



CITTÀ DI LEGNANO
(Prov. Milano)

**COMPONENTE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E
SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO
AGGIORNAMENTO 2022**

DICEMBRE 2022

Soggetto incaricato:

ETATEC
STUDIO PAOLETTI
SOCIETÀ DI INGEGNERIA



Via Bassini n. 23 - 20133 MILANO
Tel. 02/26681264 Fax 02/26681553
E-Mail: etatec@etatec.it

I progettisti:

Dott. Ing. Cristina G. Passoni



Con la collaborazione di:

STUDIO DI GEOLOGIA

Dott. Geol. Marco Parmigiani

Studi e progetti nel settore della geologia

Via R. Sanzio n. 3 - 21049 Tradate (VA)
Tel./Fax 0331/810710
E-Mail geologoparmigiani@gmail.com

Dott. Geol. Marco Parmigiani



TITOLO

Relazione geologica illustrativa

Revisioni	N°	Descrizione	Data
	1	Prima emissione	20/12/2022
2			

Numero elaborato	COMMESSA 702-01	DOCUMENTO CG	TIPOLOGIA Rel	NUMERO CG.RG
------------------	---------------------------	------------------------	-------------------------	------------------------



CITTÀ DI LEGNANO

COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

AGGIORNAMENTO 2022

RELAZIONE GEOLOGICA ILLUSTRATIVA

PARTE I – FASE DI ANALISI

Sommario:

1	PREMESSA	1
2.	GEOMORFOLOGIA E GEOLOGIA	2
2.1	LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI.....	2
2.2	GEOLOGIA DI SUPERFICIE	3
3.	IDROGEOLOGIA	5
3.1	CLASSIFICAZIONE DELLE UNITÀ DI SOTTOSUOLO	5
3.2	CARATTERI PIEZOMETRICI DELLA FALDA SUPERIORE	6
3.3	VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI ALL'INQUINAMENTO	8
3.4	QUALITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE.....	9
3.4.1	<i>Classificazione idrochimica delle acque captate dai pozzi</i>	10
3.5	INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE DI RISPETTO DELLE OPERE DI CAPTAZIONE.....	12
3.6	AREE DI RICARICA DELLA FALDA – PTUA E PTM.....	13
4.	IDROGRAFIA	15
4.1	ASSETTO IDROGRAFICO	15
4.2	ANALISI DEL RISCHIO IDRAULICO	15
4.2.1	<i>Fiume Olona in Legnano</i>	16
4.2.2	<i>Studi di bacino e delimitazione fasce PAI</i>	17
4.2.3	<i>Descrizione del modello</i>	17
4.2.4	<i>Analisi idrologica</i>	21
4.2.5	<i>Simulazioni e risultati</i>	23
4.2.6	<i>Interpretazione risultati per la perimetrazione delle aree di pericolosità idraulica</i> ..	30
4.3	INDIVIDUAZIONE DEL RETICOLO IDROGRAFICO PRINCIPALE E MINORE	33

4.3.1	<i>Riferimenti normativi</i>	33
4.3.2	<i>Individuazione dei corsi d'acqua costituenti il reticolo idrografico</i>	34
4.3.3	<i>Individuazione delle fasce di rispetto</i>	34
5.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO – TECNICO	35
5.1	PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI.....	35
5.2	SINTESI DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE DISPONIBILI.....	37
5.3	CARATTERI PEDOLOGICI.....	43
5.4	ULTERIORI ELEMENTI DI CARATTERE GEOLOGICO – TECNICO.....	44
6.	IL RISCHIO DI ESPOSIZIONE AL GAS RADON	45
6.1	LA MAPPATURA DEL TERRITORIO LOMBARDO.....	45
6.2	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	46
6.3	RISULTATI DELLO STUDIO ARPA.....	46
7.	ANALISI DELLA SISMICITÀ DEL TERRITORIO	49
7.1	ASPETTI NORMATIVI E METODOLOGICI.....	49
7.2	ANALISI SISMICA DI BASE DEL TERRITORIO COMUNALE.....	50
7.2.1	<i>Analisi multicanale delle onde superficiali (Masw)</i>	52
7.3	SCENARI DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE E POSSIBILI EFFETTI INDOTTI.....	60

Allegati:

- AII. 1** Elenco pozzi della Città di Legnano
- AII. 2** Stratigrafie dei pozzi pubblici
- AII. 3** D.G.C. n. 153 del 10 giugno 2003 – Attestazione assenza reticolo minore
- AII. 4** Risultati delle prove MASW

Elaborati cartografici:

- CG.01:** Carta geologica e geomorfologica – scala 1:10.000
- CG.02:** Idrogeologia, vulnerabilità della falda e traccia delle sezioni idrogeologiche – scala 1:5.000
- CG.03:** Sezioni idrogeologiche – scala 1:10.000
- CG.04:** Prima caratterizzazione geotecnica – scala 1:5.000
- CG.05:** Carta della Pericolosità Sismica Locale – scala 1:10.000
- CG.06:** Esiti dello studio idraulico – scala 1:5.000
- CG.07:** Carta PAI – PGRA – scala 1:5.000
- CG.08:** Sintesi degli elementi conoscitivi – scala 1:5.000
- CG.09:** Carta dei vincoli – scala 1:5.000
- CG.10:** Carta della fattibilità geologica delle azioni di piano – scala 1:5.000

1 PREMESSA

La componente geologica idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio della Città di Legnano è stata redatta nel Febbraio 2017 (Dott. Geol. Dolci), in ottemperanza ai criteri regionali di cui alla D.G.RX/2616/2011.

L'aggiornamento e l'integrazione degli elaborati si è tuttavia reso ora necessario a seguito dell'emanazione di norme e disposizioni regionali in materia, tra cui:

- **L.R. 10 marzo 2017 n. 7** *“Recupero dei vani e locali seminterrati esistenti”*.
- **D.G.R. 19 giugno 2017 n. XI6738** *“Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del piano di gestione dei rischi di alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 58 delle norme di attuazione del piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) del bacino del Fiume Po così come integrate dalla variante adottata in data 7 dicembre 2016 con deliberazione n. 5 dal comitato istituzionale dell'autorità di bacino del Fiume Po”* relativa al recepimento delle zone a rischio idrogeologico indicate nel Piano di Gestione dei Rischi di Alluvioni.
- **R.R. 23 novembre 2017 n. 7 s.m.i.** *“Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)*

In attuazione di ciò, la Città di Legnano ha affidato l'incarico per la redazione della nuova “componente geologica” che si è concretizzata nell'aggiornamento degli elaborati cartografici, che sostituiscono integralmente le omologhe tavole contenute nella documentazione vigente (Luglio 2013) e nella redazione di due elaborati testuali:

- *RELAZIONE GEOLOGICA ILLUSTRATIVA – PARTE I, FASE DI ANALISI*
- *NORME GEOLOGICHE DI PIANO – PARTE II, FASE DI SINTESI E VALUTAZIONE – PARTE III, FASE DI PROPOSTA*

2. GEOMORFOLOGIA E GEOLOGIA

2.1 *Lineamenti geomorfologici*

Il territorio della Città di Legnano è ubicato nel settore settentrionale della pianura padana lombarda, a confine con la Provincia di Varese e a circa 25 km a Nord Ovest della città di Milano; l'area è suddivisa nei quadranti A5d4, A5d5, A5e4 e A5e5 della Carta Tecnica Regionale.

Il territorio presenta un andamento pianeggiante con un generale blando declivio verso Sud e quote comprese tra circa 230 e 187 m s.l.m. Tale ambiente omogeneo è interrotto dall'incisione della valle Olona che attraversa interamente il territorio comunale da Nord Ovest a Sud Est.



Dal punto di vista geomorfologico, Legnano è compreso nel più ampio ambito del *livello fondamentale della pianura*, caratterizzato da pendenze variabili dal 7‰, nelle porzioni più settentrionali della provincia milanese, fino a circa 1,5 – 2 ‰, nelle porzioni meridionali. Villa Cortese, che si colloca nell'alta pianura ghiaiosa, è caratterizzato da una pendenza di circa 5-6 ‰.

All'interno del territorio comunale è possibile individuare diversi ambiti geomorfologici.

Alta pianura ghiaiosa appartenente al "Livello Fondamentale della Pianura" (LFdP): costituisce il settore apicale della piana proglaciale o "piana pedemontana", addossata ai rilievi (montagna, apparati morenici e terrazzi antichi), formata dalla coalescenza dei conoidi alluvionali, a morfologia subpianeggiante o leggermente convessa, costituiti da sedimenti fluvioglaciali grossolani non alterati.

Legnano ricade interamente in tale ambito, in un'ampia superficie a morfologia subpianeggiante, solcata da evidenti tracce di paleoidrografia a canali intrecciati.

Piane fluviali: piani di divagazione dei corsi d'acqua dell'attuale reticolo idrografico (Olocene), a morfologia pianeggiante e a dinamica prevalentemente deposizionale, situate alla stessa quota del corso d'acqua o poco in rilievo, inondabili durante le piene di maggiore consistenza. Sono presenti in posizione intermedia fra la piana fluviale terrazzata e le aree inondabili dalla piena ordinaria, limitrofe ai corsi d'acqua.

A Legnano è rappresentata dalla piana del Fiume Olona, che interessa la parte centrale del territorio comunale, attraversandolo dal confine con Castellanza a Nord Ovest, sino al confine con San Vittore Olona e Canegrate a Sud Est.

Terrazzi fluviali: superfici terrazzate a morfologia pianeggiante o ondulata, delimitati da scarpate, talvolta lievemente incisi da conche e paleoalvei. Rispetto al corso d'acqua attuale occupano posizioni la cui altimetria è proporzionale all'età. Comprendono le superfici di raccordo al sovrastante LFdP e alla sottostante piana inondabile e le scarpate di terrazzi, sovente modellate dall'intervento antropico.

Sul territorio di Legnano tale ambito interessa buona parte del centro abitato, raccordando la piana dell'Olona con le aree del LFdP.

2.2 Geologia di superficie

I lineamenti geologici di superficie del territorio comunale di Legnano sono stati definiti dall'implementazione dei dati della precedente componente geologica, di quelle dei comuni circostanti, con quanto sviluppato nell'ambito del progetto CARG (Carta Geologica d'Italia) nei fogli 118 – Milano e 96 – Seregno e con i dati litologici derivati dalle banche dati regionali e dalle stratigrafie dei pozzi per acqua presenti sul territorio e di altri sondaggi effettuati in zona.

Le litologie affioranti, rappresentate nell'elaborato cartografico **CG.01**, fanno parte della successione continentale quaternaria. Di seguito vengono descritte, dalla più recente alla più antica.

Sintema del Po (Pg)

Pleistocene sup - Olocene

Depositi fluviali privi di alterazione, costituiti da sabbie limoso-ghiaiose in superficie, passanti a ghiaie in matrice limoso – sabbiosa in profondità.

La petrografia dei clasti è tipica del bacino del Fiume Olona ed è dominata da rocce metamorfiche, quarzo, rocce ipoabissali/vulcaniche.

Unità di Minoprio (BMi) - Supersintema di Besnate

Pleistocene medio - Pleistocene sup.

Depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie a supporto clastico con matrice sabbiosa e sabbioso limosa, da massive a grossolanamente stratificate. Copertura loessica non osservata. I clasti sono da arrotondati a subarrotondati, di dimensione centimetrica (1 – 5 cm); la petrografia dei clasti indica un'alimentazione da parte del bacino del Fiume Olona ed è dominata da rocce metamorfiche e ipoabissali/vulcaniche, e subordinatamente da rocce terrigene a cemento carbonatico.

Sul territorio sono state individuate due sotto – unità a carattere locale:

Unità di Castellanza (BCa)

Depositi fluvioglaciali con profilo di alterazione poco evoluto, costituiti da ghiaie poligeniche a supporto clastico con ciottoli in matrice sabbiosa e sabbie limose.

Unità di Busto Arsizio (BBa) - denominazione locale.

Depositi fluvioglaciali con profilo di alterazione moderatamente evoluto, costituiti da ghiaie poligeniche a supporto di matrice sabbioso - limosa e sabbie localmente limose.

Il limite superiore coincide in parte con la superficie topografica e in parte con una superficie erosionale su cui poggia il Sintema del Po.

Sintema di Binago (Bin)

Pleistocene medio

Depositi fluvioglaciali con profilo di alterazione evoluto, costituiti da ghiaie poligeniche a supporto clastico con matrice limoso - sabbiosa. Copertura loessica limosa presente in superficie.

Il limite superiore coincide con la superficie topografica. Inferiormente l'unità poggia sui depositi dell'Unità di Minoprio.

Sull'elaborato cartografico **CG.01** sono state indicate, infine, le aree interessate da estesi depositi antropici, quali cave dismesse recuperate tramite riempimento o rilevati stradali e ferroviari di maggiore importanza.

3. IDROGEOLOGIA

3.1 Classificazione delle unità di sottosuolo

Sulla base delle caratteristiche litologiche dedotte dalle stratigrafie di pozzi significativi, si riconoscono nel sottosuolo unità idrogeologiche, distinguibili per la loro omogeneità di costituzione e continuità orizzontale e verticale.

La distribuzione delle unità di sottosuolo è sintetizzata nelle sezioni idrogeologiche allegare (CG.03) e viene di seguito descritta, a partire dall'unità più superficiale:

1 – Litozona ghiaioso - sabbiosa

Gruppi acquiferi A e B:

Presente con continuità in tutto il territorio comunale con uno spessore medio di 80 - 90 m, è costituita prevalentemente da litologie grossolane ad elevata permeabilità (ghiaie, sabbie e ciottoli), a cui si intercalano localmente livelli argilloso - limosi di limitato spessore e continuità areale. E' sede dell'acquifero tradizionale (acquiferi I e II), attualmente caratterizzato da soggiacenza media di circa 20-30 m da p.c.

2 – Litozona sabbioso - argillosa

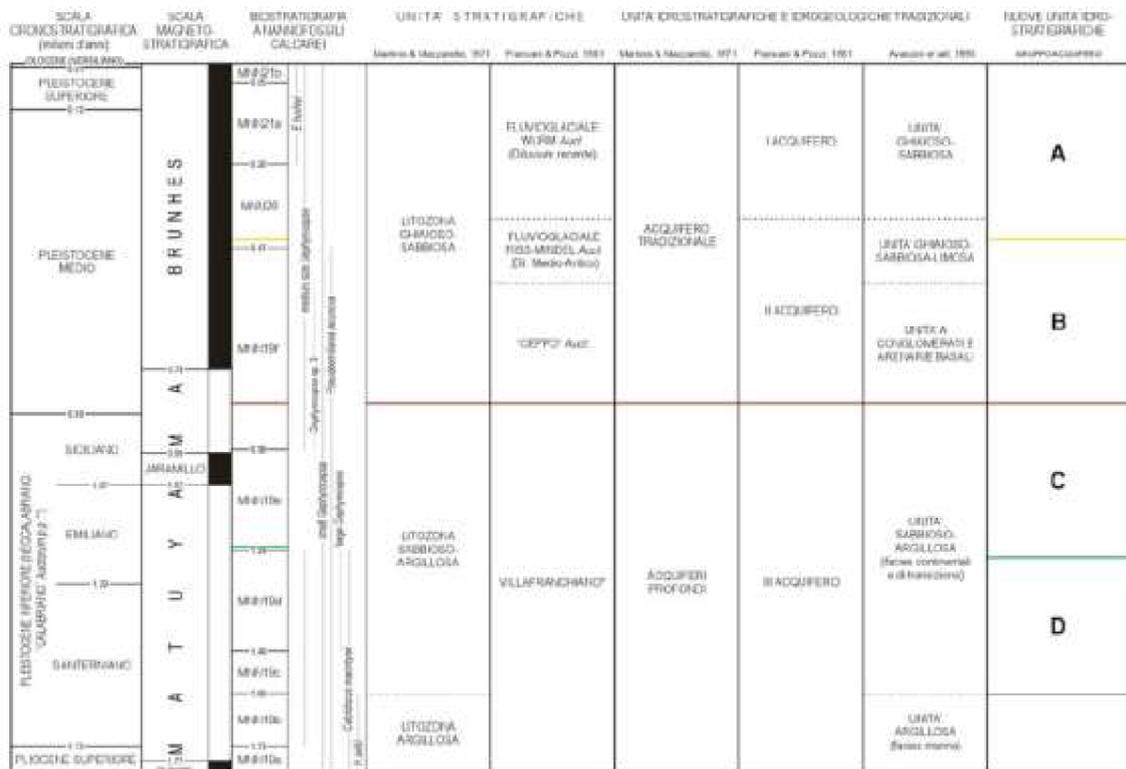
Gruppi acquiferi C-D:

Presente con continuità in tutto il territorio comunale con uno spessore di 50 - 60 m, è costituita da orizzonti sabbiosi o sabbioso - argillosi, intercalati a livelli metrici di argille. È sede di acquiferi profondi (acquifero III), confinati, captati a fini idropotabili.

