



---

**Comune di MONZA**  
Ufficio Urbanistica Operativa  
Piazza Trento e Trieste - 20900 Monza (MB)

---

Oggetto:  
INTERVENTO AD USO RESIDENZIALE VIA CARISSIMI VIA BOITO  
UNITA' DI COMPARTO 2 AREA C  
Via Carissimi angolo via Boito - Monza (MB)

## PROPOSTA PIANO ATTUATIVO

---

Operatore:

Consorzio volontario "Carissimi"

Amministratore unico: Sig. Gianandrea Oldoni  
Sede legale: Via Cavour 2 - 20900 Monza (MB)

Progettazione architettonica:

arch. Matteo Caravatti, Chiara Gugliotta  
caravatti\_caravatti architetti

Piazza S. Paolo 4 - 20900 Monza (MB) T +39 039 327425 e-mail: matteo@caravatti.it / chiara@caravatti.it

Studi Geologici:

dott. geol. Francesco Serra - Geologia Tecnica

via Dante Alighieri 6 - 26027 Rivolta d'Adda (CR)

---

## RELAZIONE TECNICA

---

Titolo:

---

## RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITA'

---

commessa  
CRS\_07/2020

data  
luglio 2023

elaborato

**R.04**  
scala

-

	descrizione	data	revisore



– GEOLOGIA TECNICA Dr. Geol. Francesco SERRA –

Via Dante Alighieri, 6 – 26027 Rivolta d'Adda (CR)

Tel. : 0363.79065; e-mail : geoserra@serrafra.191.it

CF : SRRFNC59T27H357Z - PI : 00827350190

**BORGO SAN BIAGIO srl**

**NUOVO PIANO ATTUATIVO**

**Via Carissimi angolo via Boito, Monza (MB)**



## ***Relazione geologica di fattibilità(R3)***

*ai sensi delle normative vigenti*

07 maggio 2022

Comm.2273

 Dr. Geol. Francesco Serra	<b>BORGIO SAN BIAGIO srl</b>  Nuovo Piano Attuativo  <b>Via Carissimi, Monza (MB)</b>	Data	07/05/2022
		N. Commessa	2273
<i>Relazione geologica di fattibilità R3</i>		C. Documento	2273_01
		Revisione	
		Nome file	Relazione 2273_01

<b>1. PREMESSA ED INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....</b>	<b>3</b>
<b>2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO .....</b>	<b>6</b>
<b>3. INQUADRAMENTO IDROLOGICO ED IDROGEOLOGICO .....</b>	<b>11</b>
3.1 ASPETTI IDROLOGICI.....	11
3.2 ASPETTI IDROGEOLOGICI.....	11
3.3 SUPERFICIE PIEZOMETRICA .....	13
<b>4. INDAGINI ESEGUITE, ACQUISIZIONE DEI DATI E MODELLO GEOLOGICO.....</b>	<b>15</b>
4.1 ANALISI STRATIGRAFICA E SEZIONI GEOLOGICHE .....	16
4.2 MODELLO GEOLOGICO .....	17
<b>5. ASPETTI SISMICI .....</b>	<b>19</b>
5.1 MODELLO SISMICO MONODIMENSIONALE, PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE E CATEGORIA DI SUOLO .....	20
5.2 STIMA DEGLI EFFETTI LITOLOGICI.....	21
5.3 ANALISI SISMICA DI SECONDO LIVELLO E CATEGORIA DI SUOLO .....	24
5.4 VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE .....	29
5.5 CATEGORIA TOPOGRAFICA.....	30
<b>6. ASPETTI RELATIVI ALLA FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO .....</b>	<b>31</b>
<b>7. GESTIONE DEI MATERIALI DI SCAVO ED INVARIANZA IDRAULICA.....</b>	<b>33</b>

#### Allegati

**Allegato A** – Pozzetti : stratigrafia e documentazione fotografica

**Allegato B** – Prova sismica MASW

**Allegato C** – Stratigrafie pozzi

 Dr. Geol. Francesco Serra	<b>BORGIO SAN BIAGIO srl</b>  Nuovo Piano Attuativo  <b>Via Carissimi, Monza (MB)</b>	Data	07/05/2022
		N. Commessa	2273
<i>Relazione geologica di fattibilità R3</i>		C. Documento	2273_01
		Revisione	
		Nome file	Relazione 2273_01

## 1. PREMESSA ED INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

La presente relazione geologica è redatta per verificare la fattibilità per quanto di competenza del piano attuativo relativo ad un lotto da destinarsi alla realizzazione di due palazzine ubicato nel territorio comunale di Monza (MB) lungo via Carissimi, angolo via Boito; per le caratteristiche dell'intervento si veda il piano a cui questa relazione è collegata.

La relazione è redatta ai sensi della normativa regionale ed in particolare quanto previsto nella DGR IX/2616/2011 e nella DGR 2129/2014 e smi (Relazione geologica di fattibilità R3).

Nei capitoli seguenti si illustreranno, dopo un breve inquadramento geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico, le indagini geognostiche disponibili e si procederà alla caratterizzazione tecnica dei terreni in funzione delle interazioni terreno-strutture, fornendo il modello geologico del sito ed il modello sismo-stratigrafico per la verifica della fattibilità dell'intervento fornendo le necessarie indicazioni di competenza per le successive fasi progettuali.

Per l'ubicazione si veda la corografia mostrata in figura 1, tratta dalla Carta Regionale Tecnica in scala 1:10.000 (aggiornamento 1994) e lo stralcio da *Google Earth* (figura 2)



Dr. Geol. Francesco Serra

## BORGO SAN BIAGIO srl

Nuovo Piano Attuativo

Via Carissimi, Monza (MB)

Data 07/05/2022

N. Commessa 2273

C. Documento 2273\_01

*Relazione geologica di fattibilità R3*

Revisione

Nome file Relazione 2273\_01



**Figura 1:** Corografia con ubicazione dell'area in esame (tratta dalla CTR – Foglio B5c5).



Dr. Geol. Francesco Serra

**BORGO SAN BIAGIO srl**

Nuovo Piano Attuativo

**Via Carissimi, Monza (MB)**

Data 07/05/2022

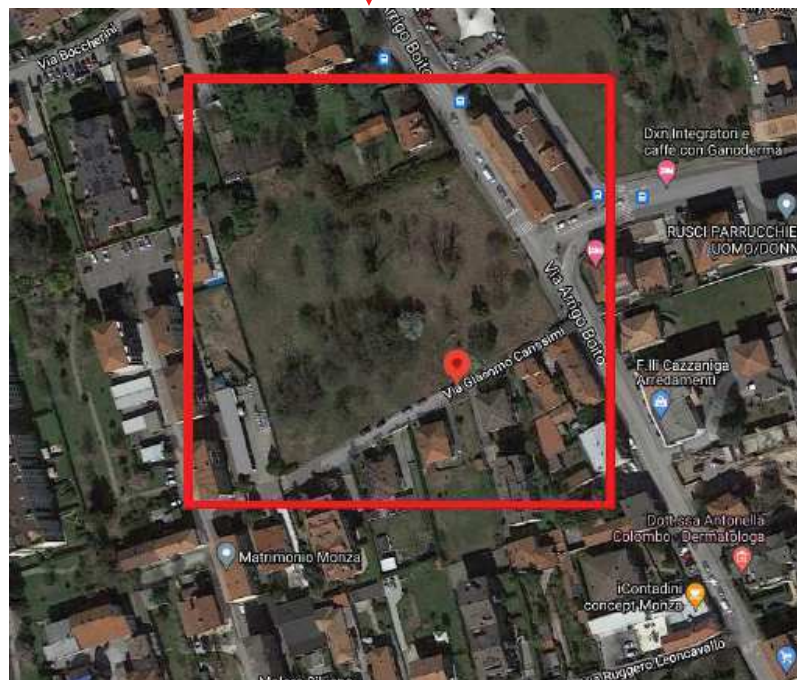
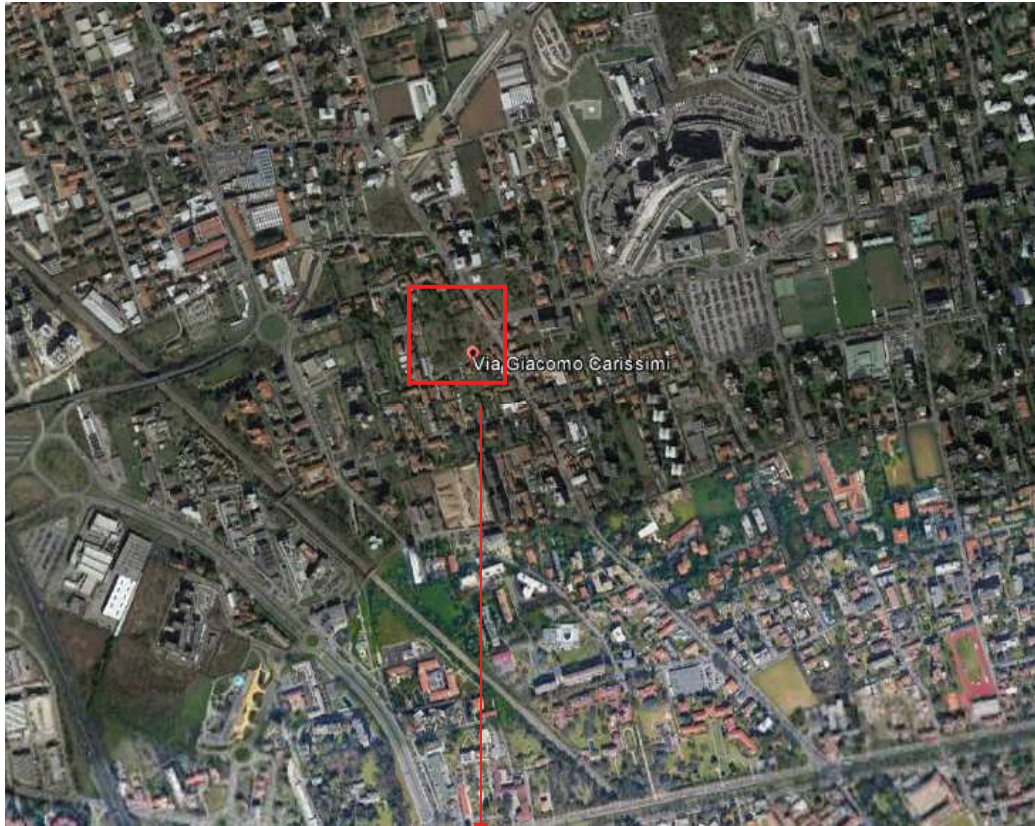
N. Commessa 2273

C. Documento 2273\_01

*Relazione geologica di fattibilità R3*

Revisione

Nome file Relazione 2273\_01



**Figura 2:** ubicazione su google earth.

 Dr. Geol. Francesco Serra	<b>BORGIO SAN BIAGIO srl</b>  Nuovo Piano Attuativo  <b>Via Carissimi, Monza (MB)</b>	Data	07/05/2022
		N. Commessa	2273
<i>Relazione geologica di fattibilità R3</i>		C. Documento	2273_01
		Revisione	
		Nome file	Relazione 2273_01

## 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Il territorio comunale di Monza, si sviluppa nel settore centro settentrionale della pianura Lombarda, nel contesto del territorio definito come 'Alta Pianura' ubicato fra le colline della Brianza e la fascia di transizione ("fascia dei fontanili").

Geologicamente risulta contraddistinto dalla presenza di depositi fluvio-glaciali sciolti e grossolani di diversa età ma tutti risalenti a tempi geologici relativamente recenti (quaternario).

Tali depositi, costituiti prevalentemente da sabbie ghiaie e ciottoli con locali intercalazioni di depositi più fini, formano diverse strutture geologiche distinguibili in base all'età, alla posizione ed alla loro morfologia.

Sostanzialmente si tratta di depositi dovuti allo smantellamento delle cerchie moreniche poste più a nord e portati a valle dalle acque di fusione dei ghiacciai (scaricatori fluvio-glaciali) in diverse fasi all'interno dei diversi cicli glaciale-interglaciale.

La continuità areale di questi depositi risulta interrotta dal corso del fiume Lambro posto in prossimità del confine orientale del territorio comunale di Monza, che con la sua valle attuale e le valli corrispondenti ai diversi corsi che il fiume aveva assunto precedentemente (paleoalvei) interrompono con i depositi alluvionali più recenti con direzione all'incirca nord sud i depositi morenici e fluvio-glaciali dei diversi periodi.

Questi depositi sciolti, costituiti quindi dalle alluvioni recenti del fiume Lambro, dai depositi fluvio-glaciali del Livello Fondamentale della Pianura e dai terrazzi fluvio-glaciali e morenici più antichi si sovrappongono ai sottostanti depositi plio-pleistocenici che formano la maggior parte dei sedimenti profondi della Pianura Padana.

Si tratta di depositi legati a diversi cicli marini; bacini marini che ciclicamente si approfondivano in mari aperti e si riducevano poi a complessi lagunari fino a propri periodi di emersione con la presenza di depositi continentali.

In particolare, come ben evidente anche dall'osservazione delle stratigrafie dei pozzi pubblici idropotabili presenti sul territorio, al di sotto dei depositi sciolti quaternari (alluvioni e depositi fluvio-glaciali di diversa età) si incontra dapprima un discreto spessore di depositi

 Dr. Geol. Francesco Serra	<b>BORGIO SAN BIAGIO srl</b>  Nuovo Piano Attuativo  <b>Via Carissimi, Monza (MB)</b>	Data	07/05/2022
		N. Commessa	2273
<i>Relazione geologica di fattibilità R3</i>		C. Documento	2273_01
		Revisione	
		Nome file	Relazione 2273_01

cementati da ascrivere a grossi conoidi di deposizione in ambiente continentale al margine del bacino marino in chiusura.

Questa unità è nota con il nome di formazione del 'Ceppo'; si tratta di ciottoli ghiaia e sabbie generalmente ben cementate (cemento calcareo).

Al di sotto del Ceppo si riconoscono dapprima dei termini lagunari (Pliocene e Pleistocene inferiore) costituiti da alternanze di sabbie fini con argille e limi, con spessori medi dell'ordine degli ottanta metri a cui seguono i depositi marini delle Argille Plioceniche.

A causa delle modalità con cui si sono formati e depositati i materiali appartenenti all'ambiente fluvio-glaciale ed alluvionale, sussistono variazioni delle granulometrie sia in senso verticale che areale: questo è dovuto da una parte alla variazione delle condizioni climatiche durante i periodi glaciale-interglaciale; la variabilità litologica è anche da correlare alle modificazioni del regime idraulico degli scaricatori glaciali che partivano dal limitare dei ghiacci e che hanno nelle collinette moreniche della Brianza la testimonianza del loro massimo avanzamento. A valle dei ghiacciai si aveva un clima sub artico con la presenza di permafrost, queste condizioni sono all'origine del fenomeno degli occhipollini, che verrà approfondito meglio più avanti.

Infine va aggiunto un ulteriore elemento per comprendere l'attuale contesto geologico: il primo livello naturale risulta spesso fortemente rimaneggiato, asportato o coperto da depositi di origine antropica; l'uomo da millenni contribuisce a modificare il territorio, non solo a fini edificatori ma anche per la sistemazione dei fondi agricoli e la regimazione delle acque superficiali: i caratteri che contraddistinguono, soprattutto in superficie, le formazioni geologiche presenti, risultano quindi obliterati o intensamente modificati.

