

**Dr. Geol. STEFANO CASTAGNETTI**

**GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE**

**STUDIO A CARATTERE DI PROTEZIONE CIVILE**

via Argini Sud, 24 - 43030 BASILICANOVA PR

tel. e fax 0521.681244 - 338.8740794

e-mail: studio@stefacasta.it

**PROVINCIA DI PARMA**

comune di **TRAVERSETOLO**



**PSC**

**PIANO STRUTTURALE COMUNALE**  
ai sensi della L.R. 20/2000

## **ANALISI DEL RISCHIO SISMICO**

### **Secondo livello di approfondimento**

Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, c.1, della L.R. 20/2000 per "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica", approvato con Delibera dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna n° 112 del 2 maggio 2007

## **RELAZIONE ILLUSTRATIVA**

il tecnico incaricato:

*Dott. Geol. Stefano Castagnetti*

con la collaborazione di:

*Dott. Geol. Marco Baldi*



**23 Aprile 2009**

# INDICE

|   |    |
|---|----|
| 1. INTRODUZIONE.....                      | 1  |
| 2. AMBITI DI TRASFORMAZIONE MAMIANO ..... | 6  |
| 3. AMBITO DI TRASFORMAZIONE BANNONE.....  | 12 |
| 4. AMBITO DI TRASFORMAZIONE BOCETI.....   | 17 |
| 5. AMBITO DI TRASFORMAZIONE MONZATO ..... | 22 |
| 6. AMBITO DI TRASFORMAZIONE MAZZOLA ..... | 28 |
| 7. AMBITO DI TRASFORMAZIONE VIGNALE ..... | 33 |

## 1. INTRODUZIONE

Su incarico del Comune di Traversetolo sono state eseguite le analisi del rischio sismico, ai fini della valutazione della Risposta Sismica Locale e la Microzonazione Sismica del territorio indagato a supporto della formazione del Piano Strutturale Comunale.

Tale lavoro si pone in diretta continuità con le attività connesse alle analisi di carattere geologico condotte in sede di predisposizione del Quadro Conoscitivo da parte della Società incaricata, CAIRE Urbanistica s.c., e nel cui ambito è stata elaborata la Carta Comunale delle Aree Suscettibili di Effetti Locali (cfr. Tav. 5 – QC).

Le analisi sono state svolte nel rispetto di quanto previsto dall'*Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, c.1, della L.R. 20/2000 per "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica"*, approvato con Delibera dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna n° 112 del 2 maggio 2007 e costituiscono il "secondo livello di approfondimento".

In riferimento a tale atto e in considerazione della morfologia sub-pianeggiante delle porzioni di territorio indagato, è stata eseguita un'analisi semplificata, che ha l'obiettivo di valutare l'effettivo grado di pericolosità sismica locale, per la successiva elaborazione della Carta di microzonazione sismica.

Entrando nel dettaglio del lavoro sono stati sottoposti ad analisi i seguenti ambiti di trasformazione urbanistica (v. Tav. 1):

- 1) ambito di sviluppo insediativo di Mamiano e ambito di trasformazione "E";
- 2) ambito di sviluppo insediativo di Bannone;
- 3) ambito di sviluppo per attività produttive candidato ad APEA in località Boceti;
- 4) ambito di sviluppo insediativo di Monzato;
- 5) ambito di sviluppo insediativo di Mazzola;
- 6) ambito di sviluppo insediativo di Vignale.

Gli areali in questione, individuati nella tavola di sintesi del redigendo PSC e condivisi con i Progettisti di CAIRE – Urbanistica e con il Responsabile del Servizio Urbanistica del Comune di Traversetolo, rappresentano gli ambiti di trasformazione di maggiore significato sotto il profilo della sismicità previsti dal redigendo Piano Strutturale Comunale.

Allo scopo di definire il modello geologico del sottosuolo (profondità del bedrock sismico, dello spessore del deposito di copertura, ecc.) e la ricostruzione dei profili di velocità di



propagazione delle onde di taglio “S” nei comparti in esame, è stata eseguita una specifica campagna di indagini, consistita nell’esecuzione di n° 6 rilievi geofisici di tipo sismico a rifrazione, con determinazione delle Vs30 mediante inversione (metodo MASW).

Sono stati altresì acquisiti i dati del sottosuolo contenuti nella banca dati geognostica (database geognostico) messa a disposizione dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna. Inoltre grazie alle nuove funzionalità del sito web “*Sezioni geologiche e prove geognostiche della pianura emiliano romagnola*” elaborato dal citato Servizio Geologico regionale, sono stati estratti dati utili al presente studio.

Infine, nell’ottica di una valorizzazione pubblica del patrimonio conoscitivo di ambito geologico, sono stati acquisiti ulteriori dati reperiti nelle Relazioni geologiche prodotte a corredo di opere pubbliche (ex. Tangenziale nord) e di Piani Urbanistici Attuativi, ai fini del rilascio del parere di compatibilità sismica, previsto dalla Deliberazione di Giunta Regionale n. 1677 del 24/10/2005 *Prime indicazioni applicative in merito al decreto ministeriale 14 settembre 2005 recante “Norme tecniche per le costruzioni”*.

La documentazione in questione è stata individuata ed acquisita attraverso una ricerca condotta presso gli archivi del Comune di Traversetolo, con il fondamentale ausilio del Personale comunale.

Tutte le indagini raccolte sono state georeferenziate e sono state inserite in un apposito database geognostico, che si è affiancato al Database geognostico fornito dalla Regione Emilia-Romagna.

Le indagini eseguite da altri Professionisti e/o Società utilizzate ai fini del presente studio sono state citate, ma non riprodotte e di conseguenza si rimanda alle rispettive relazioni depositate presso l’Ufficio Tecnico Comunale.

Al fine di agevolare la lettura dei dati e la valutazione delle risultanze, la presente Relazione è stata organizzata per schede distinte per singolo ambito di trasformazione. Le schede inquadrano il territorio in esame sotto il profilo geologico, idrogeologico, litostratigrafico, geomeccanico e sismico.

Più in particolare vengono descritte le coperture alluvionali affioranti con riferimento alla nuova “*Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna – Progetto CARG*”, elaborata secondo i concetti di stratigrafia sequenziale (metodo stratigrafico che utilizza le discontinuità e le superfici di continuità ad esse correlabili, per suddividere la successione sedimentaria in sequenze deposizionali).



Per quanto concerne gli aspetti idrogeologici sono state rappresentate le curve isopiezometriche riferite al livello del mare, la direzione di flusso della falda e il grado di vulnerabilità naturale degli acquiferi sotterranei all'inquinamento. Tali informazioni sono state derivate dalle specifiche cartografie prodotte a livello di Quadro Conoscitivo.

Le carte delle indagini geognostiche riportano i seguenti elementi:

- le indagini geognostiche appositamente fatte eseguire ai fini della presente attività (campagna di indagini 2009);
- le prove del Database geognostico della Regione Emilia-Romagna (distinte per tipologia);
- le ulteriori indagini geognostiche acquisite mediante la ricerca di archivio eseguita presso il Comune di Traversetolo (distinte per tipologia);
- le classi degli effetti locali attesi derivata dalla Carta comunale delle aree suscettibili di effetti locali, prodotta a livello di Quadro Conoscitivo (cfr. Tav. 5 – QC).

Per ciascuna area di trasformazione esaminata è stata definita la Categoria del sottosuolo di fondazione, secondo quanto previsto dall'OPCM n° 3274/2003 e dal D.M. 14.01.2008 *“Approvazione nuove norme tecniche per le costruzioni”*.

Tali norme individuano 7 categorie del profilo stratigrafico del suolo di fondazione, in relazione alle caratteristiche geofisiche e geotecniche del sottosuolo. In particolare i parametri da considerare (cfr. tab. 1) sono riferiti alla velocità delle onde di taglio mediate nei primi 30 metri al di sotto della fondazione ( $V_{S30}$ ) o il numero di colpi della prova SPT ( $N_{SPT}$ ) o la coesione non drenata dei depositi coesivi ( $c_u$ ).



| Categoria di sottosuolo di fondazione |   | V <sub>S30</sub> | N <sub>SPT</sub> | c <sub>u</sub> |
|---------------------------------------|---|------------------|------------------|----------------|
| <b>A</b>                              | Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori V <sub>S30</sub> superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m  | >800 m/s         |                  |                |
| <b>B</b>                              | Depositi di sabbie o 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 <sub>S30</sub> compresi tra 360 e 800 m/s (ovvero con resistenza penetrometrica N <sub>SPT</sub> >50, o coesione non drenata c <sub>u</sub> >250 kPa) | 360÷800 m/s      | >50              | >250 kPa       |
| <b>C</b>                              | 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 <sub>S30</sub> compresi tra 180 e 360 m/s (15<N <sub>SPT</sub> <50, 70<c <sub>u</sub> <250 kPa)  | 180÷360 m/s      | 15÷50            | 70÷250 kPa     |
| <b>D</b>                              | Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori V <sub>S30</sub> <180 m/s (N <sub>SPT</sub> <15, c <sub>u</sub> <70 kPa)  | <180 m/s         | <15              | <70 kPa        |
| <b>E</b>                              | Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori V <sub>S30</sub> simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con V <sub>S30</sub> >800 m/s  |                  |                  |                |
| <b>S1</b>                             | Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità (PI>40) e contenuto di acqua, caratterizzati da V <sub>S30</sub> <100 m/s (10<c <sub>u</sub> <20 kPa)   | <100 m/s         |                  | 10÷20 kPa      |
| <b>S2</b>                             | Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o di qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti   |                  |                  |                |

Tabella 1 – Categoria del sottosuolo di fondazione.

Infine è stata elaborata la Carta di Microzonazione Sismica (**MZS**) delle parti di territorio indagate, corredata dai valori dei fattori di amplificazione sismica (**F.A.**) rispetto ad un suolo di riferimento (Suolo A – Eurocodice 8 parte 1), calcolati sulla base delle apposite tabelle contenute nell'allegato 2 all'Atto di Indirizzo e coordinamento tecnico di cui alla DAL 112/2007.

I fattori di amplificazione sono espressi in termini di rapporto di accelerazione massima orizzontale (**PGA/PGA<sub>0</sub>**) e di rapporto di Intensità spettrale o di Housner (**SI/SI<sub>0</sub>**) per prefissati intervalli di periodi (**0.1s < T<sub>0</sub> < 0.5s** e di **0.5s < T<sub>0</sub> < 1.0s**), dove PGA<sub>0</sub> e SI<sub>0</sub> sono rispettivamente l'accelerazione massima orizzontale e l'Intensità di Housner al suolo di riferimento e PGA e SI sono le corrispondenti grandezze calcolate alla superficie dei siti esaminati.



Più in particolare per gli ambiti di trasformazione in questione è stata impiegata la tabella denominata “*Pianura 1*”, in quanto ricadono tutti in un ambito di pianura caratterizzato da profilo stratigrafico costituito da presenza di potenti orizzonti di ghiaie (talora decine di metri) e da alternanze di sabbie e peliti, con substrato poco profondo (< 100 m da piano campagna).

La Carta di MZS indica quali ambiti di riqualificazione e nuovo insediamento possono essere attuati senza la necessità di eseguire nuove indagini ed eventualmente quali dovranno essere subordinati allo svolgimento di ulteriori indagini (analisi di terzo livello di approfondimento).

Tuttavia è opportuno ricordare che queste ultime sono comunque richieste per:

- le aree soggette a densificazione e liquefazione;
- le aree in cui è prevista la realizzazione di opere di rilevante interesse pubblico;
- le aree in cui è previsto l'insediamento di Aziende a rischio di incidente rilevante (RIR).

È opportuno precisare che durante le analisi di primo livello sull'intero territorio comunale non sono stati evidenziati caratteri predisponenti alla liquefazione o al manifestarsi di cedimenti post-sismici, di conseguenza nel secondo livello non è stata effettuata una valutazione circa la possibile occorrenza di tali fenomeni.

Per tutte le cartografie prodotte quale base topografica è stata utilizzata la CTR aggiornata e la copertura ortofoto “It2006” fornite dal Comune di Traversetolo.

La presente Relazione è corredata dai seguenti allegati:

- Allegato n° 1 – Stratigrafie sondaggi e prove penetrometriche;
- Allegato n° 2 – Rilievi geofisici di tipo sismico a rifrazione.

