALI	<ul style="list-style-type: none"> • Carta delle Indagini; • Carta delle Vs_H dei terreni di copertura; • Carta di Microzonazione Sismica di Livello 2; • Risultati Finali

Tabella 1

La stima dell'amplificazione tramite l'utilizzo degli Abachi Regionali è possibile soltanto dove l'assetto geologico è assimilabile a un **modello fisico monodimensionale piano-parallelo**. Non è possibile l'applicazione degli Abachi Regionali dove sono riscontrate le seguenti situazioni geologico-morfostrutturali:

- a) *Forme molto acclivi di superficie (possibili effetti di amplificazione topografica);*
- b) *Aree soggette a instabilità (possibili aggravii delle amplificazioni);*
- c) *Bacini sepolti, ovvero forme concave o articolate del substrato rigido sismico con riempimenti di sedimenti soffici, i cui effetti bidimensionali rendono non reali il calcolo con Abachi, nel caso in cui non sia verificata la seguente condizione:*

$$\frac{h}{l} \leq 0.65 / \sqrt{C_v - 1}$$

dove h è la profondità della valle, l la sua semiampiezza, C_v il rapporto fra la velocità V_s nel basamento sismico e quella media nei terreni di riempimento della valle;

⁸ Come definite e indicate nella DGR Lazio n. 387/09.

- d) *Situazioni litostratigrafiche con inversione di velocità nel profilo delle V_s , quando un terreno rigido sovrasta un terreno soffice con un rapporto $V_{s\text{ rig}}/V_{s\text{ sof}} > 1.5$, e con differenza fra le $V_s > 200$ m/s;*
- e) *Successione litostratigrafica che preveda inversioni di velocità con la profondità;*
- f) *Aree con deformazioni permanenti.*

Nei casi in cui ci si venga a trovare in uno dei casi sopra citati sarà obbligatorio eseguire lo studio di **Livello 3 di MS** per qualunque zona sottozona sismica, a esclusione della sottozona **3B** per la quale non sono previsti studi superiori al Livello 1 di MS.

Con l'entrata in vigore degli Abachi Regionali l'amplificazione è quantificata in termini litostratigrafici per mezzo del valore del Fattore di Amplificazione $F_{H_{0,1-0,5s}}$ e per eventuali fattori di amplificazione per cause topografiche (cfr ICMS, Vol. 2 - Parte Terza, tabelle in Cap. 3.3 "Abachi di riferimento per gli effetti topografici Livello 2").

La Regione Lazio, in deroga a ICMS, che indicano come zone suscettibili di amplificazione topografica tutti i versanti con acclività $> 15^\circ$, a prescindere dal valore di velocità di V_s e dalla composizione litologica, autorizza a includere tra le Zone Stabili (**ZS**) nella **Carta delle MOPS di Livello 1 di MS** tutte le aree in cui il modello geologico del sottosuolo è rappresentato da un **substrato rigido affiorante entro 3 m dal p.c., non degradato, con $V_s > 700$ m/s, senza fenomeni di instabilità presenti e un'acclività $\leq 30^\circ$** , in quanto anche le NTC08 prevedono un incremento di amplificazione topografica S_t soltanto oltre tale soglia di pendenza.

Tale deroga si applica anche agli Studi di Livello 1 di MS finanziati con OPCM da parte dello Stato, a meno di controindicazioni dettate dal DPC presso la Presidenza del Consiglio dei Ministri. Per le aree in versante su substrato rigido ad acclività $> 30^\circ$, invece, dovrà continuare ad essere applicato, in fase di esecuzione del Livello 2 di MS, quanto indicato dal Cap. 3.3 "Abachi di riferimento per gli effetti topografici Livello 2".

Nella Carta di Livello 2 di MS, dovranno essere indicate in dettaglio le aree che necessitano di approfondimenti di Livello 3, con indicazione del tipo di effetti attesi e dell'indagine e analisi di approfondimento da effettuare (cfr successivo Cap. 9). La predisposizione dei Livello 2 di MS non è prevista per le Aree e situazioni territoriali indicate nel Capitolo 7 della DGR Lazio n. 545/10.

LIVELLO 3 di MICROZONAZIONE SISMICA

Come conseguenza dell'entrata in vigore degli Abachi Regionali, per il dato concettuale e numerico del Fattore di Amplificazione ottenuto e secondo quanto indicato nel successivo Cap. 9, il **Livello 3 di MS** è ora obbligatorio, preventivamente all'adozione degli Strumenti Urbanistici Attuativi o comunque denominati e dei Progetti approvati in variante, presentati posteriormente al **27 Giugno 2011**, per le seguenti aree delle UAS:

- *identificate nel Livello 1 di MS validato, come Zone **ZSI** in Zona Sismica 1 e 2A e 2B⁹.*
- *dove sussistano i requisiti di non applicabilità del Livello 2 (cfr pagina precedente)*
- *dove il Livello 2 di MS indica l'obbligatorietà di eseguire il Livello 3 per superamento del valore di Soglia NTC08 S_5 da parte di F_H (cfr successivo Cap. 9).*

Tali disposizioni sostituiscono quanto indicato nella DGR Lazio n. 545/2010 per il Livello 3 di MS.

In Tabella 2 sono evidenziate le applicazioni del Livello 2 di MS per le differenti possibili trasformazioni urbanistiche.

In Tabella 3 sono evidenziate le indicazioni sulle possibilità e/o modalità di trasformazione per la pianificazione locale e di approfondimento degli studi e le relative prescrizioni per le sole zone suscettibili di Instabilità.

La Tabella 3 modifica, per le sole zone suscettibili di instabilità, la Tab. 5 dell'Allegato A della DGR 545/10.

⁹ DGR Lazio n. 387 del 22.05.2009 e n. 835 del 03.11.2009.

	Zona Sism 1	Zona Sism 2A	Zona Sism 2B	Zona Sism 3A	Zona Sism 3B
Zone suscettibili amplificazione in Piani attuativi con Livello 1 validato	Liv. 2 ¹	Liv. 2 ¹	Liv. 2 ¹	Liv. 2 ¹	NO
Zone suscettibili instabilità in Piani attuativi con Livello 1 validato	Vedi Tab. 3 ²	Vedi Tab. 3 ²	Vedi Tab. 3 ²	Liv. 2 ¹	NO
Piani attuativi senza Livello 1 validato	Liv. 2 ¹	Liv. 2 ¹	Liv. 2 ¹	Liv. 2 ¹	NO
Zone suscettibili amplificazione per Varianti puntuali per opere non strategiche o rilevanti con superf. > 0,5Ha	Liv. 2 ¹	Liv. 2 ¹	Liv. 2 ¹	Liv. 2 ¹	NO
Zone suscettibili amplificazione per Varianti puntuali per opere non strategiche o rilevanti con superf. < 0,5Ha	Liv. 2 ¹	Liv. 2 ¹	NO	NO	NO
Zone suscettibili instabilità per Varianti puntuali per opere non strategiche o rilevanti con superf. > 0,5Ha	Vedi Tab. 3 ²	Vedi Tab. 3 ²	Vedi Tab. 3 ²	Liv. 2 ¹	NO
Zone suscettibili instabilità per Varianti puntuali per opere non strategiche o rilevanti con superf. < 0,5Ha	Vedi Tab. 3 ²	Vedi Tab. 3 ²	Vedi Tab. 3 ²	Liv. 2 ¹	NO
Strutture Strategiche o Rilevanti (All. 2 DGR Lazio n. 387/09)	Liv. 3 o RSL	Liv. 3 o RSL	Liv. 3 o RSL	Liv. 3 o RSL	NO

1 Il Livello 2 definire il confronto fra FH e le Soglie SS per definire le aree dove eseguire il Livello 3 (cfr Cap. 9).
2 Per le zone suscettibili di Instabilità vige quanto indicato nella Tabella 3 con l'obbligo del Livello 3.

Tabella 2 – Applicazione del Livello 2 di MS per tipologie di trasformazioni urbanistiche in base alle zone sismiche

ZONE	INDICAZIONE SULLE POSSIBILITÀ/MODALITÀ DI TRASFORMAZIONE PER LA PIANIFICAZIONE LOCALE E DI APPROFONDIMENTO DEGLI STUDI
<p>Zone suscettibili di Instabilità per:</p> <p>a) Instabilità di versante</p> <p>b) Faglie attive e/o capaci</p> <p>c) Liquefazione</p> <p>d) Cedimenti differenziali del terreno</p>	<p>Per le zone suscettibili di Instabilità per “Instabilità di versante” sono escluse nuove previsioni di insediamento o varianti anche puntuali fino alla conclusione dell'intervento di bonifica dell'area. L'esclusione sarà eliminata dopo la conclusione dell'intervento di bonifica e la validazione del Livello 3 di MS di controllo.</p> <p>Per le zone suscettibili di Instabilità per “Faglie attive e/o capaci”, è obbligatorio sempre il Livello 3 di MS nelle zone sismiche 1, 2A, 2B e 3A, che permetta di definire in modo dettagliato la fascia di fagliazione attiva. Senza il Livello 3 di MS, a scopo precauzionale, esclusione di nuove previsioni di insediamento o infrastrutture o Varianti anche puntuali per una fascia simmetrica di 30 m alla faglia attiva e/o capace individuata dal Livello 1 di MS.</p> <p>Per le zone suscettibili di Instabilità per “Liquefazione e Cedimenti differenziali”, sono escluse nuove previsioni di insediamento o Varianti puntuali fino alla conclusione dell'intervento di bonifica dell'area attraverso l'adozione di idonee tipologie costruttive e fondazioni di tipo indiretto o profondo. Nel caso di fondazioni dirette o superficiali, gli interventi saranno permessi soltanto dopo la conclusione delle opere di bonifica e la validazione della verifica di Livello 3 di MS.</p> <p>Per a), b), c) e d) qualora l'area sia posta all'interno di previsioni già approvate, si dovranno introdurre nelle Norme del Piano Urbanistico modalità di intervento e regole applicative per tutti gli elementi esposti, prevedendo eventuali norme di salvaguardia.</p>

Tabella 3 - Indicazione sulle possibilità di trasformazione per la pianificazione locale per le Zone Suscettibili di Instabilità (a parziale modifica della Tab. 5 All. A della DGR Lazio n. 545/10)

In Tabella 4 è evidenziato lo schema riassuntivo dei tre Livelli di MS e le obbligatorioità relative alle Sottozone Sismiche. **La Tabella 4 sostituisce nei contenuti e negli effetti la Tabella 4 dell'Allegato A della DGR Lazio n. 545/2010.**

<i>Livelli di MS</i>	LIVELLO 1	LIVELLO 2	LIVELLO 3
Sottozone Sismiche			
1	SI ¹	SI ²	SI ⁴
2A	SI ¹	SI ²	SI ⁴
2B	SI ¹	SI ²	SI ⁴
3A	SI ¹	SI ³	SI ⁵
3B	SI ¹	NO	NO
Edifici Strategici o Rilevanti	NO	NO	SI ¹

¹ Il Livello è sempre obbligatorio (cfr DGR Lazio n. 545/10).
² Il Livello 2 è sempre obbligatorio per le Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica identificate dal Livello 1 validato o per tutti i Piani attuativi quando non è validato il Livello 1.
³ Il Livello 2 è obbligatorio per le Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica e per le Zone suscettibili di instabilità identificate dal Livello 1 validato o per tutti i Piani attuativi quando non è validato il Livello 1.
⁴ Il Livello 3 è obbligatorio per le Zone suscettibili di instabilità identificate dal Livello 1 validato o per le aree dove il Livello 2 indica l'obbligatorioità di eseguire il Livello 3 (cfr successivo Cap. 9) o per tutte le zone laddove non sia possibile applicare il Livello 2.
⁵ Il Livello 3 è obbligatorio per le aree dove il L2 indica l'obbligatorioità di eseguire il L3 (cfr Cap. 9) o per tutte le zone laddove non sia possibile applicare il Livello 2.

Tabella 4: Schema riassuntivo dei tre Livelli di MS¹⁰

5. STRUTTURA DEGLI ABACHI REGIONALI

La struttura di base degli Abachi Regionali rispecchia quella prevista negli ICMS in termini di parametri di ingresso, mentre si differenzia per quanto riguarda il parametro di uscita e per alcuni criteri di verifica di validità degli Abachi Regionali proposti. L'esigenza di modificare il parametro di uscita degli Abachi Regionali si ricollega a quanto riportato nelle integrazioni agli ICMS del 2011, la cui filosofia è seguita completamente in questo Allegato Tecnico.

La procedura per la predisposizione degli Abachi Regionali di Livello 2 di MS ha previsto i seguenti passi fondamentali:

1. scelta degli input sismici
2. scelta del codice di calcolo
3. scelta della struttura degli abachi
4. analisi dei dati reperiti
5. analisi numeriche
6. costruzione degli abachi
7. definizione delle soglie UAS

Per la definizione degli accelerogrammi usati nelle modellazioni numeriche finalizzate alla costruzione degli Abachi Regionali di Livello 2 di MS si è fatto riferimento allo studio ENEA del 2009 "Analisi della sismicità regionale ai fini dell'individuazione di classi di comuni con situazioni omogenee di scuotibilità in

¹⁰ Sostituisce nei contenuti e negli effetti la Tab. 4 dell'Allegato A della DGR n. 545/2010.

occasione di eventi sismici", alla nuova classificazione del territorio regionale¹¹, al valore di accelerazione orizzontale attesa (a_{rif})¹² e alla definizione dei set di accelerogrammi registrati assegnati a ciascuna Unità Amministrativa Sismica (UAS).