3 – Unità argillosa:

Raggiunta solo dai pozzi più profondi, rappresenta la parte basale in facies marina dell'acquifero III. È costituita da potenti orizzonti argillosi con intercalati rari orizzonti sabbiosi o sabbioso - argillosi acquiferi. È sede di limitati acquiferi confinati

Nella figura seguente è riportato lo schema dei rapporti stratigrafici definito nell'ambito dello studio "Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia".



3.2 Caratteri piezometrici della falda superiore

La ricostruzione della morfologia della superficie piezometrica della falda superiore è basata sui dati contenuti nel Piano Territoriale Metropolitan di Milano, aggiornati al 2017.

Lo schema di deflusso idrico di falda è evidenziato, a scala regionale, nella figura seguente.

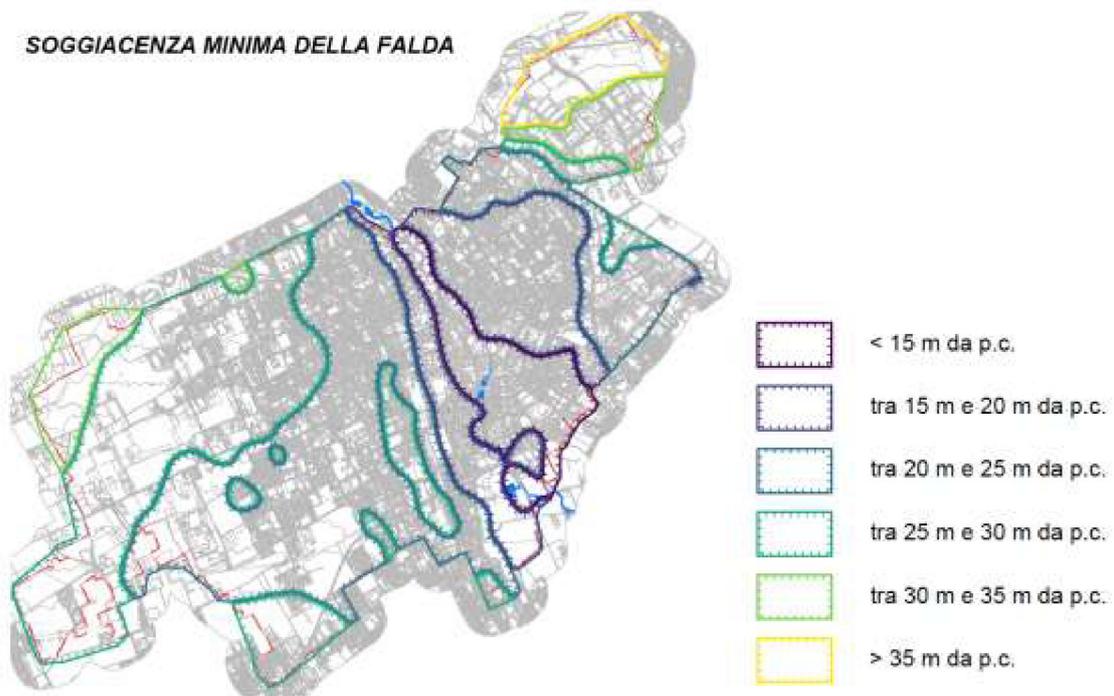
L'elaborazione dei dati evidenzia, per il territorio comunale di Legnano, quote piezometriche comprese fra circa 189 e 167 m s.l.m. decrescenti verso i settori meridionali, con direzioni del flusso idrico sotterraneo generalmente orientate da N a S. Il gradiente idraulico è piuttosto omogeneo ed è pari mediamente al 3,0 ‰.



**Piezometria dell'acquifero tradizionale – Marzo 2017
(banche dati PTM)**

La soggiacenza si attesta tra i 20 e i 30 m da p.c. di media su quasi tutto il territorio comunale. In corrispondenza della piana alluvionale dell'Olona, ribassata rispetto alle aree circostanti, la soggiacenza scende sotto i 15 m da p.c. (vedi figura seguente).

SOGGIACENZA MINIMA DELLA FALDA



Soggiacenza della falda – (dati da documento semplificato del rischio idraulico – anno 2020)

3.3 Vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento

La vulnerabilità intrinseca è una caratteristica idrogeologica areale che descrive la facilità con cui un inquinante generico, idroveicolato, sversato sul suolo o nel primo sottosuolo, raggiunge la falda libera e la contamina; essa viene definita principalmente in base alle caratteristiche ed allo spessore dei terreni attraversati dalle acque di infiltrazione, prima di raggiungere la falda acquifera libera, nonché dalle caratteristiche della zona satura.

La vulnerabilità intrinseca degli acquiferi, unitamente alla distribuzione dei potenziali centri di pericolo e dei soggetti ricettori dell'inquinamento, concorrono alla definizione della vulnerabilità integrata (elaborato **CG.02**), in funzione dei seguenti fattori:

- caratteristiche idrogeologiche degli acquiferi;
- soggiacenza della falda libera (generalmente superiore a 15 m dalla superficie topografica);
- spessore e continuità areale delle sequenze fini sommitali;
- presenza di centri di pericolo (cave in attività o cessate che raggiungono la superficie piezometrica, aree soggette a problematiche ambientali, distributori di carburante o strade di grande traffico);
- presenza di corsi d'acqua sospesi rispetto alla piezometrica media della falda e quindi direttamente alimentanti la falda stessa.

A partire dalle unità geologiche riconosciute sul territorio, sono state distinte diverse aree omogenee a diverso grado di vulnerabilità dell'acquifero. Per le stesse è stato indicato anche un grado di permeabilità rappresentativo dei terreni superficiali affioranti sulla base della litologia prevalente.

Sintema Po

Litologia:	Ghiaie ben gradate con limo e sabbia
Grado di permeabilità:	Alto
Caratteristiche:	Acquifero di tipo libero in materiali alluvionali in corrispondenza d'incisioni con corso d'acqua sospeso che determina alimentazione naturale della falda. Terreni superficiali a permeabilità alta. Soggiacenza della falda inferiore a 20 m da p.c.
Grado di vulnerabilità:	Elevato

U. Minoprio – Unità di Castellanza

Litologia:	Ghiaie ben gradate con sabbia e ghiaie ben gradate con limo e sabbia
Grado di permeabilità:	Alto

Caratteristiche: Acquifero di tipo libero in materiali alluvionali non protetto in superficie. Terreni superficiali a permeabilità alta. Soggiacenza della falda superiore compresa tra 20 e 25m da p.c.

Grado di vulnerabilità: Alto

U. Minoprio – Unità di Busto Arsizio

Litologia: Ghiaie ben gradate con sabbia e ghiaie poco gradate

Grado di permeabilità: Alto

Caratteristiche: Acquifero di tipo libero in materiali alluvionali non protetto in superficie. Terreni superficiali a permeabilità alta. Soggiacenza della falda compresa tra 20 e 35m da p.c.

Grado di vulnerabilità: Alto

Sintema Binago

Litologia: Ghiaie ben gradate con sabbia

Grado di permeabilità: Alto

Caratteristiche: Acquifero di tipo libero in materiali alluvionali protetto in superficie da copertura limosa. Terreni superficiali sottostanti la copertura limosa a permeabilità alta. Soggiacenza della falda superiore a 25m

Grado di vulnerabilità: Medio

3.4 Qualità delle acque sotterranee

La valutazione delle caratteristiche idrochimiche delle acque di falda è basata sui risultati delle analisi chimico – fisiche effettuate sui pozzi della Città di Legnano da CAP Holding e pubblicate sul proprio sito.

I pozzi ad uso potabile del pubblico acquedotto captano sia falde dell'acquifero tradizionale sia falde profonde, localizzate in sedimenti sabbioso - ghiaiosi cui si intercalano orizzonti argillosi con discreta continuità laterale e caratterizzate, in condizioni naturali, da un grado di vulnerabilità intrinseca medio - basso.

La facies idrochimica delle falde captate dai pozzi del pubblico acquedotto è sinteticamente illustrata nella sottostante tabella, in cui sono riportati i valori dei principali parametri chimico - fisici ricavati dalle ultime analisi disponibili (Analisi rilevate il 27/09/2022).

Cond. ($\mu\text{S/cm}$)	586	Arsenico ($\mu\text{g/l}$)	<1
Durezza ($^{\circ}\text{F}$)	34	Cromo ($\mu\text{g/l}$)	9
Residuo fisso a 180° (mg/l)	422	Potassio (mg/l)	1
pH	7,5	Calcio (mg/l)	95
Solfati (mg/l)	22	Magnesio (mg/l)	25
Cloruri (mg/l)	18	Sodio (mg/l)	8
Ammoniaca (mg/l)	<0,10	Bicarbonato (mg/l)	317
Nitrati (mg/l)	40	TCE/PCE ($\mu\text{g/l}$)*	1,5
Nitriti (mg/l)	<0,02	Cloroformio ($\mu\text{g/l}$)*	<1
Fluoruri (mg/l)	<0,2	Antiparassitari ($\mu\text{g/l}$)*	<0,1
Manganese ($\mu\text{g/l}$)	<5		

(*) valori medi riferiti all'anno 2020 – ATS della Città Metropolitana di Milano – Dati 2020 della qualità dell'acqua destinata al consumo umano

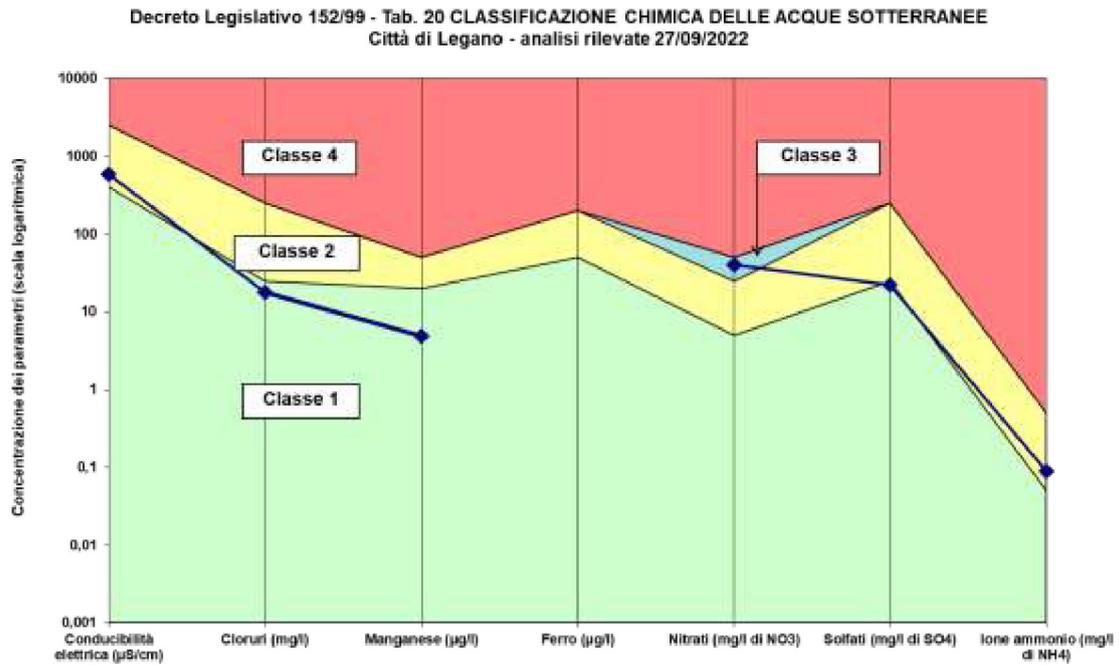
3.4.1 Classificazione idrochimica delle acque captate dai pozzi

La classificazione dello stato idrochimico delle acque sotterranee è stata operata riconducendosi a quella proposta dalla precedente normativa (D. Lgs. 152/99), in analogia a quanto presente nel Programma di Uso e Tutela delle Acque della Regione Lombardia.

Vengono quindi individuate quattro classi che esprimono una stima dell'impatto antropico sulle acque sotterranee e ne definiscono le caratteristiche idrochimiche, valutate considerando le concentrazioni di 7 parametri di base o "macrodescrittori" (conducibilità, cloruri, solfati, nitrati, ferro, manganese, ammoniaca); le classi vengono descritte come:

Classe 1:	Impatto antropico nullo o trascurabile, con pregiate caratteristiche idrochimiche
Classe 2:	Impatto antropico ridotto e sostenibile sul lungo periodo, con buone caratteristiche idrochimiche
Classe 3:	Impatto antropico significativo, con caratteristiche idrochimiche generalmente buone, ma con alcuni segnali di compromissione
Classe 4:	Impatto antropico rilevante, con caratteristiche idrochimiche scadenti

Come illustrato nel grafico seguente, lo stato chimico delle acque captate dai pozzi pubblici di Legnano rientra in classe 3 solo per il parametro "nitrati", con un giudizio quindi mediamente buono sulle caratteristiche idrochimiche degli acquiferi captati.



3.5 Individuazione delle zone di rispetto delle opere di captazione

La Città di Legnano dispone delle seguenti opere di captazione per l'approvvigionamento idrico del proprio acquedotto comunale:

N.	Proprietario	Località	Criterio di delimitazione della ZR vigente
0151180005	C.A.P.	Via Amendola	geometrico
0151180004	C.A.P.	Via Canova	geometrico
0151180011	C.A.P.	Via Cuttica	geometrico
0151180012	C.A.P.	Via Pace - Via Mazzafame	geometrico
0151180013	C.A.P.	Via Pace - Via Mazzafame	geometrico
0151180014	C.A.P.	Via Quasimodo	geometrico
0151180016		Via Quasimodo	geometrico
0151180019	C.A.P.	Via Pace - Via Mazzafame	geometrico
0151180020	C.A.P.	Via Pace - Via Mazzafame	geometrico
0151180021	C.A.P.	Via Carlo Jucker	geometrico
0151180092	C.A.P.	Via del Massereccio	geometrico
0151180093			
0151180124	C.A.P.	Via Sardegna	geometrico
0151180125			
0151180126	C.A.P.	Via Pergolesi	geometrico
0151180129	C.A.P.	Via Ragazzi del '99	geometrico
MI03MI01511800056	C.A.P.	Via Padre Ottorino Marcolini	idrogeologico
MI03MI01511800058	C.A.P.	Via Ebolowa	temporale
MI03MI01511800059			

I dati completi sui pozzi sono riportati nell'elenco di **AII. 1** e nelle schede per il censimento delle opere di captazione degli **AII. 2**.

Le Zone di Rispetto delle captazioni sono attualmente definite per la quasi totalità con criterio geometrico, cioè coincidente con una superficie di raggio pari a 200 m dall'asse del pozzo.

Fanno eccezione il pozzo n. MI03MI01511800056 e il pozzo a doppia colonna MI03MI01511800058 MI03MI01511800059. In base alle prescrizioni tecniche della D.G.R. 15137/96, la Zona di Rispetto è stata delimitata con criterio idrogeologico per il primo e con criterio temporale per il secondo.

Il criterio idrogeologico si applica in caso di captazione di acquifero protetto, cioè un acquifero idraulicamente separato dalla superficie o da una generica falda sovrastante, da uno o più corpi geologici a bassissima conducibilità idraulica (indicativamente non superiore a 10-8 m/s) aventi uno spessore complessivo dell'ordine di una decina di metri e un'adeguata continuità areale (indicativamente dell'ordine di 200 m di raggio). In tale caso la Zona di Rispetto coincide con la Zona di Tutela Assoluta.

In caso di criterio temporale, invece, la delimitazione della ZR coincide con l'inviluppo dei punti isocroni circostanti i pozzi, corrispondenti ad un tempo di sicurezza di 60 giorni, calcolati sulla base delle condizioni di emungimento alla massima portata di esercizio.

Tale rappresentazione indica che un eventuale inquinante, che contamina la falda in prossimità del limite della ZR così individuata, giunge al pozzo in un tempo di circa 60 giorni, intervallo di tempo considerato sufficiente alla degradazione di molti inquinamenti di tipo batteriologico.

Il quadro normativo da applicare all'interno di tali aree è riferibile al D.Lgs. 152/06 modificato dal D.Lgs. 4/08 ed integrato dalla D.G.R. 7/12693/03, che definiscono le attività compatibili nelle aree di salvaguardia delle opere di captazione di acque destinate al consumo umano (cfr. **Cap. Quadro dei vincoli normativi** nelle Norme Geologiche di Piano).

Le zone di rispetto dei pozzi (ZR) sono individuate in **CG.02**, dove sono stati riportati gli elementi idrogeologici e ambientali che caratterizzano l'intorno di ciascun pozzo, e con maggior dettaglio in **CG.09**.