Gli studi per il terzo livello di approfondimento dovranno essere acquisiti nella fase di predisposizione e approvazione del POC, disciplinati dallo stesso e per i progetti la cui approvazione costituisce variante al POC; inoltre potranno essere prescritte dal POC stesso quale contenuto essenziale dei Piani Urbanistici Attuativi, qualora il POC ne preveda la predisposizione e approvazione in una fase successiva.



## 2. AMBITI DI TRASFORMAZIONE MAMIANO

### INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area in questione si colloca a nord-ovest del centro abitato di Mamiano ed è circa delimitata sul lato occidentale dal tracciato del Canale Maggiore e su quello orientale dai fabbricati che sono sorti lateralmente alla S.P. n° 16 “degli Argini” (v. Tav. 1).

Si tratta di un'area di grandi dimensioni (circa 352.500 mq) che può essere distinta in due settori:

- nel settore prossimale al centro abitato il PSC ha individuato un ambito di sviluppo insediativo;
- nel settore più esterno il PSC prevede un ambito di riqualificazione e trasformazione funzionale, denominato “E”, conseguente alla dismissione e delocalizzazione delle attività di allevamento suinicolo.

### USO DEL SUOLO

Le aree rientranti nella perimetrazione sono in prevalenza interessate da coltivazioni agricole a seminativo rotazionale, fatta eccezione per le aree interessate dalle infrastrutture connesse alle attività di allevamento suinicolo.

### GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

Sotto il profilo geologico, con riferimento alla nuova “*Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna – Progetto CARG*”, i depositi affioranti appartengono al Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore – Subsintema di Ravenna – Unità di Modena (AES8a) (cfr. Tav. 2a).

Si tratta di alternanze di ghiaie prevalenti e sabbie ricoperte da una coltre argilloso-limosa discontinua, connesse alla sedimentazione operata dall'Olocene al IV-VII secolo d.C. dai corsi d'acqua di origine appenninica ed in particolare dal T. Parma, che in epoca passata presentava un tracciato più orientale di quello attuale. Il profilo di alterazione è di esiguo spessore.

Il tracciato della S.P. degli Argini si snoda su una scarpata di terrazzo che individua il limite di depositi alluvionali più antichi (Pleistocene superiore) attribuibili all'Unità di Niviano (AES7a) e costituita da ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati con copertura di limi e limi argillosi giallastri.

Dal punto di vista geomorfologico il comparto, situato a quote comprese tra 160 e 153 m s.l.m., è caratterizzato da una ridotta pendenza verso il quadrante nord-orientale.





L'idrografia locale è rappresentata dal Canale Maggiore e dal Canale La Riana, entrambi con tracciato ad andamento circa SW-NE. Il Canale Maggiore viene alimentato mediante una derivazione dal T. Parma a monte di Lesignano de' Bagni, mentre il Canale La Riana trae origine circa all'altezza del centro abitato di S. Maria del Piano, anch'esso in Comune di Lesignano de' Bagni, per poi drenare il territorio attraversato.

## **IDROGEOLOGIA**

Sotto il profilo idrogeologico l'area insiste su depositi appartenenti al Gruppo Acquifero A, il cui livello basale si colloca alla profondità di circa -100 m da p.c..

I dati disponibili del livello di falda, indicano valori di soggiacenza di circa -7.00÷-8.00 m dal piano campagna (cfr. Tav. 2b). A tal proposito le misurazioni piezometriche eseguite in concomitanza di periodi piovosi consentono di escludere la possibile risalita della falda freatica sino a quote prossime al piano campagna.

La direzione del flusso della falda sotterranea è orientata verso il quadrante nord-orientale (Tav. 2b).

Circa la vulnerabilità degli acquiferi le aree ricomprese nella perimetrazione degli ambiti di trasformazione risultano vulnerabili a sensibilità attenuata (Tav. 2b).

## **DATI GEOGNOSTICI DI RIFERIMENTO**

Per la definizione delle caratteristiche del sottosuolo si è fatto riferimento ad indagini geognostiche eseguite sia nell'area, che al contorno della stessa, in occasione di precedenti varianti urbanistiche e di interventi edilizi e, soprattutto, ai dati stratigrafici contenuti nel database geognostico del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna (cfr. Tav. 2c).

In particolare sono state consultate le seguenti stratigrafie (cfr. All.1):

- 200090P704 (profondità: 30 m)
- 200090P729 (profondità: 102 m)
- 200090P702 (profondità: 35 m)
- 200090P703 (profondità: 58,4 m)
- 200090P746 (profondità: 50 m).

Ai fini della determinazione delle Vs30 è stato eseguito un rilievo sismico a rifrazione (base sismica "A") con elaborazione dei dati mediante il metodo MASW (cfr. All. 2), inoltre si è fatto riferimento ad un'indagine geofisica eseguita dal dott. geol. Gianluca Cantarelli per conto del dott.

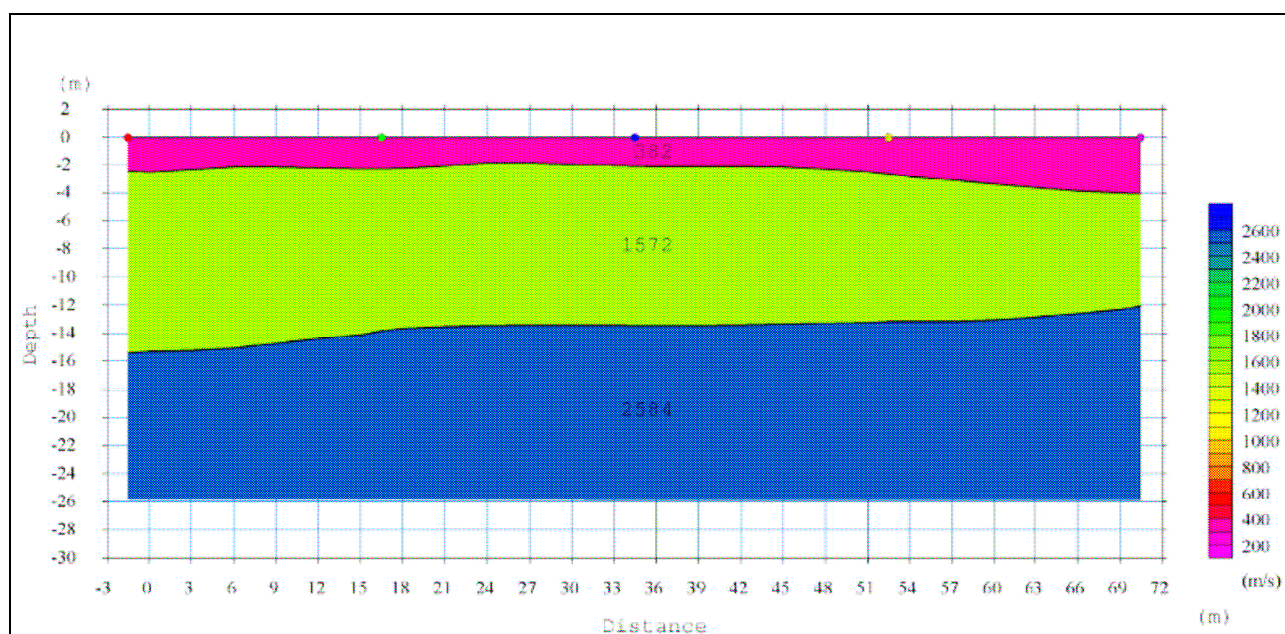


geol. Matteo Baldi nel terreno retrostante la vicina chiesa parrocchiale, nell'ambito di un distinto intervento edificatorio.

## CARATTERISTICHE LITOSTRATIMETRICHE E GEOMECCANICHE

L'assetto litostratimetrico può essere schematicamente descritto come una ridotta copertura fine costituita da depositi argillosi e argilloso-limosi, di spessore variabile tra 3 e 4 metri, che ricopre un substrato grossolano a ghiaie prevalenti, in matrice fine percentualmente variabile.

Tale andamento è schematizzato nella sezione interpretativa in corrispondenza della base sismica "A" (Fig. 1).



**Fig. 1** – Sezione interpretativa del sottosuolo in corrispondenza della base sismica "A"

I diagrammi penetrometrici disponibili per l'area in questione, evidenziano la presenza di un orizzonte superficiale a comportamento geotecnico coesivo (argille e argille limose), di consistenza variabile da buona a discreta.

I valori di resistenza alla punta ( $R_p$ ) sono mediamente superiori a  $30 \text{ kg/cm}^2$ , all'interno dei depositi fini a comportamento prevalentemente coesivo.

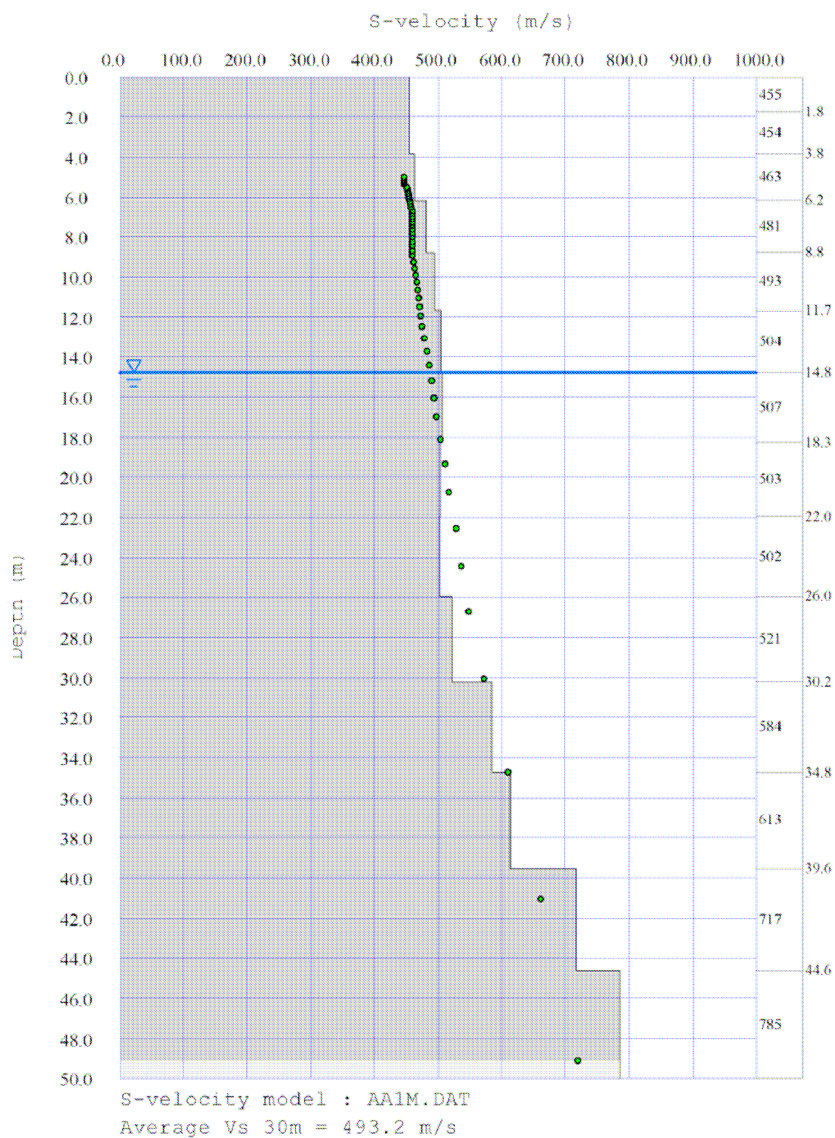
Viceversa in corrispondenza dei depositi granulari si osservano bruschi incrementi dei valori di  $R_p$ , con picchi superiori a  $100 \text{ kg/cm}^2$  e arresto delle prove per rifiuto all'avanzamento.

## VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO

Il profilo di velocità delle onde di taglio, ottenuto attraverso il rilievo geofisico, evidenzia un primo orizzonte superficiale dove la velocità delle onde di taglio si colloca attorno ai 450 m/s, per poi incrementarsi sino a circa 500 m/s. Tale valore viene mantenuto sino a circa 30 di profondità, dove si osserva un graduale e rapido incremento sino a raggiungere velocità di circa 800 m/s alla profondità di 45 m.

Il valore della velocità delle onde entro i primi trenta metri di profondità ( $V_{s30}$ ) è il seguente:

**base sismica "A" →  $V_{s30} = 493 \text{ m/s}$**



**Fig. 2** – Profilo di velocità delle onde di taglio.

I valori di  $V_{s30}$  sono analoghi a quelli restituiti dalla prospezione sismica a rifrazione eseguita nella zona retrostante la chiesa parrocchiale ( $V_{s30} = 439 \text{ m/s}$ ). Pertanto si evidenzia una



sostanziale omogeneità della risposta sismica locale dei depositi che caratterizzano l'area in esame.

