



**COMUNE DI BORGO A MOZZANO**  
Provincia di Lucca

## **REGOLAMENTO URBANISTICO**

### **PROSPEZIONI SISMICHE A RIFRAZIONE CON ONDE P E SH**

CATEGORIE DEI SUOLI DI FONDAZIONE AI SENSI DEL D.M.  
14/09/05 NELLE LOCALITA SOCCIGLIA, TEMPAGNANO  
DOMAZZANO, CUNE, PIANELLO, ONETA, CORSAGNA,  
CERRETO, PASTINO

RELAZIONE ESPLICATIVA

giugno 2008

**Sommario :**

1. Premessa	pag. 3
2. Metodologia di indagine	“ 4
2.1. Generalità	“ 4
2.2. Aree indagate	“ 7
2.3. Categorie di suolo di fondazione	“ 8

## **I. PREMESSA**

La presente relazione illustra i risultati ottenuti a seguito delle prospezioni sismiche a rifrazione con onde P e SH effettuate nelle località di Socciglia, Tempagnano, Domazzano, Cune, Pianello, Oneta, Corsagna, Cerreto, Pastino (più specificatamente, nelle aree individuate come aree di nuova edificazione nel R.U.) finalizzate alla definizione delle categorie di suolo di fondazione così come indicato dal D.M. 14/09/05.

## **2. METODOLOGIA DI INDAGINE**

### **2.1. Generalità sulla classificazione sismica del territorio comunale**

Con la Delibera della G.R.T. n. 431 del 19/06/06, il territorio del comune di Borgo a Mozzano è stato inserito in “zona 2” come zona sismica di riferimento, caratterizzata da un valore della massima accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico  $a_g/g = 0,25$  ( con  $g$  = accelerazione di gravità), così come indicato dal D.M. 14/09/05.

Ciò premesso, la normativa sismica vigente evidenzia, per il calcolo delle azioni sismiche di progetto e la valutazione dell’amplificazione del moto sismico, come i diversi profili stratigrafici del sottosuolo, in base alle loro caratteristiche di spessore e di rigidità sismica (prodotto della densità per la velocità delle onde sismiche trasversali), possono amplificare il moto sismico in superficie rispetto a quello indotto alla loro base: il fattore moltiplicativo delle azioni sismiche orizzontali di progetto dipende cioè dalla natura, dallo spessore e soprattutto dalla velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_{sh}$  all’interno delle coperture.

I valori dei parametri che definiscono la forma dello spettro di risposta al sito dovrebbero derivare da accurate indagini di risposta sismica locale: in mancanza di tali studi nelle *Norme tecniche per le costruzioni* si definiscono per questo aspetto cinque (A, B, C, D, E) più due (S1, S2) *categorie di suolo di fondazione* a diversa rigidità sismica, caratterizzate da velocità  $V_{s30}$  (definito come il valore medio della velocità di propagazione delle onde sismiche trasversali o di taglio nei primi 30 metri sotto la base della fondazione) decrescenti e quindi da effetti amplificativi crescenti:

**A) Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi**

caratterizzati da valori di  $V_{s30}$  superiori a 800 m/sec, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.

**B) Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o argille molto consistenti**, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec (ovvero resistenza penetrometrica  $N_{spt} > 50$ , o coesione non drenata  $c_u > 250$  kPa).

**C) Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza**, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 180 m/sec e 360 m/sec ( $15 < N_{spt} < 50$ ,  $70 < c_u < 250$  kPa).

D) **Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti**, caratterizzati da valori di  $V_{s30} < 180$  m/sec ( $N_{spt} < 15$ ,  $c_u < 70$  kPa).

E) **Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali** caratterizzati da valori di  $V_{s30}$  simili a quelli dei tipi C e D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su un substrato di materiale più rigido con  $V_{s30} > 800$  m/sec.