Le caratteristiche geologiche sopra descritte, vengono evidenziate nella seguente figura 3 tratta dalla vecchia Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, dove vengono riportate le formazioni geologiche "classiche" che contraddistinguono il territorio in esame.

 Dr. Geol. Francesco Serra	<b>BORGIO SAN BIAGIO srl</b>  Nuovo Piano Attuativo  <b>Via Carissimi, Monza (MB)</b>	Data	07/05/2022
		N. Commessa	2273
<i>Relazione geologica di fattibilità R3</i>		C. Documento	2273_01
		Revisione	
		Nome file	Relazione 2273_01



**Figura 3:** Carta geologica di inquadramento con ubicazione dell'area in oggetto  
 (tratta dalla Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, fg. Milano).

Il territorio di Monza risulta caratterizzato dalla presenza diffusa di una formazione geologica, contraddistinta come **q2** che ufficialmente veniva descritta come DILUVIUM RECENTE (livello fondamentale della pianura) : **Ghiaia e sabbia con strato di alterazione superficiale argilloso ocraceo (ferretto) potente fino a 200-250 centimetri.**

Per un maggior dettaglio si riporta di seguito (figura 4) uno stralcio della carta geologica tratta dallo studio del territorio comunale a supporto del PGT vigente..

In questo caso la formazione geologica del livello fondamentale della pianura in oggetto è stata riclassificata come appartenente all'Allogruppo di Besnate - Ambito della piana principale" caratterizzato dalla presenza di ghiaie a supporto clastico in matrice sabbiosa o sabbioso limosa, con profilo di alterazione superficiale moderatamente evoluto (suolo) con spessori massimi 1÷2 metri.



Dr. Geol. Francesco Serra

## BORGO SAN BIAGIO srl

Nuovo Piano Attuativo

Via Carissimi, Monza (MB)

Data 07/05/2022

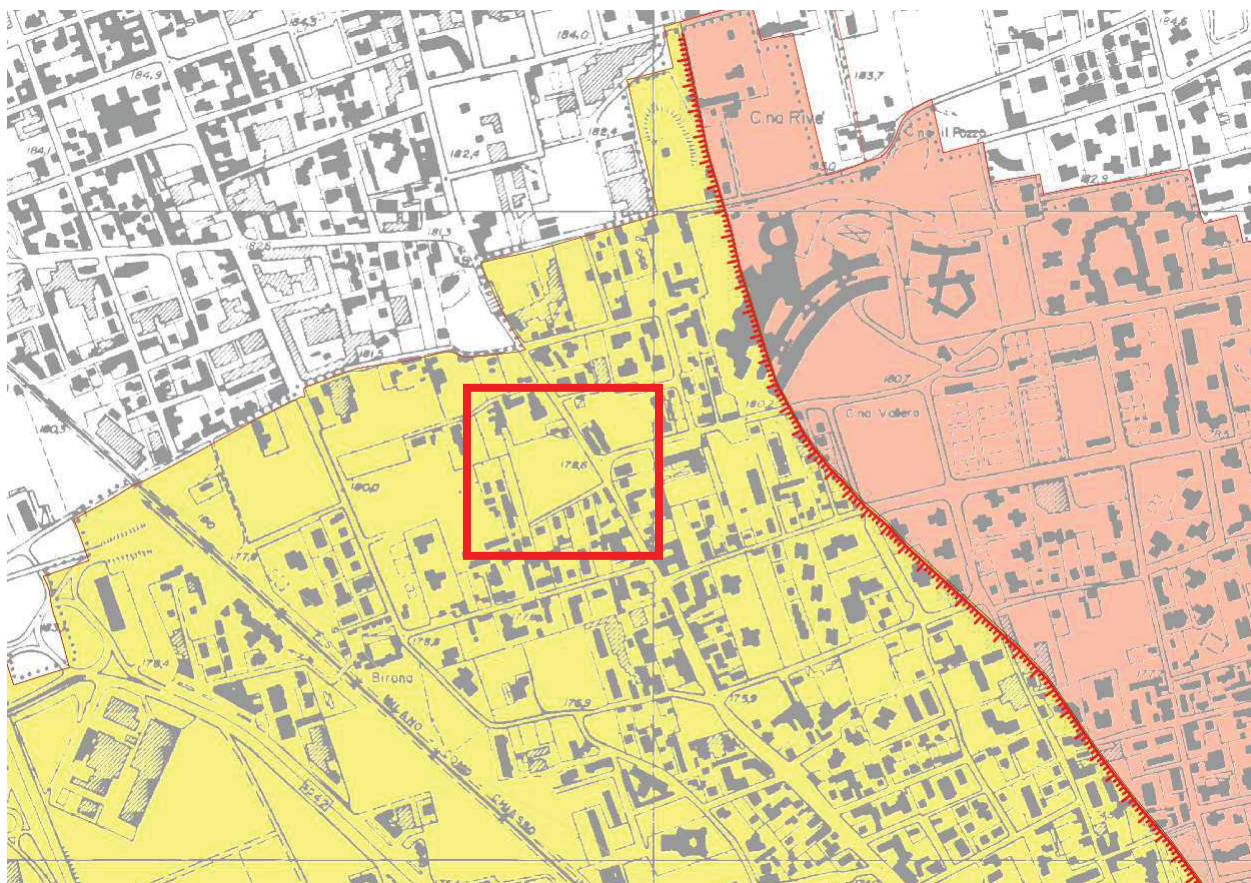
N. Commessa 2273

C. Documento 2273\_01

### Relazione geologica di fattibilità R3

Revisione

Nome file Relazione 2273\_01



**ALLOGRUPPO DI BESNATE** (Pleistocene medio - superiore)  
Depositi fluvioglaciali con profilo di alterazione superficiale moderatamente evoluto (spessore massimo di 1-2 m). Copertura loessica non evidente. Colore della matrice 10YR\* - 7,5YR\* (Riss - Würm A.A.)

Sabbie limose e/o sabbie ghiaiose

**AMBITO DEI TERRAZZI VALLIVI**  
Superfici marginali della valle del F. Lambro, rilevate rispetto alle precedenti, controllate da dinamiche fluviali recenti.

**ALLOFORMAZIONE DI BINAGO** (Pleistocene medio)  
Depositi fluvioglaciali con profilo di alterazione superficiale evoluto (spessore superiore a 2 m). Copertura loessica sempre presente di spessore metrico (compreso tra 0,8 e 1,5 m) (Riss A.A.). Colore della matrice 7,5 YR\*

Ghiaie a supporto clastico in matrice sabbiosa o sabbiosa limosa, da massive a grossolanamente stratificate.

**AMBITO DELLA PIANA PRINCIPALE**  
Superfici stabili, legate a dinamiche fluvioglaciali e fluviali.

Ghiaie a supporto clastico con matrice pedogenizzata da limoso sabbioso limosa. In superficie presenza di limi sabbiosi/argilloso-sabbiosi

**AMBITO DEI TERRAZZI ANTICHI**  
Superfici rilevate rispetto alla piana principale, terrazzate, legate a dinamiche fluvioglaciali e fluviali

**Figura 4** : stralcio carta geologica tratta dallo studio a supporto del PGT comunale Vigente

(adozione DCC n. 52/2016 ; responsabile componente geologica Dr. Geol. A.Uggeri, Idrogea)

 Dr. Geol. Francesco Serra	<b>BORGIO SAN BIAGIO srl</b>  Nuovo Piano Attuativo  <b>Via Carissimi, Monza (MB)</b>	Data	07/05/2022
		N. Commessa	2273
<i>Relazione geologica di fattibilità R3</i>		C. Documento	2273_01
		Revisione	
		Nome file	Relazione 2273_01

Dal punto di vista più propriamente geomorfologico su tutto il territorio comunale non si riscontrano evidenze di fenomeni di dinamica geomorfologica particolari o con negative interazioni rispetto all'area in oggetto ed alla sua riqualificazione: le uniche aree potenzialmente instabili da un punto di vista geomorfologico sono le aree soggette a esondazioni per condizioni di piena ordinaria e per particolari condizione di piena del fiume Lambro così come contenuto Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI) e del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA), oltre alle scarpate associate ai gradini morfologici principali (costituiscono un'area molto limitata del territorio del comune), sulle quali si possono instaurare processi di soliflusso e fenomeni di decorticazione della coltre superficiale.

Queste zone sono comunque molto lontane rispetto all'area in esame.

A parte va considerato il fenomeno degli "Occhipollini"; si tratta di cavità formate anticamente, nei periodi glaciali, la cui genesi non è ancora del tutto chiarita; secondo l'ipotesi più diffusa indicherebbe livelli a suo tempo interessati da materiale ghiacciato (permafrost) rimasto intrappolato nei sedimenti; questo materiale una volta sciolto ha lasciato talvolta spazio a questi vuoti a forma lenticolare, spesso con la parte superiore cupoliforme. Nel tempo questi vuoti sono stati spesso, almeno nell'area di interesse, riempiti da sedimenti fini di deposizione secondaria (limi ed argille).

La loro presenza è discontinua sia come dislocazione che come profondità sia come dimensioni, molto variabili. **Non è possibile escludere la loro presenza nell'area in oggetto.**

Per la loro individuazione infatti occorre prevedere ad effettuare un'indagine approfondita dell'area di interesse compatibilmente con le condizioni logistiche e l'entità dell'intervento. Questi aspetti verranno approfonditi in sede progettuale.

 Dr. Geol. Francesco Serra	<b>BORGIO SAN BIAGIO srl</b>  Nuovo Piano Attuativo  <b>Via Carissimi, Monza (MB)</b>	Data	07/05/2022
		N. Commessa	2273
<i>Relazione geologica di fattibilità R3</i>		C. Documento	2273_01
		Revisione	
		Nome file	Relazione 2273_01

### 3. INQUADRAMENTO IDROLOGICO ED IDROGEOLOGICO

#### 3.1 *Aspetti idrologici*

Dal punto di vista idrologico non esistono elementi di particolare interesse per il sito in oggetto.

#### 3.2 *Aspetti idrogeologici*

Per quanto riguarda la struttura idrogeologica della media/alta Pianura Padana, nelle sue linee fondamentali è abbastanza conosciuta; esiste infatti una ricca documentazione bibliografica di studi e ricerche condotte sia da enti pubblici che privati che hanno permesso di ricostruire con un buon dettaglio la struttura idrogeologica del sottosuolo e a cui si è attinto e fatto riferimento per la redazione della presente relazione.

Nel passato la ricostruzione della struttura idrogeologica ha avuto come principale finalità quella di individuare la geometria e la litologia di quei corpi sedimentari in grado di ospitare degli acquiferi sfruttabili a scopo idropotabile, che rientrano nella terminologia classica di “acquifero tradizionale”; tale acquifero è stato sottoposto nel tempo ad un intenso sfruttamento ed è stato caratterizzato da un progressivo degrado qualitativo. Ciò ha spinto all'utilizzo di falde sempre più profonde, in grado di avere un livello qualitativo soddisfacente per le esigenze idropotabili, portando parallelamente ad acquisire sempre maggiori conoscenze della struttura profonda del sottosuolo e dei rapporti di interconnessione tra i vari acquiferi presenti.

Su tale basi di dati, è stata ricostruita la struttura idrogeologica della Provincia di Milano e di Monza Brianza; facendo riferimento allo schema divenuto ormai classico proposto da Avanzini (figura 5), il sottosuolo di queste aree può essere suddiviso in tre distinte unità idrogeologiche, aventi nel loro insieme caratteri litologici ed idraulici arealmente omogenei e così schematizzabili a partire dalla superficie:


- una litozona sabbioso-ghiaiosa sede dell'acquifero tradizionale, suddiviso in una parte più superficiale (a falda libera – I° acquifero) corrispondente ai depositi alluvionali e fluvioglaciali wurmiani ed una parte più profonda (falda semi-confinata – II° acquifero) con

 Dr. Geol. Francesco Serra	<b>BORGIO SAN BIAGIO srl</b>  Nuovo Piano Attuativo  <b>Via Carissimi, Monza (MB)</b>	Data	07/05/2022
		N. Commessa	2273
<i>Relazione geologica di fattibilità R3</i>		C. Documento	2273_01
		Revisione	
		Nome file	Relazione 2273_01

spessore variabile, corrispondente a depositi fluvioglaciali più antichi; le due parti risultano localmente separate da modesti spessori di depositi fini semi-permeabili o impermeabili, mentre tale litozona risulta separata dalla sottostante da un livello di argilla e limo decisamente potente

□ una litozona sabbioso-argillosa costituita da intercalazioni variabili di limi con sabbie e raro ghiaietto, talora con presenza di torbe, con falde multistrato semiconfinate o confinate (III° acquifero).

□ una litozona argillosa profonda costituita da depositi per lo più impermeabili con la presenza di acque salmastre.

DENOMINAZIONI UTILIZZATE PER LA DESCRIZIONE GEOLOGICA DEL SOTTOSUOLO							
	UNITA' LITOLOGICHE	UNITA' IDROSTRATIGRAFICHE	UNITA' STRATIGRAFICHE	ETA'	UNITA' IDROGEOLOGICHE		
	Mazzarella S. e Martinis B.	Francani V. e Pozzi R.	A.G.I.P.		Avanzini M. et Al.		
	LITOZONA GHIAIOSO-SABBIOSA	ACQUIFERO TRADIZIONALE	FLUVIOGLACIALE WURM AUCT. (Diluvium recente)	ALLUVIONE	I ACQUIFERO	PLEISTOCENE SUPERIORE	UNITA' GHIAIOSO-SABBIOSA
			FLUVIOGLACIALE RISS-MINDEL AUCT. (Dil. Medio-Antico)		II ACQUIFERO	PLEISTOCENE MEDIO	UNITA' GHIAIOSO-SABBIOSO-LIMOSA
			CEPPO AUCT.				UNITA' A CONGLOMERATI E ARENARIE BASALI
	LITOZONA SABBIOSO-ARGILLOSA	ACQUIFERI PROFONDI	VILLAFRANCHIANO	SABBIE DI ASTI	III ACQUIFERO	PLEISTOCENE INFERIORE	UNITA' SABBIOSO-ARGILLOSA (facies continentali e di transizione)
	LITOZONA ARGILLOSA			(CALABRIANO)			UNITA' ARGILLOSA (facies marina)

**Figura 5:** Schema strutturale del sottosuolo della Provincia di Milano e Monza-Brianza (Avanzini et al. 1995)

 Dr. Geol. Francesco Serra	<b>BORGIO SAN BIAGIO srl</b>  Nuovo Piano Attuativo  <b>Via Carissimi, Monza (MB)</b>	Data	07/05/2022
		N. Commessa	2273
<i>Relazione geologica di fattibilità R3</i>		C. Documento	2273_01
		Revisione	
		Nome file	Relazione 2273_01

### 3.3 **Superficie piezometrica**

Nella successiva figura 6 si riporta la soggiacenza dell'area in oggetto tratta dallo studio geologico allegato al PGT vigente da cui si evince una direzione dell'acquifero da NNE a SSW, ed una profondità media compresa fra i 25 ed i 30 metri, e tenendo conto che la quota media nel sito in oggetto è di circa 179 m slm e la quota della falda è inferiore ai 150 m slm.

