

LAVORI DI RIGENERAZIONE ED EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEL CENTRO SPORTIVO FRANCO GIORGETTI

PNRR, Missione 5, Componente 2, Misura 2.1, Investimento Rigenerazione Urbana

CUP - D98I21000160001

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA AVANZATA



Comune di Bovisio Masciago (MB)

Localizzazione intervento: Via Europa

Piazza Biraghi 3 - 20813 Bovisio Masciago (MB)
Pec: comunebovisiomasciago@cert.legalmail.it
mail protocollo@comune.bovisiomasciago.mb.it
Tel. 3903625111 - Fax 390362558720
P.IVA 00767730963
Codice Fiscale 03959350152



FINANZIATO DALL'UNIONE EUROPEA

NEXT GENERATION EU

Studio di progettazione
Rizzinelli e Vezzoli architetti associati
Via Cefalonia 41/A - 25124 Brescia
Progettisti: Arch. Giorgio Vezzoli

GEO 09 | RELAZIONE GEOLOGICA

Data: 30.01.2023

| rev.02



INDICE

1.0- DEFINIZIONE DELL'ASSETTO GEOLOGICO TERRITORIALE	08
1.1 – INQUADRAMENTO GENERALE – Storia geologica del territorio	08
1.2 – INQUADRAMENTO DI DETTAGLIO	09
1.2.1 - UNITÀ FORMAZIONALI AFFIORANTI	09
1.2.2 – INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	10
1.2.3 – INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	13
1.3 – STORIA SISMICA DEL TERRITORIO	17
 CAPITOLO II – RELAZIONE GEOLOGICO-URBANISTICA	
AI SENSI DELLA D.G.R. n IX/2616 del 30/11/2011	
2.0 – CARTA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	25
2.1 – CARTA DEI VINCOLI	25
2.2 – CARTA DI SINTESI	28
2.3 – CARTA DI FATTIBILITA' GEOLOGICA	28
 CAPITOLO III – RELAZIONE GEOTECNICA	
AI SENSI DEL D.M. 17/01/2018 – N.T.C. 2018	
3.0 – INDAGINI GEOLOGICO-TECNICHE IN SITO	32
3.1 - PROVE PENETROMETRICHE STANDARDIZZATE	32
3.2 – CARATTERIZZAZIONE CATEGORIALE SUOLO DI FONDAZIONE	36
3.3 - ANALISI SISMICA DI SECONDO LIVELLO	38
3.4 – MODELLO GEOLOGICO-TECNICO DEL SOTTOSUOLO	43
3.5 - PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO	45
3.6 – AZIONE SISMICA	46
3.7 - LIQUEFACIBILITÀ DEL TERRENO	47
3.8 - MONITORAGGIO GEOTECNICO: ANALISI ASSETTO GEOLOGICO-TECNICO	52
3.8.1 – VALUTAZIONI IN MERITO A FONDAZIONI DIRETTE	52
3.8.2 – VALUTAZIONI IN MERITO AD EVENTUALI INTERVENTI RILEVANTI	55
 CONCLUSIONI	 57

FIGURE NEL TESTO

FIGURA 01: INQUADRAMENTO COROGRAFICO AREA DI INTERESSE

FIGURA 02a: CARTA GEOLOGICA GENERALE – CARG FOGLIO 096 SEREGNO FIGURA 02b: CARTA GEOLOGICA DI DETTAGLIO

FIGURA 03: CARTA IDROGEOLOGICA

FIGURE 04a/b/c: INGV - STORIA SISMICA MILANO, MONZA e BOVISIO MASCIAGO FIGURA 05: CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE - PSL

FIGURA 06: CARTA DEI VINCOLI FIGURA 07 CARTA DI SINTESI

FIGURA 08: CARTA DI FATTIBILITA' GEOLOGICA

FIGURA 09a/b: UBICAZIONE PLANIMETRICA INDAGINI ESEGUITE FIGURA 10 a/b: RESTITUZIONE

PARAMETRO Vs-eq

ALLEGATI

ALLEGATO 01: DATI STRATIGRAFICI E GEOLITOLOGICI POZZI ESISTENTI

ALLEGATO 02: CERTIFICATI PROVE PENETROMETRICHE DPSH

ALLEGATO 03: SEZIONI GEOTECNICHE INTERPRETATIVE

PREMESSA

Il presente lavoro, gentilmente commissionato dal **Comune di Bovisio Masciago** avente sede in Piazza Oreste Biraghi – Bovisio Masciago (MB) è costituito da una indagine specifica avente come finalità il monitoraggio delle condizioni geologico-tecniche del primo sottosuolo dell'area di interesse progettuale - rappresentata dal Centro Sportivo Comunale "Franco Giorgetti" di Bovisio Masciago (MI) - dove sono previsti interventi di rigenerazione ed efficientamento energetico delle strutture edificatorie attualmente esistenti. Le aree oggetto di interesse sono catastalmente identificate al **Foglio 14 – Mappali 1, 19 e 49** del comune censuario di Bovisio Masciago (MI).

La **prima fase realizzativa del lavoro (Relazione Geologica – Elaborati R1+R3)** è stata rappresentata da un'indagine geologica a scala territoriale, finalizzata alla delineazione dei caratteri geologici, geomorfologici, idrogeologici e sismici necessari per un corretto inquadramento del sito d'interesse progettuale; in particolare sono state realizzate:

- *analisi dei caratteri geologici di superficie*
- *analisi del contesto geomorfologico specifico*
- *analisi dei caratteri idrogeologici*
- *ricostruzione della storia sismica del settore territoriale*
- *analisi della carta di pericolosità sismica locale*
- *analisi della carta di sintesi geologica e dei vincoli esistente*
- *analisi della carta di fattibilità geologica alle azioni di piano*

La **seconda fase (Relazione Geologico-Tecnica – Elaborato R2)** è consistita nell'attuazione ad una serie di indagini geologico-tecniche in sito finalizzate alla caratterizzazione geotecnica del primo sottosuolo del settore di specifico interesse; in particolare sono state condotte:

- *n°12 prove penetrometriche dinamiche standardizzate D.P.S.H.*
- *n°02 prospezione sismica M.A.S.W. - definizione del parametro Vs-eq*

Nella **Figura 01a** viene riportato l'inquadramento corografico territoriale delle aree di specifico interesse; nella **Figura 01b** viene restituito l'inquadramento urbanistico territoriale degli interventi progettuali previsti e in **Figura 01c** l'inquadramento catastale delle aree d'interesse medesime. Le **Figure 02a/b** anch'esse allegate nel testo, rappresentano rispettivamente la carta geologica generale e di dettaglio dell'area di specifico interesse e di un significativo intorno.

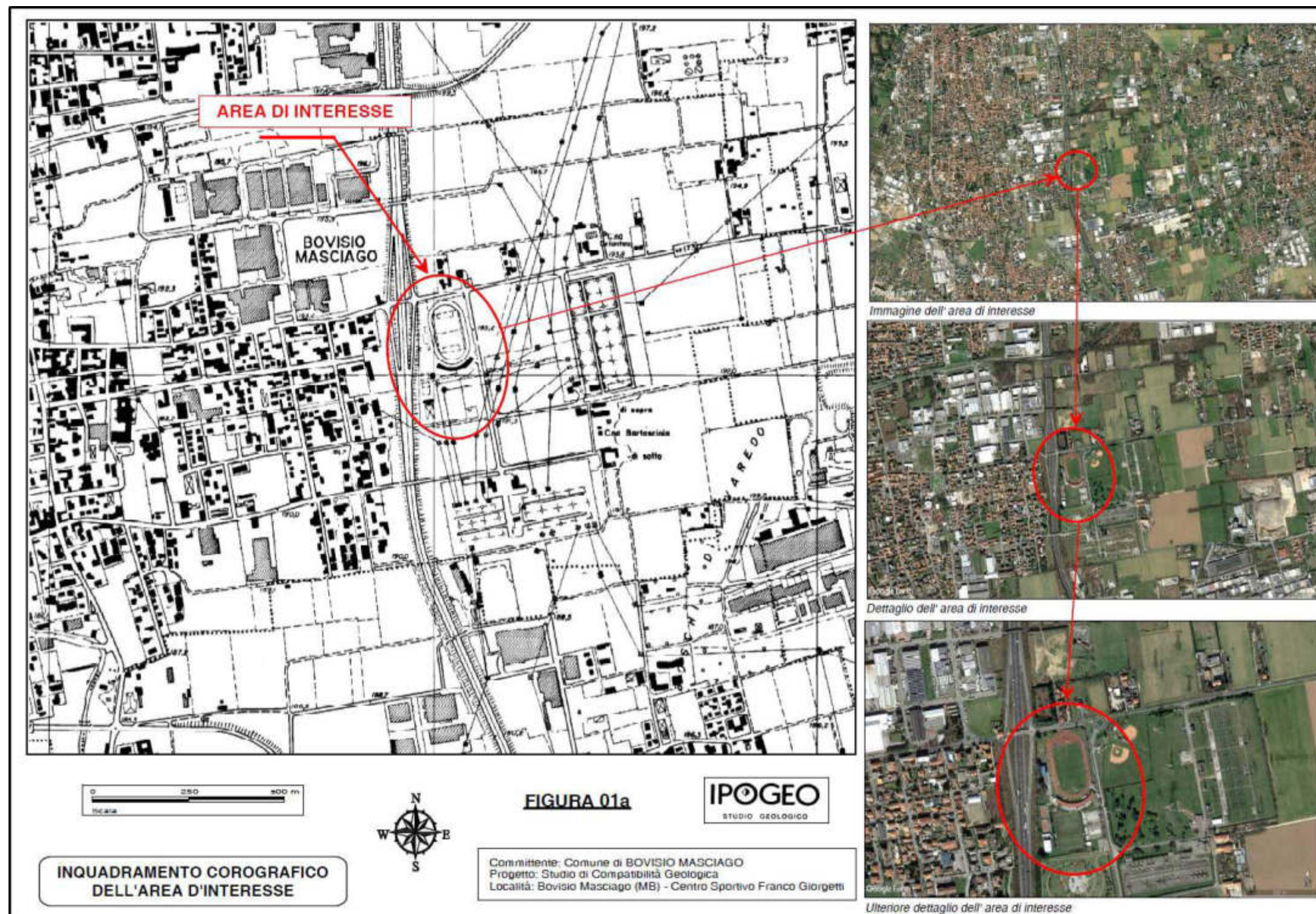
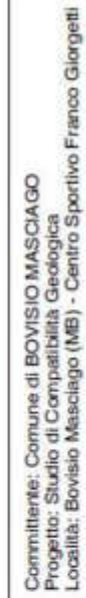


Figura 01a: Inquadramento corografico area di interesse progettuale



Rizzinelli e Vezzoli Architetti Associati - Via Cefalonia 41/A - 25124 Brescia - Tel. +39 0302422284 - fax. +39 0302475405
info@rizzinellivezzoli.it - www.rizzinellivezzoli.it

CAPITOLO I
RELAZIONE GEOLOGICA
AI SENSI DEL D.M. 17/01/2018 – N.T.C. 2018
(Elaborato R1)

1.0 - DEFINIZIONE DELL'ASSETTO GEOLOGICO TERRITORIALE

1.1 – INQUADRAMENTO GENERALE

Storia geologica del territorio

La caratterizzazione geologica e geomorfologica dell'area in esame deriva dai principali avvenimenti geologici verificatisi dal Pliocene superiore fino a tutto il Quaternario. Procedendo da Nord a Sud si osserva un decremento dei livelli di altitudine e rispettivamente una variazione morfologica da ambiente collinare e terrazzato a zona di pianura. L'insieme degli elementi mette in risalto due aspetti morfologici principali e successivi nel tempo, costituiti da un ambiente tipicamente glaciale con cordoni morenici eterocroni disposti a semicerchio procedendo da Nord a Sud che progradano in una piana fluvioglaciale e, sovrapposta, una morfologia di tipo fluviale connessa allo sviluppo dei corsi d'acqua principali. Prima dell'era quaternaria la linea di costa marina lambiva i bordi prealpini fino al Pliocene superiore - Pleistocene inferiore, momento in cui si assiste ad una importante fase di regressione marina con conseguente inizio della sedimentazione di depositi di pertinenza continentale fluvio-lacustri, deltizi e di piana costiera, prevalentemente costituiti da materiale a granulometria non grossolana (sabbie fini, limi ed argille). Questa unità sedimentaria, attribuibile al Villafranchiano, a causa di un sollevamento successivo alla sua deposizione, risulta fortemente erosa nella parte sommitale e sostituita da sedimenti marini e continentali depositati a seguito della successione ciclica di fasi trasgressive. Nei solchi vallivi così creati si deposero ghiaie e sabbie localmente anche in grandi spessori, che col tempo hanno subito fenomeni di cementazione, ed attualmente sono rilevabili in affioramento nel settore settentrionale della Provincia di Milano ("Ceppo" Aut.).

Successivamente ebbero inizio le glaciazioni, convenzionalmente distinte, dagli Autori, in tre fasi principali: Mindel, Riss, Wurm, che diedero luogo alla deposizione di una vasta coltre di sedimenti di natura glaciale nella zona pedemontana e fluvioglaciale nella media e bassa pianura. Si riconosce uno sviluppo "centripeto" dei rilievi morenici, con i terreni più recenti ai piedi dell'anfiteatro morenico posti a quota inferiore e più interni rispetto a quelli più antichi. La morfologia glaciale attualmente rilevabile è consequenziale ad agenti principali, quali l'erosione, il trasporto e la deposizione ad opera della massa glaciale (Glaciale Riss e Wurm) e l'azione di lisciviazione e di deposito ad opera delle acque di fusione dei ghiacci e delle fiumane glaciali (Fluvioglaciale Mindel, Riss e Wurm).

Dal Pleistocene superiore all'Olocene si è verificato un lento sollevamento dell'alta pianura con il conseguente affioramento in superficie dei depositi più antichi e, nelle zone in cui si è manifestato in maggior entità, con la formazione di dorsali, specialmente nel settore nord-orientale della provincia, e di depositi alluvionali di spessore consistente nei settori compresi tra quelli sollevati.

1.2 – INQUADRAMENTO DI DETTAGLIO

1.2.1 – Unità Formazionali affioranti

Nell'area in esame è stata individuato, concordemente a quanto espresso dalla bibliografia ufficiale (CARG Foglio 096 Seregno), il seguente Supersintema quaternario:

Supersintema di Besnate (Diluvium recente, fluvioglaciale Wurm Auct): depositi glaciali costituiti da diamicton massivi a supporto di matrice, ghiaie massive a supporto clastico e di matrice. Depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie stratificate a supporto clastico e di matrice con clasti poligenici arrotondati e selezionati. Depositi glaciolacustri costituiti da limi sabbiosi varvati. Profilo di alterazione spesso 3-4 metri con una frazione di circa il 30-50% di clasti alterati (pochi carbonati decarbonatati, rocce cristalline poco arenitizzate, ultramafiti con cortex di alterazione millimetrico). Viene interpretato (*note illustrative foglio CARG 96 Seregno*) come depositi glaciali, glaciolacustri, fluvioglaciali connessi a diversi episodi di avanzata e retrocessione glaciale precedenti all'ultimo massimo glacial (LGM) indicati dagli autori precedenti come Wurm (e nelle zone di affioramento più esterne del Supersintema di Besnate come Riss). L'età stimata (*note illustrative foglio CARG 96 Seregno*) attraverso i rapporti stratigrafici riporta al Pleistocene medio-superiore.

Tale supersintema risulta costituito dalle seguenti unità:

- Unità di Bulgarograsso (BXE);
- Unità di Minoprio (BMI);
- Unità di Cadorago (BEE);
- **Unità di Guanzate (BEZ)**
- Unità di Sumirago (SUM);

L'intera area investigata si estende al di sopra dei depositi appartenenti all' **Unità di Guanzate (BEZ)** : depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie massive e localmente isorientate a supporto di matrice con circa il 50% dei clasti alterati e locali coperture loessiche 10 YR e 7,5 YR.

Litologicamente l'unità è costituita da:

Depositi fluvioglaciali. Ghiaie medio-grossolane massive, occasionalmente a debole isorientazione, a supporto di matrice. Clasti con dimensioni modali centimetriche, forma sia subarrotondata sia subangolosa. Petrografia poligenica con

ciottoli carbonatici decarbonatati, metamorfici sani o fragili e arenizzati, ignei sani solo raramente alterati. La matrice è costituita da sabbie grossolane di colore 10YR.

Till di ablazione. Diamicton massivi a supporto di matrice. I clasti hanno dimensioni variabili da centimetriche a pluridecimetriche. La petrografia è poligenica con predominanza (Montesordo a N di Cermenate) di clasti metamorfici di cui più del 50% risultano alterati (arenizzati e con cortex di alterazione); in percentuale nettamente minore clasti carbonatici decarbonatati e argillificati, ignei alterati e sani. Sono presenti anche quarziti e rari porfidi e ciottoli di Verrucano Lombardo. La matrice è costituita da sabbie fini limose di colore 10YR e localmente 2.5YR, passante verso il limite superiore a 7.5YR.

Al fine di fornire una chiara visione della struttura geologica sopra menzionata nella **Figura 02a** a seguire viene riportata la carta geologica generale del territorio milanese e di un significativo intorno. (tratta dal CARG Foglio 096 - Seregno). In tale elaborato grafico si evince come l'area di interesse si sviluppi sul **Supersintema di Besnate - Unità di Guanzate (BEZ)**.

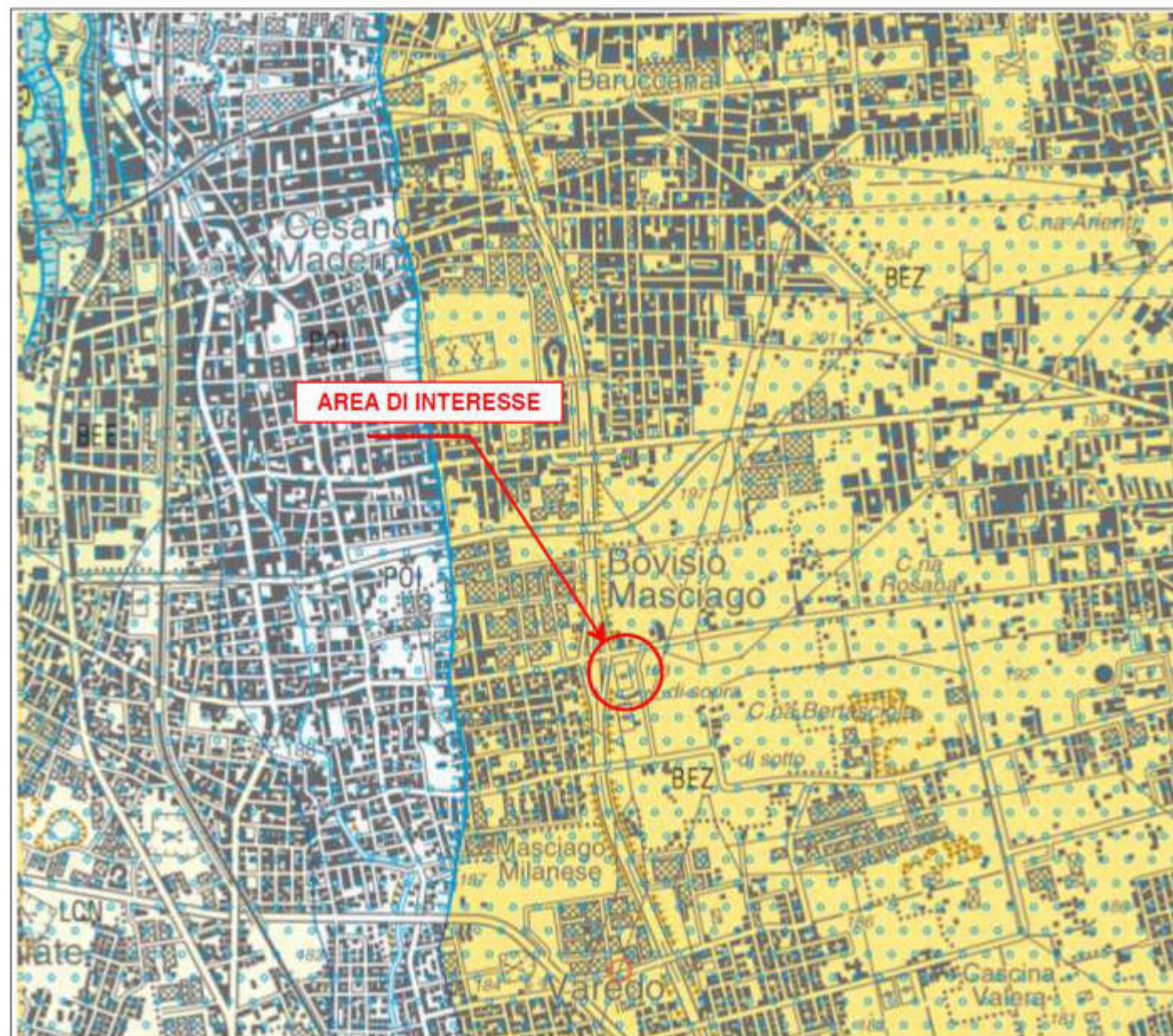
Viene altresì riportata in **Figura 02b** la carta geologica di dettaglio del settore di specifico interesse (tratta e modificata da PGT comune di Bovisio Masciago).

In entrambi gli elaborati grafici si evince come l'area di interesse si sviluppi sul **Depositi fluvioglaciali e fluviali (wurm)** litologicamente rappresentati da ghiaie e sabbie.

1.2.2 – Inquadramento geomorfologico

Il territorio comunale di Bovisio Masciago è situato su un'area pianeggiante posta a Sud della zona pedemontana collinare formata principalmente da depositi incoerenti di origine glaciale e fluviale. A sua volta, tale area risulta a meridione della zona montana costituita dalle formazioni rocciose delle Alpi Lariane, appartenenti al comprensorio delle Alpi Meridionali (o Subalpino).

L'area di interesse si ubica ad una **quota topografica pari a circa 193 m sul livello del mare attuale.**



Tratta e modificata da CARTG - Foglio 096 Seregno

Committente: Comune di BOVISIO MASCIAGO
Progetto: Studio di Compatibilità Geologica
Località: Bovisio Masciago (MB) - Centro Sportivo Franco Giorgetti

FIGURA 02a

CARTA GEOLOGICA GENERALE



IPOGEO
STUDIO GEOLOGICO

SUPERSISTEMA DI BESNATE

Depositi fluvioglaciali e glaciali, caratterizzati da profili d'alterazione poco evoluti, che raggiungono spessori sino a 4 m. Copertura lessica sparsa. Forme ben conservate (parchi storici o piano fluvioglaciali intaccati).

SUPERSISTEMA DI BESNATE INDISTINTO (BEI)

Ghiaccia a supporto di matrice, ghiaie organizzate in livelli a supporto di matrice a clastica, sabbie, limi (depositi fluvioglaciali). Alterazione moderata, più elevata nei livelli superiori.

UNITÀ DI QUARZATE (BQ)

Diametron massivi a supporto di matrice (di sfuggimento e di ablazione). Ghiaie e sabbie stratificate (depositi fluvioglaciali). Superficie limite superiore caratterizzata da morfologia ben conservata, copertura lessica discreta nei pressi, profilo di alterazione evoluta con profondità massima del fondo di denudazione compreso in 10 m e con pendenza 7-10%.

UNITÀ DI CADORAGO (BC)

Ghiaccia a supporto di matrice, a ingrossi di livelli a di matrice, ciottoli non dimensionati massivi da centimetri a 50 cm, poligenici, intercalazioni sabbiose (depositi fluvioglaciali). Diametron a supporto di matrice (depositi glaciali). Alterazione limitata alla porzione superficiale. Limi (depositi di assonazione). Copertura lessica discreta.

UNITÀ DI MINOPPIO (BM)

Ghiaccia a supporto di matrice o a supporto clastico con matrice sabbiosa; locali intercalazioni sabbiose (depositi fluvioglaciali). Alterazione moderata, più elevata nei livelli superiori.

UNITÀ DI DULGADONASSO (BD)

Ghiaccia a supporto clastico, poligenico, poco alterata (depositi fluvioglaciali).

PLEISTOCENE MEDIO - PLEISTOCENE SUPERIORE

SUPERSISTEMA DEL PONTE DI PADERNO

Ghiaccia a supporto clastico con ciottoli arrotondati, passanti transitoriamente sabbiosi a conglomerati, intercalazioni sabbiose. Conservazione molto variabile (da assente a buona). Presenza di biotite opaca (patelliforme) (depositi fluvioglaciali).

PLEISTOCENE MEDIO

SISTEMA DI BINAGO

Ghiaccia a supporto di matrice, poligenico o a dominanza di litologie locali (depositi fluvioglaciali). Diametron massivi a supporto clastico (depositi glaciali). Superficie limite superiore caratterizzata da un profilo di alterazione evoluta, di spessore non valutabile. Copertura lessica a spigoli sempre presente.

PLEISTOCENE MEDIO

SISTEMA DELLA SPECOLA

Diametron a supporto di matrice (depositi glaciali). Ghiaccia a supporto di matrice con locali intercalazioni sabbiose (depositi fluvioglaciali). Superficie limite superiore caratterizzata da un profilo di alterazione evoluta con spessori che possono arrivare fino a 4-6 m. Carboni argillosi, arenaria arenizzata, cristalli e metamorfosi da scistose arenizzate e con corse. Colare in genere compreso nella pagina 7.5YR delle tabelle Munsell, occasionalmente in quelle 7.5YR e in quelle 7.5YR. Copertura lessica a spigoli sempre presente.

PLEISTOCENE MEDIO

FORMAZIONE DI MONTE CARMELO

Limi argillosi massivi (locali). Limi argillosi massivi con ciottoli di fusi (lami calcaree). Fortemente alterati. Colore in genere 7.5YR, localmente 7.5YR e 2.5YR. Presenza di ghiaie decolorate a geometria complessa, patine o nubi di Fe-Mn. Locali: spessori variabili da pochi centimetri a plurimetri (5 m circa).

PLEISTOCENE MEDIO

SUPERSISTEMA DI VENEGONO

Limi debolmente argillosi con ciottoli debolmente alterati sparsi, limi colluviali. Limi debolmente sabbiosi, ghiaie fini e sabbie grossolane, ghiaie poligeniche grossi alterati, limi argillosi con ciottoli sparsi (depositi fluviali). Ghiaccia massiva a supporto di matrice costituita da limi sabbiosi, ghiaie massive a supporto di ciottoli (depositi di versante). Colore 10YR, 5YR e 7.5YR.

Contribuisce a gran parte delle coperture dei principali versanti, dei fondovalle apertati di molti corsi d'acqua temporanei o abbandonati. Ammonta praticamente tutto il territorio.

Leità del supersistema di Venegono non è definibile in relazione ad un singolo evento deposizionale. I depositi di questa unità, che sono rimasti negli strati veneti o in ambiente fluviale, sopra le unità a partire dal supersistema del Bozzente, quindi hanno come una massima quota dei corrispondenti eventi glaciali.

PLEISTOCENE INFERIORE - PLEISTOCENE SUPERIORE

SUPERSISTEMA DEL BOZZENTE

Diametron a supporto di matrice (depositi glaciali). Ghiaccia massiva o con massa stratificata e intercalazioni sabbiose (depositi fluviali e fluvioglaciali). Alterazione molto spinta che interessa tutto lo spessore dell'unità. L'alterazione interessa in pratica la totalità dei ciottoli ad eccezione di quelli quarzati. I carboni sono decarbonizzati o argillosi, le arenarie sono arenizzate, i ciottoli cristallini e metamorfici sono per lo più compattati e alterati, i ciottoli di ghiaie e sabbie arenizzate possono mostrare un livello di ammassamento, le sabbie e ghiaie hanno un colore di alterazione anche molto pronunciato. L'alterazione della matrice molto avanzata nella porzione superiore, meno avanzata nella porzione inferiore. Presenza di patine e scorie di Fe-Mn. Copertura lessica complessa, sempre presente.

SUPERSISTEMA DEL BOZZENTE INDISTINTO (BI)

Ghiaccia massiva, molto alterata in generale (depositi fluvioglaciali).

Superficie superiore caratterizzata da un profilo di alterazione molto evoluto, di spessore non valutabile. Copertura lessica complessa, sempre presente.

SISTEMA DI CASCINA FONTANA (BF)

Diametron a supporto di matrice (depositi glaciali). Ghiaccia a supporto di matrice e a supporto clastico con intercalazioni sabbiose (depositi fluvioglaciali). Superficie limite superiore caratterizzata da morfologia ben conservata. L'alterazione è moderata, interessa più del 90% dei ciottoli, con colore della matrice in genere 10YR, occasionalmente fino a 2.5YR. Locali presenza di patine Fe-Mn.

FORMAZIONE DI CASCINA RONCHI PELLA (BR)

Diametron massivi a supporto di matrice (depositi glaciali). Ghiaccia a supporto di matrice (depositi fluvioglaciali).

SISTEMA DI VALTRIGHE (VT)

Ghiaccia massiva (depositi fluvioglaciali). Ciottoli esclusivamente di provenienza brecciosa. Superficie superiore caratterizzata da un profilo di alterazione molto evoluto, di spessore non valutabile, colore 7.5YR, ciottoli alterati in percentuali elevate, abbondanti ciottoli di Fe-Mn in prossimità del limite superiore. Copertura lessica complessa, sempre presente.

