

## **SCUOLA DEL PRIMO CICLO “FALCONE-BORSELLINO”**

Viale Sarca, 24 – Milano (MI)

Cod. B22012

COMUNE DI MILANO – Via Durando, 38/A - 20158 Milano (MI)



## **Relazioni Geologica Preliminare**



TECNOINDAGINI S.r.l.

Tel 02 36527601 Fax 02 66304937 – [www.tecnoindagini.it](http://www.tecnoindagini.it) - [info@tecnoindagini.it](mailto:info@tecnoindagini.it)

Con il supporto tecnico di: Geol. Stefano Bonfoco

# **RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE**

**Scuola del primo ciclo di istruzione Falcone-Borsellino**

## Sommario

<b>1 PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2 METODOLOGIA D'INDAGINE .....</b>	<b>3</b>
<b>3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....</b>	<b>4</b>
<b>4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E LITOLOGICO .....</b>	<b>5</b>
<b>5 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....</b>	<b>6</b>
<b>6 CARATTERI IDROGEOLOGICI .....</b>	<b>7</b>
<b>7 PERICOLOSITA' E FATTIBILITA' GEOLOGICA ED IDRAULICA .....</b>	<b>8</b>
<b>8 RISCHIO IDROGEOLOGICO .....</b>	<b>9</b>
<b>9 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO (NTC 2018) .....</b>	<b>9</b>
9.1 PROSPEZIONE SISMICA MASW.....	12
9.2 ELABORAZIONE DATI .....	14
9.3 ANALISI E COMMENTO DEI RISULTATI.....	16
<b>10 CONCLUSIONI .....</b>	<b>18</b>

## 1 PREMESSA

Nella presente relazione geologica preliminare vengono riepilogati i risultati di uno studio geologico-tecnico, eseguito nell'area di ubicazione della Scuola del primo ciclo di istruzione Falcone-Borsellino di Viale Sarca, 24 nel territorio comunale di Milano (MI) a supporto della partecipazione al bando PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA – PNRR – Missione 2 – per “Costruzione di nuove scuole mediante sostituzione di edifici”.

Lo studio è finalizzato ad una prima valutazione delle litologie presenti ed alla ricostruzione dell'ambito geologico, geomorfologico ed idrogeologico in cui si inserisce il sito di progetto. L'inquadramento complessivo dell'area risulta essere noto sia per il contesto geologico di appartenenza sia per la documentazione bibliografica esistente.

La categoria di sottosuolo di appartenenza è stata determinata mediante prospezioni sismiche M.A.S.W. (Multichannel Analysis Surface Waves – VS,eq) secondo quanto previsto dalla Circolare Esplicativa del Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 7 del 21/01/2019 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici recante “Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”.

Per la ricostruzione dettagliata della stratigrafia locale, con la conseguente determinazione dei parametri geotecnici, sarà predisposta, nella successiva fase di progettazione, una campagna di indagini geognostiche.

## 2 METODOLOGIA D'INDAGINE

Per l'acquisizione delle conoscenze anticipate in premessa è stata predisposta una metodologia di lavoro per step successivi, propedeutici e consequenziali.

Lo studio è stato articolato secondo le seguenti fasi:

- reperimento di materiale bibliografico (relazione geologica con i relativi allegati a supporto del Piano di Governo del Territorio e Foglio n. 118 “Milano” della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000);
- ricerca di indagini geologiche, studi e rilievi geologico-geomorfologici svolti in precedenza nella stessa zona ed in aree limitrofe;
- elaborazione ed interpretazione finale dei dati bibliografici;
- esecuzione di prospezione sismica con metodo MASW.



### 3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area oggetto di studio è ubicata in provincia di Milano, nella zona a Nord-Est del centro abitato di Milano, in Viale Sarca, 24 (v. Figura n° 1).

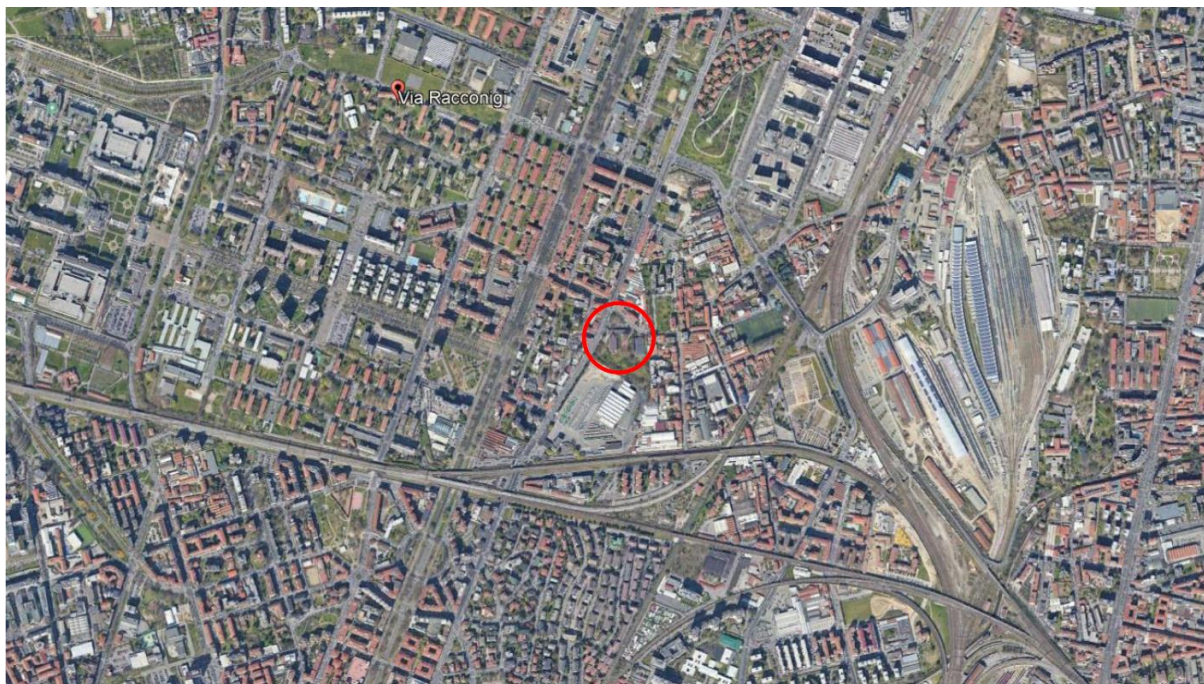


Figura n° 1 – Inquadramento dell'area di interesse, indicata nel cerchio rosso, su base satellitare (immagine da Google Earth)

Di seguito si riporta uno stralcio della Carta Tecnica Regionale con evidenziata l'area di studio (v. Figura n° 2).