3.6 Aree di ricarica della falda – PTUA e PTM

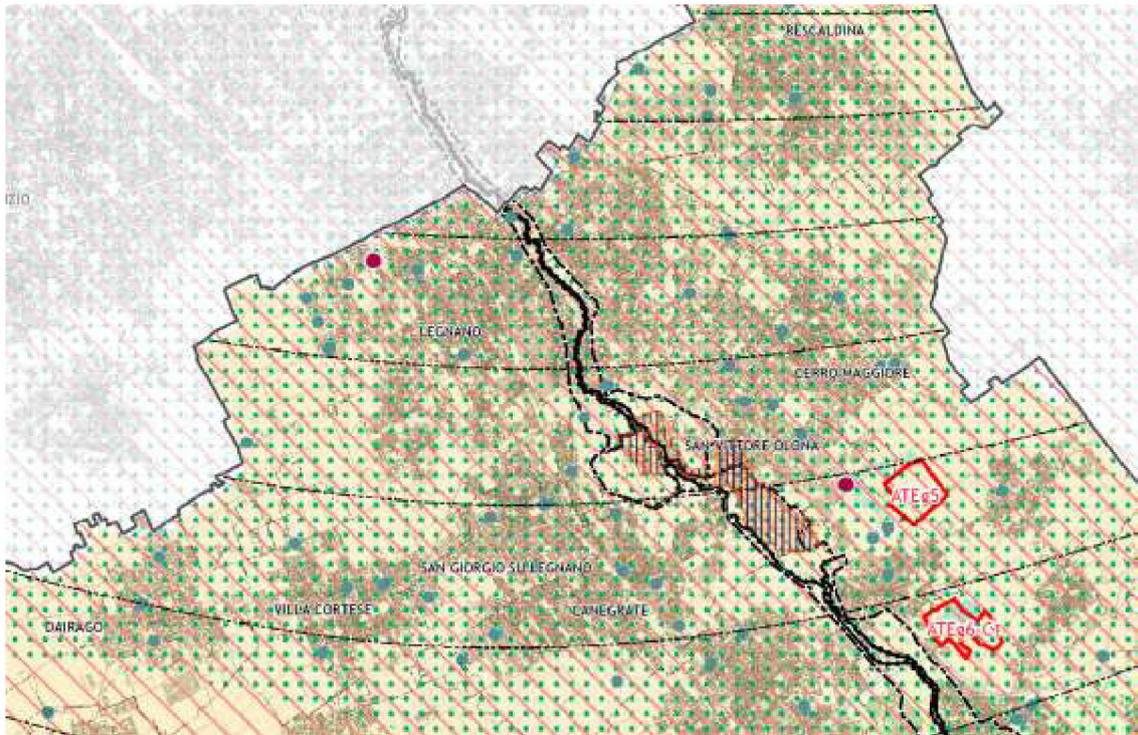
Il Piano Territoriale Metropolitan è stato approvato il 11/05/2021, con D.C.M. n. 16.

Il PTN ha aggiornato la Tavola 7 del PTCP *Difesa del suolo*, ampliandone la disciplina relativa alla gestione della risorsa idrica degli acquiferi e facendo riferimento al Piano di Tutela Uso delle Acque della Regione Lombardia (2017).

Con riferimento al PTUA, la Tavola 7 riporta le seguenti zone, che evidenziano i rapporti tra i diversi corpi acquiferi sotterranei e quindi di concerto la vulnerabilità:

- Zona di ricarica dell'Idrostruttura sotterranea intermedia (ISI);
- Zona di ricarica/scambio dell'Idrostruttura sotterranea intermedia (ISI);
- Zona di ricarica dell'Idrostruttura sotterranea superficiale (ISS);

In particolare, il PTUA individua l'intero territorio comunale di Legnano come zona di ricarica sia per l'idrostruttura sotterranea superficiale che per l'idrostruttura sotterranea intermedia, in quanto la struttura del sottosuolo e la natura dei terreni affioranti consentono l'infiltrazione delle acque verso le falde idriche.



PTUA - AMBITI DI RICARICA DELLA FALDA [art. 79]



Zona di ricarica dell'Idrostruttura Sotterranea Intermedia (ISI)



Zona di ricarica/scambio dell'Idrostruttura Sotterranea Intermedia (ISI)



Zona di ricarica dell'Idrostruttura Sotterranea Superficiale (ISS)

Estratto della Tavola 7 – difesa del suolo – del PTM della Città Metropolitana di Milano

Le Norme di Attuazione del PTM indicano (Art. 79 – Ciclo delle acque – comma 2 lettera d):

- favorire la ricarica dei corpi acquiferi sotterranei e l'immissione delle acque meteoriche sul suolo e nei primi strati del sottosuolo, [...]. Per la gestione delle acque di seconda pioggia, dovranno essere privilegiate soluzioni progettuali quali i pozzi perdenti o le trincee drenanti; in relazione al tipo di attività e di funzione ammessa, dovranno essere evitate condizioni di rischio di inquinamento o di veicolazione di sostanze inquinanti verso le falde profonde.

4. IDROGRAFIA

4.1 *Assetto idrografico*

Il territorio comunale di Legnano è interessato unicamente dalla presenza del Fiume Olona, corso d'acqua naturale di importanza regionale.

Il Fiume Olona ha origine alle pendici dei monti a nord di Varese. L'asta del Fiume Olona ha nel suo complesso una lunghezza di circa 60 km, compresi tra il comune di Varese e l'imbocco della tombinatura nel Comune di Pero. Il corso d'acqua è caratterizzato da una grande complessità idraulica legata alla plurisecolare azione modificativa dell'uomo tesa alla difesa dalle piene e all'utilizzazione delle acque.

La parte nord del bacino, fino a Ponte Gurone, in comune di Malnate, presenta caratteristiche tipicamente montane, mentre a valle di Ponte Gurone il territorio si fa via via pianeggiante e il bacino assume una forma molto stretta e allungata in direzione Nord-Sud.

Fino all'attraversamento dell'autostrada A8 Milano-Varese, nei comuni di Marnate e Olgiate Olona, l'alveo fluviale è incassato in una valle e i centri abitati sono situati in posizione sopraelevata rispetto al corso del fiume. Oltrepassata l'autostrada, l'Olona attraversa i comuni di Castellanza e Legnano, territori fortemente urbanizzati all'interno dei quali l'alveo risulta tombinato per lunghi tratti. In questo tratto il fiume riceve inoltre la portata di scarico proveniente dai bacini di accumulo e disperdimento dei torrenti Rile e Tenore.

A valle dell'abitato di Legnano, il fiume attraversa nuovamente aree agricole alternate ad aree urbane fino al confine del Comune di Legnano, di cui attraversa il territorio e prosegue con direzione Sud-Est in comune di Rho.

La descrizione del Fiume Olona in territorio di Legnano è meglio descritta nel successivo **Par. 4.2**.

4.2 *Analisi del rischio idraulico*

Il presente capitolo si pone come obiettivo di descrivere brevemente le caratteristiche del Fiume Olona, che attraversa il territorio comunale di Legnano, e la modellazione idraulica dello stesso, con lo scopo di evidenziarne i punti critici e tracciare le aree di pericolosità idraulica, definite da una combinazione di battente e velocità di flusso, per la ridefinizione dei limiti delle aree a rischio e le conseguenti classi di fattibilità geologica e vincoli di Piano.

Lo studio fa riferimento allo stato attuale del territorio e del corso d'acqua di interesse. La modellazione è implementata con tutto il materiale a disposizione, quale, ad esempio, il modello digitale del terreno e le geometrie delle sezioni fluviali ricavate da alcuni studi reperiti presso l'archivio del Comune di Legnano, oltre a specifici sopralluoghi effettuati.

4.2.1 Fiume Olona in Legnano

Come descritto nel **Par. 4.1**, il Fiume Olona attraversa il territorio di Legnano in direzione Nord-Ovest Sud-Est, dal confine con il Comune di Castellanza fino a valle della zona del Castello Visconteo, dove, dopo una diramazione, il corso d'acqua entra nel territorio del Comune di Canegrate.

L'alveo dell'Olona, che attraversa il territorio tagliandolo in due parti quasi uguali, non si presenta in condizioni naturali. Il corso d'acqua risulta incanalato in argini in cemento o pietra, che sono stati negli anni realizzati per evitare le esondazioni, molto frequenti soprattutto in passato sul territorio comunale.

Nel corso degli anni sono stati adottati diversi accorgimenti per ridurre quanto possibile il rischio di eventi alluvionali. È stata infatti prevista una serie di interventi per riportare a cielo aperto l'alveo del fiume, che per lunghi tratti si presentava tombinato, come ad esempio la scoperchiatura dell'alveo in corrispondenza dell'area ex-Cantoni, fino alla tombinatura di Piazza Carroccio.



Progetto area ex Cantoni

Il Fiume Olona entra nel territorio comunale di Legnano dal confine con Castellanza, incontrando il ponte di Via Gabbianella, a valle del quale il corso d'acqua presenta un andamento abbastanza sinuoso fino al ponte di Via Pontida. Da qui, complici i sopracitati interventi di sistemazione e scoperchiatura dell'alveo, il corso d'acqua ha totalmente perso la sua naturalità, presentandosi con il tipico aspetto di un canale artificiale. La sezione fluviale risulta essere regolare, di forma rettangolare, con arginature in cemento.

L'alveo prosegue quindi con andamento rettilineo, attraversato da numerosi ponti, come quello di Via Tirinnanzi, via Barlocco e Via Matteotti, fino ad arrivare in prossimità di Parco Donatori del Sangue, dove il fiume è stato oggetto di riqualifica. Immediatamente a monte di Piazza Carroccio, il corso del fiume prosegue con un tratto tombinato, in cui dall'alveo principale si dividono due canali, a quote di fondo differenti, che si riuniscono più a valle. Superata Piazza Carroccio l'alveo, sempre caratterizzato da un andamento piuttosto regolare, torna a cielo aperto in corrispondenza della rotonda tra Via Verri e Via Guerciotti, supera il ponte di Via Beccaria e un

attraversamento pedonale per poi essere di nuovo tombinato on prossimità di Viale Gorizia.

L'alveo tombato attraversa i Giardinetti Legnano e torna a cielo aperto a monte di Viale Toselli, a valle del quale, superato il ponte, si dirama, andando a circondare l'area del Castello Visconteo, per poi riunirsi e entrare nel territorio comunale di Canegrate.

4.2.2 Studi di bacino e delimitazione fasce PAI

Negli anni 2002-2003 è stato redatto dall'Autorità di Bacino del fiume Po lo "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro – Olona" che aveva definito le condizioni di sicurezza idraulica, nonché le criticità esistenti lungo l'intero sviluppo del fiume Olona, con la successiva individuazione, a livello di massima, degli interventi ritenuti necessari per l'adeguamento idraulico e la riqualificazione dell'intero corso d'acqua, dalla sorgente fino all'ingresso nel tratto tombinato nel comune di Pero (compatibilmente con le corrispondenti limitazioni dimensionali).

In generale, lo Studio ha determinato, oltre ad alcuni interventi di eventuale adeguamento dei presidi idraulici nei tratti urbani, numerosi interventi di laminazione in parte realizzati, finalizzati alla significativa diminuzione delle portate e dei volumi in arrivo ai tratti più critici urbanizzati.

Lo studio citato ha consentito la definizione delle fasce fluviali PAI – nei comuni che le hanno recepite – ed è stato la base per le attuali delimitazioni delle aree allagabili del PGRA riportate nelle tavole di piano.

4.2.3 Descrizione del modello

Per la definizione delle aree di pericolosità idraulica è stato implementato un modello idrologico-idraulico accoppiato mono e bidimensionale per verificare il regime del Fiume Olona e ricostruire il comportamento del territorio rispetto alle sollecitazioni indotte dalle portate transistanti nel corso d'acqua e dagli eventi meteorici di riferimento cui sono sottoposte le superfici del territorio di interesse. I risultati sono espressi in termini di pericolosità idraulica per la definizione e aggiornamento delle classi di fattibilità e delle Norme di Piano.

La modellazione idraulica è stata implementata mediante il programma di calcolo INFOWORKS 2D ICM di Innovyze, che permette di analizzare il campo di moto a partire dal DTM (Digital Terrain Model), rappresentativo della geometria del dominio di calcolo, basandosi sulla risoluzione di tre equazioni non lineari alle differenze finite per la determinazione del campo di moto della corrente su di un piano bidimensionale (x-y). Il codice di calcolo consente, inoltre, di analizzare il campo di moto accoppiando un modello idraulico monodimensionale con la geometria digitale del dominio di calcolo.

Le caratteristiche della rete di drenaggio sono state ricavate dalle informazioni topografiche e geometriche fornite da CAP, gestore della rete fognaria, messe a disposizione per lo scopo qui descritto.

4.2.3.1 Base topografica del modello bidimensionale: DTM 1x1 e modifiche inserite

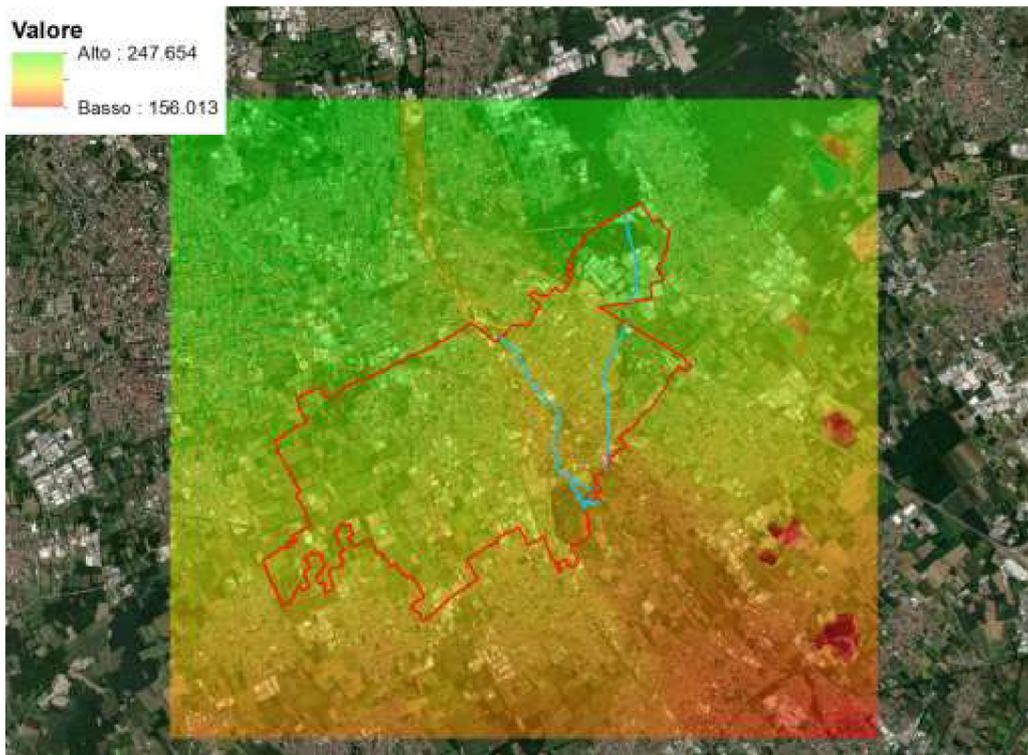
Per la modellazione bidimensionale è stato utilizzato il Modello Digitale del Terreno (DTM) Lidar con risoluzione della maglia 1x1 m per la zona relativa al centro abitato. Il DTM ricopre infatti tutta l'area comunale in sinistra idraulica dell'Olonza e una porzione del territorio in destra idraulica. Per zone più periferiche del comune, scoperte dalla copertura Lidar, si è utilizzato un DTM con maglia 5x5. I due DTM sono stati quindi elaborati e uniti, ottenendo così un unico modello digitale del terreno con grado di dettaglio differente.

Il DTM è stato utilizzato come base per la definizione della geometria del dominio di modellazione bidimensionale. La ricostruzione della geometria caratteristica del terreno è stata effettuata utilizzando zone di magliatura con differente dimensione massima e minima delle maglie che compongono la mesh di calcolo. Il dominio di modellazione 2D presenta dimensione della maglia pari a 25÷50 m².