In aggiunta a queste due categorie, per le quali le norme definiscono le azioni sismiche da considerare nella progettazione, se ne definiscono altre due, per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare:

S1 – Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ( $I_p > 40$ ) e contenuto d'acqua, caratterizzati da valori di  $V_{s30} < 100$  m/sec.

S2 – Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

Nelle classificazioni precedenti  $V_{s30}$  è la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1-N} \frac{h_i}{V_i}}$$

E' tuttavia importante sottolineare notare che le suddette valutazioni delle possibilità amplificative sono di tipo monodimensionale e non tengono conto delle caratteristiche morfologiche dei siti, (valli strette, versanti acclivi, creste, cucuzzoli etc.) che possono invece indurre importanti effetti amplificativi, soprattutto a causa dei fenomeni di focalizzazione delle onde sismiche.

I valori dei parametri caratteristici dello spettro di risposta elastico per il calcolo delle azioni sismiche orizzontali secondo le *Norme tecniche per le costruzioni* sono quelli di seguito indicati:

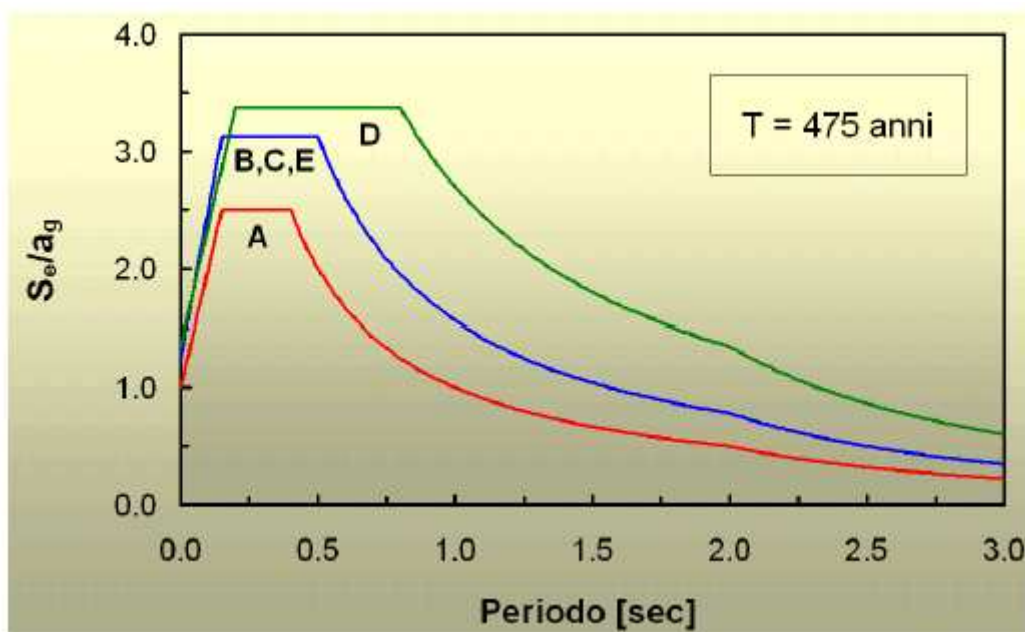
Categoria di suolo di fondazione	S	TB	TC	TD
A	1,0	0,15	0,40	2,0
B, C, E	1,25	0,15	0,50	2,0
D	1,35	0,20	0,80	2,0

Per la componente verticale, i parametri dello spettro elastico di risposta vengono riassunti nella seguente tabella:

Categoria di suolo di fondazione	S	TB	TC	TD
A, B, C, D, E	1,0	0,05	0,15	1,0

dove S è il fattore amplificativo e TB, TC e TD sono i tempi (durate) relativi ai vari tratti dello spettro di risposta corrispondente a ciascuna categoria di profilo stratigrafico.