PLEISTOCENE INFERIORE

Figura 02a : Carta Geologica generale (CARG – Foglio 097 Vimercate)

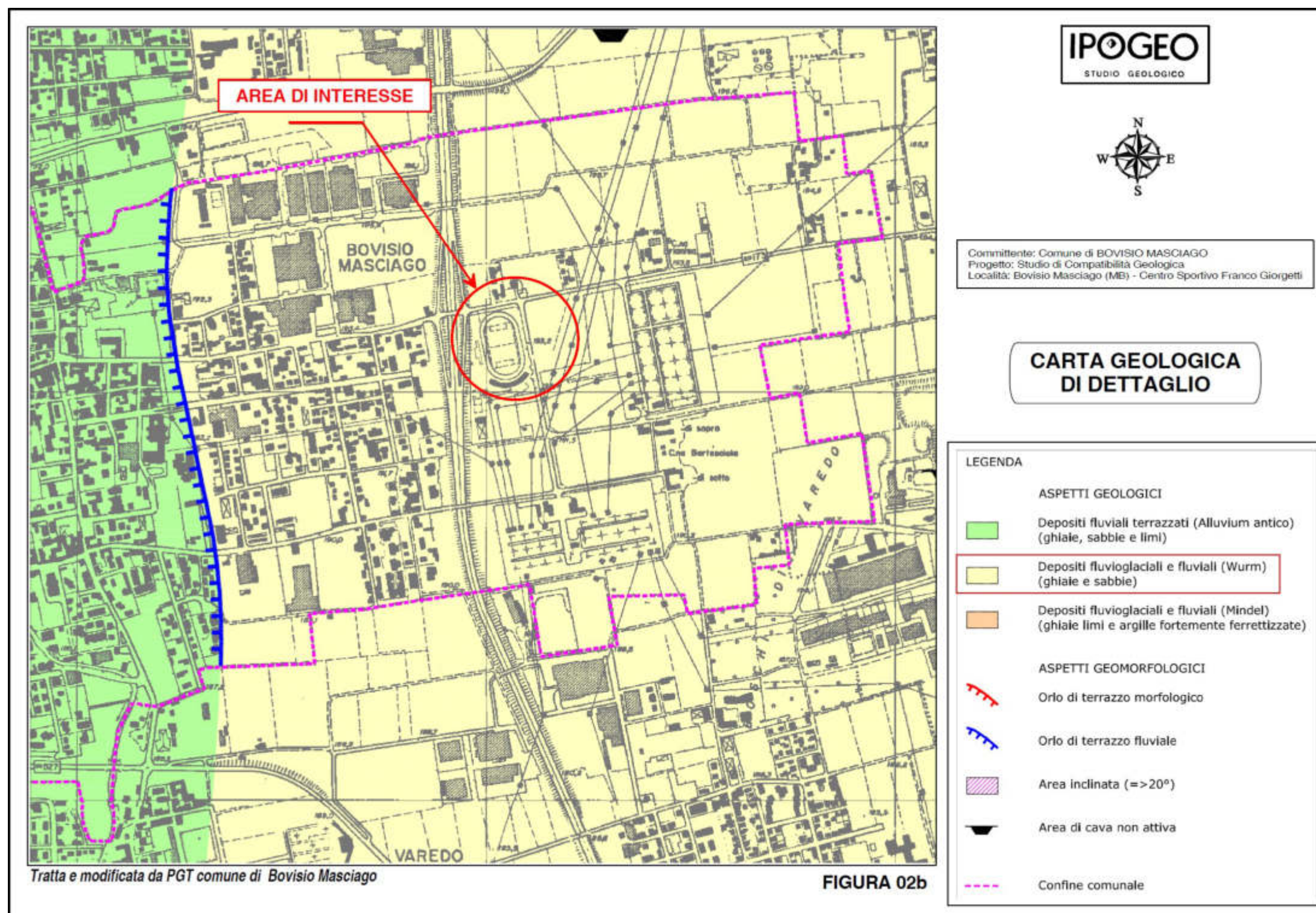


Figura 02b : Carta Geologica di dettaglio

1.2.3 – Inquadramento idrogeologico

Il sottosuolo della Pianura Padana, ed in particolare il settore milanese, è caratterizzato da una successione di sedimenti di età plio-pleistocenica di notevole interesse per la loro potenzialità di sfruttamento acquifero. Nella loro sequenza stratigrafica presentano alla base un'alternanza di limi e argille di origine marina (Pliocene-Pleistocene inf.) che si modifica, nella parte sommitale della successione, in depositi di natura alluvionale e fluvioglaciale costituiti da ghiaie, sabbie, limi e argille (Pleistocene medio-sup., Olocene). La causa di questa variazione di facies, da marina a continentale, è da ascriversi all'evento di regressione marina connessa con il sollevamento dell'area alpina verificatasi a partire dal Pliocene inf., momento in cui le modalità di sedimentazione cambiarono originando sedimenti di tipo deltizio lagunare con alternanze di depositi a granulometria fine (in prevalenza) e grossolana. I successivi eventi di glaciazione (Mindel, Riss, Wurm) hanno consentito la deposizione di materiale alluvionale a granulometria prevalentemente ghiaioso-sabbiosa (Quaternario continentale), all'interno del quale si ritrovano acquiferi di notevole estensione areale e potenzialità idrica. In sintesi si osserva una prevalenza di materiale fine (limi e argille) in profondità e lungo la direttrice meridionale, a causa delle variazioni ambientali avvenute nel tempo ed al progressivo allontanamento dell'influsso del trasporto fluvioglaciale, proveniente da Nord, con conseguente deposizione di materiale a granulometria ridotta. Si possono individuare una serie di agenti che hanno determinato l'attuale assetto idrogeologico, quali:

- *sequenza di eventi glaciali connessi all'apparato del Lario (Mindel, Riss, Wurm);*
- *eventi alluvionali legati all'attività dei corsi d'acqua e, più a settentrione, lo spostamento della sede del loro alveo;*
- *andamento irregolare dell'unità villafranchiana*

Per la definizione delle caratteristiche idrogeologiche del settore territoriale d'interesse è stato necessario raccogliere tutti gli elementi geologici rilevabili in superficie e tutti i dati dei pozzi censiti nella zona, al fine di ottenere un modello geologico coerente mediante il quale definire nel dettaglio la serie idrogeologica esistenti. Un altro elemento fondamentale è stata l'analisi dell'idrografia superficiale, mediante la quale è possibile valutare la distribuzione delle acque in superficie e raffrontarle con quelle in profondità. In questo contesto si rinvennero nella parte sommitale del Quaternario continentale (generalmente nei primi 100 metri) gli acquiferi con maggior potenzialità idrica, la cui alimentazione avviene mediante infiltrazione delle acque superficiali meteoriche e irrigue; più in profondità, intercalate a depositi limoso-argillosi, sono ubicate lenti ghiaioso-sabbiose isolate e talvolta coalescenti che traggono alimentazione dalle aree poste più a settentrione e dagli acquiferi superficiali nei settori in cui i livelli argillosi di separazione sono discontinui. Rispetto agli acquiferi soprastanti si rileva una netta riduzione di trasmissività e talvolta si sono riscontrate caratteristiche chimiche negative, quali la presenza di sostanze di ambiente riducente come idrogeno solforato, ferro, manganese e ammoniacale, a causa della decomposizione della sostanza organica - in particolare la torba - contenuta nei sedimenti. Tuttavia il degrado progressivo della qualità delle acque più superficiali a causa della presenza di nitrati, cromo, composti organo-alogenati, fitofarmaci, etc., ha spinto alla ricerca ed allo sfruttamento di acquiferi posti a maggior profondità, anche fino a 300 metri, ed a prendere in maggior considerazione gli acquiferi più ridotti di volume e con un

tempo di ricarica decisamente superiori rispetto a quelli tradizionalmente sfruttati, ma più protetti dagli agenti inquinanti superficiali. Perforazioni più recenti infatti, hanno permesso di individuare risorse idriche sfruttabili al di sotto della litozona ghiaioso-sabbiosa nella parte sommitale dell'unità sabbioso-argillosa attribuita al Villafranchiano. La disposizione areale e verticale delle successioni stratigrafiche presenti è stata condizionata anche da importanti eventi tettonici di scala regionale precedenti e sincroni alla deposizione dei litotipi che costituiscono il suolo padano- lombardo. Inerenti a questo argomento vi sono significativi lavori riguardanti lo studio del "basamento magnetico", coincidente, nella zona di Milano, con le serie pre-mesozoiche e correlabile con la "Serie dei Laghi" (Cassano e al., 1988). Esso è posto ad una profondità di circa 8000 m e presenta un quadro tettonico di stile compressivo costituito da una serie di faglie e sovrascorrimenti con andamento circa SSW-NNE, dislocate da un ulteriore lineamento con direttrice N-S. L'interazione degli effetti deformativi ha causato un sollevamento del basamento verso E con una zona di massimo nei pressi della città di Monza (circa 5000 m) per poi approfondirsi bruscamente sia ad oriente che ad occidente di questo alto strutturale. Un quadro strutturale così delineato ha inevitabilmente vincolato lo spessore dei sedimenti depositatisi successivamente (Pieri e Groppi, 1981), che interessano direttamente gli acquiferi della zona lombarda. Queste indicazioni trovano ulteriore conferma nella analisi delle anomalie del campo gravimetrico, che risultano coerenti con una strutturazione generale simile a quella interpretata mediante le anomalie magnetometriche (Cassano e al., 1990). Vi sono studi effettuati nelle zone attigue (Pieri e Groppi, 1981) che indicano un coinvolgimento tettonico dei sedimenti posteriori all'orogenesi alpina e in parte a quella appenninica, con esempi di azione tettonica anche nei litotipi di età pliocenica (pozzo AGIP di Settala) e quaternaria (Ambrosetti e al., 1983; Arca e Beretta, 1985; Orombelli, 1976). Ai fini di una caratterizzazione idrogeologica, le zone di alto strutturale presentano una minore possibilità di presenza di acquiferi in quanto caratterizzate da un minor spessore dei litotipi permeabili di natura alluvionale; la base dell'acquifero tradizionalmente sfruttato verrebbe a trovarsi a minore profondità del piano campagna, inoltre si avrebbero spessori inferiori degli acquiferi posti a maggiore profondità.

unità idrogeologiche

Al fine di fornire un'adeguata descrizione dei litotipi presenti nel sottosuolo della provincia Milanese, nel presente lavoro è stato utilizzato il criterio di classificazione delle unità idrogeologiche. Con tale nomenclatura s'intende una associazione di litotipi che presentano simili condizioni di circolazione idrica sotterranea, similare rapporto alimentazione-deflusso delle falde e disposizione geometrica. Dalla più antica alla più recente si distinguono le seguenti unità:

- * unità argillosa (Età: Pleistocene inf.-Calabrian Auct.)
- * unità sabbioso-argillosa (Età: Pleistocene inf.-Villafranchiano medio-sup. Auct.)
- * unità a conglomerati e arenarie (Età: Pleistocene inf.)
- * unità sabbioso-ghiaiosa (Età: Pleistocene medio)
- * unità ghiaioso-sabbiosa (Età: Olocene-Pleistocene sup.).

Strutturazione dei complessi acquiferi

Dalle indicazioni delle unità sopra menzionate, è possibile costruire la struttura idrogeologica della zona, in cui si distinguono tre complessi acquiferi principali:

- **il primo corpo acquifero**, quello più superficiale, è costituito da depositi relativamente recenti, riferibili ai litotipi morenico-fluvioglaciali wurmiani ed alle coperture alluvionali generate dai corsi d'acqua attuali. A causa dell'esigua soggiacenza della falda risulta essere poco protetto dagli agenti inquinanti; trae alimentazione dalle acque di infiltrazione che possono trasportare eventuali elementi di contaminazione. A questo acquifero appartengono anche le principali strutture produttive, impostate sui paleoalvei dei corsi d'acqua nella zona pedemontana, caratterizzati da antiche valli fluviali e fluvioglaciali successivamente colmate da depositi ad elevata permeabilità;

- **il secondo corpo acquifero**, intermedio, è costituito dai livelli meno cementati dei conglomerati del Ceppo e da orizzonti ghiaioso-sabbiosi ("acquifero sotto il Ceppo") che spesso costituiscono la base del Ceppo stesso. Il contatto, a letto, con i limi del Villafranchiano, delimita in profondità l'estensione dell'acquifero, che trae alimentazione indirettamente dalle acque di infiltrazione.

- **il terzo corpo acquifero** è costituito da una serie di limi argillosi grigi con intercalate lenti ghiaioso-sabbiose appartenenti alle unità del Villafranchiano. Data la sua profondità e le caratteristiche di bassa permeabilità dei depositi limosi, l'acquifero risulta ben protetto dagli agenti inquinanti, tuttavia denuncia una scarsa attività di rialimentazione ed una limitata possibilità di sfruttamento, a causa anche della estensione limitata delle lenti ghiaioso-sabbiose che fungono da serbatoio. La base di questa unità è costituita dal substrato roccioso impermeabile della Gonfolite.

Tutti gli acquiferi presentano un gradiente dell'ordine del 2‰, con caratteri specifici variabili a livello locale. I processi erosionali di natura meteorica e fluviale, localmente hanno messo a contatto l'acquifero superficiale con la superficie topografica, specialmente in corrispondenza di incisioni vallive. In questo modo si ha un'alimentazione diretta derivante dalle precipitazioni meteoriche e dalle acque dei corsi d'acqua. I vari acquiferi sono collegati mediante superfici erosionali difficilmente ricostruibili, dato il loro andamento estremamente irregolare. Il primo ed il secondo acquifero sono comunicanti mediante le paleovalli create dalle incisioni fluviali, mentre il terzo viene alimentato mediante la filtrazione d'acqua attraverso i livelli e le zone più permeabili dell'unità limoso-argillosa villafranchiana.

Nel territorio comunale di Bovisio Masciago il primo complesso acquifero viene individuato dalla componente geologica alle azioni di piano, ad una quota pari a 155-160 m sul livello del mare, corrispondente ad una soggiacenza pari a di 33-38 m, per l'area principale ed urbanizzata del territorio comunale, e di 55 m circa, per l'area del Terrazzo delle Groane. Nella **Figura 04** viene restituita la carta idrogeologica (tratta e modificata dalla componente geologica alle azioni di piano – PGT comunale). In tale elaborato grafico si evince come nell'area di specifico *il primo complesso acquifero sia presente ad una quota prossima a 155 m s.l.m.* corrispondente ad una soggiacenza pari a 37 m circa di profondità dal piano campagna attuale.

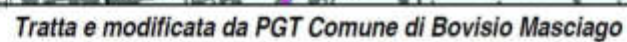


Figura 03: Carta Idrogeologica

1.3 – STORIA SISMICA DEL TERRITORIO

L'analisi della sismicità, intesa come distribuzione spazio-temporale dei terremoti in una determinata area, costituisce il primo tassello per gli studi di valutazione della pericolosità sismica di base. Trattandosi di modelli probabilistici, infatti, le caratteristiche sismotettoniche e le modalità di rilascio dell'energia sismica pregressa consentono la messa a punto di modelli previsionali dell'attività sismica attraverso una quantificazione dei livelli di accelerazione attesi.

Nella classificazione definita dai Decreti emessi fino al 1984 (D.M. 05.03.1984) la sismicità è definita attraverso il "grado di sismicità" S. Nella proposta di riclassificazione del GdL del 1998 si utilizzano 3 categorie sismiche più una categoria di Comuni Non Classificati (NC) di cui il comune di Bovisio Masciago faceva parte. Nella nuova classificazione 2003 e s.m.i., il grado di sismicità territoriale veniva definita mediante quattro zone, numerate da 1 a 4 e Bovisio Masciago rientrava nella zona sismica 4.

La recente D. G. R. n. X/2129 dell' 11 luglio 2014 – *"Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)"* ha ridefinito la classificazione sismica del territorio lombardo sia in termini di classe sismica di appartenenza, sia in termini di accelerazione massima attesa al sito: in quest'ambito il territorio di Bovisio-Masciago permane in **zona sismica 4**.

Dalla consultazione dei cataloghi sismici redatti dall'Istituto di Geofisica e Vulcanologia per gli studi di pericolosità risulta che:

- l'area comunale di Bovisio-Masciago, nord milanese e brianzola, nel suo complesso, sono caratterizzate da eventi sismici piuttosto sporadici e di intensità massima rilevata dell'ordine del V-VI grado della scala Mercalli;
- le località epicentrali per gli eventi che hanno prodotto i maggiori risentimenti/danni (osservazioni macrosismiche) provengono da zone territorialmente limitrofe.
- Dal catalogo parametrico dei terremoti italiani non si rileva attività sismica con epicentro all'interno del territorio comunale di Bovisio Masciago.

Tali osservazioni sono chiaramente rilevabili dalla storia sismica locale così come deducibile dal catalogo DBMI15, il database utilizzato per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15) aggiornato al Luglio 2016 (*a cura di Mario Locati, Romano Camassi, Andrea Rovida, Emanuela Ercolani, Filippo Bernardini, Viviana Castelli, Carlos Hector Caracciolo, Andrea Tertulliani, Antonio Rossi, Raffaele Azzaro, Salvatore D'Amico.*), nel quale sono riportate le osservazioni macrosismiche relative al Comune di **Milano, Monza e Bovisio Masciago** (v. **Figura 04a/b/c**).

Seismic history of Milano

PlaceID : IT_13462
 Coordinates (lat, lon) : 45.464, 9.191
 Municipality (ISTAT 2015) : Milano
 Province : Milano
 Region : Lombardia
 Total number of earthquakes: 110

Intensity	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
F	1065 03 27	Brescia	2	7	5,1
7	1117 01 03 15 15	Veronese	55	9	6,52
6	1222 12 25 12 30	Bresciano-Veronese	18	7-8	5,68
F	1295 09 03	Grigioni, Churwalden	17	8	6,2
D	1348 01 25	Alpi Giulie	89	9	6,63
5	1473 05 07 07 45	Milanese	5	4	3,7
NF	1511 03 26 15 30	Friuli-Slovenia	120	9	6,32
F	1522 10 05 00 10	Pianura Padana	6	5	4,71
F	1570 11 17 19 10	Ferrarese	58	7-8	5,44
5	1642 06 13	Pianura lombarda	8	6	4,92
F	1653 04 19 04 15	Reggiano	4	5-6	4,4
F	1661 03 12	Prealpi bergamasche	4	6-7	4,86
4	1695 02 25 05 30	Asolano	107	10	6,4
2	1703 01 14 18	Valnerina	197	11	6,92
2	1703 02 02 11 05	Aquilano	69	10	6,67
4	1738 11 05 00 30	Emilia occidentale	10	7	5,1
4	1740 03 06 05 40	Garfagnana	32	8	5,64
2-3	1743 02 20	Ionio settentrionale	84	9	6,68
F	1751 11 21	Liguria	6	4	3,7
F	1779 07 14 19 30	Bolognese	17		
3	1780 02 06 04	Bolognese	9	6-7	5,06
4-5	1781 09 10 11 30	Pianura lombarda	11	6-7	4,93
4	1786 04 07 00 15	Pianura lombarda	10	6-7	5,22
3	1796 10 22 04	Emilia orientale	27	7	5,45
5	1802 05 12 09 30	Valle dell'Oglio	94	8	5,6
5-6	1806 02 12	Reggiano	28	7	5,21
2	1808 04 02 16 43	Val Pellice	105	8	5,64
5	1810 12 25 00 45	Pianura emiliana	33	6	5,06
F	1811 07 15 22 44	Modenese-Reggiano	19	6-7	5,13
3	1818 02 23 18 10	Liguria occidentale	45	7	5,32

3	1818 12 09 18 55	Parmense	26	7	5,24
F	1826 06 24 12 15	Garda occidentale	20	5	4,62
4-5	1828 10 09 02 20	Oltrepò Pavese	110	8	5,72
F	1831 09 11 18 15	Pianura emiliana	25	7-8	5,48
2-3	1831 09 13 05 30	Pianura emiliana	7		
2-3	1832 03 11 06 45	Carpi	14	5	4,51
3	1832 03 11 08 45	Parmense	14		
3	1832 03 13 03 30	Reggiano	97	7-8	5,51
4	1834 02 14 13 15	Val di Taro-Lunigiana	112	9	5,96
3	1834 07 04 00 45	Val di Taro-Lunigiana	24	6-7	5,08
3	1836 06 12 02 30	Asolano	26	8	5,53
NF	1840 08 27 12 05	Tuhinj Valley	49	7	5,28
2	1846 08 14 12	Colline Pisane	121	9	6,04
5-6	1851 02 05 09 50	Valtellina	30	5	4,72
3	1851 08 03	Valli Giudicarie	15	6	4,92
3	1854 12 29 01 45	Liguria occidentale	86	7-8	5,72
3	1857 02 01	Parmense-Reggiano	22	6-7	5,11
2	1873 03 12 20 04	Appennino marchigiano	196	8	5,85
5	1873 06 29 03 58	Alpago Cansiglio	197	9-10	6,29
3-4	1873 09 17	Appennino tosco-ligure	64	6-7	5,26
NF	1875 03 17 23 51	Costa romagnola	144	8	5,74
3	1879 02 14	Garda occidentale	13	5	4,62
4	1884 09 12 07 23	Pianura lombarda	34	6	4,7
4	1885 02 26 20 48	Pianura Padana	78	6	5,01
F	1886 09 05	Torinese	101	7	5,22
4-5	1887 02 23 05 21 50.00	Liguria occidentale	1511	9	6,27
4-5	1891 06 07 01 06 14.00	Valle d'Ilasi	403	8-9	5,87
3	1892 01 05	Garda occidentale	93	6-7	4,96
3	1894 11 27 05 07	Bresciano	183	6	4,89
2	1895 08 07 19 49 32.00	Appennino tosco-emiliano	84	5	4,67
4	1898 03 04 21 05	Parmense	313	7-8	5,37
5	1901 10 30 14 49 58.00	Garda occidentale	289	7-8	5,44
3	1909 01 13 00 45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5,36
3	1913 12 07 01 28	Valle Scrivia	56	5	4,57
3-4	1914 10 26 03 43 22.00	Torinese	63	7	5,24
2	1914 10 26 16 22	Torinese	4	3	4,46
2	1914 10 27 01 12	Torinese	5	4	4,74

5	1914 10 27 09 22	Lucchesia	660	7	5,63
F	1915 01 13 06 52 43.00	Marsica	1041	11	7,08
2	1915 10 10 23 10	Reggiano	30	6	4,87
F	1916 08 16 07 06 14.00	Riminese	257	8	5,82
3	1918 01 13 12	Pianura lombarda	24	4	4,62
NC	1918 04 24 14 21	Lecchese	34	6	4,95
4	1920 09 07 05 55 40.00	Garfagnana	750	10	6,53
NF	1920 10 06 22 47	Mantovano	19	4-5	4,14
2	1926 01 01 18 04 03.00	Carniola interna	63	7-8	5,72
2	1927 10 28 21 49	Alta Val di Taro	39	6	4,66
3-4	1929 04 19 04 16	Bolognese	82	6-7	5,13
3-4	1929 04 20 01 10	Bolognese	109	7	5,36
3	1929 04 29 18 36	Bolognese	45	6	5,2
3	1929 05 11 19 23	Bolognese	64	6-7	5,29
5-6	1951 05 15 22 54	Lodigiano	179	6-7	5,17
3	1960 02 19 02 30	Valli Giudicarie	50	6	4,81
4	1960 03 23 23 10	Vallese	178	7	5
3	1961 11 23 01 12 05.00	Prealpi bergamasche	119	6-7	4,86
F	1963 07 19 05 46 01.50	Mar Ligure	412		5,95
3	1967 04 03 16 36 18.00	Reggiano	45	5	4,44
2-3	1968 06 22 12 21 37.00	Val Lagarina	27	6-7	4,74
3	1970 04 19 18 16 32.00	Garda occidentale	65	5	4,55
2-3	1971 01 06 11 10 55.00	Oltrepò Pavese	23	4-5	3,85
3-4	1971 07 15 01 33 23.00	Parmense	228	8	5,51
4	1972 10 25 21 56 11.31	Appennino settentrionale	198	5	4,87
4	1975 11 16 13 04 25.14	Appennino piacentino	10	4-5	4,93
4	1976 05 06 20	Friuli	770	9-10	6,45
3-4	1976 09 15 09 21 19.01	Friuli	54	8-9	5,95
3	1977 09 16 23 48 07.64	Friuli	94	6-7	5,26
5	1979 02 09 14 44	Bergamasco	73	6	4,78
3-4	1979 11 17 20 53	Lago d'Iseo	17	5-6	4,37
3	1980 01 05 14 32 26.00	Torinese	120	6-7	4,82
4	1980 12 23 12 01 06.00	Piacentino	69	6-7	4,57
4	1983 11 09 16 29 52.00	Parmense	850	6-7	5,04
3	1987 05 02 20 43 53.32	Reggiano	802	6	4,71
4	1996 10 15 09 55 59.95	Pianura emiliana	135	7	5,38
2-3	2000 08 21 17 14	Monferrato	595	6	4,94

3-4	2003 09 14 21 42 53.18	Appennino bolognese	133	6	5,24
4	2004 11 24 22 59 38.55	Garda occidentale	176	7-8	4,99
4-5	2008 12 23 15 24 21.77	Parmense	291	6-7	5,36
3	2011 07 17 18 30 27.31	Pianura lombardo-veneta	73	5	4,79
3	2011 07 25 12 31 20.46	Torinese	105	5	4,67
F	2016 10 30 06 40 17.32	Valnerina	379		6,61

This file has been downloaded from INGV – DBMI15

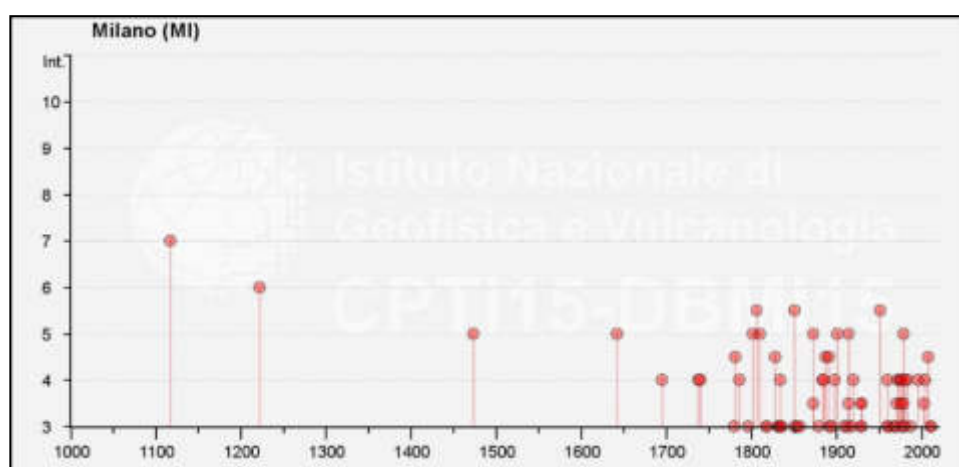


Figura 04a

Seismic history of Monza

PlaceID : IT_13492
Coordinates (lat, lon) : 45.584, 9.274
Municipality (ISTAT 2015) : Monza
Province : Monza e della Brianza
Region : Lombardia

Total number of earthquakes: 29

Intensity	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
7	1117 01 03 15 15	Veronese	55	9	6,52
F	1276 07 29 18 30	Monferrato	9	5	4,81
F	1295 09 03	Grigioni, Churwalden	17	8	6,2
7-8	1396 11 26	Monza	1	7-8	5,33
F	1473 05 07 07 45	Milanese	5	4	3,7
5	1771 08 15 08 15	Pianura lombarda	3	5	4,16
4-5	1786 04 07 00 15	Pianura lombarda	10	6-7	5,22

3	1873 06 29 03 58	Alpago Cansiglio	197	9-10	6,29
3-4	1873 09 17	Appennino tosco-ligure	64	6-7	5,26
3-4	1884 09 12 07 23	Pianura lombarda	34	6	4,7
NF	1885 02 26 20 48	Pianura Padana	78	6	5,01
3-4	1887 02 23 05 21 50.00	Liguria occidentale	1511	9	6,27
2	1889 12 08	Gargano	122	7	5,47
5	1891 06 07 01 06 14.00	Valle d'Ilasi	403	8-9	5,87
2-3	1894 11 27 05 07	Bresciano	183	6	4,89
3	1895 08 07 19 49 32.00	Appennino tosco-emiliano	84	5	4,67
3-4	1898 03 04 21 05	Parmense	313	7-8	5,37
4	1901 01 23 00 17 10.00	Oltrepò Pavese	90	5	4,23
4-5	1901 10 30 14 49 58.00	Garda occidentale	289	7-8	5,44
3-4	1905 04 29 01 46 45.00	Haute-Savoie, Vallorcine	267	7-8	5,1
4	1920 09 07 05 55 40.00	Garfagnana	750	10	6,53
3	1929 05 11 19 23	Bolognese	64	6-7	5,29
6	1951 05 15 22 54	Lodigiano	179	6-7	5,17
4	1961 11 23 01 12 05.00	Prealpi bergamasche	119	6-7	4,86
4	1972 10 25 21 56 11.31	Appennino settentrionale	198	5	4,87
F	1976 05 06 20	Friuli	770	9-10	6,45
4	1983 11 09 16 29 52.00	Parmense	850	6-7	5,04
3	2008 12 23 15 24 21.77	Parmense	291	6-7	5,36
3	2011 07 17 18 30 27.31	Pianura lombardo-veneta	73	5	4,79

This file has been downloaded from INGV – DBMI15

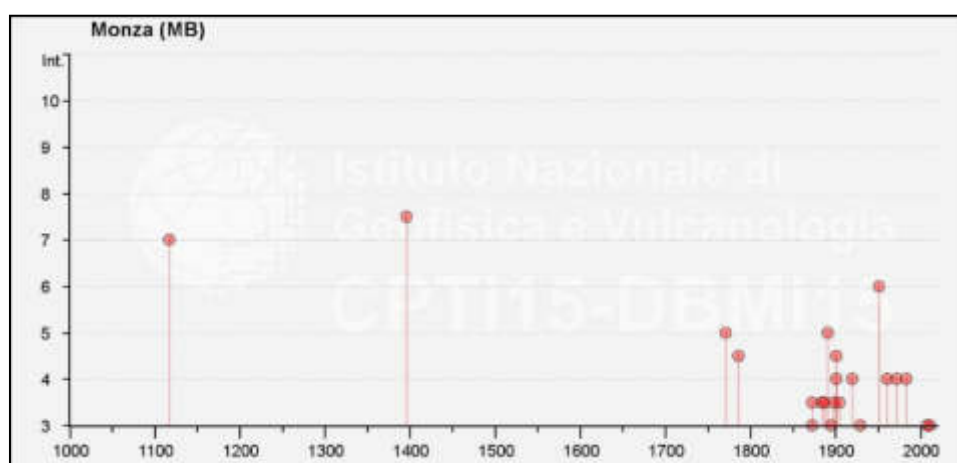


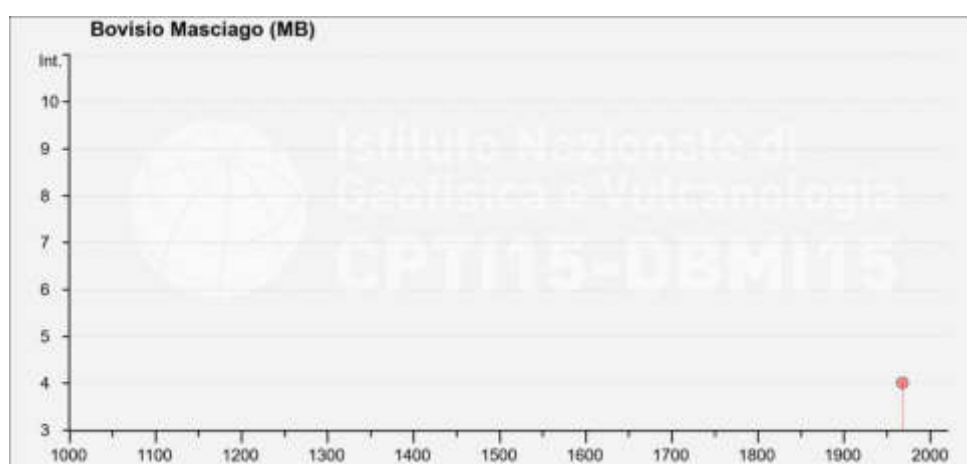
Figura 05 b

Seismic history of Bovisio Masciago

PlaceID : IT_12697
Coordinates (lat, lon) : 45.612, 9.146
Municipality (ISTAT 2015) : Bovisio-Masciago
Province : Monza e della Brianza
Region : Lombardia

Total number of earthquakes: 2

Intensity	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
4	1968 06 18 05 27	Valle d'Aosta	60	6	4,86
F	2011 07 17 18 30 27.31	Pianura lombardo-veneta	73	5	4,79



LEGENDA

Parametro	Descrizione	Provenienza
Is	Intensità percepita al sito (scala MCS)	CPTI15
Anno	Tempo origine: anno	CPTI15
Me	Tempo origine: mese	CPTI15
Gi	Tempo origine: giorno	CPTI15
Or	Tempo origine: ora	CPTI15
nMDP	Numero osservazioni macrosismiche	CPTI15
Io	Intensità macrosismica epicentrale nella scala MCS	CPTI15
Mw	Magnitudo momento sismico	CPTI15

CAPITOLO II
**RELAZIONE GEOLOGICO-
URBANISTICA**
AI SENSI DELLA D.G.R. n IX/2616 del 30/11/2011
(Elaborato R3)

2.0 – CARTA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

L' *analisi sismica di primo livello* condotta nell'ambito della componente geologica alle azioni di piano del PGT di **Bovisio Masciago** suddivide il territorio di comunale in differenti scenari di pericolosità sismica locale così come nel seguito definiti:

Z3a : zona di ciglio che potrebbe comportare degli effetti amplificazione topografica;

Z4a : zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali che potrebbe comportare delle amplificazioni litologiche;

Z4d : zona con presenza di depositi eluvio-colluviali fini che potrebbero comportare delle amplificazioni litologiche.

Nella **Figura 05** viene restituita la carta di pericolosità sismica locale tratta e modificata dallo Studio Geologico del PGT comunale sopra richiamato. L'area di interesse viene sviluppata nello scenario di pericolosità **Z4a** sopra descritto.