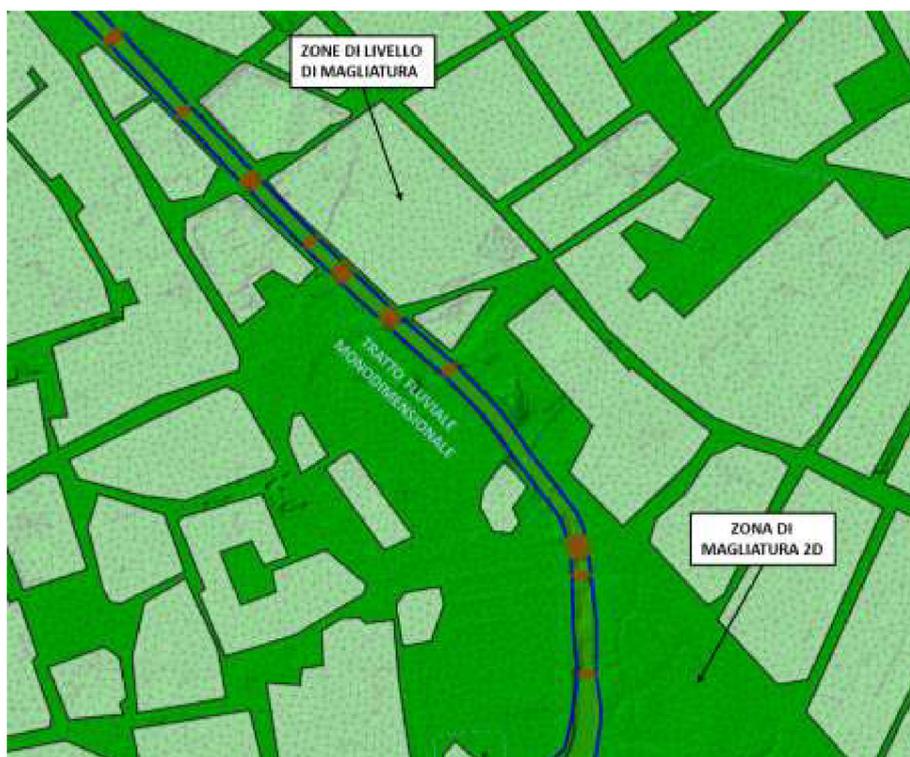
Per simulare il comportamento dell'acqua all'interno dell'area urbana si sono inseriti degli ostacoli rappresentanti la presenza di edifici e muri. Questa operazione si è resa necessaria dal momento che gli ostacoli non sono rappresentati dal DTM, che subisce procedure di post-processing al fine di restituire la sola elevazione del terreno.

Gli elementi quali muri, edifici e ostacoli risultano invece fondamentali per il corretto studio dei deflussi superficiali in zona urbana e degli eventuali accumuli e pertanto sono stati tutti inseriti nel modello implementato, utilizzando poligoni di magliatura (ricostruzione dell'impronta degli edifici con innalzamento delle quote del DTM) e elementi lineari (muri, muretti, ostacoli) con quota reale e caratteristiche di porosità e trasparenza definite. Si precisa che i poligoni di magliatura costituiscono porzioni di territorio più elevate rispetto al terreno, come possono essere i tetti e le coperture prevedendo quindi lo stesso contributo idrologico del terreno, in termini di superficie soggetta ad evento meteorico e di trasformazione afflussi-deflussi.

La superficie totale del dominio di calcolo bidimensionale del modello idraulico implementato si estende per circa 2161 ha.



Modello digitale del terreno (DTM) utilizzato per la modellazione



Dominio 2D e zone di livello di magliatura

4.2.3.2 Modellazione dell'asta fluviale: caratteristiche del modello implementato

Per la modellazione del corso d'acqua si è utilizzato un modello monodimensionale composto da n. 35 tratti fluviali e n. 4 condotte a simulare i tratti intubati dell'olona, per una lunghezza complessiva di circa 4916 m. Il corso d'acqua è stato modellato mediante l'utilizzo dell'elemento "Tratto Fluviale", che raggruppa al suo interno sia le caratteristiche planimetriche dell'asta fluviale sia le caratteristiche geometriche ed idrauliche dell'alveo e delle sponde che, nel caso di "tratti fluviali" nella modellazione accoppiata, rappresentano il collegamento fisico tra il dominio di calcolo bidimensionale (DTM) e gli elementi monodimensionali.

Alcuni dei n. 35 tratti fluviali sono separati gli uni dagli altri dall'elemento "Ponte", inserito nel modello con il fine di rappresentare la geometria dei venti attraversamenti presenti lungo il corso dell'Olona all'interno del territorio comunale.

Per quanto riguarda la costruzione delle sezioni fluviali, si sono confrontate quelle ricavate dal DTM con quelle ricavate tramite rilievo con GPS, utilizzate per la modellizzazione in occasione di precedenti progetti di sistemazione idraulica lungo l'Olona e reperite attraverso gli archivi del Comune di Legnano, ovvero le sezioni con cui è stato effettuato lo studio dall'Autorità di Bacino.

In base all'interpolazione dei dati di partenza è stato quindi ricostruito il profilo del tratto fluviale.

4.2.3.3 Rete di drenaggio

All'interno dello scenario analizzato è stata anche inserita la rete di drenaggio urbano fornita da Cap Holding, composta da un modello monodimensionale che comprende la suddivisione del territorio in sottobacini che recapitano le acque nere ai nodi della rete di fognatura.

A collegare i vari nodi e quindi a permettere il deflusso delle portate sono stati inseriti gli elementi "condotta". Il modello monodimensionale della fognatura è messo in comunicazione con il modello bidimensionale tramite la definizione dei nodi, che, rispetto al modello originale fornito dall'Ente gestore, sono stati modificati e inseriti come nodi 2D, a rappresentare caditoie e griglie (funzionanti sia in uscita per immissione acque meteoriche e per esondazioni in caso di riempimenti ed insufficienze). In questo modo è possibile permettere al modello di convogliare parte del deflusso superficiale che si verifica sulla viabilità all'interno della rete di drenaggio. Nel modello fornito dall'Ente gestore sono presenti anche gli sfioratori di piena che scaricano all'interno dell'alveo. Questi elementi sono stati modificati e connessi all'alveo stesso tramite la modellazione degli stessi come immissioni in alveo.

4.2.4 Analisi idrologica

4.2.4.1 Definizione delle curve di possibilità pluviometrica

L'analisi idrologica sul bacino in esame per definire la sollecitazione idrologica da applicare al modello idraulico è stata condotta a partire dalla definizione dei parametri "a" e "n" delle curve di possibilità pluviometrica, per le quali si è fatto riferimento ai dati ufficiali di ARPA Lombardia.

Come risultato dell'analisi idrologica svolta sono stati definiti gli ietogrammi di pioggia poi utilizzati nella modellazione idrologico-idraulica implementata per lo studio del bacino in esame.

In particolare, i valori ricavati dal portale di ARPA Lombardia per l'area in esame sono riassunti nella seguente tabella.

A1 – Coefficiente pluviometrico orario	31.4
N – Coefficiente di scala	0.328
GEV – parametro α	0.2901
GEV – parametro κ	-0.0089
GEV – parametro ε	0.8295

Quindi, utilizzando la formulazione

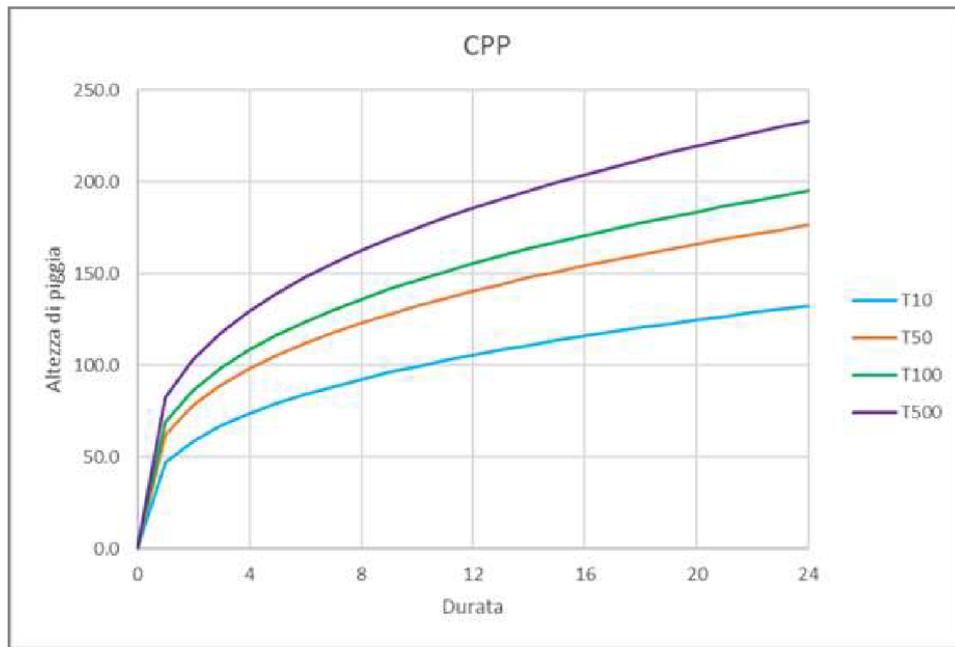
$$h_T(D) = a_1 \cdot w_T \cdot D^n$$

Dove w_T è dato dalla seguente espressione:

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{\kappa} \left\{ 1 - \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

Nella tabella seguente si riportano i parametri medi delle curve di possibilità pluviometrica (CPP), ricavati dai dati forniti da ARPA Lombardia, mentre nella successiva figura sono riportate le curve di possibilità pluviometrica (CPP) calcolate.

Tempo di ritorno	a	n
10 anni	46.75	0.328
50 anni	62.21	0.328
100 anni	68.82	0.328
500 anni	82.24	0.328



Curve di possibilità pluviometrica

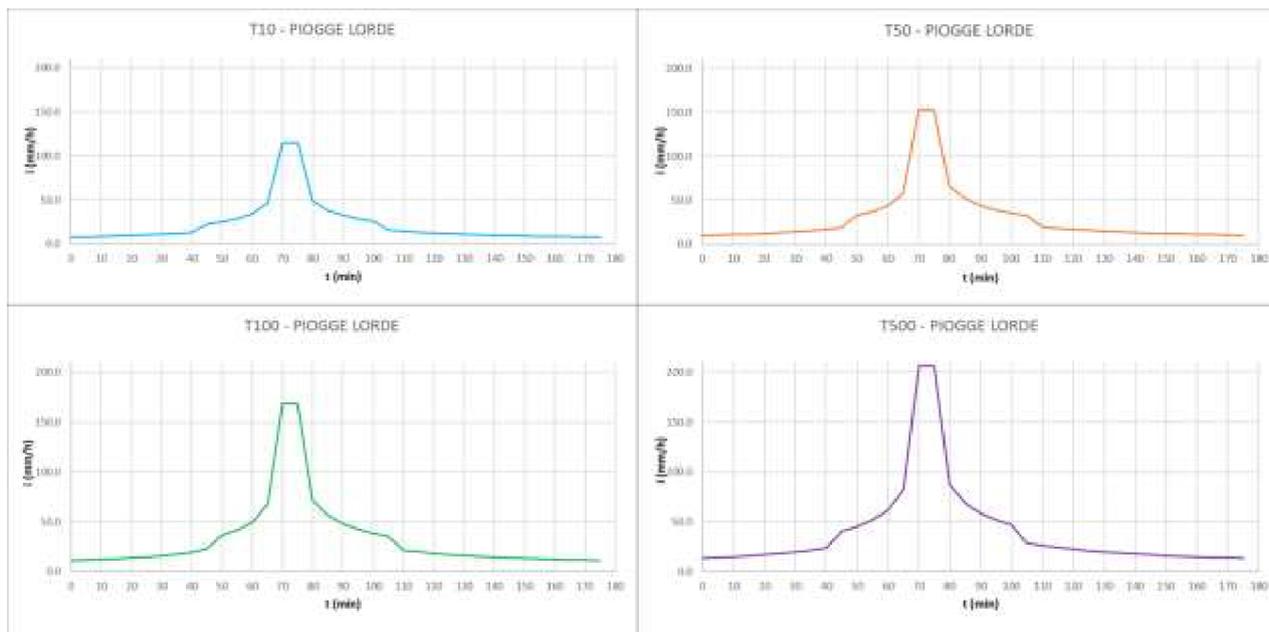
4.2.4.2 Definizione delle piogge

Per la rappresentazione delle piogge sintetiche si è adottato lo ietogramma di tipo Chicago che, presentando andamenti temporali non costanti, consente una migliore rappresentazione del fenomeno meteorico intenso, normalmente caratterizzato dalla presenza di picchi di intensità di pioggia.

La principale caratteristica di questo ietogramma consiste nel fatto che per ogni durata, anche parziale, l'intensità media della precipitazione dedotta dallo ietogramma stesso è congruente con quella definita dalla curva di possibilità climatica. Esso presenta il vantaggio di essere poco sensibile alla variazione delle durate di base, in quanto, per durate progressivamente maggiori, la parte centrale dello ietogramma rimane la stessa mentre si aggiungono delle code all'inizio e alla fine dell'evento.

Pertanto imponendo che la durata della pioggia sia maggiore del tempo di corrivazione del bacino, si ottiene, proprio per la caratteristica suddetta, che lo "scroscio" critico è certamente contenuto nella pioggia di progetto.

Nel caso in oggetto, le piogge hanno la durata pari a 3 ore. La posizione del picco è stata presa pari a 0.4.



Ietogramma Chicago lordo su Legnano

4.2.5 Simulazioni e risultati

4.2.5.1 Scenari

In questa fase si sono simulati gli scenari relativi alla configurazione attuale, considerando eventi di piena e meteorici pari a 10, 50, 100 e 500 anni di ritorno.

Per la mappature delle aree di pericolosità idraulica si è fatta particolare attenzione all'evento centennale, analizzando i risultati relativi a due differenti casistiche:

- Il deflusso generato dalla sola piena centennale del Fiume Olona;
- I deflussi generati dalla combinazione della piena del Fiume Olona e dall'evento di pioggia, entrambi con un tempo di ritorno pari a 100 anni.

Da qui in avanti si farà quindi riferimento soltanto all'evento centennale.

In particolare, si sottolinea come, a scopo cautelativo, nello scenario in cui viene rappresentato l'effetto della sola piena centennale, non sia stato effettuato alcun collegamento tra la rete di drenaggio e il modello 2D, lasciando quindi che i deflussi generati dall'esondazione dell'Olona scorrano sul DTM, quindi sulla zona di magliatura 2D, senza essere convogliati nel sistema di drenaggio, adibito quindi al solo deflusso della portata nera.

4.2.5.2 Condizioni al contorno e parametri di calcolo

Per poter effettuare qualsiasi simulazione idraulica (condotta con modelli mono o bidimensionali o anche per verifiche puntuali), è indispensabile definire le condizioni al contorno del modello numerico utilizzato e i parametri di calcolo di riferimento delle condizioni fisiche del sistema. In particolare sono state definiti:

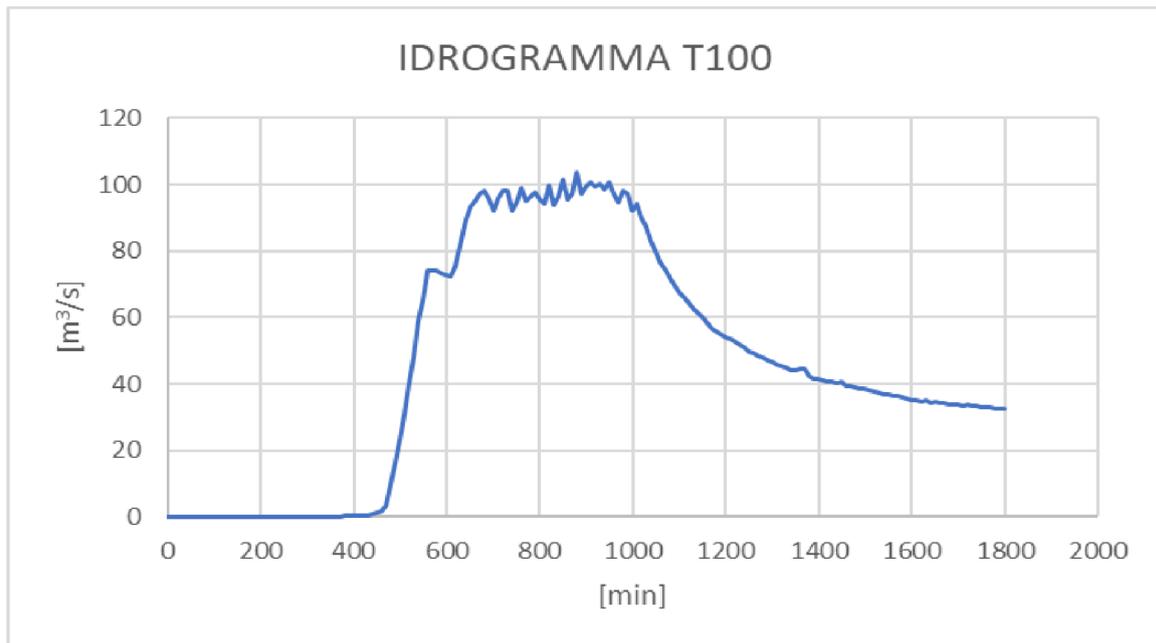
- la resistenza idraulica delle superfici interessate dal deflusso, mediante i valori di scabrezza;
- gli eventuali idrogrammi in ingresso al sistema generato dai bacini di monte o in punti particolari del bacino.