Al fine di disporre di una sufficiente rappresentatività della pericolosità sismica regionale in termini di accelerogrammi sono state scelte 4 UAS di riferimento quali:

Vallerotonda: rappresentativa del massimo valore di a_{rif} della sottozona 1;

Monte San Giovanni Campano: rappresentativa del minimo valore di a_{rif} della sottozona 2A;

Roma Municipio V: rappresentativa del minimo valore di a_{rif} della sottozona 3A;

Ponza: rappresentativa del minimo valore di a_{rif} della sottozona 3B.

Le analisi numeriche sono state pertanto condotte utilizzando tutti i 4 set di accelerogrammi selezionati e mediandone il risultato. I due parametri di ingresso degli Abachi Regionali sono: **la profondità del substrato rigido H**; **la velocità media equivalente V_{SH}** , calcolata fino al raggiungimento del substrato rigido, mediante la seguente formula e arrotondata alla decina:

$$V_{SH} = \frac{H}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_{Si}}}$$

ove:

- V_{SH} = velocità media equivalente
- H = profondità substrato rigido
- h_i = spessore dell'unità i-esima
- V_{Si} = velocità onde S dell'unità i-esima
- n = numero unità

Negli Abachi Regionali di Livello 2 di MS, i valori dei parametri di ingresso H e V_{SH} sono discretizzati per H con passo 5 m fino alla profondità di 60 m dal p.c. e ogni 10 m per profondità maggiori, a esclusione dei valori di 180 m/s e 360 m/s, i quali sono stati scelti al posto di 200 m/s e 350 m/s in analogia ai valori indicativi per le categorie di sottosuolo di fondazione previsti dalle NTC08.

Per quanto riguarda V_{SH} , invece, sono discretizzati con passo 50 m/s fino alla velocità di 500 m/s e con passo di 100 m/s per velocità maggiori.

Il parametro di uscita degli Abachi Regionali, che rappresenta l'amplificazione sismica attesa, è rappresentato dal fattore di amplificazione F_H definito sugli spettri di risposta elastici in accelerazione (**PSA**) come rapporto tra gli integrali di Output e di Input calcolati nell'intervallo di periodo (**T**) compreso tra 0,1-0,5 s, considerando uno smorzamento critico (ξ) del 5%. Tale valore è previsto nell'integrazioni agli ICMS del 2011, la cui formula è di seguito riportata e il cui significato è rappresentato in Fig. 1.

$$FH_{0,1-0,5} = \frac{\int_{0,1}^{0,5} PSA_{output}(T, \xi) dT}{\int_{0,1}^{0,5} PSA_{input}(T, \xi) dT}$$

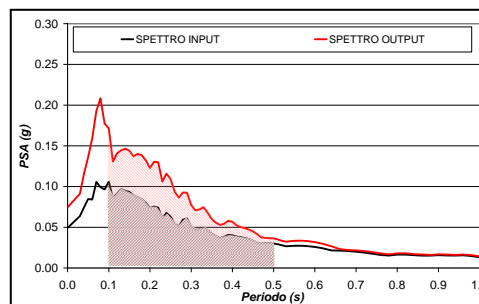


Fig. 1: Significato fisico del parametro F_H

¹¹ DGR Lazio n. 387 del 22.05.2009 e n. 835 del 03.11.2009.

¹² DGR Lazio n. 545 del 26.11.2009 Allegato A Appendice 1.

Associato a ogni Abaco Regionale è presente uno o più grafici che delimitano il campo di validità dell'Abaco stesso nel piano velocità V_s - **Profondità dal p.c.**

Per ogni gradiente di velocità individuato sono state analizzate le colonne stratigrafiche corrispondenti alle indagini geofisiche disponibili (*DH e MASW*) e costruite colonne stratigrafiche tipo, variando lo spessore h e la velocità V_s di ogni unità geofisica nel rispetto del relativo gradiente di velocità.

Ogni colonna stratigrafica analizzata è stata definita in termini di coppia $V_{SH} - H$ e i risultati delle analisi sono espressi in termini di fattore di amplificazione F_H ; per la costruzione degli Abachi Regionali a ogni colonna stratigrafica, analizzata con i diversi accelerogrammi, è stato assegnato il valore medio di F_H calcolato come media aritmetica tra gli F_H derivanti dall'applicazione dei 5 accelerogrammi costituenti ogni set e tra gli F_H medi dei 4 set di accelerogrammi utilizzati.

L'osservazione dei valori medi di F_H ha evidenziato una sostanziale analogia tra quelli ottenuti dall'applicazione dei set accelerometrici più energetici (*Vallerotonda e Monte San Giovanni Campano*) e quelli ottenuti dall'applicazione dei set accelerometrici meno energetici (*Roma V e Ponza*): le differenze sono quantificabili nell'ordine di 0,1-0,2 sui valori di F_H , con solo qualche eccezione legata alla particolarità della colonna stratigrafica analizzata (*a esempio alti spessori di materiale a bassa velocità*).

Pertanto è lecito analizzare i risultati in un unico database al fine di ottenere Abachi Regionali di Livello 2 di MS non dipendenti dalla pericolosità sismica (*accelerazione*) e quindi validi per tutto il territorio regionale. Le analisi condotte sulle diverse colonne stratigrafiche a diverso gradiente di velocità mostrano livelli di deformazione tangenziale γ attesi concentrati nell'intervallo 0,01-0,05%, che possono essere ritenuti relativamente bassi e comunque compatibili con la tipologia del codice di calcolo utilizzato.

6. COSTRUZIONE DEGLI ABACHI REGIONALI

La scelta di costruire Abachi Regionali di Livello 2 di MS con la stessa struttura proposta dagli ICMS ha imposto di utilizzare solo due parametri di ingresso (V_{SH} e H). Si evidenzia che la stessa coppia $V_{SH} - H$ può essere generata da diverse combinazioni di spessori h e velocità V_s delle unità geofisiche costituenti la colonna stratigrafica, alle quali corrispondono valori diversi di F_H .

Gli Abachi Regionali sono composti da tabelle a due ingressi contenenti i valori di F_H , in funzione della coppia $V_{SH} - H$, e dal relativo grafico del gradiente di velocità che delimita il campo di validità dell'Abaco Regionale stesso, con riportata l'equazione descrivente l'andamento della velocità V_s con la profondità z . Di seguito, nelle figure 2, 3, 4, 5 e 6, vengono riportati i 5 Abachi Regionali di Livello 2 predisposti, che sostituiscono gli Abachi contenuti in ICMS.

GHIAIE ALLUVIONALI GHIAIE DETRITICHE SABBIE DI ALTERAZIONE DA ARENARIE SABBIE DI ALTERAZIONE DA TRAVERTINI SABBIE DI ALTERAZIONI DA TUFI VULCANICI										
$FH_{0,1-0,5}$		Velocità media V_{SH} (m/s)								
		180	250	300	360	400	450	500	600	700
Profondità dal pc H (m)	5	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0
	10			1.4	1.4	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0
	15			1.6	1.5	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1
	20			1.7	1.6	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1
	25			1.6	1.5	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1
	30			1.5	1.5	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1
	35				1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1
	40					1.4	1.3	1.3	1.2	1.1
	45						1.3	1.2	1.2	1.1

GRADIENTE DI VELOCITA' PER VALIDITA' ABACO

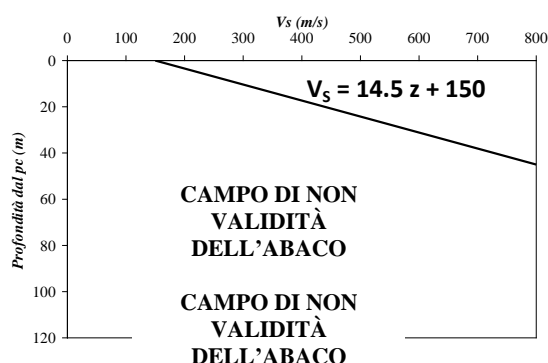


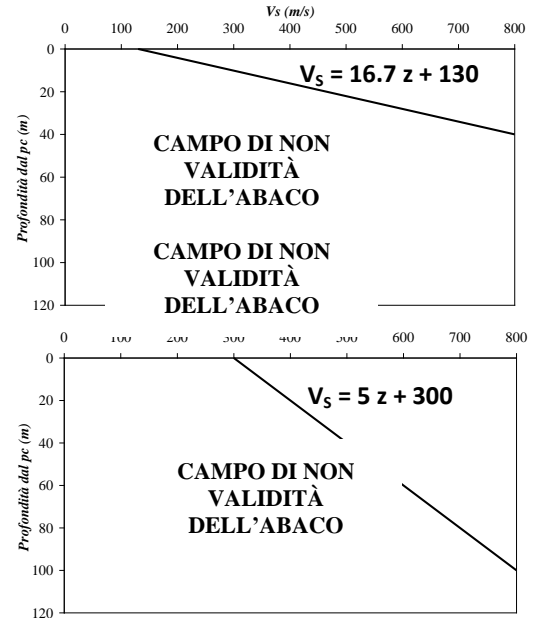
Fig. 2: Abaco per le Ghiaie alluvionali, detritiche e Sabbie di alterazione

SABBIE ALLUVIONALI e PIROCLASTITI
Profilo di velocità a gradiente minimo

FH _{0.1-0.5}	Velocità media V _{SH} (m/s)									
	180	250	300	360	400	450	500	600	700	
5	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	
10		1.5	1.4	1.4	1.2	1.2	1.2	1.1	1.0	
15		1.6	1.6	1.5	1.3	1.3	1.3	1.1	1.1	
20			1.7	1.6	1.4	1.4	1.3	1.1	1.1	
25			1.7	1.6	1.5	1.4	1.4	1.2	1.1	
30			1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.2	1.1	
35				1.4	1.4	1.4	1.4	1.2	1.1	
40					1.4	1.4	1.4	1.2	1.1	
45						1.4	1.3	1.2	1.1	
50						1.3	1.3	1.2	1.1	
55						1.2	1.2	1.1	1.1	
60						1.2	1.2	1.1	1.1	
70							1.1	1.0	1.0	
80							1.0	1.0	1.0	
90								1.0	1.0	
100									1.0	

Fig. 3: Abaco per le Sabbie alluvionali e Piroclastiti con gradiente di velocità minimo

GRADIENTI DI VELOCITA' PER VALIDITA' ABACO

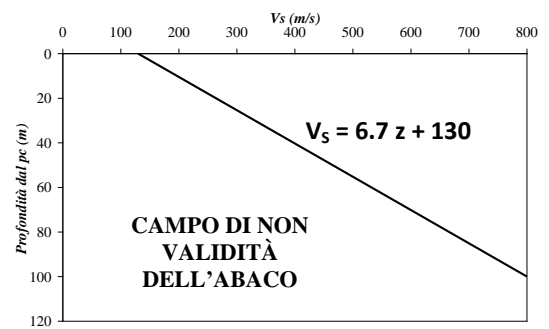


SABBIE ALLUVIONALI e PIROCLASTITI
Profilo di velocità a gradiente massimo

FH _{0.1-0.5}	Velocità media V _{SH} (m/s)									
	180	250	300	360	400	450	500	600	700	
5	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	
10	1.6	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.0	
15	1.7	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4	1.3	1.1	1.1	
20	1.6	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	1.3	1.1	1.1	
25	1.4	1.6	1.7	1.7	1.6	1.6	1.4	1.2	1.1	
30		1.4	1.6	1.7	1.6	1.6	1.4	1.2	1.1	
35		1.3	1.5	1.6	1.5	1.5	1.4	1.2	1.1	
40			1.4	1.6	1.5	1.5	1.4	1.2	1.1	
45			1.4	1.5	1.5	1.5	1.4	1.2	1.1	
50			1.4	1.4	1.5	1.5	1.4	1.2	1.1	
55			1.3	1.4	1.5	1.4	1.3	1.1	1.1	
60			1.2	1.3	1.4	1.4	1.3	1.1	1.1	
70				1.2	1.3	1.3	1.1	1.0	1.0	
80				1.1	1.2	1.2	1.0	1.0	1.0	
90					1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	
100						1.1	1.0	1.0	1.0	

Fig. 4: Abaco per le Sabbie alluvionali e Piroclastiti con gradiente di velocità massimo

GRADIENTE DI VELOCITA' PER VALIDITA' ABACO



ARGILLE e LIMI
Profilo di velocità a gradiente minimo

FH _{0.1-0.5}	Velocità media V _{SH} (m/s)									
	180	250	300	360	400	450	500	600	700	
5	1.6	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	
10	1.8	1.7	1.6	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.0	
15		1.9	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	
20		1.8	1.8	1.7	1.5	1.4	1.3	1.1	1.1	
25			1.7	1.7	1.6	1.5	1.4	1.2	1.1	
30			1.7	1.7	1.6	1.5	1.4	1.2	1.1	
35				1.6	1.5	1.4	1.4	1.2	1.1	
40				1.5	1.5	1.4	1.4	1.2	1.1	
45					1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	
50					1.3	1.3	1.3	1.2	1.1	
55						1.2	1.2	1.1	1.1	
60							1.2	1.1	1.1	