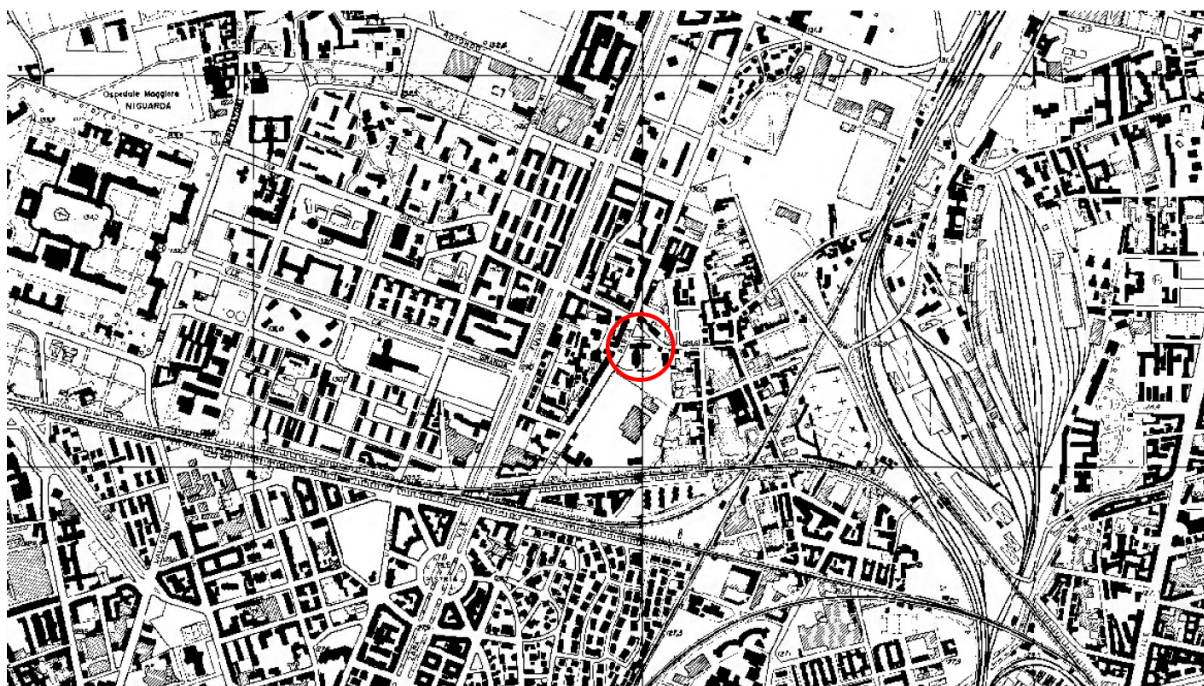


Figura n° 2 – Stralcio della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 con evidenziata nel cerchio rosso l'area di progetto.



#### 4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E LITOLOGICO

L'area oggetto di studio ricade all'interno del Foglio n. 118 "Milano" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000.

Da un punto di vista geologico il territorio del Comune di Milano risulta caratterizzato dalla presenza di depositi alluvionali legati all'attività di numerosi corsi d'acqua appartenenti ai bacini dei Fiumi Lambro, Seveso ed Olona.

L'area risulta pianeggiante, apparentemente omogenea e priva di significative discontinuità morfologiche (ad eccezione di quelle delle valli fluviali) con pendenza regionale verso SSE. I depositi sono prevalentemente grossolani (ghiaie e sabbie prevalenti), testimoni di un ambiente fluviale di tipo braided.

Le incisioni ("valli fluviali") dei principali corsi d'acqua, che tagliano il Foglio in direzione NO-SE (Fiume Olona e Torrente Bozzente) o N-S (Torrenti Lura, Seveso, Lambro Meridionale, Vettabbia e Fiume Lambro) rappresentano le fasi più recenti dell'evoluzione della pianura, riconducibili al tardo Pleistocene superiore e all'Olocene.

I depositi superficiali dell'area oggetto di studio appartengono al Supersistema di Besnate che costituisce l'unità di superficie prevalente nell'ambito del territorio analizzato.

Risulta costituito da differenti unità e, nell'area della scuola Media di Viale Sarca n° 24, è rappresentato dall'Unità di Guanzate (BEZ) costituita da depositi fluvio-glaciali di ghiaie supporto clastico con matrice sabbiosa o sabbioso limosa e localmente sabbie limose con clasti residuali (v. Figura n° 3).

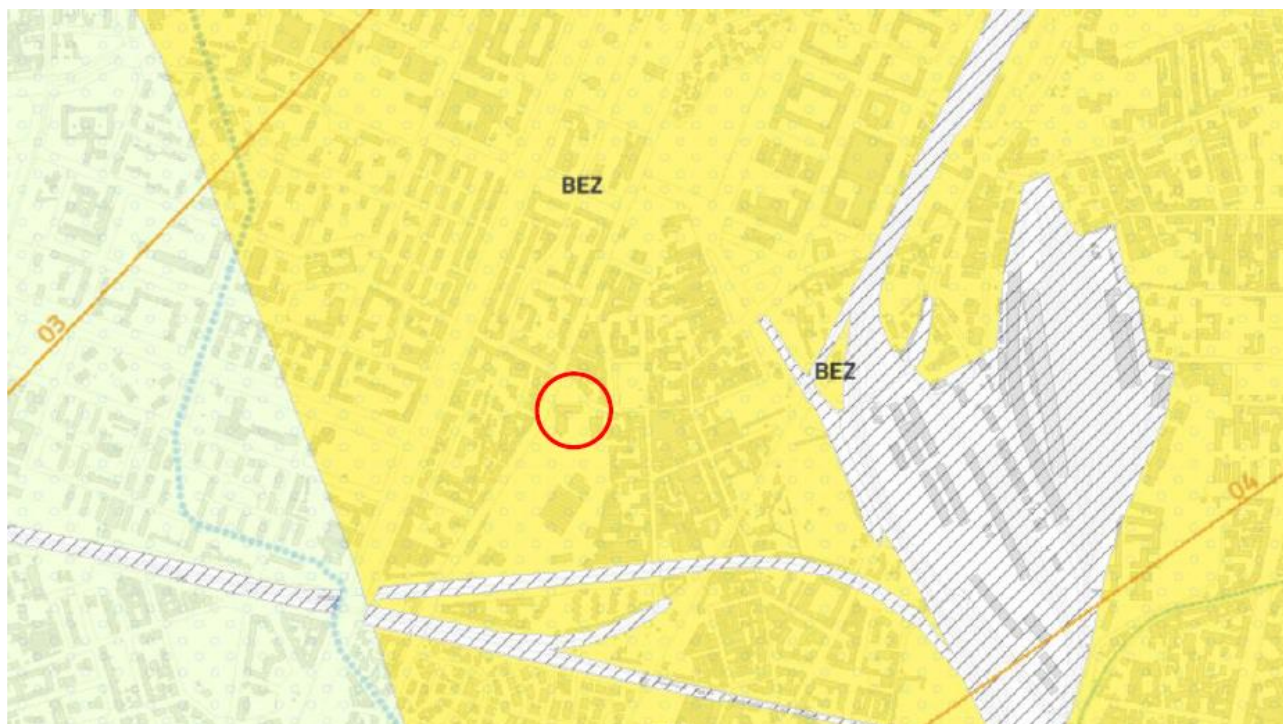


Figura n° 3 – Stralcio del Foglio n. 118 della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 con evidenziata nel cerchio rosso l'area di studio

## 5 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Gli elementi geomorfologici risultano connessi alle fasi erosionali di ambiente fluviale, pleistoceniche ed oloceniche e, soprattutto, alle modifiche apportate dall'attività antropica a partire dal XIII secolo. Il territorio risulta prevalentemente sub-pianeggiante.