La risposta idraulica delle aree interessate a qualunque sollecitazione di deflusso è determinata dalla natura dei vari terreni e dal diverso tipo di copertura degli stessi o dalla presenza di ostacoli. Alla diversa natura delle coperture dei terreni sono associabili le superfici caratteristiche di scabrezza idraulica, determinanti ai fini della simulazione del fenomeno. Nel caso in esame si è assegnato un coefficiente di scabrezza di Manning all'area dell'alveo inciso pari a $n = 0.0286$ (scabrezza di Strickler corrispondente $k_s = 35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$), come anche per i manufatti di attraversamento. Per l'area di deflusso superficiale il coefficiente di scabrezza di Manning è pari a $n = 0.2$ (scabrezza di Strickler corrispondente $k_s = 5 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$).

Per quanto riguarda invece le condizioni al contorno di monte e valle, il primo caso è rappresentato dagli idrogrammi di piena in ingresso al modello, mentre come condizione al contorno di uscita dal dominio di magliatura si è imposta la condizione di moto uniforme, dato che la sezione di chiusura del dominio di modellazione è sufficientemente lontana da elementi che potrebbero creare particolari condizioni di moto.

L'idrogramma in ingresso per 100 anni di tempo di ritorno è stato ricavato da uno studio eseguito per il progetto esecutivo "*Interventi di riordino idraulico e riqualificazione del fiume Olona nel tratto urbano Rho (Lucernate) – Pero*".

Nella figura seguente è riportato l'idrogramma di riferimento. La portata di picco per il tempo di ritorno di 100 anni è pari a circa $103.8 \text{ m}^3/\text{s}$.



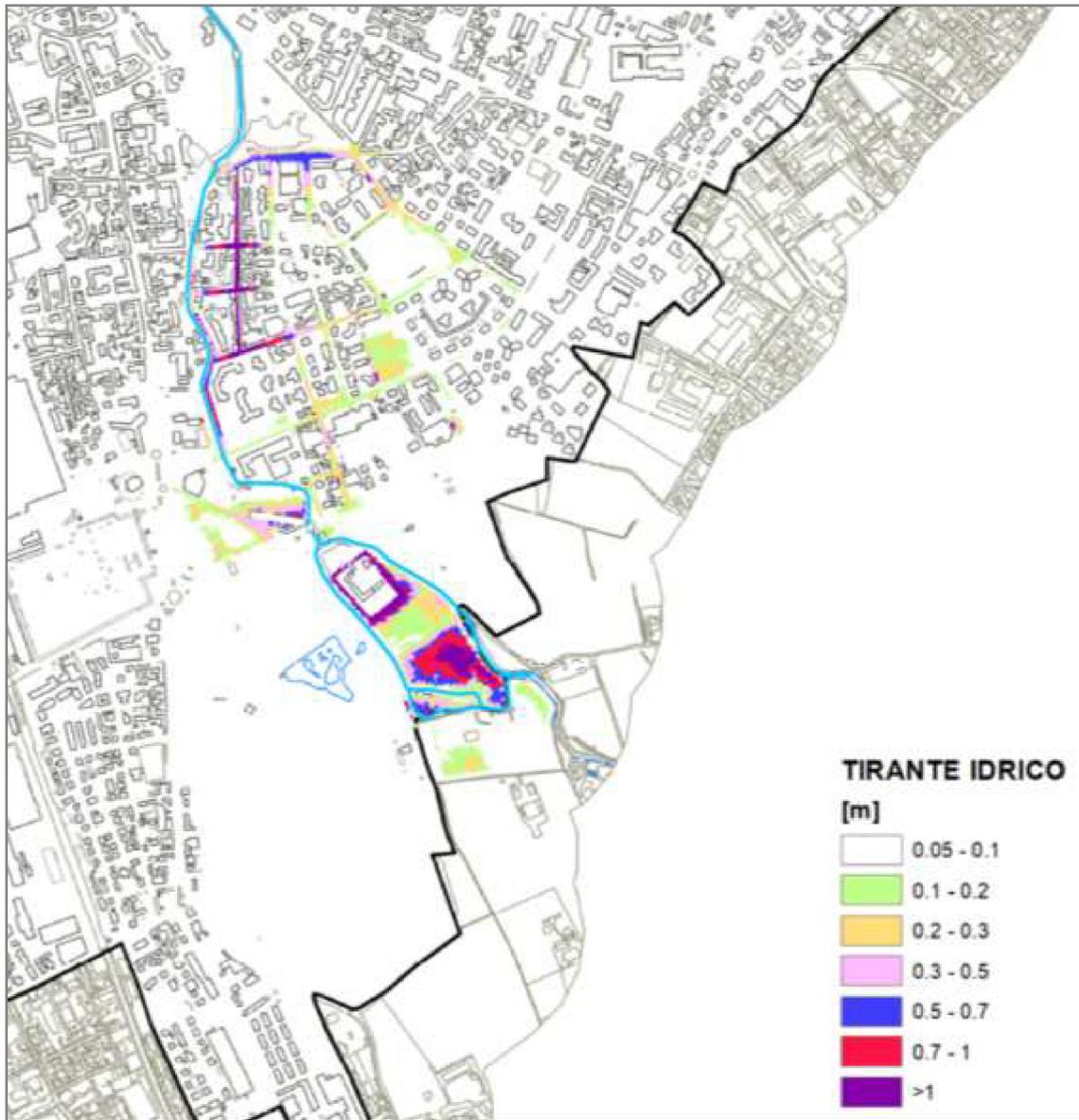
Idrogramma con tempo di ritorno 100 anni

4.2.5.3 Risultati

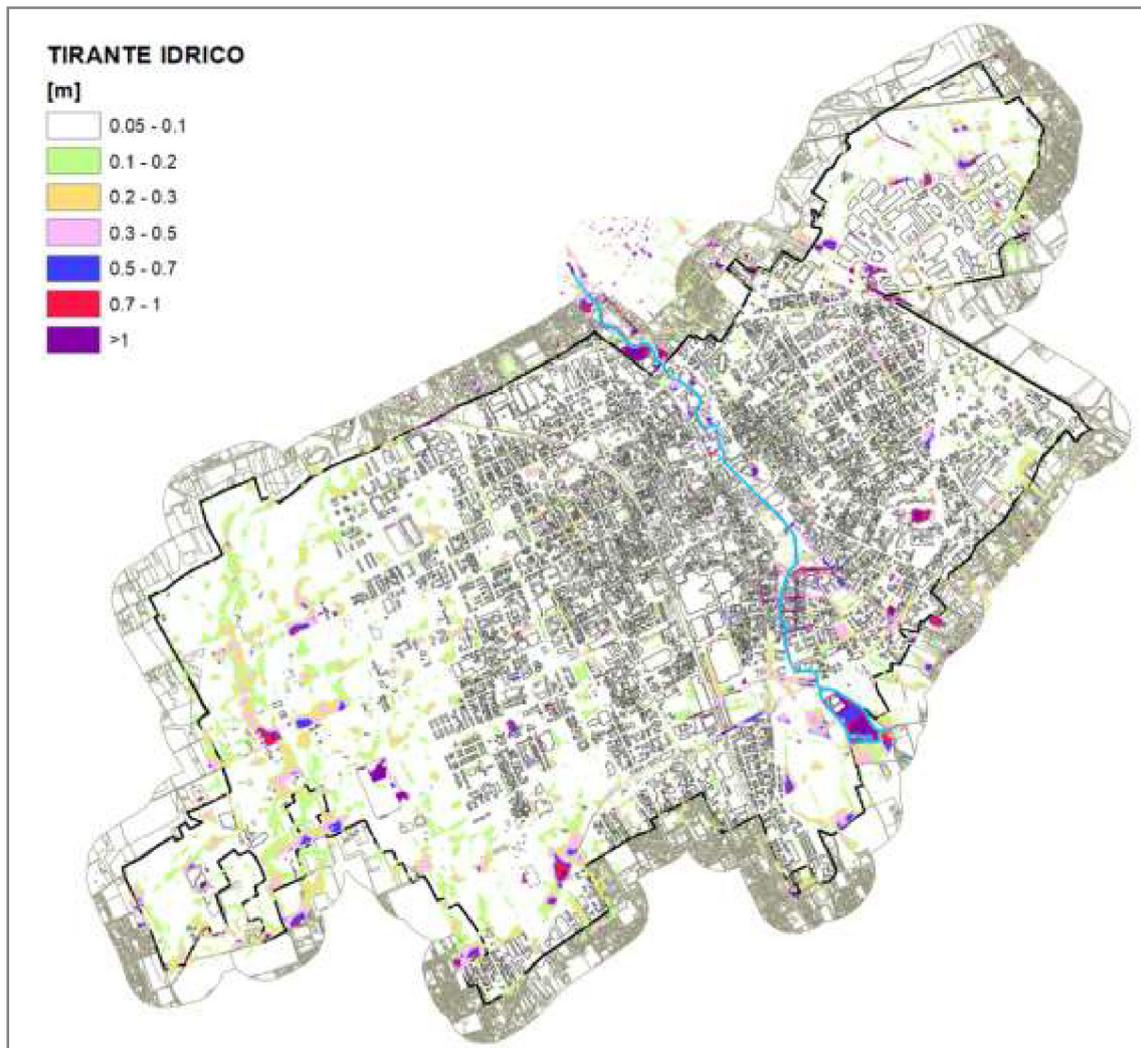
Come già anticipato, per la mappatura delle aree di pericolosità idraulica sono stati analizzati gli scenari aventi tempo di ritorno pari a 100 anni.

Nelle figure seguenti sono rappresentati in ordine:

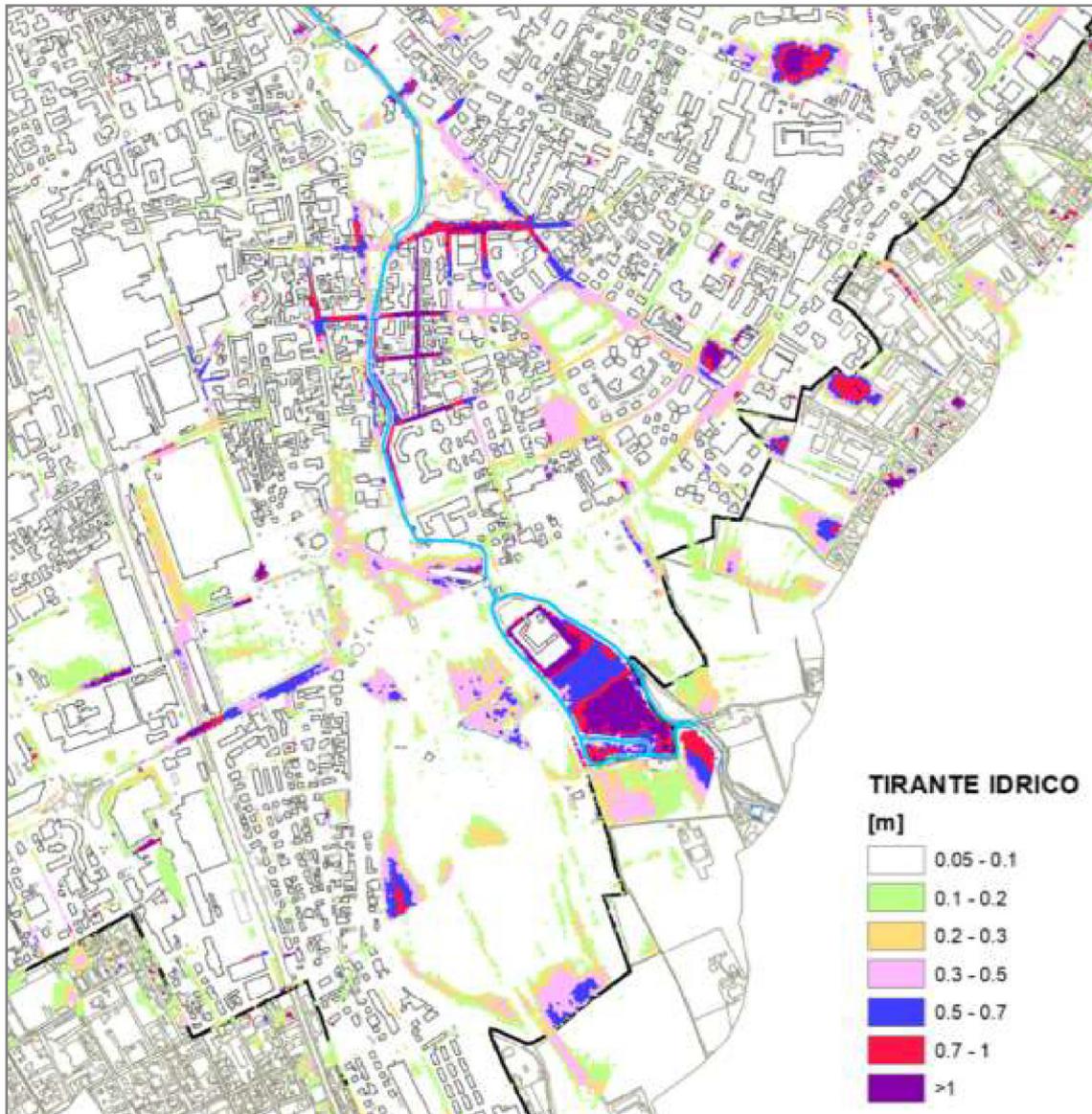
- i campi di altezze d'acqua per il tempo di ritorno di 100 anni ottenute considerando la sola portata di piena centennale del fiume Olona;
- i campi di altezze d'acqua per il tempo di ritorno di 100 anni, considerando lo scenario ottenuto con la combinazione di pioggia e portata;
- le velocità dell'acqua per il tempo di ritorno di 100 anni ottenute considerando la sola portata di piena centennale del fiume Olona;
- le velocità dell'acqua per il tempo di ritorno di 100 anni, considerando lo scenario ottenuto con la combinazione di pioggia e portata.



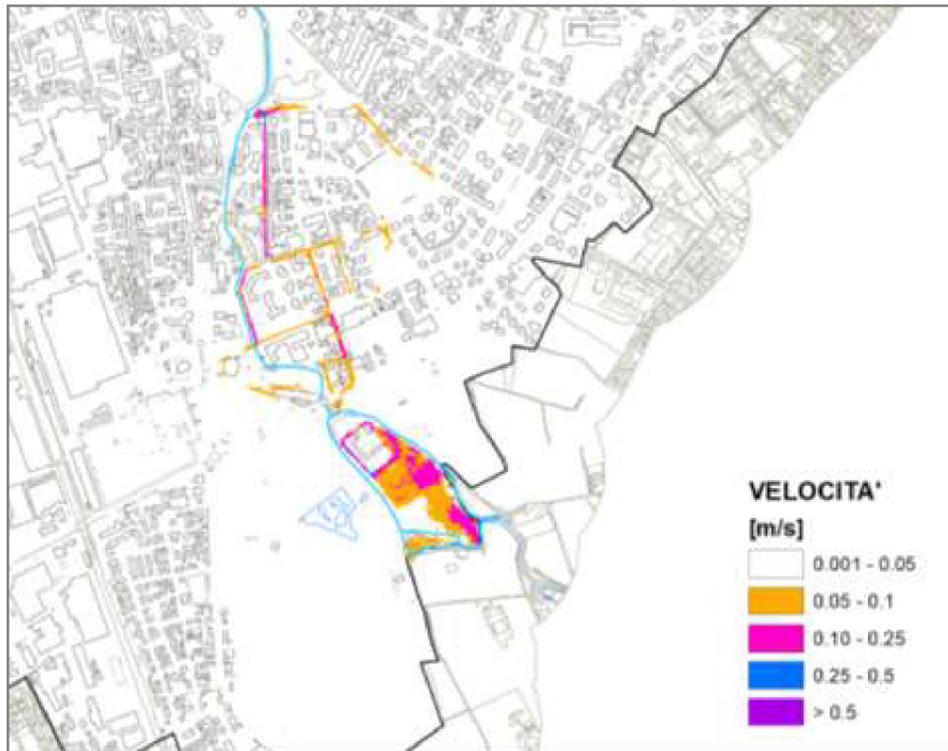
Risultati in termine di allagamenti ottenuti considerando solo la piena centennale del fiume Olona. In basso: zoom sulla parte centrale del centro abitato