## **EFFETTI SISMICI LOCALI**

### Amplificazione stratigrafica

L'area risulta essere soggetta ad amplificazione di tipo stratigrafico del segnale sismico, derivante dalla presenza di depositi alluvionali con velocità delle onde di taglio inferiore a 800 m/s.

Il sottosuolo di fondazione, sulla base delle indagini geofisiche eseguite può essere considerato appartenente alla **categoria B**.

### Amplificazione topografica

La morfologia subpianeggiante dell'area, permette di escludere fenomeni di amplificazione di tipo topografico.

### Occorrenza di fenomeni di liquefazione

La possibilità che si verifichino fenomeni di liquefazione può essere esclusa, in quanto è stata accertata l'assenza di depositi sabbiosi entro i primi 20 metri di sottosuolo.

### Fenomeni di cedimento postsismico

La presenza nel sottosuolo di depositi fini caratterizzati da valori di coesione in genere superiori a 70 kPa, rilevati lungo le verticali di indagine, rende improbabile l'eventualità dell'occorrenza di cedimenti post-sismici, dovuti alla riconsolidazione conseguente alla dissipazione delle pressioni interstiziali accumulate durante il terremoto.

Tuttavia considerata l'ampiezza dell'area in questione e il limitato numero di dati disponibili, si richiede che, in sede di attuazione, il progettista confermi tale valutazione mediante ulteriori indagini puntuali adeguatamente spinte in profondità. Qualora emergano elementi che viceversa non consentano di escludere del tutto l'occorrenza del fenomeno, l'area dovrà essere obbligatoriamente assoggettata ad approfondimento di III livello.

## **MICROZONAZIONE SISMICA**

Con riferimento all'Allegato A2 della Delibera dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna n° 112 del 2 maggio 2007, sono stati determinati i fattori di amplificazione sismica rispetto ad un suolo di riferimento.



In considerazione dell'omogeneità delle caratteristiche litologiche, geomeccaniche e di risposta sismica locale dei terreni, sotto il profilo della microzonazione l'areale in questione risulta caratterizzato da un'unica zona (Tav. 2d).

Essendo l'area in esame caratterizzata da un profilo stratigrafico con prevalenza di orizzonti ghiaiosi con bedrock sismico inferiore a 100 m ed utilizzando la tabella "Pianura 1" dell'Allegato 2 alla citata delibera, i fattori di amplificazione (F.A) per l'area in esame sono i seguenti (Tab. 2):

|  | <b>Fattori di Amplificazione (F.A.)</b> |
|--|---|
| <b>P.G.A.</b>  | <b>1.4</b>                              |
| <b>Intensità spettrale o di Housner (<math>0.1s &lt; T_0 &lt; 0.5s</math>)</b> | <b>1.5</b>                              |
| <b>Intensità spettrale o di Housner (<math>0.5s &lt; T_0 &lt; 1.0s</math>)</b> | <b>1.6</b>                              |

Tabella 2: valori dei Fattori di Amplificazione sismica



### 3. AMBITO DI TRASFORMAZIONE BANNONE

#### INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area in questione, con un'estensione di circa 25.500 mq, si colloca nel centro abitato di Bannone, lateralmente alla S.P. n° 32 "Pedemontana" (v. Tav. 1) ed è stata individuata dal PSC quale ambito di sviluppo insediativo.

#### USO DEL SUOLO

Le aree rientranti nella perimetrazione sono interessate da coltivazioni agricole a seminativo rotazionale, localmente intervallate da filari di vigneto.

#### GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

Sotto il profilo geologico, con riferimento alla nuova "*Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna – Progetto CARG*", i depositi affioranti appartengono al Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore – Subsintema di Ravenna (AES8), fatta salva l'estrema porzione settentrionale i cui depositi sono attribuiti al Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore – Subsintema di Agazzano (AES3) (cfr. Tav. 3a).

I depositi del Subsintema di Ravenna sono costituiti da ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi argillosi e risalgono al periodo che va dal Pleistocene superiore all'Olocene. Il profilo di alterazione varia da qualche decina di centimetri a circa 1 m.

Viceversa i depositi del Subsintema di Agazzano risalgono al Pleistocene medio e sono costituiti da ghiaie e ghiaie sabbioso-argillose prevalenti, sovrastate da un intervallo fine limoso-argilloso. Il profilo di alterazione dell'unità è molto evoluto e raggiunge i 6÷7 m di profondità.

Dal punto di vista geomorfologico l'ambito di trasformazione, situato a quote comprese tra 167 e 158 m s.l.m., è caratterizzato da una pendenza di circa il 5% verso i quadranti orientali.

L'idrografia locale è rappresentata dal Torrente Masdone che scorre circa 60 metri a sud del limite meridionale dell'area.

#### IDROGEOLOGIA

Sotto il profilo idrogeologico l'area insiste su depositi appartenenti al Gruppo Acquifero A, il cui livello basale si colloca alla profondità di circa -60÷70 m da p.c..



I dati disponibili del livello di falda, indicano valori di soggiacenza variabili da –6.00 a –10.00 m dal piano campagna in relazione all'andamento morfologico dell'area (cfr. Tav. 3b).

La direzione del flusso della falda sotterranea è orientata verso nord-est (Tav. 3b).

Circa la vulnerabilità degli acquiferi il settore più meridionale dell'area risulta vulnerabile a sensibilità elevata, mentre la restante porzione risulta a sensibilità attenuata (Tav. 3b).

## **DATI GEOGNOSTICI DI RIFERIMENTO**

Per la definizione delle caratteristiche del sottosuolo si è fatto riferimento ad indagini geognostiche eseguite sia nell'area, che al contorno della stessa, in occasione di precedenti varianti urbanistiche e di interventi edilizi e ai dati stratigrafici contenuti nel database geognostico del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna (cfr. Tav. 3c).

In particolare sono state consultate le seguenti stratigrafie (cfr. All.1):

- 200090P709 (profondità: 58 m)
- CPT P8 e S7 Variante PRG 1994
- CPT P4 e S17 Variante PRG 1996
- P1-08 e P2-08 (dott. Paolo Panicieri)

Ai fini della determinazione delle Vs30 è stato eseguito un rilievo sismico a rifrazione (base sismica "B") con elaborazione dei dati mediante il metodo MASW (cfr. All. 2).

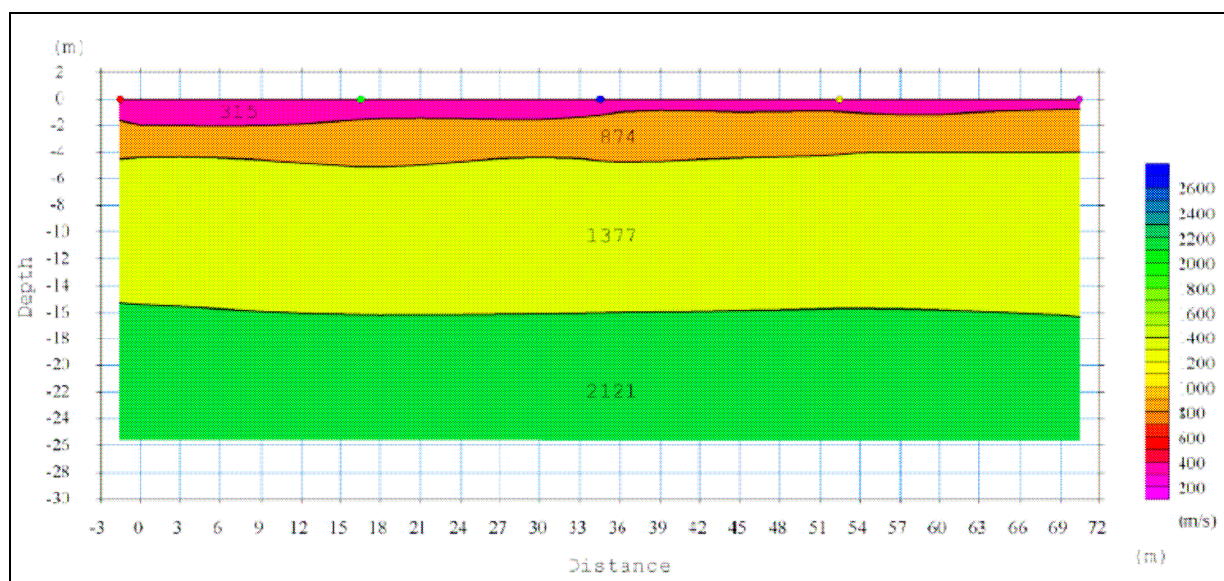
## **CARATTERISTICHE LITOSTRATIMETRICHE E GEOMECCANICHE**

L'assetto litostratimetrico è caratterizzato dalla presenza di un orizzonte superficiale di sedimenti fini argilloso-limosi, la cui potenza risulta di circa 2.00 m in corrispondenza del sondaggio S17 e tende ad incrementarsi verso la porzione settentrionale dell'area. Tali sedimenti ricoprono depositi di natura ghiaiosa, costituiti da ciottoli eterometrici in scarsa matrice sabbioso-limosa.

Tale andamento è schematizzato nella sezione interpretativa in corrispondenza della base sismica "B" (Fig. 3).







**Fig. 3** – Sezione interpretativa del sottosuolo in corrispondenza della base sismica “B”

I diagrammi penetrometrici eseguiti all’interno e al contorno dell’area in questione, evidenziano la presenza di un orizzonte superficiale a comportamento geotecnico coesivo (argille e argille limose), di consistenza variabile da buona a discreta.

I valori di resistenza alla punta ( $R_p$ ) sono mediamente superiori a  $20 \text{ kg/cm}^2$ , all’interno dei depositi fini a comportamento prevalentemente coesivo.

Viceversa in corrispondenza dei depositi granulari si osservano bruschi incrementi dei valori di  $R_p$ , con picchi superiori a  $100 \text{ kg/cm}^2$  e arresto delle prove per rifiuto all’avanzamento.

### VELOCITA’ DELLE ONDE DI TAGLIO

Il profilo di velocità delle onde di taglio (Fig. 4), ottenuto attraverso il rilievo sismico a rifrazione, mostra una inversione nei primi dieci metri di profondità, per poi incrementarsi costantemente con la profondità sino a superare i  $600 \text{ m/s}$  a circa  $36 \text{ m}$  di profondità.

In considerazione della limitata estensione dell’ambito di trasformazione si può ritenere che il profilo sia rappresentativo del sottosuolo dell’area in esame.

Il valore della velocità delle onde entro i primi trenta metri di profondità ( $V_{s30}$ ) è il seguente:

$$\text{base sismica B} \quad \rightarrow \quad V_{s30} = 352 \text{ m/s}$$



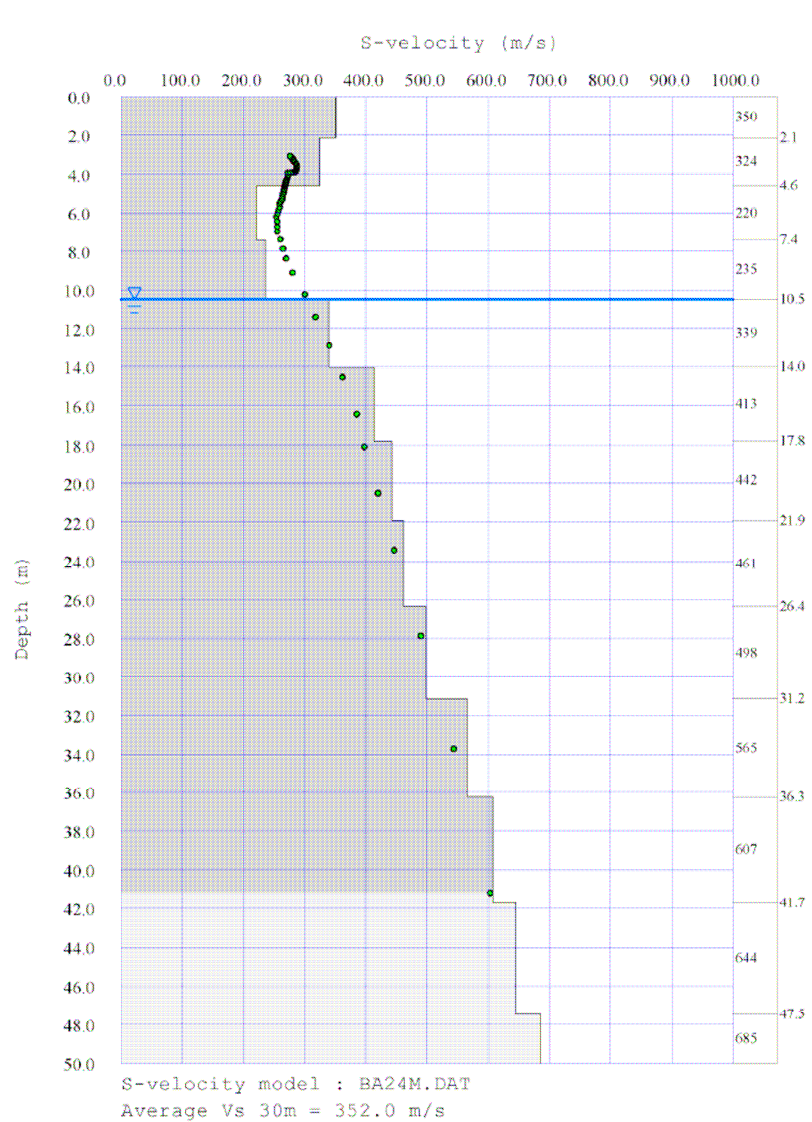


Fig. 4 – Profilo di velocità delle onde di taglio.