L'area è impostata nell'alta pianura lombarda circa 1 km a Sud della linea delle risorgive (v. Figura n° 4) in una zona pianeggiante senza evidenti discontinuità morfologiche.

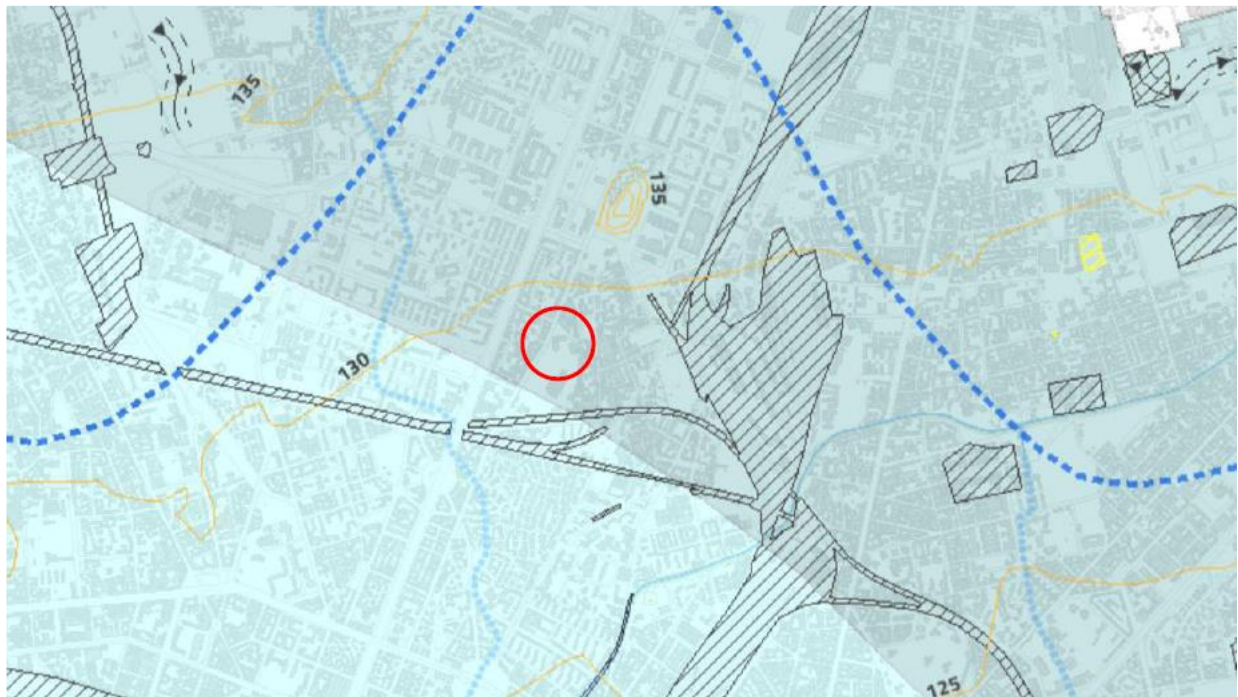


Figura n° 4 – Stralcio della Tavola G02 Carta Geomorfologica allegata al PGT con evidenziata nel cerchio rosso l'area di studio.

## 6 CARATTERI IDROGEOLOGICI

L'area oggetto di studio risulta costituita da depositi ghiaioso-sabbiosi con rare intercalazioni argillose con valori di trasmissività relativamente elevati. L'attuale livello di soggiacenza della falda superficiale si attesta a circa 11 metri di profondità dal piano campagna così come riportato nella Tavola G06 Carta della soggiacenza e degli spessori di sabbie in falda allegata al PGT (v. Figura n° 5).



Figura n° 5 – Stralcio della Tavola G06 Carta della soggiacenza e degli spessori di sabbie in falda allegata al PGT con evidenziata nel cerchio rosso l'area di studio



## 7 PERICOLOSITA' E FATTIBILITA' GEOLOGICA ED IDRAULICA

Dalla Tavola G13 Carta Semplificata del Rischio Idraulico allegata al PGT, della quale di seguito di riporta uno stralcio (vedi Figura n° 6), si rileva che il sito rientra prevalentemente in un'area di pericolosità media (Alluvioni poco frequenti, TR 100-200 anni) con l'eccezione di due piccole porzioni situate a E e NE che invece risultano classificate in classe di pericolosità elevata (Alluvioni Frequenti, TR 10 anni) imputabile alle esondazioni del Fiume Seveso.

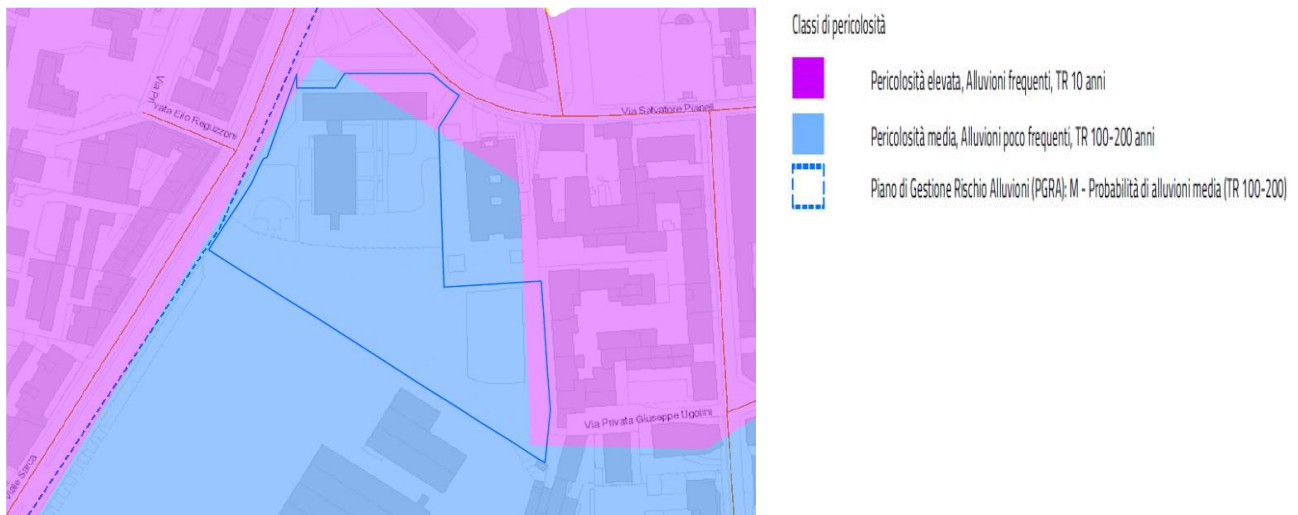


Figura n° 6 – Stralcio della Tavola G13 Carta Semplificata del Rischio Idraulico con evidenziata nel perimetro azzurro l'area di studio

Per quanto attiene alle classi di fattibilità geologica, come riportato nella Tavola R.01 Fattibilità Geologica ed Idraulica allegata al PGT, della quale di seguito di riporta uno stralcio (vedi Figura n° 7), l'area rientra principalmente in una Classe II (Fattibilità con modeste limitazioni), con l'eccezione delle due piccole porzioni evidenziate in precedenza che risultano appartenere, a causa dei fenomeni di pericolosità legati alle inondazioni del Fiume Seveso, alla Classe IIIa (Fattibilità con consistenti limitazioni).