**Pertanto per quanto riguarda questo studio non esistono rapporti o possibili interazioni fra la falda e l'area interessata direttamente od indirettamente dall'opera in progetto.**



Dr. Geol. Francesco Serra

## BORGO SAN BIAGIO srl

Nuovo Piano Attuativo

Via Carissimi, Monza (MB)

Data 07/05/2022

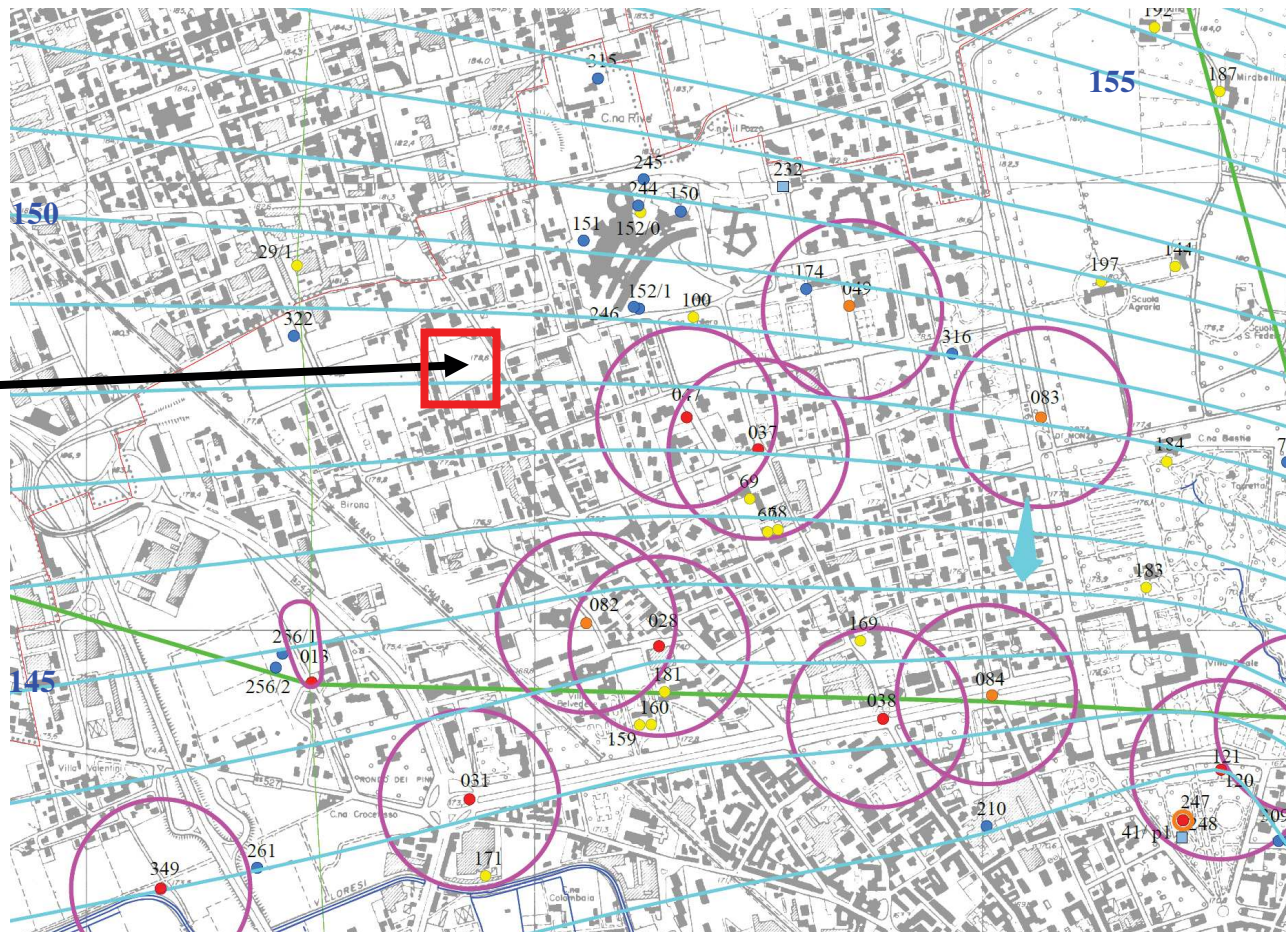
N. Commessa 2273

C. Documento 2273\_01

Relazione geologica di fattibilità R3

Revisione

Nome file Relazione 2273\_01



- 047 ● Pozzi pubblici ad uso potabile attivi
- 083 ● Pozzi pubblici fermi
- 21 ● Pozzi privati
- 37/3 ● Pozzi chiusi

170 ——— Linee isopiezometriche al marzo 2014 e relativa quota (m s.l.m.)

Zona di rispetto dei pozzi ad uso potabile - D.Lgs 152/2006 - D.G.R. 7/12693/2003

 criterio geometrico (200 m di raggio)

**Figura 6 :** Piezometria della prima falda a Monza (fonte Studio geologico allegato al PGT vigente op cit.)

 Dr. Geol. Francesco Serra	<b>BORGIO SAN BIAGIO srl</b>  Nuovo Piano Attuativo  <b>Via Carissimi, Monza (MB)</b>	Data	07/05/2022
		N. Commessa	2273
<i>Relazione geologica di fattibilità R3</i>		C. Documento	2273_01
		Revisione	
		Nome file	Relazione 2273_01

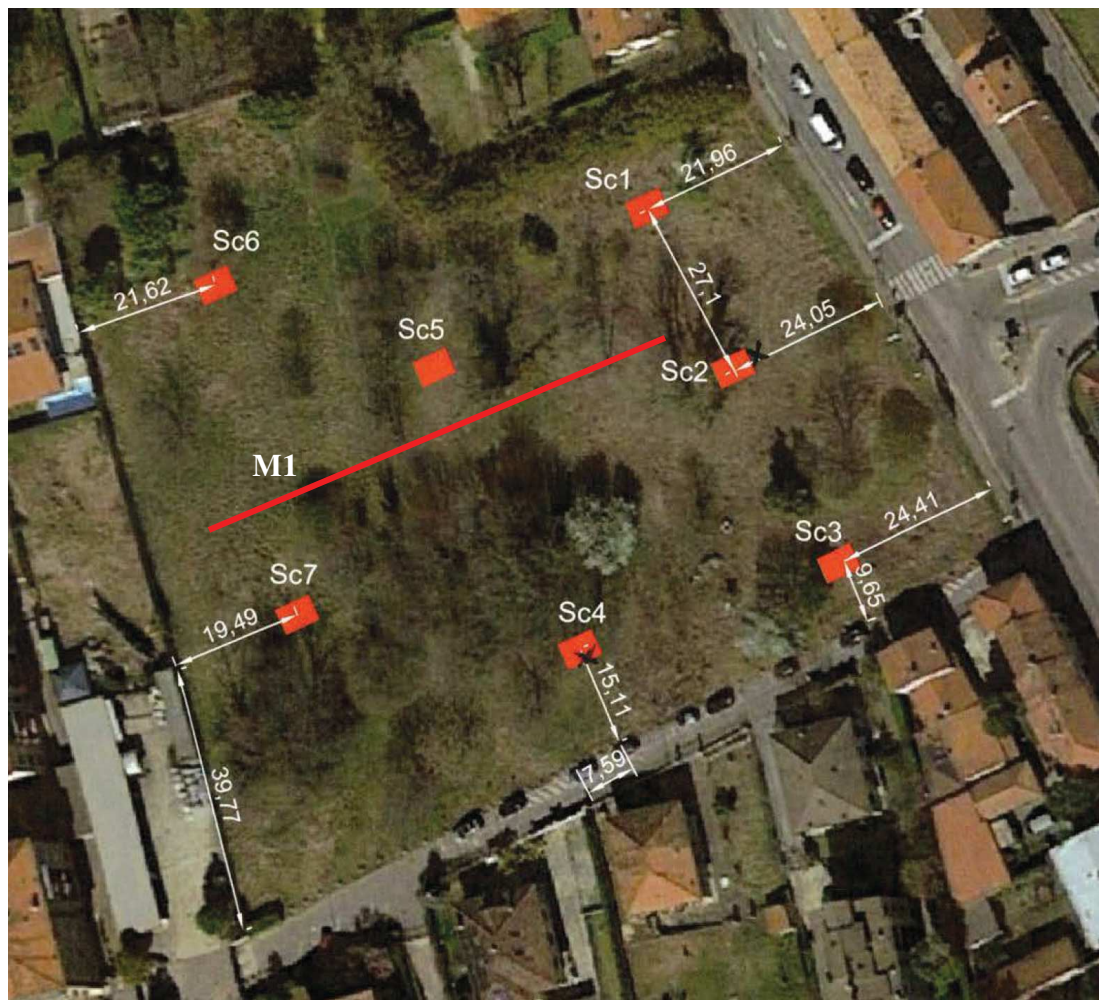
#### 4. INDAGINI ESEGUITE, ACQUISIZIONE DEI DATI E MODELLO GEOLOGICO

Considerato lo stato dei luoghi e sulla base delle conoscenze geologiche e litostratigrafiche pregresse del sito come campagna geognostica si è ritenuto utile e sufficiente eseguire nella fase di studio in oggetto (fattibilità nuovo Piano Attuativo) le seguenti indagini geognostiche :

- Recepimento e valutazione di sette sondaggi (**Sc1÷Sc7**) eseguiti con escavatore meccanico e spinti fino alla massima profondità permessa dal mezzo per una valutazione diretta delle caratteristiche litostratigrafiche e tecniche dei primi livelli di terreno eseguite nell'ambito dell'indagine Ambientale Preliminare realizzata dal dr. geol. P. Macchiarella; si sono eseguite all'interno dei sondaggi delle prove di permeabilità sui terreni che verranno interessate dalle opere collegate allo studio dell'Invarianza Idraulica (si veda allegato A)
- Realizzazione di una prova sismica tipo MASW (**M1**) per la caratterizzazione sismostratigrafica sito-specifica
- Raccolta ed utilizzo delle stratigrafie più significative disponibili dell'ambito (pozzi idrici, indagini pregresse in aree contigue con pozzetti, sondaggi geognostici); si veda allegato C.

Nella successiva figura 7 si riporta l'ubicazione delle indagini effettuate direttamente sul sito; si rimanda agli allegati per la relativa documentazione.

 Dr. Geol. Francesco Serra	<b>BORGIO SAN BIAGIO srl</b>  Nuovo Piano Attuativo  <b>Via Carissimi, Monza (MB)</b>	Data	07/05/2022
		N. Commessa	2273
<i>Relazione geologica di fattibilità R3</i>		C. Documento	2273_01
		Revisione	
		Nome file	Relazione 2273_01



**Figura 7:** Ubicazione indagini geognostiche.

#### **4.1 Analisi stratigrafica e sezioni geologiche**

I risultati delle indagini eseguite confermano sostanzialmente la successione stratigrafica tipica di questo settore del sottosuolo di Monza.

In linea generale il modello geologico che si ricava dalle indagini rivela la presenza di un livello fluvio-glaciale che nella sua parte superficiale, al di sotto di circa 60÷90 centimetri di terreno pedogenizzato, è formato da un livello prevalentemente sabbioso ghiaioso con abbondante matrice limosa di alterazione di colore arancione rossastro a cui seguono terreni sabbioso ghiaiosi in cui il limo diminuisce con la profondità e di colore via via più grigiastro.

 Dr. Geol. Francesco Serra	<b>BORGIO SAN BIAGIO srl</b>  Nuovo Piano Attuativo  <b>Via Carissimi, Monza (MB)</b>	Data	07/05/2022
		N. Commessa	2273
<i>Relazione geologica di fattibilità R3</i>		C. Documento	2273_01
		Revisione	
		Nome file	Relazione 2273_01

**Nei punti indagati è da segnalare la presenza in due saggi (Sc2 e Sc4) intorno ai 2,6÷2,7 metri di un litotipo conglomeratico parzialmente cementato, tipo “Ceppo”; in sede di indagini geognostiche per il progetto delle opere vere è proprio questo tema andrà approfondito; in particolare è possibile che a partire da queste profondità e per i sottostanti 4÷5 metri siano presenti anche fenomeni di tipo occhiopollinico con cavità più o meno riempite di sedimenti fini e di dimensioni variabili .**

**Si tratta di fenomeni che vanno sempre tenuti presenti e come possibili in queste zone, anche se riscontrati nelle indagini eseguite o da eseguire.**

In particolare sono stati individuate (al di sotto del livello di vegetale più superficiale di circa 60÷90 cm) pur in un contesto abbastanza eterogeneo, tre unità differenti dal punto di vista geologico e geotecnico :

- un'unità più superficiale a prevalente composizione sabbiosa e ghiaiosa con un abbondante matrice limosa con spessore variabile e transizionale mediamente spinta fino a circa un metro e mezzo di profondità e con colorazioni rossastre
- una seconda unità costituita da terreni sabbioso ghiaiose talvolta ciottolose con matrice limosa in generale diminuzione con miglioramento graduale delle caratteristiche tecniche e colore tendente al grigiastro;
- una terza unità costituita da ghiaie e ciottoli prevalenti, parzialmente cementati e di colore biancastro

All'interno di questa due ultime unità sono possibili lenti di materiale molto più scadente inserite in cavità occhiopolliniche.

#### **4.2 Modello geologico**

Dai risultati sin qui ottenuti è possibile schematizzare un modello geologico dell'area in oggetto, base di partenza per un'analisi geotecnica di dettaglio. Nella seguente tabella verrà descritto uno schema del modello individuato a partire dalle indagini e dallo studio effettuato.

La descrizione litologico - tecnica è stata effettuata secondo le norme di classificazione della Associazione Geotecnica Italiana A.G.I., 1977 (figura 8).

 Dr. Geol. Francesco Serra	<b>BORG SAN BIAGIO srl</b>  Nuovo Piano Attuativo  <b>Via Carissimi, Monza (MB)</b>	Data	07/05/2022
		N. Commessa	2273
<i>Relazione geologica di fattibilità R3</i>		C. Documento	2273_01
		Revisione	
		Nome file	Relazione 2273_01

	0.002	0.06	2	60	( $\phi$ , mm)
ARGILLA					
LIMO					
SABBIA					
GHIAIA					
CIOTTOLI E BLOCCHI					

Per classificare un terreno dal punto di vista della granulometria sono necessarie analisi granulometriche di laboratorio.

**Note alla classificazione granulometrica**

Per l'identificazione di terreni composti da più frazioni si segue il criterio: siano A, B, C, i nomi degli intervalli principali [argilla, limo, ...]; siano  $p_1, p_2, p_3$  le percentuali di A, B, C presenti nella terra in esame; se, per esempio  $p_1 > p_2 > p_3$  il terreno viene denominato col nome della frazione A, seguito dai nomi delle frazioni B e C preceduti dalla congiunzione "con", se il corrispondente  $p$  è compreso tra il 50 e il 25%, seguito dal suffisso "sio" se  $p$  è tra il 25 e il 10%, o infine seguito dal suffisso "sio" e preceduto da "debolata" se  $p$  è compreso tra il 10 e il 5%. Si definisce terreno di granulometria uniforme se  $D_{40}/D_{10} < 2$  dove  $D_{40}$  e  $D_{10}$  sono i diametri corrispondenti al 60 ed al 10% di passaggio rilevati dall'analisi granulometrica.