## EFFETTI SISMICI LOCALI

### Amplificazione stratigrafica

L'area risulta essere soggetta ad amplificazione di tipo stratigrafico del segnale sismico, derivante dalla presenza di depositi alluvionali con velocità delle onde di taglio inferiore a 800 m/s.

Il sottosuolo di fondazione, sulla base delle indagini geofisiche eseguite può essere considerato appartenente alla **categoria C**.

### Amplificazione topografica

La morfologia dell'area caratterizzata da una acclività inferiore a 15°, permette di escludere fenomeni di amplificazione di tipo topografico.



### Occorrenza di fenomeni di liquefazione

La possibilità che si verifichino fenomeni di liquefazione può essere esclusa, in quanto è stata accertata l'assenza di depositi sabbiosi entro i primi 20 metri di sottosuolo.

### Fenomeni di cedimento postsismico

La presenza nel sottosuolo di depositi fini caratterizzati da valori di coesione in genere superiori a 70 kPa, rilevati lungo le verticali di indagine, rende improbabile l'eventualità dell'occorrenza di cedimenti post-sismici, dovuti alla riconsolidazione conseguente alla dissipazione delle pressioni interstiziali accumulate durante il terremoto.

Tuttavia considerato il limitato numero di dati disponibili, si richiede che, in sede di attuazione, il progettista confermi tale valutazione mediante ulteriori indagini puntuali adeguatamente spinte in profondità. Qualora emergano elementi che viceversa non consentano di escludere del tutto l'occorrenza del fenomeno, l'area dovrà essere obbligatoriamente assoggettata ad approfondimento di III livello.

## **MICROZONAZIONE SISMICA**

Con riferimento all'Allegato A2 della Delibera dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna n° 112 del 2 maggio 2007, sono stati determinati i fattori di amplificazione sismica rispetto ad un suolo di riferimento.

In considerazione dell'omogeneità delle caratteristiche litologiche, geomeccaniche e di risposta sismica locale dei terreni, sotto il profilo della microzonazione l'areale in questione risulta caratterizzato da un'unica zona (Tav. 3d).

Essendo l'area in esame caratterizzata da un profilo stratigrafico con prevalenza di orizzonti ghiaiosi con bedrock sismico inferiore a 100 m ed utilizzando la tabella "Pianura 1" dell'Allegato 2 alla citata delibera, i fattori di amplificazione (F.A) per l'area in esame sono i seguenti (Tab. 3):

|  | <b>Fattori di Amplificazione (F.A.)</b> |
|--|---|
| <b>P.G.A.</b>  | <b>1.6</b>                              |
| <b>Intensità spettrale o di Housner (<math>0.1s &lt; T_0 &lt; 0.5s</math>)</b> | <b>1.8</b>                              |
| <b>Intensità spettrale o di Housner (<math>0.5s &lt; T_0 &lt; 1.0s</math>)</b> | <b>2.1</b>                              |

Tabella 3: valori dei Fattori di Amplificazione sismica



## 4. AMBITO DI TRASFORMAZIONE BOCETI

### INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area in questione si colloca all'estremità settentrionale del territorio comunale ed è delimitata ad ovest dal tracciato della S.P. 513R della Val d'Enza e a nord dal limite con il territorio del Comune di Montechiarugolo.

Il PSC ha individuato quest'area di ampie dimensioni (circa 327.000 mq) quale ambito di sviluppo per attività produttive candidato ad APEA (area produttiva ecologicamente attrezzata).

### USO DEL SUOLO

L'areale in questione presenta un destinazione agricola con seminativo rotazionale; nel settore meridionale risultano già insediate alcune attività produttive caratterizzate da capannoni prefabbricati e dalle relative pertinenze.

### GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

Sotto il profilo geologico, con riferimento alla nuova "*Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna – Progetto CARG*", i depositi affioranti appartengono al Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore – Subsintema di Ravenna (AES8).

Si tratta di ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi argillosi, risalenti al periodo che va dal Pleistocene superiore all'Olocene. Il profilo di alterazione varia da qualche decina di centimetri a circa 1.00 m.

Dal punto di vista geomorfologico l'area, situata a quote comprese tra 140 e 133 m s.l.m., mostra una debole pendenza (~1.3%) verso il quadrante nord-orientale.

L'idrografia locale è rappresentata dal T. Masdone che scorre circa 400 metri a sud dell'area in questione.

### IDROGEOLOGIA

Sotto il profilo idrogeologico l'area insiste su depositi appartenenti al Gruppo Acquifero A, il cui livello basale si colloca alla profondità di circa -100 m da p.c..

I dati disponibili del livello di falda indicano una soggiacenza di circa -10.00 m da p.c..



La direzione del flusso della falda sotterranea è orientata verso il quadrante nord-orientale (Tav. 4b).

Circa la vulnerabilità degli acquiferi, l'ambito di trasformazione in oggetto risulta caratterizzato da una vulnerabilità attenuata (Tav. 4b).

## DATI GEOGNOSTICI DI RIFERIMENTO

Per la definizione delle caratteristiche del sottosuolo si è fatto riferimento ad indagini geognostiche eseguite nell'area e, soprattutto, ai dati stratigrafici contenuti nel database geognostico del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna (cfr. Tav. 4c).

In particolare sono state consultate le seguenti stratigrafie (cfr. All.1):

- 200090P682 (profondità: 42 m)
- 200090P662 (profondità: 25 m)
- 200090P708 (profondità: 100 m)
- 200090P730 (profondità: 24 m)
- CPT "P12" Variante PRG 1994
- 200090P501 (profondità: 104 m)

Ai fini della determinazione delle Vs30 è stato eseguito un rilievo sismico a rifrazione (base sismica "C") con elaborazione dei dati mediante il metodo MASW (cfr. All. 2).

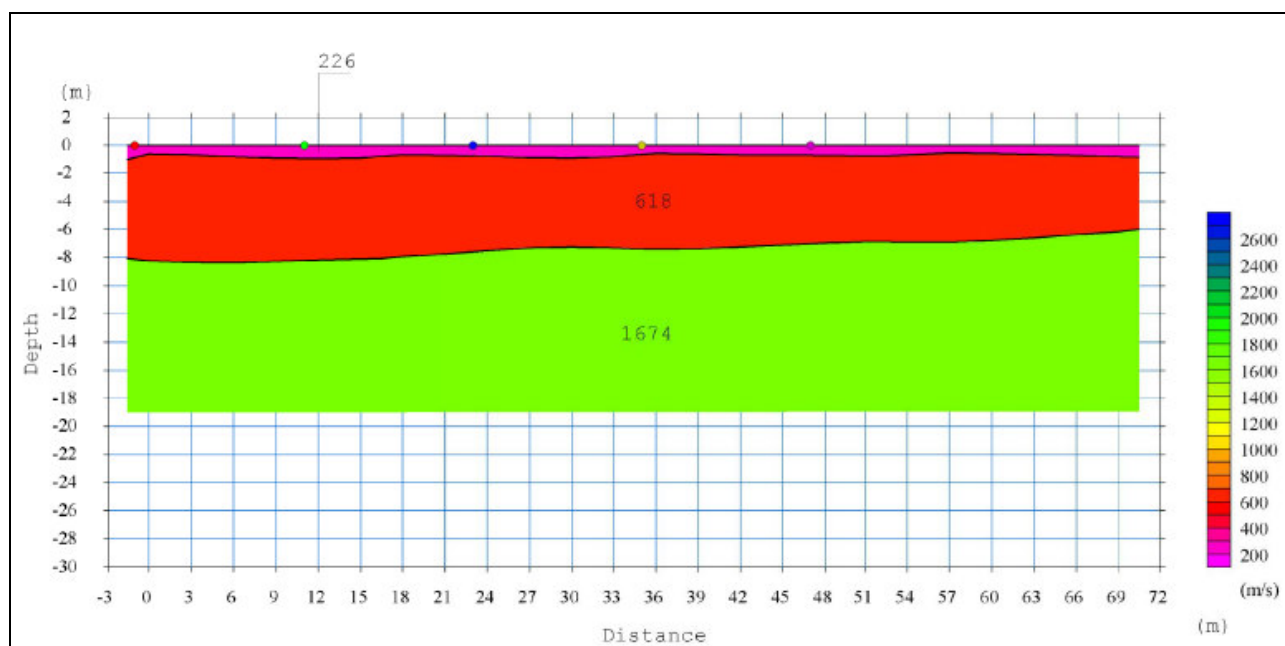
## CARATTERISTICHE LITOSTRATIMETRICHE E GEOMECCANICHE

L'assetto litostratimetrico è caratterizzato dalla presenza di una copertura di sedimenti fini limoso-argillosi, la cui potenza risulta compresa tra un massimo di 9 m nel settore meridionale (in corrispondenza della CPT "P12/1994") ed un minimo di 5.00÷6.00 m nel settore settentrionale.

Tali sedimenti ricoprono depositi di natura ghiaiosa, costituiti da ciottoli eterometrici in matrice sabbioso-limosa percentualmente variabile.

La situazione è ben schematizzata nella sezione interpretativa realizzata in corrispondenza della base sismica "C" (Fig. 5).





**Fig. 5** – Sezione interpretativa del sottosuolo in corrispondenza della base sismica “C”

I diagrammi penetrometrici disponibili per l’area in questione, evidenziano la presenza di un orizzonte superficiale a comportamento geotecnico coesivo (argille e argille limose), di consistenza variabile da buona a discreta.

I valori di resistenza alla punta ( $R_p$ ) all’interno dei depositi fini a comportamento coesivo sono in genere superiori a  $30 \text{ kg/cm}^2$ .

Viceversa in corrispondenza dei depositi granulari del substrato si assiste ad un brusco incremento dei valori di  $R_p$ , con valori superiori a  $100 \text{ kg/cm}^2$  e arresto delle prove per rifiuto all’avanzamento.