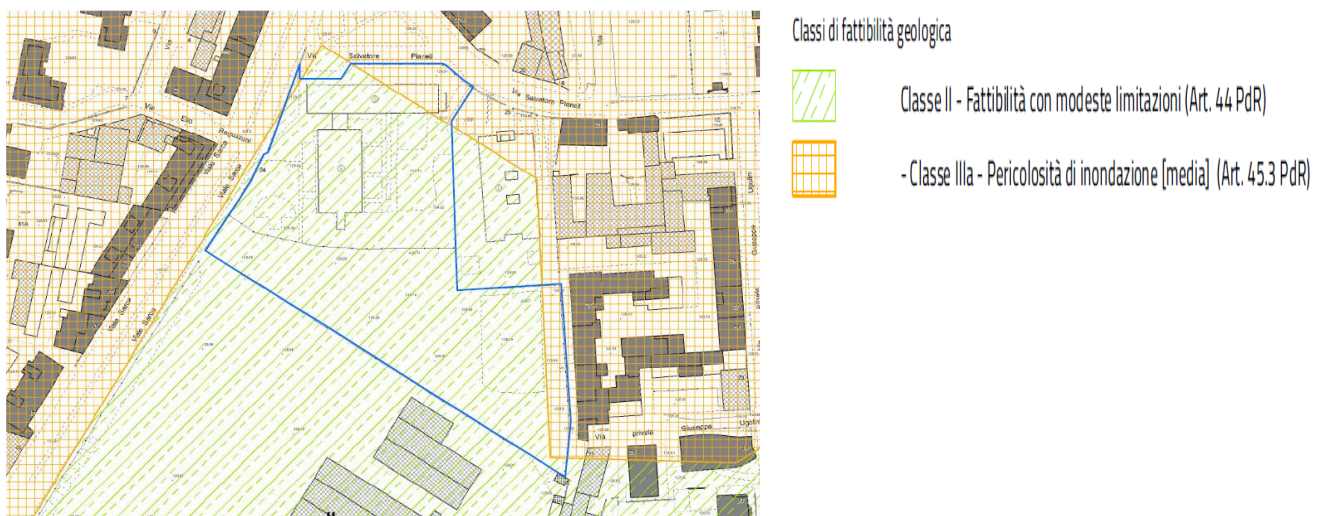


Figura n° 7 – Stralcio della Tavola R.01 Fattibilità Geologica ed Idraulica con evidenziata nel perimetro azzurro l'area di studio

## 8 RISCHIO IDROGEOLOGICO

Relativamente alla classe di rischio idrogeologico, l'area su cui insiste l'edificio scolastico risulta in Classe di Rischio R4, mentre il cortile di pertinenza in Classe R2 come riportato nella Tavola Sottostante (v. Figura n° 8) estratta dal sito della Regione Lombardia – PGR.

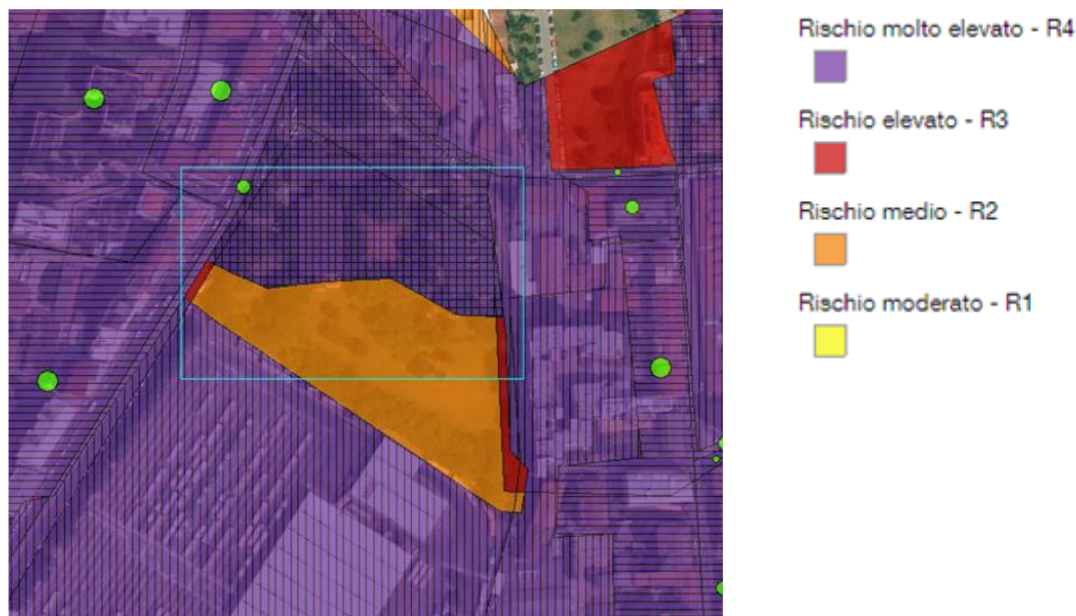


Figura n° 8 – Stralcio della Tavola di Rischio Idrogeologico con evidenziata nel perimetro azzurro l'area di studio

## 9 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO (NTC 2018)

La definizione del parametro  $V_{s,eq}$  e la conseguente delineazione della categoria di sottosuolo (preliminare) dei terreni su cui sorge la Scuola del primo ciclo di istruzione Falcone-Borsellino di Viale Sarca, 24 a Milano (MI) è stata ottenuta mediante l'esecuzione di una campagna di prospezioni sismiche M.A.S.W. (Multichannel Analysis Surface Waves -  $V_{s,eq}$ ).

La normativa "Norme tecniche per le costruzioni 2018" afferma che ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto (§ 3.2.2), deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, mediante studi specifici di risposta sismica locale. In mancanza di tali studi si può utilizzare la classificazione dei terreni descritta di seguito. La classificazione deve riguardare i terreni compresi tra il piano di imposta delle fondazioni degli edifici ed un substrato rigido di riferimento, (bedrock) ovvero quelli presenti ad una profondità commisurata all'estensione ed all'importanza dell'opera.

La classificazione è basata sulla stima dei valori della velocità equivalente di propagazione delle onde sismiche di taglio  $V_{s,eq}$ . In base a tale grandezza sono state identificate le seguenti **categorie di sottosuolo (Tab. 3.2.II):**

- A** *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 metri;
- B** *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti*, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s;
- C** *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con profondità del substrato superiori a 30 metri, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s;
- D** *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fina scarsamente consistenti*, con profondità del substrato superiori a 30 metri, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s;
- E** *Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D*, con profondità del substrato non superiore a 30 metri.

La classificazione del sottosuolo è effettuata sulla base delle condizioni stratigrafiche e dei valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{S,eq}$  (m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con:

$h_i$  spessore dell' $i$ -esimo strato;

$V_{S,i}$  velocità delle onde di taglio nell' $i$ -esimo strato;

$N$  numero di strati;

$H$  profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s.

A seguire viene riportato l'ubicazione planimetrica delle indagini eseguite e la documentazione fotografica di merito (v. Figura n° 9).