2.1 – CARTA DEI VINCOLI

L'analisi della **carta dei vincoli** relativa alla componente geologica alle azioni di piano del PGT del comune di **Bovisio Masciago** ha permesso di delineare l'assetto vincolistico territoriale relativo al settore di specifico interesse e ad un significativo intorno del medesimo. Per il comune di **Bovisio Masciago** sono stati individuati i seguenti vincoli:

- *Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della L. 183/89;*
- *Vincoli di polizia idraulica: fasce di rispetto dei corsi d'acqua individuate nello studio del reticolo idrico ai sensi del regio decreto 25 luglio 1904, n. 523.*
- *Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile: aree di tutela assoluta e di rispetto dei pozzi ad uso idropotabile ai sensi del D. lgs. 258/2000, art. 5, comma 4;*
- *Geositi*

Nella **Figura 06** sopra richiamata viene restituita la carta di Sintesi del settore di specifico interesse e di un significativo intorno (tratta e modificata da PGT comunale). Dall'osservazione di tale elaborato grafico si evince come **l'area di interesse sia priva di vincoli di qualsivoglia tipologia.**

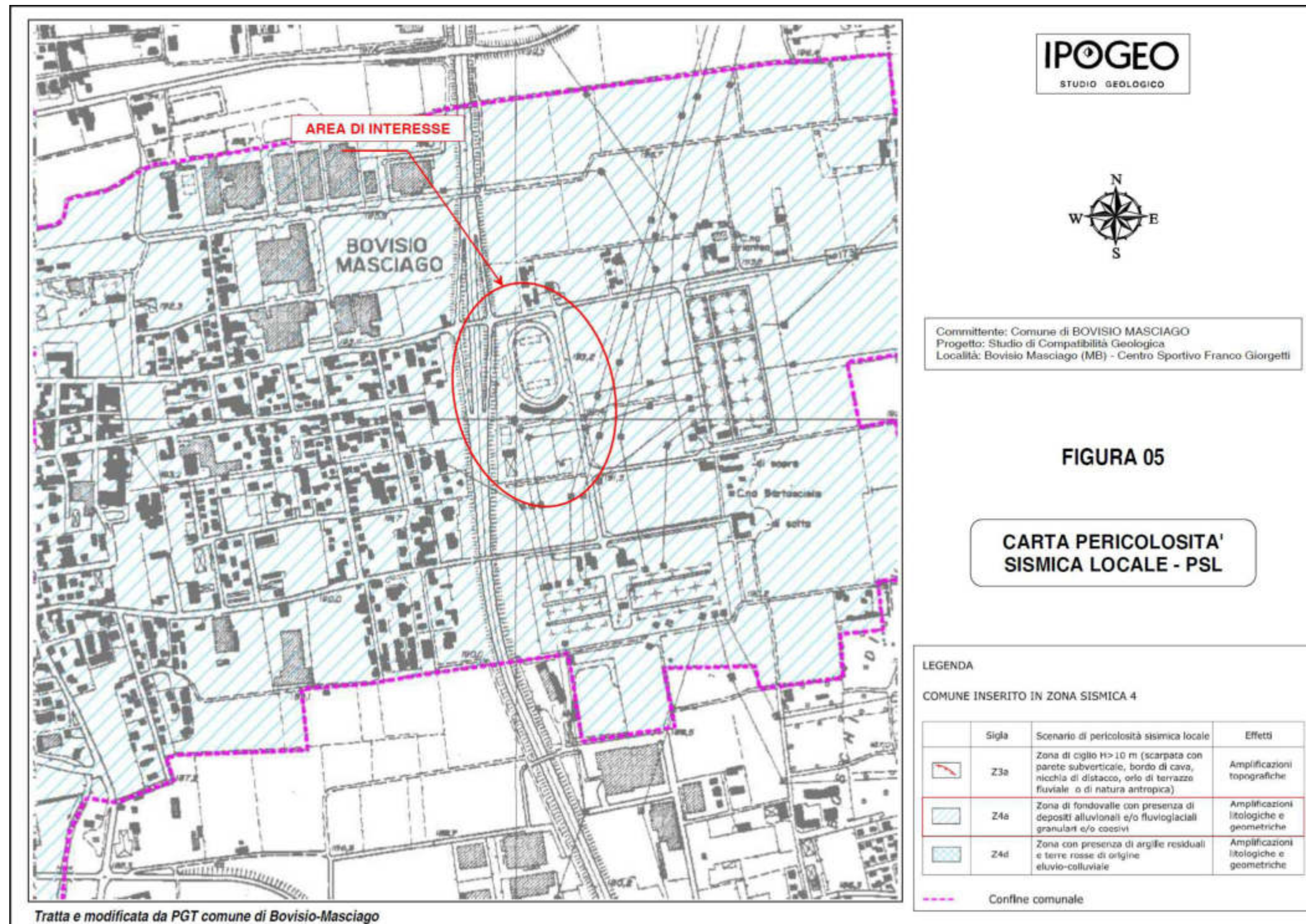


Figura 05: Carta P.S.L. - Pericolosità Sismica Locale

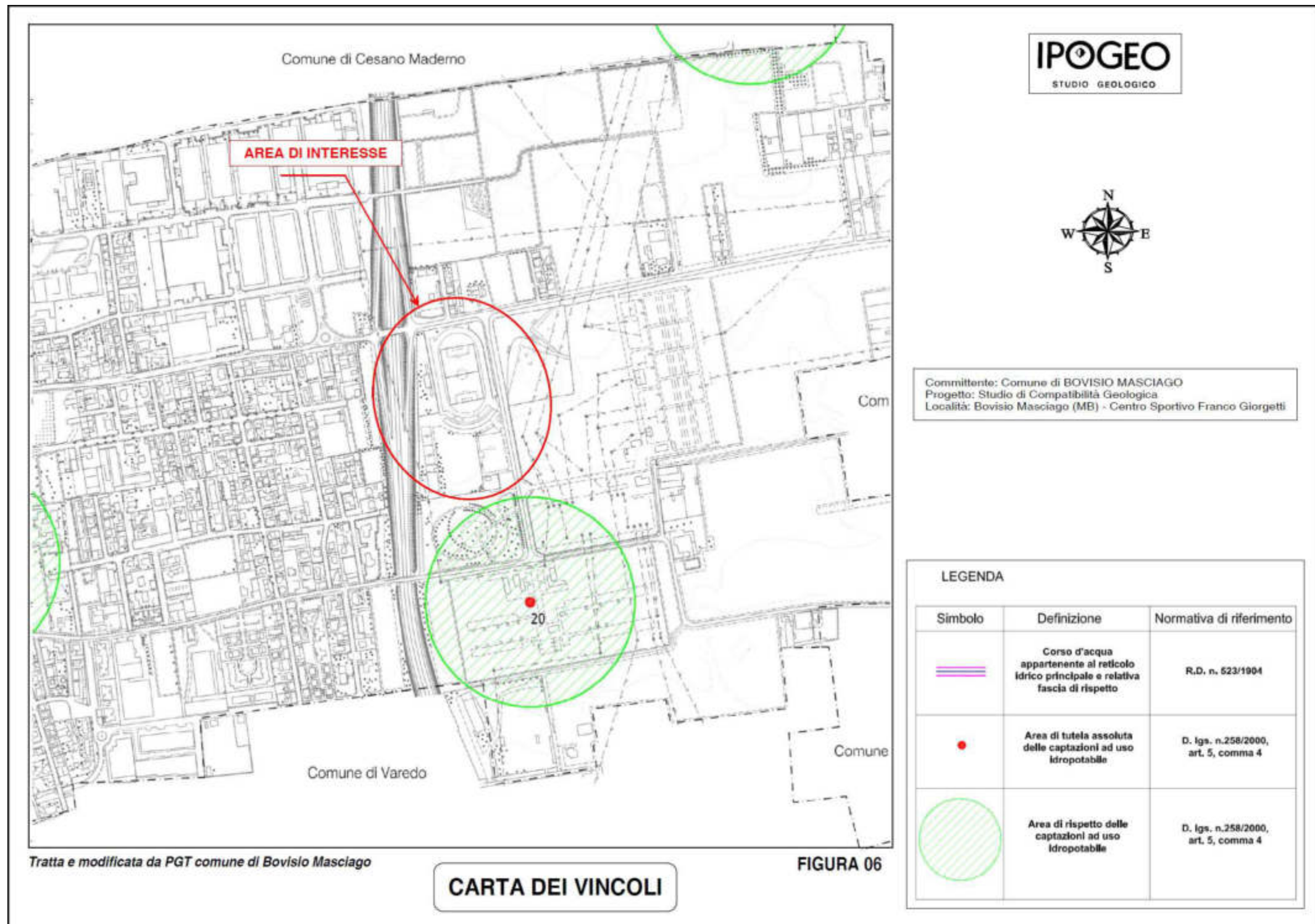


Figura 06: Carta dei Vincoli

2.2 – CARTA DI SINTESI

La carta di sintesi, evidenzia le aree omogenee da un punto di vista della pericolosità geologico-tecnica e della vulnerabilità idraulica e idrogeologica. In particolare nel territorio comunale sono state individuate le seguenti aree :

- *Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico*
- *Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico*
- *Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche*

Nella **Figura 07** viene restituita la carta di Sintesi del settore di specifico interesse e di un significativo intorno (tratta e modificata da PGT comunale). Dall'osservazione di tale elaborato grafico si evince come l'area di interesse sorge in un contesto caratterizzato da **vulnerabilità idrogeologica – area a vulnerabilità della falda medio-elevata**.

2.3 – CARTA DI FATTIBILITA' GEOLOGICA

La carta di fattibilità, riportata in **Figura 08**, suddivide il territorio di **Bovisio Masciago** in classi di fattibilità geologica differenti in relazione alle caratteristiche idrogeologiche e geologico-tecniche. In particolare sono state individuate le seguenti classi:

- Classe 1 - Fattibilità senza particolari limitazioni*
- Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni*
- Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni*
- Classe 4 - Fattibilità con gravi limitazioni*

Nella **Figura 08** viene restituito stralcio della **carta di fattibilità** (tratta e modificata da PGT comunale) completa degli elementi di valutazione vincolistica relativi al territorio di specifico interesse e di un significativo intorno. Dall'osservazione di tale elaborato si evince come l'area di interesse viene classificata come appartenente alla **classe di fattibilità 2**.

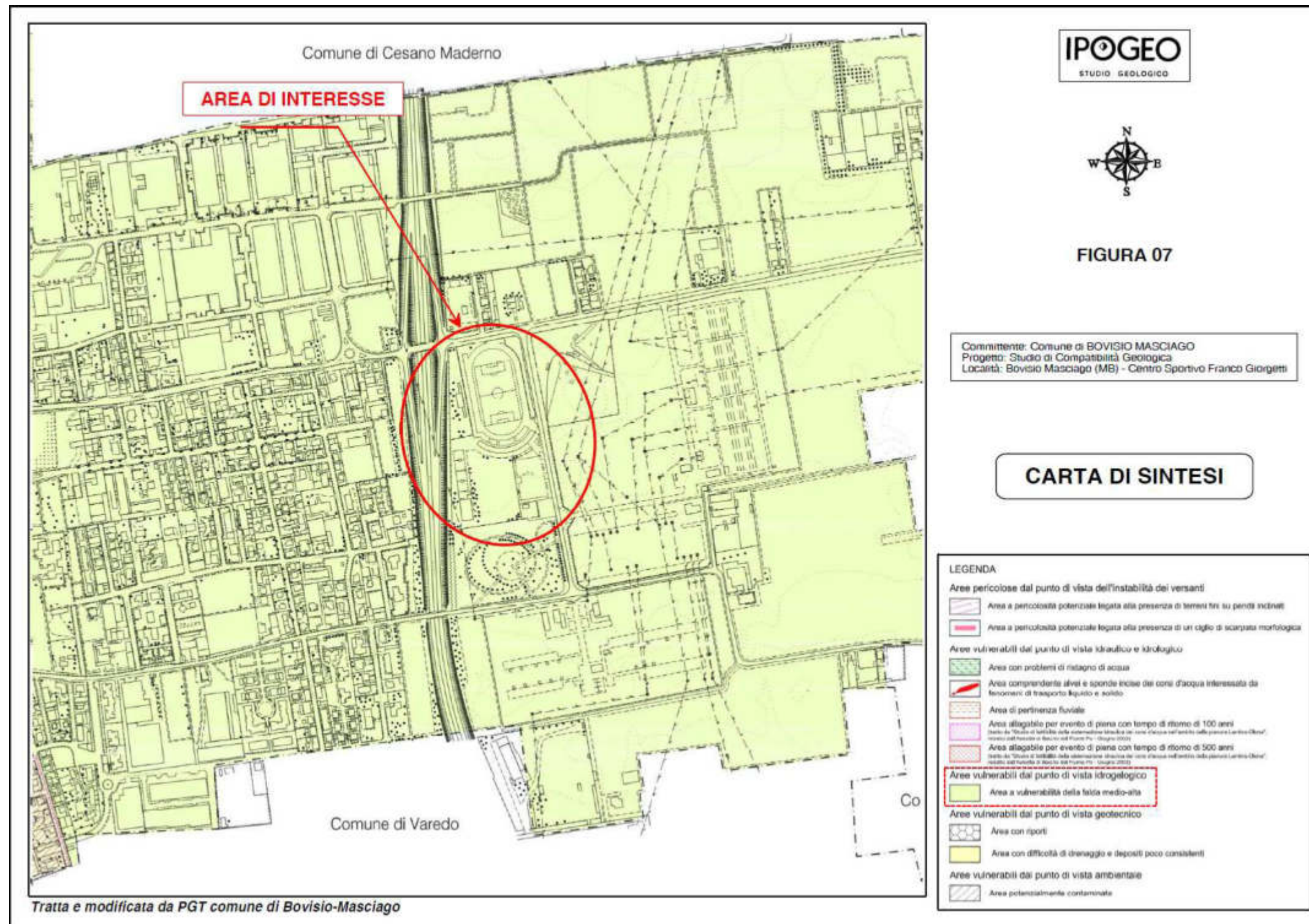


Figura 07: Carta di Sintesi

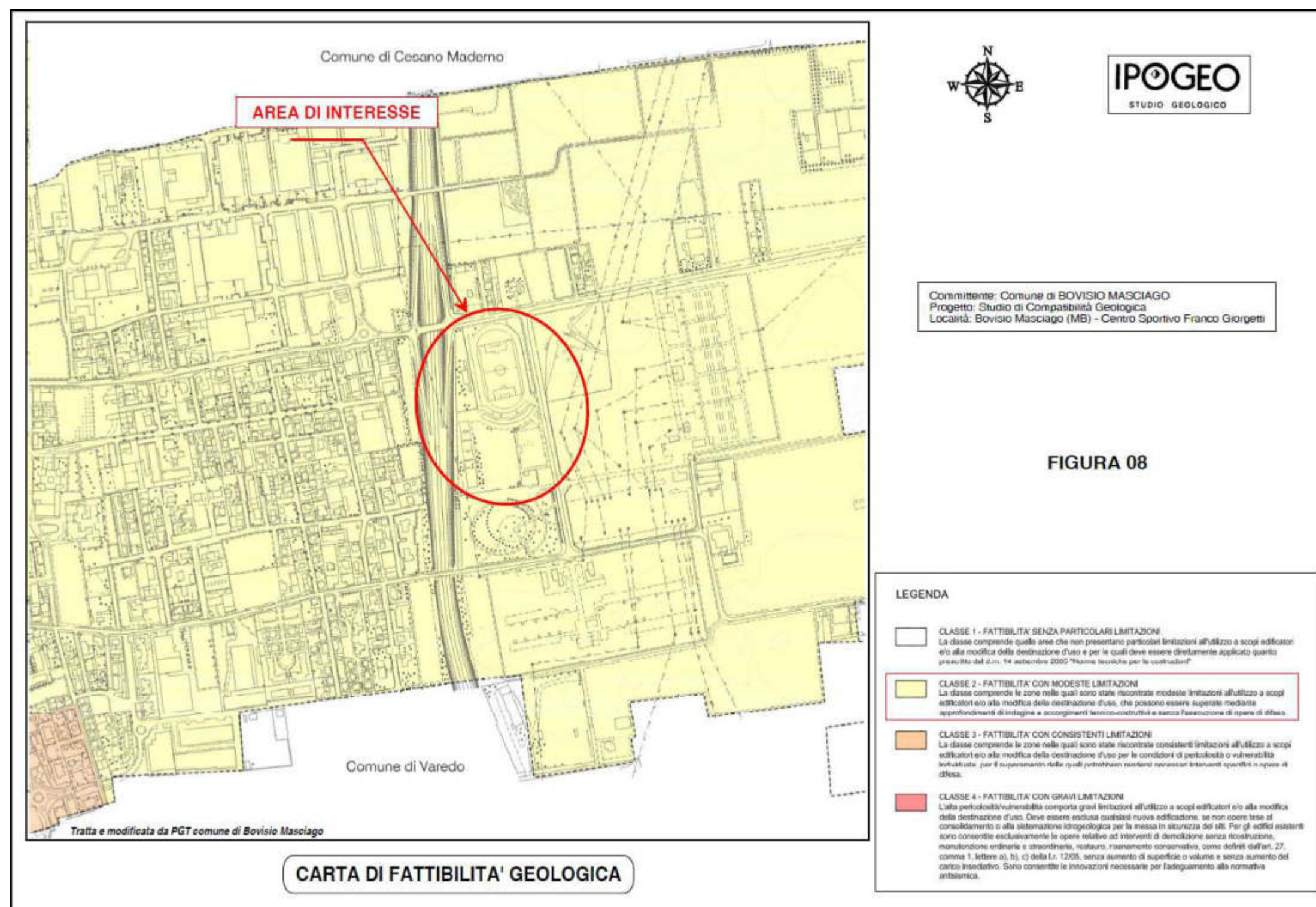


Figura 08: Carta di Fattibilità Geologica

CAPITOLO III

RELAZIONE GEOTECNICA

AI SENSI DEL D.M. 17/01/2018 – N.T.C. 2018

(Elaborato R2)

3.0 – INDAGINI GEOLOGICO TECNICHE IN SITO

3.1 - PROVE PENETROMETRICHE STANDARDIZZATE

Sono state realizzate **n. 12** prove penetrometriche dinamiche standardizzate la cui ubicazione viene riportata nell'elaborazione planimetrica di **Figura 09a/b**. Finalità dell'indagine penetrometrica è stata l'individuazione preliminare dell'assetto geotecnico relativo al primo sottosuolo del settore di interesse. Lo strumento utilizzato per le prove dinamiche corrisponde alla categoria di standard internazionale **D.P.S.H. (Dynamic Probing Super Heavy)** presentando le seguenti specifiche tecniche:

PENETROMETRO DINAMICO SUPER PESANTE (D.P.S.H.)

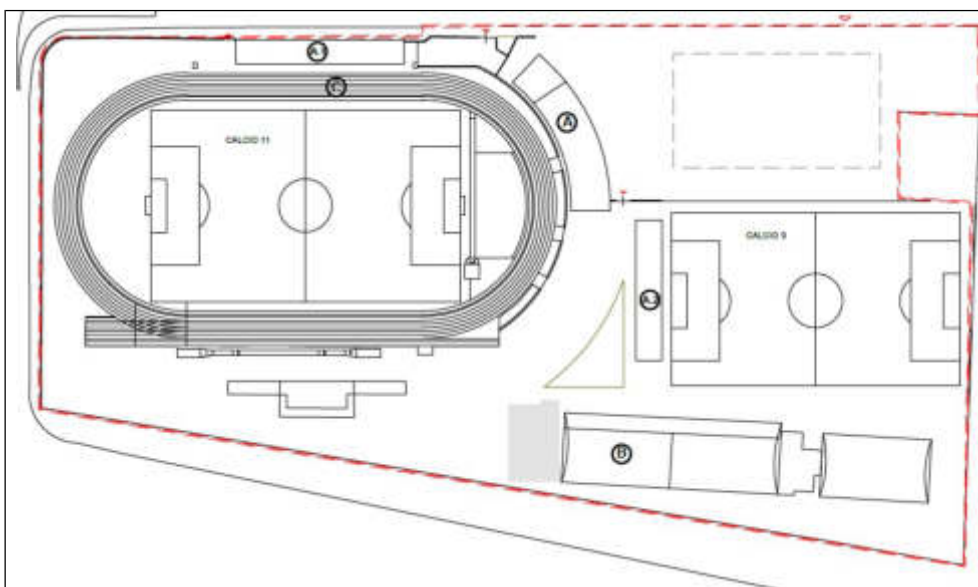
- passo di lettura	20 cm
- peso del maglio	63.5 Kg
- volata	0.75 m
- superficie della punta	20 cmq
- angolo al vertice della punta	90 gradi
- peso delle aste	6.30 Kg
- massa passiva	4.20 Kg

La profondità raggiunta nelle singole verticali di indagine è stata la seguente:

Prova DIN-1	picchetto n.01	05.00 m da p.c.
Prova DIN-2	picchetto n.02	05.40 m da p.c.
Prova DIN-3	picchetto n.03	04.80 m da p.c.
Prova DIN-4	picchetto n.04	05.20 m da p.c.
Prova DIN-5	picchetto n.05	09.40 m da p.c.
Prova DIN-6	picchetto n.06	04.00 m da p.c.
Prova DIN-7	picchetto n.07	05.80 m da p.c.
Prova DIN-8	picchetto n.08	04.80 m da p.c.
Prova DIN-9	picchetto n.09	05.20 m da p.c.
Prova DIN-10	picchetto n.10	10.00 m da p.c.
Prova DIN-11	picchetto n.11	09.40 m da p.c.
Prova DIN-12	picchetto n.12	09.60 m da p.c.

Le prove DPSH sono state eseguite in data 04/012023. L'esatta ubicazione dei punti di perforazione viene restituita nella **Figura 09a/b** a seguire.

La **Figura 09a** restituisce l'ubicazione delle indagini eseguite sulla base planimetrica riportante i settori di intervento progettualmente previsti. Per completezza restituiva la **Figura 09b** riporta l'ubicazione delle indagini su immagine fotografica da satellite che evidenzia lo stato di fatto attuale del Centro Sportivo Comunale. La molteplicità e dislocazione dei differenti interventi progettuali previsti (vedi **sketch map progettuale sotto riportato**) ha indotto all'attuazione delle attività di monitoraggio geotecniche mirate ai singoli ambiti d'interesse: in particolare le indagini geotecniche (penetrometrie) sono state distribuite come segue:



- | | |
|--|--------------------------|
| - Settore A – Corpo Centrale Polifunzionale | Penetrometriche 01-02-03 |
| - Settore A1 – Nuovi Spogliatoi Calcio+Atletica | Penetrometriche 04-05-06 |
| - Settore A2 – Nuovi Calcetto e Polifunzionali | Penetrometriche 07-08-09 |
| - Settore B – Nuove Coperture Campi da Tennis | Penetrometriche 10-11-12 |

Le indagini geofisiche sono state realizzate in settori baricentrici agli ambiti di intervento A+A1 e A2+B al fine di caratterizzare omogeneamente l'intero ambito d'interesse progettuale

La stesura e l'elaborazione dei dati geotecnici di campagna è stata suddivisa come segue (v. **Allegato 02**):

- 1 - tabulazione dati cantiere
- 2 - diagrammi di avanzamento penetrometrica

Questi elementi costituiscono il supporto fondamentale per la successiva elaborazione del modello geologico-tecnico del sottosuolo e delle conseguenti valutazioni pre-progettuali.

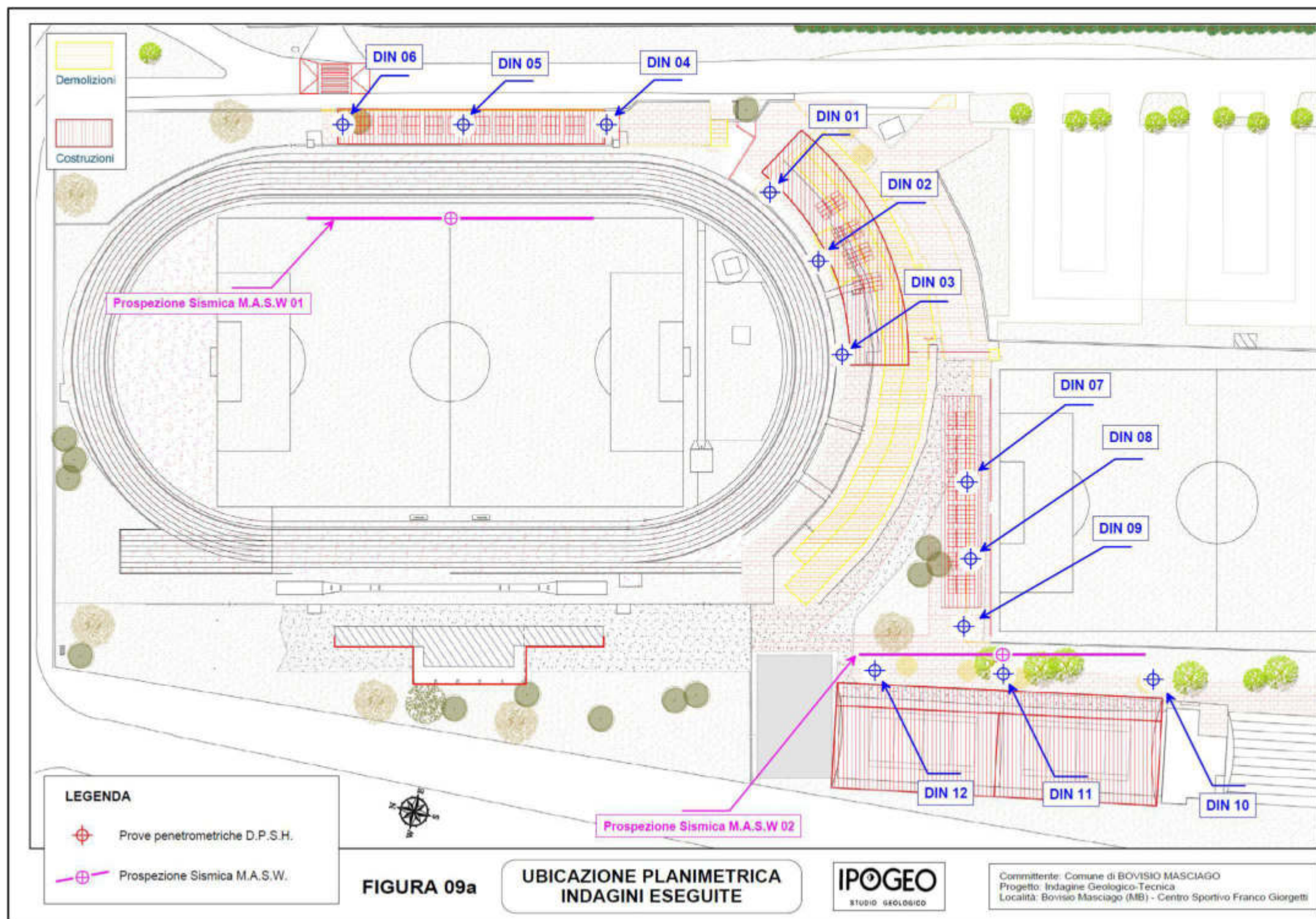


Figura 09a – Ubicazione Planimetrica Indagini Eseguite – Restituzione su base progettuale

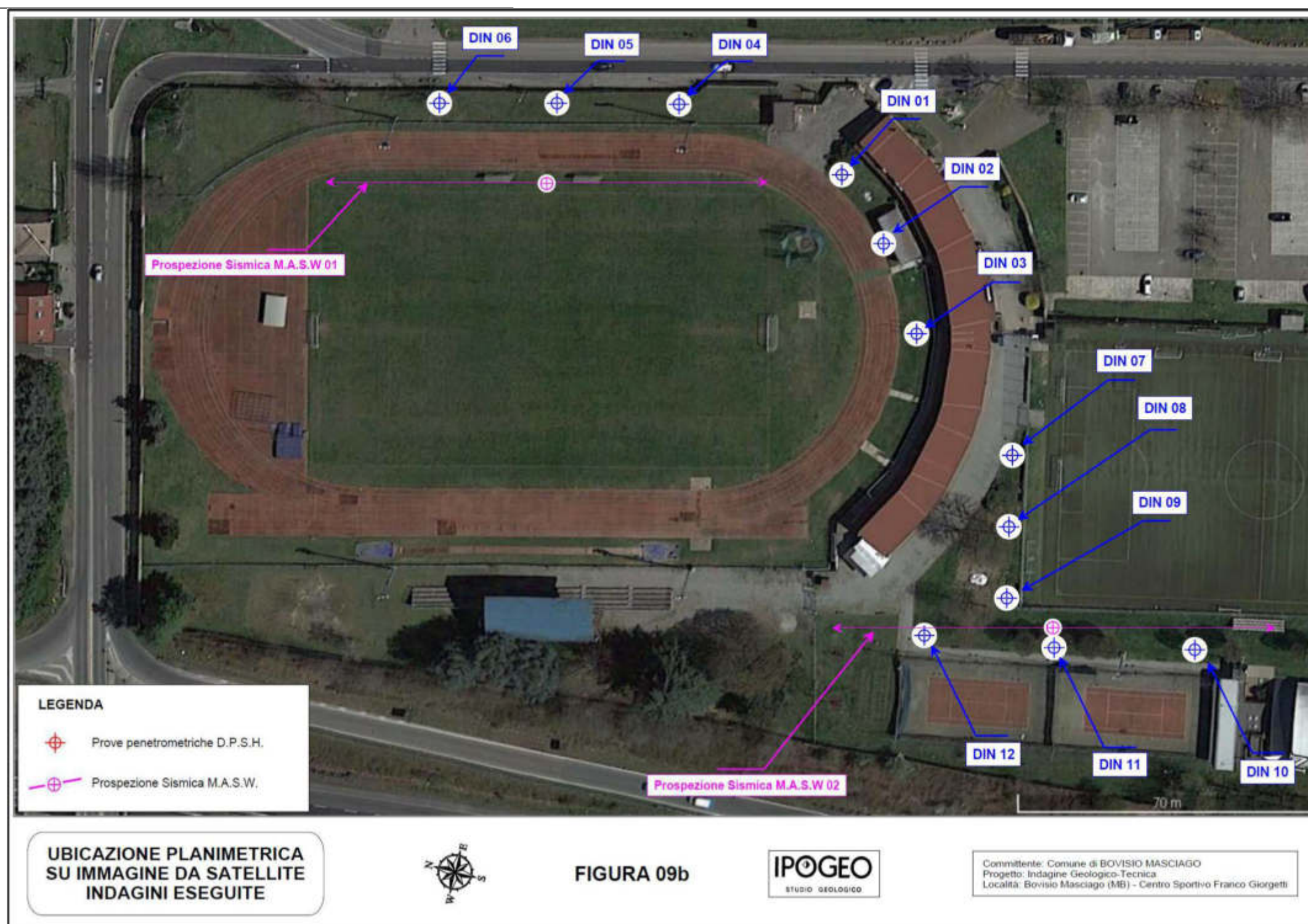


Figura 09b – Ubicazione Planimetrica Indagini Eseguite – Restituzione su base satellitare

3.2 CARATTERIZZAZIONE CATEGORIALE DEL SUOLO DI FONDAZIONE

Come previsto dalla normativa sismica vigente (**Testo Unico – D.M.17/01/2018**) è stata attuata la classificazione del tipo di suolo di fondazione dell'area di specifico interesse.

3.2.1 - Prospezione sismica M.a.s.w. 01

La categorizzazione sismica del primo sottosuolo per il settore nord-est dell'area di interesse è stata attuata mediante l'esecuzione di una prospezione sismica M.A.S.W. – (Masw 01) i cui risultati sono stati incrociati con il modello geotecnico derivante dalle indagini meccaniche in sito condotte nello stretto intorno. I risultati ottenuti sono restituiti nella **Figura 10a** di seguito riportata.