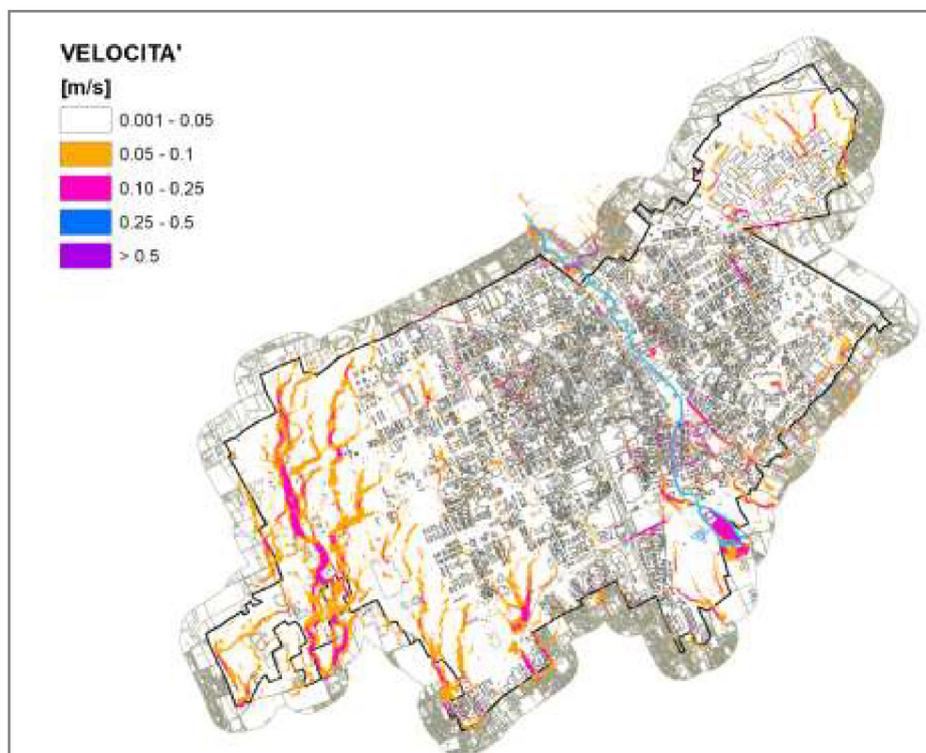
Risultati in termine di allagamenti ottenuti considerando la piena centennale del F. Olona e un evento di pioggia con tempo di ritorno pari a 100 anni. In basso: zoom sulla parte centrale del centro abitato



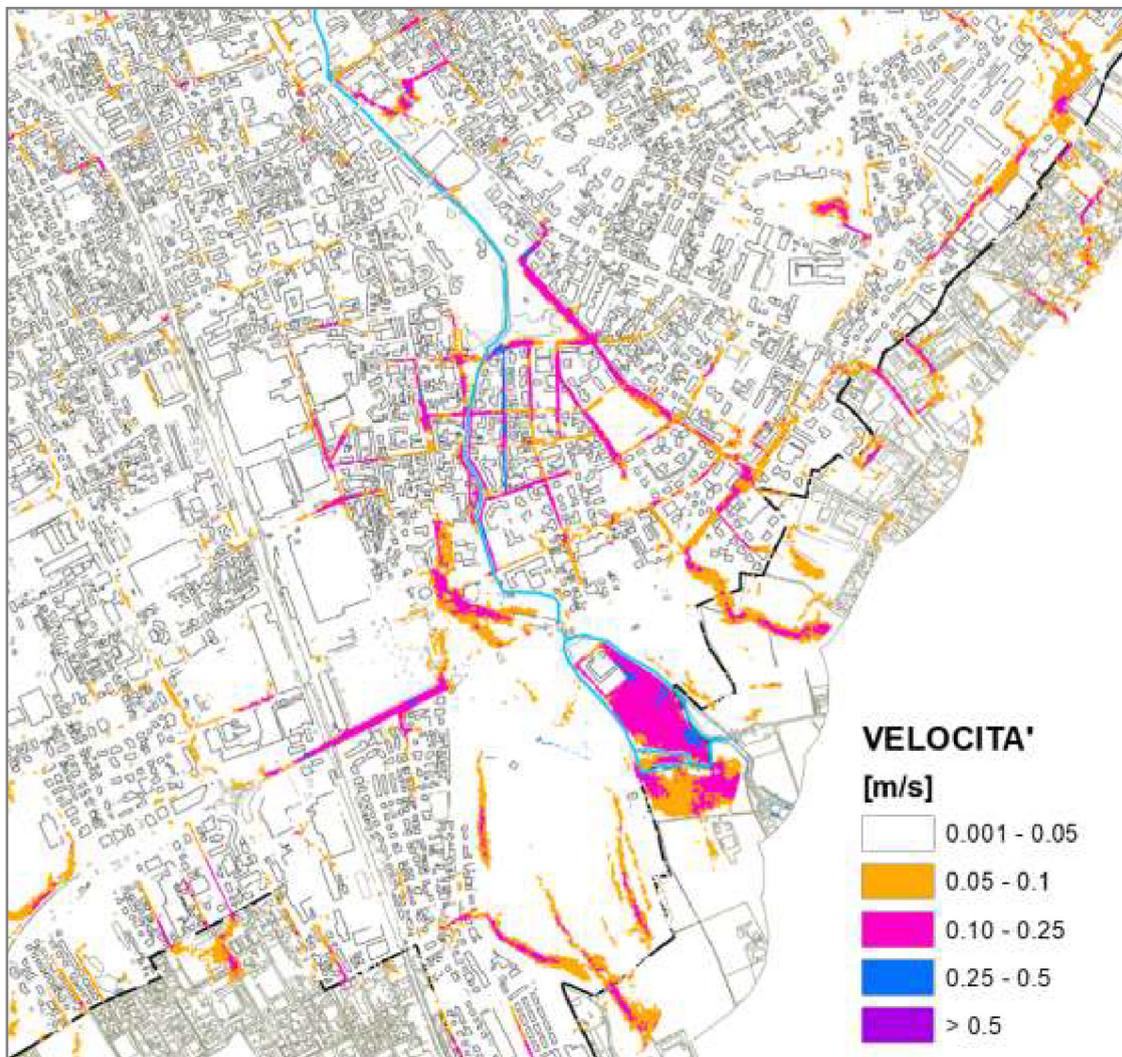
Risultati in termine di allagamenti ottenuti considerando la piena centennale del F. Olona e un evento di pioggia con tempo di ritorno pari a 100 anni. In basso: zoom sulla parte centrale del centro abitato



Risultati in termine di velocità ottenuti considerando solo la piena centennale del fiume Olona. In basso: zoom sulla parte centrale del centro abitato



Risultati in termine di velocità ottenuti considerando la piena centennale del F. Olona e un evento di pioggia con tempo di ritorno pari a 100 anni. In basso: zoom sulla parte centrale del centro abitato



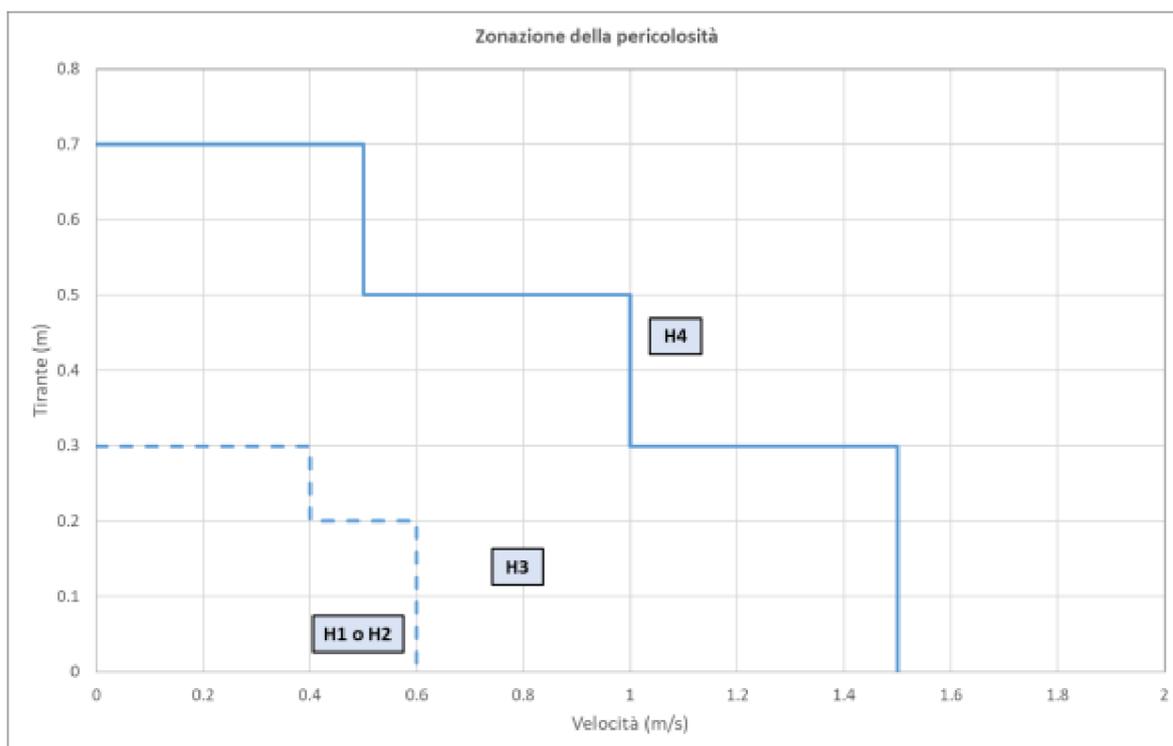
Risultati in termine di velocità ottenuti considerando la piena centennale del F. Olona e un evento di pioggia con tempo di ritorno pari a 100 anni. In basso: zoom sulla parte centrale del centro abitato

4.2.6 Interpretazione risultati per la perimetrazione delle aree di pericolosità idraulica

I risultati ottenuti sono stati interpolati tra loro per individuare sul territorio comunale aree omogenee a diverso grado di pericolosità idraulica. Le perimetrazioni effettuate sono riportate nella tavola **CG.06 – Esito dello studio idraulico**.

A tale scopo si sono applicate le indicazioni contenute nell'Allegato 4 alla D.G.R. IX/2616/2011 "Procedure per la valutazione e la zonazione della pericolosità e del

rischio di esondazione”, che, con riferimento al grafico seguente, identifica il grado di pericolosità idraulica sulla base dei tiranti idrici e delle velocità di scorrimento, per piene con tempo di ritorno di riferimento di T=100 anni.



Per tiranti fino a un massimo di 30 cm e velocità massime di 0,6 m/s si ricade in aree a pericolosità media o moderata (H1 – H2); per combinazioni tiranti/velocità fino a 70 cm/0,5 m/s o fino a 30 cm/1,5 m/s, si ricade in aree a pericolosità elevata (H3); oltre a tali valori si ricade in aree a pericolosità molto elevata.

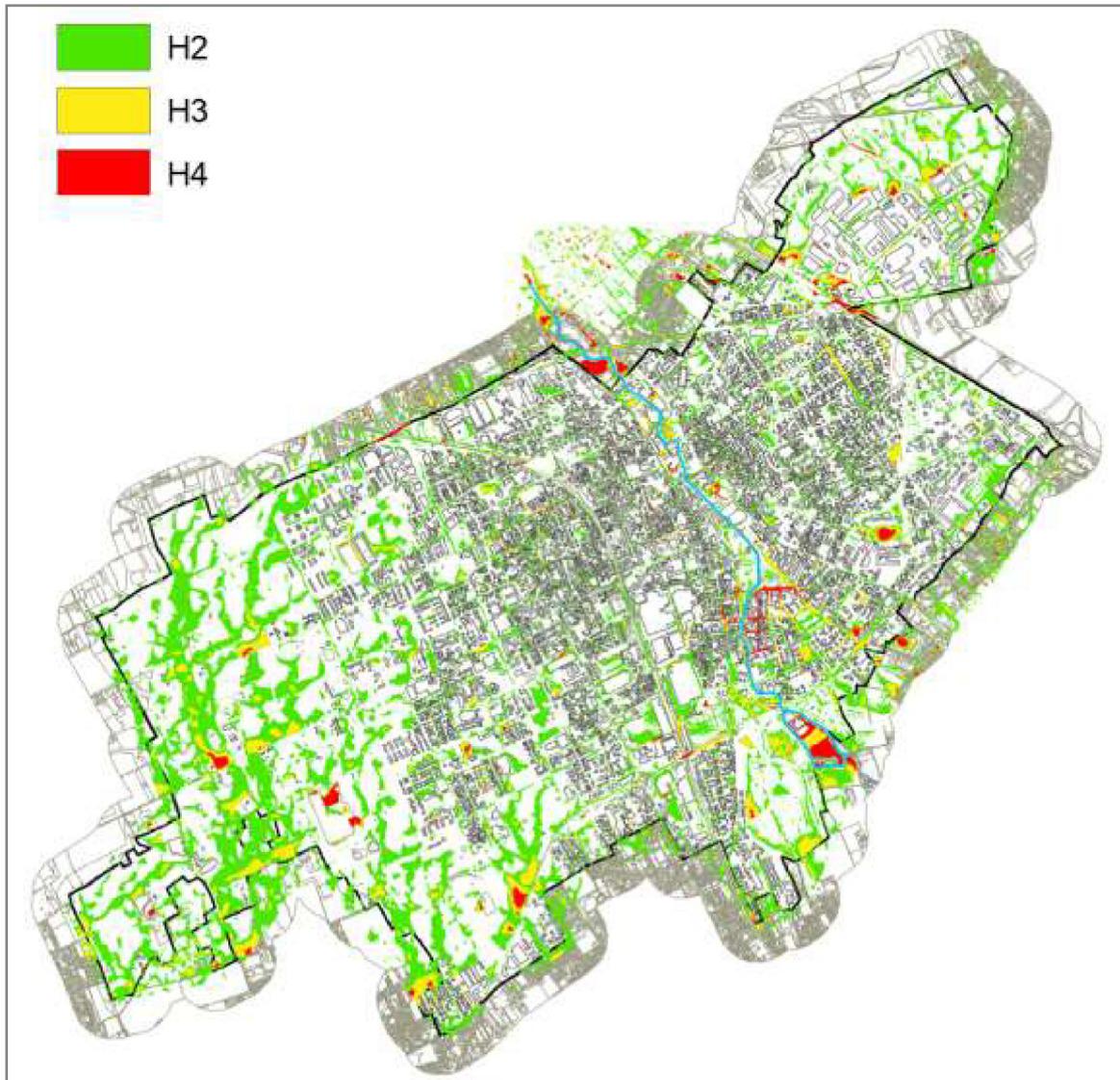
Per Legnano il parametro che influisce maggiormente nell'individuazione del grado di pericolosità idraulica è il tirante idrico.

Infatti le velocità calcolate sono generalmente sempre inferiori a 0,25 m/s, fatta eccezione per alcuni tratti in cui del centro, in sinistra idraulica, in cui comunque le velocità rimangono contenute entro 0,5 m/s.

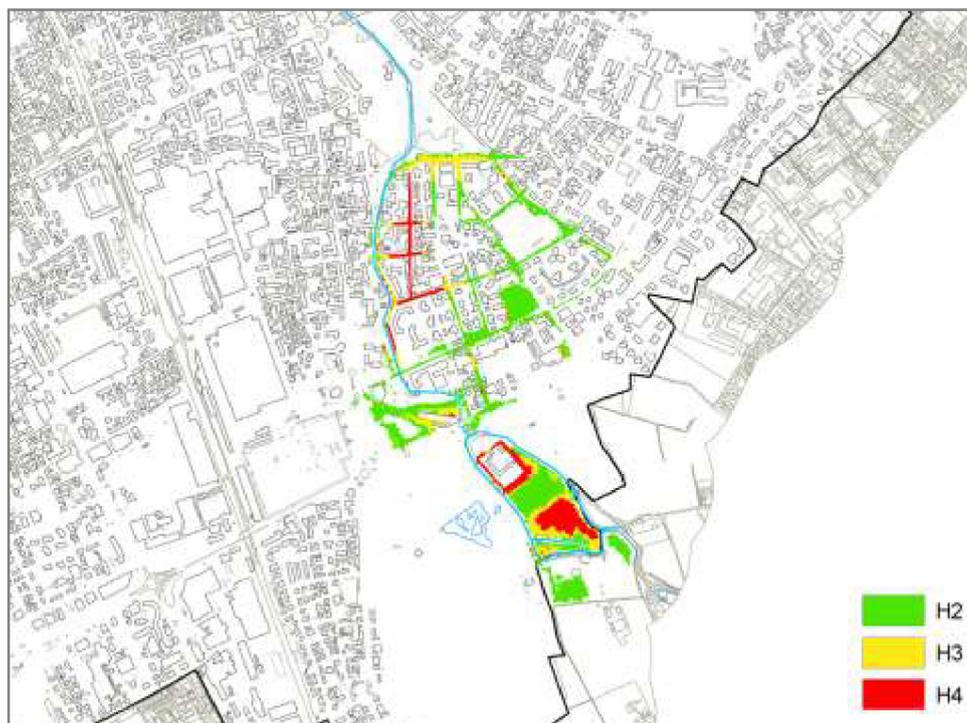
In generale, le maggiori velocità di deflusso si registrano in corrispondenza della viabilità, dove l'acqua incanalata tra gli isolati, scorre senza incontrare ostacoli su percorsi aventi una maggiore pendenza rispetto a quanto si verifica nelle aree agricole.