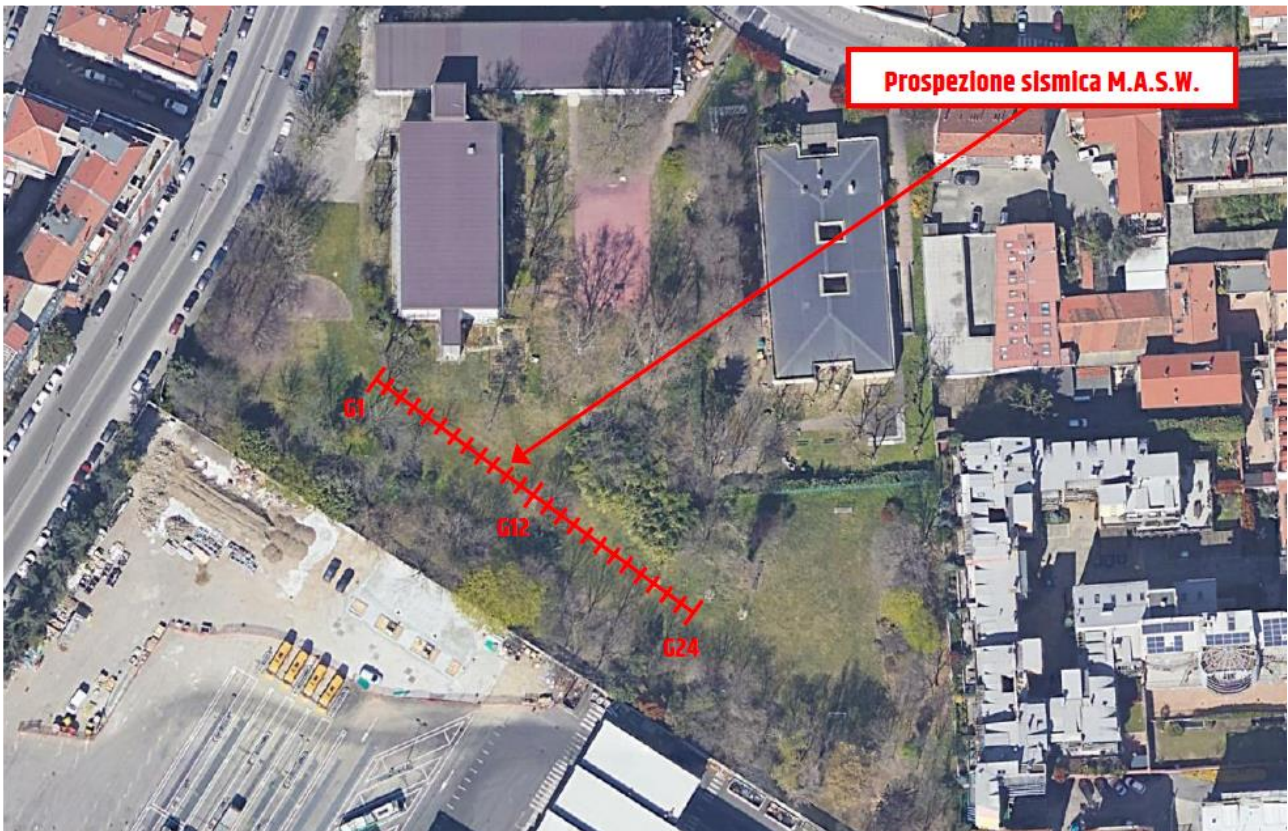


Figura n° 9 – Ubicazione planimetrica indagini eseguite con posizionamento geofoni (da G1 a G24)



Foto n° 1 – Stesa sismica M.A.S.W.



Foto n° 2 – Strumentazione sismografica di acquisizione

### **9.1 PROSPEZIONE SISMICA MASW**

Il metodo MASW è una tecnica di indagine non invasiva che si basa sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo.

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali. Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga. Questa proprietà si chiama dispersione. Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali. La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali. Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare la rigidità superficiale, una proprietà critica per molti studi geotecnici. L'intero processo comprende tre passi successivi: l'acquisizione delle onde superficiali (Ground Roll), la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza) e l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle  $V_s$ . Per ottenere un profilo  $V_s$  è necessario produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarli minimizzando il rumore. Una molteplicità di tecniche diverse è stata utilizzata nel tempo per ricavare la curva di dispersione, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi. L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati. Dei valori approssimati per il rapporto di Poisson e per la densità sono necessari per ottenere il profilo verticale  $V_s$  dalla curva di dispersione e vengono solitamente stimati utilizzando misure prese in loco o valutando le tipologie dei materiali. Quando si generano le onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh, vengono generate anche una molteplicità di tipi diversi di onde. Fra queste le onde di corpo, le onde superficiali non piane, le onde riverberate (Back Scattered) dalle disomogeneità superficiali, il rumore ambientale e quello imputabile alle attività umane. Le onde di corpo sono in vario modo riconoscibili in un sismogramma multicanale. Quelle rifratte e riflesse sono il risultato dell'interazione fra le onde e l'impedenza acustica (il contrasto di velocità) fra le superfici di discontinuità, mentre le onde di corpo dirette viaggiano, come è implicito nel nome, direttamente dalla sorgente ai ricevitori (geofoni).

Le onde che si propagano a breve distanza dalla sorgente sono sempre onde superficiali. Queste onde, in prossimità della sorgente, seguono un complicato comportamento non lineare e non possono essere trattate come onde piane. Le onde superficiali riverberate (Back Scattered) possono essere prevalenti in un sismogramma multicanale se in prossimità

delle misure sono presenti discontinuità orizzontali quali fondazioni e muri di contenimento. Le ampiezze relative di ciascuna tipologia di rumore generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente. Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno. La scomposizione di un campo di onde registrate in un formato a frequenza variabile consente l'identificazione della maggior parte del rumore, analizzando la fase e la frequenza indipendentemente dalla distanza dalla sorgente. La scomposizione può essere quindi utilizzata in associazione con la registrazione multicanale per minimizzare il rumore durante l'acquisizione. La scelta dei parametri di elaborazione così come del miglior intervallo di frequenza per il calcolo della velocità di fase, può essere fatto con maggior accuratezza utilizzando dei sismogrammi multicanale.

Una volta scomposto il sismogramma, una opportuna misura di coerenza applicata nel tempo e nel dominio della frequenza può essere utilizzata per calcolare la velocità di fase rispetto alla frequenza. La velocità di fase e la frequenza sono le due variabili ( $x$ ;  $y$ ), il cui legame costituisce la curva di dispersione. È anche possibile determinare l'accuratezza del calcolo della curva di dispersione analizzando la pendenza lineare di ciascuna componente di frequenza delle onde superficiali in un singolo sismogramma.

In questo caso MASW permette la miglior registrazione e separazione ad ampia banda ed elevati rapporti S/N (Signal/Noise). Un buon rapporto S/N assicura accuratezza nel calcolo della curva di dispersione, mentre l'ampiezza di banda migliora la risoluzione e la possibile profondità di indagine del profilo  $V_s$  di inversione. Le onde di superficie sono facilmente generate da una sorgente sismica quale, ad esempio, una mazza battente o un cannone sismico. La strumentazione utilizzata per l'esecuzione delle indagini si compone di un sismografo a 24 canali ad elevata sensibilità, 24 geofoni con frequenza propria di 4,5 Hz e mazza battente da 8 kg per la generazione dell'impulso sismico di energizzazione.