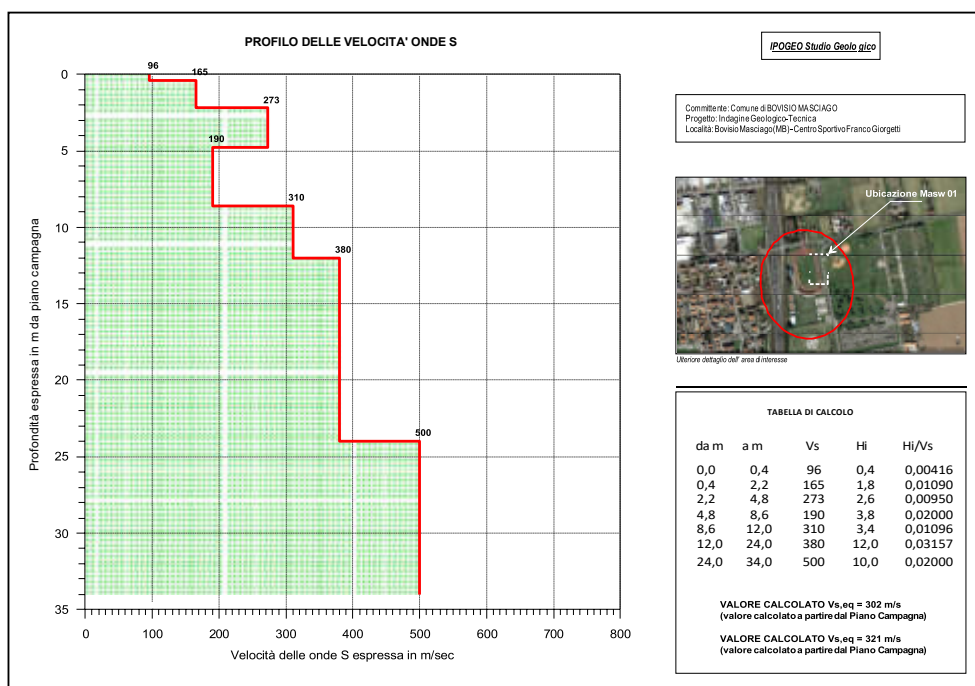


Figura 10a: restituzione parametro Vs-eq

Come osservabile, il valore Vs-eq, calcolato a partire da piano campagna attuale, risulta essere pari a **302 m/sec**. Altresì è stato calcolato il valore Vs, eq alla profondità fondazionale pari a circa 1.0 m risultando pari a **321 m/sec**. Sulla base delle elaborazioni attuate, i terreni di posa fondazionale rientrano pertanto nella **classe categoriale di suolo di tipo C** rappresentati da "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 graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Velocità equivalente compresi tra 180÷360 m/s".

3.2.1 - Prospezione sismica M.a.s.w. 02

La categorizzazione sismica del primo sottosuolo per il settore sud-ovest dell'area di interesse è stata attuata mediante l'esecuzione di una prospezione sismica

M.A.S.W. – (Masw 02) i cui risultati sono stati incrociati con il modello geotecnico derivante dalle indagini meccaniche in sito condotte nello stretto intorno. I risultati ottenuti sono restituiti nella **Figura 10b** a seguire.

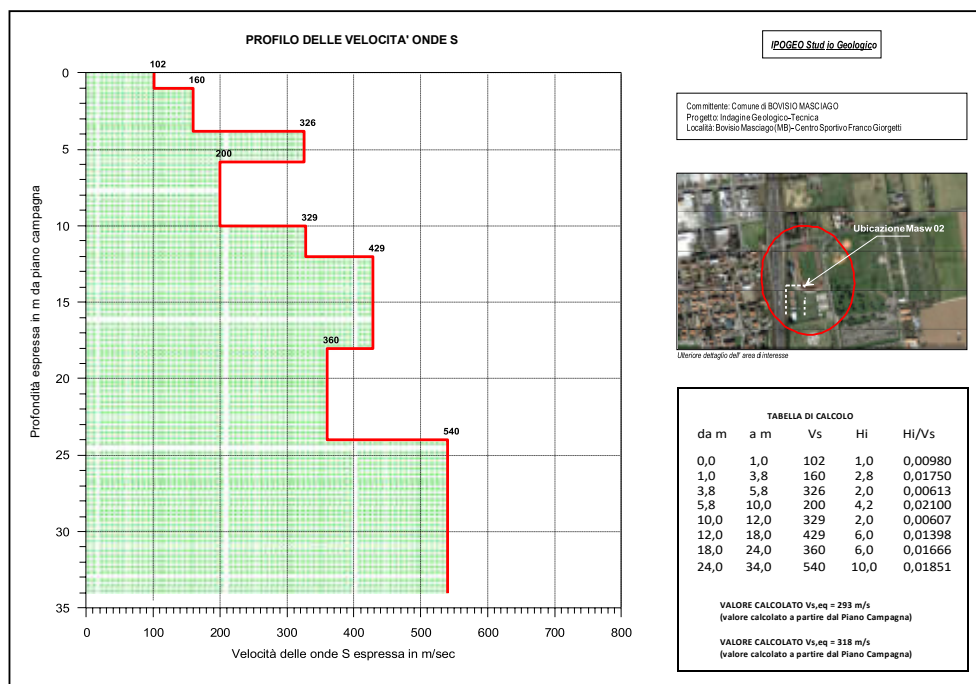


Figura 10b: restituzione parametro Vs-eq

Come osservabile, il valore Vs-eq, calcolato a partire da piano campagna attuale, risulta essere pari a **293 m/sec**. Altresì è stato calcolato il valore Vs, eq alla profondità fondazionale pari a circa 1.0 m risultando pari a **318 m/sec**. Sulla base delle elaborazioni attuate, i terreni di posa fondazionale rientrano pertanto nella **classe categoriale di suolo di tipo C** rappresentati da "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 graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Velocità equivalente compresi tra 180÷360 m/s".

3.3 - ANALISI SISMICA DI SECONDO LIVELLO

PROCEDURE PER L'ANALISI DELLA SISMICITÀ DEL TERRITORIO

Riferimenti normativi e metodologici nazionali e regionali

Vengono di seguito descritte le attività specifiche condotte ai fini dell'attuazione della *caratterizzazione sismica di secondo livello* del settore territoriale su cui sorge il cimitero di Velate secondo quanto previsto dalla normativa di riferimento D.G.R. n°IX / 2616

Valutazione degli effetti sismici di sito

La procedura di cui all'Allegato 5 della D.G.R. n° IX / 2616 prevede *tre livelli di approfondimento* con grado di dettaglio in ordine crescente: i primi due livelli sono obbligatori (con le opportune differenze in funzione della zona sismica di appartenenza) in fase di pianificazione, mentre il terzo è obbligatorio in fase di progettazione.

LIVELLI DI APPROFONDIMENTO E FASI DI APPLICAZIONE			
	1°livello fase pianificatoria	2°livello fase pianificatoria	3°livello fase pianificatoria
Zona Sismica 2-3	Obbligatorio	Nelle zone con PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzato e urbanizzabile, ad aree già inedificabili	- Nelle aree indagate con il 2° livello quando Fa calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1 e Z2.
Zona Sismica 4	Obbligatorio	Nelle zone con PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti di nuova previsione (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03).	- Nelle aree indagate con il 2° livello quando Fa calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1 e Z2 per edifici strategici e rilevanti.

La recente D. G. R. n. X/2129 dell' 11 luglio 2014 – “*Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)*” ha ridefinito la classificazione sismica del territorio lombardo sia in termini di classe sismica di appartenenza, sia in termini di accelerazione massima attesa al sito: in quest'ambito il territorio di **Bovisio Masciago** è stato attribuito alla **zona sismica 4**. L'area interessata ricade nello **Scenario di Pericolosità Sismica Locale Z4a**.

Pertanto nell'ambito delle attività condotte, rientra cautelativamente l'attuazione di indagini specifiche finalizzate alla redazione dell'approfondimento sismico di **II livello**.

SINTESI DELLE PROCEDURE

La metodologia per l'analisi sismica del territorio è basata sulla valutazione dell'influenza delle condizioni stratigrafiche, morfologiche e geotecniche sito specifiche, nella risposta sismica locale e prevede, come in precedenza accennato, tre livelli di approfondimento progressivo: *il primo è obbligatorio nella pianificazione territoriale di tutti i comuni, indipendentemente dalla loro classificazione sismica*; il secondo

e il terzo vengono implementati solo in presenza di precise situazioni, durante la fase pianificatoria e quella progettuale; ovvero rispettivamente

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** è stata condotta nello scenario Z4a suscettibile di amplificazione di tipo litologico (o stratigrafico); in particolare, è stato "quantificato" l'effetto delle condizioni locali, in grado di modificare l'intensità delle onde sismiche generate da un terremoto (pericolosità di base). La procedura consiste nell'attuare il confronto tra il valore di Fa caratteristico sito specifico dell'area di interesse progettuale ed il valore di Fa caratteristico per il territorio comunale in cui l'area è inserita.

Il valore di Fa caratteristico sito specifico dell'area di interesse progettuale viene definito attraverso indagini sismiche in sito secondo le metodiche indicate dalla normativa di riferimento rappresentata D.G.R. n° IX / 2616 (vedi paragrafi successivi).

Il valore di Fa caratteristico per il territorio comunale, detto "valore di soglia", viene invece fornito dall'apposito elenco redatto a cura della Regione Lombardia. Nei capitoli successivi e nella determinazione dei valori di **Fa** si è sempre fatto riferimento a quanto contenuto ed indicato nell'Allegato 5 della D.G.R. n° IX / 2616 del 19 gennaio 2012.

VALUTAZIONI FINALI ANALISI SIMICA DI SECONDO LIVELLO

Analisi comparativa tra valori di soglia sito specifici e valori di soglia Regione Lombardia

Per il Comune di **Bovisio Masciago** i **valori di soglia** di **Fa** riferiti al periodo 0.1-0.5 s, 0.5-1.5 s, per le diverse categorie di suolo soggette ad amplificazioni litologiche (B, C, D e E) sono i seguenti:

	<i>Fa per Suoli B</i>	<i>Fa per Suoli C</i>	<i>Fa per Suoli D</i>	<i>Fa per Suoli E</i>

Periodo 0,1 - 0,5	1.4	1.9	2.2	2.0
Periodo 0,5 - 1,5	1.7	2.4	4.2	3.1

Si è quindi proceduto alla scelta della scheda litologica, (***scheda litologia limoso- sabbiosa tipo 2***), rappresentativa per l'area di specifico interesse; tale scheda permette di delineare gli effetti litologici con particolare riferimento al calcolo dei **valori di Fa**.

La scelta della scheda di valutazione di riferimento è stata attuata sulla base della velocità delle onde sismiche di taglio desunte dalle indagini sismiche M.A.S.W. condotte (Scheda litologica *terreni limoso-sabbiosi tipo 2*).

I **valori del periodo T** sono stati ricavati mediante la seguente espressione:

$$T = \frac{4 \cdot \sum_{i=1}^n h_i}{\sum_{i=1}^n V_{si} \cdot h_i}$$

Dall'applicazione della formula sopra citata sono stati ottenuti i valori di ingresso di "T" relativi alla **scheda litologica** prescelta permettendo il calcolo dei valori di **Fa (0.1 – 0.5)** e **Fa (0.5 – 1.5)** relativi all'area di specifico interesse. A seguire vengono riportati i risultati ottenuti.

3.3.1– Risultati analisi sismica di II livello – Masw 01

I valori di **Fa caratteristici sito specifico dell'area di interesse progettuale** ottenuti sono pertanto i seguenti

SITO	Scheda	Periodo T	Fa (0.1 –0.5)	Fa (0.5 –1.5)
Masw 01	Limoso-Sabbiosa II	0.33	2.12	1.31

I **valori di Fa sito specifici** sopra elencati sono stati quindi confrontati con i **valori di Fa di soglia** definiti per

il territorio comunale di **Bovisio Masciago**.

Come sopra accennato i valori di Fa da confrontare sono quelli relativi al **tipo di suolo (classe categoriale)** individuato attraverso le valutazioni effettuate.

In particolare l'indagine sismica condotta individua la **classe categoriale di tipo C** come quella rappresentativa per l'area di specifico interesse. Nella tabella riportata nella pagina precedente vengono restituiti i valori di **Fa di soglia** forniti dalla Regione Lombardia per il territorio comunale di **Bovisio Masciago**.

Dall'applicazione della procedura di analisi sismica di secondo livello risulta che il valore di **Fa sito specifico** valutato per la categoria di suolo C risulta **inferiore** al valore **Fa di Soglia**, definito dalla Regione Lombardia per il Periodo 0.1-0.5; altresì per il Periodo 0.5 – 1.5 i fattori calcolati sono superiori ai fattori di soglia comunali.

Alla luce di quanto sopra, è stata valutata come rappresentativa per l'assetto sito- specifico, la condizione $FAC > FAS$ per il periodo di oscillazione 0.1-0.5 s.

Pertanto, come previsto da normativa, in sede progettuale dovrà essere considerata come **progettualmente rappresentativa la classe categoriale superiore** ovvero la **Classe Categoriale di tipo D**.

3.3.2– Risultati analisi sismica di II livello – Masw 02

I valori di **Fa caratteristici sito specifico dell'area di interesse progettuale** ottenuti sono pertanto i seguenti

SITO	Scheda	Periodo T	Fa (0.1 –0.5)	Fa (0.5 –1.5)
Masw 02	Limoso-Sabbiosi II	0.32	2.11	1.30

I **valori di Fa sito specifici** sopra elencati sono stati quindi confrontati con i **valori di Fa di soglia** definiti per il territorio comunale di **Bovisio Masciago**.

Come sopra accennato i valori di F_a da confrontare sono quelli relativi al **tipo di suolo (classe categoriale)** individuato attraverso le valutazioni effettuate.

In particolare l'indagine sismica condotta individua la **classe categoriale di tipo C** come quella rappresentativa per l'area di specifico interesse. Nella tabella riportata nella pagina precedente vengono restituiti i valori di **Fa di soglia** forniti dalla Regione Lombardia per il territorio comunale di **Bovisio Masciago**.

Dall'applicazione della procedura di analisi sismica di secondo livello risulta che il valore di **Fa sito specifico** valutato per la categoria di suolo C risulta **inferiore** al valore **Fa di Soglia**, definito dalla Regione Lombardia, per il Periodo 0.1-0.5; altresì per il Periodo 0.5 – 1.5 i fattori calcolati sono superiori ai fattori di soglia comunali.

Alla luce di quanto sopra, è stata valutata come rappresentativa per l'assetto sito- specifico, la condizione $FAC > FAS$ per il periodo di oscillazione 0.1-0.5 s.

Pertanto, come previsto da normativa, in sede progettuale dovrà essere considerata come **progettualmente rappresentativa la classe categoriale superiore ovvero la Classe Categoriale di tipo D.**

3.4 - MODELLO GEOLOGICO-TECNICO DEL SOTTOSUOLO

Il **modello concettuale** del primo sottosuolo investigato si compone dei seguenti orizzonti geologico-tecnici principali:

Orizzonte TVC : terreni di vegeto coltivo costituiti da limi sabbiosi di colore bruno intenso localmente frammisti a materiali eterogenei. Lo spessore dell'orizzonte è stato valutato pari a 0.2-0.3 m circa a seconda della verticale considerata. Depositi a presumibile notevole grado di rimaneggiamento non definibili da un punto di vista geotecnico.

Orizzonte Ro : presumibili terreni di riporto costituiti da ghiaia di varia pezzatura frammisti a frammenti di laterizi e brecce cementizie. Lo spessore dell'orizzonte varia sensibilmente a seconda della verticale considerata da un minimo di 0.4-0.6 m circa ad un massimo di 1.2 m circa (prova 12) sviluppandosi sino alla massima profondità compresa tra 0.6-0.8 a 1.0 m dall'attuale piano campagna. Solo nella verticale 12 viene stimato un approfondimento a 1.4 m circa dall'attuale piano campagna. Fa eccezione anche la verticale n. 10 dove a profondità compresa tra

1.0 e 2.0 m si rinvenivano depositi a densità nettamente superiore (*sub-orizzonte Rod*) interpretabili come terreni di riporto grossolani sviluppati sino alla profondità di 2.0 m dall'attuale piano campagna.

Orizzonte A : presumibili terreni naturali con grado di rimaneggiamento più o meno evidente costituiti da sabbie limose localmente passanti a limi sabbiosi inglobanti ghiaia di varia pezzatura dispersa nella matrice. Lo spessore dell'orizzonte varia da un minimo di 0.6 a un massimo di 1.6 m circa (verticale 04) sviluppandosi sino alla massima profondità compresa tra 1.4 e 2.6 m circa a seconda della verticale considerata. Solo in corrispondenza della verticale 08 si osserva l'estinzione laterale di questo orizzonte. Terreni da sciolti a molto sciolti con pessimi caratteri geotecnici.

Orizzonte B : presumibili depositi granulari costituiti da ghiaia di varia pezzatura in abbondante matrice sabbiosa da pulita a debolmente limosa. Lo spessore dell'orizzonte varia da un minimo di 0.4 a un massimo di 1.2 m circa sviluppandosi sino alla massima profondità compresa tra 2.2 e 2.6 m a seconda della verticale considerata. Si tratta di un orizzonte transazionale verso il sottostante orizzonte C. Fa eccezione la prova n 07 in cui tale orizzonte viene contraddistinto da grado di densità inferiore rispetto alla media di strato sviluppandosi nell'intervallo di profondità compreso tra 2.6 e 3.4 m dall'attuale piano campagna : in tale ambito alla luce anche dello sviluppo geometrico degli orizzonti sovrastanti si possono ragionevolmente ipotizzare importanti fenomeni di rimaneggiamento sino a quella quota. Depositi mediamente addensati, localmente sciolti, con discreti /mediocri caratteri geotecnici.

Orizzonte C : presumibili depositi granulari costituiti da ghiaia di varia pezzatura in subordinata matrice sabbiosa da pulita a debolmente limosa a supporto clastico prevalente. Si tratta di depositi in prevalenza mediamente addensati, localmente interessati da intercalazioni ad elevato grado di densità (*sub-orizzonte Cd*) contraddistinte da densità nettamente superiori alla media di strato ed in grado di indurre condizioni limite di rifiuto strumentale: infatti all'interno di questo sub- orizzonte sono terminate per rifiuto all'avanzamento, le verticali di prova 01-02-03- 04-06-07-08 e 09).

Lo spessore dell'orizzonte nel suo complesso è stato valutato, solo in corrispondenza delle verticali di prova 05, 10, 11 e 12, compreso tra 2.8 e 3.6 m sviluppandosi sino alla massima profondità compresa tra 5.6-5.8 m circa dall'attuale piano campagna. Depositi da mediamente addensati ad addensati con discreti / buoni caratteri geotecnici.

Orizzonte D : presumibili depositi da granulati a pseudogranulari costituiti da sabbie limose localmente passanti a limi molto sabbiosi inglobanti subordinate frazioni ghiaiose di varia pezzatura. Si distingue dall'orizzonte sovrastante (orizzonte C) per il drastico e repentino abbassamento del grado di densità. Questo orizzonte è stato individuato nelle verticali 05, 10, 11 e 12 assumendo spessore compreso tra 3.0 e 3.4 m e massimo sviluppo in profondità pari a 9.0 m circa dall'attuale piano campagna. Depositi da sciolti a molto sciolti con scadenti caratteri geotecnici.

Orizzonte E : presumibili depositi granulari costituiti da ghiaia di varia pezzatura in subordinata frazione sabbiosa da pulita a debolmente limosa a supporto clastico prevalente. Si tratta di depositi da addensati a molto addensati, solo localmente mediamente addensati (*sub-orizzonte Em – Prova 10*) con buoni caratteri

geotecnici. All'interno di questo orizzonte sono terminate per raggiungimento di condizioni limite di rifiuto strumentale, le verticali di prova spintesi alla maggiore profondità di investigazione (Prove 05-10-11-12).

Il modello geologico-tecnico sopra descritto assume significato geotecnico per l' interno settore di interesse progettuale considerando lo sviluppo geometrico dell'orizzonte D sopra indicato come esteso in modo continuativo all'interno del settore investigato nella sua interezza.

Per una migliore comprensione del modello geologico-tecnico sopra descritto sono state realizzate n. 04 sezioni geotecniche interpretative sviluppate attraverso le verticali penetrometriche eseguite (v. **Allegato n. 03**).

3.5 – PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO

1) Valutazione della sicurezza dell'opera

Vita nominale dell'opera (paragrafo 2.4.1) = 50 anni Classe d'uso (paragrafo 2.4.2) = II

Vita di riferimento dell'opera (paragrafo 2.4.3) ($VR = VN \cdot CU$) = 50 anni Coefficiente d'uso CU (tabella 2.4.II) = 1

Tempi di ritorno da utilizzarsi nelle verifiche per azioni sismiche

Probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR (tabella 3.2.I)

SLE-SLO	SLE-SLD	SLU-SLV	SLU-SLC
81%	63%	10%	5%

Tempi di ritorno $[VR/\ln(1-PVR)]$ (anni):

SLE-SLO	SLE-SLD	SLU-SLV	SLU-SLC
30	50	475	975

2) Parametri geotecnici utilizzati per l'analisi corrente

Parametri geotecnici caratteristici

Quota falda da p.c. (m): 20,00 (valutazione cautelativa)

Verifica agli stati limite - Approccio 2 - Combinazione unica
Coefficienti parziali per i parametri geotecnici ($M1$) = 1.0

Strato	Classificazione USCS	z	N60	gamma	phi	c	Md	Id	CF
--------	-------------------------	---	-----	-------	-----	---	----	----	----

TVC	ML (*)	0,4	13	17,0	0,0	37,5	4,9	0,0	60
Ro	GC (*)	1	4	15,7	21,0	0,0	12,8	20,0	20
A	SC	2	4	15,7	21,0	0,0	3,5	23,0	20
B	SM	2,8	10	17,5	26,0	0,0	8,4	31,5	20
C	GM	5,6	31	18,5	34,0	0,0	44,4	52,1	20
D	SC	8,8	3	15,7	21,0	0,0	5,4	19,8	20
E	GM (**)	9,4	29	18,5	34,0	0,0	48,2	47,3	20

Legenda

strato = orizzonte geotecnico in precedenza descritto

z = profondità dello strato espressa in metri dal piano campagna

N60 = numero dei colpi SPT standardizzato; gamma = peso di volume (kN/mc) phi = angolo d'attrito (°) a volume costante; c = coesione (kPa)

Md = modulo di deformabilità (MPa); Id = indice di densità relativa (%); CF = contenuto di fini (%)

(*) : terreni di riporto/rimaneggiati – parametri geotecnici puramente indicativi (**) : parametri geotecnici cautelativi

3.6 – AZIONE SISMICA

In accordo con le valutazioni in precedenza condotte, il terreno di fondazione appartiene alla Classe Categoriale D - Depositi di terreni granulari da sciolti o poco addensati o coesivi da poco a mediamente consistenti. I parametri di base, riferiti al sito di riferimento rigido orizzontale, sono per i vari stati limite:

Stato limite	SLE-SLO	SLE-SLD	SLU-SLV	SLU-SLC
Ag	0,018	0,022	0,047	0,057
Fo	2,559	2,536	2,650	2,689
Tc*	0,159	0,187	0,279	0,299

Stati limite di esercizio:

SLE-SLO - Stato limite di operatività SLE-SLD -

Stato limite di danno Stati limite ultimi:

SLU-SLV - Stato limite di salvaguardia della vita SLU-SLC - Stato limite di prevenzione del collasso

Ag = Accelerazione orizzontale massima del terreno (g)

Fo = Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale (-)

Tc* = Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale (s)

Amplificazione stratigrafica

I fattori di amplificazione stratigrafica SS (tabella 3.2.V) sono pari a:

Stato limite	SLE-SLO	SLE-SLD	SLU-SLV	SLU-SLC
SS	1,800	1,800	1,800	1,800

I fattori di amplificazione stratigrafica CC (tabella 3.2.V) sono pari a:

Stato limite	SLE-SLO	SLE-SLD	SLU-SLV	SLU-SLC
CC	3,135	2,891	2,367	2,286

Il fattore di amplificazione topografico ST (tabella 3.2.VI) è pari a: 1,000

Le accelerazioni massime orizzontali attese al sito (a_{max}) per i vari stati limite sono:

Stato limite	SLE-SLO	SLE-SLD	SLU-SLV	SLU-SLC
ag	0,032 g	0,040 g	0,085 g	0,103 g

L'accelerazione massima orizzontale attesa al sito (a_{max}) per SLU-SLV risulta pertanto pari a **0,085 a/g**.

3.5 - LIQUEFACIBILITÀ DEL TERRENO

In base al catalogo del Rischio Sismico Nazionale, la **Magnitudo** di riferimento per un tempo di ritorno di 475 anni è pari a **5,0**. Il metodo di verifica adottato, accettato dall'ingegneria geotecnica, è quello basato su correlazioni di campagna tra misure in sito e valori critici dello sforzo ciclico di taglio.

Analisi della liquefazione da Prova DPSH-11 - Metodo I

Dati di riferimento per l'analisi:

Magnitudo: 5,0

Accelerazione: 0,085 g

Il valore della Domanda di Resistenza alla Liquefazione CSR è calcolata con l'equazione semi empirica proposta da Seed & Idriss (1971, 1997), il valore della Capacità di Resistenza alla Liquefazione CRR è calcolata secondo il metodo di Blake (1997).

Il fattore di scala della magnitudo applicato è calcolato secondo le raccomandazioni NCEER (1997) dalle equazioni di Idriss (1990) e di Andrus & Stokoe (2001).

Il valore del fattore scala è pari a: 3,320

I risultati delle elaborazioni sono esposti di seguito:

z	N	CF	N60cs	CSR	CRR	Fs
0,2	10	60	17	0,055	0,183	>2.0
0,4	16	60	24	0,055	0,267	>2.0
0,6	4	20	8	0,055	0,088	>2.0
0,8	4	20	8	0,055	0,088	>2.0
1,0	4	20	8	0,055	0,088	>2.0
1,2	4	20	8	0,055	0,088	>2.0
1,4	4	20	8	0,055	0,088	>2.0
1,6	4	20	8	0,055	0,088	>2.0

1,8	4	20	8	0,055	0,088	>2.0
2,0	4	20	8	0,055	0,088	>2.0
2,2	7	20	11	0,054	0,121	>2.0
2,4	15	20	20	0,054	0,213	>2.0
2,6	19	20	24	0,054	0,266	>2.0
2,8	18	20	23	0,054	0,252	>2.0
3,0	24	20	30	0,054	0,367	>2.0
3,2	33	20	39	0,054	1,072	>2.0

3,4	33	20	39	0,054	1,072	>2.0
3,6	37	20	44	0,054	2,000	>2.0
3,8	36	20	42	0,054	2,000	>2.0
4,0	38	20	45	0,054	2,000	>2.0
4,2	29	20	35	0,054	0,575	>2.0
4,4	54	20	62	0,054	2,000	>2.0
4,6	44	20	51	0,053	2,000	>2.0
4,8	31	20	37	0,053	0,748	>2.0
5,0	21	20	26	0,053	0,300	>2.0
5,2	26	20	32	0,053	0,427	>2.0
5,4	24	20	30	0,053	0,370	>2.0
5,6	14	20	19	0,053	0,201	>2.0
5,8	4	20	8	0,053	0,087	>2.0
6,0	3	20	7	0,053	0,077	>2.0
6,2	2	20	6	0,053	0,069	>2.0
6,4	4	20	8	0,053	0,086	>2.0
6,6	4	20	8	0,053	0,085	>2.0
6,8	3	20	7	0,052	0,075	>2.0
7,0	7	20	11	0,052	0,115	>2.0
7,2	5	20	9	0,052	0,093	>2.0
7,4	2	20	6	0,052	0,066	>2.0
7,6	1	20	5	0,052	0,059	>2.0
7,8	2	20	6	0,052	0,066	>2.0
8,0	3	20	7	0,052	0,073	>2.0
8,2	3	20	7	0,053	0,073	>2.0
8,4	3	20	7	0,053	0,073	>2.0
8,6	2	20	6	0,054	0,065	>2.0
8,8	2	20	6	0,054	0,065	>2.0
9,0	5	20	9	0,055	0,090	>2.0
9,2	29	20	35	0,056	0,526	>2.0
9,4	46	20	53	0,056	2,000	>2.0

Legenda

z = profondità(m)
N = Numero dei colpi riportato alla prova SPT
CF = contenuto di fini (%)
N60cs = Numero dei colpi corretto per i fini
CSR = Cyclic stress ratio (Domanda)
CRR = Cyclic resistance ratio (Capacità)
Fs = Fattore di sicurezza

La correzione per i fini viene fatta secondo Idriss & Seed (1997).

Come visibile i valori del coefficiente di sicurezza Fs ottenuti (sempre superiori a 1) escludono l'insorgenza di fenomeni di liquefacibilità dei terreni.

In particolare:

- Il cedimento in fase sismica viene calcolato dalle equazioni di Tokimatsu & Seed (1987) e risulta pari a circa: 0,10 cm.
- il cedimento post liquefazione dovuto alla dissipazione dell'eccesso di pressioni interstiziali viene calcolato dalle equazioni di Ishihara e Yosemine (1990) e risulta pari a circa 0,0 cm.

Il cedimento totale risultante in sisma è pertanto stimabile in circa 0,10 cm.

Analisi della liquefazione da prova Prova DPSH-11 - Metodo II

Dati di riferimento per l'analisi:

Magnitudo: 5,0

Accelerazione: 0,085 g

Il valore della Domanda di Resistenza alla Liquefazione CSR è calcolata con l'equazione semi empirica proposta da Seed & Idriss (1971, 1997), il valore della Capacità di Resistenza alla Liquefazione CRR è calcolata secondo il metodo di Juang, Chen, Jiang, Andrus (2000).

Il fattore di scala della magnitudo applicato è calcolato secondo le raccomandazioni NCEER (1997) dalle equazioni di Idriss (1990) e di Andrus & Stokoe (2001).

Il valore del fattore scala è pari a: 3,320

I risultati delle elaborazioni sono esposti di seguito:

z	N	CF	N60cs	CSR	CRR	Fs
0,2	10	60	17	0,055	0,209	>2.0
0,4	16	60	24	0,055	0,297	>2.0
0,6	4	20	8	0,055	0,112	>2.0
0,8	4	20	8	0,055	0,112	>2.0

1,0	4	20	8	0,055	0,112	>2.0
1,2	4	20	8	0,055	0,112	>2.0
1,4	4	20	8	0,055	0,112	>2.0
1,6	4	20	8	0,055	0,112	>2.0

1,8	4	20	8	0,055	0,112	>2.0
2,0	4	20	8	0,055	0,112	>2.0
2,2	7	20	11	0,054	0,145	>2.0
2,4	15	20	20	0,054	0,242	>2.0
2,6	19	20	24	0,054	0,296	>2.0
2,8	18	20	23	0,054	0,282	>2.0
3,0	24	20	30	0,054	0,382	>2.0
3,2	33	20	39	0,054	2,000	>2.0
3,4	33	20	39	0,054	2,000	>2.0
3,6	37	20	44	0,054	2,000	>2.0
3,8	36	20	42	0,054	2,000	>2.0
4,0	38	20	45	0,054	2,000	>2.0
4,2	29	20	35	0,054	0,753	>2.0
4,4	54	20	62	0,054	2,000	>2.0
4,6	44	20	51	0,053	2,000	>2.0
4,8	31	20	37	0,053	2,000	>2.0
5,0	21	20	26	0,053	0,327	>2.0
5,2	26	20	32	0,053	0,432	>2.0
5,4	24	20	30	0,053	0,385	>2.0
5,6	14	20	19	0,053	0,228	>2.0
5,8	4	20	8	0,053	0,111	>2.0
6,0	3	20	7	0,053	0,099	>2.0
6,2	2	20	6	0,053	0,088	>2.0
6,4	4	20	8	0,053	0,109	>2.0
6,6	4	20	8	0,053	0,108	>2.0
6,8	3	20	7	0,052	0,097	>2.0
7,0	7	20	11	0,052	0,139	>2.0
7,2	5	20	9	0,052	0,116	>2.0
7,4	2	20	6	0,052	0,085	>2.0
7,6	1	20	5	0,052	0,074	>2.0
7,8	2	20	6	0,052	0,084	>2.0
8,0	3	20	7	0,052	0,094	>2.0
8,2	3	20	7	0,053	0,093	>2.0
8,4	3	20	7	0,053	0,093	>2.0
8,6	2	20	6	0,054	0,083	>2.0
8,8	2	20	6	0,054	0,083	>2.0
9,0	5	20	9	0,055	0,113	>2.0

9,2	29	20	35	0,056	0,689	>2.0
9,4	46	20	53	0,056	2,000	>2.0

Legenda

z = profondità(m)

N = Numero dei colpi riportato alla prova SPT

CF = contenuto di fini (%)

N60cs = Numero dei colpi corretto per i fini

CSR = Cyclic stress ratio (Domanda)

CRR = Cyclic resistance ratio (Capacità)

Fs = Fattore di sicurezza

La correzione per i fini viene fatta secondo Idriss & Seed (1997).

Come visibile, anche in questo caso i valori del coefficiente di sicurezza Fs ottenuti (sempre superiori a 1) escludono l'insorgenza di fenomeni di liquefacibilità dei terreni.