Dal diagramma sotto riportato e dall'esame dagli spettri di risposta si desume che per la categoria tipo A non si ha alcuna amplificazione del moto sismico rispetto allo scuotimento di base ( $s_a/a_g = 1$ ); per le categorie B, C ed E si ha un'amplificazione media, mentre quella tipo D (e ancor più per le categorie tipo S1 ed S2 che non appaiono né in tabella né tra gli spettri) si ha un'amplificazione ancora maggiore.



In sintesi, emerge che in situazioni tipo A sono maggiormente sollecitati dal moto sismico gli edifici fino a 4 piani di altezza; in situazioni tipo B,C,E sono quelli fino a 5÷6 piani,

mentre in situazioni tipo D sono gli edifici con periodo proprio più lungo (fino a 0.8 sec, cioè fino a 8 piani) a subire il maggiore incremento di accelerazione.

Per l'individuazione del profilo stratigrafico del suolo di fondazione è quindi necessario misurare la velocità Vs30, cosa che può essere ottenuta sia con prospezioni sismiche a rifrazione con onde P e onde Sh, sia con prospezioni sismiche in foro tipo downhole o crosshole, sia infine, indirettamente dal numero di colpi della prova SPT in fori di sondaggio. Quest'ultima metodologia è comunque fortemente sconsigliata, anche dal Servizio sismico della Regione Toscana, in quanto i valori di correlazione Nspt/Vs sono alquanto dispersi.

Per la misura delle velocità Vs30 e la definizione delle categorie di profilo stratigrafico del territorio comunale si è utilizzata la metodologia sperimentata e adottata nell'ambito del Programma V.E.L. (Valutazione Effetti Locali) della Regione Toscana in Garfagnana, Lunigiana e Valtiberina, basata su misure sistematiche degli spessori delle coperture e delle velocità delle onde sismiche trasversali con sismica a rifrazione con onde di taglio SH e prove downhole, rigidamente codificate da specifici capitolati.

La lunghezza della linea per ottenere informazioni certe su uno spessore di 30 m è dell'ordine di 120 m.

Sono state pertanto eseguite un certo numero di prospezioni distribuite sul territorio comunale in modo da avere una copertura sufficientemente estesa in relazione anche alle previsioni urbanistiche.

In base alle velocità Vs30 rilevate i vari siti indagati sono stati classificati in una delle 5 tipologie previste dalle *Norme tecniche per le costruzioni*.

## **2.2. Aree indagate**

In alcune delle aree individuate dal R.U. come aree edificabili di nuova previsione sono state effettuate prospezioni sismiche a rifrazione con onde P e SH effettuate dalla Geoprove di Paolo Sani, Pietro Barsanti & C. s.a.s..

La metodologia adottata per l'esecuzione delle indagini e l'elaborazione dei risultati ottenuti vengono dettagliatamente illustrati nello specifico rapporto allegato al R.U. comunale.

Complessivamente, sono state indagate 10 aree di nuova previsione secondo le motivazioni qui di seguito riportate:

<b>Area n°</b>	<b>Località</b>	<b>Motivazione</b>
<b>1</b>	Socciglia	Previsione Urbanistica: A – artigianale di nuova previsione
<b>2</b>	Tempagnano	Previsione Urbanistica: R1- completamento edilizio
<b>3</b>	Tempagnano	Previsione Urbanistica: Attrezzature e servizi di nuova previsione
<b>4</b>	Domazzano	Previsione Urbanistica: ER1 – nuova edificazione residenziale
<b>5</b>	Cune	Previsione Urbanistica: ER1 – nuova edificazione residenziale
<b>6</b>	Pianello	Previsione Urbanistica: Ie – industriali esistenti
<b>7</b>	Oneta	Previsione Urbanistica: R1- completamento edilizio
<b>8</b>	Corsagna-Fabbriche	Previsione Urbanistica: A – artigianale di nuova previsione
<b>9</b>	Cerreto	Previsione Urbanistica: R1- completamento edilizio
<b>10</b>	Pastino	Previsione Urbanistica: In – industriali di nuova previsione