L'indagine MASW è stata eseguita posizionando uno stendimento lineare di lunghezza pari a 46 metri con i 24 geofoni equidistanziati di 2 m. L'acquisizione dei dati è stata effettuata tramite quattro energizzazioni ubicate ad una distanza di 5 m e 10 m dal primo geofono e quindi ad una distanza di 5 m e 10 m dal ventiquattresimo geofono. Per ognuno dei quattro punti di energizzazione sono stati sommati  $n^{\circ} 7$  impulsi sismici.

Il principale vantaggio di un metodo di registrazione multicanale è la capacità di riconoscimento dei diversi comportamenti, che consente di identificare ed estrarre il segnale utile dall'insieme di varie e differenti tipologie di onde sismiche. Quando un impatto è applicato sulla superficie del terreno, tutte queste onde vengono simultaneamente generate con differenti proprietà di attenuazione, velocità e contenuti spettrali.

Queste proprietà sono individualmente identificabili in una registrazione multicanale e lo stadio successivo del processo fornisce grande versatilità nell'estrazione delle informazioni utili. I risultati ottenuti, vengono discussi nei paragrafi successivi e riportati di seguito.



## 9.2 ELABORAZIONE DATI

Per l'analisi dei segnali sismici registrati si sono utilizzati i pacchetti software della centralina sismografica PASI GEA24 ed Eliosoft, ottenendo le seguenti restituzioni grafiche:

- Sismogramma delle velocità;
- Spettro di velocità e curva di dispersione misurata;
- Spettro di velocità e curva di dispersione calcolata;
- Modello sismico del terreno (Velocità sismica delle onde S e densità stimata del terreno).