In particolare:

- Il cedimento in fase sismica viene calcolato dalle equazioni di Tokimatsu & Seed (1987) e risulta pari a circa: 0,10 cm.
- il cedimento post liquefazione dovuto alla dissipazione dell'eccesso di pressioni interstiziali viene calcolato dalle equazioni di Ishihara e Yosemine (1990) e risulta pari a circa 0,0 cm.

Il cedimento totale risultante in sisma è pertanto stimabile in circa 0,10 cm.

3.5– MONITORAGGIO GEOTECNICO DELL'AREA DI INTERESSE: ANALISI DELL'ASSETTO GEOLOGICO-TECNICO SITO SPECIFICO

Verranno di seguito analizzati *singolarmente* i fattori di valutazione geologico-tecnici emersi dalla presente indagine.

3.5.1– VALUTAZIONI IN MERITO A FONDAZIONI DIRETTE

Modello Geologico-Tecnico di riferimento

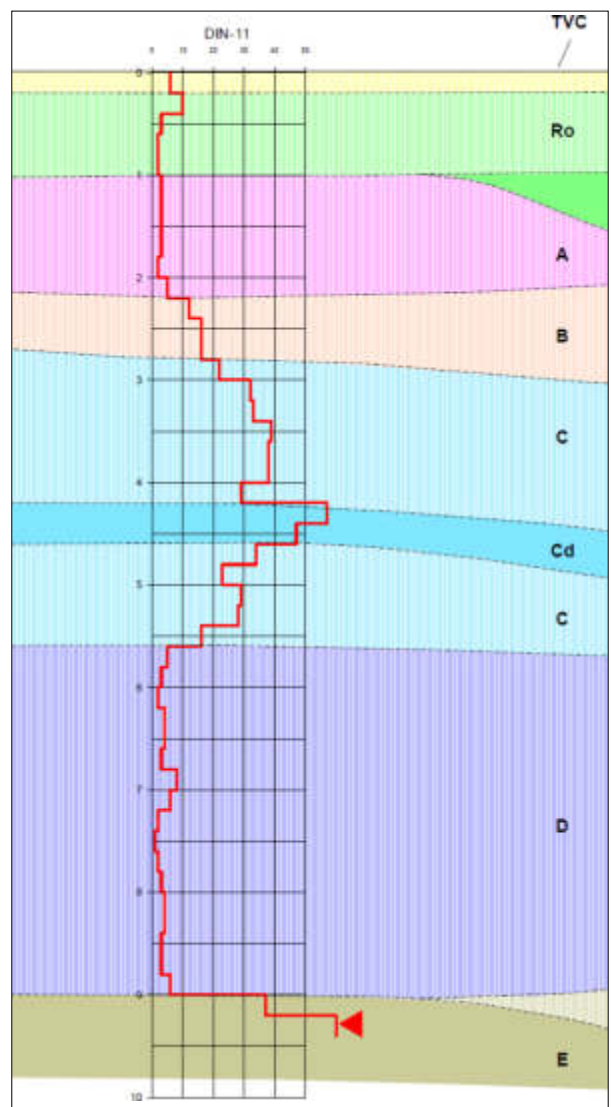
Le risultanze delle indagini condotte hanno permesso di individuare la presenza di terreni riporto (orizzonti geotecnici TVC, Ro) *poggianti* su depositi naturali con *pessime caratteristiche geotecniche* (orizzonte geotecnico A) sviluppati sino alla profondità di oltre 2 metri dall'attuale piano campagna.

Ad essi fanno seguito depositi con caratteristiche geotecniche da discrete a buone sviluppati sino alla massima profondità di 5,60 / 5,80 metri circa dal piano campagna attuale (orizzonti geotecnici B, C, Cd).

A profondità compresa tra 5,60 e 9,0 m circa si individuano terreni con mediocri /scadenti caratteri geotecnici a costituire l'orizzonte geotecnico D chiaramente individuato nelle verticali d'indagine 05-10-11-12.

A profondità superiore ai 9 metri vanno a svilupparsi terreni con caratteristiche geotecniche buone a densità elevata (terreni molto addensati) in cui hanno avuto termine le verticali d'indagine spintesi a maggiore profondità.

Da un punto di vista geotecnico *assume primaria importanza la presenza dello orizzonte geotecnico D*. In tal senso il modello geologico-tecnico di riferimento in precedenza descritto considera lo sviluppo geometrico dell'orizzonte D sopra indicato come esteso in modo continuativo nel primo sottosuolo del settore investigato nella sua interezza.



Classe categoriale dei terreni di fondazione

L'assetto delineato dal modello geologico-tecnico (v. paragrafo precedente) si riflette in modo chiaro sulla individuazione della classe categoriale di suolo da considerarsi ai fini antisismici progettuali. Come evidenziato nella trattazione della analisi sismica di secondo livello, le caratteristiche proprie relative all'orizzonte geotecnico D portano all'adozione della **classe categoriale di tipo D** come quella di riferimento progettuale in quanto classe di suolo progettuale in grado di far fronte agli effetti di amplificazione litologica indotti dall'assetto geologico e geologico- tecnico sito specifico.

Piano di posa fondazionale

La definizione del piano di posa fondazionale relative alle differenti opere edificatorie previste dovrà tenere in debita considerazione l'assetto geotecnico che contraddistingue il primissimo sottosuolo. In particolare si sottolinea come gli orizzonti TVC, Ro, A in precedenza definiti risultino costituiti da sedimenti con scadenti caratteristiche geotecniche ovvero non adatti all'accoglimento di soluzioni fondazionali di tipo diretto. Tale problematica potrà essere affrontata e risolta secondo due differenti criteri:

caso a - procedere all'approfondimento del piano di posa fondazionale sino al raggiungimento del tetto dell'orizzonte B/C contraddistinti da caratteristiche di densità idonee ai fini dell'accoglimento di strutture fondazionali dirette. Tale soluzione prevederà quindi l'attuazione di attività di scavo spinte ad una profondità media indicativa pari a circa 2,50 metri dall'attuale piano campagna. Il raggiungimento del tetto degli orizzonti granulari B/C dovrà essere scrupolosamente verificato sull'intera superficie d'intervento (fondo scavo) mediante accurata analisi geolitologica da parte di tecnici esperti;

caso b – l'adozione di soluzioni fondazionali dirette a piccola profondità (ovvero impostate a quote diverse da quella sopra indicata) presuppone l'attuazione preliminare di attività di miglioramento geotecnico a carico degli orizzonti geotecnici TVC, Ro, A finalizzate alla creazione di condizioni geotecniche conservative a favore di sicurezza per la posa fondazionale. Le attività di miglioramento geotecnico avranno come finalità l'incremento delle caratteristiche di densità e resistenza dei terreni di posa fondazionale andando ad interessare gli orizzonti superficiali sopra richiamati (TVC, Ro, A) in tutto il loro spessore; ovvero sino al raggiungimento del tetto degli strati B/C contraddistinti da idonee caratteristiche geotecniche. Le operazioni di miglioramento geotecnico dovranno essere espressamente previste all'interno del capitolato d'appalto in quanto essenziali per la realizzazione a regola d'arte delle opere fondazionali dirette in progetto.

Condizioni geotecniche sito specifico

Si sottolinea come le valutazioni geotecniche relative alla definizione dei caratteri di portanza dei terreni dovranno tenere in debita considerazione l'assetto geologico- tecnico individuato con particolare riferimento al contributo relativo all'orizzonte geotecnico D in precedenza più volte richiamato.

Tale contributo risulta infatti determinante in funzione delle condizioni di esercizio fondazionale in seguito al possibile sviluppo di fenomeni di cedimento (in termini totali e differenziali) all'interno delle future opere edificatorie. In tal senso dovranno essere attuate, oltre alle consuete valutazioni in condizioni di esercizio sia statico che dinamico, anche adeguate verifiche geotecniche volte alla delineazione delle possibili problematiche relative a possibili fenomeni di punzonamento delle future strutture fondazionali.

Interferenze Idrogeologiche

L'assetto idrogeologico relativo al settore territoriale d'interesse si caratterizza per soggiacenza della superficie piezometrica superiore a 30 m di profondità: viene pertanto ragionevolmente esclusa la possibilità di insorgenza di condizioni di interferenza idrogeologica tra future strutture edificatorie e primo complesso acquifero. Tuttavia dovrà essere posta particolare attenzione alla presenza di terreni a medio-bassa permeabilità a costituire i primitivi metri di sottosuolo al fine di evitare qualsivoglia problematica connessa a fenomeni di stagnazione al suolo delle acque meteoriche.

Condizioni di accantieramento

Nel caso progettuale considerato l'eventuale attuazione di interventi di bonifica geotecnica e/o di approfondimento del piano di posa fondazionale impone valutazioni pre-progettuali di accantieramento chiaramente a favore di sicurezza anche in virtù delle problematiche emerse nella modellizzazione geotecnica in precedenza descritta. Le caratteristiche geotecniche scadenti/pessime dei terreni costituenti il primo sottosuolo (orizzonti geotecnici TVC, Ro, A) unitamente alla necessità di garantire condizioni di accantieramento conservative a favore di sicurezza, dovranno indurre all'attuazione di adeguati interventi di messa in sicurezza dei futuri fronti di scavo secondo criteri tecnicamente validi ed economicamente vantaggiosi e proporzionati all'importanza delle opere previste.

Pertanto l'attuazione delle attività di scavo dovrà essere corredata da adeguati interventi di sbadacchiatura e/o di stabilizzazione dei fronti di scavo mediante messa in opera di strutture di contenimento laterale; questo al fine di garantire lo sviluppo organico delle attività progettuali in condizioni di lavoro di massima sicurezza per gli operatori.

Resta sottinteso come le soluzioni da adottare dovranno essere valutate e definite dal progettista incaricato unitamente al parere della D.L., con la finalità di *ottimizzare* le modalità e le tipologie degli interventi di stabilizzazione secondo criteri atti a garantire condizioni generali di massima sicurezza.

3.6.1

- VALUTAZIONI IN MERITO AD EVENTUALI INTERVENTI RILEVANTI

Nel caso si venissero a profilare interventi di una certa rilevanza edificatoria, ovvero contraddistinti da caratteristiche proprie e funzionalità tali da necessitare condizioni di esercizio fondazionale non ordinarie dovrà essere valutata l'opportunità di adottare soluzioni fondazionali che tengano in adeguata considerazione il modello geologico-tecnico in precedenza discusso.

Tali valutazioni assumono significato nel caso degli interventi di cui al **Settore A** – *Corpo Centrale Polifunzionale* ed al **Settore B** – *Nuove Coperture Campi da Tennis*.

Nel **Settore A** tali valutazioni si configurano nel caso di eventuali previsioni progettuali che considerino edifici multipiano in elevazione (con elevati carichi di esercizio) o edifici con interrati multipiano che vadano ad erodere, in termini di posa fondazionale, lo spessore dell'orizzonte portante B/C in precedenza descritto.

Nel **Settore B** tali valutazioni si configurano nel caso di tensiostrutture o coperture strutturali che impongono particolari condizioni di ancoraggio al suolo (carichi elevati concentrati con momenti altrettanto rilevanti).

In entrambi i casi sopra indicati dovrà essere attentamente valutata l'interazione struttura / terreno giungendo alla verifica mirata delle condizioni di esercizio con l'assetto geologico-tecnico individuato.

Pertanto in tutti gli ambiti progettuali in cui si evidenziassero condizioni di non compatibilità con l'assetto geotecnico individuato la soluzione consigliata è rappresentata quindi dall'adozione di **fondazioni indirette**, ossia la palificazione, in quanto chiaramente conservativa ai fini progettuali. In questo modo i carichi indotti dalla sovrastruttura verranno trasferiti in profondità in corrispondenza di orizzonti geotecnicamente adatti bypassando tutte le problematiche precedentemente accennate: in particolare:

- verranno risolte e superate le problematiche relative alle importanti operazioni di bonifica geotecnica del primo sottosuolo necessarie nel caso di adozione di fondazioni in appoggio diretto.
- Verranno superate le problematiche relative ai caratteri geotecnici di resistenza e compressibilità dei terreni costituenti il primo sottosuolo e l'orizzonte geotecnico D con particolare riferimento allo sviluppo di non sottovalutabili fenomeni di cedimento sia nel caso di *condizioni statiche* che in *condizioni dinamiche (in sisma)* che potrebbero interessare la futura struttura.
- Si attueranno interventi tecnicamente validi ed economicamente vantaggiosi se rapportati al contesto specifico rispetto a soluzioni fondazionali in appoggio diretto ed agli interventi di bonifica ad esse connessi.

-
- Si otterrà il netto abbattimento dei rischi progettuali intrinseci rispetto a fondazioni dirette raggiungendo condizioni generali di rischio progettuale chiaramente conservativi a favore di sicurezza rispetto a fondazioni dirette soprattutto nell'ipotesi di carichi di tipo dinamico (in sisma).

Il piano d'imposta dei bulbi dei pali viene indicato in corrispondenza dell' **orizzonte geologico-tecnico E**, contraddistinto da idonee caratteristiche geotecniche e chiaramente individuato nelle verticali di prova spintesi a maggiore profondità.

La variabilità laterale di profondità del tetto di tale orizzonte potrebbe condizionare la lunghezza delle palificate determinando un aumento e/o riduzione anche considerevole a livello locale delle palificate medesime. Per tale motivazione si raccomanda l'esecuzione dei necessari tests preliminari mediante pali di prova adottando i corretti rapporti geometrici e dimensionali delle palificate medesime.

La stima del valore di portanza del palo singolo verrà attuata dall'impresa esecutrice delle opere fondazionali mediante verifiche dirette in sito della portanza medesima mediante pali di prova.

Pertanto il dimensionamento, la portanza effettiva delle palificate, la valutazione della reale distribuzione dei carichi e dei momenti e l'efficienza del gruppo di pali verrà stabilita concordemente all'impresa esecutrice delle opere fondazionali in relazione alla tipologia specifica di palo adottata.

La tipologia di fondazione indiretta da adottare dovrà ovviamente possedere le caratteristiche tecniche di messa in opera tali da garantire il mantenimento conservativo delle strutture edificatorie preesistenti situate a breve distanza dalle aree di intervento evitando in tal modo disturbi o lesionamenti sia pure di piccola entità.

CONCLUSIONI

Il presente lavoro, commissionato dal **Comune di Bovisio Masciago** è consistito nell'attuazione di una serie attività di monitoraggio geotecnico finalizzate alla definizione dell'assetto geologico-tecnico del primo sottosuolo del settore di interesse progettuale - rappresentato dal Centro Sportivo Comunale "Franco Giorgetti" di Bovisio Masciago (MI) - dove sono previsti interventi di rigenerazione ed efficientamento energetico delle strutture edificatorie attualmente esistenti.

Le aree oggetto di interesse sono catastalmente identificate al **Foglio 14 – Mappali 1, 19 e 49** del comune censuario di Bovisio Masciago medesimo.

Geologia di superficie: l'area d'interesse progettuale si sviluppa sul Supersintema di Besnate - Unità di Guanzate (BEZ) litologicamente costituita da depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie massive e localmente isorientate a supporto di matrice con circa il 50% dei clasti alterati e locali coperture loessiche 10 YR e 7,5 YR (CARG – Foglio 096 Seregno)

Altresì la componente geologica alle azioni di piano PGT comunale attribuisce l'area di interesse ai Depositi fluvioglaciali e fluviali (wurm) litologicamente rappresentati da ghiaie e sabbie.

Geomorfologia: L' area di interesse si ubica ad una quota topografica pari a circa 193 m sul livello del mare attuale.

Condizioni idrogeologiche: nell'area di specifico *il primo complesso acquifero presenta una quota prossima a 155 m s.l.m.*, corrispondente ad una soggiacenza pari a 37 m circa di profondità dal piano campagna attuale

Storia sismica: la recente D.G.R. n. X/2129 dell' 11 luglio 2014 – “Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)” ha ridefinito la classificazione sismica del territorio Lombardo sia in termini di classe sismica di appartenenza, sia in termini di accelerazione massima attesa: in tale ambito il territorio di Bovisio Masciago permane in zona sismica 4.

Carta della Pericolosità sismica locale – PSL: l'area di interesse viene identificato come appartenente allo scenario di pericolosità sismica classe **Z4a** : “zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali che potrebbe comportare delle amplificazioni litologiche”

Carta dei Vincoli: l'area di interesse risulta priva di vincoli di ordine geologico ed idrogeologico

Carta di Sintesi: l'area di interesse in un contesto caratterizzato da vulnerabilità idrogeologica – area a vulnerabilità della falda medio-elevata.

Carta di Fattibilità Geologica: l'area di interesse viene classificata come appartenente alla classe di fattibilità 2.

Caratterizzazione geotecnica (Elaborato R2)

Sono state attuate indagini geologico-tecniche in sito finalizzate al monitoraggio dell'assetto geotecnico del primo sottosuolo del settore di specifico interesse: in particolare sono state realizzate n° 12 verticali penetrometriche D.P.S.H., completate dall'attuazione di n°02 prospezioni sismiche M.A.S.W..

Modello Geologico-tecnico del primo sottouolo

La struttura del sottosuolo si caratterizza per il seguente modello geologico-tecnico:

Orizzonte TVC : terreni di vegeto coltivo costituiti da limi sabbiosi di colore bruno intenso localmente frammisti a materiali eterogenei. Lo spessore dell'orizzonte è stato valutato pari a 0.2-0.3 m circa a seconda della verticale considerata. Depositi a presumibile notevole grado di rimaneggiamento non definibili da un punto di vista geotecnico.

Orizzonte Ro : presumibili terreni di riporto costituiti da ghiaia di varia pezzatura frammisti a frammenti di laterizi e brecce cementizie. Lo spessore dell'orizzonte varia sensibilmente a seconda della verticale considerata da un minimo di 0.4-0.6 m circa ad un massimo di 1.2 m circa (prova 12) sviluppandosi sino alla massima profondità compresa tra 0.6-0.8 a 1.0 m dall'attuale piano campagna. Solo nella verticale 12 viene stimato un approfondimento a 1.4 m circa dall'attuale piano campagna. Fa eccezione anche la verticale n. 10 dove a profondità compresa tra 1.0 e 2.0 m si rinvencono depositi a densità nettamente superiore (*sub-orizzonte Rod*) interpretabili come terreni di riporto grossolani sviluppato sino alla profondità di 2.0 m dall'attuale piano campagna.

Orizzonte A : presumibili terreni naturali con grado di rimaneggiamento più o meno evidente costituiti da sabbie limose localmente passanti a limi sabbiosi inglobanti ghiaia di varia pezzatura dispersa nella matrice. Lo spessore dell'orizzonte varia da un minimo di 0.6 a un massimo di 1.6 m circa (verticale 04) sviluppandosi sino alla massima profondità compresa tra 1.4 e 2.6 m circa a seconda della verticale considerata. Solo in corrispondenza della verticale 08 si osserva l'estinzione laterale di questo orizzonte. Terreni da sciolti a molto sciolti con pessimi caratteri geotecnici.

Orizzonte B : presumibili depositi granulari costituiti da ghiaia di varia pezzatura in abbondante matrice sabbiosa da pulita a debolmente limosa. Lo spessore dell'orizzonte varia da un minimo di 0.4 a un massimo di 1.2 m circa sviluppandosi sino alla massima profondità compresa tra 2.2 e 2.6 m a seconda della verticale considerata. Si tratta di un orizzonte transazionale verso il sottostante orizzonte C. Fa eccezione la prova n 07 in cui tale orizzonte viene contraddistinto da grado di densità inferiore rispetto alla media di strato sviluppandosi nell'intervallo di profondità compreso tra 2.6 e 3.4 m dall'attuale piano campagna : in tale ambito alla luce anche dello sviluppo geometrico degli orizzonti sovrastanti si possono ragionevolmente ipotizzare importanti fenomeni di rimaneggiamento sino a quella quota . Depositi mediamente addensati, localmente sciolti con mediocri caratteri geotecnici.

Orizzonte C : presumibili depositi granulari costituiti da ghiaia di varia pezzatura in subordinata matrice sabbiosa da pulita a debolmente limosa a supporto clastico prevalente. Si tratta di depositi in prevalenza mediamente addensati, localmente interessati da intercalazioni ad elevato grado di densità (sub-orizzonte Cd) contraddistinte da densità nettamente superiori alla media di strato ed in grado di indurre condizioni limite di rifiuto strumentale: infatti all' interno di questo sub- orizzonte sono terminate per rifiuto all'avanzamento, le verticali di prova 01-02-03- 04-06-07-08 e 09).

Lo spessore dell'orizzonte nel suo complesso è stato valutato, solo in corrispondenza delle verticali di prova 05, 10, 11 e 12, compreso tra 2.8 e 3.6 m sviluppandosi sino alla massima profondità compresa tra 5.6-5.8 m circa dall'attuale piano campagna. Depositati da mediamente addensati ad addensati con discreti / buoni caratteri geotecnici.

Orizzonte D : presumibili depositi da granulati a pseudo-granulari costituiti da sabbie limose localmente passanti a limi molto sabbiosi inglobanti subordinate frazioni ghiaiose di varia pezzatura. Si distingue dall'orizzonte sovrastante (orizzonte C) per il drastico e repentino abbassamento del grado di densità. Questo orizzonte è stato individuato nelle verticali 05, 10, 11 e 12 assumendo spessore compreso tra 3.0 e 3.4 m e massimo sviluppo in profondità pari a 9.0 m circa dall'attuale piano campagna. Depositati da sciolti a molto sciolti con scadenti caratteri geotecnici.

Orizzonte E : presumibili depositi granulari costituiti da ghiaia di varia pezzatura in subordinata frazione sabbiosa da pulita a debolmente limosa a supporto clastico prevalente. Si tratta di depositi da addensati a molto addensati, solo localmente mediamente addensati (sub-orizzonte Em – Prova 10) con buoni caratteri geotecnici. All'interno di questo orizzonte sono terminate per raggiungimento di condizioni limite di rifiuto strumentale, le verticali di prova spintesi alla maggiore profondità di investigazione (Prove 05-10-11-12).

Il modello geologico-tecnico sopra descritto assume significato geotecnico per l' interno settore di interesse progettuale considerando lo sviluppo geometrico dell'orizzonte D sopra indicato come esteso in modo continuativo all'interno del settore investigato nella sua interezza.

Per una migliore comprensione del modello geologico-tecnico sopra descritto sono state realizzate n. 04 sezioni geotecniche interpretative sviluppate attraverso le verticali penetrometriche eseguite (v. **Allegato n. 03**).

VALUTAZIONE GEOTECNICHE IN MERITO A FONDAZIONI DI TIPO DIRETTO

Caratterizzazione categoriale del suolo di fondazione

La categorizzazione sismica del primo sottosuolo ha portato ad individuare la classe categoriale D come quella rappresentativa ai fini progettuali.

Verifica della propensione al fenomeno della liquefazione

In base al catalogo del Rischio Sismico Nazionale, la *Magnitudo di riferimento per un tempo di ritorno di 475 anni è pari a 5.0*. Il metodo di verifica adottato, accettato dall'ingegneria geotecnica, è quello basato su correlazioni di campagna tra misure in sito e valori critici dello sforzo ciclico di taglio. Come visibile i valori del coefficiente di sicurezza F_s ottenuti nelle verifiche condotte (sempre superiori a 1) escludono l'insorgenza di fenomeni di liquefacibilità dei terreni all'interno dell'ambito di interesse investigato.

Piano di posa fondazionale

La definizione del piano di posa fondazionale relative alle differenti opere edificatorie previste dovrà tenere in debita considerazione l'assetto geotecnico che contraddistingue il primissimo sottosuolo. In particolare si sottolinea come gli orizzonti TVC, Ro, A in precedenza definiti risultino costituiti da sedimenti con scadenti caratteristiche geotecniche ovvero non adatti all'accoglimento di soluzioni fondazionali di tipo diretto. Tale problematica potrà essere affrontata e risolta secondo due differenti criteri:

caso a - procedere all'approfondimento del piano di posa fondazionale sino al raggiungimento del tetto dell'orizzonte B/C contraddistinti da caratteristiche di densità idonee ai fini dell'accoglimento di strutture fondazionali dirette. Tale soluzione prevederà quindi l'attuazione di attività di scavo spinte ad una profondità indicativa di 2,50 metri circa dall'attuale piano campagna. Il raggiungimento del tetto degli orizzonti granulari B/C dovrà essere scrupolosamente verificata sull'intera superficie d'intervento mediante accurata analisi geolitologica da parte di tecnici esperti;

caso b – l'adozione di soluzioni fondazionali dirette a piccola profondità (ovvero impostate a quote diverse da quella sopra indicata) presuppone l'attuazione preliminare di attività di miglioramento geotecnico a carico degli orizzonti geotecnici TVC, Ro, A finalizzate alla creazione di condizioni geotecniche conservative a favore di sicurezza per la posa fondazionale. Le attività di miglioramento geotecnico avranno come finalità l'incremento delle caratteristiche di densità e resistenza dei terreni di posa fondazionale e dovranno pertanto interessare gli orizzonti superficiali sopra richiamati in tutto il loro spessore (TVC, Ro, A); ovvero sino al raggiungimento del tetto degli strati B/C contraddistinti da idonee caratteristiche geotecniche. Le operazioni di miglioramento geotecnico dovranno essere espressamente previste all'interno del capitolato d'appalto in quanto essenziali per la realizzazione a regola d'arte delle opere fondazionali dirette in progetto.

Condizioni geotecniche sito specifico

Si sottolinea come le valutazioni geotecniche relative alla definizione dei caratteri di portanza dei terreni dovranno tenere in debita considerazione l'assetto geologico- tecnico individuato con particolare riferimento al contributo relativo all'orizzonte geotecnico D in precedenza più volte richiamato.

Tale contributo risulta infatti determinante in funzione delle condizioni di esercizio fondazionale in seguito al possibile sviluppo di fenomeni di cedimento (in termini totali e differenziali) all'interno delle future opere edificatorie. In tal senso dovranno essere attuate, oltre alle consuete valutazioni in condizioni di esercizio statico e dinamico, anche adeguate verifiche geotecniche volte alla delineazione delle possibili problematiche derivanti da fenomeni di punzonamento a carico delle future strutture fondazionali.

Interferenze idrogeologiche

L'assetto idrogeologico relativo al settore territoriale d'interesse si caratterizza per soggiacenza della superficie piezometrica superiore a 30 m di profondità: viene pertanto ragionevolmente esclusa la possibilità di insorgenza di condizioni di interferenza idrogeologica tra future strutture edificatorie e primo complesso acquifero. Tuttavia dovrà essere posta particolare attenzione alla presenza di terreno a medio-bassa permeabilità a costituire i primissimi metri di sottosuolo al fine di ovviare qualsivoglia problematica connessa a fenomeni di stagnazione al suolo delle acque meteoriche.

Condizioni di accantieramento

Nel caso progettuale considerato l'eventuale attuazione di interventi di bonifica geotecnica e/o di approfondimento del piano di posa fondazionale impone valutazioni pre-progettuali di accantieramento chiaramente a favore di sicurezza anche in virtù delle problematiche emerse nella modellizzazione geotecnica in precedenza attuata. Le caratteristiche geotecniche scadenti/pessime dei terreni costituenti il primo sottosuolo (orizzonti geotecnici TVC, Ro, A) unitamente alla necessità di garantire condizioni di accantieramento conservative a favore di sicurezza, dovranno indurre all'attuazione di adeguati interventi di messa in sicurezza dei futuri fronti di scavo secondo criteri tecnicamente validi ed economicamente vantaggiosi proporzionati all'importanza della opere previste.

Pertanto l'attuazione delle attività di scavo dovrà essere corredata da adeguati interventi di sbadacchiatura e/o di stabilizzazione dei fronti di scavo mediante messa in opera di strutture di contenimento laterale; questo al fine di garantire lo sviluppo organico delle attività progettuali e condizioni di lavoro di massima sicurezza per gli operatori.

Resta sottinteso come le soluzioni da adottare dovranno essere valutate e definite dal progettista incaricato unitamente al parere della D.L., con la finalità di *ottimizzare* le modalità e le tipologie degli interventi di stabilizzazione secondo criteri atti a garantire condizioni generali di massima sicurezza.

VALUTAZIONI IN MERITO AD EVENTUALI INTERVENTI EDIFICATORI RILEVANTI

Nel caso si venissero a profilare interventi di una certa rilevanza edificatoria, ovvero contraddistinti da caratteristiche proprie e funzionalità tali da necessitare condizioni di esercizio fondazionale non ordinarie dovrà essere valutata l'opportunità di adottare soluzioni progettuali che tengano in adeguata considerazione il modello geologico-tecnico in precedenza discusso.

Tali valutazioni assumono significato nel caso di interventi di cui al **Settore A** – ***Corpo Centrale Polifunzionale*** ed al **Settore B** – ***Nuove Coperture Campi da Tennis***.

Nel **Settore A** tali valutazioni si configurano nel caso di eventuali previsioni progettuali che considerino edifici multipiano in elevazione (con elevati carichi di esercizio) o edifici con interrati multipiano che vadano ad erodere, in termini di posa fondazionale, lo spessore dell'orizzonte portante B/C in precedenza descritto.

Nel **Settore B** tali valutazioni si configurano nel caso di tensiostrutture o coperture strutturali che impongono particolari condizioni di ancoraggio al suolo (carichi elevati concentrati con momenti altrettanto rilevanti).

In entrambi i casi sopra indicati dovrà essere attentamente valutata l'interazione struttura / terreno giungendo alla verifica mirata delle condizioni di esercizio con l'assetto geologico-tecnico individuato.

Pertanto in tutti gli ambiti progettuali in cui si evidenziassero condizioni di non compatibilità con l'assetto geotecnico individuato la soluzione consigliata è rappresentata quindi dall'adozione di **fondazioni indirette**, ossia la palificazione, in quanto chiaramente conservativa ai fini progettuali. In questo modo i carichi indotti dalla sovrastruttura verranno trasferiti in profondità in corrispondenza di orizzonti geotecnicamente adatti bypassando tutte le problematiche precedentemente accennate: in particolare:

- verranno risolte e superate le problematiche relative alle importanti operazioni di bonifica geotecnica del primo sottosuolo necessarie nel caso di adozione di fondazioni in appoggio diretto.
- Verranno superate le problematiche relative ai caratteri geotecnici di resistenza e compressibilità dei terreni costituenti il primo sottosuolo e l'orizzonte geotecnico D con particolare riferimento allo sviluppo di non sottovalutabili fenomeni di cedimento sia nel caso di *condizioni statiche* che in *condizioni dinamiche (in sisma)* che potrebbero interessare la futura struttura.
- Si attueranno interventi tecnicamente validi ed economicamente vantaggiosi se rapportati al contesto specifico rispetto a soluzioni fondazionali in appoggio diretto ed agli interventi di bonifica ad esse connessi.
- Si otterrà il netto abbattimento dei rischi progettuali intrinseci rispetto a fondazioni dirette raggiungendo condizioni generali di rischio progettuale chiaramente conservativi a favore di sicurezza rispetto a fondazioni dirette soprattutto nell'ipotesi di carichi di tipo dinamico (in sisma).

Il piano d'imposta dei bulbi dei pali viene indicato in corrispondenza dell'**orizzonte geologico-tecnico E**, contraddistinto da idonee caratteristiche geotecniche e chiaramente individuato nelle verticali di prova condotte.

La variabilità laterale di profondità del tetto di tale orizzonte potrebbe condizionare la lunghezza delle palificate determinando un aumento e/o riduzione anche considerevole a livello locale delle palificate medesime. Per tale motivazione si raccomanda l'esecuzione dei necessari tests preliminari mediante pali di prova adottando i corretti rapporti geometrici e dimensionali delle palificate medesime.

La stima del valore di portanza del palo singolo verrà attuata dall'impresa esecutrice delle opere fondazionali mediante verifiche dirette in sito della portanza medesima mediante pali di prova.