Si ricorda che esistono numerosi sistemi di classificazione granulometrica, tra loro differenti per i limiti delle classi; per un confronto vedi: Geotecnia, 1963.

**Figura 8:** Classificazione dei terreni secondo AGI, 1977.

Pertanto il modello geologico e sismostratigrafico di riferimento (al di sotto di circa 50 cm di terreno vegetale) può essere così schematizzato nelle seguenti unità :

Unità geologica	Profondità [m] da p.c.	Litologia	Falda
A	Fino a 1.50	Sabbie ghiaiose in abbondante matrice limosa, parzialmente alterate e/o pedogenizzate: Permeabilità bassa.	Assente (> 25 m da p.c.)
B	Fino a 2,6÷4.0	Sabbie e ghiaie con ciottoli in matrice limosa in diminuzione e permeabilità elevata.	
C	Da 2,6÷4.0 ÷30.00	Sabbia ghiaiosa e/o con ghiaia e ciottoli talora passante a conglomerati a cementazione variabile. Possibile presenza di occhipollini Permeabilità molto elevata.	

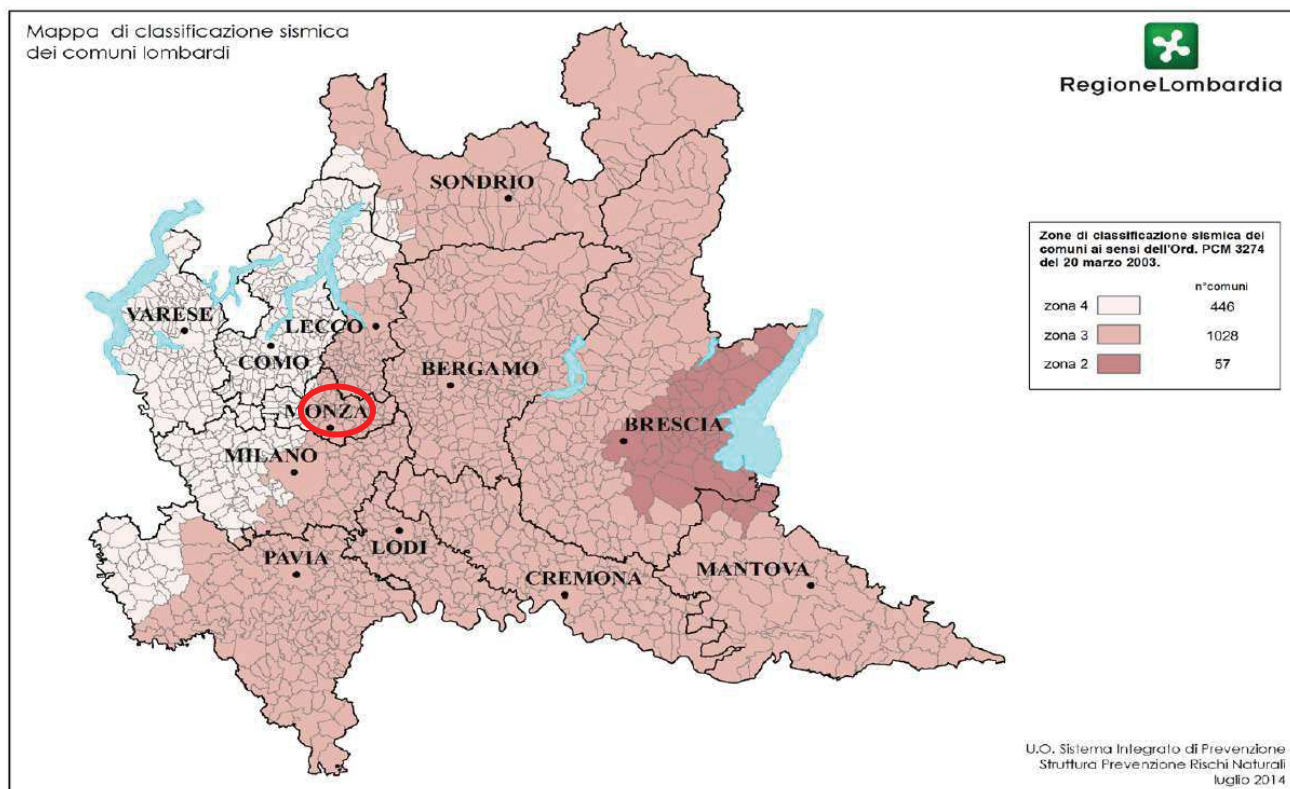
**Tabella 1:** modello geologico di riferimento

 Dr. Geol. Francesco Serra	<b>BORGIO SAN BIAGIO srl</b>  Nuovo Piano Attuativo  <b>Via Carissimi, Monza (MB)</b>	Data	07/05/2022
		N. Commessa	2273
<i>Relazione geologica di fattibilità R3</i>		C. Documento	2273_01
		Revisione	
		Nome file	Relazione 2273_01

## 5. ASPETTI SISMICI

L'emanazione dell'ordinanza del P.C.M. n. 3274 del 20 Marzo 2003 ha determinato la classificazione sismica del territorio nazionale attraverso la definizione di 4 zone sismiche.

Questa classificazione è stata definita ed integrata dalla vigente D.G.R. n. X/2129 del 11 luglio 2014 (figura 9). Secondo questa classificazione il comune di Monza, appartiene **alla zona sismica 3, più restrittiva e con maggiori vincoli progettuali e di verifica**; in particolare la **Delibera citata definisce per Monza il valore di accelerazione massima pari a 0.058594.**



**Figura 9:** classificazione sismica dei comuni della Lombardia  
(D.G.R. n.X/2129 , 11 luglio 2014).

 Dr. Geol. Francesco Serra	<b>BORGIO SAN BIAGIO srl</b>  Nuovo Piano Attuativo  <b>Via Carissimi, Monza (MB)</b>	Data	07/05/2022
		N. Commessa	2273
<i>Relazione geologica di fattibilità R3</i>		C. Documento	2273_01
		Revisione	
		Nome file	Relazione 2273_01

### 5.1 **Modello sismico monodimensionale, pericolosità sismica locale e categoria di suolo**

Sulla base della normativa vigente e dello studio geologico allegato alla variante di PGT vigente si rileva che l'area in oggetto è interessata dall'amplificazione litologica relativa ai depositi alluvionali di pianura granulari e/o coesivi, appartenenti alla classe Z4a.

L'analisi di secondo livello consiste nella caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi per l'area in oggetto e si concretizza con la stima della risposta sismica dei terreni in termini di Fattore di amplificazione (FA).

La valutazione del fattore FA, tenuto conto delle caratteristiche dell'area in esame (zona sub-pianeggiante), viene condotta per uno scenario suscettibile di amplificazione di tipo litologico o stratigrafico, ovvero viene "quantificato" l'effetto delle condizioni litostratigrafiche locali in grado di modificare l'intensità delle onde sismiche generate da un terremoto.

La procedura prevede il confronto del valore di FA caratteristico dell'area rispetto al valore di FA caratteristico del territorio comunale in cui l'area è inserita: tale valore, detto "di soglia", è contenuto in un apposito elenco redatto dalla Regione Lombardia.

Nei capitoli successivi e nella determinazione dei valori di FA si è fatto riferimento a quanto contenuto ed indicato nell'Allegato 5 della D.G.R. n. 9/2616 del 30.11.2011.

Per il comune di Monza i valori di FA di soglia riferiti all'intervallo 0.1-0.5 s, 0.5-1.5 s e per le diverse categorie di suolo soggette ad amplificazioni litologiche (B, C, D e E) sono i seguenti:

VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.1-0.5 s				
<b>Comune</b>	<b>Suolo tipo B</b>	<b>Suolo tipo C</b>	<b>Suolo tipo D</b>	<b>Suolo tipo E</b>
Monza	1.4	1.9	2.2	2.0

VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.5-1.5 s				
<b>Comune</b>	<b>Suolo tipo B</b>	<b>Suolo tipo C</b>	<b>Suolo tipo D</b>	<b>Suolo tipo E</b>
Monza	1.7	2.4	4.2	3.1

**Tabella 2:** valori di soglia del comune di Monza

 Dr. Geol. Francesco Serra	<b>BORGIO SAN BIAGIO srl</b>  Nuovo Piano Attuativo  <b>Via Carissimi, Monza (MB)</b>	Data	07/05/2022
		N. Commessa	2273
<i>Relazione geologica di fattibilità R3</i>		C. Documento	2273_01
		Revisione	
		Nome file	Relazione 2273_01

## 5.2 Stima degli effetti litologici

Nella stima e nell'attendibilità degli effetti litologici propri dell'area in esame, l'andamento della velocità delle onde sismiche di taglio Vs con la profondità riveste un ruolo di fondamentale importanza.

Per il sito in oggetto si è appositamente eseguita un'indagine MASW che risulta essere la prova sismica a più alta affidabilità per gli obiettivi in oggetto.

La prova Masw, messa a punto nel 1999 da ricercatori del Kansas Geological Survey (Park et al., 1999) permette di determinare in modo dettagliato l'andamento della velocità delle onde di taglio S con la profondità attraverso lo studio della propagazione delle onde superficiali o di Rayleigh.

Di seguito si riporta il modello di velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità ricostruito a partire dal profilo MASW eseguito (ubicazione nella precedente figura 7 e report di indagine completo in allegato B):

<b>MASW 1</b>			
Strato	Spessore [m]	Vs [m/s]	Profondità
1	0.7	201	0.7
2	0.8	212	1.5
3	1.0	189	2.5
4	1.3	298	3.8
5	1.6	358	5.4
6	2.0	332	7.4
7	2.5	323	9.9
8	3.1	413	13.1
9	3.9	455	17.0
10	4.9	434	21.9
11	6.9	521	28.9
12	7.1	667	36.0

**Tabella 3:** modello sismico monodimensionale di riferimento

A partire dal profilo Vs-profondità ricostruito per l'area in esame (figura seguente) è possibile calcolare la categoria di sottosuolo, a partire dal valore delle  $V_{s,eq}30$ , a secondo del piano di partenza preso a riferimento.

Si fa presente che nel nostro caso si fa riferimento inizialmente al piano campagna nel punto dove è stata eseguita la prova e quindi si riporta una valutazione a partire dalla prevista quota delle fondazioni posta indicativamente a circa - 4,0 metri di profondità dal piano campagna attuale .



Dr. Geol. Francesco Serra

**BORGIO SAN BIAGIO srl**

Nuovo Piano Attuativo

**Via Carissimi, Monza (MB)**

Data 07/05/2022

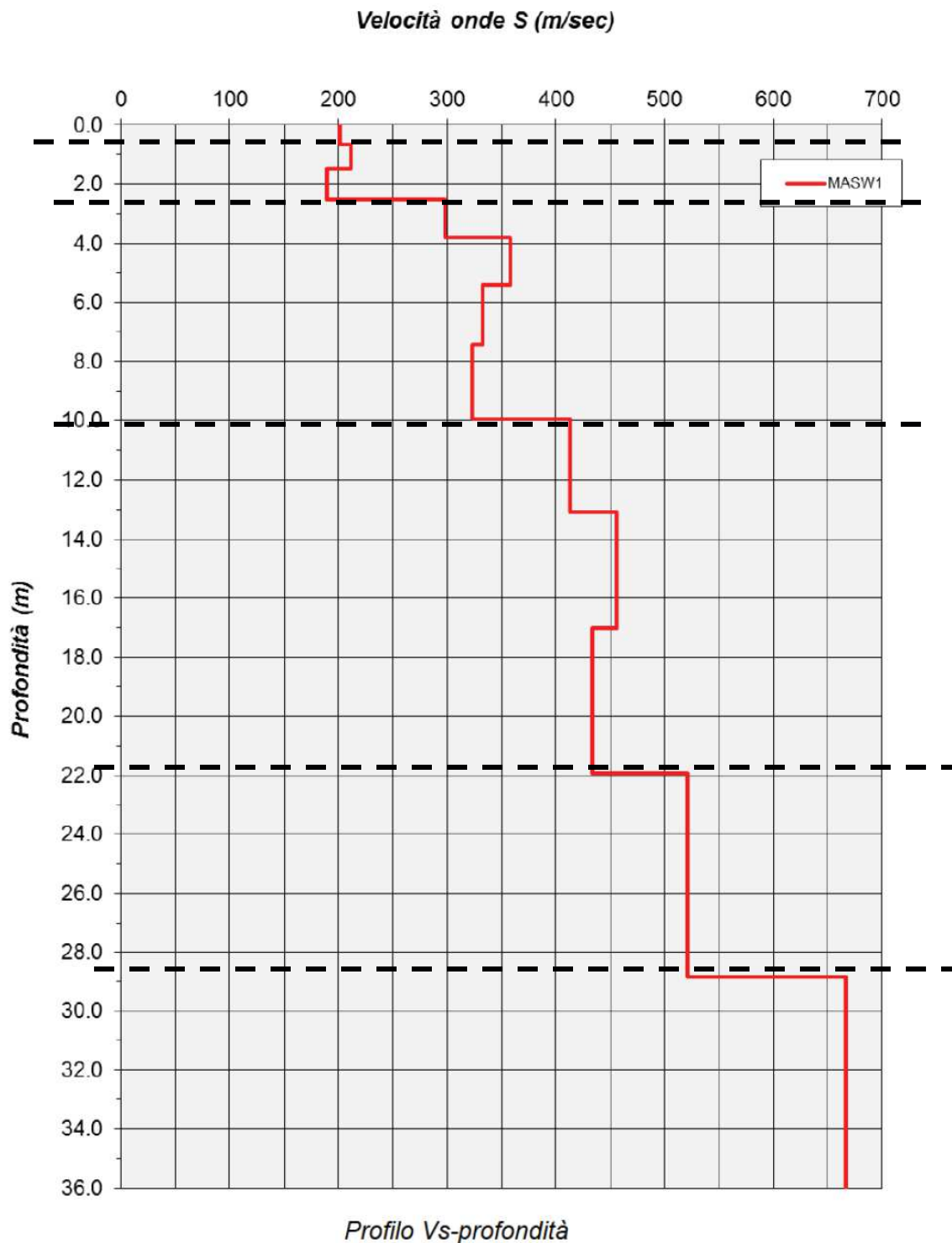
N. Commessa 2273

C. Documento 2273\_01

Relazione geologica di fattibilità R3

Revisione

Nome file Relazione 2273\_01



**Figura 10:** grafico velocità onde S (m/s) / profondità (m)

 Dr. Geol. Francesco Serra	<b>BORGIO SAN BIAGIO srl</b>  Nuovo Piano Attuativo  <b>Via Carissimi, Monza (MB)</b>	Data	07/05/2022
		N. Commessa	2273
<i>Relazione geologica di fattibilità R3</i>		C. Documento	2273_01
		Revisione	
		Nome file	Relazione 2273_01

Per il calcolo delle  $V_{s,eq30}$  si fa riferimento alla seguente espressione, riportata nel D.M. 17.01.2018 (“Norme tecniche per le costruzioni”):

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

dove  $H_i$  e  $V_{S,i}$  indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio  $\gamma < 10^{-6}$ ) dello strato  $i$ -esimo, (in m/s) per un totale di  $N$ ;  $H$  è la profondità in m del substrato simico ( $V_s \geq 800$  m/s), pari a 30 metri se la sua profondità è superiore a questa.