### **2.3. Categorie di suolo di fondazione**

Nelle località oggetto delle indagini sono stati ricostruiti i seguenti profili stratigrafici:

#### ***Località Socciglia: sezione ST1 linee 0706151(onde P) e 0706152 (onde SH)***

- dalla superficie fino a profondità di 1.5÷4.5 m (onde P)/0.7÷4 m (onde SH) si incontra un primo strato con velocità  $V_p = 380\div430$  m/sec e velocità  $V_s = 240\div290$  m/sec, correlabile con il terreno agrario e con depositi di conoide alluvionale (*c*) da poco a mediamente addensati;

- segue un secondo strato caratterizzato da velocità  $V_p = 630\div730$  m/sec e da  $V_s = 365\div370$  m/sec, riferibili a depositi di conoide alluvionale (*c*) e a depositi alluvionali recenti (*all*) e/o terrazzati (*ct*) da mediamente addensati ad addensati. La base dello strato si incontra a profondità di 15.5÷19 m secondo le onde P, e di 7.5÷15 m secondo le onde SH;



- segue un terzo strato caratterizzato da  $V_p = 2285 \div 2415 \text{ m/sec}$  e da  $V_s = 435 \div 505 \text{ m/sec}$ , riferibili a depositi di conoide alluvionale (*c*) e a depositi alluvionali recenti (*allI*) e/o terrazzati (*ct*) addensati/molto addensati e/o al bedrock completamente alterato. La base di questo strato si incontra a profondità dell'ordine di  $27.5 \div 37.5 \text{ m}$  secondo le onde P e a profondità di  $19 \div 27.5 \text{ m}$ , secondo le onde SH;
- segue un quarto ed ultimo strato caratterizzato da  $V_p = 3405 \div 3460 \text{ m/sec}$  e da  $V_s = 795 \div 810 \text{ m/sec}$ , riferibili ad arenarie con intercalazioni di siltiti e argilliti ("Macigno" -*mg*), da mediamente a poco fratturate.

Non è stato rilevato un quarto rifratore più veloce (e quindi un quinto strato) entro i primi  $30 \div 40 \text{ m}$  di profondità, che è all'incirca la massima indagata dalle linee sismiche di  $120 \text{ m}$ .

**Località Tempagnano: sezione ST2: linee 0706201(onde P) e 0706202 (onde SH)**

- dalla superficie fino a profondità di  $1.2 \div 3.2 \text{ m}$  (onde P)/ $1.3 \div 7.5 \text{ m}$  (onde SH) si incontra un primo strato con velocità  $V_p = 440 \div 710 \text{ m/sec}$  e velocità  $V_s = 265 \div 355 \text{ m/sec}$ , correlabile con una copertura detritica sabbioso-limoso-argillosa e/o con depositi alluvionali recenti (*allI*) mediamente addensati;
- segue un secondo strato caratterizzato da velocità  $V_p = 1360 \div 1660 \text{ m/sec}$  e da  $V_s = 335 \div 430 \text{ m/sec}$ , riferibili a depositi alluvionali recenti (*allI*) molto addensati saturi e/o al bedrock completamente alterato. La base dello strato si incontra a profondità di  $4.5 \div 19.5 \text{ m}$ , secondo le onde P e di  $4.3 \div 21.5 \text{ m}$  secondo le onde SH;
- segue un terzo ed ultimo strato caratterizzato da  $V_p = 3210 \div 3250 \text{ m/sec}$  e da  $V_s = 970 \div 1220 \text{ m/sec}$ , riferibili ad arenarie con intercalazioni di siltiti e argilliti ("Macigno"- *mg*) e/o a calcari grigio scuri con liste e noduli di selce nera (*Calcari selciferi superiori - cs2*), da mediamente a poco fratturati, messi a contatto da una faglia presunta.

Non è stato rilevato un terzo rifratore più veloce (e quindi un quarto strato) entro i primi  $30 \div 40 \text{ m}$  di profondità, che è all'incirca la massima indagata dalle linee sismiche di  $120 \text{ m}$ .