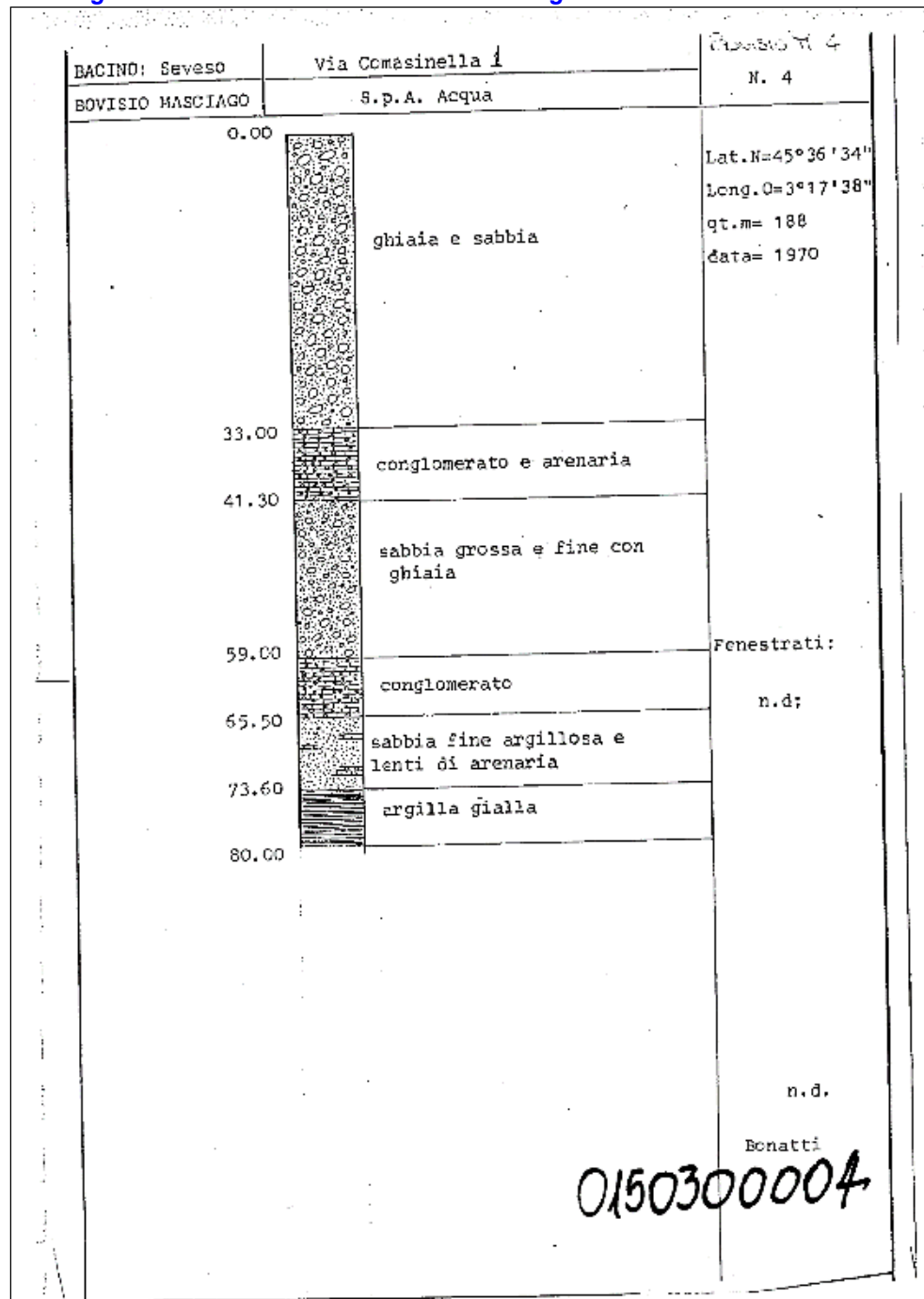
Pertanto il dimensionamento, la portanza effettiva delle palificate, la valutazione della reale distribuzione dei carichi e dei momenti e l'efficienza del gruppo di pali verrà stabilita concordemente all'impresa esecutrice delle opere fondazionali in relazione alla tipologia specifica di palo adottata.

La tipologia di fondazione indiretta da adottare dovrà ovviamente possedere le caratteristiche tecniche di messa in opera tali da garantire il mantenimento conservativo delle strutture edificatorie preesistenti situate a breve distanza dalle aree di intervento evitando in tal modo disturbi o lesionamenti sia pure di piccola entità.

ALLEGATO N.01

**DATI STRATIGRAFICI E
GEOLITOLOGICI POZZI
ESISTENTI NELL'INTORNO
DELL'AREA D'INTERESSE**

Stratigrafia Pozzo : Comune Bovisio Masciago - Pozzo 04



Stratigrafia Pozzo : Comune Bovisio Masciago - Pozzo 19

Pozzo MI 45

(19)

~~45~~ ~~IV NE~~

Località: Bovisio - via Comasinella 1 - Centrale del Latte
Ditta: Angelo Panelli S.p.A. - Alessandria
Data: 20 marzo 1957

Stratigrafia:

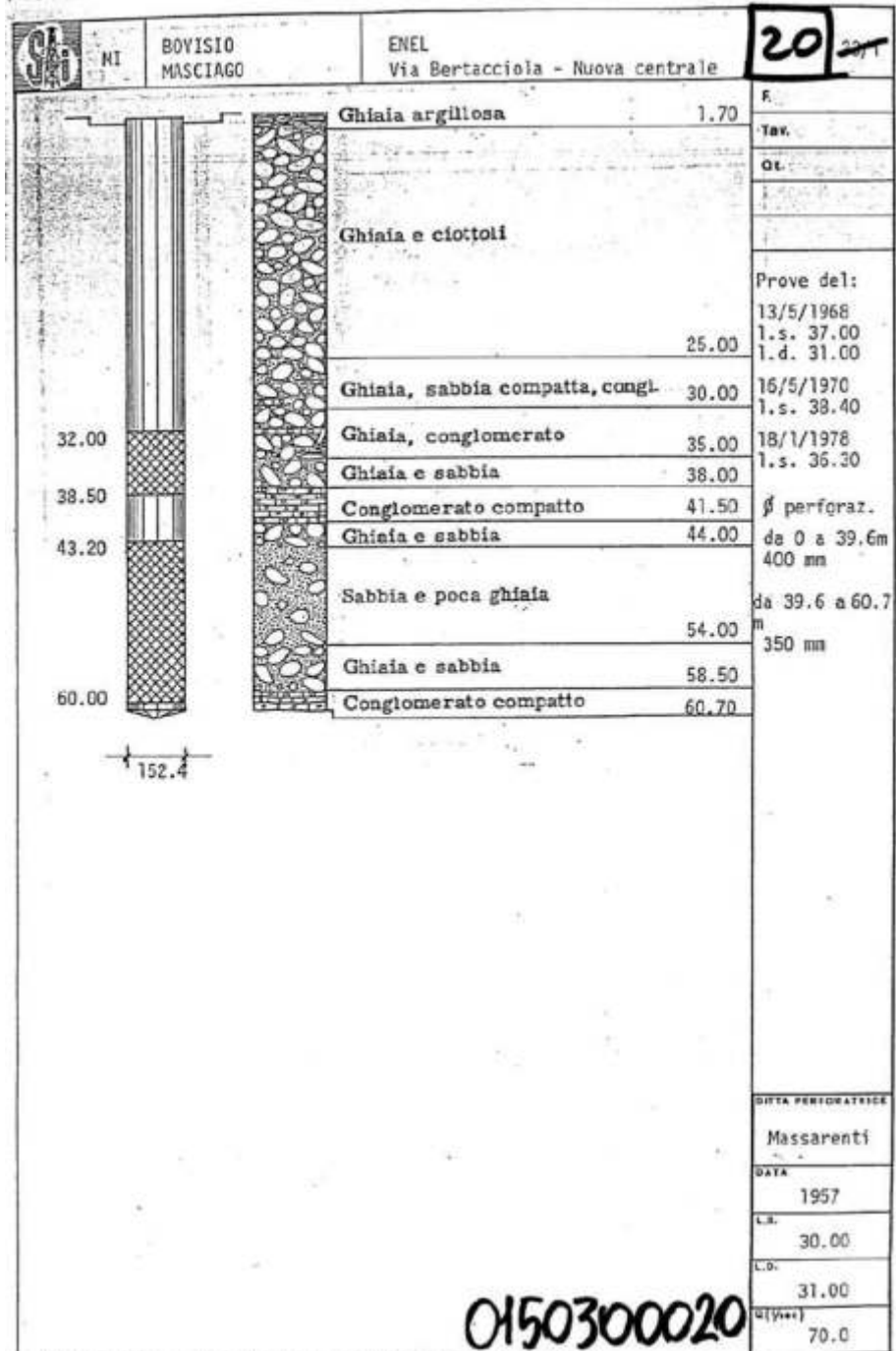
0,00 — 5,80	m. Ghiaia con argilla
5,80 — 22,00	Argilla con sabbia e qualche ciottolo
22,00 — 28,50	Ghiaia e sabbia compatta
28,50 — 32,70	Ghiaia e sabbia
32,70 — 38,00	Conglomerato duro
38,00 — 40,00	Sabbia fine
40,00 — 44,20	Sabbia e ghiaia

quota 186

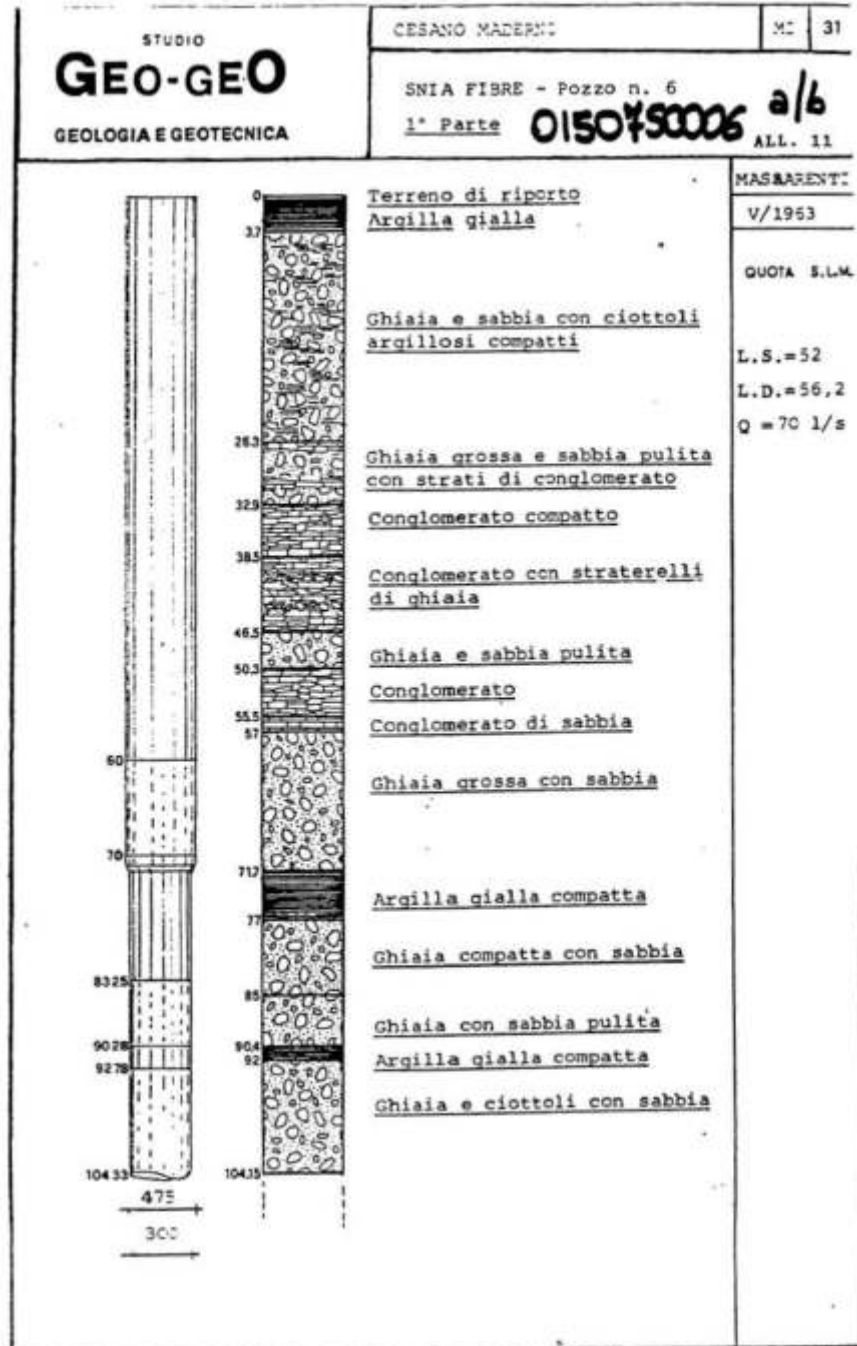
Livello statico: m 25,00
Livello dinamico: m 26,00
Portata: l/s 8

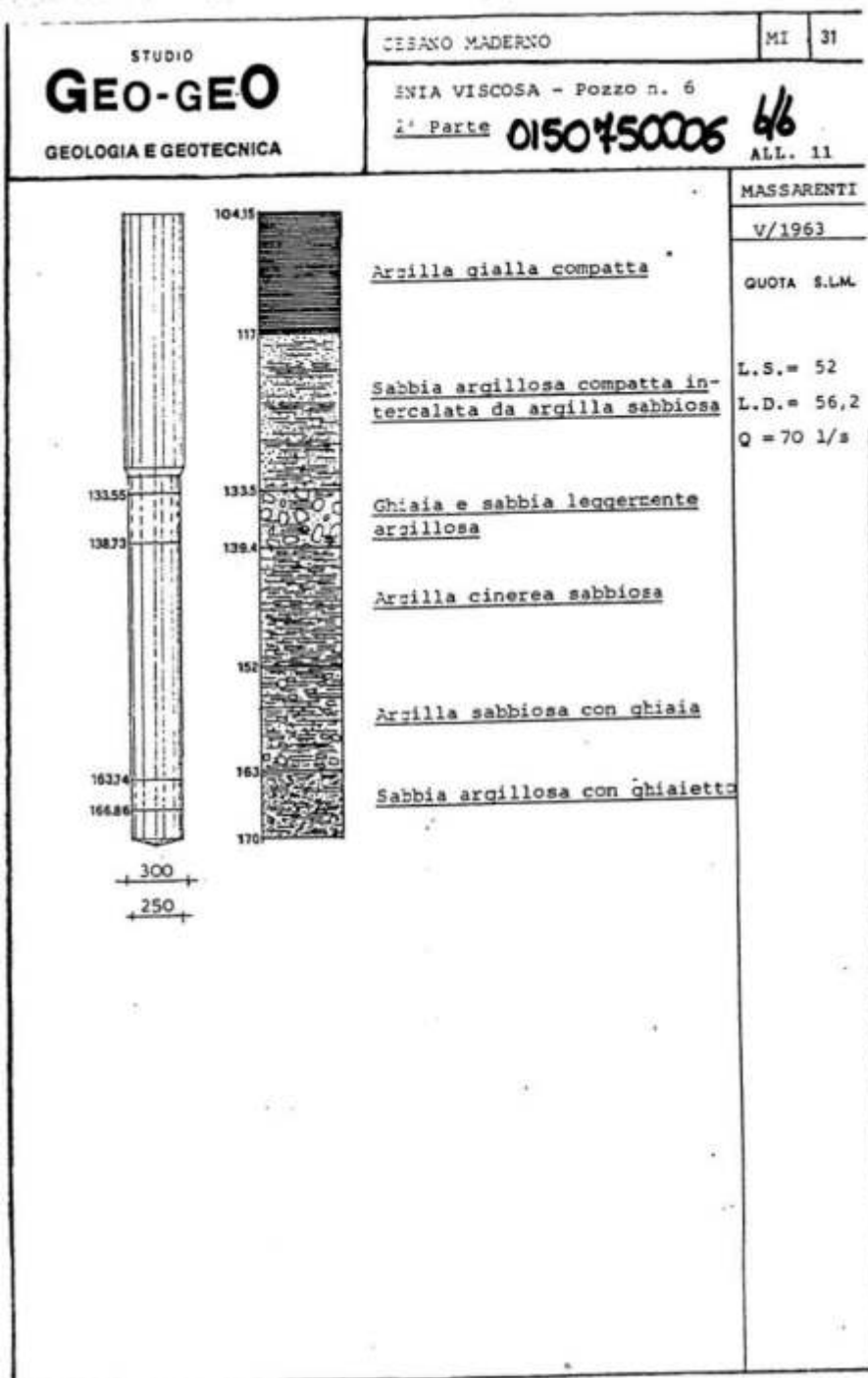
0150300019

Stratigrafia Pozzo : Comune Bovisio Masciago - Pozzo 20

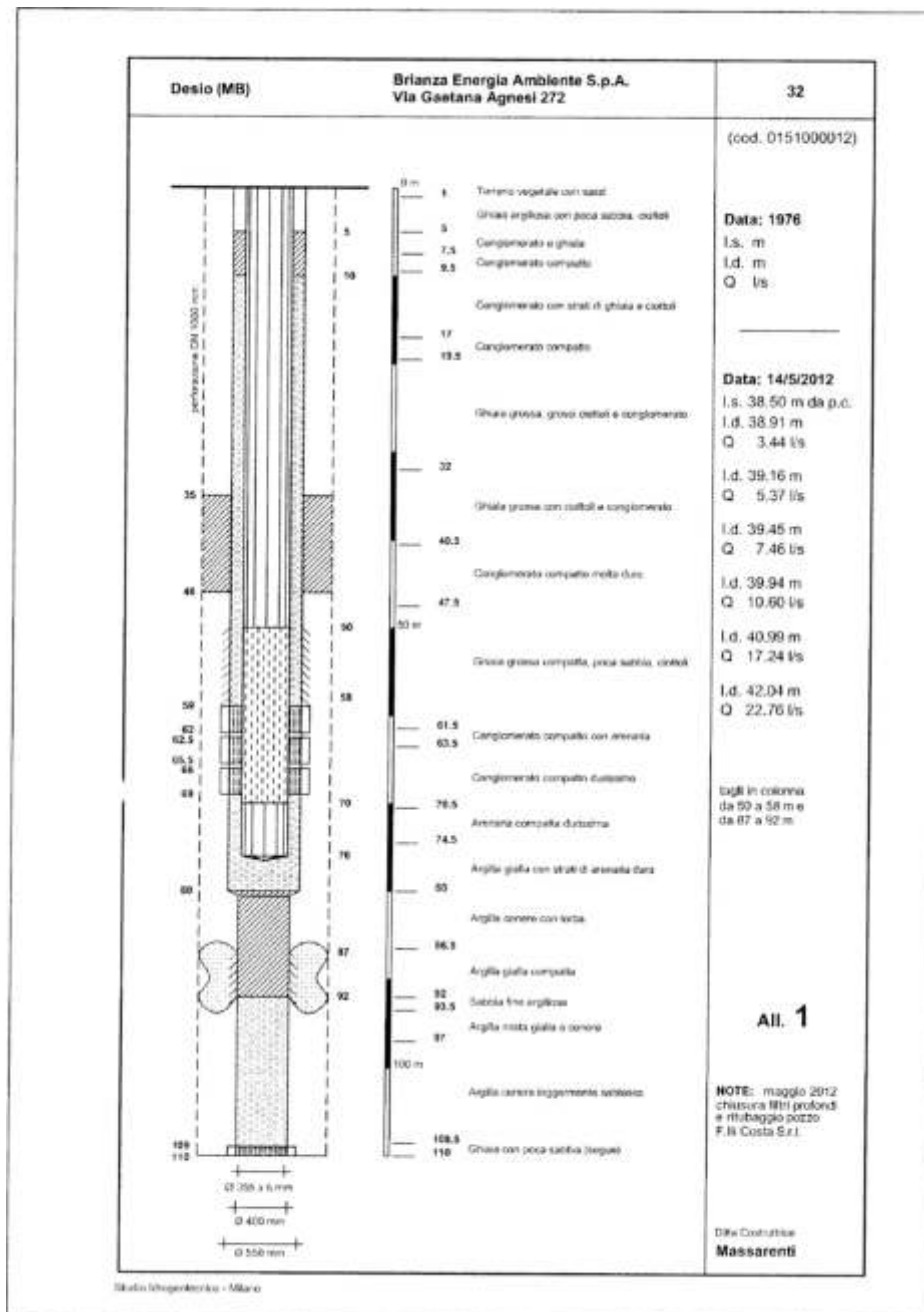


Stratigrafia Pozzo : Comune Cesano Maderno - Pozzo 06





Stratigrafia Pozzo : Comune Desio - Pozzo 12



ALLEGATO N.02

CERTIFICATI PROVE PENETROMETRICHE DPSH

IPOGEO Studio Geologico

Dr. Geol. Fausto A. Crippa

Riferimento: 01-23

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : DPSH (S. Heavy)

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla riferimento	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

CARATTERISTICHE TECNICHE : DPSH (S. Heavy)

PESO MASSA BATTENTE	M = 63,50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 30,00 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 50,50 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,00 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 90^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 8,00 kg
PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA	P1 = 0,80 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,20$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(20) \Rightarrow Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	SI
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A δ) = 11,91 kg/cm ² (prova SPT : Qspt = 7,83 kg/cm ²)
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,521$ (teoricamente : Nspt = β_t N)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]

e = infissione per colpo = δ / N

M = peso massa battente (altezza caduta H)

P = peso totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm ² = 0.098067 MPa \approx 0,1 MPa
1 MPa = 1 MN/m ² = 10.197 kg/cm ²
1 bar = 1.0197 kg/cm ² = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

IPOGEO Studio Geologico

Dr. Geol. Fausto A. Crippa

Riferimento: 01-23

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**
DIN 1

- committente : Comune di BOVISIO MASCIAGO
- lavoro : RISTRUTTURAZIONE CAMPO SPORTIVO
- località : Via EUROPA - Campo Sportivo Comunale
- note : Prova terminata per rifiuto all'avanzamento

- data : 04/01/2023
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	3	22,3	1	2,60 - 2,80	25	160,9	3
0,20 - 0,40	2	14,9	1	2,80 - 3,00	31	186,8	4
0,40 - 0,60	1	7,4	1	3,00 - 3,20	31	186,8	4
0,60 - 0,80	1	7,4	1	3,20 - 3,40	35	210,8	4
0,80 - 1,00	2	13,8	2	3,40 - 3,60	30	180,7	4
1,00 - 1,20	3	20,7	2	3,60 - 3,80	25	150,6	4
1,20 - 1,40	5	34,5	2	3,80 - 4,00	31	175,6	5
1,40 - 1,60	4	27,6	2	4,00 - 4,20	54	305,8	5
1,60 - 1,80	4	27,6	2	4,20 - 4,40	49	277,5	5
1,80 - 2,00	3	19,3	3	4,40 - 4,60	62	351,1	5
2,00 - 2,20	12	77,2	3	4,60 - 4,80	48	271,8	5
2,20 - 2,40	35	225,2	3	4,80 - 5,00	60	320,6	6
2,40 - 2,60	30	193,0	3				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,00 cm²** - D (diam. punta)= **50,50 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20 \text{ cm}$]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

IPOGEO Studio Geologico - Via G. Gottardo, 71 - 20052 MONZA (MI) - Tel / Fax 039 - 36.70.94

IPOGEO Studio Geologico

Dr. Geol. Fausto A. Crippa

Riferimento: 01-23

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**
DIN 2

- committente :	Comune di BOVISIO MASCIAGO	- data :	04/01/2023
- lavoro :	RISTRUTTURAZIONE CAMPO SPORTIVO	- quota inizio :	Piano campagna
- località :	Via EUROPA - Campo Sportivo Comunale	- prof. falda :	Falda non rilevata
- note :	Prova terminata per rifiuto all'avanzamento	- pagina :	1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	3	22,3	1	2,80 - 3,00	11	66,3	4
0,20 - 0,40	12	89,4	1	3,00 - 3,20	25	150,6	4
0,40 - 0,60	11	81,9	1	3,20 - 3,40	33	198,8	4
0,60 - 0,80	8	59,6	1	3,40 - 3,60	45	271,1	4
0,80 - 1,00	4	27,6	2	3,60 - 3,80	34	204,8	4
1,00 - 1,20	3	20,7	2	3,80 - 4,00	35	198,2	5
1,20 - 1,40	3	20,7	2	4,00 - 4,20	33	186,9	5
1,40 - 1,60	2	13,8	2	4,20 - 4,40	30	169,9	5
1,60 - 1,80	2	13,8	2	4,40 - 4,60	32	181,2	5
1,80 - 2,00	1	6,4	3	4,60 - 4,80	40	226,5	5
2,00 - 2,20	6	38,6	3	4,80 - 5,00	53	283,2	6
2,20 - 2,40	2	12,9	3	5,00 - 5,20	48	256,5	6
2,40 - 2,60	3	19,3	3	5,20 - 5,40	60	320,6	6
2,60 - 2,80	8	51,5	3				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,00 cm²** - D(diam. punta)= **50,50 mm**

- Numero Colpi Punta N = **N(20)** [$\delta = 20$ cm]

- Uso rivestimento / lanchi iniezione : **SI**

IPOGEO Studio Geologico - Via S. Gottardo, 71 - 20052 MONZA (MI) - Tel / Fax 039 - 36.70.94

IPOGEO Studio Geologico

Dr. Geol. Fausto A. Crippa

Riferimento: 01-23

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**
DIN 3

- committente : Comune di BOVISIO MASCIAGO
- lavoro : RISTRUTTURAZIONE CAMPO SPORTIVO
- località : Via EUROPA - Campo Sportivo Comunale
- note : Prova terminata per rifiuto all'avanzamento

- data : 04/01/2023
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	2	14,9	1	2,40 - 2,60	13	83,6	3
0,20 - 0,40	8	59,6	1	2,60 - 2,80	15	96,5	3
0,40 - 0,60	5	37,2	1	2,80 - 3,00	14	84,3	4
0,60 - 0,80	2	14,9	1	3,00 - 3,20	17	102,4	4
0,80 - 1,00	1	6,9	2	3,20 - 3,40	21	126,5	4
1,00 - 1,20	2	13,8	2	3,40 - 3,60	44	265,1	4
1,20 - 1,40	6	41,4	2	3,60 - 3,80	56	337,4	4
1,40 - 1,60	9	62,1	2	3,80 - 4,00	52	294,5	5
1,60 - 1,80	5	34,5	2	4,00 - 4,20	40	226,5	5
1,80 - 2,00	2	12,9	3	4,20 - 4,40	43	243,5	5
2,00 - 2,20	7	45,0	3	4,40 - 4,60	46	260,5	5
2,20 - 2,40	6	38,6	3	4,60 - 4,80	60	339,8	5

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,00 cm²** - D(diam. punta)= **50,50 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [$\delta = 20$ cm]

- Uso rivestimento / tanghi iniezione : **SI**

IPOGEO Studio Geologico - Via S. Gottardo, 71 - 20052 MONZA (MI) - Tel / Fax 039 - 36.70.94

IPOGEO Studio Geologico

Dr. Geol. Fausto A. Crippa

Riferimento: 01-23

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

DIN 4

- committente : Comune di BOVISIO MASCIAGO
- lavoro : RISTRUTTURAZIONE CAMPO SPORTIVO
- località : Via EUROPA . Campo Sportivo Comunale
- note : Prova terminata per rifiuto all'avanzamento

- data : 04/01/2023
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	6	44,7	1	2,60 - 2,80	29	186,6	3
0,20 - 0,40	19	141,5	1	2,80 - 3,00	26	156,6	4
0,40 - 0,60	6	44,7	1	3,00 - 3,20	26	156,6	4
0,60 - 0,80	1	7,4	1	3,20 - 3,40	23	138,6	4
0,80 - 1,00	1	6,9	2	3,40 - 3,60	25	150,6	4
1,00 - 1,20	2	13,8	2	3,60 - 3,80	21	126,5	4
1,20 - 1,40	2	13,8	2	3,80 - 4,00	26	147,2	5
1,40 - 1,60	2	13,8	2	4,00 - 4,20	54	305,8	5
1,60 - 1,80	5	34,5	2	4,20 - 4,40	42	237,9	5
1,80 - 2,00	4	25,7	3	4,40 - 4,60	24	135,9	5
2,00 - 2,20	5	32,2	3	4,60 - 4,80	17	96,3	5
2,20 - 2,40	10	64,3	3	4,80 - 5,00	58	309,9	6
2,40 - 2,60	17	109,4	3	5,00 - 5,20	60	320,6	6

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,00 cm²** - D(diam. punta)= **50,50 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [$\delta = 20 \text{ cm}$]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

IPOGEO Studio Geologico - Via S. Gottardo, 71 - 20052 MONZA (MI) - Tel / Fax: 039 - 36.70.94

IPOGEO Studio Geologico

Dr. Geol. Fausto A. Crippa

Riferimento: 01-23

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**
DIN 5

- committente : Comune di BOVISIO MASCIAGO
- lavoro : RISTRUTTURAZIONE CAMPO SPORTIVO
- località : Via EUROPA - Campo Sportivo Comunale
- note : Prova terminata per rifiuto all'avanzamento

- data : 04/01/2023
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	asta
0,00 - 0,20	3	22,3	1	4,80 - 5,00	44	235,1	6
0,20 - 0,40	11	81,9	1	5,00 - 5,20	44	235,1	6
0,40 - 0,60	18	134,1	1	5,20 - 5,40	56	299,2	6
0,60 - 0,80	9	67,0	1	5,40 - 5,60	26	138,9	6
0,80 - 1,00	5	34,5	2	5,60 - 5,80	15	80,1	6
1,00 - 1,20	4	27,6	2	5,80 - 6,00	8	40,5	7
1,20 - 1,40	4	27,6	2	6,00 - 6,20	5	25,3	7
1,40 - 1,60	6	41,4	2	6,20 - 6,40	4	20,2	7
1,60 - 1,80	10	69,0	2	6,40 - 6,60	7	35,4	7
1,80 - 2,00	12	77,2	3	6,60 - 6,80	4	20,2	7
2,00 - 2,20	15	96,5	3	6,80 - 7,00	5	24,0	8
2,20 - 2,40	24	154,4	3	7,00 - 7,20	5	24,0	8
2,40 - 2,60	25	160,9	3	7,20 - 7,40	4	19,2	8
2,60 - 2,80	31	199,5	3	7,40 - 7,60	7	33,6	8
2,80 - 3,00	28	168,7	4	7,60 - 7,80	6	28,8	8
3,00 - 3,20	26	156,6	4	7,80 - 8,00	11	50,3	9
3,20 - 3,40	18	108,4	4	8,00 - 8,20	8	36,5	9
3,40 - 3,60	13	78,3	4	8,20 - 8,40	5	22,8	9
3,60 - 3,80	27	162,7	4	8,40 - 8,60	4	18,3	9
3,80 - 4,00	39	220,9	5	8,60 - 8,80	9	41,1	9
4,00 - 4,20	40	226,5	5	8,80 - 9,00	16	69,7	10
4,20 - 4,40	40	226,5	5	9,00 - 9,20	39	169,9	10
4,40 - 4,60	32	181,2	5	9,20 - 9,40	60	261,5	10
4,60 - 4,80	20	113,3	5				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,00 cm²** - D(diam. punta)= **50,50 mm**

- Numero Colpi Punta N = **N(20)** [$\delta = 20 \text{ cm}$]

- Uso rivestimento / tanghi iniezione : **SI**

IPOGEO Studio Geologico - Via S. Gottardo, 71 - 20052 MONZA (MI) - Tel / Fax 039 - 36.70.94

IPOGEO Studio Geologico

Dr. Geol. Fausto A. Crippa

Riferimento: 01-23

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**
DIN 6

- committente : Comune di BOVISIO MASCIAGO
- lavoro : RISTRUTTURAZIONE CAMPO SPORTIVO
- località : Via EUROPA , Campo Sportivo Comunale
- note : Prova terminata per rifiuto all'avanzamento

- data : 04/01/2023
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	6	44,7	1	2,00 - 2,20	41	263,8	3
0,20 - 0,40	12	89,4	1	2,20 - 2,40	35	225,2	3
0,40 - 0,60	10	74,5	1	2,40 - 2,60	31	199,5	3
0,60 - 0,80	5	37,2	1	2,60 - 2,80	35	225,2	3
0,80 - 1,00	7	48,3	2	2,80 - 3,00	40	241,0	4
1,00 - 1,20	6	41,4	2	3,00 - 3,20	54	325,3	4
1,20 - 1,40	7	48,3	2	3,20 - 3,40	48	289,2	4
1,40 - 1,60	12	82,9	2	3,40 - 3,60	18	108,4	4
1,60 - 1,80	20	138,1	2	3,60 - 3,80	34	204,8	4
1,80 - 2,00	24	154,4	3	3,80 - 4,00	60	339,8	5