Utilizzando la formula sopra riportata si può stimare la categoria di suolo, secondo quanto definito dalle NTC 2018 (tabella seguente) alla profondità fondazionale richiesta.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> 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 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30 m, 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	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

**Tabella 4:** secondo il capitolo 3.2.2 del DM. 17.01.2018 (NTC), tabella 3.2.II

Di seguito si riportano i valori riferiti al piano campagna ed alle quote -1,0 e - 4,0

Quota (m)	$V_{(s,eq) 30}$ (m/s)	Categoria di Suolo
p.c.	386	B
- 1,0 m	403	B
- 4,0 m	453	B

**Tabella 5:** categoria di suolo per diverse quote di interesse (dalla MASW eseguita)

Si evince che i valori medi di  $V_{s30}$  sono tipici per la categoria di suolo B.

 Dr. Geol. Francesco Serra	<b>BORGIO SAN BIAGIO srl</b>  Nuovo Piano Attuativo  <b>Via Carissimi, Monza (MB)</b>	Data	07/05/2022
		N. Commessa	2273
<i>Relazione geologica di fattibilità R3</i>		C. Documento	2273_01
		Revisione	
		Nome file	Relazione 2273_01

### **5.3      *Analisi sismica di secondo livello e categoria di suolo***

Come espressamente previsto nell'allegato 5 alla DGR 2616/2011 quando, come nel caso in esame, il sito in oggetto presenta uno scenario di pericolosità sismica locale (PSL) vanno previste verifiche e modellazioni con un'analisi di II° livello ed eventualmente III° livello.

Il secondo livello è applicabile nel nostro caso in quanto :

- sono assenti fenomeni 2D legati alla risonanza del bacino
- sono assenti inversioni di velocità significative
- i contrasti di impedenza sismica sono <3
- i valori di  $V_{sh}$  sono > 250 m/s

Per l'analisi vengono utilizzati i dati della prova MASW; pertanto, come già detto, il **livello di attendibilità**, derivante da indagini sismiche dirette, è da considerarsi **alto** ai sensi della tabella 2 dell'allegato 5 alla DGR IX/2616 del 2011.

#### **Individuazione della scheda di valutazione**

Sulla base della natura litostratigrafica dei terreni indagati e, soprattutto, dell'andamento delle  $V_s$  con la profondità ricostruito per il sito in esame, si ritiene che la scheda litologica di riferimento più pertinente fra quelle proposte nell'allegato 5 della DGR citata, è risultata essere quella denominata come "litologia sabbiosa" come si evince dal grafico seguente



Dr. Geol. Francesco Serra

### BORGO SAN BIAGIO srl

Nuovo Piano Attuativo

Via Carissimi, Monza (MB)

Data 07/05/2022

N. Commessa 2273

C. Documento 2273\_01

### Relazione geologica di fattibilità R3

Revisione

Nome file Relazione 2273\_01

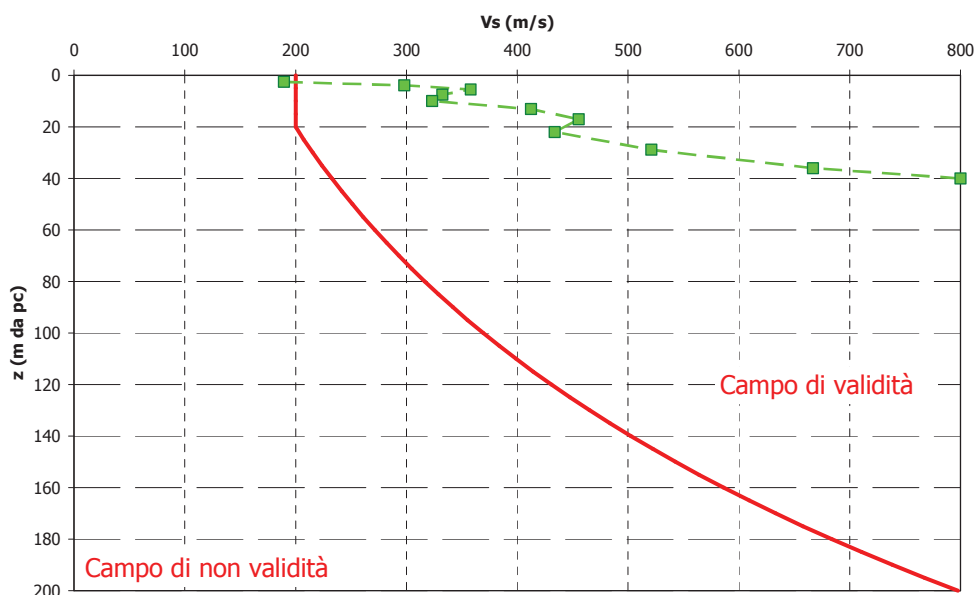


Figura 11: campo di validità litologia sabbiosa per la Vs<sub>30</sub> misurata nella MASW 1

Di seguito si riporta la scheda "litologia sabbiosa" in oggetto.

#### EFFETTI LITOLOGICI – SCHEDA LITOLOGIA SABBIOSA

**PARAMETRI INDICATIVI**

**GRANULOMETRIA:**  
Da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo e sabbia passando per sabbie ghiaiose, sabbie limose, sabbie con limo e ghiaia, sabbie limose debolmente ghiaiose, sabbie ghiaiose debolmente limose e sabbie

**NOTE:**  
Comportamento granulare  
Struttura granulo-sostenuta  
Clasti con D<sub>max</sub> > 20 cm inferiori al 15%  
Frazione ghiaiosa inferiore al 25%  
Frazione limosa fino ad un massimo del 70%

**FUSO GRANULOMETRICO INDICATIVO**

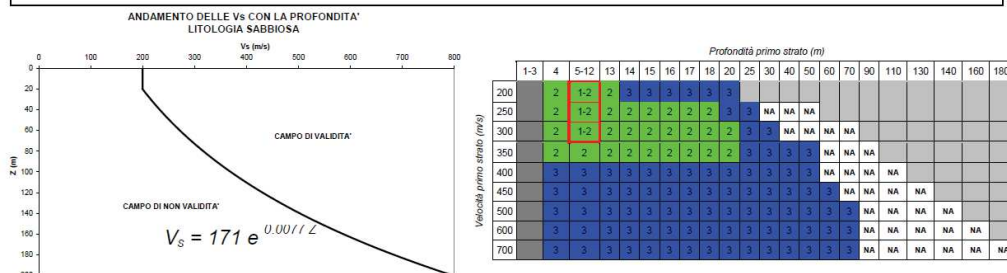


Figura 12: scheda litologia sabbiosa, prima parte (da: all. 5 DGR IX/2616 del 2011)

 Dr. Geol. Francesco Serra	<b>BORGIO SAN BIAGIO srl</b>  Nuovo Piano Attuativo  <b>Via Carissimi, Monza (MB)</b>	Data	07/05/2022
		N. Commessa	2273
<i>Relazione geologica di fattibilità R3</i>		C. Documento	2273_01
		Revisione	
		Nome file	Relazione 2273_01

### Calcolo del periodo proprio del sito

Per il calcolo del periodo proprio del sito T, occorre utilizzare la stratigrafia di velocità di propagazione delle onde di taglio Vs fino al raggiungimento della profondità per cui si ottiene un valore di Vs pari o superiore a 800 m/s (raggiungimento del “*bedrock sismico*”); per il calcolo si utilizza la seguente espressione :

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left( \frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

Dove  $h_i$  e  $V_{s_i}$  sono lo spessore e la velocità dello strato i-esimo del modello fino al “*bedrock*” sismico (strato con  $V_s > 800$  m/s), nel nostro caso stimato conservativamente (rispetto agli effetti) a partire dalla prova MASW.

Il periodo proprio è stato calcolato alle quote già individuate ottenendo i seguenti valori indicativi:

Riferimento piano campagna (quota 0,0 m)	Periodo proprio $T_0$ del suolo	Valore $F_0$ (Hz)
Piano campagna	<b>0,324</b>	<b>3,084</b>
- 4 m da p. c.	<b>0,276</b>	<b>3,624</b>

**Tabella 6:** calcolo del periodo proprio T del suolo sulla base della MASW eseguita

### Calcolo del fattore di amplificazione

Per calcolare il fattore di amplificazione è necessario considerare le caratteristiche del primo strato sismico al di sotto della fondazione (spessore e velocità di propagazione)

 Dr. Geol. Francesco Serra	<b>BORGIO SAN BIAGIO srl</b>  Nuovo Piano Attuativo  <b>Via Carissimi, Monza (MB)</b>	Data	07/05/2022
		N. Commessa	2273
<i>Relazione geologica di fattibilità R3</i>		C. Documento	2273_01
		Revisione	
		Nome file	Relazione 2273_01

Questo strato deve avere uno spessore minimo di 4 metri; qualora, come spesso avviene, non si dovesse riconoscere un primo strato di spessore adeguato è necessario procedere all'individuazione di uno strato superficiale equivalente di 4 metri ottenuto sommando gli strati individuati con le indagini sismiche; a questo strato si assegna una velocità di propagazione delle onde di taglio pari alla media pesata delle velocità dei singoli strati che lo costituiscono.

Nel nostro caso si ottengono :

Piano di riferimento [m]	Velocità primo strato ( $\geq 4$ m)
Piano Campagna	<b>239,3 m/s</b>
- 4 m da piano campagna	<b>341,0 m/s</b>

**Tabella 7:** calcolo velocità media primo strato di 4 metri

Dal modello seguente si ricava che vanno utilizzate le equazioni previste per la curva 2 della scheda sabbiosa precedentemente citata

Profondità primo strato (m)

	1-3	4	5-12	13	14	15	16	17	18	20	25	30	40	50	60	70	90	110	130	140	160	180	
200		2	1-2	2	3	3	3	3	3	3													
250		2	1-2	2	2	2	2	2	2	3	3	NA	NA	NA									
300		2	1-2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	NA	NA	NA	NA							
350		2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	NA	NA	NA						
400		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA					
450		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA				
500		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA			
600		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA	NA		
700		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

**Figura 13:** scheda litologia sabbiosa, seconda parte (da: all. 5 DGR IX/2616 del 2011)

Per questa curva sono quindi da utilizzare le seguenti due equazioni (si vedano anche grafici seguenti):



Dr. Geol. Francesco Serra

**BORG SAN BIAGIO srl**

Nuovo Piano Attuativo

**Via Carissimi, Monza (MB)**

Data 07/05/2022

N. Commessa 2273

C. Documento 2273\_01

*Relazione geologica di fattibilità R3*

Revisione

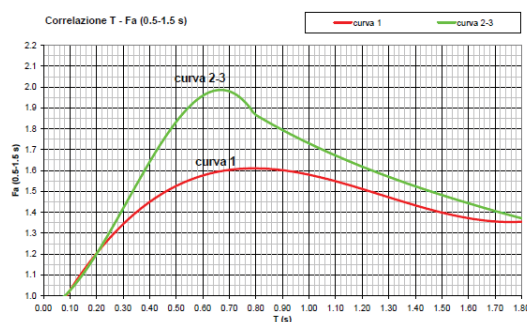
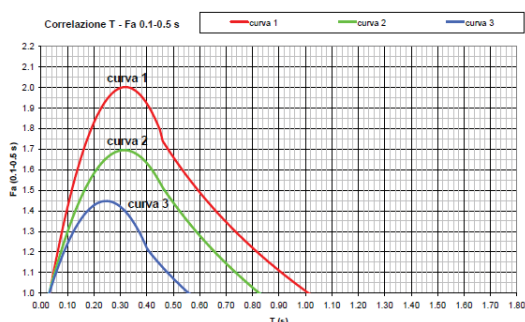
Nome file Relazione 2273\_01

A) per strutture aventi periodo proprio T compreso fra 0.1 s e 0.5 s

$$Fa = -8,65 T^2 + 5.44 T + 0.84$$

B) per strutture aventi periodo proprio T compreso fra 0.5 s e 1.5 s

$$Fa = -6,11 T^3 + 5,79 T^2 + 0.44 T + 0,93$$



Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico	Tratto rettilineo
1	0.03 ≤ T ≤ 0.50 Fa <sub>0.1-0.5</sub> = -12.21 T <sup>2</sup> + 7.79 T + 0.76	0.50 < T ≤ 1.00 Fa <sub>0.1-0.5</sub> = 1.01 - 0.94 ln T	T > 1.00 Fa <sub>0.1-0.5</sub> = 1.00
2	0.03 ≤ T ≤ 0.45 Fa <sub>0.1-0.5</sub> = -8.65 T <sup>2</sup> + 5.44 T + 0.84	0.45 < T ≤ 0.80 Fa <sub>0.1-0.5</sub> = 0.83 - 0.88 ln T	T > 0.80 Fa <sub>0.1-0.5</sub> = 1.00
3	0.03 ≤ T ≤ 0.40 Fa <sub>0.1-0.5</sub> = -9.68 T <sup>2</sup> + 4.77 T + 0.86	0.50 < T ≤ 0.55 Fa <sub>0.1-0.5</sub> = 0.62 - 0.65 ln T	T > 0.55 Fa <sub>0.1-0.5</sub> = 1.00

Curva	
1	0.08 ≤ T ≤ 1.80 Fa <sub>0.5-1.5</sub> = 0.57 T <sup>3</sup> - 2.18 T <sup>2</sup> + 2.38 T + 0.81
2	0.08 ≤ T < 0.80 Fa <sub>0.5-1.5</sub> = -6.11 T <sup>3</sup> + 5.79 T <sup>2</sup> + 0.44 T + 0.93
3	0.80 ≤ T ≤ 1.80 Fa <sub>0.5-1.5</sub> = 1.73 - 0.61 ln T

**Figura 14** : scheda litologia sabbiosa, terza parte (da: all. 5 DGR IX/2616 del 2011)

Da cui si ottengono i seguenti valori di Fa :

Profondità di posa delle fondazioni [m]	Fa per T della struttura compreso fra 0.1s÷0.5s
Piano Campagna	<b>1,69</b>
- 4 m da piano campagna	<b>1,68</b>
Profondità di posa delle fondazioni [m]	Fa per T della struttura compreso fra 0.5s÷1.5s
Piano Campagna	<b>1,5</b>
- 4 m da piano campagna	<b>1,4</b>

**Tabella 8**: calcolo valori di Fa per il sito in oggetto

 Dr. Geol. Francesco Serra	<b>BORGIO SAN BIAGIO srl</b>  Nuovo Piano Attuativo  <b>Via Carissimi, Monza (MB)</b>	Data	07/05/2022
		N. Commessa	2273
<i>Relazione geologica di fattibilità R3</i>		C. Documento	2273_01
		Revisione	
		Nome file	Relazione 2273_01

Poiché i valori previsti del fattore di amplificazione di normativa Fa per il comune di Milano, sono i seguenti (Dgr 7374/2008):

SOGLIE COMUNE DI	MILANO			
	B	C	D	E
<b>0,1-0,5 s</b>	<b>1,4</b>	<b>1,8</b>	<b>2,2</b>	<b>2,0</b>
<b>0,5-1,5 s</b>	<b>1,7</b>	<b>2,4</b>	<b>4,2</b>	<b>3,1</b>

**Tabella 9:** calcolo valori di soglia della normativa per il comune di Milano

Per cui, se si considera:

- **una fondazione alla profondità prevista :**
  - **per strutture con periodo proprio 0,1s e 0,5s** il fattore di soglia calcolato è  $\geq$  alla soglia comunale per il suolo B, per cui i valori normativi di soglia previsti NON sono sufficienti e quindi **andrà utilizzata la categoria di suolo C o prevista un'analisi di terzo livello**
  - **per strutture con periodo proprio 0,5s e 1,5s** il fattore di soglia calcolato è  $<$  alla soglia comunale, **per cui si potrà utilizzare la categoria di suolo B**

#### **5.4 Verifica alla liquefazione**

Le NTC attualmente in vigore propongono una griglia di casi per i quali il sito non presenta possibilità di liquefazione dei terreni; in particolare la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze :

- a) accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti minori di 0,1 g
- b) profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna
- c) depositi costituiti da sabbie pulite con  $NSPT_{(60)} > 30$  o  $q_{c1N} > 180$
- d) distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella figure riportate in normativa (prevalenza componente sabbiosa e limosa)

Pertanto nel caso in oggetto non è possibile la liquefazione in quanto sono sicuramente presenti i casi previsti al punto b), d).