## VELOCITA’ DELLE ONDE DI TAGLIO

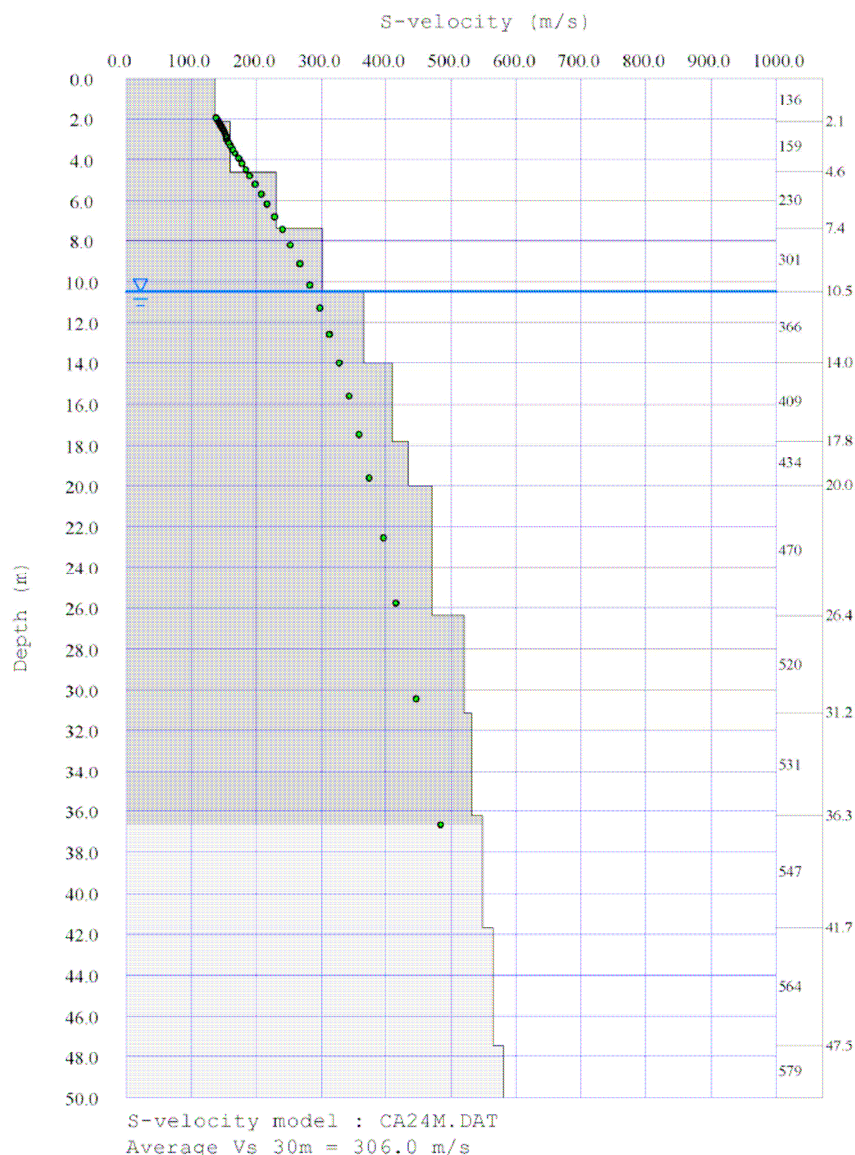
Il profilo di velocità delle onde di taglio (Fig. 6), ottenuto attraverso il rilievo sismico a rifrazione, mostra un costante incremento con la profondità sino a raggiungere e superare i 500 m/s a circa 26 m di profondità.

In considerazione delle caratteristiche geologiche dell’ambito di trasformazione si può ritenere che il profilo sia rappresentativo del sottosuolo dell’area in esame.

Il valore della velocità delle onde entro i primi trenta metri di profondità ( $V_{s30}$ ) è il seguente:

$$\text{base sismica C} \quad \rightarrow \quad V_{s30} = 306 \text{ m/s}$$





**Fig. 6** – Profilo di velocità delle onde di taglio.

## EFFETTI SISMICI LOCALI

### Amplificazione stratigrafica

L'area risulta essere soggetta ad amplificazione di tipo stratigrafico del segnale sismico, derivante dalla presenza di depositi alluvionali con velocità delle onde di taglio inferiore a 800 m/s.

Il sottosuolo di fondazione, sulla base delle indagini geofisiche eseguite può essere considerato appartenente alla **categoria C**.

### Amplificazione topografica

La morfologia subpianeggiante dell'area, permette di escludere fenomeni di amplificazione di tipo topografico.





### Occorrenza di fenomeni di liquefazione

La possibilità che si verifichino fenomeni di liquefazione può essere esclusa, in quanto è stata accertata l'assenza di depositi sabbiosi entro i primi 20 metri di sottosuolo.

### Fenomeni di cedimento postsismico

La presenza nel sottosuolo di depositi fini caratterizzati da valori di coesione in genere superiori a 70 kPa, rilevati lungo le verticali di indagine, rende improbabile l'eventualità dell'occorrenza di cedimenti post-sismici, dovuti alla riconsolidazione conseguente alla dissipazione delle pressioni interstiziali accumulate durante il terremoto.

Tuttavia considerata l'ampiezza dell'area in questione e il limitato numero di dati disponibili, si richiede che, in sede di attuazione, il progettista confermi tale valutazione mediante ulteriori indagini puntuali adeguatamente spinte in profondità. Qualora emergano elementi che viceversa non consentano di escludere del tutto l'occorrenza del fenomeno, l'area dovrà essere obbligatoriamente assoggettata ad approfondimento di III livello.

## **MICROZONAZIONE SISMICA**

Con riferimento all'Allegato A2 della Delibera dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna n° 112 del 2 maggio 2007, sono stati determinati i fattori di amplificazione sismica rispetto ad un suolo di riferimento.

In considerazione dell'omogeneità delle caratteristiche litologiche, geomeccaniche e di risposta sismica locale dei terreni, sotto il profilo della microzonazione l'areale in questione risulta caratterizzato da un'unica zona (Tav. 3d).

Essendo l'area in esame caratterizzata da un profilo stratigrafico con prevalenza di orizzonti ghiaiosi con bedrock sismico inferiore a 100 m ed utilizzando la tabella "Pianura 1" dell'Allegato 2 alla citata delibera, i fattori di amplificazione (F.A) per l'area in esame sono i seguenti (Tab. 4):

|  | <b>Fattori di Amplificazione (F.A.)</b> |
|--|---|
| <b>P.G.A.</b>  | <b>1.6</b>                              |
| <b>Intensità spettrale o di Housner (<math>0.1s &lt; T_0 &lt; 0.5s</math>)</b> | <b>1.8</b>                              |
| <b>Intensità spettrale o di Housner (<math>0.5s &lt; T_0 &lt; 1.0s</math>)</b> | <b>2.4</b>                              |

Tabella 4: valori dei Fattori di Amplificazione sismica



## 5. AMBITO DI TRASFORMAZIONE MONZATO

### INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area in questione si colloca in località Monzato nel settore nord del Capoluogo (Tav. 1) delimitato ad est da via per Parma (S.P. 513R), a nord ed ovest da via Monzato e a sud da via Sette Fratelli Cervi.

Il PSC ha qui previsto un ambito di nuovo insediamento sviluppato su di una superficie di circa 95.000 mq, che va a colmare lo spazio residuo tra le varie zone edificate e un ambito di riqualificazione, delocalizzazione e trasformazione funzionale (circa 231.000 mq) denominato "A" caratterizzato da artigianato compatibile, direzionale, terziario, commercio, con concorso di funzioni residenziali contenute.

### USO DEL SUOLO

L'ambito di nuovo insediamento presenta una destinazione prevalentemente agricola con le consuete colture a seminativo rotazionale. Il settore orientale è attualmente occupato dagli impianti sportivi per il gioco del calcio.

Viceversa l'ambito di riqualificazione e trasformazione funzionale è occupato da attività produttive costituite in genere da capannoni prefabbricati di dimensioni medio-piccole e dalle infrastrutture di pertinenza.

### GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

Sotto il profilo geologico, con riferimento alla nuova "Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna – Progetto CARG", i depositi affioranti nel settore orientale dell'ambito di nuovo insediamento appartengono al Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES8), mentre nel settore occidentale sono presenti depositi attribuiti al Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore – Subintema di Agazzano (AES3) (cfr. Tav. 5a).

I depositi del Sintema Emiliano-Romagnolo Sup. sono costituiti da ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati con copertura di limi argillosi e risalgono al periodo che va dal Pleistocene medio all'Olocene.

Viceversa i depositi del Subintema di Agazzano, che rappresenta una unità di rango inferiore del Sintema Emiliano-Romagnolo Sup., risalgono al Pleistocene medio e sono costituiti da





ghiaie e ghiaie sabbioso-argillose prevalenti. Il profilo di alterazione dell'unità è molto evoluto e raggiunge i 6÷7 m di profondità.

Dal punto di vista geomorfologico l'areale ricadente nell'ambito di nuovo insediamento si sviluppa a quote comprese tra 171 e 151 m s.l.m..

Il settore nord-occidentale ricade sul bordo del dosso su cui sorge l'abitato di Monzato e si caratterizza per una pendenza di circa 7% rivolta verso il quadrante nord-orientale. Viceversa il settore sud-orientale mostra una pendenza minore parzialmente obliterata dalla presenza degli impianti sportivi.

## **IDROGEOLOGIA**

Sotto il profilo idrogeologico il comparto insiste su depositi appartenenti al Gruppo Acquifero A, il cui livello basale si colloca alla profondità di circa -30 m da p.c..

I dati disponibili del livello di falda, indicano valori di soggiacenza variabili da -9.00 a -13.00 m dal piano campagna in relazione all'andamento morfologico dell'area.

La direzione del flusso della falda sotterranea è orientata verso il quadrante nord-orientale (Tav. 5b).

Circa la vulnerabilità degli acquiferi, sia l'ambito di nuovo insediamento che quello di trasformazione risultano caratterizzati da una vulnerabilità attenuata (Tav. 5b).

## **DATI GEOGNOSTICI DI RIFERIMENTO**

Per la definizione delle caratteristiche del sottosuolo si è fatto riferimento ad indagini geognostiche eseguite sia nell'area, che al contorno della stessa, in occasione di precedenti varianti urbanistiche e di interventi edilizi e, soprattutto, ai dati stratigrafici contenuti nel database geognostico del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna (Tav. 5c).

In particolare sono state consultate le seguenti stratigrafie (cfr. All.1):

- 200090P736 (profondità: 23.5 m)
- 200130P603 (profondità: 75 m)
- 200130P619 (profondità: 96 m)
- CPT "P7" Variante PRG 1994 (prof.: 8 m)
- CPT "P1" Variante PRG 2000 (prof.:7 m) - S1 e S2 Variante PRG 2000

Ai fini della determinazione delle Vs30 è stato eseguito un rilievo sismico a rifrazione (base sismica "D") con elaborazione dei dati mediante il metodo MASW (cfr. All. 2).



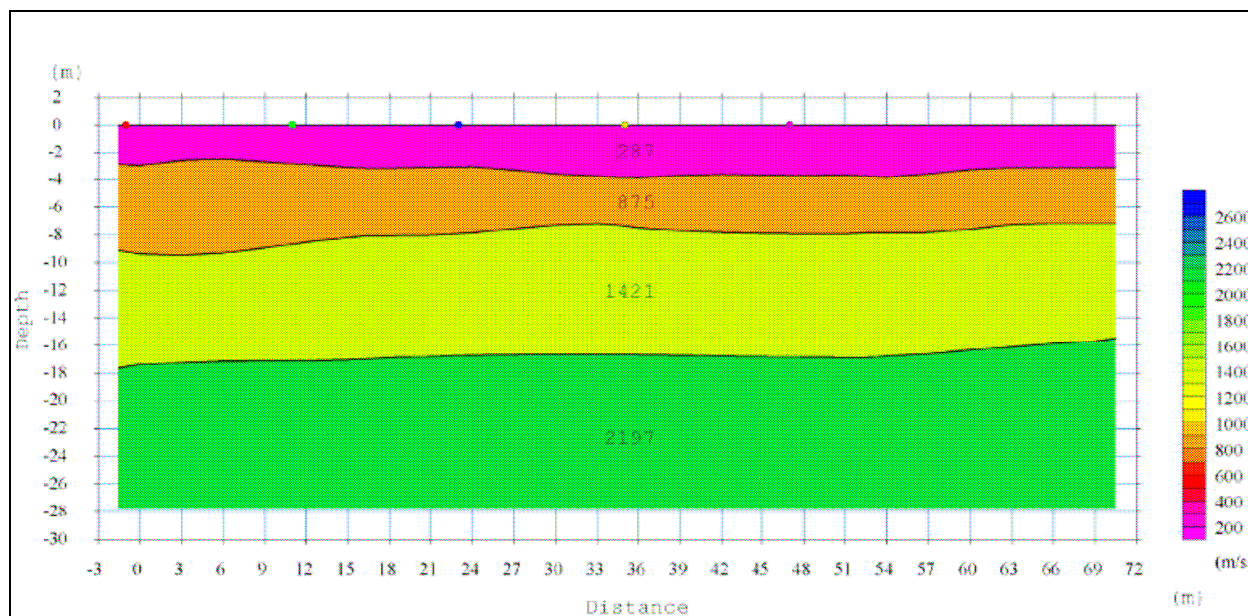
Inoltre si è fatto riferimento ad un'indagine geofisica eseguita dalla Società GEOLOG coop. a r. l. nel vicino PPIP C5 – Monzato (Tav. 5c).