GRADIENTE DI VELOCITA' PER VALIDITA' ABACO

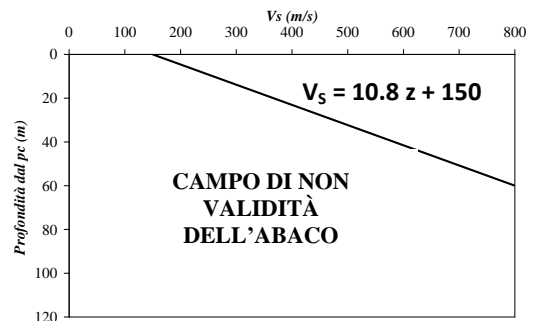


Fig. 5: Abaco per le Argille e Limi con gradiente di velocità minimo

ARGILLE e LIMI
Profilo di velocità a gradiente massimo

FH _{0.1-0.5}	Velocità medie V _{SH}									
	180	250	300	360	400	450	500	600	700	
5	1.6	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	
10	1.8	1.7	1.6	1.5	1.3	1.3	1.2	1.1	1.0	
15	2.0	1.9	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.1	1.1	
20	1.7	2.0	1.9	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	1.1	
25	1.5	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6	1.4	1.2	1.1	
30	1.4	1.5	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	1.2	1.1	
35	1.3	1.5	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.2	1.1	
40		1.4	1.5	1.6	1.5	1.5	1.5	1.2	1.1	
45		1.3	1.4	1.5	1.5	1.5	1.4	1.2	1.1	
50		1.2	1.4	1.4	1.5	1.5	1.4	1.2	1.1	
55			1.3	1.4	1.5	1.5	1.4	1.1	1.1	
60			1.2	1.3	1.4	1.4	1.4	1.1	1.1	
70				1.2	1.3	1.4	1.3	1.1	1.1	
80				1.2	1.2	1.3	1.2	1.1	1.1	
90					1.2	1.2	1.2	1.1	1.0	
100						1.1	1.1	1.0	1.0	
110						1.1	1.1	1.0	1.0	
120						1.1	1.1	1.0	1.0	

GRADIENTE DI VELOCITA' PER VALIDITA' ABACO

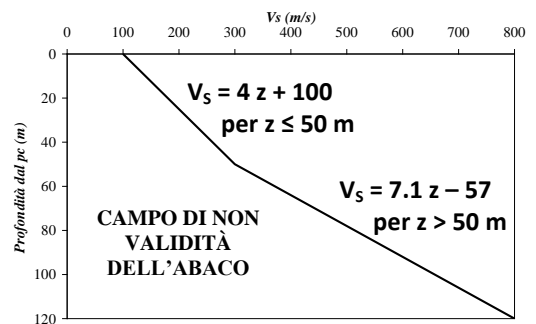


Fig. 6: Abaco per le Argille e Limi con gradiente di velocità massimo

7. CONDIZIONI GEOLOGICHE PARTICOLARI

Esistono nel territorio regionale alcune condizioni geologiche particolari non riconducibili agli Abachi Regionali indicati nel Capitolo precedente. Tali condizioni geologiche particolari sono rappresentate da situazioni di inversione di velocità superficiale dovuta alla presenza di uno spessore a velocità delle onde s maggiore delle velocità delle onde degli orizzonti sottostanti. In particolare, ma solo come esempio chiarificatore, si può fare riferimento alla situazione locale della zona alluvionale della Città di Roma, laddove, spesso, è presente una copertura di riporti antropici superficiale di spessore variabile. Per evitare

che queste zone ricadano nella condizione di dover eseguire un Livello 3 di MS ai sensi della DGR Lazio n. 545/10, seppur trovandosi in zona sismica 3A o 3B, si è provveduto a definire un Abaco Correttivo.

Si è visto, infatti, che in generale tale situazione geologica è da considerarsi migliorativa in termini di fenomeni di amplificazione attesi, rispetto alla situazione senza la presenza di riporto rigido superficiale.

L'applicazione del Livello 2 di MS prevede, quindi, in questi casi, l'utilizzo di un Abaco Correttivo caratterizzato da due parametri di ingresso, quali $h_1 = \text{spessore riporto rigido}$ e $V_{S1}/V_{S2} = \text{rapporto tra velocità del riporto rigido e velocità del materiale sottostante}$. Si definisce **Riporto rigido superficiale** qualsiasi materiale che presenta uno spessore $\geq 5 \text{ m}$ con rapporto di velocità $V_{S1}/V_{S2} > 1.5$ e una velocità $V_{S1} \geq 200 \text{ m/s}$ rispetto alla velocità dell'unità sottostante V_{S2} , dove V_{S1} è la velocità del Riporto rigido.

L'utilizzo dell'Abaco Correttivo permette di individuare la diminuzione in percentuale del valore di F_H rispetto alla analoga situazione in assenza di riporto.

In particolare il valore di F_H è valutato a partire dai valori di F_H calcolati utilizzando i 5 abachi litologici ed eliminando dalla colonna stratigrafica il riporto, estendendo fino alla superficie il materiale sottostante; il valore di F_H così individuato viene ridotto in percentuale utilizzando i valori presenti nell'Abaco Correttivo come illustrato in Appendice 1.

8. DEFINIZIONE DELLE SOGLIE S_s PER LE DIVERSE UAS

Il territorio regionale, ai sensi della DGR Lazio n. 387/09, è stato suddiviso in Unità Amministrative Sismiche (UAS) che in alcuni casi non corrispondono alle Unità Amministrative Comunali.

Per ogni UAS della Regione sono forniti 4 diversi valori di soglia riferiti a ciascuna categoria di sottosuolo diversa dalla Categoria A, come definiti dalle NTC08.

La soglia S_s è il valore calcolato, sugli spettri di risposta elastici in accelerazione presenti nelle NTC08, come rapporto tra gli integrali di Output (*categoria di sottosuolo B-C-D-E*) e di Input (*categoria di sottosuolo A*) nell'intervallo compreso tra 0,1-0,5 s.

Per il calcolo dei valori di soglia S_s si è fatto riferimento ai parametri di pericolosità sismica riportati nell'allegato alle NTC08 e assegnati a ciascun punto della griglia di riferimento.

L'assegnazione dei parametri di pericolosità sismica alle diverse UAS è stata effettuata calcolando la media pesata con l'inverso della distanza dei valori dei 4 punti della griglia che racchiudono il punto di ubicazione ISTAT del Comune o UAS.

Per tutti i Comuni del Lazio che presentano differenti UAS all'interno del territorio comunale così come definiti dalla DGR Lazio n. 387/09 (*Colfalice, Nepi, Pescorocchiano, Rieti, Roma e Vejano*), il calcolo dei valori di soglia da assegnare a ciascuna di queste UAS è stato effettuato considerando il baricentro territoriale dell'UAS oppure quello dei diversi Municipi della Città di Roma.

Una volta conosciuta la categoria di sottosuolo con il parametro delle V_{S30} si confronterà il valore di S_s ottenuto con il valore di F_H calcolato con l'analisi di Livello 2 di MS.

Tutti i valori di soglia S_s , per ciascuna delle 402 UAS della Regione Lazio, sono indicati in Appendice 2.

9. PROCEDURE NELL'AMBITO DELL'ESPRESSIONE DEL PARERE AI SENSI DELL'ART. 89 DEL DPR n. 380/2001

Il rapporto fra Microzonazione Sismica e Norme Tecniche è un punto cruciale che gli ICMS hanno risolto solo parzialmente, lasciando alle Regioni il compito di decidere la loro conciliabilità. La Regione, con il Capitolo 6 della DGR Lazio n. 545/10, ha chiarito e definito tale rapporto per i Livelli 1 e 3 di MS, in attesa di

poterlo fare per il Livello 2 di MS una volta predisposti gli Abachi Regionali. Con questa Deliberazione, che introduce gli Abachi Regionali, si vuole risolvere in modo definitivo tale passaggio per il Livello 2 di MS.

Con gli Abachi ICMS, il Livello 2 di MS non era in grado di fornire indicazioni per discriminare tra l'utilizzo dell'approccio semplificato NTC08 o delle specifiche analisi RSL, ma serviva solo per definire idoneità al livello di pianificazione territoriale e urbanistica.

Con l'introduzione degli Abachi Regionali, il Livello 2 di MS ora provvede a:

- *Fornire ulteriori indicazioni sulle zone o parti di esse per le quali è necessario e obbligatorio effettuare il Livello 3 di MS.*
- *Contribuire alla definizione della idoneità territoriale delle aree investigate utilizzabile ai fini urbanistici e territoriali (Carta di Idoneità Territoriale ai sensi DGR Lazio n. 2649/99);*

Per contribuire alla definizione dell'idoneità territoriale dell'area investigata si utilizzeranno i parametri di amplificazione litostratigrafica ottenuti con gli Abachi Regionali e di amplificazione topografica ottenuti tramite ICMS (cfr ICMS, Vol. 2 - Parte Terza, tabelle in Cap. 3.3 "Abachi di riferimento per gli effetti topografici Livello 2").

Nel caso di una pianificazione di un'area, è buona norma assicurare che i risultati delle modellazioni operate nel Livello 2 di MS siano rappresentativi di tutte le situazioni sismiche omogenee presenti nell'area, al fine di poterla suddividere efficacemente in microzone omogenee per valori di F_H (Carta di Microzonazione di Livello 2) e quindi caratterizzarla sismicamente nel modo più idoneo.

Con l'introduzione degli Abachi Regionali le procedure per il Livello 2 sono:

- a) Esecuzione di indagini geofisiche e geognostiche al fine di determinare la coppia di valori di Input come descritto nel Cap. 6;*
- b) Utilizzo degli Abachi Regionali per il calcolo del valore di F_H ;*
- c) Confronto fra il valore di F_H ottenuto e il valore di Soglia S_s dell'UAS (Appendice 2) per il tipo di sottosuolo di fondazione NTC08 ottenuto con il calcolo delle V_{s30} ;*

Una volta in possesso del dato di confronto fra i parametri F_H e S_s si potranno avere due opzioni:

- a) Per le aree in cui il valore di $F_H \leq S_s + 0,1$, il Livello 2 di MS si conclude e verrà predisposta la Carta di Microzonazione Sismica di Livello 2 che sarà uno dei contributi tecnici per la redazione della Carta di Idoneità Territoriale ai sensi della DGR Lazio n. 2649/99;*
- b) Per le sole aree, invece, in cui il valore di $F_H > S_s + 0,1$ è obbligatorio un approfondimento attraverso il Livello 3 di MS, e questo dovrà essere predisposto nell'ambito del medesimo procedimento di richiesta di parere ai sensi dell'art. 89 del DPR n. 380/01,*

oppure

nel caso in cui si scelga di non eseguire il Livello 3 di MS, in queste aree non potranno essere previste attività edificatorie, a esclusione di quelle esentate nel Capitolo 7 dell'Allegato A della DGR Lazio n. 545/10, e se ne dovrà tenere conto nella redazione della Carta di Idoneità Territoriale ai sensi della DGR Lazio n. 2649/99.

Resta inteso che qualora nel futuro si vogliano eseguire interventi o trasformazioni urbanistiche su queste ultime aree, dovranno essere effettuati obbligatori e preventivi studi di Livello 3 di MS;

Si sottolinea che il potere di discriminare tra approccio semplificato e specifiche analisi di RSL resta associato agli studi di Livello 3 di MS.

La figura 7 permette di avere un chiaro esempio di applicazione del Livello 2 di MS per quanto concerne la pianificazione urbanistica e territoriale e il rapporto con il successivo Livello 3 di MS.

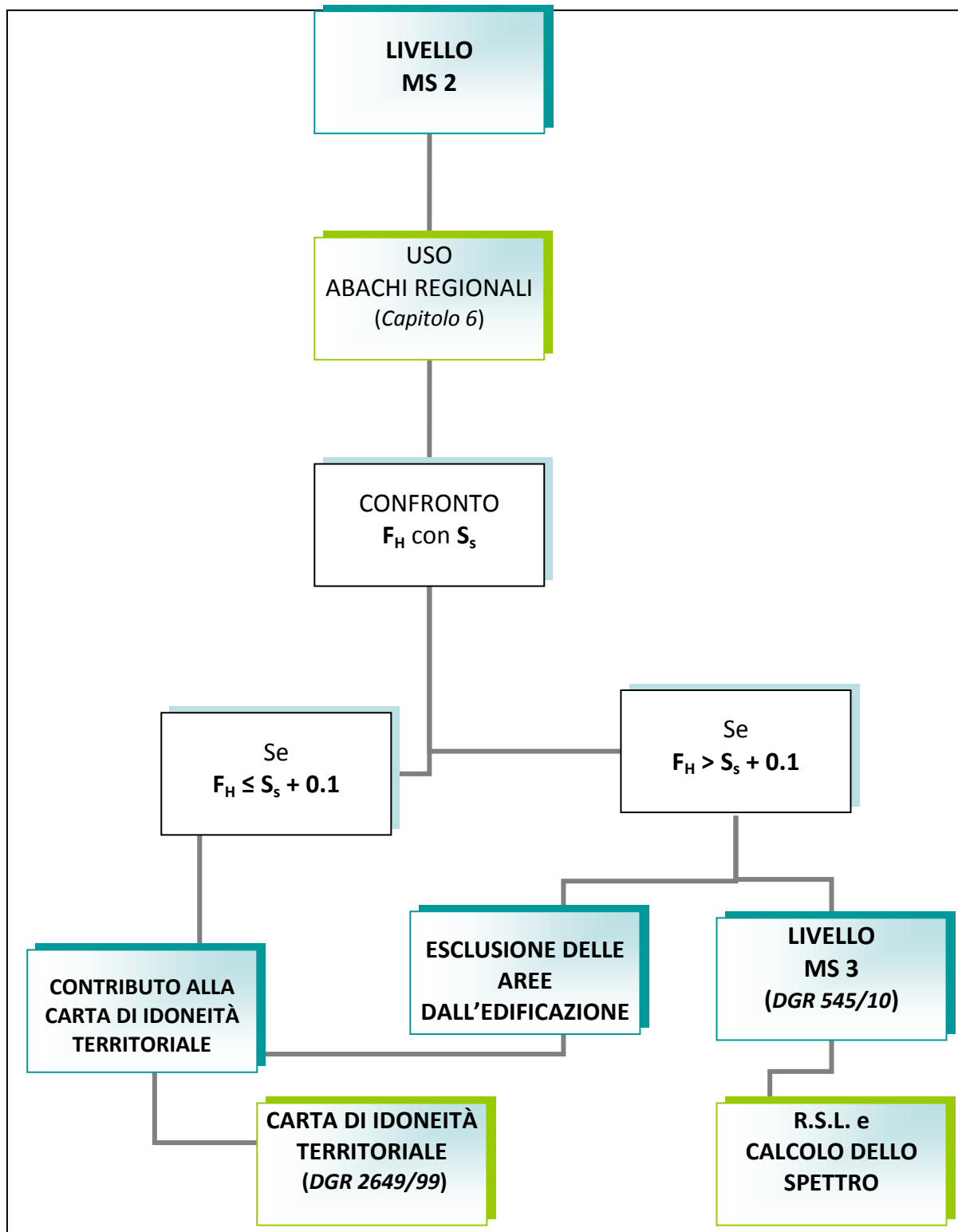


Figura 7 – Flusso diagramma dei rapporti fra Livello 2 e Livello 3 nell'utilizzo della Microzonazione Sismica.