 Dr. Geol. Francesco Serra	<b>BORGIO SAN BIAGIO srl</b>  Nuovo Piano Attuativo  <b>Via Carissimi, Monza (MB)</b>	Data	07/05/2022
		N. Commessa	2273
<i>Relazione geologica di fattibilità R3</i>		C. Documento	2273_01
		Revisione	
		Nome file	Relazione 2273_01

### 5.5 *Categoria topografica*

Come si evince facilmente dall'areofotogrammetrico comunale (in scala 1:5.000) l'area in oggetto è pianeggiante e quindi, ai sensi della tabella 3.2.III del capitolo 3.2.2 delle NTC2018 corrispondente alla categoria topografica T1 (con coefficiente topografico  $S_T = 1,0$ ).

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

**Tabella 10** : categorie di suolo secondo le NTC

 Dr. Geol. Francesco Serra	<b>BORGIO SAN BIAGIO srl</b>  Nuovo Piano Attuativo  <b>Via Carissimi, Monza (MB)</b>	Data	07/05/2022
		N. Commessa	2273
<i>Relazione geologica di fattibilità R3</i>		C. Documento	2273_01
		Revisione	
		Nome file	Relazione 2273_01

## 6. ASPETTI RELATIVI ALLA FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO

Il sito in oggetto è stato inserito dallo studio geologico vigente **in classe di fattibilità 2Be'**, aree pianeggianti con "fattibilità con modeste limitazioni"; queste modeste limitazioni sono da collegarsi sostanzialmente alla possibilità di variabilità delle condizioni litologiche sia in senso orizzontale che verticale, ed alla possibile presenza di occhi pollini ("probabilità alta") con problematiche di tipo geotecnico legate a cedimenti differenziali sino a eventuali collassi e/o sprofondamenti dei terreni (figura 15 seguente).

**Sulla base di quanto finora constatato nei capitoli precedenti si conferma la fattibilità del progetto in oggetto in riferimento alle condizioni geologiche, idrogeologiche, geomorfologiche e sismiche del sito a patto di :**

- **rispettare tutte le prescrizioni previste dalle normative vigenti (in particolare dalle norme geologiche di piano citate, di cui segue stralcio e per cui andranno eseguite prove penetrometriche in fase di progettazione delle opere)**
- **considerare tutto quanto verrà prescritto nella successiva fase progettuali in sede di redazione delle relazioni geologica e geotecnica di progetto.**
- **tenere conto della probabilità di presenza di occhipollini**

Di seguito stralcio delle norme geologiche di piano (NGP\_rev02 del 27/03/2017, articolo 3, classe 2Be') :

Indagini di approfondimento necessarie: si rende necessaria la verifica idrogeologica e litotecnica dei terreni mediante rilevamento geologico di dettaglio e l'esecuzione di prove geotecniche per la determinazione della capacità portante dei terreni, da effettuare preventivamente alla progettazione esecutiva per tutte le opere edificatorie (IGT) ed in particolare dovrà essere valutata la stabilità dei versanti di scavo (SV) al fine di prevedere le opportune opere di protezione degli scavi durante i lavori di cantiere. Nella classe 2Be' dovranno essere previste prove penetrometriche in numero e profondità adeguato a caratterizzare il terreno al di sotto del piano di posa delle fondazioni e in corrispondenza dei punti di carico delle opere in progetto, al fine da escludere la eventuale presenza di cavità nel sottosuolo. Gli orizzonti potenzialmente interessati da occhi pollini non dovranno essere oggetto di dispersione diretta di acque raccolte dai sistemi di drenaggio superficiali in conformità a quanto indicato nelle Linee Guida contenute nella Relazione del PTCP (par. 7.2 "Gli obiettivi del PTCP in tema di difesa del suolo"). Le indagini geognostiche dovranno essere commisurate al tipo di intervento da realizzare ed alle problematiche progettuali proprie di ciascuna opera (secondo quanto indicato nell'art. 2)

 Dr. Geol. Francesco Serra	<b>BORGO SAN BIAGIO srl</b>  Nuovo Piano Attuativo  <b>Via Carissimi, Monza (MB)</b>	Data	07/05/2022
		N. Commessa	2273
<i>Relazione geologica di fattibilità R3</i>		C. Documento	2273_01
		Revisione	
		Nome file	Relazione 2273_01



<b>Classe 2 Be</b> <b>Classe 2 Be'</b> <b>Besnate</b>  <b>FATTIBILITÀ CON</b> <b>MODESTE LIMITAZIONI</b>	Aree pianeggianti o debolmente acclivi nelle fasce di raccordo dei terrazzi principali, litologicamente costituiti da ghiaie a supporto clastico nell'ambito della piana principale e da sabbie limose e/o ghiaiose nei terrazzi vallivi. Possibile presenza di cavità nel sottosuolo ("occhi pollini") con problematiche legate a cedimenti differenziali (2Be probabilità medio-bassa e 2Be' probabilità alta).	Favorevole con modeste limitazioni dovute alle caratteristiche geotecniche e di drenaggio delle acque
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Figura 15** : stralcio Carta della Fattibilità delle azioni di piano  
 (tratta dallo studio geologico a supporto del PGT vigente *cit.*).

 Dr. Geol. Francesco Serra	<b>BORGIO SAN BIAGIO srl</b>  Nuovo Piano Attuativo  <b>Via Carissimi, Monza (MB)</b>	Data	07/05/2022
		N. Commessa	2273
<i>Relazione geologica di fattibilità R3</i>		C. Documento	2273_01
		Revisione	
		Nome file	Relazione 2273_01

## 7. GESTIONE DEI MATERIALI DI SCAVO ED INVARIANZA IDRAULICA

Ulteriore aspetto importante da considerare è la gestione degli eventuali materiali di scavo.

A questo proposito – in linea generale - si ricorda che l'operatore può scegliere di gestire i materiali da scavo risultanti da attività edilizie:

1. in qualità di rifiuti secondo le relative norme (avvio a recupero o smaltimento).
2. reimpiegandoli nel medesimo sito di escavazione per rinterri, ai sensi dell'art. 185 comma 1 lettera c) del DLgs 152/06.
3. impiegandoli in altro sito o processo produttivo in qualità di "sottoprodotti".

La gestione delle terre e rocce da scavo è regolata dal DPR 13 giugno 2017 n. 120 pubblicato sulla GU n. 183 anno 158° del 7 agosto 2017 e vigente dal 22 agosto 2017.

Per le modalità 1. e 2. non sono necessarie specifiche autorizzazioni o prese d'atto da parte del Comune, fatti salvi i necessari titoli abilitativi edilizi ed il rispetto di quanto riportato nella DPR citata in particolare in merito alla qualità ambientali dei materiali in oggetto in riferimento alla destinazione d'uso del sito (allegato 4 alla DPR citata) che deve risultare non contaminata.

Si fa inoltre presente che è vigente il Regolamento regionale 23 novembre 2017 n. 7 riguardante il "*Regolamento recante i criteri per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n.12 (Legge per il governo del territorio)*" e smi.

Si rimanda alla specifica relazione per i dettagli; in quella sede verranno ripresi i concetti di competenza raccolti nella presente relazione con particolare riferimento al modello idrogeologico ed ai parametri di permeabilità.



Dr. Geol. Francesco Serra

**BORGIO SAN BIAGIO srl**

Nuovo Piano Attuativo

**Via Carissimi, Monza (MB)**

Data 07/05/2022

N. Commessa 2273

C. Documento 2273\_01

*Relazione geologica di fattibilità R3*

Revisione

Nome file Relazione 2273\_01

## **ALLEGATO A - POZZETTI**

### **- STRATIGRAFIA E DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA -**



Dr. Geol. Francesco Serra

**BORGO SAN BIAGIO srl**

Nuovo Piano Attuativo

**Via Carissimi, Monza (MB)**

Data 07/05/2022

N. Commessa 2273

C. Documento 2273\_01

*Relazione geologica di fattibilità R3*

Revisione

Nome file Relazione 2273\_01

# POZZETTO 1

**COMMITTENTE :** Abba sas di G. Caravatti      **COMMESSA :** 2273  
**LOCALITA' :** via Carissimi, Monza MB      **QUOTA :** p.c.  
**DATA :** 28/04/2022      **RILEVATORE :** F. Serra

PROFONDITA'	DESCRIZIONE	Lito	Falda	NOTE
-0.5 m	terreno a matrice limoso argilloso colore bruno nerastro da pedogenizzazione		assente	
0,6 m				
-1,0 m	sabbia ghiaiosa in matrice limosa abbondante colore aranciato			
-1.5 m				
-2.0 m	sabbia ghiaia e ciottoli in matrice limosa in diminuzione con la profondità colore grigiastro rossastro			
-2.5 m				
-3.0 m				



Dr. Geol. Francesco Serra - Studio di geologia tecnica - geoserra@serrafr.191.it



Dr. Geol. Francesco Serra

**BORGIO SAN BIAGIO srl**

Nuovo Piano Attuativo

**Via Carissimi, Monza (MB)**

Data 07/05/2022

N. Commessa 2273

C. Documento 2273\_01

*Relazione geologica di fattibilità R3*

Revisione

Nome file Relazione 2273\_01





Dr. Geol. Francesco Serra

## BORGO SAN BIAGIO srl

Nuovo Piano Attuativo

Via Carissimi, Monza (MB)

Data 07/05/2022

N. Commessa 2273

C. Documento 2273\_01

Relazione geologica di fattibilità R3

Revisione

Nome file Relazione 2273\_01

# POZZETTO 2

COMMITTENTE : Abba sas di G. Caravatti      COMMESSA : 2273

LOCALITA' : via Carissimi, Monza MB      QUOTA : p.c.

DATA : 28/04/2022      RILEVATORE : F. Serra

PROFONDITA'	DESCRIZIONE	Lito	Falda	NOTE
-0.5 m	terreno a matrice limoso argilloso colore bruno nerastro da pedogenizzazione		assente	
0,8 m				
-1.0 m	sabbia ghiaiosa in matrice limosa abbondante colore aranciato			
-1.5 m				
-2.0 m	sabbia ghiaia e ciottoli in matrice limosa in diminuzione con la profondità colore grigiastro rossastro			
-2.5 m				
2,6 m				
-3.0 m	ghiaia e ciottoli, parzialmente cementati colore biancastro, tipo Ceppo			



Dr. Geol. Francesco Serra - Studio di geologia tecnica - geoserra@serrafra.191.it



Dr. Geol. Francesco Serra

**BORGIO SAN BIAGIO srl**

Nuovo Piano Attuativo

**Via Carissimi, Monza (MB)**

Data 07/05/2022

N. Commessa 2273

C. Documento 2273\_01

*Relazione geologica di fattibilità R3*

Revisione

Nome file Relazione 2273\_01





Dr. Geol. Francesco Serra

**BORGIO SAN BIAGIO srl**

Nuovo Piano Attuativo

**Via Carissimi, Monza (MB)**

Data 07/05/2022

N. Commessa 2273

C. Documento 2273\_01

*Relazione geologica di fattibilità R3*

Revisione

Nome file Relazione 2273\_01

## POZZETTO 3

<b>COMMITTENTE :</b> <u>Abba sas di G. Caravatti</u>	<b>COMMESSA :</b> <u>2273</u>
<b>LOCALITA' :</b> <u>via Carissimi, Monza MB</u>	<b>QUOTA :</b> <u>p.c.</u>
<b>DATA :</b> <u>28/04/2022</u>	<b>RILEVATORE :</b> <u>F. Serra</u>

PROFONDITA'	DESCRIZIONE	Lito	Falda	NOTE
0,2 m	terreno di riporto con materiali inerti di origine antropica		assente	
-0.5 m	terreno a matrice limoso argilloso colore bruno nerastro da pedogenizzazione			
-1,0 m	sabbia ghiaia e ciottoli in matrice limosa colore aranciato			
-1.5 m	sabbia ghiaia e ciottoli in matrice limosa in diminuzione con la profondità colore grigiastro rossastro			
-2.0 m				
-2.5 m				
-3.0 m				



Dr. Geol. Francesco Serra - Studio di geologia tecnica - geoserra@serrafra.191.it



Dr. Geol. Francesco Serra

**BORGIO SAN BIAGIO srl**

Nuovo Piano Attuativo

**Via Carissimi, Monza (MB)**

Data 07/05/2022

N. Commessa 2273

C. Documento 2273\_01

*Relazione geologica di fattibilità R3*

Revisione

Nome file Relazione 2273\_01





Dr. Geol. Francesco Serra

**BORGO SAN BIAGIO srl**

Nuovo Piano Attuativo

**Via Carissimi, Monza (MB)**

Data 07/05/2022

N. Commessa 2273

C. Documento 2273\_01

*Relazione geologica di fattibilità R3*

Revisione

Nome file Relazione 2273\_01

## POZZETTO 4

<b>COMMITTENTE :</b> Abba sas di G. Caravatti	<b>COMMESSA :</b> 2273
<b>LOCALITA' :</b> via Carissimi, Monza MB	<b>QUOTA :</b> p.c.
<b>DATA :</b> 28/04/2022	<b>RILEVATORE :</b> F. Serra

PROFONDITA'	DESCRIZIONE	Lito	Falda	NOTE
-0.5 m	terreno a matrice limoso argilloso colore bruno nerastro da pedogenizzazione		assente	
0,9 m -1,0 m	sabbia ghiaiosa in matrice limosa abbondante colore aranciato			diffusi apparati radicali con pedogenesi
-1.5 m	sabbia ghiaia e ciottoli in matrice limosa in diminuzione con la profondità colore grigiastro rossastro			
-2.0 m -2.5 m	ghiaia e ciottoli, parzialmente cementati colore biancastro, tipo Ceppo			
2,7 m -3.0 m				