## CARATTERISTICHE LITOSTRATIMETRICHE E GEOMECCANICHE

L'assetto litostratimetrico è caratterizzato dalla presenza di una copertura di sedimenti fini limoso-argillosi, la cui potenza risulta variabile tra 7 e 9 m.

Tali sedimenti ricoprono depositi di natura ghiaiosa, costituiti da ciottoli eterometrici in matrice sabbioso-limosa e argillosa percentualmente variabile.

La situazione è ben schematizzata nella sezione interpretativa realizzata in corrispondenza della base sismica "D" (Fig. 7).



**Fig. 7** – Sezione interpretativa del sottosuolo in corrispondenza della base sismica "D"

I diagrammi penetrometrici disponibili per l'area in questione, evidenziano la presenza di un orizzonte superficiale a comportamento geotecnico coesivo (limi e argille limose), di consistenza variabile da buona a discreta.

I valori di resistenza alla punta ( $R_p$ ) all'interno dei depositi fini a comportamento coesivo sono in genere superiori a  $30 \text{ kg/cm}^2$ .

Viceversa in corrispondenza dei depositi grossolani del substrato si assiste ad un brusco incremento dei valori di  $R_p$ , con valori superiori a  $100 \text{ kg/cm}^2$  e arresto delle prove per rifiuto all'avanzamento.

### VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO

Il profilo di velocità delle onde di taglio (Fig. 8), ottenuto attraverso il rilievo sismico a rifrazione, mostra un costante incremento con la profondità sino a raggiungere e superare i 500 m/s a circa 26 m di profondità.

Il valore della velocità delle onde entro i primi trenta metri di profondità ( $V_{s30}$ ) è il seguente:

$$\text{base sismica D} \rightarrow V_{s30} = 358 \text{ m/s}$$

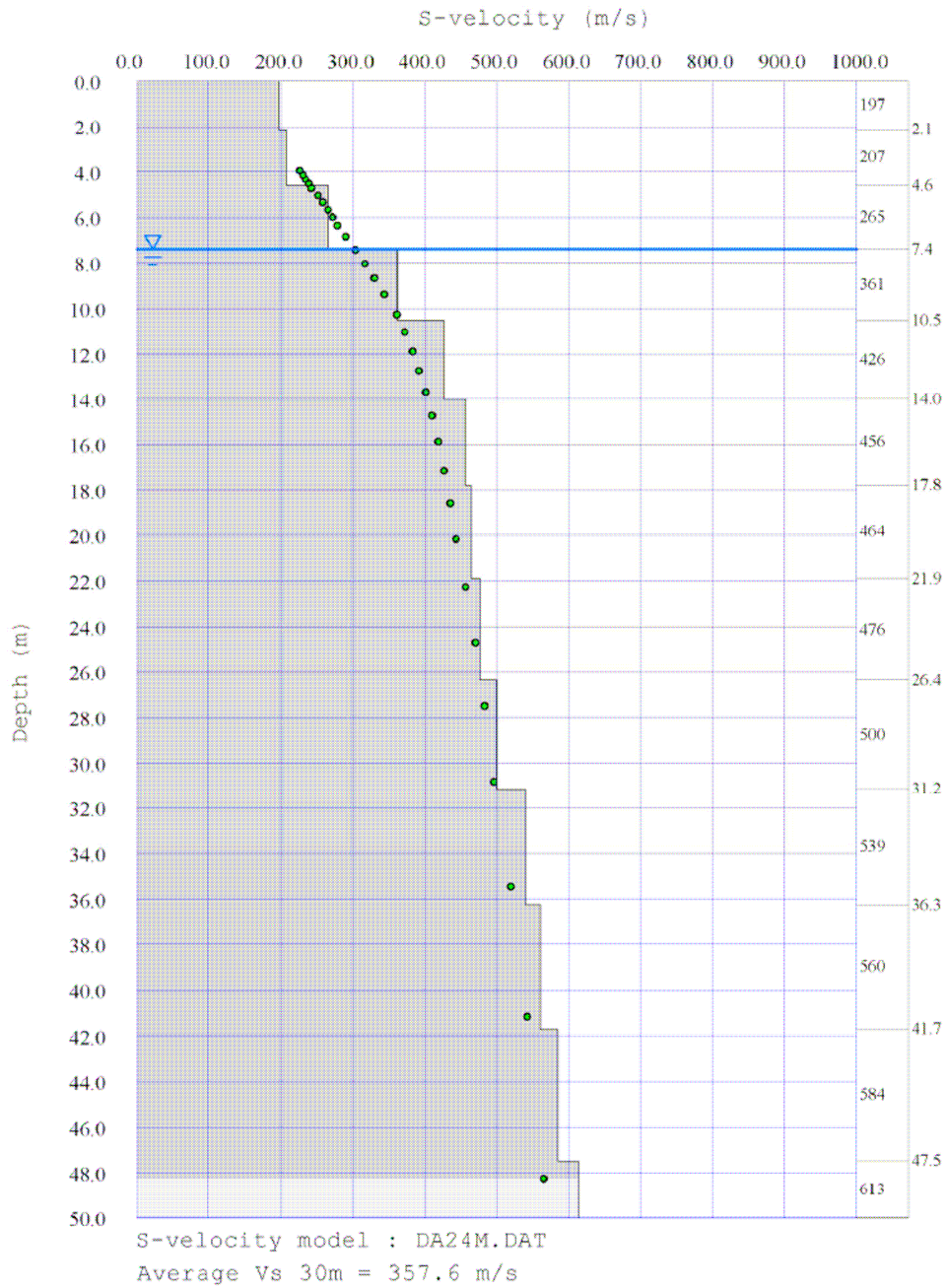


Fig. 8 – Profilo di velocità delle onde di taglio



Il confronto con l'analoga prospezione sismica con metodo MASW eseguita dalla Società GEOLOG nel vicino comparto PPIP C5 "Monzato" (Tav. 5c) ha mostrato un andamento dei valori di Vs simile a quello ottenuto con la presente indagine e un valore di Vs30 pari a 389 m/s.

Pertanto, considerate le caratteristiche geologiche dell'ambito di trasformazione, si evidenzia una sostanziale omogeneità della risposta sismica locale dei depositi che caratterizzano l'area in esame.

## **EFFETTI SISMICI LOCALI**

### Amplificazione stratigrafica

L'area risulta essere soggetta ad amplificazione di tipo stratigrafico del segnale sismico, derivante dalla presenza di depositi alluvionali con velocità delle onde di taglio inferiore a 800 m/s.

Il sottosuolo di fondazione, sulla base delle indagini geofisiche eseguite può essere considerato appartenente alla **categoria C**.

### Amplificazione topografica

La morfologia caratterizzata da una ridotta acclività dell'area, permette di escludere fenomeni di amplificazione di tipo topografico.

### Occorrenza di fenomeni di liquefazione

La possibilità che si verifichino fenomeni di liquefazione può essere esclusa, in quanto è stata accertata l'assenza di depositi sabbiosi entro i primi 20 metri di sottosuolo.

### Fenomeni di cedimento postsismico

La presenza nel sottosuolo di depositi fini caratterizzati da valori di coesione in genere superiori a 70 kPa, rilevati lungo le verticali di indagine, rende improbabile l'eventualità dell'occorrenza di cedimenti post-sismici, dovuti alla riconsolidazione conseguente alla dissipazione delle pressioni interstiziali accumulate durante il terremoto.

Tuttavia considerato il limitato numero di dati disponibili, si richiede che, in sede di attuazione, il progettista confermi mediante ulteriori indagini puntuali adeguatamente spinte in profondità, tale valutazione. Qualora emergano elementi che viceversa rendano possibile l'occorrenza del fenomeno, l'area dovrà essere obbligatoriamente assoggettata ad approfondimento di III livello.



## MICROZONAZIONE SISMICA

Con riferimento all'Allegato A2 della Delibera dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna n° 112 del 2 maggio 2007, sono stati determinati i fattori di amplificazione sismica rispetto ad un suolo di riferimento.

In considerazione dell'omogeneità delle caratteristiche litologiche, geomeccaniche e di risposta sismica locale dei terreni, sotto il profilo della microzonazione l'areale in questione risulta caratterizzato da un'unica zona (Tav 5d).

Essendo l'area in esame caratterizzata da un profilo stratigrafico con prevalenza di orizzonti ghiaiosi con bedrock sismico inferiore a 100 m ed utilizzando la tabella "Pianura 1" dell'Allegato 2 alla citata delibera, i fattori di amplificazione (F.A) per l'area in esame sono i seguenti (Tab. 5):

|  | <b>Fattori di Amplificazione (F.A.)</b> |
|--|---|
| <b>P.G.A.</b>  | <b>1.6</b>                              |
| <b>Intensità spettrale o di Housner (<math>0.1s &lt; T_0 &lt; 0.5s</math>)</b> | <b>1.8</b>                              |
| <b>Intensità spettrale o di Housner (<math>0.5s &lt; T_0 &lt; 1.0s</math>)</b> | <b>2.1</b>                              |

Tabella 5: valori dei Fattori di Amplificazione sismica



## 6. AMBITO DI TRASFORMAZIONE MAZZOLA

### INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area in questione si colloca alla periferia nord del Capoluogo ed è compresa ad ovest dalla S. P. 513R della Val d'Enza e ad est dalla S.P. 45 di Montechiarugolo (Tav. 1).

Per questo areale, che presenta una superficie complessiva di circa 304.000 mq, il PSC ha previsto un ambito di nuovo insediamento.

### USO DEL SUOLO

Le aree rientranti nella perimetrazione sono attualmente interessate da coltivazioni agricole rotazionali.

### GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

Sotto il profilo geologico, con riferimento alla nuova "Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna – Progetto CARG", i depositi affioranti appartengono al Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (Tav. 6a).

Si tratta di ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati con copertura di limi argillosi e risalgono al periodo che va dal Pleistocene superiore all'Olocene. Il profilo di alterazione varia da qualche decina di centimetri a circa 1.00 m.

Dal punto di vista geomorfologico l'area, situata a quote comprese tra 153 e 145 m s.l.m., mostra una debole pendenza (~1%) verso il quadrante nord-orientale.

L'idrografia locale è rappresentata esclusivamente dai fossi scolanti laterali alla viabilità stradale. L'alveo del T. Termina scorre circa 250 m ad est del limite orientale dell'area.

### IDROGEOLOGIA

Sotto il profilo idrogeologico l'area insiste su depositi appartenenti al Gruppo Acquifero A, il cui livello basale si colloca alla profondità di circa -40 m da p.c..

I dati disponibili del livello di falda, indicano una soggiacenza di circa -8.00÷10.00 m da p.c.. Tuttavia non si può escludere la presenza di locali livelli freatici sospesi a carattere stagionale, come evidenziato da alcuni pozzi a camicia presenti in zona che forniscono valori di soggiacenza minima pari a -2÷3 m da p.c..





La direzione del flusso della falda sotterranea è orientata verso il quadrante nord-orientale (Tav. 6b).

Circa la vulnerabilità degli acquiferi, l'ambito di trasformazione in oggetto risulta caratterizzato da una vulnerabilità elevata (Tav. 6b).

## **DATI GEOGNOSTICI DI RIFERIMENTO**

Per la definizione delle caratteristiche del sottosuolo si è fatto riferimento ad indagini geognostiche eseguite sia nell'area, che al contorno della stessa, in occasione di precedenti varianti urbanistiche e di interventi edilizi e, soprattutto, ai dati stratigrafici contenuti nel database geognostico del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna (cfr. Tav. 6c).