Di contro, nelle aree verdi, generalmente ribassate rispetto alla viabilità, come l'isolotto del castello Visconteo si registrano i battenti maggiori, superiori anche a 1 m. Nel centro abitato i tiranti rimangono comunque elevati, in particolare in sinistra idraulica, dove si verificano le maggiori velocità di deflusso. Per il resto della viabilità nelle vicinanze di Piazza Carroccio, si hanno tiranti compresi tra 0,5 a 1 m.

Le aree a diverso grado di pericolosità così individuate sono rappresentate nelle figure seguenti.



Zonazione della pericolosità – centennale del F. Olona con un evento di pioggia con tempo di ritorno pari a 100 anni



Zonazione della pericolosità – Solo piena centennale del F. Olona con tempo di ritorno pari a 100 anni

4.3 Individuazione del reticolo idrografico principale e minore

4.3.1 Riferimenti normativi

Regione Lombardia, già con la L.R. 1/2000, ha subdelegato ai Comuni le funzioni di **"Autorità Idraulica"** sui corsi d'acqua del **reticolo idrico minore (RIM)**, pertanto i Comuni hanno la responsabilità di identificare il reticolo di propria competenza, esercitare le funzioni di Polizia Idraulica e applicare i canoni per l'occupazione delle aree demaniali, provvedere alla manutenzione dei corsi d'acqua stessi.

I criteri per l'individuazione dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrico principale e, per differenza, al reticolo idrico minore sono stati introdotti con la D.G.R. n. 7/7868/2002 e nel corso del successivo decennio sono stati aggiornati, approfonditi e integrati fino ad arrivare alla recente **D.G.R. n. XI/5714 del 15 dicembre 2021 – Riordino dei reticoli idrici di Regione Lombardia e revisione dei canoni di polizia idraulica.**

La normativa regionale delega ai Comuni l'individuazione delle fasce di rispetto dei corsi d'acqua e la stesura della relativa regolamentazione, con indicazione delle attività vietate o soggette ad autorizzazione.

La Città di Legnano è priva di reticolo minore così definito e ha provveduto all'attestazione di assenza dello stesso con specifica Delibera di Giunta Comunale D.G.C. n. 153 del 10 giugno 2003 (vedi All. 3).

4.3.2 Individuazione dei corsi d'acqua costituenti il reticolo idrografico

Dal confronto con l'elenco dei corsi d'acqua classificati come principali contenuti nell'Allegato A – “*Individuazione del reticolo principale*” della D.G.R. XI/5714 del 15 dicembre 2021, risulta che sul territorio di Legnano sono presenti i seguenti corsi d'acqua appartenenti al **reticolo idrografico principale (RIP)**:

N. progr.	Denominazione	Tratto classificato come principale	N. iscr. EI. AAPP
MI005	<i>Fiume Olona</i>	Tutto il corso escluso il ramo che confluisce nella Darsena di Porta Ticinese	12

Sul territorio non sono presenti altri corpi idrici, né appartenenti al reticolo di bonifica di competenza consortile, né appartenenti al reticolo minore di competenza comunale.

L'autorità deputata allo svolgimento dell'Attività di Polizia Idraulica per il Fiume Olona è l'Agenzia Interregionale per il Fiume Po (AIPO).

4.3.3 Individuazione delle fasce di rispetto

Per il Fiume olona, unico corpo idrico presente sul territorio, appartenente al Reticolo Principale, è stata individuata una specifica fascia di rispetto, tenendo conto dell'accessibilità al corso d'acqua per manutenzione, fruizione e riqualificazione ambientale:

Fascia di rispetto del reticolo idrico principale

fascia di inedificabilità assoluta estesa a 10 m dagli argini secondo quanto definito dal R.D. 523/1904.

Le suddetta fascia è rappresentata graficamente in scala 1:5.000 nell'elaborato cartografico **CG.09** allegato al presente studio.

La specifica normativa di riferimento concernente i vincoli di polizia idraulica da applicare a tali ambiti è indicata nelle Norme Geologiche di Piano.

5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO – TECNICO

5.1 *Prima caratterizzazione geotecnica dei terreni*

La classificazione del territorio su base geologico – tecnica ha seguito le indicazioni dei criteri regionali che raccomandano la derivazione delle principali caratteristiche geotecniche dei terreni dai dati esistenti.

A tale scopo si sono considerati i dati derivanti da stratigrafie di pozzi contenute nelle banche dati di Città Metropolitana di Milano ed indagini geognostiche realizzate a supporto di specifici interventi realizzati sul territorio comunale.

Sulla base dell'analisi dei dati disponibili, sono stati distinti diversi ambiti con caratteristiche litologiche – geotecniche omogenee, rappresentati nell'elaborato cartografico **CG.04** e le cui caratteristiche principali sono di seguito descritte.

Ambito Omogeneo AP1

Litologia superficiale prevalente:

Ghiaie ben gradate con sabbia e ghiaie poco gradate

Caratteri geomorfologici:

Alta pianura ghiaiosa appartenente al "Livello Fondamentale della Pianura", costituita da estese superfici a morfologia subpianeggiante, solcate da evidenti tracce di paleoidrografia a canali intrecciati e talvolta dolcemente ondulate in prossimità dei principali solchi vallivi.

Caratteri geotecnici generali:

Terreni granulari grossolani, costituiti prevalentemente da ghiaie e sabbie con ciottoli, da sciolti ad addensati con grado di addensamento crescente con la profondità

Drenaggio delle acque

Drenaggio moderatamente rapido. Permeabilità del suolo moderata, permeabilità del substrato alta.

Ambito Omogeneo AP2

Litologia superficiale prevalente:

Ghiaie ben gradate con sabbia

Caratteri geomorfologici:

Alta pianura ghiaiosa appartenente al "Livello Fondamentale della Pianura", costituita da estese superfici a morfologia subpianeggiante, solcate da evidenti tracce di paleoidrografia a canali intrecciati e talvolta dolcemente ondulate in prossimità dei principali solchi vallivi.

Caratteri geotecnici generali:

Terreni granulari grossolani, costituiti da alternanze di sabbie, ghiaie e ciottoli con matrice limoso - sabbiosa

Drenaggio delle acque

Drenaggio moderatamente rapido. Permeabilità del suolo moderatamente elevata, permeabilità del substrato alta.

Ambito Omogeneo Pg

Litologia superficiale prevalente:

Ghiaie ben gradate con limo e sabbia

Caratteri geomorfologici:

Piane fluviali a morfologia pianeggiante e a dinamica prevalentemente deposizionale, corrispondenti ai piani di divagazione, attivi o fossili, dei corsi d'acqua dell'attuale reticolo idrografico (Olocene), situate alla stessa quota del corso d'acqua o poco in rilievo, inondabili durante le piene di maggiore consistenza. Sono presenti in posizione intermedia fra la piana fluviale terrazzata e le aree inondabili dalla piena ordinaria, limitrofe ai corsi d'acqua.

Caratteri geotecnici generali:

Terreni granulari prevalentemente grossolani con matrice sabbiosa e ghiaiosa passanti in profondità a terreni prevalentemente ghiaiosi a matrice fine.

Drenaggio delle acque

Drenaggio delle acque mediamente buono, localmente mediocre a seguito delle oscillazioni periodiche della falda. Permeabilità del suolo moderata, permeabilità del substrato alta.

Ambito Omogeneo TF

Litologia superficiale prevalente:

Ghiaie ben gradate con sabbia e ghiaie ben gradate con limo e sabbia

Caratteri geomorfologici:

Terrazzi fluviali a morfologia pianeggiante o ondulata, delimitati da scarpate, talvolta lievemente incisi da conche e paleovalvei. Rispetto al corso d'acqua attuale occupano posizioni la cui altimetria è proporzionale all'età. Comprendono le superfici di raccordo al sovrastante LFdP e alla sottostante piana inondabile e le scarpate di terrazzi, sovente modellate dall'intervento antropico.

Caratteri geotecnici generali:

Terreni granulari prevalentemente grossolani sabbioso-ghiaiosi, localmente con ciottoli

Drenaggio delle acque

Drenaggio delle acque da buono a rapido. Permeabilità del suolo moderatamente elevata, permeabilità del substrato alta.

Drenaggio delle acque da buono a rapido. Permeabilità del suolo moderatamente elevata, permeabilità del substrato alta.

5.2 Sintesi delle indagini geognostiche disponibili

In aggiunta ai dati contenuti nelle banche dati di Regione Lombardia, sono state consultate alcune le indagini geognostiche a supporto di specifici interventi realizzati sul territorio comunale, di seguito brevemente descritte.

L'ubicazione delle indagini è riportata nell'elaborato cartografico **CG.04**.

1 – Indagine geologico-tecnica per la realizzazione del nuovo bocciodromo presso il Centro Sociale di Via Lodi (Marzo 2005).

Argomento: caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione mediante n. 4 prova penetrometrica dinamica continua e n. 1 sondaggio spinto sino a 15 m di profondità con prove SPT in foro.

Stratigrafia:

m da p.c.	descrizione
0 – 0,4	humus
0,4 – 1,1	ghiaia con sabbia e ciottoli debolmente limosa
1,1 – 1,6	sabbia limosa con ghiaia, colore marrone
1,6 – 2,3	sabbia limosa con ciottoli
2,3 – 7,2	ghiaia e ciottoli con sabbia di colore grigio, addensati
7,2 – 11,7	Sabbia con ghiaia debolmente limosa, di colore marrone, poco addensati
11,7 – 15,0	Ghiaia, sabbia e ciottoli di colore grigio, molto addensati

Caratterizzazione geotecnica:

Unità litotecnica	γ (peso di volume)	Dr (densità relativa)	ϕ (angolo di attrito)
1 – humus e sabbia	16,5 KN/mc	35-40%	27-30°
2a – ghiaia e ciottoli	17-18 KN/mc	60-65%	32-33°
2b – ghiaia e ciottoli	18 KN/mc	80%	>35°
3a – sabbia e ghiaia	17 KN/mc	45-50%	31°
3b – sabbia e ghiaia	18 KN/mc	60-65%	34°
4 – ghiaia, sabbia e ciottoli	19 KN/mc	>80%	>38°

Acqua sotterranea: è stata rilevata una piccola falda sospesa a 7,5 m da p.c.

2 – Indagine geognostico e geofisica a supporto del progetto di nuova R.S.A. in Via Colombes angolo Via Guidi (Febbraio 2007)

Argomento: caratterizzazione geologica e sismica dei terreni di fondazione mediante n. 5 prove penetrometriche dinamiche continue spinte sino a circa 7 m di profondità, n. 1 sondaggio a carotaggio continuo con prove SPT in foro e 2 prospezioni sismiche.

Stratigrafia: Alternanze di sabbie, ghiaie e ciottoli al di sotto di circa 2,5 m di sabbie e ghiaie da debolmente limose a limose.

Caratterizzazione geotecnica:

Unità litotecnica	γ (peso di volume)	Dr (densità relativa)	ϕ (angolo di attrito)
1 – sabbie e ghiaie	16-17 KN/mc	15-25%	26-27°
2 – sabbie e ghiaie con ciottoli	17-19 KN/mc	40-50%	31-33°
3 – ghiaie e sabbie con ciottoli	18-19 KN/mc	>65%	>35-36°

Acqua sotterranea: sino alla profondità investigata non sono state rilevate acque sotterranee.

3 – Indagine geotecnica per nuovi edifici area ex-fabbrica Cantoni (Settembre 2003)

Argomento: caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione mediante n. 19 prove penetrometriche dinamiche continue spinte sino a circa 7 – 7,5 m di profondità.

Stratigrafia: presenza di terreno di riporto con spessore variabile da 0,8 a 4,4 m; al di sotto presenza di terreni naturali sabbioso ghiaiosi.

Caratterizzazione geotecnica:

Unità litotecnica (solo terreni naturali)	γ (peso di volume)	ϕ (angolo di attrito)
A – sabbia deb. limosa	1,8 t/mc	28°
B – sabbia ghiaiosa	1,9 t/mc	31°
C – ghiaia sabbiosa	2,0 t/mc	33°
D – sabbia e limo	1,6 t/mc	25°

Acqua sotterranea: sino alla profondità investigata non sono state rilevate acque sotterranee.

4 – Indagine geotecnica per nuova scuola materna Via Siena ang. Via Romagna (Aprile 2002)

Argomento: caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione mediante n. 4 prove penetrometriche dinamiche spinte sino a circa 9 m da p.c.

Stratigrafia: alternanze di sabbie e ghiaie sciolte, da poco addensate sino a 3,5 m da p.c., a molto addensate.

Caratterizzazione geotecnica:

Unità litotecnica	γ (peso di volume)	Dr (densità relativa)	ϕ (angolo di attrito)
1	1,7-1,8 t/mc	20-30%	23-25°
2	1,9-2,0 t/mc	>60%	>30°

Acqua sotterranea: sino alla profondità investigata non sono state rilevate acque sotterranee.

5 – Indagine geognostica per il progetto della nuova palestra polifunzionale presso il sito scolastico “Bonvesin de la Riva” (Gennaio 2006)

Argomento: caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione mediante n. 4 prove penetrometriche dinamiche spinte sino a 9 m da p.c. e n. 1 scavo esplorativo.

Stratigrafia: strato superficiale costituito da terreno di riporto, strato sottostante costituito da terreno sabbioso ghiaioso poco addensato passante a moderatamente addensato.

Caratterizzazione geotecnica:

Unità litotecnica	γ (peso di volume)	Dr (densità relativa)	ϕ (angolo di attrito)
1 (da 0,0 a 1,1 m)	non caratterizzata		
2 (da 1,1 a 5,0 m)	16-18 KN/mc	15-25%	27°
3 (da 5,0 a 9,0 m)	16-19 KN/mc	40-50%	32-32°

Acqua sotterranea: sino alla profondità investigata non sono state rilevate acque sotterranee.

6 – Indagine geognostica e geofisica per il progetto del nuovo complesso scolastico di Via Parma (Novembre 2006)

Argomento: caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione mediante n. 6 prove penetrometriche dinamiche continue spinte sino a 6-7 m di profondità, n. 1 sondaggio geognostico sino a 30 m con prove SPT in foro e prova sismica Down-hole.

Stratigrafia:

m da p.c.	descrizione
0 – 0,5	Terreno vegetale
0,5 – 22,8	Alternanze di sabbie e ghiaie con ciottoli, colore passante da grigio marrone a grigio chiaro
22,8 – 23,3	Argilla plastica colore marrone chiaro
23,3 – 27,0	Sabbia e ghiaia argilloso – limosa, colore marrone/grigio
27,0 – 30,0	Ghiaia e sabbia con ciottoli, colore grigio chiaro

Caratterizzazione geotecnica:

Unità litotecnica	γ (peso di volume)	Dr (densità relativa)	ϕ (angolo di attrito)
1 (da 0,5 a 4-4,8m)	16-17 KN/mc	20-35%	27-29°
2 (da 4-4,8 a 10 m)	18-19 KN/mc	>65%	>35-36°

Acqua sotterranea: è stata rilevata la falda principale a 25 m di profondità.

7 – Indagine geognostica per il progetto di ampliamento dell'Asilo Aldo Moro in Via N. Sauro (Maggio 2008)

Argomento: caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione mediante n. 2 prove penetrometriche dinamiche spinte sino a circa 10 m di profondità e n. 2 scavi esplorativi

Stratigrafia: strato superficiale costituito da terreno di riporto sabbioso ghiaioso, primo strato intermedio costituito da sabbia limosa e sabbia limosa con ghiaia poco addensate, secondo strato intermedio costituito da ghiaia sabbiosa con ciottoli addensata e strato profondo costituito da sabbia ghiaiosa moderatamente addensata.

Caratterizzazione geotecnica:

Unità litotecnica	γ (peso di volume)	Dr (densità relativa)	ϕ (angolo di attrito)
1 (sino a 1,5-2,7 m)	15-17 KN/mc	-	-
2 (sino a 3,8-4,9 m)	16-17 KN/mc	15-20%	28°
3 (sino a 7,2-7,8 m)	18-19 KN/mc	60-65%	35-36°
4 (sino a fondo prova)	17-19 KN/mc	35-40%	30°

Acqua sotterranea: sino alla profondità investigata non sono state rilevate acque sotterranee.