10. REDAZIONE IN AMBIENTE GIS DEGLI ELABORATI CARTOGRAFICI DEL LIVELLO 2 DI MICROZONAZIONE SISMICA

Le specifiche tecniche per la produzione e restituzione degli elaborati cartografici per il Livello 2 di MS in ambiente GIS sono uno strumento operativo utile al fine di poter elaborare in modo univoco ed omogeneo i dati.

La struttura dei file da presentare è identica a quella indicata per il Livello 1 di MS riportata in Appendice 2 dell'Allegato A della DGR Lazio n. 545/10, con le seguenti integrazioni tipiche del Livello 2 di MS:

- tutti gli elaborati dovranno essere contenuti rispettivamente in una cartella denominata "**MS2_nome della UAS**" (esempio "**MS_RomaVIII**").
- nella tabella degli attributi dello *shapefile* "**Stab**" sono aggiunti i seguenti ulteriori attributi:

Nome del campo	Tipo	Note
F_H	Valore Numerico	Valore del fattore di amplificazione F_H
S_s	Valore Numerico	Valore del valore di Soglia S_s per NTC08
L3MS	7010	No obbligo Livello 3
	7020	Obbligo Livello 3
V_s	Valore Numerico	Valore della Velocità delle Onde S

In ogni caso per la redazione si fa sempre riferimento a quanto già indicato nel Cap. 12 dell'Allegato A e nell'Appendice 2 della DGR Lazio n. 545/10.

11. CONTRIBUTI ECONOMICI PER IL LIVELLO 2 DI MS

Con l'obiettivo di mitigare il rischio sismico regionale, potranno essere erogati **contributi economici** anche per la predisposizione e redazione degli studi di Livello 2 di MS.

E' fondamentale sviluppare un metodo meritocratico attraverso il quale i contributi regionali per il Livello 2 di MS saranno erogati soltanto per interventi riguardanti gli **Strumenti Urbanistici Attuativi di iniziativa pubblica** per quelle UAS che hanno già validato il Livello 1 di MS ai sensi della DGR Lazio n. 545/2010.

Per raggiungere questo obiettivo, per l'esecuzione degli studi di Livello 2 di MS saranno utilizzati tutti quei contributi destinati per i Livelli 1 e 3 di MS con la DGR n. 545/10 per i quali non sia pervenuta in Regione, da parte della UAS competente, la richiesta di attivazione **entro il 31 dicembre 2011**.

Questi studi potranno riguardare anche UAS differenti da quella che non ha attivato la richiesta entro la data sopra citata, ma sempre e soltanto per strumenti urbanistici attuativi di iniziativa pubblica. I contributi per il Livello 2 di MS saranno però erogati soltanto a quelle UAS che hanno già il Livello 1 di MS validato dall'Ufficio Geologico e Sismico Regionale.

I contributi saranno effettivamente attivati soltanto dopo che le UAS coinvolte presenteranno al Soggetto Validatore la **Documentazione di Progetto di MS** composta da:

- Richiesta di contributo da parte della UAS;*
- Localizzazione delle aree prescelte (iniziativa pubblica) su CTR in scala almeno 1:5000;*
- Programma di indagini, secondo quanto previsto dal Livello 2 con Abachi Regionali;*
- Indicazione del Soggetto Realizzatore con almeno un Geologo abilitato all'interno del gruppo;*

e. Curriculum del Soggetto Realizzatore e del Geologo abilitato nei quali si attestino reali esperienze pregresse nel campo della Microzonazione Sismica o Risposta Sismica Locale.

La Regione effettuerà il controllo preliminare sulla documentazione, e si riserva eventualmente, così come accade per i Livelli 1 e 3 di MS, di non accettare la richiesta di attivazione del contributo nel caso in cui venisse meno, amministrativamente o tecnicamente, una delle cinque prerogative sopra citate.

I contributi saranno erogati sulla base di acconti e saldo finale secondo la seguente ripartizione:

- **Primo acconto del 60%** - *Progetto dettagliato di studio di MS, con indicazione quantitativa delle nuove indagini geologiche, geofisiche e geotecniche da eseguire, in triplice copia con Cronoprogramma delle attività; Delibera di incarico al Geologo da parte della UAS e Contratto di affidamento dello studio di MS; Verbale di consegna dei lavori;*
- **Saldo Finale del 40%** - *A seguito della validazione da parte del Soggetto Validatore dello studio completo di Livello 2 di MS.*

Il termine dei lavori è fissato entro **180gg** dalla data di accettazione della richiesta di contributo da parte della Regione. I contributi sono determinati in funzione dell'estensione territoriale dello Strumento Urbanistico Attuativo di iniziativa pubblica, con un contributo massimo di 10.000,00€, e la cui valutazione sarà a discrezione dell'Ufficio Geologico e Sismico Regionale sulla base del programma presentato.



APPENDICE 1

VADEMECUM OPERATIVO PER L'USO DEGLI ABACHI REGIONALI

Obiettivo del presente Vademecum operativo è specificare i passaggi fondamentali da seguire per l'applicazione degli Abachi Regionali di Livello 2 di MS.

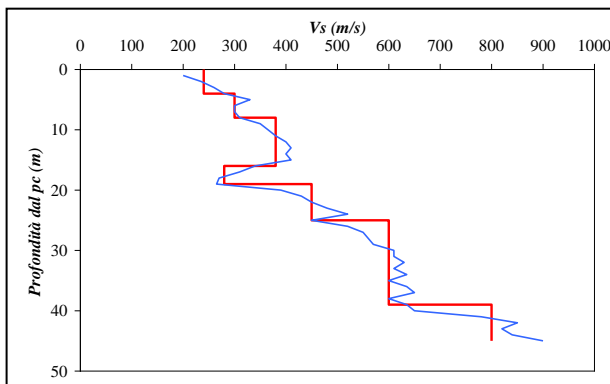
I passaggi fondamentali, di seguito illustrati, sono:

1. *Analisi dei dati geofisici*
2. *Scelta dell'Abaco Regionale di Livello 2 di MS*
3. *Identificazione del substrato rigido*
4. *Determinazione dei parametri di ingresso*
5. *Determinazione del valore di F_H e Confronto con le soglie s_s delle UAS*

1. ANALISI DEI DATI GEOFISICI

Il riferimento di base è rappresentato dagli ICMS e successive integrazioni del 2011 (*Castellaro, 2011; Colombi et al., 2011*), ove sono illustrati i principali metodi geofisici per la valutazione delle velocità delle onde di taglio (V_s) e in particolare per ogni tecnica sono descritti i principali vantaggi e i limiti.

Qualunque sia la tecnica geofisica utilizzata, i risultati, espressi in termini di andamento della velocità delle V_s con la profondità, rappresentano il punto di partenza per la procedura di Livello 2 di MS.



Le diverse tecniche di indagini geofisiche forniscono dettagli differenti rispetto ai risultati e pertanto, questi ultimi, devono essere **discretizzati** per renderli omogenei tra loro e adattati al relativo modello geologico.

In particolare, attraverso il modello geologico del sito, si schematizza l'andamento del profilo di velocità delle V_s con la profondità, tramite **medie equivalenti per ogni unità geologico-geofisica individuata**.

Pertanto la discretizzazione dei dati di velocità delle V_s di ogni unità geologico-geofisica individuata deve considerare almeno uno spessore $h \geq 3$ m e una differenza di V_s con l'unità contigua maggiore di 50 m/s, arrotondando il singolo valore di V_s alla decina.

Nella figura in alto è riportato un esempio: con la linea blu è indicato l'andamento delle V_s con la profondità derivato da un'indagine geofisica in foro (*per esempio DH*), mentre con la linea rossa viene definita la relativa discretizzazione eseguita, ripartita per unità geologico-geofisica individuate e effettuata sulla base del modello geologico del sito e delle indicazioni sopra riportate.

2. SCELTA DELL'ABACO REGIONALE DI LIVELLO 2 DI MS

La scelta dell'Abaco Regionale di Livello 2 di MS da utilizzare viene quindi attuata attraverso 3 fasi successive:

1. **PRIMA FASE:** sulla base del modello geologico e della stratigrafia del sito si individua la litologia prevalente come quella a cui corrisponde il maggior spessore cumulato lungo tutta la verticale

d'indagine, dando nei casi di equivalenza di spessore di due o più litologie, la priorità alla litologia dell'unità più superficiale;

2. **SECONDA FASE:** una volta scelta la litologia prevalente, si ricerca all'interno delle 3 famiglie litologiche dei 5 Abachi Regionali, così riassunte:

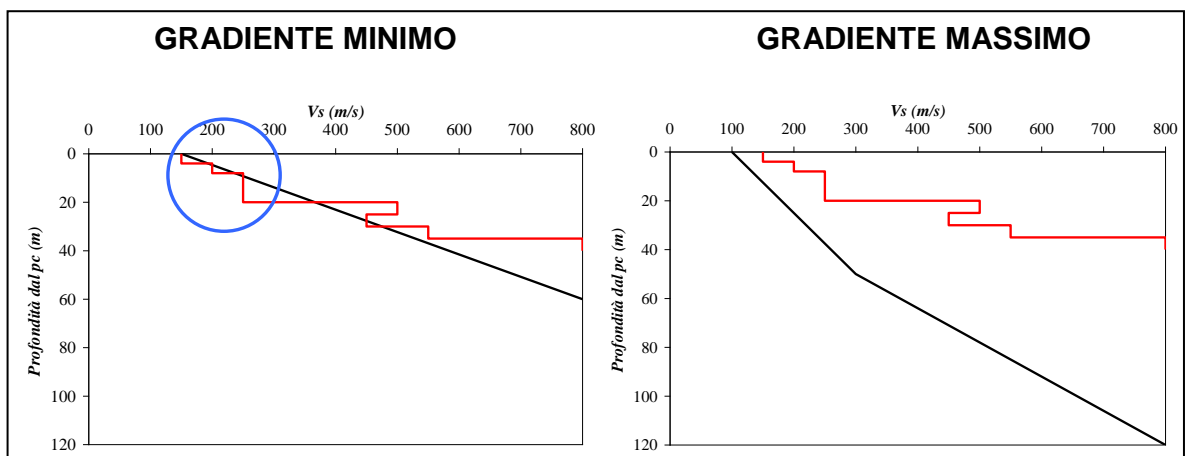
- Ghiaie alluvionali e detritiche e Sabbie di alterazione;
- Sabbie alluvionali e Piroclastiti;
- Argille e Limi;

e si sceglie l'Abaco Regionale corrispondente;

3. **TERZA FASE:** si verifica la validità dell'Abaco Regionale scelto attraverso la sovrapposizione dell'andamento discretizzato delle V_s con la profondità al grafico del gradiente di velocità, il quale delimita i campi di validità e non validità dell'Abaco Regionale. Tale sovrapposizione permette il confronto tra i due andamenti. Se il profilo discretizzato si trova a destra della linea di gradiente risulta valido per l'utilizzo dell'Abaco Regionale.

L'Abaco Regionale è ritenuto valido anche in presenza di piccoli "sforamenti" nel campo di non validità così definiti:

- per $V_s < 360 \text{ m/s}$ sono ammessi "sforamenti" dell'ordine massimo del 20% della profondità indicata dal gradiente di velocità per la velocità corrispondente;
- per $360 \text{ m/s} \leq V_s \leq 600 \text{ m/s}$ sono ammessi "sforamenti" dell'ordine massimo del 30% della profondità della profondità indicata dal gradiente di velocità per la velocità corrispondente;
- per $V_s > 600 \text{ m/s}$ sono ammessi "sforamenti" dell'ordine massimo del 40% della profondità della profondità indicata dal gradiente di velocità per la velocità corrispondente. Nei casi di abachi con più grafici del gradiente di velocità, la procedura prevede la verifica di validità a partire dal gradiente minimo.



Nelle figure in alto è riportato un esempio di verifica di validità dell'Abaco Regionale Argilla-Limo: in particolare il gradiente minimo non soddisfa i requisiti sopra riportati, in quanto gli sforamenti non sono nel valore ammissibile del 20% per basse velocità (*cerchio azzurro*). I requisiti sono però soddisfatti dal gradiente massimo, dove il profilo di velocità si dispone alla destra della curva di gradiente.

ABACHI REGIONALI

La scelta di costruire Abachi Regionali di Livello 2 di MS con la stessa struttura proposta dagli ICMS ha imposto di utilizzare solo due parametri di ingresso (V_{SH} e H). Si evidenzia che la stessa coppia $V_{SH} - H$ può essere generata da diverse combinazioni di spessori h e velocità V_s delle unità geofisiche costituenti la colonna stratigrafica, alle quali corrispondono valori diversi di F_H .