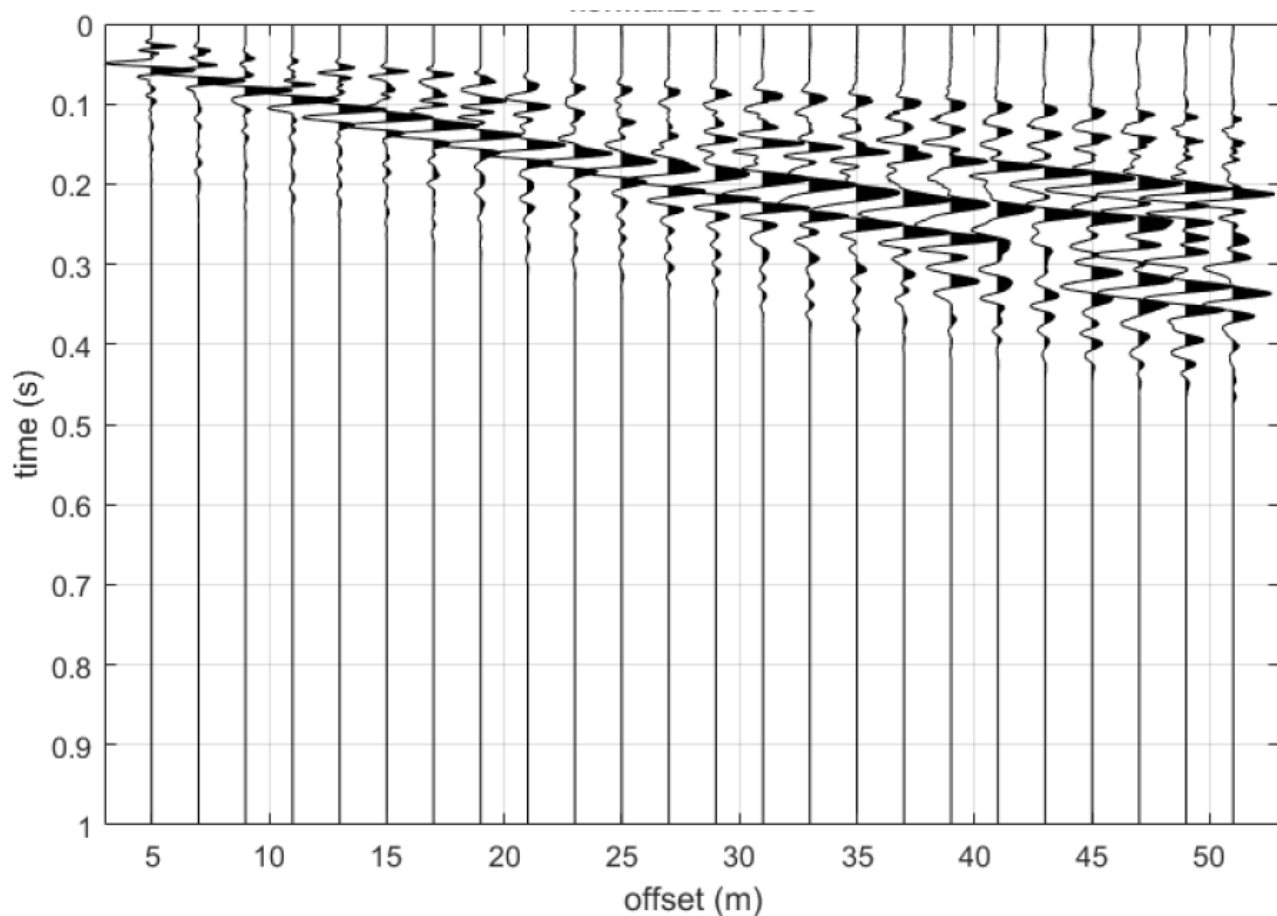


Figura n° 10 – Sismogramma delle velocità

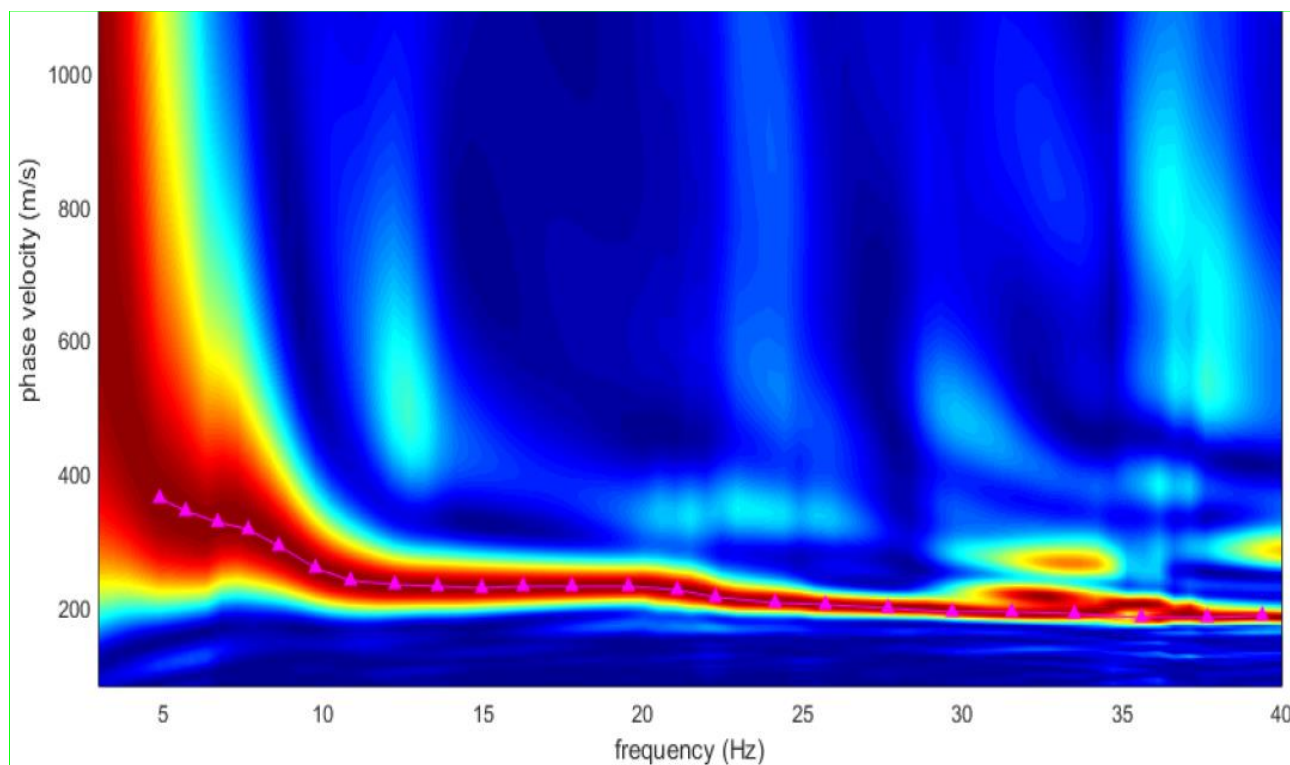


Figura n° 11 – Spettro di velocità e curva di dispersione misurata

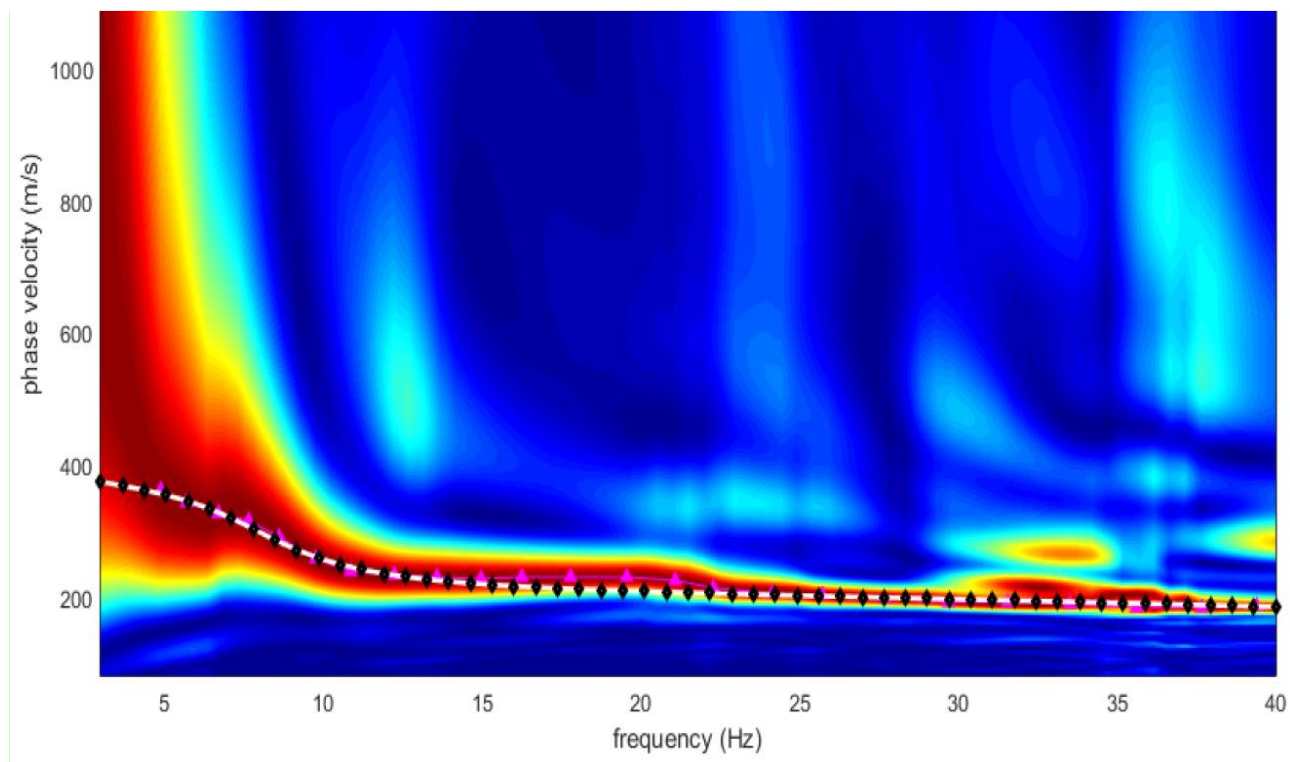


Figura n° 12 – Spettro di velocità e curva di dispersione calcolata

### 9.3 ANALISI E COMMENTO DEI RISULTATI

Come previsto dalla normativa sismica vigente (Testo Unico – D.M. 17/01/2018 – NTC 2018) è stata attuata la classificazione del tipo di suolo di fondazione dell'area di specifico interesse. La classificazione sismica del primo sottosuolo è stata effettuata mediante un approccio di tipo complesso con la specifica finalità di eseguire la verifica incrociata tra i risultati ottenuti da differenti metodologie d'indagine.

Il risultato finale dell'elaborazione consiste quindi nella rappresentazione grafica del profilo di velocità e nel calcolo della relativa  $V_{s,eq}$  e della densità del terreno così come definito di seguito.