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,00 cm²** - D (diam. punta)= **50,50 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [$\delta = 20$ cm]

- Uso rivestimento / tanghi iniezione : **SI**

IPOGEO Studio Geologico - Via S. Gottardo, 71 - 20052 MONZA (MI) - Tel / Fax 039 - 36.70.94

IPOGEO Studio Geologico

Dr. Geol. Fausto A. Crippa

Riferimento: 01-23

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**
DIN 7

- committente : Comune di BOVISIO MASCIAGO
- lavoro : RISTRUTTURAZIONE CAMPO SPORTIVO
- località : Via EUROPA - Campo Sportivo Comunale
- note : Prova terminata per rifiuto all'avanzamento

- data : 04/01/2023
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	2	14,9	1	3,00 - 3,20	10	60,2	4
0,20 - 0,40	9	67,0	1	3,20 - 3,40	8	48,2	4
0,40 - 0,60	4	29,8	1	3,40 - 3,60	22	132,5	4
0,60 - 0,80	1	7,4	1	3,60 - 3,80	40	241,0	4
0,80 - 1,00	1	6,9	2	3,80 - 4,00	30	169,9	5
1,00 - 1,20	1	6,9	2	4,00 - 4,20	39	220,9	5
1,20 - 1,40	1	6,9	2	4,20 - 4,40	37	209,5	5
1,40 - 1,60	6	41,4	2	4,40 - 4,60	45	254,8	5
1,60 - 1,80	5	34,5	2	4,60 - 4,80	52	294,5	5
1,80 - 2,00	3	19,3	3	4,80 - 5,00	49	261,8	6
2,00 - 2,20	3	19,3	3	5,00 - 5,20	65	347,3	6
2,20 - 2,40	3	19,3	3	5,20 - 5,40	44	235,1	6
2,40 - 2,60	3	19,3	3	5,40 - 5,60	52	277,8	6
2,60 - 2,80	8	51,5	3	5,60 - 5,80	60	320,6	6
2,80 - 3,00	9	54,2	4				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,00 cm²** - D (diam. punta)= **50,50 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20 \text{ cm}$]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

IPOGEO Studio Geologico - Via G. Gottardo, 71 - 20052 MONZA (MI) - Tel / Fax 039 - 36.70.94

IPOGEO Studio Geologico

Dr. Geol. Fausto A. Crippa

Riferimento: 01-23

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 8

- committente : Comune di BOVISIO MASCIO
- lavoro : RISTRUTTURAZIONE CAMPO SPORTIVO
- località : Via EUROPA - Campo Sportivo Comunale
- note : Prova terminata per rifiuto all'avanzamento

- data : 04/01/2023
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	2	14,9	1	2,40 - 2,60	35	225,2	3
0,20 - 0,40	1	7,4	1	2,60 - 2,80	58	373,2	3
0,40 - 0,60	1	7,4	1	2,80 - 3,00	40	241,0	4
0,60 - 0,80	1	7,4	1	3,00 - 3,20	37	222,9	4
0,80 - 1,00	4	27,6	2	3,20 - 3,40	24	144,6	4
1,00 - 1,20	17	117,4	2	3,40 - 3,60	24	144,6	4
1,20 - 1,40	19	131,2	2	3,60 - 3,80	36	216,9	4
1,40 - 1,60	17	117,4	2	3,80 - 4,00	32	181,2	5
1,60 - 1,80	18	124,3	2	4,00 - 4,20	40	226,5	5
1,80 - 2,00	22	141,6	3	4,20 - 4,40	38	215,2	5
2,00 - 2,20	23	148,0	3	4,40 - 4,60	41	232,2	5
2,20 - 2,40	31	199,5	3	4,60 - 4,80	60	339,8	5

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,00 cm²** - D(diam. punta)= **50,50 mm**

- Numero Colpi Punta N = **N(20)** [$\delta = 20$ cm]

- Uso rivestimento / tanghi iniezione : **SI**

IPOGEO Studio Geologico - Via S. Gottardo, 71 - 20052 MONZA (MI) - Tel / Fax 039 - 36.70.94

IPOGEO Studio Geologico

Dr. Geol. Fausto A. Crippa

Riferimento: 01-23

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**
DIN 9

- committente :	Comune di BOVISIO MASCIOGO	- data :	04/01/2023
- lavoro :	RISTRUTTURAZIONE CAMPO SPORTIVO	- quota inizio :	Piano campagna
- località :	Via EUROPA - Campo Sportivo Comunale	- prof. falda :	Falda non rilevata
- note :	Prova terminata per rifiuto all'avanzamento	- pagina :	1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	1	7,4	1	2,60 - 2,80	23	148,0	3
0,20 - 0,40	2	14,9	1	2,80 - 3,00	42	253,0	4
0,40 - 0,60	1	7,4	1	3,00 - 3,20	45	271,1	4
0,60 - 0,80	1	7,4	1	3,20 - 3,40	46	277,1	4
0,80 - 1,00	1	6,9	2	3,40 - 3,60	55	331,3	4
1,00 - 1,20	3	20,7	2	3,60 - 3,80	48	289,2	4
1,20 - 1,40	3	20,7	2	3,80 - 4,00	49	277,5	5
1,40 - 1,60	4	27,6	2	4,00 - 4,20	56	317,1	5
1,60 - 1,80	3	20,7	2	4,20 - 4,40	35	198,2	5
1,80 - 2,00	2	12,9	3	4,40 - 4,60	37	209,5	5
2,00 - 2,20	7	45,0	3	4,60 - 4,80	34	192,6	5
2,20 - 2,40	12	77,2	3	4,80 - 5,00	44	235,1	6
2,40 - 2,60	17	109,4	3	5,00 - 5,20	60	320,6	6

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**
- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,00 cm²** - D(diam. punta)= **50,50 mm**
- Numero Colpi Punta N = **N(20)** [$\delta = 20 \text{ cm}$] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

IPOGEO Studio Geologico - Via S. Gottardo, 71 - 20052 MONZA (MI) - Tel / Fax 039 - 36.70.94

Rizzinelli e Vezzoli Architetti Associati - Via Cefalonia 41/A - 25124 Brescia - Tel. +39 0302422284 - fax.+39 0302475405
info@rizzinellivezzoli.it - www.rizzinellivezzoli.it

IPOGEO Studio Geologico

Dr. Geol. Fausto A. Crippa

Riferimento: 01-23

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**
DIN 10

- committente :	Comune di BOVISIO MASCIAGO	- data :	04/01/2023
- lavoro :	RISTRUTTURAZIONE CAMPO SPORTIVO	- quota inizio :	Piano campagna
- località :	Via EUROPA - Campo Sportivo Comunale	- prof. falda :	Falda non rilevata
- note :	Prova terminata per rifiuto all'avanzamento	- pagina :	1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	2	14,9	1	5,00 - 5,20	40	213,7	6
0,20 - 0,40	10	74,5	1	5,20 - 5,40	26	138,9	6
0,40 - 0,60	2	14,9	1	5,40 - 5,60	25	133,6	6
0,60 - 0,80	2	14,9	1	5,60 - 5,80	18	96,2	6
0,80 - 1,00	2	13,8	2	5,80 - 6,00	7	35,4	7
1,00 - 1,20	13	89,8	2	6,00 - 6,20	6	30,3	7
1,20 - 1,40	14	96,7	2	6,20 - 6,40	5	25,3	7
1,40 - 1,60	18	124,3	2	6,40 - 6,60	6	30,3	7
1,60 - 1,80	16	110,5	2	6,60 - 6,80	11	55,6	7
1,80 - 2,00	16	103,0	3	6,80 - 7,00	8	38,4	8
2,00 - 2,20	10	64,3	3	7,00 - 7,20	8	38,4	8
2,20 - 2,40	8	51,5	3	7,20 - 7,40	7	33,6	8
2,40 - 2,60	8	51,5	3	7,40 - 7,60	4	19,2	8
2,60 - 2,80	11	70,8	3	7,60 - 7,80	7	33,6	8
2,80 - 3,00	17	102,4	4	7,80 - 8,00	14	64,0	9
3,00 - 3,20	15	90,4	4	8,00 - 8,20	6	27,4	9
3,20 - 3,40	22	132,5	4	8,20 - 8,40	7	32,0	9
3,40 - 3,60	22	132,5	4	8,40 - 8,60	5	22,8	9
3,60 - 3,80	17	102,4	4	8,60 - 8,80	4	18,3	9
3,80 - 4,00	23	130,3	5	8,80 - 9,00	15	65,4	10
4,00 - 4,20	34	192,6	5	9,00 - 9,20	27	117,7	10
4,20 - 4,40	32	181,2	5	9,20 - 9,40	20	87,2	10
4,40 - 4,60	31	175,6	5	9,40 - 9,60	21	91,5	10
4,60 - 4,80	33	186,9	5	9,60 - 9,80	18	78,4	10
4,80 - 5,00	57	304,6	6	9,80 - 10,00	60	249,9	11

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,00 cm²** - D(diam. punta)= **50,50 mm**

- Numero Colpi Punta N = **N(20)** [$\delta = 20 \text{ cm}$]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

IPOGEO Studio Geologico - Via S. Gottardo, 71 - 20052 MONZA (MI) - Tel / Fax 039 - 36.70.94

IPOGEO Studio Geologico

Dr. Geol. Fausto A. Crippa

Riferimento: 01-23

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**
DIN 11

- committente : Comune di BOVISIO MASCIAGO
- lavoro : RISTRUTTURAZIONE CAMPO SPORTIVO
- località : Via EUROPA - Campo Sportivo Comunale
- note : Prova terminata per rifiuto all'avanzamento

- data : 04/01/2023
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	asta
0,00 - 0,20	6	44,7	1	4,80 - 5,00	23	122,9	6
0,20 - 0,40	10	74,5	1	5,00 - 5,20	29	154,9	6
0,40 - 0,60	3	22,3	1	5,20 - 5,40	28	149,6	6
0,60 - 0,80	2	14,9	1	5,40 - 5,60	16	85,5	6
0,80 - 1,00	2	13,8	2	5,60 - 5,80	5	26,7	6
1,00 - 1,20	3	20,7	2	5,80 - 6,00	3	15,2	7
1,20 - 1,40	3	20,7	2	6,00 - 6,20	2	10,1	7
1,40 - 1,60	3	20,7	2	6,20 - 6,40	4	20,2	7
1,60 - 1,80	3	20,7	2	6,40 - 6,60	4	20,2	7
1,80 - 2,00	2	12,9	3	6,60 - 6,80	3	15,2	7
2,00 - 2,20	5	32,2	3	6,80 - 7,00	8	38,4	8
2,20 - 2,40	12	77,2	3	7,00 - 7,20	6	28,8	8
2,40 - 2,60	16	103,0	3	7,20 - 7,40	2	9,6	8
2,60 - 2,80	16	103,0	3	7,40 - 7,60	1	4,8	8
2,80 - 3,00	22	132,5	4	7,60 - 7,80	2	9,6	8
3,00 - 3,20	32	192,8	4	7,80 - 8,00	3	13,7	9
3,20 - 3,40	33	198,8	4	8,00 - 8,20	4	18,3	9
3,40 - 3,60	39	234,9	4	8,20 - 8,40	4	18,3	9
3,60 - 3,80	38	228,9	4	8,40 - 8,60	3	13,7	9
3,80 - 4,00	38	215,2	5	8,60 - 8,80	3	13,7	9
4,00 - 4,20	29	164,2	5	8,80 - 9,00	6	26,1	10
4,20 - 4,40	57	322,8	5	9,00 - 9,20	37	161,2	10
4,40 - 4,60	47	266,2	5	9,20 - 9,40	60	261,5	10
4,60 - 4,80	34	192,6	5				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,00 cm²** - D(diam. punta)= **50,50 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20 \text{ cm}$]

- Uso rivestimento / tanghi iniezione : **SI**

IPOGEO Studio Geologico - Via S. Gottardo, 71 - 20052 MONZA (MI) - Tel / Fax 039 - 36.70.94

IPOGEO Studio Geologico

Dr. Geol. Fausto A. Crippa

Riferimento: 01-23

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**
DIN 12

- committente : Comune di BOVISIO MASCIAGO
- lavoro : RISTRUTTURAZIONE CAMPO SPORTIVO
- località : Via EUROPA - Campo Sportivo Comunale
- note : Prova terminata per rifiuto all'avanzamento

- data : 04/01/2023
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	asta
0,00 - 0,20	2	14,9	1	4,80 - 5,00	41	219,1	6
0,20 - 0,40	6	44,7	1	5,00 - 5,20	30	160,3	6
0,40 - 0,60	10	74,5	1	5,20 - 5,40	27	144,3	6
0,60 - 0,80	14	104,3	1	5,40 - 5,60	15	80,1	6
0,80 - 1,00	10	69,0	2	5,60 - 5,80	4	21,4	6
1,00 - 1,20	7	48,3	2	5,80 - 6,00	3	15,2	7
1,20 - 1,40	7	48,3	2	6,00 - 6,20	4	20,2	7
1,40 - 1,60	3	20,7	2	6,20 - 6,40	4	20,2	7
1,60 - 1,80	5	34,5	2	6,40 - 6,60	5	25,3	7
1,80 - 2,00	3	19,3	3	6,60 - 6,80	3	15,2	7
2,00 - 2,20	9	57,9	3	6,80 - 7,00	6	28,8	8
2,20 - 2,40	21	135,1	3	7,00 - 7,20	5	24,0	8
2,40 - 2,60	28	180,2	3	7,20 - 7,40	2	9,6	8
2,60 - 2,80	24	154,4	3	7,40 - 7,60	2	9,6	8
2,80 - 3,00	21	126,5	4	7,60 - 7,80	2	9,6	8
3,00 - 3,20	25	150,6	4	7,80 - 8,00	4	18,3	9
3,20 - 3,40	31	186,8	4	8,00 - 8,20	5	22,8	9
3,40 - 3,60	35	210,8	4	8,20 - 8,40	4	18,3	9
3,60 - 3,80	26	156,6	4	8,40 - 8,60	3	13,7	9
3,80 - 4,00	32	181,2	5	8,60 - 8,80	5	22,8	9
4,00 - 4,20	36	203,9	5	8,80 - 9,00	8	34,9	10
4,20 - 4,40	49	277,5	5	9,00 - 9,20	25	108,9	10
4,40 - 4,60	56	317,1	5	9,20 - 9,40	36	156,9	10
4,60 - 4,80	32	181,2	5	9,40 - 9,60	60	261,5	10

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,00 cm²** - D(diam. punta)= **50,50 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20 \text{ cm}$]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

IPOGEO Studio Geologico - Via S. Gottardo, 71 - 20052 MONZA (MI) - Tel / Fax 039 - 36.70.94

IPOGEO Studio Geologico

Dr. Geol. Fausto A. Crippa

Riferimento: 01-23

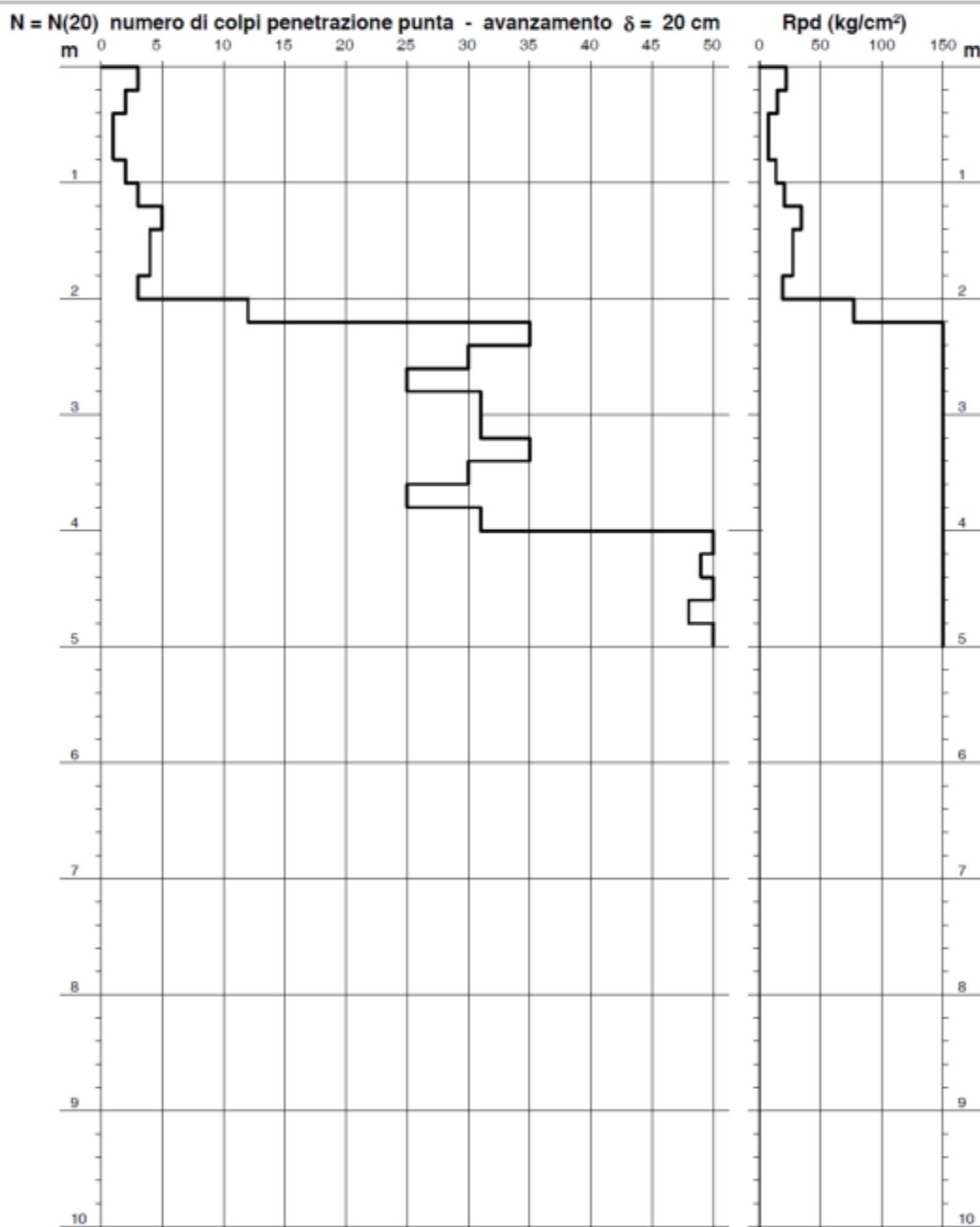
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

DIN 1

Scala 1: 50

- committente : Comune di BOVISIO MASCIAGO
- lavoro : RISTRUTTURAZIONE CAMPO SPORTIVO
- località : Via EUROPA, Campo Sportivo Comunale
- note : Prova terminata per rifiuto all'avanzamento

- data : 04/01/2023
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1



IPOGEO Studio Geologico

Dr. Geol. Fausto A. Crippa

Riferimento: 01-23

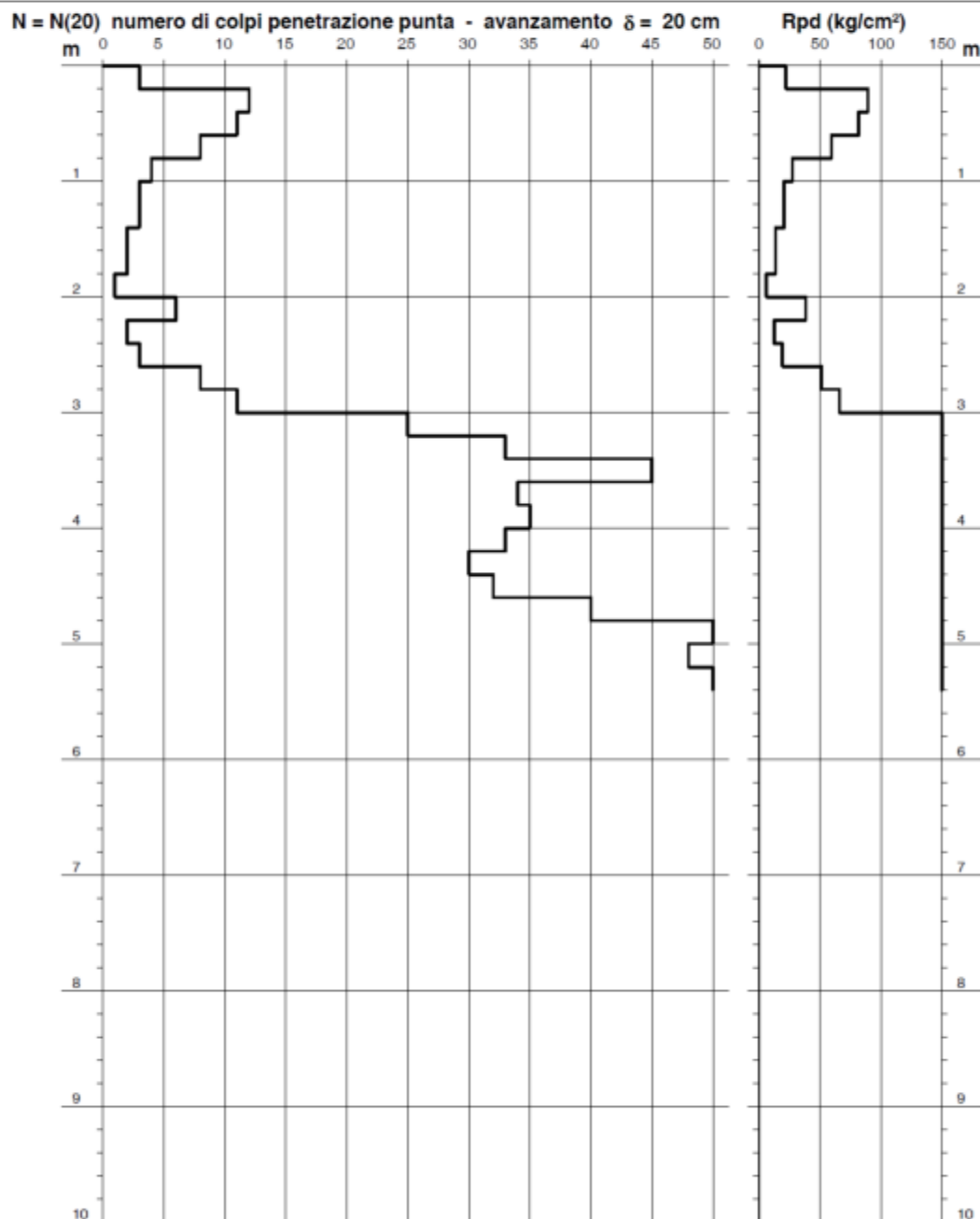
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

DIN 2

Scala 1: 50

- committente : Comune di BOVISIO MASCIAGO
- lavoro : RISTRUTTURAZIONE CAMPO SPORTIVO
- località : Via EUROPA . Campo Sportivo Comunale
- note : Prova terminata per rifiuto all'avanzamento

- data : 04/01/2023
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1



IPOGEO Studio Geologico

Dr. Geol. Fausto A. Crippa

Riferimento: 01-23

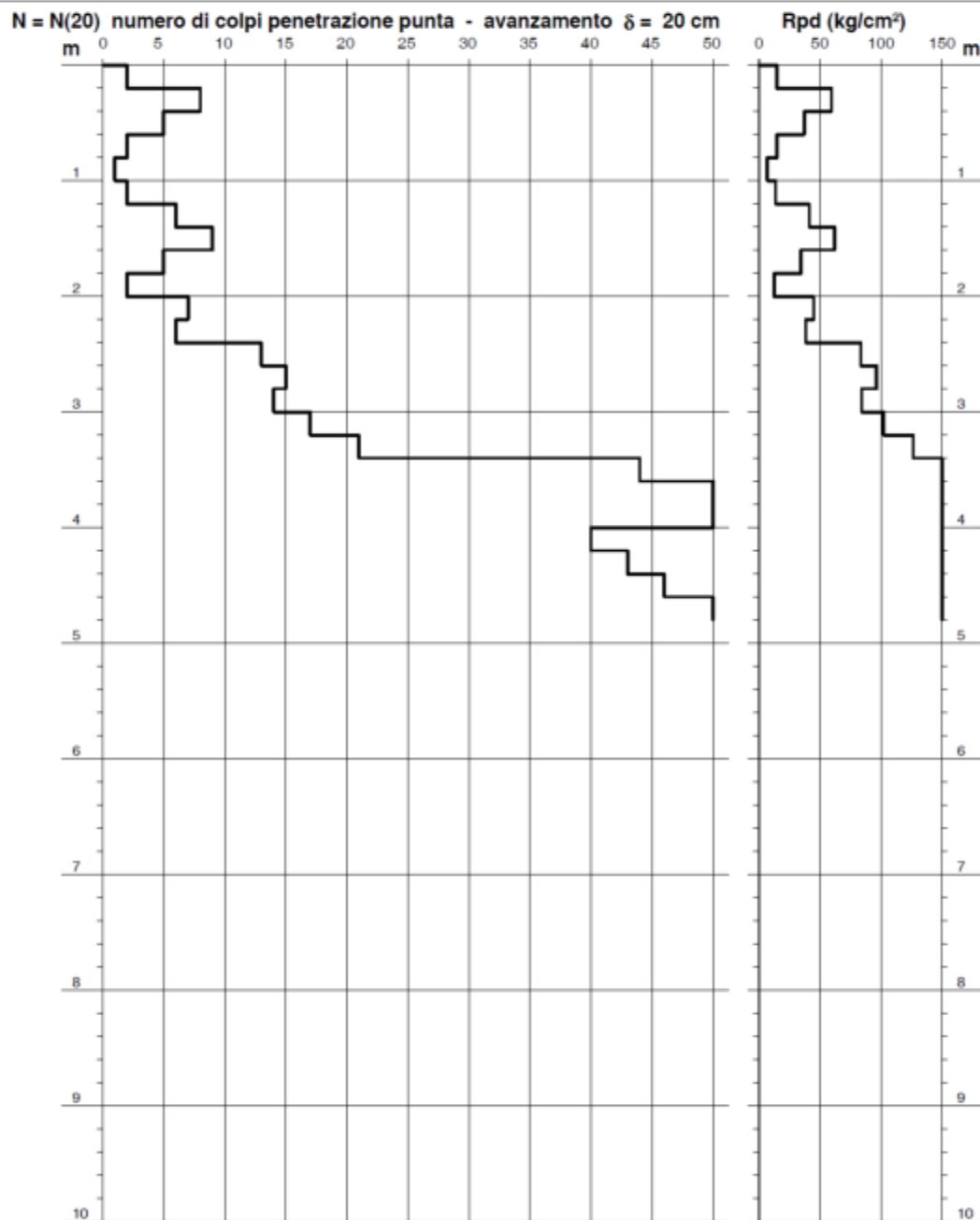
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

DIN 3

Scala 1: 50

- committente : Comune di BOVISIO MASCIAGO
- lavoro : RISTRUTTURAZIONE CAMPO SPORTIVO
- località : Via EUROPA . Campo Sportivo Comunale
- note : Prova terminata per rifiuto all'avanzamento

- data : 04/01/2023
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1



IPOGEO Studio Geologico

Dr. Geol. Fausto A. Crippa

Riferimento: 01-23

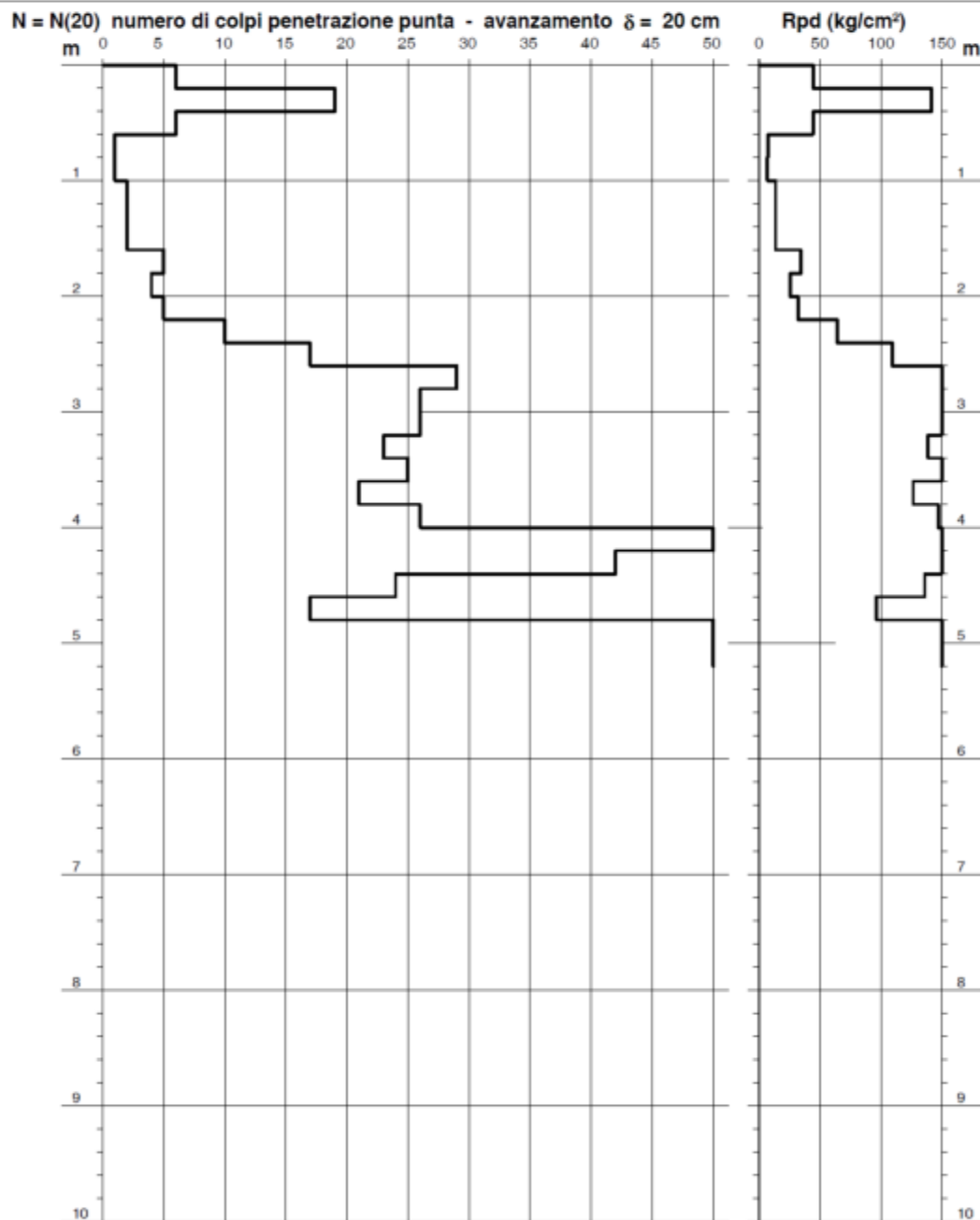
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

DIN 4

Scala 1: 50

- committente : Comune di BOVISIO MASCIAGO
- lavoro : RISTRUTTURAZIONE CAMPO SPORTIVO
- località : Via EUROPA . Campo Sportivo Comunale
- note : Prova terminata per rifiuto all'avanzamento