Gli Abachi Regionali sono composti da tabelle a due ingressi contenenti i valori di F_H , in funzione della coppia $V_{SH} - H$, e dal relativo grafico del gradiente di velocità che delimita il campo di validità dell'Abaco Regionale, con riportata l'equazione descrivente l'andamento della velocità V_s con la profondità z .

Nelle figure 1, 2, 3, 4 e 5, sono riportati i 5 Abachi Regionali di Livello 2 di MS, che sostituiscono completamente negli effetti e nelle procedure gli Abachi ICMS.

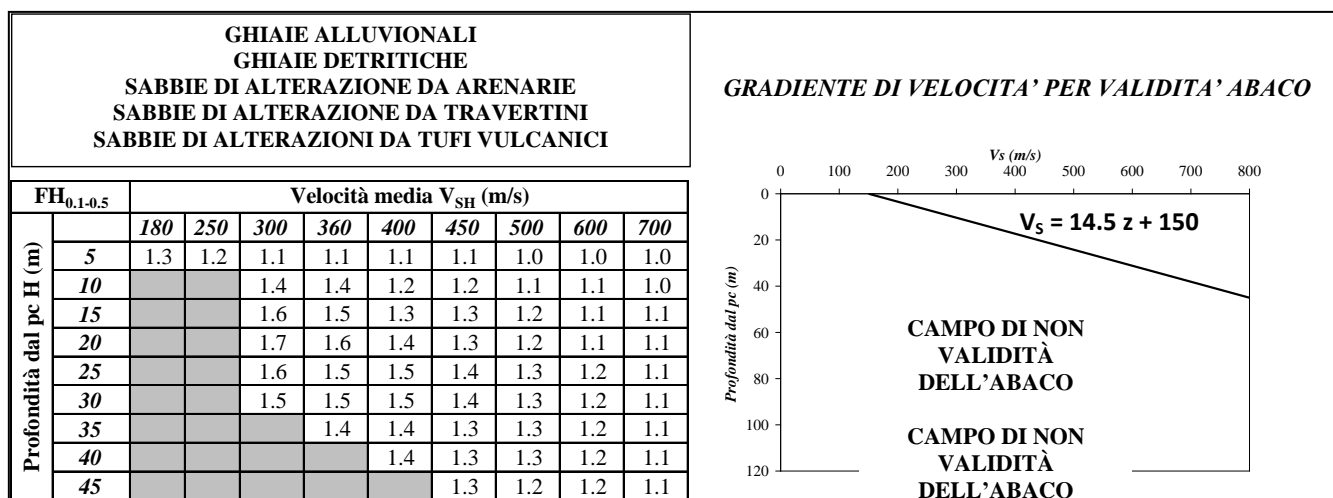


Fig. 1: Abaco per le Ghiaie alluvionali, detritiche e Sabbie di alterazione

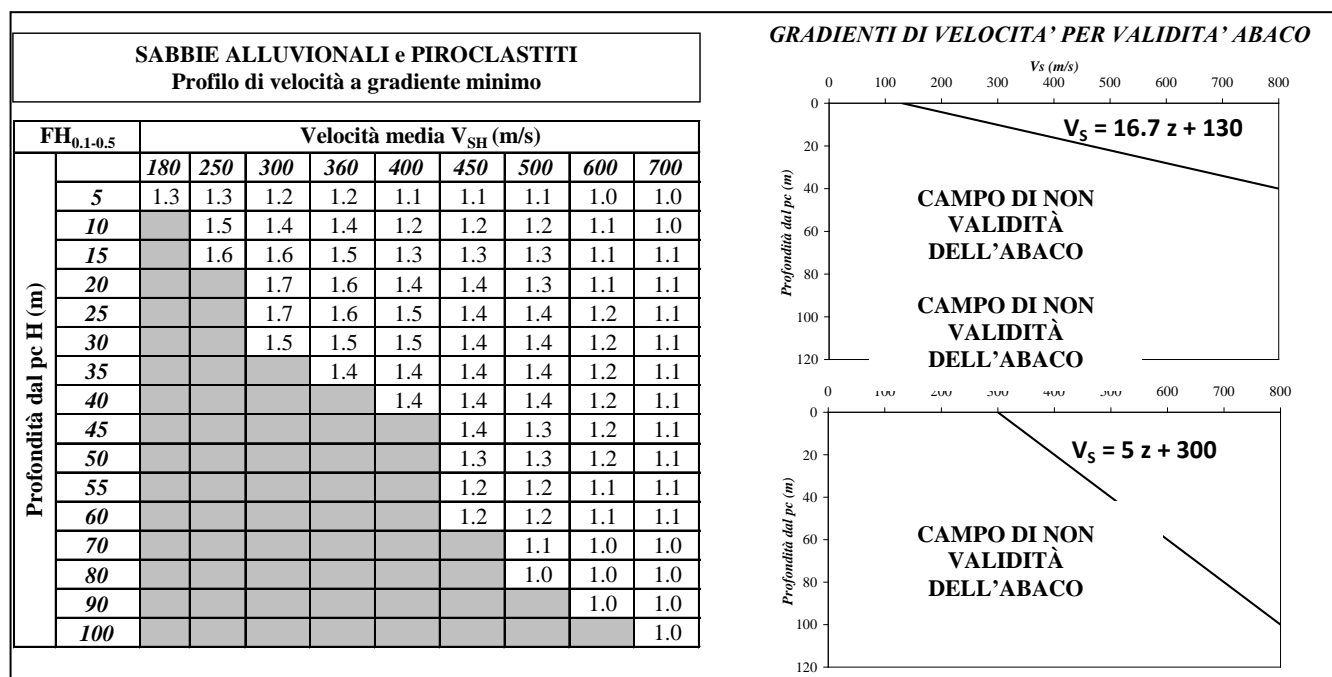


Fig. 2: Abaco per le Sabbie alluvionali e Piroclastiti con gradiente di velocità minimo

SABBIE ALLUVIONALI e PIROCLASTITI Profilo di velocità a gradiente massimo										
Profondità dal pc H (m)	FH _{0.1-0.5}	Velocità media V _{SH} (m/s)								
		180	250	300	360	400	450	500	600	700
5		1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0
10		1.6	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.0
15		1.7	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4	1.3	1.1	1.1
20		1.6	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	1.3	1.1	1.1
25		1.4	1.6	1.7	1.7	1.6	1.6	1.4	1.2	1.1
30			1.4	1.6	1.7	1.6	1.6	1.4	1.2	1.1
35			1.3	1.5	1.6	1.5	1.5	1.4	1.2	1.1
40				1.4	1.6	1.5	1.5	1.4	1.2	1.1
45				1.4	1.5	1.5	1.5	1.4	1.2	1.1
50				1.4	1.4	1.5	1.5	1.4	1.2	1.1
55				1.3	1.4	1.5	1.4	1.3	1.1	1.1
60				1.2	1.3	1.4	1.4	1.3	1.1	1.1
70					1.2	1.3	1.3	1.1	1.0	1.0
80					1.1	1.2	1.2	1.0	1.0	1.0
90						1.1	1.1	1.0	1.0	1.0
100							1.1	1.0	1.0	1.0

GRADIENTE DI VELOCITA' PER VALIDITA' ABACO

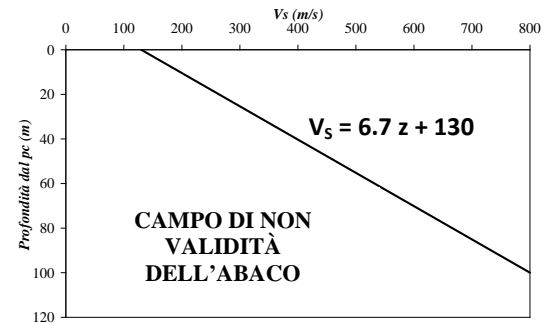


Fig. 3: Abaco per le Sabbie alluvionali e Piroclastiti con gradiente di velocità massimo

ARGILLE e LIMI Profilo di velocità a gradiente minimo										
Profondità dal pc H (m)	FH _{0.1-0.5}	Velocità media V _{SH} (m/s)								
		180	250	300	360	400	450	500	600	700
5		1.6	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0
10		1.8	1.7	1.6	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.0
15			1.9	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1
20			1.8	1.8	1.7	1.5	1.4	1.3	1.1	1.1
25				1.7	1.7	1.6	1.5	1.4	1.2	1.1
30				1.7	1.7	1.6	1.5	1.4	1.2	1.1
35					1.6	1.5	1.4	1.4	1.2	1.1
40					1.5	1.5	1.4	1.4	1.2	1.1
45						1.4	1.3	1.3	1.2	1.1
50						1.3	1.3	1.3	1.2	1.1
55							1.2	1.2	1.1	1.1
60								1.2	1.1	1.1

GRADIENTE DI VELOCITA' PER VALIDITA' ABACO

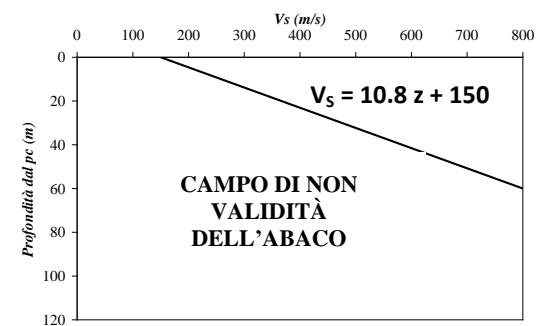


Fig. 4: Abaco per le Argille e Limi con gradiente di velocità minimo

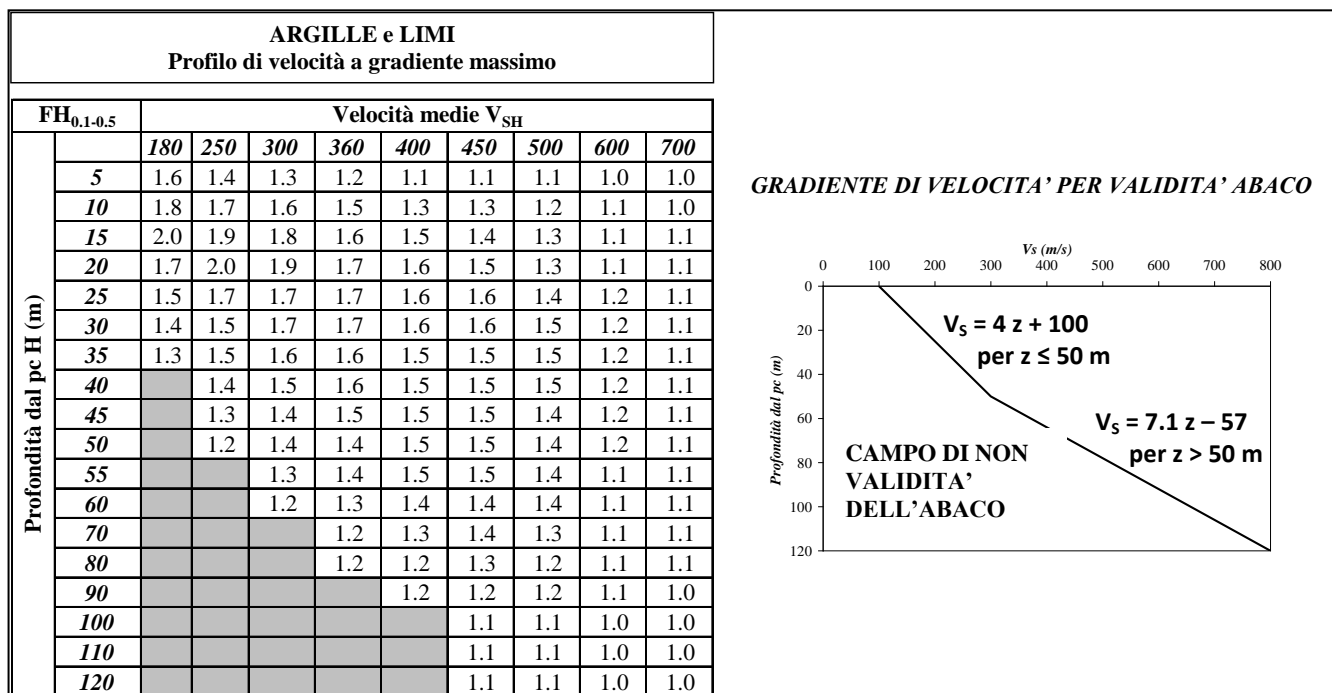


Fig. 5: Abaco per le Argille e Limi con gradiente di velocità massimo

3. IDENTIFICAZIONE DEL SUBSTRATO RIGIDO

Una volta scelto l'Abaco Regionale idoneo, si dovrà identificare la profondità del substrato rigido. Secondo gli ICMS e le NTC08, si definisce “**substrato rigido**” qualsiasi materiale geologico che presenta valori di $V_s \geq 800$ m/s.

Applicando gli Abachi Regionali di Livello 2 di MS si individua, però, la profondità del substrato rigido quando:

- nel caso in cui l'indagine geofisica evidenzia la presenza di un'unità sismica con $V_s > 700$ m/s per uno spessore almeno di **10 m**; tale unità rappresenta, almeno per il territorio laziale e solo per studi di MS, il substrato rigido, in quanto si ritiene che, a partire da questi valori di velocità e considerando le deformazioni attese per l'area, il comportamento di tali materiali non è suscettibile a fenomeni di amplificazione sismica o comunque, se presenti, questi fenomeni sono trascurabili;
- nel caso in cui l'indagine geofisica non evidenzi la presenza di un'unità sismica con $V_s > 700$ m/s è necessario basarsi sul modello geologico del sito: se il modello permette di assegnare una profondità al substrato rigido si devono estrapolare i dati sperimentali fino a tale profondità, utilizzando un gradiente di V_s di **tipo lineare**; se, al contrario, il modello geologico non permette di assegnare una profondità al substrato rigido, in via cautelativa, si devono considerare solo i dati sperimentali, assegnando implicitamente il substrato rigido alla profondità di fine indagine.

4. DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DI INGRESSO AGLI ABACHI REGIONALI

Riconosciuta la profondità del substrato rigido, i due parametri di ingresso degli Abachi Regionali da determinare sono:

- la profondità del substrato rigido **H** derivante dal passo precedente;
- la velocità media equivalente V_{SH} , calcolata fino al raggiungimento del substrato rigido mediante la seguente formula e arrotondata alla decina:

$$V_{SH} \equiv \frac{H}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_{Si}}}$$

ove:

V_{SH} = velocità media equivalente; H = profondità substrato rigido

h_i = spessore dell'unità i-esima; V_{Si} = velocità onde S dell'unità i-esima

n = numero unità

5. DETERMINAZIONE DEI VALORI DI F_H e CONFRONTO CON LE SOGLIE UAS S_S

Negli Abachi Regionali di Livello 2 di MS, i valori dei parametri di ingresso H sono discretizzati con passo 5 m fino alla profondità di 60 m dal p.c. e ogni 10 m per profondità maggiori, a esclusione dei valori di 180 m/s e 360 m/s, i quali sono stati scelti al posto di 200 m/s e 350 m/s in analogia ai valori indicativi per le categorie di sottosuolo di fondazione previsti dalle NTC08. Per quanto riguarda le V_{SH} , invece, sono discretizzate con passo 50 m/s fino alla velocità di 500 m/s e con passo di 100 m/s per velocità maggiori.

La determinazione del valore di F_H dovrà tenere conto di questa discretizzazione attraverso la scelta del valore più vicino e rappresentativo rispetto alla coppia H - V_{SH} . Vale a dire se ho una V_{SH} pari a 320 m/s allora ci si posiziona nella colonna di 300 m/s, così come se ho una profondità H di 18m mi posizionerò nella riga 20m.

Si definisce soglia S_S il valore calcolato sugli spettri di risposta elastici in accelerazione presenti nella normativa come rapporto tra gli integrali di output (*categoria di sottosuolo B-C-D-E*) e di input (*categoria di sottosuolo A*) nell'intervallo compreso tra 0,1-0,5 s. Per ogni UAS sono forniti 4 diversi valori di soglia riferiti a ciascuna categoria di sottosuolo diversa dalla Categoria A per NTC08.

Per l'applicazione del Livello 2 di MS si deve individuare la categoria di sottosuolo del sito in esame, attraverso quanto previsto dalle NTC08, e cioè tramite il calcolo del parametro V_{S30} , e scegliere il valore di S_S corrispondente alla Categoria di sottosuolo per la UAS pertinente (*Appendice 2*).

Il confronto tra il valore F_H , desunto dagli Abachi Regionali, e il valore di S_S scelto permette di discriminare le aree nelle quali sono necessari gli approfondimenti di Livello 3 di MS.

Infatti se :

- $F_H > S_S + 0,1$, allora per quell'area si dovrà procedere a un ulteriore studio di Livello 3 di MS;
- $F_H \leq S_S + 0,1$, allora per quell'area non si dovrà procedere ad alcun studio successivo.

Tale confronto deve considerare però la natura del dato semiquantitativo F_H , attraverso una tolleranza di 0,1. Sono pertanto consentiti "*sforamenti*" dei valori di F_H rispetto ai valori di S_S di massimo 0,1. Tutti i valori di soglia S_S , per le categorie di sottosuolo di fondazione NTC08 di ciascuna UAS della Regione, sono stati raccolti in Appendice 2.

Si precisa che i valori di S_S in Appendice 2 **non includono** il valore di 0,1, che deve essere aggiunto ogni volta.

CONDIZIONI GEOLOGICHE PARTICOLARI: PRESENZA DI RIPORTO RIGIDO SUPERFICIALE

L'analisi dei dati reperiti ha mostrato che nel territorio laziale esistono situazioni geologiche particolari con presenza in superficie di materiali più rigidi, rispetto a quelli sottostanti, per spessori anche di alcune decine di metri. Tali situazioni corrispondono prevalentemente alla presenza di materiali di riporto, manufatti archeologici e depositi antropici piuttosto eterogenei, ma può essere tranquillamente trasferita a tutte quelle situazioni di inversione di velocità con uno strato superficiale più rigido di quello sottostante con spessore maggiore di **5 metri** e differenza di velocità $V_s > 200$ m/s.

Le analisi numeriche condotte per queste situazioni geologiche particolari hanno evidenziato che i valori di F_H risultano inferiori a quelli attesi per le analoghe situazioni senza la presenza dei materiali più rigidi superficiali.

Per tale motivo è stato predisposto un Abaco Correttivo di validità generale da utilizzare successivamente all'applicazione dei 5 abachi litologici sopra descritti.

La realizzazione dell'Abaco Correttivo ha previsto l'esecuzione di analisi numeriche parametriche su colonne stratigrafiche con e senza la presenza del riporto rigido, identificando come:

- **situazione disturbata**, quella reale con la presenza del riporto rigido superficiale;
- **situazione indisturbata**, quella derivata dalla precedente, eliminando il riporto rigido superficiale ed estendendo il materiale sottostante fino alla superficie.

I parametri di controllo presi in considerazione sono la profondità del substrato rigido H , lo spessore h_1 del riporto rigido, lo spessore h_2 del materiale sottostante il riporto, la velocità V_{s1} del riporto rigido e la velocità V_{s2} del materiale sottostante il riporto.

La valutazione dell'influenza dei parametri di controllo scelti è stata effettuata sulla percentuale di decremento del valore di F_H legato alla presenza del riporto rigido, mediante la seguente formula:

$$\Delta FH\% = \frac{FH_{indisturbato} - FH_{disturbato}}{FH_{indisturbato}}$$

Le analisi condotte hanno mostrato una sostanziale non influenza sul risultato finale ΔF_H della profondità del substrato rigido H e una scarsa influenza dello spessore h_2 del materiale sottostante il riporto.

Pertanto l'Abaco Correttivo è stato costruito a due ingressi considerando lo spessore h_1 del riporto superficiale rigido e il rapporto tra la velocità V_{s1} del riporto superficiale rigido e la velocità V_{s2} del materiale sottostante.

Inoltre le analisi hanno mostrato la scarsa influenza del riporto superficiale rigido per spessori inferiori ai 5 m e per rapporti di velocità V_{s1}/V_{s2} inferiori a 1.5. Inoltre l'effetto migliorativo legato alla presenza del riporto rigido superficiale diventa significativo solo se la differenza tra le velocità V_{s1} e V_{s2} è maggiore di 200 m/s.

Pertanto l'Abaco Correttivo, in Tabella 1, è valido solo quando sono soddisfatte contemporaneamente le seguenti condizioni:

- ✓ lo spessore h_1 del riporto rigido è superiore a 5 m
- ✓ la differenza tra le velocità V_{s1} e V_{s2} è $(V_{s1} - V_{s2}) > 200$ m/s
- ✓ il rapporto di velocità $V_{s1}/V_{s2} > 1.5$

Decremento %		Spessore h_1 (m)															
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
V_{s1}/V_{s2}	1,5	-5%	-6%	-7%	-8%	-9%	-10%	-11%	-12%	-13%	-14%	-15%	-16%	-17%	-18%	-19%	-20%
	2	-10%	-12%	-14%	-16%	-18%	-20%	-22%	-24%	-26%	-28%	-30%	-32%	-34%	-36%	-38%	-40%
	2,5	-20%	-22%	-24%	-26%	-28%	-30%	-32%	-34%	-36%	-38%	-40%	-42%	-44%	-46%	-48%	-50%

Decremento % del fattore di amplificazione applicato a F_H ottenuto da una sequenza indisturbata rispetto alla situazione disturbata dalla presenza di uno strato superficiale più rigido di quello sottostante con spessore > di 5 m e differenza di velocità delle onde s superiore a 200 m/s e rapporto di velocità $V_{s1}/V_{s2} > 1.5$

Tabella 1: Abaco correttivo per la presenza di riporto rigido superficiale

L'Abaco Correttivo sopra riportato permette di modificare il valore di F_H ottenuto considerando la situazione indisturbata applicando gli Abachi Regionali descritti al paragrafo precedente.

Operativamente si calcola F_H con il metodo degli Abachi Regionali nel seguente modo:

- Se lo spessore del Riporto rigido superficiale è maggiore di 5 m, si calcolano il valore del rapporto V_{s1}/V_{s2} e il valore della differenza ($V_{s1}-V_{s2}$).
- Se le tre condizioni per utilizzare l'Abaco Correttivo sono soddisfatte, si elimina dalla stratigrafia lo spessore di riporto superficiale come se non esistesse e il suo spessore fosse totalmente rappresentato dall'unità sottostante.
- Si calcola il valore di F_H sull'Abaco Regionale corrispondente alla Litologia Prevalente
- Ci si posiziona nell'Abaco Correttivo nella colonna corrispondente allo spessore del Riporto superficiale rigido e si incrocia con il valore rappresentato dal rapporto delle due velocità.
- Si ottiene un valore di percentuale che si dovrà decurtare dal valore di F_H ottenuto all'inizio.

A titolo di esempio esplicativo, avendo un valore di F_H pari a 1,6, e un riporto superficiale di $h_1 = 13\text{m}$ e con $V_{s1} = 600\text{ m/s}$, e un orizzonte sottostante con $V_{s2} = 300\text{ m/s}$, con un rapporto $V_{s1}/V_{s2} = 2$, il decurtamento è pari al 26%, con un nuovo $F_H = 1,6 - (1,6 * 26\%) = 1,18$

INDAGINI GEOFISICHE PER IL LIVELLO 2 DI MS

Le indagini utilizzate per la definizione del modello geologico vanno commisurate, con scienza e coscienza professionale alle informazioni geologiche, geofisiche e geotecniche, oggettivamente già in possesso e al relativo quadro economico del costo delle Indagini MS. Laddove ve ne fosse bisogno, sulla base dei dati pregressi, dovrà essere sempre possibile individuare le zone e le tipologie di indagini da eseguire e giungere con le indagini al substrato rigido (*bedrock sismico*).

Per il Livello 2 di MS sono obbligatorie tutte quelle indagini che permettano di ottenere i parametri di H e V_{sH} con i quali applicare gli Abachi Regionali per acquisire i valori di amplificazione del Fattore F_H .

Se nell'area sono disponibili prove pregresse che definiscono in maniera chiara la stratigrafia fino alla profondità d'interesse H potranno essere effettuate solo prove finalizzate alla definizione del profilo di V_{sH} , altrimenti dovranno essere realizzate anche prove geotecniche in sito finalizzate alla definizione della stratigrafia e della profondità del substrato rigido.

E' necessario che le indagini di sismica indiretta (*MASW, SASW, Re.Mi., Tomografia sismica, etc.*) siano sempre almeno in numero di due per ogni punto di indagine, possibilmente ortogonali fra loro, al fine di caratterizzare al meglio quanto ricercato.

Per le aree in cui è accertata la presenza del substrato rigido affiorante o sub affiorante (*cat. Suolo A NTC08*) è necessario eseguire uno studio geostrutturale sulla fatturazione dell'ammasso. E' possibile eseguire prove di tipo sismico indiretto tipo rifrazione a onde P o S.

E' possibile utilizzare dati Down-Hole o Cross-Hole pregressi che siano stati eseguiti nelle vicinanze, in tempi recenti e che corrispondano alla medesima situazione del modello geologico del sottosuolo. Per le prove geofisiche di tipo sismico si consiglia di:

- *Effettuare prove Down-Hole o Cross-Hole, con passo entro i 2 metri, che sono sempre consigliabili e preferibili alle indagini di sismica indiretta;*
- *Effettuare la sismica a rifrazione a onde P solo per studiare il substrato rigido e la sua copertura, ma evitarne l'uso in terreni alluvionali o in presenza di falda;*
- *Effettuare la sismica a rifrazione a onde S per il calcolo del V_{sH} in presenza di roccia entro i 10-15 m, quindi su topografie non piane e in terreni non alluvionali, eventualmente associata alla prospezione a onde P o in sostituzione della sismica a rifrazione a onde P in presenza di falda;*

- Effettuare prove MASW per il calcolo del parametro V_{s_h} in terreni alluvionali, ragionevolmente piano-paralleli, evitando l'uso in terreni non alluvionali;
- Effettuare prove Re.Mi. per il calcolo del parametro V_{s_h} nelle medesime condizioni delle MASW, ma solo dove le MASW non riescono a operare a causa di un rumore ambientale eccessivo. Si deve tener conto del fatto che le MASW sono molto energetiche e quindi in grado di operare anche in presenza di un rumore di fondo abbastanza elevato. Attenzione alla forte discrezionalità dell'interpretazione delle prove Re.Mi.;
- Effettuare Prove di Rumore Ambientale possibilmente ripetute in orari diurni e notturni sul medesimo punto di ubicazione, seguendo quanto indicato nel progetto SESAME o nell'articolo di Castellaro, 2011;

BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

- **Castellaro S., 2011** *Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola* Ingegneria Sismica, Vol 2, giugno 2011.
- **Colombi A, Compagnoni M., Pergalani F., 2011.** *Risposta sismica locale: la MS come strumento discriminante per l'utilizzo di approcci semplificati o di specifiche analisi.* Ingegneria Sismica, Vol 2, giugno 2011
- **ENEA, 2009.** *Analisi della sismicità regionale ai fini dell'individuazione di classi di comuni con situazioni omogenee di scuotibilità in occasione di eventi sismici.* Report interno
- **GdL MS, 2008.** *Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica.* Conferenza delle Regioni e delle Province autonome – Dipartimento della Protezione Civile, Roma, 3 vol. e DVD
- **Idriss I.M., Sun J.I., 1992.** *User's manual for SHAKE91, A computer program for conducting equivalent linear seismic response analyses of horizontally layered soil deposits.* Report of Dip. of Civil & Environmental Eng., University of California, Davis
- **NTC, 2008.** *Norme Tecniche per le Costruzioni.* DM 14 gennaio 2008. Gazzetta Ufficiale, n. 29 del 4 febbraio 2008, Supplemento Ordinario n. 30, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma
- **Pergalani F., Romeo R., Luzi L., Petrini V., Pugliese A., Sanò T. 1999.** *Seismic microzoning of the area struck by Umbria-Marche (central Italy) Ms 5.9 earthquake of the 26 september 1997.* Soil Dynamics and Earthquake Engineering, Elsevier Science, vol. 18, 4, pp. 279-296
- **Rollins, K.M. 1998.** *Shear modulus and damping relationship for gravels.* Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering
- **Seed H.B., Idriss I.M. 1970.** *Soil moduli and damping factors for dynamic response analyses.* EERC Report 70-10, University of California, Berkeley
- **SESAME Project.** *Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - Measurements, processing and interpretation.* European Commission, n° EVG1-CT-2000-00026 - <http://sesame-fp5.obs.ujf-grenoble.fr/>
- **Working Group MS-AQ. 2010.** *Microzonazione sismica per la ricostruzione dell'area aquilana. Regione Abruzzo - Gruppo di lavoro coordinato dal Dipartimento di Protezione Civile, L'Aquila, 3 vol. and Cd-rom.*



APPENDICE 2

SOGLIE S_5 DI NORMATIVA NTC08 PER IL CONFRONTO CON
IL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE F_H

Per il confronto con F_H si ricorda di aggiungere sempre il valore 0,1 a quello di S_5 corrispondente per la categoria di Sottosuolo NTC08 presente nelle singole colonne.

U.A.S.	B	C	D	E
ACCUMOLI	1,2	1,4	1,5	1,4
ACQUAFONDATA	1,2	1,4	1,5	1,4
ACQUAPENDENTE	1,4	1,7	2,0	1,8
ACUTO	1,3	1,6	1,9	1,7
AFFILE	1,3	1,6	1,9	1,7
AGOSTA	1,3	1,6	1,9	1,7
ALATRI	1,3	1,6	1,8	1,6
ALBANO LAZIALE	1,4	1,7	2,0	1,8
ALLUMIERE	1,3	1,7	1,9	1,8
ALVITO	1,2	1,4	1,5	1,4
AMASENO	1,3	1,6	1,8	1,6
AMATRICE	1,2	1,4	1,5	1,4
ANAGNI	1,3	1,6	1,9	1,7
ANGUILLARA SABAZIA	1,3	1,6	1,8	1,7
ANTICOLI CORRADO	1,3	1,6	1,9	1,7
ANTRODOCO	1,3	1,5	1,6	1,4
ANZIO	1,3	1,6	1,9	1,7
APRILIA	1,4	1,7	2,0	1,8
AQUINO	1,3	1,5	1,7	1,6
ARCE	1,3	1,5	1,7	1,5
ARCINAZZO ROMANO	1,3	1,6	1,9	1,7
ARDEA	1,4	1,7	2,0	1,8
ARICCIA	1,4	1,7	2,0	1,8
ARLENA DI CASTRO	1,4	1,7	2,0	1,8
ARNARA	1,3	1,6	1,8	1,7
ARPINO	1,3	1,5	1,7	1,5
ARSOLI	1,3	1,6	1,9	1,7
ARTENA	1,3	1,6	2,0	1,7
ASCREA	1,3	1,6	1,8	1,6
ATINA	1,2	1,4	1,5	1,4
AUSONIA	1,2	1,5	1,7	1,5

U.A.S.	B	C	D	E
BAGNOREGIO	1,3	1,7	2,0	1,8
BARBARANO ROMANO	1,3	1,7	2,0	1,8
BASSANO IN TEVERINA	1,3	1,7	1,9	1,8
BASSANO ROMANO	1,3	1,6	1,9	1,7
BASSIANO	1,3	1,6	1,8	1,6
BELLEGRA	1,3	1,6	1,9	1,7
BELMONTE CASTELLO	1,2	1,4	1,6	1,4
BELMONTE IN SABINA	1,3	1,6	1,8	1,6
BLERA	1,4	1,7	2,0	1,8
BOLSENA	1,3	1,7	2,0	1,8
BOMARZO	1,3	1,7	2,0	1,8
BORBONA	1,2	1,4	1,5	1,4
BORGO VELINO	1,3	1,5	1,6	1,5
BORGOROSE	1,3	1,5	1,6	1,4
BOVILLE ERNICA	1,3	1,5	1,8	1,6
BRACCIANO	1,3	1,6	1,8	1,7
BROCCOSTELLA	1,2	1,4	1,6	1,4
CALCATA	1,3	1,6	1,9	1,7
CAMERATA NUOVA	1,3	1,6	1,8	1,6
CAMPAGNANO DI ROMA	1,3	1,6	1,8	1,7
CAMPODIMELE	1,2	1,5	1,7	1,6
CAMPOLI APPENNINO	1,2	1,4	1,5	1,4
CANALE MONTERANO	1,3	1,6	1,9	1,7
CANEPINA	1,3	1,7	1,9	1,7
CANINO	1,4	1,7	2,0	1,8
CANTALICE	1,3	1,5	1,7	1,5
CANTALUPO IN SABINA	1,3	1,6	1,9	1,7
CANTERANO	1,3	1,6	1,9	1,7
CAPENA	1,3	1,6	1,9	1,7
CAPODIMONTE	1,4	1,7	2,0	1,8
CAPRANICA	1,3	1,6	1,9	1,7
CAPRANICA PRENESTINA	1,3	1,6	1,9	1,7
CAPRAROLA	1,3	1,6	1,9	1,7
CARBOGNANO	1,3	1,6	1,9	1,7
CARPINETO ROMANO	1,3	1,6	1,8	1,7
CASALATTICO	1,2	1,4	1,6	1,4
CASALVIERI	1,3	1,5	1,6	1,4
CASAPE	1,3	1,6	1,9	1,7
CASAPROTA	1,3	1,6	1,9	1,7
CASPERIA	1,3	1,6	1,9	1,7
CASSINO	1,3	1,5	1,7	1,5
CASTEL DI TORA	1,3	1,6	1,8	1,6

U.A.S.	B	C	D	E
CASTEL GANDOLFO	1,4	1,7	2,0	1,8
CASTEL MADAMA	1,3	1,6	1,9	1,7
CASTEL SAN PIETRO ROMANO	1,3	1,6	1,9	1,7
CASTEL SANT'ANGELO	1,3	1,5	1,6	1,5
CASTEL SANT'ELIA	1,3	1,6	1,9	1,7
CASTELFORTE	1,2	1,5	1,7	1,5
CASTELLIRI	1,3	1,5	1,7	1,5
CASTELNUOVO DI FARFA	1,3	1,6	1,9	1,7
CASTELNUOVO DI PORTO	1,3	1,6	1,9	1,7
CASTELNUOVO PARANO	1,2	1,5	1,7	1,6
CASTIGLIONE IN TEVERINA	1,3	1,7	2,0	1,8
CASTRO DEI VOLSCI	1,3	1,6	1,8	1,7
CASTROCIELO	1,3	1,5	1,7	1,5
CAVE	1,3	1,6	1,9	1,7
CECCANO	1,3	1,6	1,9	1,7
CELLENO	1,3	1,7	2,0	1,8
CELLERE	1,4	1,7	2,0	1,8
CEPRANO	1,3	1,5	1,8	1,6
CERRETO LAZIALE	1,3	1,6	1,9	1,7
CERVARA DI ROMA	1,3	1,6	1,9	1,7
CERVARO	1,3	1,5	1,6	1,5
CERVETERI	1,3	1,6	1,8	1,7
CIAMPINO	1,4	1,7	2,0	1,8
CICILIANO	1,3	1,6	1,9	1,7
CINETO ROMANO	1,3	1,6	1,9	1,7
CISTERNA DI LATINA	1,3	1,7	1,9	1,8
CITTADUCALE	1,3	1,5	1,7	1,6
CITTAREALE	1,2	1,4	1,5	1,4
CIVITA CASTELLANA	1,3	1,6	1,9	1,7
CIVITAVECCHIA	1,3	1,6	1,9	1,7
CIVITELLA D'AGLIANO	1,3	1,7	2,0	1,8
CIVITELLA SAN PAOLO	1,3	1,7	1,9	1,7
COLFELICE	1,3	1,5	1,7	1,6
COLFELICE - Isola Amministrativa			1,8	
COLLALTO SABINO	1,3	1,6	1,8	1,6
COLLE DI TORA	1,3	1,6	1,8	1,6
COLLE SAN MAGNO	1,3	1,5	1,6	1,5
COLLEFERRO	1,3	1,6	1,9	1,7
COLLEGIOVE	1,3	1,6	1,8	1,6
COLLEPARDO	1,3	1,5	1,8	1,6
COLLEVECCHIO	1,3	1,6	1,9	1,7
COLLI SUL VELINO	1,3	1,5	1,8	1,6

U.A.S.	B	C	D	E
COLONNA	1,4	1,7	2,0	1,7
CONCERVIANO	1,3	1,5	1,8	1,6
CONFIGNI	1,3	1,6	1,9	1,7
CONTIGLIANO	1,3	1,6	1,9	1,7
CORCHIANO	1,3	1,7	1,9	1,7
CORENO AUSONIO	1,2	1,5	1,7	1,5
CORI	1,3	1,7	1,9	1,8
COTTANELLO	1,3	1,6	1,9	1,7
ESPERIA	1,2	1,5	1,7	1,5
FABRICA DI ROMA	1,3	1,6	1,9	1,7
FALERIA	1,3	1,6	1,9	1,7
FALVATERRA	1,3	1,6	1,8	1,6
FARA IN SABINA	1,3	1,6	1,9	1,7
FARNESE	1,4	1,7	2,0	1,8
FERENTINO	1,3	1,6	1,9	1,7
FIAMIGNANO	1,3	1,5	1,7	1,5
FIANO ROMANO	1,3	1,7	1,9	1,7
FILACCIANO	1,3	1,6	1,9	1,7
FILETTINO	1,3	1,5	1,8	1,6
FIUGGI	1,3	1,6	1,9	1,7
FIUMICINO	1,3	1,6	1,9	1,7
FONDI	1,2	1,5	1,7	1,5
FONTANA LIRI	1,3	1,5	1,8	1,6
FONTE NUOVA	1,3	1,7	1,9	1,8
FONTECHIARI	1,3	1,5	1,6	1,4
FORANO	1,3	1,6	1,9	1,7
FORMELLO	1,3	1,6	1,8	1,7
FORMIA	1,2	1,5	1,7	1,5
FRASCATI	1,4	1,7	2,0	1,8
FRASSO SABINO	1,3	1,6	1,9	1,7
FROSINONE	1,3	1,6	1,9	1,7
FUMONE	1,3	1,6	1,9	1,7
GAETA	1,2	1,5	1,7	1,5
GALLESE	1,3	1,7	1,9	1,7
GALLICANO NEL LAZIO	1,3	1,6	1,9	1,7
GALLINARO	1,2	1,4	1,5	1,4
GAVIGNANO	1,3	1,6	1,9	1,7
GENAZZANO	1,3	1,6	1,9	1,7
GENZANO DI ROMA	1,4	1,7	2,0	1,8
GERANO	1,3	1,6	1,9	1,7
GUIDONIA MONTECELIO	1,3	1,6	1,9	1,7
GIULIANO DI ROMA	1,3	1,6	1,8	1,7

U.A.S.	B	C	D	E
GORGA	1,3	1,6	1,8	1,7
GRADOLI	1,4	1,7	2,0	1,8
GRAFFIGNANO	1,3	1,7	2,0	1,8
GRECCIO	1,3	1,6	1,8	1,6
GROTTAFERRATA	1,4	1,7	2,0	1,7
GROTTE DI CASTRO	1,4	1,7	2,0	1,8
GUARCINO	1,3	1,5	1,8	1,6
ISCHIA DI CASTRO	1,4	1,7	2,0	1,8
ISOLA DEL LIRI	1,3	1,5	1,7	1,5
ITRI	1,2	1,5	1,7	1,5
JENNE	1,3	1,6	1,9	1,6
LABICO	1,3	1,6	1,9	1,7
LABRO	1,3	1,5	1,8	1,6
LADISPOLI	1,3	1,6	1,8	1,7
LANUVIO	1,4	1,7	2,0	1,8
LARIANO	1,4	1,7	2,0	1,8
LATERA	1,4	1,7	2,0	1,8
LATINA	1,3	1,6	1,8	1,7
LENOLA	1,2	1,5	1,7	1,6
LEONESSA	1,3	1,5	1,6	1,4
LICENZA	1,3	1,6	1,9	1,7
LONGONE SABINO	1,3	1,5	1,8	1,6
LUBRIANO	1,3	1,7	2,0	1,8
MAENZA	1,3	1,6	1,8	1,6
MAGLIANO ROMANO	1,3	1,6	1,8	1,7
MAGLIANO SABINA	1,3	1,6	1,9	1,7
MANDELA	1,3	1,6	1,9	1,7
MANZIANA	1,3	1,6	1,9	1,7
MARANO EQUO	1,3	1,6	1,9	1,7
MARCELLINA	1,3	1,6	1,9	1,7
MARCETELLI	1,3	1,5	1,8	1,6
MARINO	1,4	1,7	2,0	1,8
MARTA	1,4	1,7	2,0	1,8
MAZZANO ROMANO	1,3	1,6	1,8	1,7
MENTANA	1,3	1,7	1,9	1,7
MICIGLIANO	1,2	1,4	1,6	1,4
MINTURNO	1,2	1,5	1,7	1,5
MOMPEO	1,3	1,6	1,9	1,7
MONTALTO DI CASTRO	1,3	1,7	1,9	1,8
MONTASOLA	1,3	1,6	1,9	1,7
MONTE COMPATRI	1,4	1,7	2,0	1,7
MONTE PORZIO CATONE	1,4	1,7	2,0	1,7