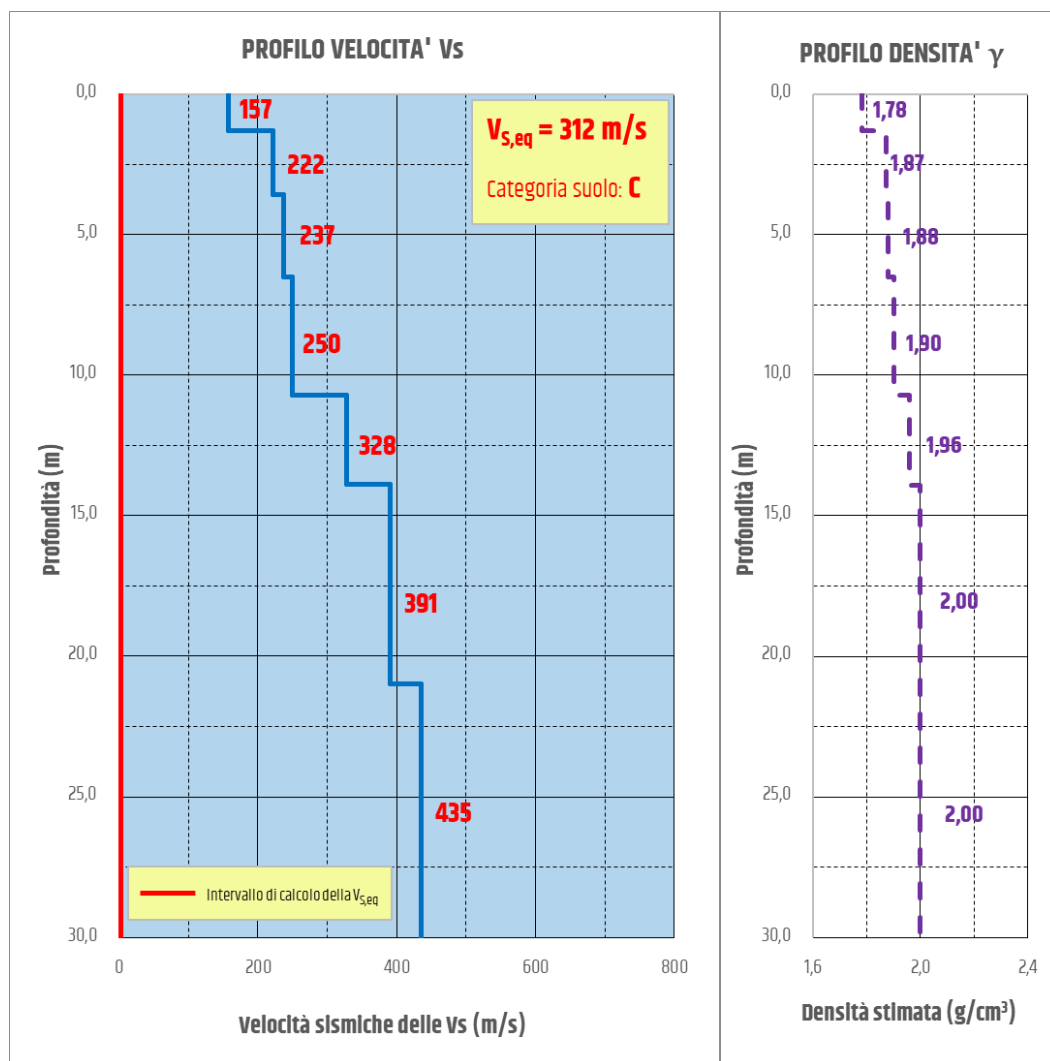


Figura n° 13 – Stratigrafia sismica in termini di velocità Vs e densità stimata del terreno

I risultati ottenuti dalle prospezioni sismiche M.A.S.W., hanno permesso di attuare la **modellizzazione sismica** del primo sottosuolo sino alla massima profondità di 30 m dal piano campagna attuale. In particolare sono stati individuati quattro strati principali di terreno caratterizzati da velocità delle onde s diversificate:



- a. **primo strato**, che si sviluppa sino a 1.3 m circa di profondità da piano campagna, con  $V_s$  di 157 m/s;
- b. **secondo strato**, con velocità superiore, si sviluppa sino a 10.7 m circa di profondità da piano campagna, con velocità delle onde  $V_s$  comprese tra 222 m/s e 250 m/s;
- c. **terzo strato**, con velocità superiore, si sviluppa sino a 13.9 m circa di profondità da piano campagna, con velocità delle onde  $V_s$  di 328 m/s;
- d. **quarto strato**, sviluppato sino alla massima profondità raggiunta, pari a 30 m di profondità, presenta velocità delle onde  $V_s$  comprese tra 391 m/s e 435 m/s.

Come previsto nella RSL (§ 3.2.2 delle NTC 2018) in merito all'approccio semplificato, la classificazione del sottosuolo è stata effettuata contestualmente alle condizioni stratigrafiche individuate ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  (m/s) in luogo della precedente  $V_{s,30}$ , secondo la seguente formulazione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

dove  $H$  costituisce la profondità del substrato, definito come formazione litoide o terreno molto rigido, (in genere caratterizzato da  $V_s$  superiore a 800 m/s). Tuttavia, nella condizione litostratigrafica di profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la  $V_{s,eq}$  viene definita dal parametro  $V_{s,30}$  (ovvero  $V_{s,eq} = V_{s,30}$ ).

Pertanto, il valore medio calcolato delle velocità delle onde  $S$  entro i primi 30 m di profondità dal piano campagna attuale ( $V_{s,eq}$ ), rappresentativo per il settore di specifico interesse, corrisponde quindi ad una velocità equivalente pari a **312 m/s**. Ai fini della caratterizzazione sismica del sito per la definizione delle azioni sismiche di progetto (§ 3.2.2 NTC 2018), la **categorizzazione sismica del sottosuolo** definita con il metodo M.A.S.W. identifica la **categoria di sottosuolo C** come quella di appartenenza così come definito dalla normativa:

**Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 metri, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.**

## 10 CONCLUSIONI

Nella presente relazione sono esposti i risultati di uno studio geologico, eseguito nell'area di ubicazione della Scuola del primo ciclo di istruzione Falcone-Borsellino di Viale Sarca, 24 nel territorio comunale di Milano (MI) a supporto della partecipazione al bando PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA – PNRR – Missione 2 – per “Costruzione di nuove scuole mediante sostituzione di edifici”.

L'elaborato è stato sviluppato grazie alle informazioni contenute nella relazione geologica con i relativi allegati a supporto del Piano di Governo del Territorio, al Foglio n. 118 “Milano” della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 ed alle indagini sismiche eseguite nel Febbraio 2022 presso dell'area in oggetto.

Attraverso questa metodologia di indagine sono stati definiti gli scenari geografico, geologico, geomorfologico, idrogeologico e di categorizzazione sismica del sito.

Dalla Tavola G13 Carta Semplificata del Rischio Idraulico si rileva la zona rientra prevalentemente in un'area di pericolosità media (Alluvioni poco frequenti, TR 100-200 anni) con l'eccezione di due piccole porzioni situate a E e NE che invece risultano classificate in classe di pericolosità elevata (Alluvioni Frequenti, TR 10 anni), mentre per quanto attiene alle classi di fattibilità geologica, l'area rientra principalmente in una Classe II (Fattibilità con modeste limitazioni), con l'eccezione delle due piccole porzioni evidenziate in precedenza che risultano appartenere alla Classe IIIa (Fattibilità con consistenti limitazioni).

In relazione al Rischio Idrogeologico ed alla Tavola di Gestione del Rischio Alluvioni della regione Lombardia l'area su cui insiste l'edificio scolastico è classificata come R4 Rischio molto elevato (con possibilità di perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici e alle infrastrutture, danni al patrimonio culturale, la distruzione di attività socio - economiche).

La stratigrafia è costituita da depositi fluvio-glaciali di ghiaie supporto clastico con matrice sabbiosa o sabbioso limosa e localmente sabbie limose con clasti residuali.

La categoria di suolo per i terreni in oggetto è stata attribuita, mediante indagine M.A.S.W., alla categoria di sottosuolo C.

Cusano Milanino, 07/02/2022

Dott. Geol. Stefano Bonfoco



**TECNOINDAGINI SRL**  
Via Monte Sabotino n° 14  
20095 Cusano M. (MI)  
P. IVA 06383520969