**Località Tempagnano: sezione ST7: linee 0707263(onde P) e 0707264 (onde SH)**

- dalla superficie fino a profondità di 2.8÷6 m (onde P)/3.5÷5.5 m (onde SH) si incontra un primo strato con velocità  $V_p = 640\div750$  m/sec e velocità  $V_s = 400\div435$  m/sec, correlabile con la massicciata stradale e con la copertura detritica sabbioso-limoso- argillosa addensata;

- segue un secondo strato caratterizzato da velocità  $V_p = 1435\div1740$  m/sec e da  $V_s = 620\div810$  m/sec, riferibili a marne e calcari marnosi (*Marne a Posidonomya - mp*) da completamente a molto alterati e/o ad una copertura detritica sabbioso-limoso-argillosa con litici, da molto addensata a cementata. La base dello strato si incontra a profondità di 9÷15.5 m, secondo le onde P e di 10÷13 m secondo le onde SH;

- segue un terzo ed ultimo strato caratterizzato da  $V_p = 3465\div3580$  m/sec e da  $V_s = 1480\div1530$  m/sec, riferibili a calcari con liste e noduli di selce chiara (*Calcari selciferi inferiori - csI*) ?, da poco fratturati a sani.

Non è stato rilevato un terzo rifratore più veloce (e quindi un quarto strato) entro i primi 30÷40 m di profondità, che è all'incirca la massima indagata dalle linee sismiche di 120 m.

**Località Domazzano: sezione ST3: linee 0706211(onde P) e 0706212 (onde SH)**

- dalla superficie fino a profondità di 1.5÷3.5 m si incontra un primo strato con velocità  $V_p = 365\div625$  m/sec e velocità  $V_s = 210\div300$  m/sec, correlabile con il terreno agrario ed una copertura detritica sabbioso-limoso-argillosa da poco a mediamente addensata;

- segue un secondo strato caratterizzato da velocità  $V_p = 1780\div2045$  m/sec e da  $V_s = 350\div400$  m/sec, riferibili ad una copertura detritica sabbioso-limoso-argillosa con litici mediamente addensata/addensata, sotto falda. La base dello strato si incontra a profondità di 9.5÷16 m secondo le onde P, e di 10÷18 m secondo le onde SH;

- segue un terzo strato caratterizzato da  $V_p = 2490\div2585$  m/sec e da  $V_s = 605\div685$  m/sec, riferibili al bedrock completamente alterato e/o alla copertura detritica sabbioso-limoso-argillosa con litici, molto addensata. La base di questo strato, raggiunta solo dalle onde SH, si incontra a profondità dell'ordine di 26.5÷31.5 m;

- segue un quarto ed ultimo strato, individuato solo dalle onde SH, caratterizzato da  $V_s = 1055 \div 1105 \text{ m/sec}$ , riferibili a calcari e calcari marnosi con intercalazioni di marne e argilliti (“*Flysch ad Elmintoidi*”- **fh**), da mediamente a poco fratturati.

Non è stato rilevato un quarto rifratore più veloce (e quindi un quinto strato) entro i primi 30÷40 m di profondità, che è all’incirca la massima indagata dalle linee sismiche di 120 m.

**Località Cune: sezione ST4: linee 0706251(onde P) e 0706252 (onde SH)**

- dalla superficie fino a profondità di 6÷6.5 m si incontra un primo strato con velocità  $V_p = 445 \div 520 \text{ m/sec}$  e velocità  $V_s = 255 \div 345 \text{ m/sec}$ , correlabile con il terreno agrario e con una copertura detritica sabbioso-limoso-argillosa con litici, da poco a mediamente addensata;