U.A.S.	B	C	D	E
MONTE ROMANO	1,4	1,7	2,0	1,8
MONTE SAN BIAGIO	1,2	1,5	1,7	1,5
MONTE SAN GIOVANNI CAMPANO	1,3	1,5	1,7	1,6
MONTE SAN GIOVANNI IN SABINA	1,3	1,6	1,9	1,7
MONTEBUONO	1,3	1,6	1,9	1,7
MONTEFIASCONE	1,3	1,7	2,0	1,8
MONTEFLAVIO	1,3	1,6	1,9	1,7
MONTELANICO	1,3	1,6	1,9	1,7
MONTELEONE SABINO	1,3	1,6	1,9	1,7
MONTELIBRETTI	1,3	1,6	1,9	1,7
MONTENERO SABINO	1,3	1,6	1,9	1,7
MONTEROSI	1,3	1,6	1,8	1,7
MONTEROTONDO	1,3	1,6	1,9	1,7
MONTOPOLI DI SABINA	1,3	1,6	1,9	1,7
MONTORIO ROMANO	1,3	1,6	1,9	1,7
MORICONE	1,3	1,6	1,9	1,7
MORLUPO	1,3	1,6	1,9	1,7
MOROLO	1,3	1,6	1,9	1,7
MORRO REATINO	1,3	1,5	1,7	1,6
NAZZANO	1,3	1,6	1,9	1,7
NEMI	1,4	1,7	2,0	1,8
NEPI	1,3	1,6	1,9	1,7
NEPI - Isola Amministrativa			1,8	
NEROLA	1,3	1,6	1,9	1,7
NESPOLO	1,3	1,5	1,8	1,6
NETTUNO	1,3	1,6	1,9	1,7
NORMA	1,3	1,6	1,8	1,7
OLEVANO ROMANO	1,3	1,6	1,9	1,7
ONANO	1,4	1,7	2,0	1,8
ORIOLO ROMANO	1,3	1,6	1,9	1,7
ORTE	1,3	1,7	1,9	1,8
ORVINIO	1,3	1,6	1,9	1,7
PAGANICO SABINO	1,3	1,6	1,8	1,6
PALESTRINA	1,3	1,6	1,9	1,7
PALIANO	1,3	1,6	1,9	1,7
PALOMBARA SABINA	1,3	1,6	1,9	1,7
PASTENA	1,2	1,5	1,8	1,6
PATRICA	1,3	1,6	1,9	1,7
PERCILE	1,3	1,6	1,9	1,7
PESCOROCCHIANO	1,3	1,5	1,7	1,5
PESCOROCCHIANO - dx Salto			1,6	1,4
PESCOSOLIDO	1,2	1,4	1,6	1,4

U.A.S.	B	C	D	E
PETRELLA SALTO	1,3	1,5	1,7	1,5
PIANSANO	1,4	1,7	2,0	1,8
PICINISCO	1,2	1,4	1,5	1,4
PICO	1,2	1,5	1,7	1,6
PIEDIMONTE SAN GERMANO	1,3	1,5	1,7	1,5
PIGLIO	1,3	1,6	1,9	1,7
PIGNATARO INTERAMNA	1,2	1,5	1,8	1,6
PISONIANO	1,3	1,6	1,9	1,7
POFI	1,3	1,6	1,8	1,7
POGGIO BUSTONE	1,3	1,5	1,7	1,5
POGGIO CATINO	1,3	1,6	1,9	1,7
POGGIO MIRTETO	1,3	1,6	1,9	1,7
POGGIO MOIANO	1,3	1,6	1,9	1,7
POGGIO NATIVO	1,3	1,6	1,9	1,7
POGGIO SAN LORENZO	1,3	1,6	1,9	1,7
POLI	1,3	1,6	1,9	1,7
POMEZIA	1,4	1,7	2,1	1,9
PONTECORVO	1,2	1,5	1,8	1,6
PONTINIA	1,2	1,5	1,7	1,6
PONZA	1,3	1,6	1,8	1,7
PONZANO ROMANO	1,3	1,6	1,9	1,7
POSTA	1,2	1,4	1,5	1,4
POSTA FIBRENO	1,2	1,4	1,5	1,4
POZZAGLIA SABINA	1,3	1,6	1,8	1,6
PRIVERNO	1,2	1,5	1,8	1,6
PROCENO	1,4	1,7	2,0	1,8
PROSEDI	1,3	1,6	1,8	1,7
RIANO	1,3	1,6	1,9	1,7
RIETI	1,3	1,5	1,8	1,6
RIETI - Orientale			1,7	1,5
RIGNANO FLAMINIO	1,3	1,6	1,9	1,7
RIOFREDDO	1,3	1,6	1,9	1,7
RIPI	1,3	1,5	1,8	1,6
RIVODUTRI	1,3	1,5	1,7	1,5
ROCCA CANTERANO	1,3	1,6	1,9	1,7
ROCCA D'ARCE	1,3	1,5	1,7	1,5
ROCCA DI CAVE	1,3	1,6	1,9	1,7
ROCCA DI PAPA	1,4	1,7	2,0	1,7
ROCCA MASSIMA	1,3	1,7	1,9	1,8
ROCCA PRIORA	1,4	1,7	2,0	1,7
ROCCA SANTO STEFANO	1,3	1,6	1,9	1,7
ROCCA SINIBALDA	1,3	1,6	1,8	1,6

U.A.S.	B	C	D	E
ROCCAGIOVINE	1,3	1,6	1,9	1,7
ROCCAGORGA	1,3	1,6	1,8	1,6
ROCCANTICA	1,3	1,6	1,9	1,7
ROCCASECCA	1,3	1,5	1,7	1,5
ROCCASECCA DEI VOLSCI	1,2	1,5	1,8	1,6
ROIATE	1,3	1,6	1,9	1,7
ROMA I	1,3	1,7	1,9	1,8
ROMA II	1,3	1,7	2,0	1,8
ROMA III	1,3	1,7	2,0	1,8
ROMA IV	1,3	1,6	1,9	1,7
ROMA IX	1,4	1,7	2,0	1,8
ROMA V	1,3	1,7	2,0	1,8
ROMA VI	1,3	1,7	2,0	1,8
ROMA VII	1,3	1,7	2,0	1,8
ROMA VIII	1,4	1,7	2,0	1,8
ROMA X	1,4	1,7	2,0	1,8
ROMA XI	1,4	1,7	2,0	1,8
ROMA XII	1,4	1,7	2,1	1,8
ROMA XIII	1,3	1,6	1,9	1,7
ROMA XIX	1,3	1,6	1,9	1,7
ROMA XV	1,3	1,7	2,0	1,8
ROMA XVI	1,3	1,7	2,0	1,8
ROMA XVII	1,3	1,6	1,9	1,7
ROMA XVIII	1,3	1,6	1,9	1,7
ROMA XX	1,3	1,6	1,9	1,7
ROMA XX - Isola Amministrativa			1,8	
RONCIGLIONE	1,3	1,6	1,9	1,7
ROVIANO	1,3	1,6	1,9	1,7
SABAUDIA	1,2	1,5	1,7	1,6
SACROFANO	1,3	1,6	1,8	1,7
SALISANO	1,3	1,6	1,9	1,7
SAMBUCI	1,3	1,6	1,9	1,7
SAN BIAGIO SARACINISCO	1,2	1,4	1,5	1,4
SAN CESAREO	1,4	1,7	2,0	1,7
SAN DONATO VAL DI COMINO	1,2	1,4	1,5	1,4
SAN FELICE CIRCEO	1,2	1,5	1,7	1,5
SAN GIORGIO A LIRI	1,2	1,5	1,7	1,6
SAN GIOVANNI INCARICO	1,3	1,5	1,8	1,6
SAN GREGORIO DA SASSOLA	1,3	1,6	1,9	1,7
SAN LORENZO NUOVO	1,4	1,7	2,0	1,8
SAN POLO DEI CAVALIERI	1,3	1,6	1,9	1,7
SAN VITO ROMANO	1,3	1,6	1,9	1,7

U.A.S.	B	C	D	E
SAN VITTORE DEL LAZIO	1,3	1,5	1,6	1,5
SANTA MARINELLA	1,3	1,6	1,8	1,7
SANT'AMBROGIO SUL GARIGLIANO	1,2	1,5	1,7	1,6
SANT'ANDREA DEL GARIGLIANO	1,2	1,5	1,7	1,5
SANT'ANGELO ROMANO	1,3	1,6	1,9	1,7
SANT'APOLLINARE	1,2	1,5	1,7	1,6
SANT'ELIA FIUMERAPIDO	1,2	1,4	1,6	1,4
SANTI COSMA E DAMIANO	1,2	1,5	1,7	1,5
SANTOPADRE	1,3	1,5	1,6	1,5
SANT'ORESTE	1,3	1,7	1,9	1,7
SARACINESCO	1,3	1,6	1,9	1,7
SCANDRIGLIA	1,3	1,6	1,9	1,7
SEGNI	1,3	1,6	1,9	1,7
SELCI	1,3	1,6	1,9	1,7
SERMONETA	1,3	1,6	1,8	1,7
SERRONE	1,3	1,6	1,9	1,7
SETTEFRATI	1,2	1,4	1,5	1,4
SEZZE	1,2	1,5	1,8	1,6
SGURGOLA	1,3	1,6	1,9	1,7
SONNINO	1,2	1,5	1,7	1,6
SORA	1,3	1,5	1,6	1,5
SORIANO NEL CIMINO	1,3	1,7	1,9	1,7
SPERLONGA	1,2	1,5	1,7	1,5
SPIGNO SATURNIA	1,2	1,5	1,7	1,5
STIMIGLIANO	1,3	1,6	1,9	1,7
STRANGOLAGALLI	1,3	1,5	1,8	1,6
SUBIACO	1,3	1,6	1,9	1,7
SUPINO	1,3	1,6	1,9	1,7
SUTRI	1,3	1,6	1,9	1,7
TARANO	1,3	1,6	1,9	1,7
TARQUINIA	1,3	1,7	1,9	1,8
TERELLE	1,3	1,4	1,6	1,4
TERRACINA	1,2	1,5	1,7	1,5
TESSENNANO	1,4	1,7	2,0	1,8
TIVOLI	1,3	1,6	1,9	1,7
TOFFIA	1,3	1,6	1,9	1,7
TOLFA	1,3	1,7	1,9	1,8
TORRE CAJETANI	1,3	1,6	1,9	1,6
TORRI IN SABINA	1,3	1,6	1,9	1,7
TORRICE	1,3	1,6	1,8	1,6
TORRICELLA IN SABINA	1,3	1,6	1,9	1,6
TORRITA TIBERINA	1,3	1,6	1,9	1,7

U.A.S.	B	C	D	E
TREVI NEL LAZIO	1,3	1,6	1,8	1,6
TREVIGNANO ROMANO	1,3	1,6	1,8	1,7
TRIVIGLIANO	1,3	1,6	1,9	1,7
TURANIA	1,3	1,6	1,8	1,6
TUSCANIA	1,4	1,7	2,0	1,8
VACONE	1,3	1,6	1,9	1,7
VALENTANO	1,4	1,7	2,0	1,8
VALLECORSIA	1,2	1,5	1,8	1,6
VALLEMAIO	1,2	1,5	1,7	1,5
VALLEPIETRA	1,3	1,5	1,8	1,6
VALLERANO	1,3	1,7	1,9	1,7
VALLEROTONDA	1,2	1,4	1,6	1,4
VALLINFREDA	1,3	1,6	1,9	1,6
VALMONTONE	1,3	1,6	2,0	1,7
VARCO SABINO	1,3	1,5	1,8	1,6
VASANELLO	1,3	1,7	1,9	1,7
VEJANO	1,3	1,7	1,9	1,7
VEJANO - Isola Amministrativa				1,8
VELLETRI	1,4	1,7	2,0	1,8
VENTOTENE	1,2	1,5	1,7	1,5
VEROLI	1,3	1,5	1,8	1,6
VETRALLA	1,3	1,7	2,0	1,8
VICALVI	1,2	1,4	1,5	1,4
VICO NEL LAZIO	1,3	1,5	1,8	1,6
VICOVARO	1,3	1,6	1,9	1,7
VIGNANELLO	1,3	1,7	1,9	1,7
VILLA LATINA	1,2	1,4	1,5	1,4
VILLA SAN GIOVANNI IN TUSCIA	1,3	1,7	2,0	1,8
VILLA SANTA LUCIA	1,3	1,5	1,7	1,5
VILLA SANTO STEFANO	1,3	1,6	1,8	1,7
VITERBO	1,3	1,7	2,0	1,8
VITICUSO	1,2	1,4	1,5	1,4
VITORCHIANO	1,3	1,7	2,0	1,8
VIVARO ROMANO	1,3	1,6	1,9	1,6
ZAGAROLO	1,3	1,6	1,9	1,7