In particolare sono state consultate le seguenti stratigrafie (cfr. All.1):

- 200090P705 (profondità: 85 m)                      - 200090P717 (profondità: 22 m)
- 200090P738 (profondità: 52 m)
- CPT "P2" e "P3" richiesta di Variante PRG 2000 (prof.: 8.00 m e 3.60 m)
- CPT "P2" indagini Comparto Torrazzo 1990 (prof.: 4.80 m)

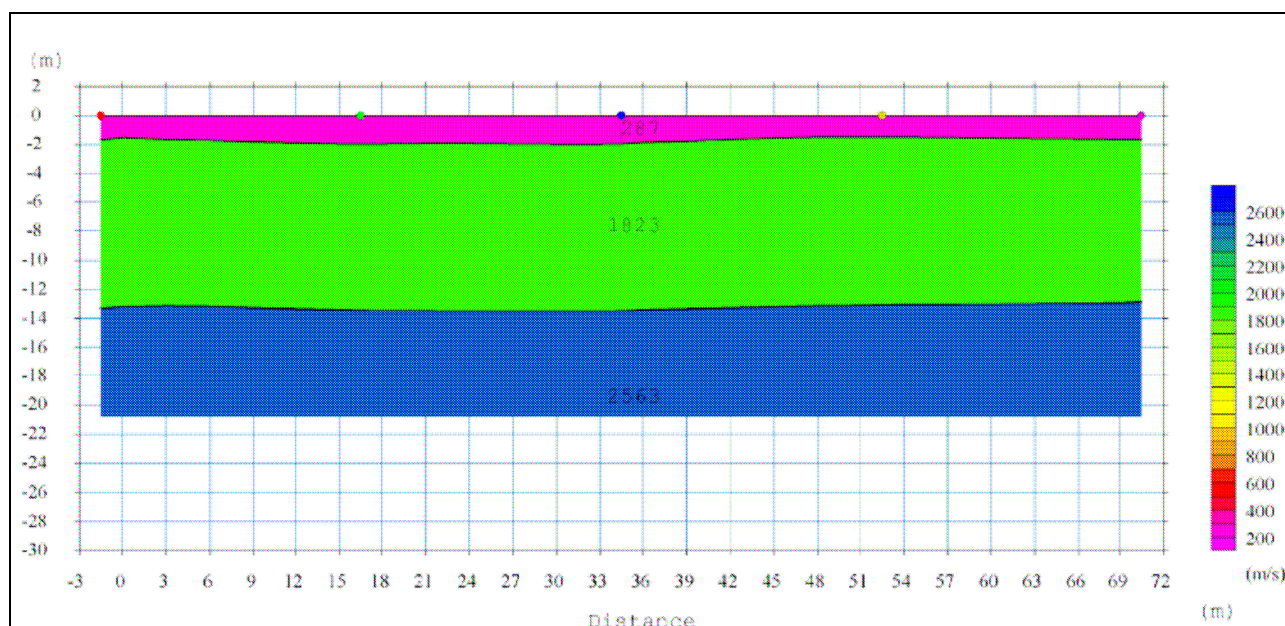
Ai fini della determinazione delle Vs30 è stato eseguito un rilievo sismico a rifrazione (base sismica "E") con elaborazione dei dati mediante il metodo MASW (cfr. All. 2).

## **CARATTERISTICHE LITOSTRATIMETRICHE E GEOMECCANICHE**

L'assetto litostratimetrico può essere schematicamente descritto come una ridotta copertura fine costituita da depositi argillosi e argilloso-limosi, di spessore variabile tra 3 e 4 metri, che ricopre un substrato grossolano a ghiaie prevalenti, in matrice fine percentualmente variabile.

Tale andamento è schematizzato nella sezione interpretativa eseguita in corrispondenza della base sismica "E" (Fig. 9).





**Fig. 9** – Sezione interpretativa del sottosuolo in corrispondenza della base sismica “E”

I diagrammi penetrometrici disponibili per l'area in questione, evidenziano la presenza di un orizzonte superficiale a comportamento geotecnico coesivo (limi e argille limose), di consistenza variabile da buona a discreta. I valori di resistenza alla punta ( $R_p$ ) all'interno dei depositi fini a comportamento coesivo sono in genere superiori a  $30 \text{ kg/cm}^2$ .

Viceversa in corrispondenza dei depositi grossolani del substrato si assiste ad un brusco incremento dei valori di  $R_p$ , con valori superiori a  $100 \text{ kg/cm}^2$  e arresto delle prove per rifiuto all'avanzamento.

## VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO

Il profilo di velocità delle onde di taglio (Fig. 10), ottenuto attraverso il rilievo sismico a rifrazione, mostra un costante incremento con la profondità sino a circa 18 m di profondità dove raggiunge i  $700 \text{ m/s}$ .

Pur con limitati scostamenti tale valore viene mantenuto per il resto del profilo sino alla profondità di circa 50 m.

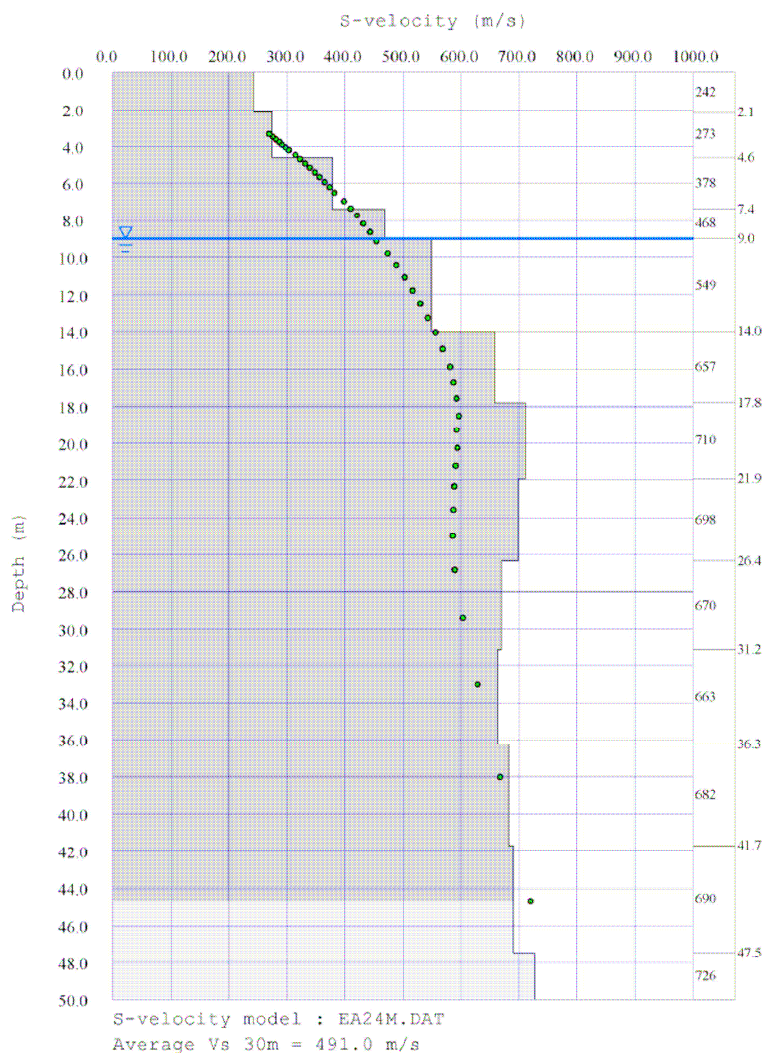
In considerazione delle caratteristiche geologiche dell'ambito di trasformazione si può ritenere che il profilo sia rappresentativo del sottosuolo dell'area in esame.

Il valore della velocità delle onde entro i primi trenta metri di profondità ( $V_{s30}$ ) è il seguente:

$$\text{base sismica E} \quad \rightarrow \quad V_{s30} = 491 \text{ m/s}$$







**Fig. 10** – Profilo di velocità delle onde di taglio.

## EFFETTI SISMICI LOCALI

### Amplificazione stratigrafica

L'area risulta essere soggetta ad amplificazione di tipo stratigrafico del segnale sismico, derivante dalla presenza di depositi alluvionali con velocità delle onde di taglio inferiore a 800 m/s.

Il sottosuolo di fondazione, sulla base delle indagini geofisiche eseguite può essere considerato appartenente alla **categoria B**.

### Amplificazione topografica

La morfologia subpianeggiante dell'area, permette di escludere fenomeni di amplificazione di tipo topografico.



### Occorrenza di fenomeni di liquefazione

La possibilità che si verifichino fenomeni di liquefazione può essere esclusa, in quanto è stata accertata l'assenza di depositi sabbiosi entro i primi 20 metri di sottosuolo.

### Fenomeni di cedimento postsismico

La presenza nel sottosuolo di depositi fini caratterizzati da valori di coesione in genere superiori a 70 kPa, rilevati lungo le verticali di indagine, rende improbabile l'eventualità dell'occorrenza di cedimenti post-sismici, dovuti alla riconsolidazione conseguente alla dissipazione delle pressioni interstiziali accumulate durante il terremoto.

Tuttavia considerato il limitato numero di dati disponibili, si richiede che, in sede di attuazione, il progettista confermi mediante ulteriori indagini puntuali adeguatamente spinte in profondità, tale valutazione. Qualora emergano elementi che viceversa rendano possibile l'occorrenza del fenomeno, l'area dovrà essere obbligatoriamente assoggettata ad approfondimento di III livello.

## **MICROZONAZIONE SISMICA**

Con riferimento all'Allegato A2 della Delibera dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna n° 112 del 2 maggio 2007, sono stati determinati i fattori di amplificazione sismica rispetto ad un suolo di riferimento.

Data l'omogeneità delle caratteristiche litologiche, geomeccaniche e di risposta sismica locale dei terreni, l'areale in questione risulta caratterizzato da un'unica zona sotto il profilo della microzonazione (Tav. 6d).

Assumendo come bedrock sismico il tetto dei depositi sepolti del Quaternario Marino, la cui profondità risulta inferiore a 100 m, ed utilizzando la tabella "Pianura 1" dell'Allegato 2 alla citata delibera, i fattori di amplificazione (F.A) per l'area in esame sono i seguenti (Tab. 6):

|  | <b>Fattori di Amplificazione (F.A.)</b> |
|--|---|
| <b>P.G.A.</b>  | <b>1.4</b>                              |
| <b>Intensità spettrale o di Housner (<math>0.1s &lt; T_0 &lt; 0.5s</math>)</b> | <b>1.5</b>                              |
| <b>Intensità spettrale o di Housner (<math>0.5s &lt; T_0 &lt; 1.0s</math>)</b> | <b>1.6</b>                              |

Tabella 6: valori dei Fattori di Amplificazione sismica



## 7. AMBITO DI TRASFORMAZIONE VIGNALE

### INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area in questione di limitate dimensioni (circa 19.000 mq) si colloca nel centro abitato di Vignale lateralmente alla S.P. 32 "Pedemontana" (Tav. 1).

### USO DEL SUOLO

Le aree rientranti nella perimetrazione sono attualmente interessate da coltivazioni agricole rotazionali, fatta eccezione per l'estremo settore settentrionale adibito a piazzale – parcheggio.

### GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

Sotto il profilo geologico, con riferimento alla nuova "Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna – Progetto CARG", i depositi affioranti nel settore sud-occidentale appartengono al Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore – Subsistema di Agazzano (AES3), mentre in quello nord-orientale affiorano sedimenti attribuiti all'Unità Niviano del Subsistema di Villa Verucchio (Tav. 7a).

Il Subsistema di Agazzano risulta costituito da ghiaie e ghiaie sabbioso-argillose prevalenti che risalgono al Pleistocene medio. I depositi sono generalmente costituiti da un intervallo basale con ghiaie prevalenti, sovrastato da un intervallo fine, limoso-argilloso. Il profilo di alterazione dell'unità è molto evoluto e raggiunge i 6÷7 m di profondità.

L'unità di Niviano è costituita da ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati, con copertura fine, composita e discontinua di spessore fino a 2 m, di limi e limi argillosi giallastri. Il profilo di alterazione dell'unità è molto evoluto e può raggiungere i 4-5 m di profondità.

Dal punto di vista geomorfologico l'area, situata a quote comprese tra 190 e 180 m s.l.m., è caratterizzata da una pendenza di circa il 5% verso il quadrante nord-orientale.

L'idrografia locale è rappresentata da alcuni rii che raccolgono le acque in scorrimento lungo il versante a monte per poi sottopassare tombinati la S.P. 32 e, una volta ritornati a cielo aperto, proseguire sino a confluire nel T. Termina.

### IDROGEOLOGIA

Sotto il profilo idrogeologico l'area insiste su depositi appartenenti al Gruppo Acquifero A, il cui livello basale si colloca alla profondità di circa -30÷40 m s.l.m. da p.c..



I dati bibliografici relativi al livello della falda indicano una soggiacenza di circa –30 m da p.c., mentre la direzione del flusso della falda sotterranea è orientata verso il quadrante nord-orientale<sup>1</sup>.

Circa la vulnerabilità degli acquiferi, l'ambito di trasformazione in oggetto risulta caratterizzato da una vulnerabilità attenuata (Tav. 7b).