- data : 04/01/2023
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1



IPOGEO Studio Geologico

Dr. Geol. Fausto A. Crippa

Riferimento: 01-23

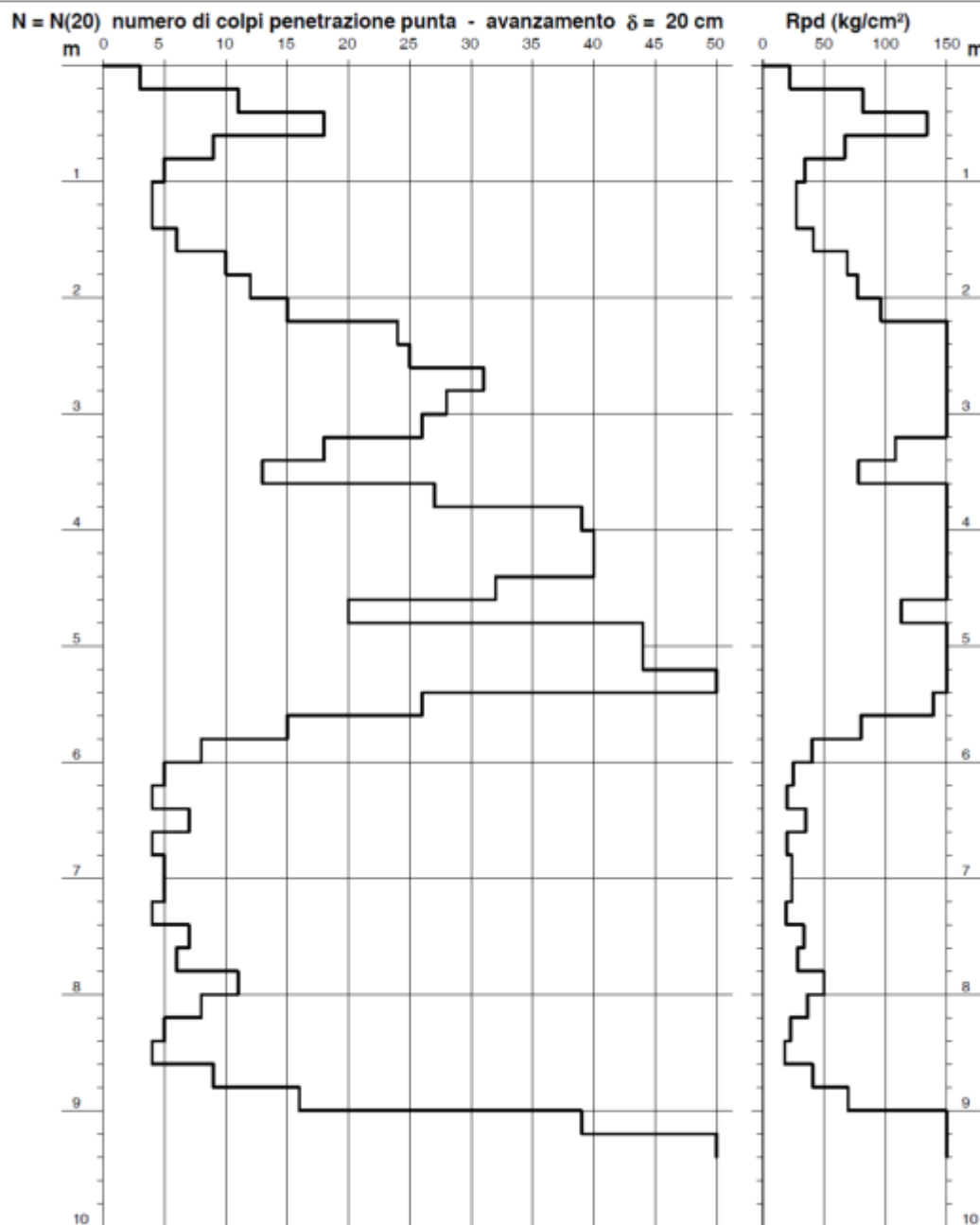
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

DIN 5

Scala 1: 50

- committente : Comune di BOVISIO MASCIOGO
- lavoro : RISTRUTTURAZIONE CAMPO SPORTIVO
- località : Via EUROPA . Campo Sportivo Comunale
- note : Prova terminata per rifiuto all'avanzamento

- data : 04/01/2023
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1



IPOGEO Studio Geologico

Dr. Geol. Fausto A. Crippa

Riferimento: 01-23

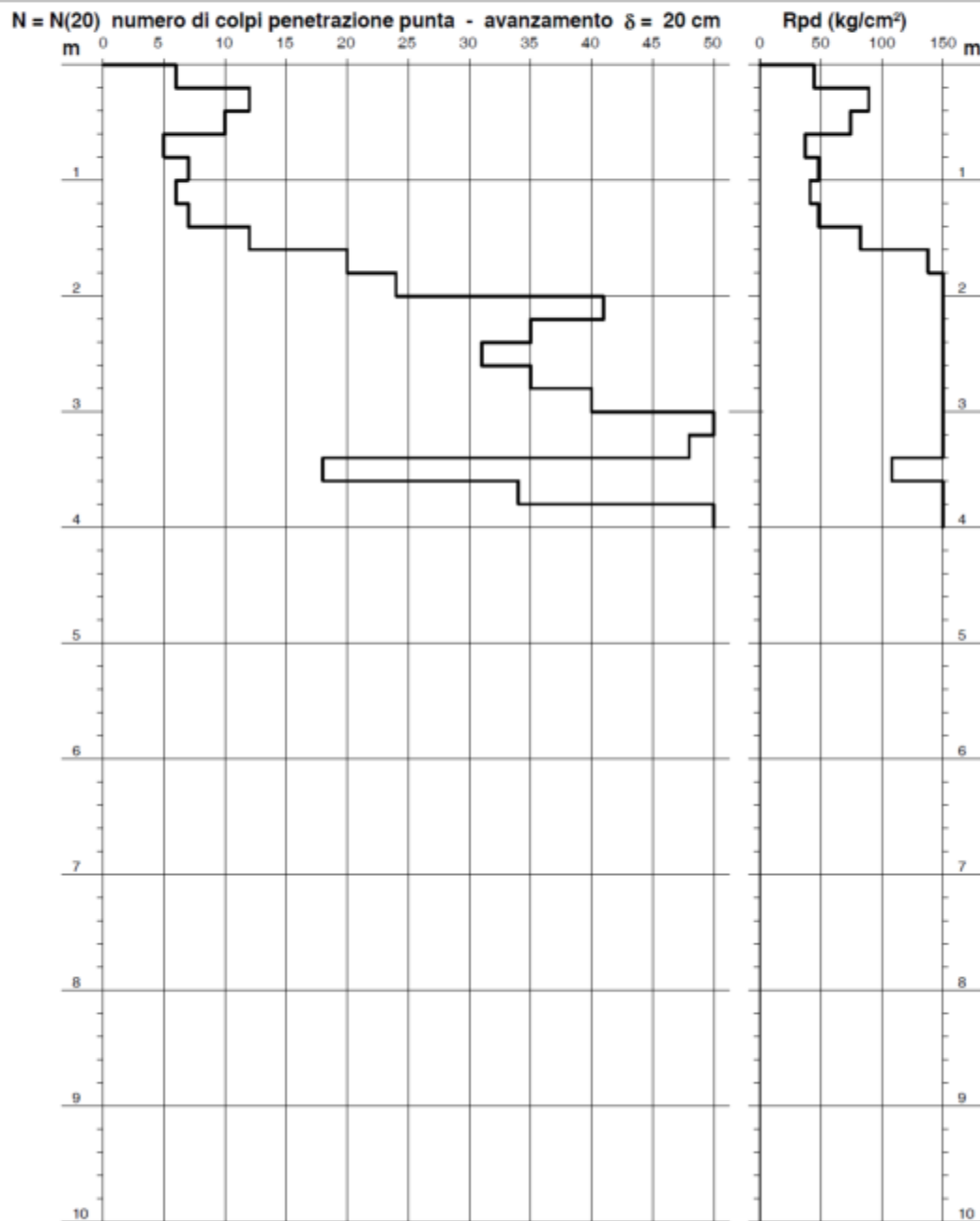
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

DIN 6

Scala 1: 50

- committente : Comune di BOVISIO MASCIAGO
- lavoro : RISTRUTTURAZIONE CAMPO SPORTIVO
- località : Via EUROPA, Campo Sportivo Comunale
- note : Prova terminata per rifiuto all'avanzamento

- data : 04/01/2023
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1



IPOGEO Studio Geologico

Dr. Geol. Fausto A. Crippa

Riferimento: 01-23

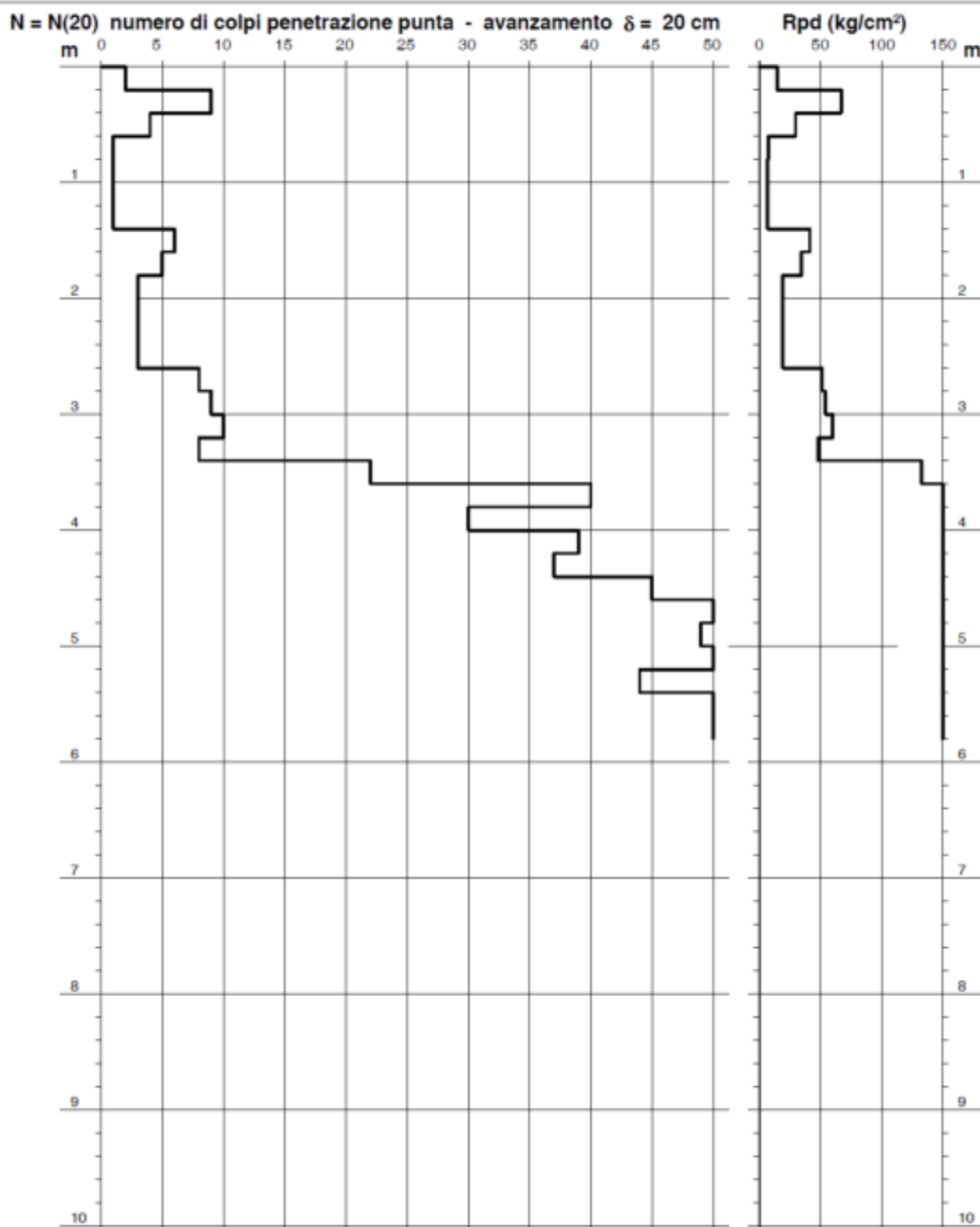
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

DIN 7

Scala 1: 50

- committente : Comune di BOVISIO MASCIAGO
- lavoro : RISTRUTTURAZIONE CAMPO SPORTIVO
- località : Via EUROPA - Campo Sportivo Comunale
- note : Prova terminata per rifiuto all'avanzamento

- data : 04/01/2023
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1



IPOGEO Studio Geologico

Dr. Geol. Fausto A. Crippa

Riferimento: 01-23

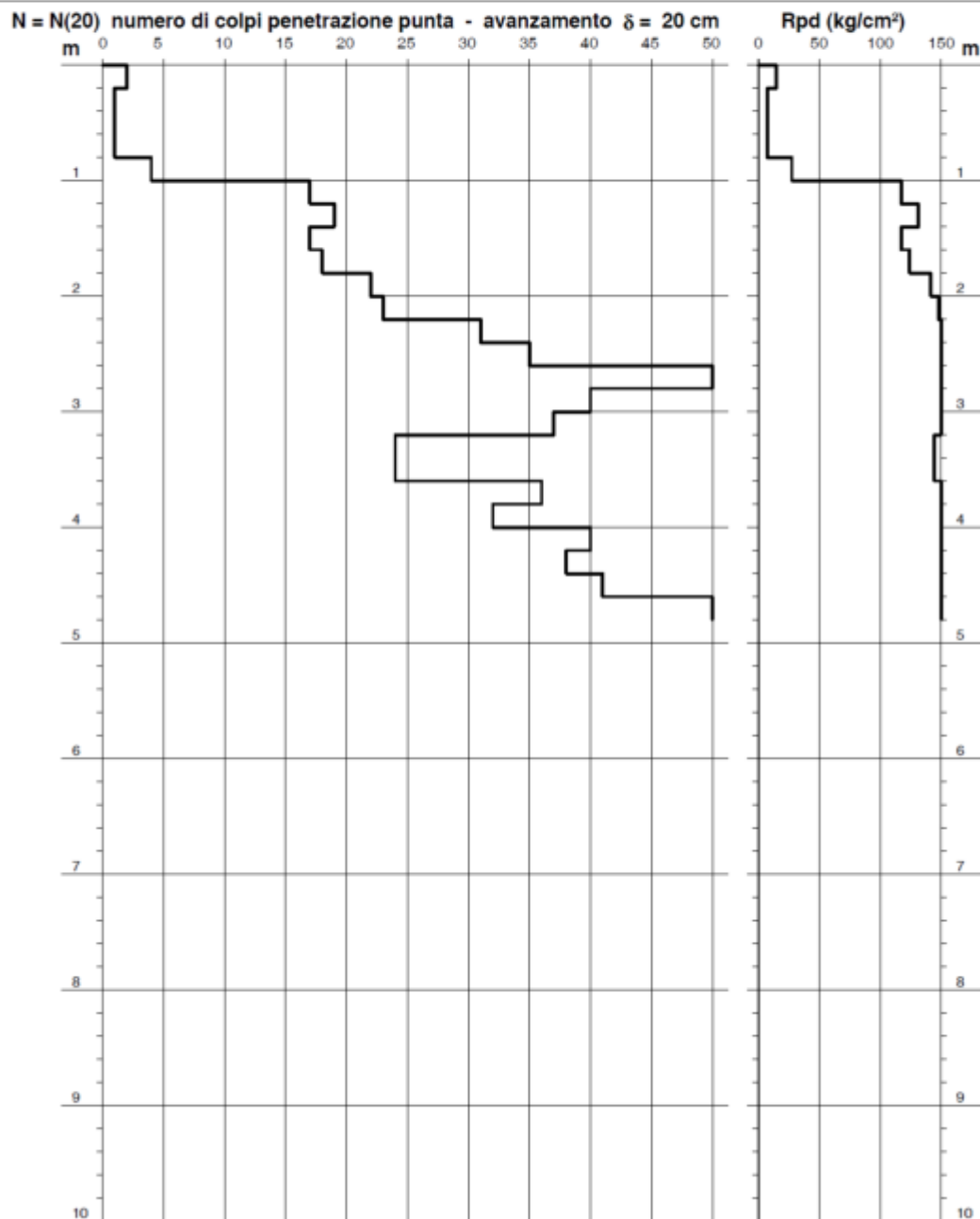
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

DIN 8

Scala 1: 50

- committente : Comune di BOVISIO MASCIAGO
- lavoro : RISTRUTTURAZIONE CAMPO SPORTIVO
- località : Via EUROPA . Campo Sportivo Comunale
- note : Prova terminata per rifiuto all'avanzamento

- data : 04/01/2023
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1



IPOGEO Studio Geologico

Dr. Geol. Fausto A. Crippa

Riferimento: 01-23

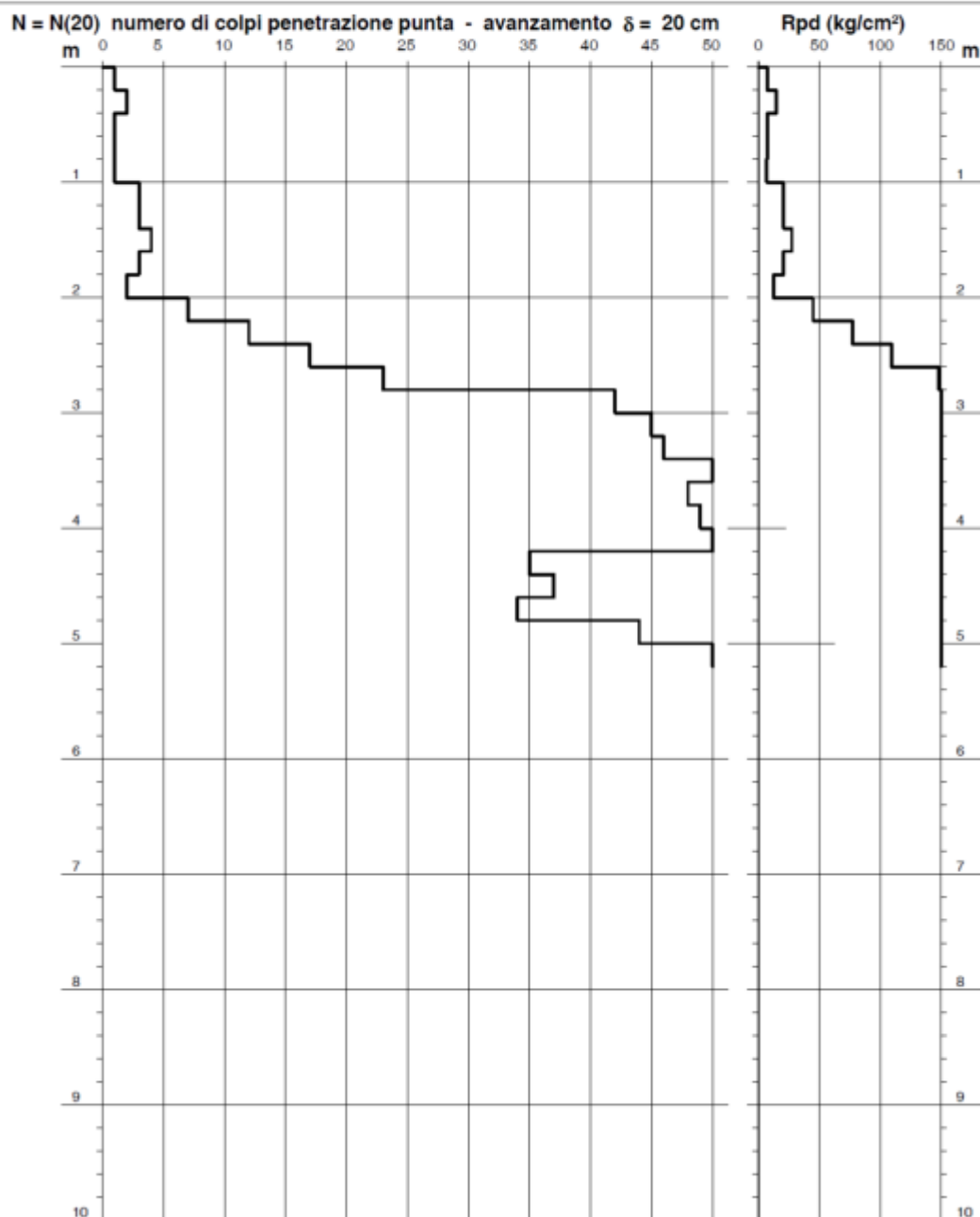
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

DIN 9

Scala 1: 50

- committente : Comune di BOVISIO MASCIAGO
- lavoro : RISTRUTTURAZIONE CAMPO SPORTIVO
- località : Via EUROPA - Campo Sportivo Comunale
- note : Prova terminata per rifiuto all'avanzamento

- data : 04/01/2023
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1



IPOGEO Studio Geologico

Dr. Geol. Fausto A. Crippa

Riferimento: 01-23

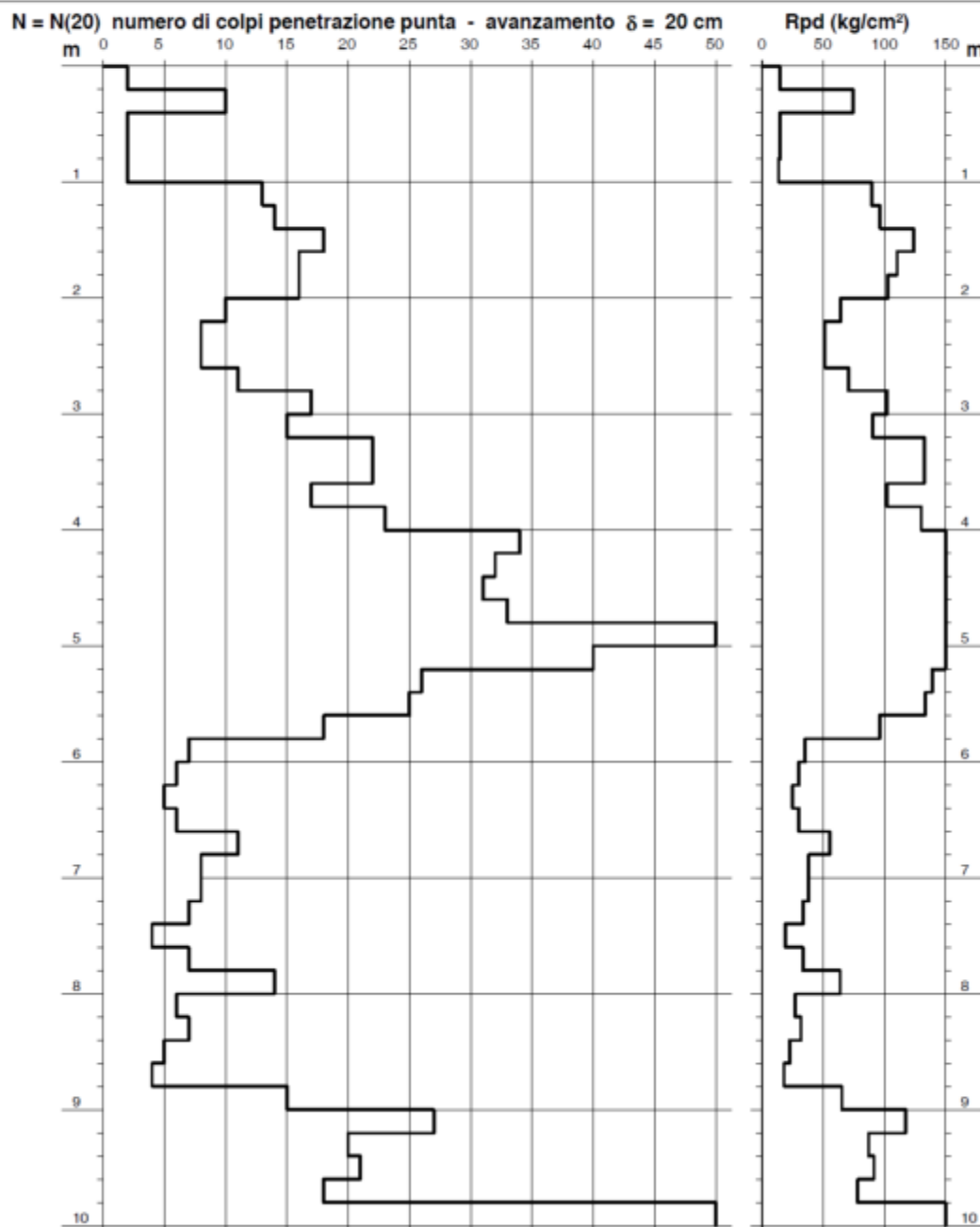
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

DIN 10

Scala 1: 50

- committente : Comune di BOVISIO MASCIAGO
- lavoro : RISTRUTTURAZIONE CAMPO SPORTIVO
- località : Via EUROPA - Campo Sportivo Comunale
- note : Prova terminata per rifiuto all'avanzamento

- data : 04/01/2023
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1



IPOGEO Studio Geologico

Dr. Geol. Fausto A. Crippa

Riferimento: 01-23

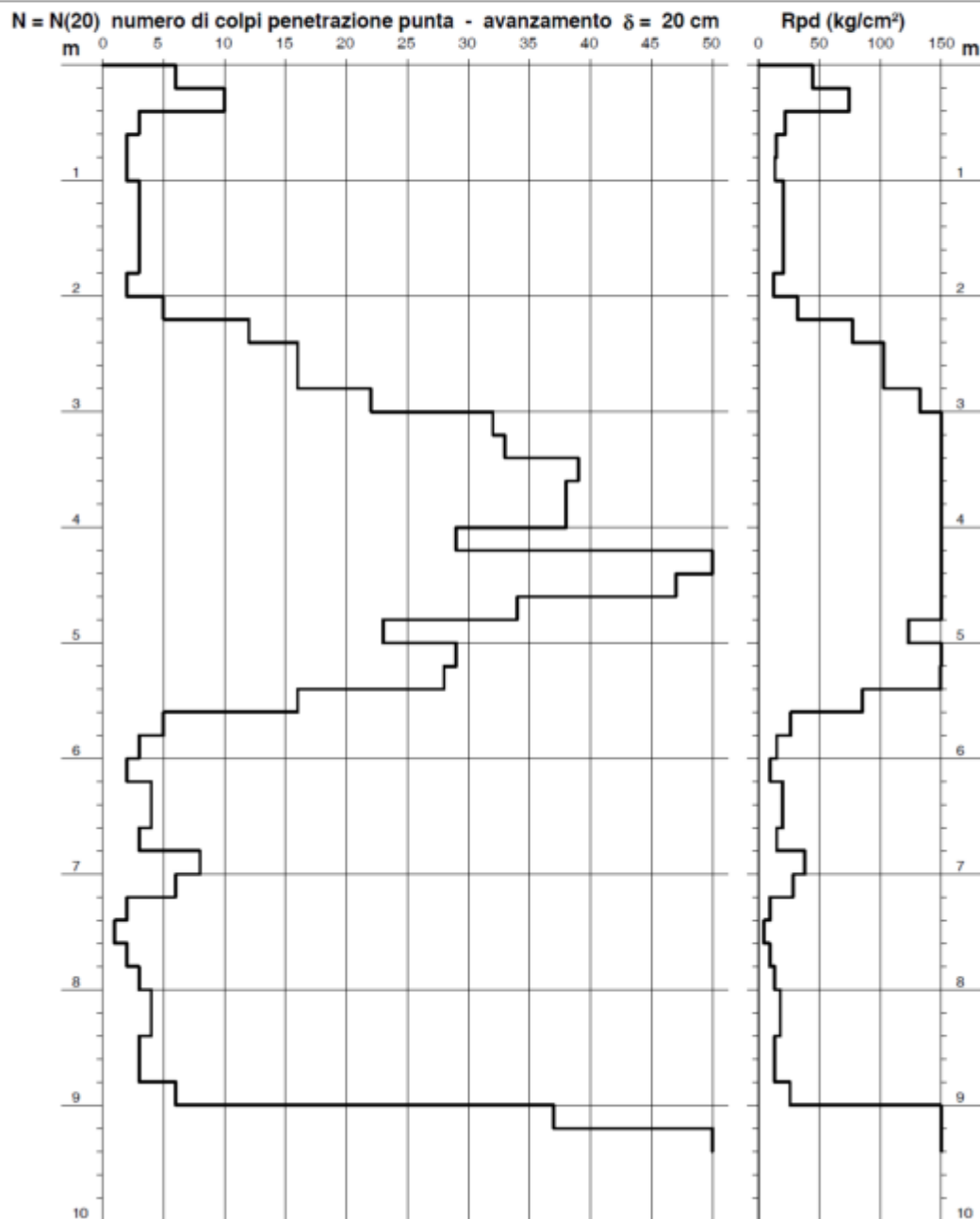
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

DIN 11

Scala 1: 50

- committente : Comune di BOVISIO MASCIAGO
- lavoro : RISTRUTTURAZIONE CAMPO SPORTIVO
- località : Via EUROPA . Campo Sportivo Comunale
- note : Prova terminata per rifiuto all'avanzamento

- data : 04/01/2023
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1



IPOGEO Studio Geologico

Dr. Geol. Fausto A. Crippa

Riferimento: 01-23

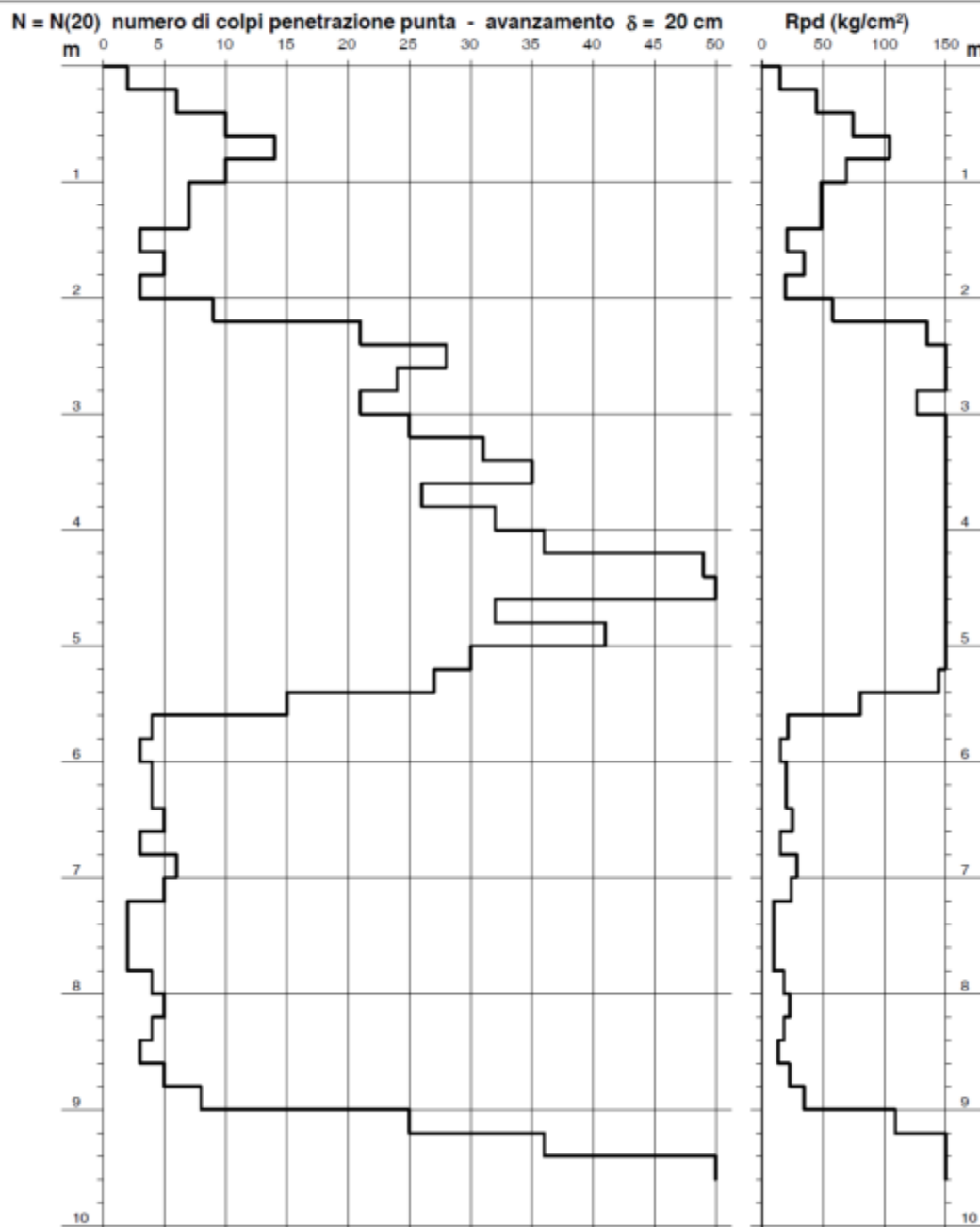
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

DIN 12

Scala 1: 50

- committente : Comune di BOVISIO MASCIAGO
- lavoro : RISTRUTTURAZIONE CAMPO SPORTIVO
- località : Via EUROPA , Campo Sportivo Comunale
- note : Prova terminata per rifiuto all'avanzamento

- data : 04/01/2023
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1



ALLEGATO N.03

SEZIONI GEOTECNICHE INTERPRETATIVE