- segue un secondo strato caratterizzato da velocità  $V_p = 1020 \div 1230 \text{ m/sec}$  e da  $V_s = 595 \text{ m/sec}$ , riferibili ad una copertura detritica sabbioso-limoso-argillosa con litici, molto addensata e/o al bedrock completamente alterato. La base dello strato si incontra a profondità di 9.2÷22 m, secondo le onde P e di 11.5÷23.5 m secondo le onde SH;

- segue un terzo ed ultimo strato caratterizzato da  $V_p = 2750 \div 2765 \text{ m/sec}$  e da  $V_s = 1260 \div 1380 \text{ m/sec}$ , riferibili ad arenarie con intercalazioni di siltiti e argilliti (“*Macigno*” - **mg**), poco fratturate.

Non è stato rilevato un terzo rifratore più veloce (e quindi un quarto strato) entro i primi 30÷40 m di profondità, che è all’incirca la massima indagata dalle linee sismiche di 120 m.

**Località Pianello: sezione ST5: linee 0707091(onde P) e 0707092 (onde SH)**

- dalla superficie fino a profondità di 4÷5.5 m (onde P)/2.3÷6 m (onde SH) si incontra un primo strato con velocità  $V_p = 420 \div 505 \text{ m/sec}$  e velocità  $V_s = 210 \div 290 \text{ m/sec}$ , correlabile con il terreno agrario, con una copertura detritica sabbioso-limosa e con depositi alluvionali (**allI**) da poco a mediamente addensati;

- segue un secondo strato caratterizzato da velocità  $V_p = 2235 \div 2510 \text{ m/sec}$  e da  $V_s = 505 \div 605 \text{ m/sec}$ , riferibili a depositi alluvionali (**allI**) molto addensati, sotto falda e/o al bedrock completamente alterato. La base dello strato si incontra a profondità di  $11.5 \div 17 \text{ m}$ , secondo le onde P e di  $12.5 \div 18 \text{ m}$  secondo le onde SH;

- segue un terzo ed ultimo strato caratterizzato da  $V_p = 4040 \div 4830 \text{ m/sec}$  e da  $V_s = 2100 \div 2270 \text{ m/sec}$ , riferibili a calcari grigio scuri con liste e noduli di selce nera (*Calcari selciferi superiori - cs2*), sani.

Non è stato rilevato un terzo rifratore più veloce (e quindi un quarto strato) entro i primi  $30 \div 40 \text{ m}$  di profondità, che è all'incirca la massima indagata dalle linee sismiche di  $120 \text{ m}$ .

**Località Oneta: sezione ST6: linee 0707261(onde P) e 0707262 (onde SH)**

- dalla superficie fino a profondità di  $1.2 \div 3.5 \text{ m}$  (onde P)/  $1 \div 2.5 \text{ m}$  (onde SH) si incontra un primo strato con velocità  $V_p = 465 \div 620 \text{ m/sec}$  e velocità  $V_s = 290 \div 310 \text{ m/sec}$ , correlabile con la massicciata stradale e con una copertura detritica sabbioso-limoso- argillosa con litici, mediamente addensata;

- segue un secondo strato caratterizzato da velocità  $V_p = 780 \div 840 \text{ m/sec}$  e da  $V_s = 360 \div 440 \text{ m/sec}$ , riferibili ad una copertura detritica sabbioso-limoso-argillosa con litici, addensata. La base dello strato si incontra a profondità dell'ordine di  $6.7 \div 12 \text{ m}$  sia secondo le onde P sia secondo le onde SH;

- segue un terzo strato caratterizzato da  $V_p = 1415 \div 2050 \text{ m/sec}$  e da  $V_s = 520 \div 690 \text{ m/sec}$ , riferibili ad una copertura detritica sabbioso-limoso-argillosa con litici, molto addensata e/o al bedrock completamente alterato. La base di questo strato si incontra a profondità dell'ordine di  $22.5 \div 31 \text{ m}$ , secondo le onde P e a profondità di  $25.5 \div 27 \text{ m}$ , secondo le onde SH;

- segue un quarto ed ultimo strato caratterizzato da  $V_p = 4165 \div 4515 \text{ m/sec}$  e da  $V_s = 1405 \div 1420 \text{ m/sec}$ , riferibili ad arenarie con intercalazioni di siltiti e argilliti ("*Macigno*" - **mg**), sane.