## DATI GEOGNOSTICI DI RIFERIMENTO

Per la definizione delle caratteristiche del sottosuolo si è fatto riferimento ad indagini geognostiche eseguite sia nell'area, che al contorno della stessa, in occasione di precedenti varianti urbanistiche e di interventi edilizi e, soprattutto, ai dati stratigrafici contenuti nel database geognostico del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna (cfr. Tav. 7c).

In particolare sono state consultate le seguenti stratigrafie (cfr. All.1):

- 200130P620 (profondità: 88 m)
- 200130P502 (profondità: 36 m)
- CPT "P4" Variante PRG 1994
- CPT "P17" Variante PRG 1996
- Sondaggio a rotazione S363 (dott. Andrea Fornaciari)

Ai fini della determinazione delle Vs30 è stato eseguito un rilievo sismico a rifrazione (base sismica "F") con elaborazione dei dati mediante il metodo MASW (cfr. All. 2).

Inoltre si è fatto riferimento ad una vicina prospezione geofisica eseguita da CENTROGEO SURVEY snc per conto del dott. geol. Andrea Fornaciari, con metodo sismico refraction microtremor (Re.Mi.) e tecnica dei rapporti spettrali (HVSR) (Tav. 7c).

## CARATTERISTICHE LITOSTRATIMETRICHE E GEOMECCANICHE

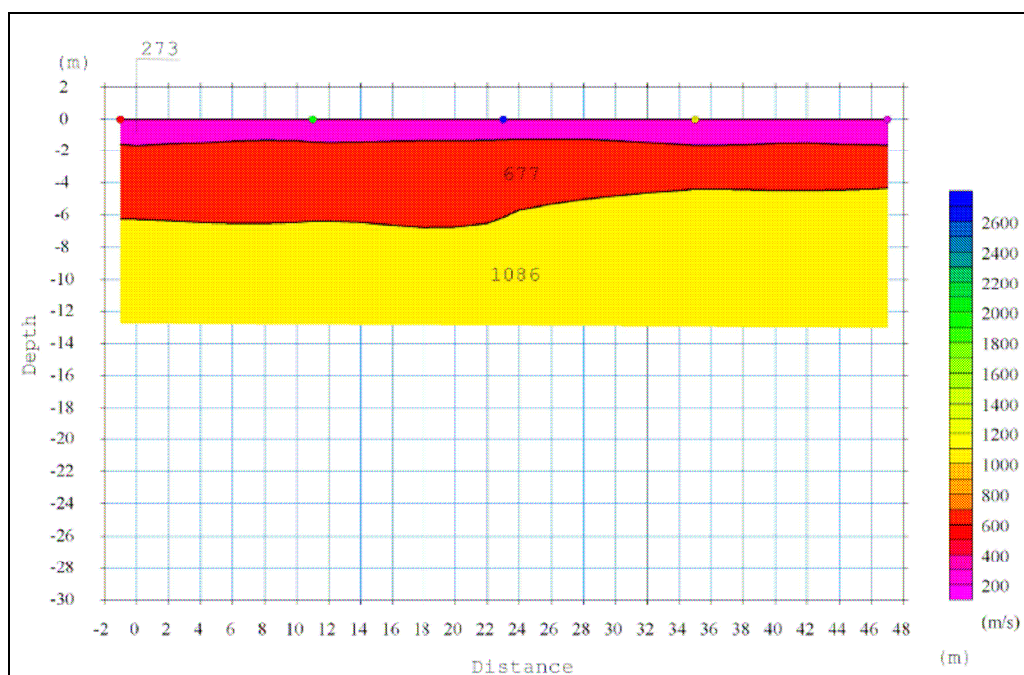
L'assetto litostratimetrico può essere schematicamente descritto come una successione di depositi argillosi, argilloso-limosi e limosi, che si alternano a livelli grossolani a ghiaie prevalenti in matrice sabbioso-limosa percentualmente variabile.

In copertura predominano depositi fini con locali intercalazioni ghiaiose ad andamento lentiforme.

Tale andamento è schematizzato nella sezione interpretativa eseguita in corrispondenza della base sismica "F" (Fig. 11).

<sup>1</sup> Tali dati sono stati desunti dalla Carta della Vulnerabilità degli Acquiferi all'inquinamento – Pitagora Editrice Bologna, 1992.





**Fig. 11** – Sezione interpretativa del sottosuolo in corrispondenza della base sismica “F”

Le prove penetrometriche eseguite nell’immediato intorno dell’area in questione, evidenziano la presenza di un orizzonte superficiale a comportamento geotecnico coesivo (argille e argille limose), di consistenza discreta. I valori di resistenza alla punta ( $R_p$ ) all’interno dei depositi fini sono in genere superiori a  $30 \text{ kg/cm}^2$ .

Viceversa in corrispondenza dei depositi grossolani si assiste a bruschi incrementi dei valori di  $R_p$ , con picchi superiori a  $100 \text{ kg/cm}^2$  e, laddove i ciottoli hanno maggiori dimensioni o i depositi presentano un elevato livello di addensamento determinano l’arresto delle prove per rifiuto all’avanzamento.

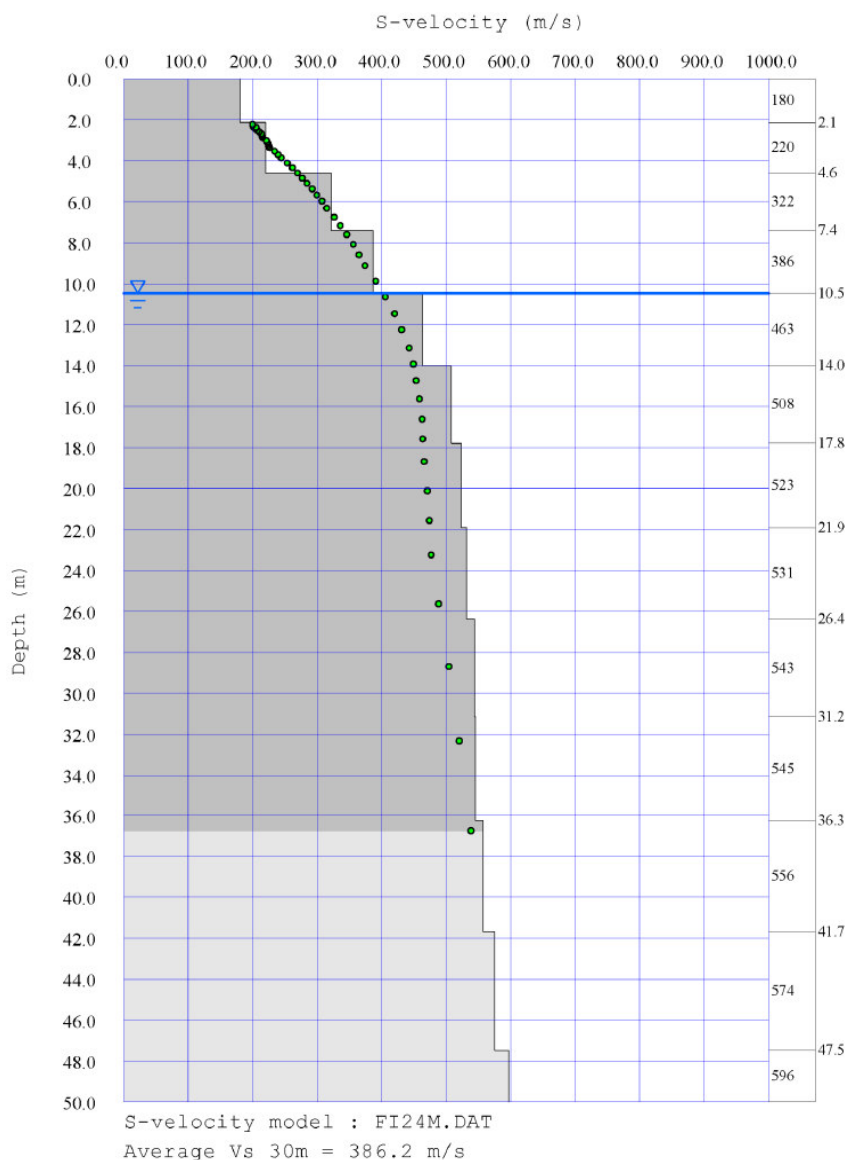
### VELOCITA’ DELLE ONDE DI TAGLIO

Il profilo di velocità delle onde di taglio (Fig. 12), ottenuto attraverso il rilievo sismico a rifrazione, mostra un costante incremento con la profondità sino a raggiungere e superare i 500 m/s a circa -14 m di profondità.

Il valore della velocità delle onde entro i primi trenta metri di profondità ( $V_{s30}$ ) è il seguente:

$$\text{base sismica “F”} \rightarrow V_{s30} = 386 \text{ m/s}$$





**Fig. 12** – Profilo di velocità delle onde di taglio

Il confronto con le risultanze delle prove geofisiche eseguite da CENTR GEO SURVEY snc circa 400 m ad est dell’area in questione mostra valori di Vs30 superiori ( $V_{s30} = 481$ ), giustificabili con possibili variazioni di carattere litostratigrafico e dalla diversa tecnica utilizzata. Viceversa i profili delle onde di taglio ( $V_s$ ) nel sottosuolo presentano discrete analogie, in particolare sino alla profondità di circa -25 m dal p.c.

Pertanto in considerazione delle caratteristiche geologiche e della limitata estensione dell’ambito di trasformazione si può ritenere che il profilo di cui alla Fig. 12 sia rappresentativo del sottosuolo dell’area in esame.

## EFFETTI SISMICI LOCALI

### Amplificazione stratigrafica

L'area risulta essere soggetta ad amplificazione di tipo stratigrafico del segnale sismico, derivante dalla presenza di depositi alluvionali con velocità delle onde di taglio inferiore a 800 m/s.

Il sottosuolo di fondazione, sulla base delle indagini geofisiche eseguite può essere considerato appartenente alla **categoria B**.

### Amplificazione topografica

La morfologia dell'area, caratterizzata da una ridotta acclività, permette di escludere fenomeni di amplificazione di tipo topografico.

### Occorrenza di fenomeni di liquefazione

La possibilità che si verifichino fenomeni di liquefazione può essere esclusa, in quanto è stata accertata l'assenza di depositi sabbiosi entro i primi 20 metri di sottosuolo.

### Fenomeni di cedimento postsismico

La presenza nel sottosuolo di depositi fini caratterizzati da valori di coesione in genere superiori a 70 kPa, rilevati lungo le verticali di indagine, rende improbabile l'eventualità dell'occorrenza di cedimenti post-sismici, dovuti alla riconsolidazione conseguente alla dissipazione delle pressioni interstiziali accumulate durante il terremoto.

Tuttavia considerato il limitato numero di dati disponibili, si richiede che, in sede di attuazione, il progettista confermi mediante ulteriori indagini puntuali adeguatamente spinte in profondità, tale valutazione. Qualora emergano elementi che viceversa rendano possibile l'occorrenza del fenomeno, l'area dovrà essere obbligatoriamente assoggettata ad approfondimento di III livello.

## MICROZONAZIONE SISMICA

Con riferimento all'Allegato A2 della Delibera dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna n° 112 del 2 maggio 2007, sono stati determinati i fattori di amplificazione sismica rispetto ad un suolo di riferimento.

In considerazione dell'omogeneità delle caratteristiche litologiche, geomeccaniche e di risposta sismica locale dei terreni, l'areale in questione risulta caratterizzato da un'unica zona sotto il profilo della microzonazione (Tav. 7d).



Essendo l'area in esame caratterizzata da un profilo stratigrafico con alternanze di orizzonti ghiaiosi e limoso-argillosi ben consolidati con bedrock sismico inferiore a 100 m ed utilizzando la tabella "Pianura 1" dell'Allegato 2 alla citata delibera, i fattori di amplificazione (F.A) per l'area in esame sono i seguenti (Tab. 7):

|  | <b>Fattori di Amplificazione (F.A.)</b> |
|--|---|
| <b>P.G.A.</b>  | <b>1.6</b>                              |
| <b>Intensità spettrale o di Housner (<math>0.1s &lt; T_0 &lt; 0.5s</math>)</b> | <b>1.7</b>                              |
| <b>Intensità spettrale o di Housner (<math>0.5s &lt; T_0 &lt; 1.0s</math>)</b> | <b>2.0</b>                              |

Tabella 7: valori dei Fattori di Amplificazione sismica

Basilicanova, 23 aprile 2009



Il professionista incaricato

Dot. Geol. Stefano Castagnetti