Dr. Geol. Francesco Serra - Studio di geologia tecnica - geoserra@serrafr.191.it



Dr. Geol. Francesco Serra

**BORG SAN BIAGIO srl**

Nuovo Piano Attuativo

**Via Carissimi, Monza (MB)**

Data 07/05/2022

N. Commessa 2273

C. Documento 2273\_01

*Relazione geologica di fattibilità R3*

Revisione

Nome file Relazione 2273\_01





Dr. Geol. Francesco Serra

## BORGO SAN BIAGIO srl

Nuovo Piano Attuativo

Via Carissimi, Monza (MB)

Data 07/05/2022

N. Commessa 2273

C. Documento 2273\_01

Relazione geologica di fattibilità R3

Revisione

Nome file Relazione 2273\_01

# POZZETTO 5

<b>COMMITTENTE :</b>	<u>Abba sas di G. Caravatti</u>	<b>COMMESSA :</b>	<u>2273</u>
<b>LOCALITA' :</b>	<u>via Carissimi, Monza MB</u>	<b>QUOTA :</b>	<u>p.c.</u>
<b>DATA :</b>	<u>28/04/2022</u>	<b>RILEVATORE :</b>	<u>F. Serra</u>

PROFONDITA'	DESCRIZIONE	Lito	Falda	NOTE
-0.5 m	terreno a matrice limoso argilloso colore brunastro da pedogenizzazione		assente	
0,6 m				
-1.0 m	sabbia ghiaia e ciottoli in matrice limosa colore aranciato			
-1.5 m				
-2.0 m	sabbia ghiaia e ciottoli in matrice limosa in diminuzione con la profondità colore grigiastro rossastro			
-2.5 m				
-3.0 m				



Dr. Geol. Francesco Serra - Studio di geologia tecnica - geoserra@serrafra.191.it



Dr. Geol. Francesco Serra

**BORGIO SAN BIAGIO srl**

Nuovo Piano Attuativo

**Via Carissimi, Monza (MB)**

Data 07/05/2022

N. Commessa 2273

C. Documento 2273\_01

*Relazione geologica di fattibilità R3*

Revisione

Nome file Relazione 2273\_01





Dr. Geol. Francesco Serra

**BORGO SAN BIAGIO srl**

Nuovo Piano Attuativo

**Via Carissimi, Monza (MB)**

Data 07/05/2022

N. Commessa 2273

C. Documento 2273\_01

*Relazione geologica di fattibilità R3*

Revisione

Nome file Relazione 2273\_01

## POZZETTO 6

**COMMITTENTE :** Abba sas di G. Caravatti **COMMESSA :** 2273

**LOCALITA' :** via Carissimi, Monza MB **QUOTA :** p.c.

**DATA :** 28/04/2022 **RILEVATORE :** F. Serra

PROFONDITA'	DESCRIZIONE	Lito	Falda	NOTE
-0.5 m	terreno a matrice limoso argilloso con sabbai e ghiaia colore bruno nerastro da pedogenizzazione		assente	
0,9 m -1.0 m	sabbia ghiaia e ciottoli in matrice limosa colore aranciato			
-1.5 m 1,9 m -2.0 m	sabbia ghiaia e ciottoli in matrice limosa in diminuzione con la profondità colore grigiastro rossastro			
-2.5 m				
-3.0 m				



Dr. Geol. Francesco Serra - Studio di geologia tecnica - geoserra@serrafra.191.it



Dr. Geol. Francesco Serra

**BORGIO SAN BIAGIO srl**

Nuovo Piano Attuativo

**Via Carissimi, Monza (MB)**

Data 07/05/2022

N. Commessa 2273

C. Documento 2273\_01

*Relazione geologica di fattibilità R3*

Revisione

Nome file Relazione 2273\_01





Dr. Geol. Francesco Serra

**BORGO SAN BIAGIO srl**

Nuovo Piano Attuativo

**Via Carissimi, Monza (MB)**

Data 07/05/2022

N. Commessa 2273

C. Documento 2273\_01

*Relazione geologica di fattibilità R3*

Revisione

Nome file Relazione 2273\_01

## POZZETTO 7

**COMMITTENTE :** Abba sas di G. Caravatti **COMMESSA :** 2273

**LOCALITA' :** via Carissimi, Monza MB **QUOTA :** p.c.

**DATA :** 28/04/2022 **RILEVATORE :** F. Serra

PROFONDITA'	DESCRIZIONE	Lito	Falda	NOTE
-0.5 m	terreno a matrice limoso argilloso colore bruno nerastro da pedogenizzazione		assente	
-1.0 m	0,9 m sabbia ghiaia e ciottoli in matrice limosa colore aranciato			
-1.5 m	sabbia ghiaia e ciottoli in matrice limosa in diminuzione con la profondità colore grigiastro rossastro			PROVA INFILTRAZIONE PER PERMEABILITA'
-2.0 m				
-2.5 m				
-3.0 m				



Dr. Geol. Francesco Serra - Studio di geologia tecnica - geoserra@serrafr.191.it



Dr. Geol. Francesco Serra

**BORG SAN BIAGIO srl**

Nuovo Piano Attuativo

**Via Carissimi, Monza (MB)**

Data 07/05/2022

N. Commessa 2273

C. Documento 2273\_01

*Relazione geologica di fattibilità R3*

Revisione

Nome file Relazione 2273\_01





Dr. Geol. Francesco Serra

**BORGIO SAN BIAGIO srl**

Nuovo Piano Attuativo

**Via Carissimi, Monza (MB)**

Data 07/05/2022

N. Commessa 2273

C. Documento 2273\_01

*Relazione geologica di fattibilità R3*

Revisione

Nome file Relazione 2273\_01





Dr. Geol. Francesco Serra

**BORGIO SAN BIAGIO srl**

Nuovo Piano Attuativo

**Via Carissimi, Monza (MB)**

Data 07/05/2022

N. Commessa 2273

C. Documento 2273\_01

Revisione

Nome file Relazione 2273\_01

*Relazione geologica di fattibilità R3*





Dr. Geol. Francesco Serra

**BORGIO SAN BIAGIO srl**

Nuovo Piano Attuativo

**Via Carissimi, Monza (MB)**

Data	07/05/2022
N. Commessa	2273
C. Documento	2273_01
Revisione	
Nome file	Relazione 2273_01

*Relazione geologica di fattibilità R3*

## **ALLEGATO B**

### **- STENDIMENTO SISMICO MASW -**



Dr. Geol. Francesco Serra

**BORGIO SAN BIAGIO srl**

Nuovo Piano Attuativo

**Via Carissimi, Monza (MB)**

Data 07/05/2022

N. Commessa 2273

C. Documento 2273\_01

*Relazione geologica di fattibilità R3*

Revisione

Nome file Relazione 2273\_01

## Signa srl INDAGINI GEOFISICHE

**Committente:** Dott. Geol. Serra F.

**Località:** Via G. Carissimi.

**Comune:** Monza (MB).

**Indagine:** Indagine geofisica con la metodologia MASW.

### RAPPORTO TECNICO

Codice documento: 103-22					
A	04/05/2022	EMISSIONE	DG	DG	DG
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato



**SIGNA srl**

Via G. Donizetti, 7 – 24040 Boltiere (BG)

Tel/Fax 035-806318 – Cell. 331-8218021

Cod. Fisc. e P. IVA 05388280967

[www.signasrl.it](http://www.signasrl.it); e-mail: [info@signasrl.it](mailto:info@signasrl.it)





Dr. Geol. Francesco Serra

**BORGIO SAN BIAGIO srl**

Nuovo Piano Attuativo

**Via Carissimi, Monza (MB)**

Data 07/05/2022

N. Commessa 2273

C. Documento 2273\_01

*Relazione geologica di fattibilità R3*

Revisione

Nome file Relazione 2273\_01

**SIGNA srl – Indagini geofisiche**

Data 04/05/2022

N. Commessa 103-22

C. Documento 01

**Indagine geofisica con la metodologia MASW**

Revisione A (DG)

Nome file MASW\_Monza

## 1. INTRODUZIONE ED INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

La presente relazione riporta le elaborazioni ed i risultati ottenuti dall'esecuzione di un profilo sismico con la metodologia MASW presso l'area situata in via G. Carissimi nel comune di Monza (MB).

La campagna di indagine è stata eseguita nella giornata del 28 Aprile 2022.

Scopo dell'indagine è quello di ricostruire, per l'area in oggetto, l'andamento della velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità (Vs-z).

Il modello sismico monodimensionale costituisce infatti l'aspetto principale sia nella stima degli effetti sismici di sito (o risposta sismica locale - RSL) che nella definizione dell'azione sismica di progetto, in quanto consente di conoscere l'incidenza delle locali condizioni stratigrafiche nella modifica della pericolosità sismica di base (definizione della categoria di sottosuolo).

Ciò permette una corretta progettazione strutturale in relazione alle condizioni sito-specifiche, garantendo un adeguato livello di protezione antisismica delle costruzioni (D.M. 17.01.2018; D.g.r. IX/2616/2011; D.g.r. X/5001/2016).

Nei capitoli successivi verranno descritte le modalità d'esecuzione delle misure sperimentali e l'interpretazione geofisica delle stesse.

In *figura 1* si riporta l'ubicazione della prospezione MASW effettuata.

Pagina 2 di 11



Dr. Geol. Francesco Serra

**BORGIO SAN BIAGIO srl**

Nuovo Piano Attuativo

**Via Carissimi, Monza (MB)**

Data 07/05/2022

N. Commessa 2273

C. Documento 2273\_01

*Relazione geologica di fattibilità R3*

Revisione

Nome file Relazione 2273\_01

**SIGNA srl – Indagini geofisiche**

**Indagine geofisica con la metodologia MASW**

Data 04/05/2022

N. Commessa 103-22

C. Documento 01

Revisione A (DG)

Nome file MASW\_Monza



**Figura 1:** Ubicazione della prova MASW effettuata (immagine tratta da Google Map).



Dr. Geol. Francesco Serra

**BORGIO SAN BIAGIO srl**

Nuovo Piano Attuativo

**Via Carissimi, Monza (MB)**

Data 07/05/2022

N. Commessa 2273

C. Documento 2273\_01

*Relazione geologica di fattibilità R3*

Revisione

Nome file Relazione 2273\_01

**SIGNA srl – Indagini geofisiche**

Data 04/05/2022

N. Commessa 103-22

C. Documento 01

**Indagine geofisica con la metodologia MASW**

Revisione A (DG)

Nome file MASW\_Monza

## **2. INDAGINE GEOFISICA MASW: DESCRIZIONE DEL METODO E DELLA STRUMENTAZIONE UTILIZZATA**

La prova MASW, messa a punto nel 1999 da ricercatori del *Kansas Geological Survey* (Park C.B. et al., 1999) permette di determinare in modo dettagliato l'andamento della velocità delle onde sismiche di taglio (o onde S) in funzione della profondità attraverso lo studio della propagazione delle onde superficiali di Rayleigh.

Il metodo di indagine MASW si distingue in "attivo" e "passivo" (Zywicki D.J., 1999; Park C.B., Miller R.D., 2006; Roma V., 2006):

1) Nel "metodo attivo" le onde superficiali sono prodotte da una sorgente impulsiva disposta a piano campagna e vengono registrate da uno stendimento lineare composto da numerosi ricevitori posti a breve distanza (distanza intergeofonica).

2) Nel "metodo passivo" lo stendimento presenta le stesse caratteristiche geometriche del metodo attivo ma i ricevitori non registrano le onde superficiali prodotte da una sorgente impulsiva, bensì il rumore di fondo (detto anche "microtremori") prodotto da sorgenti naturali (vento) e antropiche (traffico, attività industriali).

Le due tecniche indagano bande spettrali differenti: mentre il metodo attivo consente di ottenere una curva di dispersione nel range di frequenza compreso tra 10 e 40 Hz e fornisce informazioni sulla parte più superficiale di sottosuolo (fino a circa 20-30 m di profondità in funzione della rigidezza del suolo), il metodo passivo consente di determinare una curva di dispersione nella banda di frequenza tra 4 e 20 Hz e fornisce informazioni sugli strati più profondi (generalmente al di sotto dei 30 m).

La combinazione delle due tecniche consente di ottenere uno spettro completo nella banda di frequenza comprese tra 4 e 40 Hz e permette una dettagliata ricostruzione dell'andamento della velocità delle onde di taglio fino a circa 30-40 m di profondità (sempre in funzione della rigidezza degli strati).

L'analisi delle onde superficiali è stata eseguita utilizzando la strumentazione classica per la prospezione sismica a rifrazione disposta sul terreno secondo un array lineare da 24 geofoni con spaziatura pari a 2.0 m (la configurazione geometrica adottata è stata dettata

Pagina 4 di 11



Dr. Geol. Francesco Serra

## BORGIO SAN BIAGIO srl

Nuovo Piano Attuativo

Via Carissimi, Monza (MB)

Data 07/05/2022

N. Commessa 2273

C. Documento 2273\_01

Relazione geologica di fattibilità R3

Revisione

Nome file Relazione 2273\_01

### SIGNA srl – Indagini geofisiche

Data 04/05/2022

N. Commessa 103-22

C. Documento 01

#### Indagine geofisica con la metodologia MASW

Revisione A (DG)

Nome file MASW\_Monza

sia dalle condizioni logistiche che dalla necessità di ricostruire al meglio lo spettro di velocità delle onde superficiali di Rayleigh).

Per ottenere una buona risoluzione in termini di frequenza, oltre ad utilizzare geofoni da 4.5 Hz, è stato utilizzato un sismografo a 24 bit.

Nell'esecuzione della prova MASW attiva è stato utilizzato come sistema di energizzazione una mazza di 8 Kg battente su piattello metallico. Per aumentare il rapporto segnale/rumore si è proceduto alla somma di più energizzazioni (processo di *stacking*).

La sorgente è stata posta ad una distanza compresa tra 6 e 10 m dal primo geofono effettuando più energizzazioni in punti differenti (*"Optimum Field Parameters of an MASW Survey"*, Park C.B. et al., 2005; Dal Moro G., 2008; Dal Moro G., 2012).

Terminata l'indagine attiva, con la stessa configurazione geometrica si è passati alla registrazione dei microtremori (MASW passiva o ReMi) acquisendo in totale 10 registrazioni di rumore, ciascuna della lunghezza di 30 s.

Di seguito si riassumono le principali caratteristiche della strumentazione utilizzata per l'esecuzione della prova MASW.