Non è stato rilevato un quarto rifratore più veloce (e quindi un quinto strato) entro i primi  $30 \div 40 \text{ m}$  di profondità, che è all'incirca la massima indagata dalle linee sismiche di  $120 \text{ m}$ .

**Località Corsagna: sezione ST8: linee 0707301(onde P) e 0707302 (onde SH)**

- dalla superficie fino a profondità 2.5÷3.5 m (onde P)/ 2.3÷4.5 m (onde SH) si incontra un primo strato con velocità  $V_p = 670\div 800$  m/sec e velocità  $V_s = 350\div 470$  m/sec, correlabile con il terreno agrario e con depositi alluvionali (**all**) e/o conoidali (**c**) mediamente addensati/addensati;

- segue un secondo strato caratterizzato da velocità  $V_p = 1920\div 2050$  m/sec e da  $V_s = 750\div 760$  m/sec, riferibili a depositi alluvionali (**all**) e/o conoidali (**c**) molto addensati/cementati e/o bedrock completamente alterato. La base dello strato si incontra a profondità di 6.2÷16 m, secondo le onde P e di 7.5÷22 m secondo le onde SH;

- segue un terzo ed ultimo strato caratterizzato da  $V_p = 2580\div 2780$  m/sec e da  $V_s = 1100\div 1130$  m/sec, riferibili ad arenarie con intercalazioni di siltiti e argilliti (“Macigno” - **mg**), da mediamente a poco fratturate.

Non è stato rilevato un terzo rifrattore più veloce (e quindi un quarto strato) entro i primi 30÷40 m di profondità, che è all’incirca la massima indagata dalle linee sismiche di 120 m.

**Località Cerreto: sezione ST9: linee 0708031(onde P) e 0708031 (onde SH)**

- dalla superficie fino a profondità di 2.5÷5.7 m (onde P)/ 1.5÷3 m (onde SH) si incontra un primo strato con velocità  $V_p = 635\div 960$  m/sec e velocità  $V_s = 335\div 445$  m/sec, correlabile con il terreno agrario e con la copertura detritica sabbioso-limoso-argillosa con litici, da mediamente addensata ad addensata;

- segue un secondo strato caratterizzato da velocità  $V_p = 1985\div 2090$  m/sec e da  $V_s = 650\div 745$  m/sec, riferibili ad una copertura detritica limoso-argillosa con litici molto addensata e/o a conglomerati a prevalenti elementi di arenaria “macigno” (**ct/mg**) e/o al bedrock completamente alterato. La base dello strato si incontra a profondità di 4÷13 m, secondo le onde P e di 5÷9.5 m secondo le onde SH;

- segue un terzo ed ultimo strato caratterizzato da  $V_p = 2590\div 2860$  m/sec e da  $V_s = 1180\div 1240$  m/sec, riferibili ad arenarie con intercalazioni di siltiti e argilliti (“Macigno” - **mg**), da mediamente a poco fratturate.

Non è stato rilevato un terzo rifratore più veloce (e quindi un quarto strato) entro i primi 30÷40 m di profondità, che è all'incirca la massima indagata dalle linee sismiche di 120 m.