<b>n°</b>	<b>Strumentazione</b>	<b>Caratteristiche</b>
1	Unità di acquisizione	sismografo GEOMETRICS "GEODE" a 24 bit
24	Geofoni verticali	"Geospace" con $f_0 = 4.5$ Hz
1	Cavo sismico	L = 60 m
1	Sorgente	Mazza battente su piattello metallico

Pagina 5 di 11



Dr. Geol. Francesco Serra

**BORGIO SAN BIAGIO srl**

Nuovo Piano Attuativo

**Via Carissimi, Monza (MB)**

Data 07/05/2022

N. Commessa 2273

C. Documento 2273\_01

*Relazione geologica di fattibilità R3*

Revisione

Nome file Relazione 2273\_01

**SIGNA srl – Indagini geofisiche**

Data 04/05/2022

N. Commessa 103-22

C. Documento 01

**Indagine geofisica con la metodologia MASW**

Revisione A (DG)

Nome file MASW\_Monza



**Figura 2:** Strumentazione utilizzata per la prova MASW.



**Figura 3:** Vista dello stendimento MASW effettuato.



Dr. Geol. Francesco Serra

**BORGIO SAN BIAGIO srl**

Nuovo Piano Attuativo

**Via Carissimi, Monza (MB)**

Data 07/05/2022

N. Commessa 2273

C. Documento 2273\_01

*Relazione geologica di fattibilità R3*

Revisione

Nome file Relazione 2273\_01

**SIGNA srl – Indagini geofisiche**

Data 04/05/2022

N. Commessa 103-22

C. Documento 01

**Indagine geofisica con la metodologia MASW**

Revisione A (DG)

Nome file MASW\_Monza

### 3. ELABORAZIONE DATI

I dati sperimentali, acquisiti in formato SEG-2, sono stati trasferiti su PC e convertiti in un formato compatibile (KGS format file) per l'interpretazione attraverso l'utilizzo di uno specifico programma di elaborazione (*SurfSeis 6.0* della Kansas University, Park C. B., 2019).

Tale programma permette di elaborare i dati acquisiti sia con il metodo attivo che con quello passivo.

L'analisi consiste nella trasformazione dei segnali registrati in uno spettro bidimensionale "*phase velocity-frequency (c-f)*" che analizza l'energia di propagazione delle onde superficiali lungo la linea sismica.

Gli spettri bidimensionali ottenuti dalle registrazioni con il metodo attivo e con quello passivo, elaborati in fasi separate, vengono successivamente combinati in modo da ottenere uno spettro unico.

In questo grafico è possibile distinguere il "modo fondamentale" delle onde di superficie, in quanto le onde di Rayleigh presentano un carattere marcatamente dispersivo che le differenzia da altri tipi di onde (onde riflesse, onde rifratte, onde multiple).

Inoltre, la combinazione dei due metodi MASW consente di individuare il "modo fondamentale" delle onde di superficie nel campo di frequenze compreso tra i 4 e i 40 Hz e di ottenere informazioni sia "superficiali" che "profonde".

Sullo spettro di frequenza viene eseguito un "picking" attribuendo ad un certo numero di punti una o più velocità di fase per un determinato numero di frequenze (si veda la curva di dispersione riportata in allegato).

Tali valori vengono successivamente riportati su un diagramma periodo-velocità di fase per l'analisi della curva di dispersione e l'ottimizzazione di un modello interpretativo.

Variando la geometria del modello di partenza ed i valori di velocità delle onde S si modifica automaticamente la curva calcolata di dispersione fino a conseguire un buon "fitting" con i valori sperimentali.

Pagina 7 di 11



Dr. Geol. Francesco Serra

## BORGIO SAN BIAGIO srl

Nuovo Piano Attuativo

Via Carissimi, Monza (MB)

Data 07/05/2022

N. Commessa 2273

C. Documento 2273\_01

Relazione geologica di fattibilità R3

Revisione

Nome file Relazione 2273\_01

SIGNA srl – Indagini geofisiche

Data 04/05/2022

N. Commessa 103-22

C. Documento 01

Indagine geofisica con la metodologia MASW

Revisione A (DG)

Nome file MASW\_Monza

L'analisi dello spettro bidimensionale c-f consente in questo modo di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio Vs in funzione della profondità.

Dall'inversione della curva di dispersione (relativa al "modo fondamentale" delle onde superficiali di Rayleigh) si ottiene il seguente modello medio di velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità, rappresentativo dell'area investigata:

MASW 1			
Strato	Spessore [m]	Vs [m/s]	Profondità
1	0.7	201	0.7
2	0.8	212	1.5
3	1.0	189	2.5
4	1.3	298	3.8
5	1.6	358	5.4
6	2.0	332	7.4
7	2.5	323	9.9
8	3.1	413	13.1
9	3.9	455	17.0
10	4.9	434	21.9
11	6.9	521	28.9
12	7.1	667	36.0

Tabella 1: Modello sismico monodimensionale.



Dr. Geol. Francesco Serra

### BORGIO SAN BIAGIO srl

Nuovo Piano Attuativo

Via Carissimi, Monza (MB)

Data 07/05/2022

N. Commessa 2273

C. Documento 2273\_01

Relazione geologica di fattibilità R3

Revisione

Nome file Relazione 2273\_01

### SIGNA srl – Indagini geofisiche

Indagine geofisica con la metodologia MASW

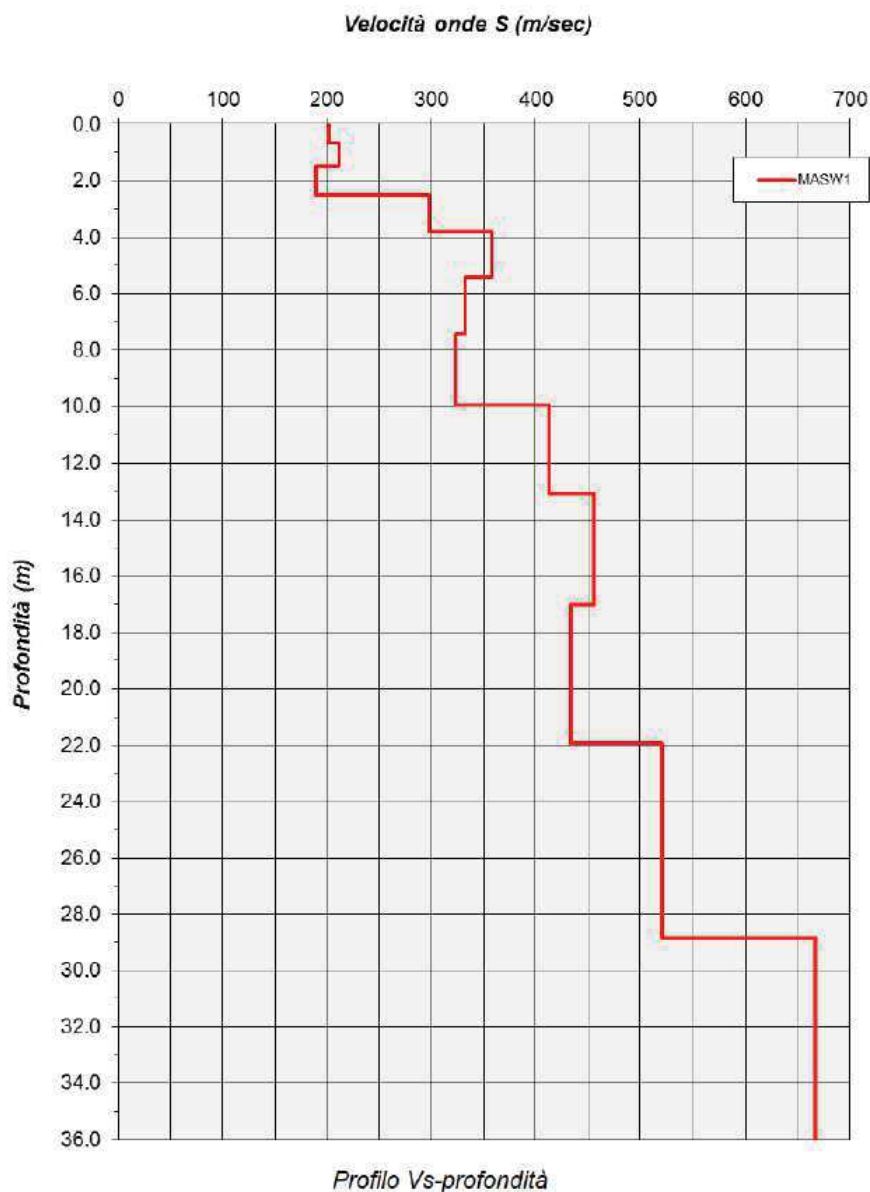
Data 04/05/2022

N. Commessa 103-22

C. Documento 01

Revisione A (DG)

Nome file MASW\_Monza



Pagina 9 di 11



Dr. Geol. Francesco Serra

**BORGIO SAN BIAGIO srl**

Nuovo Piano Attuativo

**Via Carissimi, Monza (MB)**

Data 07/05/2022

N. Commessa 2273

C. Documento 2273\_01

*Relazione geologica di fattibilità R3*

Revisione

Nome file Relazione 2273\_01

**SIGNA srl – Indagini geofisiche**

**Indagine geofisica con la metodologia MASW**

Data 04/05/2022

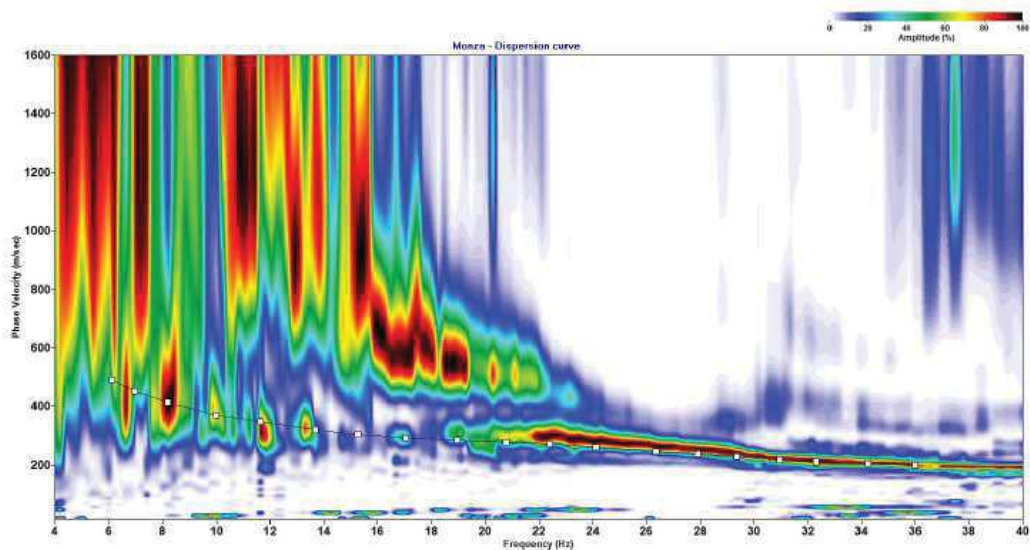
N. Commessa 103-22

C. Documento 01

Revisione A (DG)

Nome file MASW\_Monza

**CURVA DI DISPERSIONE e PICKING**



Pagina 11 di 11



Dr. Geol. Francesco Serra

**BORGIO SAN BIAGIO srl**

Nuovo Piano Attuativo

**Via Carissimi, Monza (MB)**

Data	07/05/2022
N. Commessa	2273
C. Documento	2273_01
Revisione	
Nome file	Relazione 2273_01

*Relazione geologica di fattibilità R3*

**ALLEGATO C**  
**- STRATIGRAFIE POZZI -**



Dr. Geol. Francesco Serra

### BORG SAN BIAGIO srl

Nuovo Piano Attuativo

Via Carissimi, Monza (MB)

Data 07/05/2022

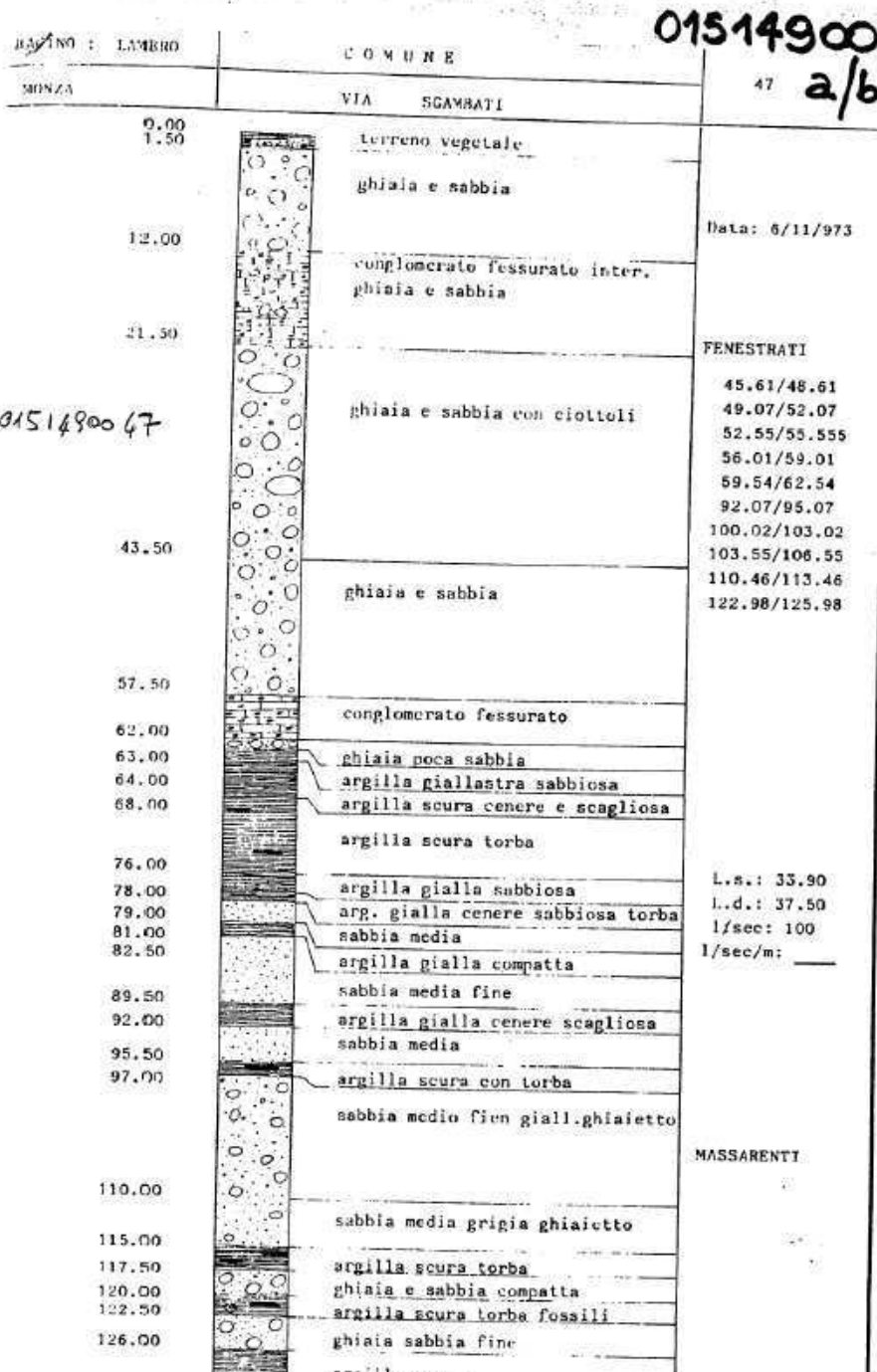
N. Commessa 2273

C. Documento 2273\_01

### Relazione geologica di fattibilità R3

Revisione

Nome file Relazione 2273\_01





Dr. Geol. Francesco Serra

### BORGIO SAN BIAGIO srl

Nuovo Piano Attuativo

Via Carissimi, Monza (MB)

Data 07/05/2022

N. Commessa 2273

C. Documento 2273\_01

### Relazione geologica di fattibilità R3

Revisione

Nome file Relazione 2273\_01