**Località Pastino: sezione ST10: linee 0708041(onde P) e 0708042 (onde SH)**

- dalla superficie fino a profondità di 4÷9 m (onde P)/ 8.5÷11.5 m (onde SH) si incontra un primo strato con velocità  $V_p = 365\div 410$  m/sec e velocità  $V_s = 280\div 330$  m/sec, correlabile con il terreno agrario, con depositi di conoide di deiezione (**c**) e/o alluvionali (**all**) mediamente addensati;

- segue un secondo strato caratterizzato da velocità  $V_p = 760\div 955$  m/sec e da  $V_s = 600\div 740$  m/sec, riferibili a depositi di conoide di deiezione (**c**) e/o alluvionali (**all**) molto addensati/cementati e/o a marne e calcari marnosi (*Marne a Posidomya - mp*) completamente alterati. La base dello strato si incontra a profondità di 15÷22 m, secondo le onde P e di 11.5÷28 m secondo le onde SH;

- segue un terzo ed ultimo strato caratterizzato da  $V_p = 3410\div 3430$  m/sec e da  $V_s = 1150\div 1270$  m/sec, riferibili a calcari con liste e noduli di selce chiara (*Calcari selciferi inferiori-cs1*) ?, da mediamente a poco fratturati.

Non è stato rilevato un terzo rifratore più veloce (e quindi un quarto strato) entro i primi 30÷40 m di profondità, che è all'incirca la massima indagata dalle linee sismiche di 120 m.

Il calcolo della  $V_{s30}$  per la definizione dei profili come definiti nello schema che segue è stato effettuato secondo la relazione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1-N} \frac{h_i}{V_i}}$$

Area n°	Categoria suolo di fondazione	Caratteristiche del profilo
1	E	<i>Profilo costituito da strati superficiali alluvionali</i> , con valori di $V_{s30}$ simili a quelli dei tipi C e D e spessore compreso tra 5 e 20 metri, giacenti su un substrato di materiale più rigido con $V_{s30} > 800$ metri/sec
2 linea ST2	E	<i>Profilo costituito da strati superficiali alluvionali</i> , con valori di $V_{s30}$ simili a quelli dei tipi C e D e spessore compreso tra 5 e 20 metri, giacenti su un substrato di materiale più rigido con $V_{s30} > 800$ metri/sec
2 Linea ST7	A	<i>Profilo costituito da formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi</i> , caratterizzati da valori di $V_{s30}$ superiori a 800 m/sec, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 metri.
3	E	<i>Profilo costituito da strati superficiali</i> , con valori di $V_{s30}$ simili a quelli dei tipi C e D e spessore compreso tra 5 e 20 metri, giacenti su un substrato di materiale più rigido con $V_{s30} > 800$ metri/sec
4	E	<i>Profilo costituito da strati superficiali</i> , con valori di $V_{s30}$ simili a quelli dei tipi C e D e spessore compreso tra 5 e 20 metri, giacenti su un substrato di materiale più rigido con $V_{s30} > 800$ metri/sec
5	E	<i>Profilo costituito da strati superficiali alluvionali</i> , con valori di $V_{s30}$ simili a quelli dei tipi C e D e spessore compreso tra 5 e 20 metri, giacenti su un substrato di materiale più rigido con $V_{s30} > 800$ metri/sec
6	E	<i>Profilo costituito da strati superficiali</i> , con valori di $V_{s30}$ simili a quelli dei tipi C e D e spessore compreso tra 5 e 20 metri, giacenti su un substrato di materiale più rigido con $V_{s30} > 800$ metri/sec
7	E	<i>Profilo costituito da strati superficiali alluvionali</i> , con valori di $V_{s30}$ simili a quelli dei tipi C e D e spessore compreso tra 5 e 20 metri, giacenti su un substrato di materiale più rigido con $V_{s30} > 800$ metri/sec
8	A	<i>Profilo costituito da formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi</i> , caratterizzati da valori di $V_{s30}$ superiori a 800 m/sec, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 metri.
9	E	<i>Profilo costituito da strati superficiali alluvionali</i> , con valori di $V_{s30}$ simili a quelli dei tipi C e D e spessore compreso tra 5 e 20 metri, giacenti su un substrato di materiale più rigido con $V_{s30} > 800$ metri/sec

Borgo a Mozzano (Lucca), giugno 2008

Dott. Geol. Eugenio Del Grande