8 – Indagine geognostica di supporto alla realizzazione di complesso residenziale in Via Restelli – S.P. 12 (Marzo 2007)

Argomento: caratterizzazione geologica dei terreni di fondazione mediante n. 8 prove penetrometriche dinamiche spinte sino a circa 6 – 6,5 m di profondità

Stratigrafia: terreni granulari non coesivi, prevalentemente ghiaioso – sabbiosi con ciottoli, da sciolti ad addensati con grado di addensamento crescente da piano campagna con l'aumento della profondità

Caratterizzazione geotecnica:

Unità litotecnica	γ (peso di volume)	Dr (densità relativa)	ϕ (angolo di attrito)
1 (da 0 a 2 m)	16 KN/mc	35%	29°
2 (oltre 2 m)	17 KN/mc	>60%	40°

Acqua sotterranea: sino alla profondità investigata non sono state rilevate acque sotterranee.

9 – Indagine geognostica di supporto alla progettazione definitiva/esecutiva delle bretelle di collegamento tra la S.P.12 e il nuovo polo ospedaliero (Novembre 2010)

Argomento: caratterizzazione geologica dei terreni di fondazione mediante prove penetrometriche dinamiche, scavi esplorativi e 5 sondaggi a carotaggio continuo con SPT in foro spinti sino a 35 m di profondità.

Stratigrafia:

m da p.c.	descrizione
0,0 – 0,5	Terreno di coltivo colore marrone scuro
0,5 – 2,9	Sabbia e ghiaia debolmente limosa passante a sabbia e ghiaia limosa, colore marrone scuro
2,9 – 10,0	Alternanze di sabbia e ghiaia con ciottoli da debolmente limose a limose, colore grigio chiaro
10,0 – 13,6	Sabbia e ghiaia da debolmente limosa a limosa, colore grigio
13,6 – 19,0	Sabbia con poco limo ghiaiosa, debolmente argillosa, colore marroncino
19,0 – 22,5	Alternanze di livelli ghiaioso – sabbiosi con ciottoli passanti a ghiaie, colore grigio

Continua a pagina seguente

22,5 – 26,7	Sabbia e limo da argillosa a debolmente argillosa con tracce di ghiaia passante a limo con argilla e sabbia, colore marrone nocciola
26,7 – 27,6	Sabbia e limo con ghiaia, colore marrone
27,6 – 30,0	Sabbia e ghiaia più o meno limosa, colore marrone
30,0 – 32,0	Ghiaia e sabbia con ciottoli sparsi, colore grigio chiaro
32,0 – 35,0	Sabbia e ghiaia con ciottoli più o meno limosa, colore marrone

Acqua sotterranea: è stata rilevata la falda principale a 27 m di profondità.

10 – Riqualificazione idraulica ed ambientale del Fiume Olona nella zona del Castello di Legnano (Marzo 2009)

Argomento: caratterizzazione geologica dei terreni di fondazione mediante n. 3 sondaggi spinti sino a 10 m di profondità.

Stratigrafia:

m da p.c.	descrizione
0 – 0,8	Terreno di riporto eterogeneo frammisto a terreno vegetale
0,8 – 2,0	Limo sabbioso bruno – rossastro con poca ghiaia (forse riporto)
2,0 – 2,3	Limo torboso bruno – nerastro
2,3 – 2,6	Limo debolmente sabbioso ocra
2,6 – 3,5	Sabbia debolmente limosa ocra
3,5 – 4,5	Limo ocra
4,5 – 7,0	Ghiaia e sabbia debolmente limosa nocciola ocra con trovanti cristallini
7,0 – 10,0	Ghiaia e sabbia grigia con trovanti cristallini

5.3 Caratteri pedologici

La definizione dei suoli del territorio comunale di Legnano è stata desunta dai dati regionali del progetto CARTA PEDOLOGICA.

I caratteri pedologici ritenuti salienti sono descritti nella tabella seguente che raggruppa i suoli riconosciuti nell'ambito delle aree litologiche omogenee sopra classificate.

Ciascun suolo è contrassegnato dalla sigla del catalogo regionale dei suoli, classificato secondo la seconda la Soil Taxonomy 1998 e descritto.

ZONE	SIGLA (CATASTO REGIONALE SUOLI)	CLASSIFICAZIONE USDA (KST 2006)	DESCRIZIONE
AP1	ROB1	Typic Dystrudepts corse loamy over sandy or sandy- skeletal, mixed, superactive, mesic	I suoli ROB1 sono poco profondi limitati da orizzonti sabbiosi a scheletro abbondante, tessitura moderatamente grossolana, scheletro frequente fino a 60 cm, abbondante al di sotto, reazione subacida, saturazione molto bassa, AWC bassa, con drenaggio moderatamente rapido e permeabilità moderata.
AP2	FIR1	Humic Dystrudepts sandy skeletal, mixed, mesic,	I suoli FIR1 sono molto profondi, con scheletro abbondante, tessitura grossolana, reazione acida, saturazione molto bassa, non calcarei, AWC bassa, con drenaggio moderatamente rapido e permeabilità moderatamente elevata
Pg	TRB1	Entic Hapludolls coarse loamy, mixed, superactive, mesic	I suoli TRB1 sono molto profondi su orizzonti sabbiosi a scheletro abbondante, scheletro frequente fino a 65 cm, abbondante al di sotto, a tessitura da media a moderatamente grossolana, con reazione neutra, subacida in profondità, saturazione bassa o media, AWC moderata, drenaggio buono, localmente mediocre a seguito delle oscillazioni periodiche della falda e permeabilità moderata.
TF	MMI1/MNI1	Typic Argiudolls coarse loamy, mixed, superactive, mesic Fluventic-humic Dystrudepts corse loamy over sandy or sandy-skeletal, mixed, superactive, mesic	I suoli MMI1 sono suoli profondi o molto profondi, a tessitura da media a moderatamente grossolana, con scheletro comune, reazione subacida, saturazione media, CSC medio-bassa, AWC alta, con drenaggio buono e permeabilità moderata. I suoli MNI1 sono poco profondi per tessitura fortemente contrastante, a tessitura moderatamente grossolana e scheletro da comune a frequente in superficie, tessitura grossolana e scheletro da frequente ad abbondante in profondità, con saturazione molto bassa, CSC bassa, AWC molto bassa, drenaggio rapido e permeabilità moderatamente elevata.

5.4 Ulteriori elementi di carattere geologico – tecnico

La caratterizzazione geologico – tecnica del territorio comunale illustrata nell'elaborato **CG.04** è stata integrata aggiungendo i seguenti elementi di interesse ai fini della pianificazione territoriale:

- stratigrafie dei pozzi per acqua (dati Città Metropolitana di Milano);
- limite di aree di cava cessata con relativa sigla (dati da Catasto cave di Regione Lombardia);
- aree interessate da riporti e riempimenti antropici;
- aree dei terrazzi morfologici con acclività compresa tra 15° e 30°
- area della piattaforma ecologica comunale;
- aree dove sono in corso interventi di bonifica da contaminazioni ambientali ai sensi de D.Lgs. 152/06 e s.m.i. (dati da Città Metropolitana di Milano).

6. IL RISCHIO DI ESPOSIZIONE AL GAS RADON

6.1 *La mappatura del territorio lombardo*

Il *radon* è un gas nobile naturalmente radioattivo, che si genera dal decadimento del *radio*, generato a sua volta dal decadimento dell'*uranio*. Il motivo che determina la necessità di mapparne la concentrazione risiede nel fatto che il radon è un gas molto pesante e viene considerato estremamente pericoloso per la salute umana se inalato ed è ritenuto una delle possibili cause di serie patologie polmonari.

La principale fonte di questo gas risulta essere il terreno, dal quale fuoriesce e si disperde nell'ambiente, accumulandosi in locali chiusi ove può diventare pericoloso. Le aree più a rischio sono quelle che presentano formazioni geologiche originatesi da fenomeni di vulcanesimo (lave, pozzolane, tufi, granito e porfido) ma, in ogni caso, si possono ritrovare alte concentrazioni di radon anche in rocce sedimentarie, come i marmi, le marne e i flysh. La risalita in superficie del radon è anche associabile alla presenza di discontinuità tettoniche quali faglie e fratture profonde della crosta terrestre.

Altre fonti possono essere, in misura minore, i materiali di costruzione, specialmente se di origine vulcanica, come il tufo o i graniti.

Uno dei principali fattori di rischio del radon è legato al fatto che tende ad accumularsi all'interno di abitazioni. Il gas migra dal suolo (o dai materiali da costruzione) e penetra all'interno degli edifici attraverso le fessure (anche microscopiche), gli attacchi delle pareti al pavimento, i passaggi dei vari impianti (elettrico, termico, idraulico). Di conseguenza, i livelli di radon sono generalmente maggiori nelle cantine, nei vani seminterrati e nei piani più bassi delle abitazioni.

L'ARPA della Regione Lombardia ha condotto, tra il 2003 e il 2004, una campagna di misura del gas radon in tutto il proprio territorio, al fine di individuare le aree ad elevata probabilità di alte concentrazioni (*radon prone areas*), come previsto dal D.Lgs 241/00, art. 10-ter, comma 2.

Il piano per la mappatura, condotto da ARPA in collaborazione con le ASL locali, ha visto il territorio regionale suddiviso secondo una griglia a maglie rettangolari, di dimensioni variabili a seconda delle caratteristiche geologiche e morfologiche del suolo, con un infittimento nella zona alpina e prealpina, dove ci si attende concentrazioni di radon più elevate e spazialmente eterogenee.

In ciascuna maglia sono stati individuati da 5 a 10 punti di misura, per un totale di 3600 punti, in 541 Comuni lombardi (1/3 del totale).

Le misure hanno avuto durata annuale e sono state effettuate attraverso l'impiego di dosimetri passivi, posizionati per 2 semestri consecutivi a partire dall'ottobre 2003.

Nel 2009 – 2010 è stata effettuata una nuova campagna di misura, condotta al fine di migliorare e approfondire le conoscenze sulla distribuzione territoriale del radon indoor negli edifici lombardi.

Anche in questo caso il piano di campionamento è stato discusso e concordato con la DG Sanità della Regione Lombardia e con l'Istituto Superiore di Sanità (ISS).

Sono stati definiti cinque obiettivi, tra i quali la valutazione della rappresentatività della precedente campagna di monitoraggio (2003/2004), il confronto tra le concentrazioni di radon in locali a diversi piani di un edificio, il miglioramento delle informazioni spaziali sul territorio e un confronto, in merito all'analisi dei dati, tra l'approccio geostatistico recentemente introdotto in questo ambito, con quello statistico tradizionale.

Per ognuno degli obiettivi è stato definito un piano di campionamento specifico e, in totale, sono state misurate circa altre 1.000 unità immobiliari dislocate in 7 province della regione (Bergamo, Brescia, Lodi, Mantova, Milano, Sondrio e Varese).

Da questa migliore conoscenza del territorio, tramite delle tecniche geostatistiche e di previsione spaziale, è stato possibile produrre una mappa della concentrazione media di *radon indoor* in locali al piano terra.

6.2 Riferimenti normativi

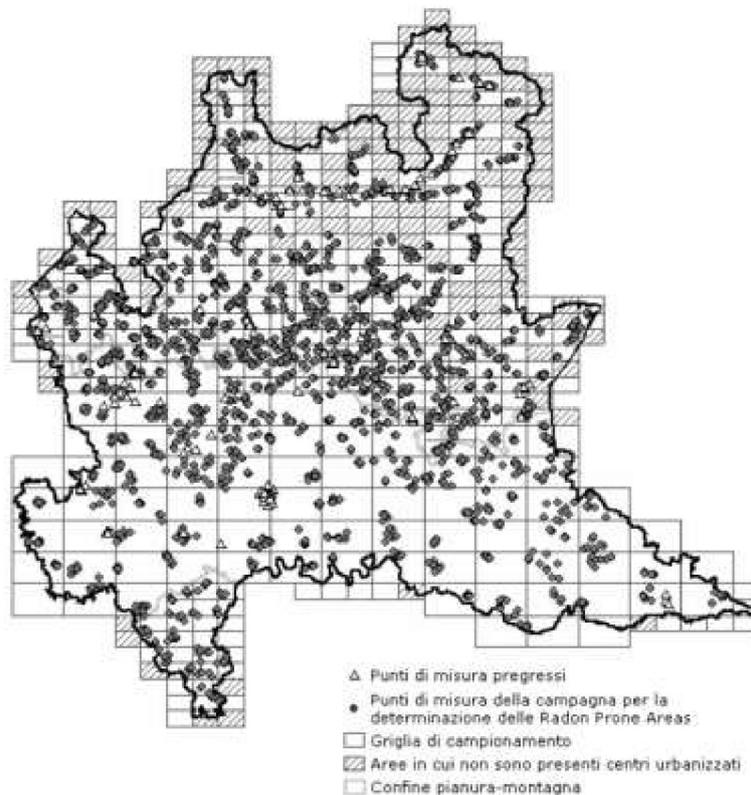
Nel quadro normativo nazionale relativo alla problematica del radon indoor viene prevista la tutela dei lavoratori negli ambienti lavorativi, mentre non viene regolamentata l'esposizione della popolazione nelle abitazioni private. La norma cui si fa riferimento per l'esposizione al radon negli ambienti di lavoro è il D.Lgs 241/00, art.10, che fissa come livello di riferimento una concentrazione pari a 500 Bq/m³.

Per quanto riguarda invece la regolamentazione dell'esposizione al radon nelle abitazioni private, il più solido riferimento è rappresentato dalla raccomandazione dell'Unione Europea 90/143/EURATOM, che fornisce indicazioni precise circa il valore oltre cui intraprendere azioni di risanamento per le abitazioni esistenti (400 Bq/m³) e l'obiettivo di qualità (200 Bq/m³) per le nuove edificazioni. Tale raccomandazione prevede che, oltre all'indicazione delle misure da adottare per le nuove costruzioni, qualora il limite di riferimento per gli edifici esistenti (400 Bq/m³) sia superato, debbano essere adottati provvedimenti correttivi proporzionali all'entità di superamento del limite.

Recentemente è stata pubblicata la Direttiva europea 2013/59/EURATOM, che stabilisce "norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti" unificando tutte le direttive europee in materia. Nella direttiva vi è l'indicazione agli stati membri di adottare livelli di riferimento inferiori a 300 Bq/m³ per i luoghi di lavoro e per le abitazioni.

6.3 Risultati dello studio ARPA

La figura seguente mostra per la Regione Lombardia la localizzazione dei punti di misura del piano di mappatura per la determinazione delle "radon prone areas" (2003-2005). Sono stati individuati da 5 a 10 punti di misura in ogni maglia nella quale siano presenti centri urbanizzati.



Dalle misure effettuate da Arpa sono state ricavate valutazioni geostatistiche sulle concentrazioni medie annuali attese nelle unità immobiliari site al piano terra dei vari comuni della provincia.

La mappa seguente indica la probabilità che una generica abitazione a piano terra abbia una concentrazione di radon superiore a 200 Bq/m³.



I risultati relativi alla Città di Legnano sono i seguenti:

Comune	% delle unità immobiliari esistenti site al pian terreno, che potrebbero superare un valore di concentrazione media annuale di 200 Bq/m ³
Legnano	8%

L'ARPA sottolinea tuttavia che le stime sopra riportate sono da ritenersi indicative in quanto la concentrazione di radon indoor dipende molto anche dalle caratteristiche costruttive di ogni singolo edificio (materiali utilizzati, modalità di aerazione e ventilazione, ecc.) oltre che dalla zona geografica e quindi dalle caratteristiche geologiche locali.

7. ANALISI DELLA SISMICITÀ DEL TERRITORIO

7.1 Aspetti normativi e metodologici

Con la D.G.R. 30 novembre 2011 n. IX/2616, la Regione Lombardia ha ulteriormente aggiornato le linee guida e le procedure operative per la valutazione degli effetti sismici di sito a cui uniformarsi nella definizione del rischio sismico locale, già definiti nelle precedenti D.G.R. n. VIII/1566/05 e n. VIII/7374/08.

Nel caso specifico, nell'ambito dei tre livelli di approfondimento previsti dalla suddetta normativa e tenuto conto:

- della mappa di pericolosità sismica di riferimento a scala nazionale contenuta nella OPCM n. 3519 del 28 aprile 2006 "*Criteri generali per l'identificazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*";
- della confermata classificazione del territorio comunale di Legnano in Zona Sismica 4 ai sensi della D.G.R. 11 luglio 2014 n. 10/2129 "*Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (L.R. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)*";
- del D.M. 14 gennaio 2008 *Norme tecniche per le costruzioni* e del recente aggiornamento D.M. 17 gennaio 2018.

l'analisi del rischio sismico è stata condotta adottando la **procedura di I livello** che, a partire dalle informazioni territoriali di base disponibili, consente di individuare le zone caratterizzate da specifici scenari di pericolosità sismica locale (*PSL*).

La procedura di I livello (obbligatoria per tutti i comuni lombardi) rappresenta il riferimento per l'applicazione dei successivi livelli di approfondimento nell'ambito degli scenari qualitativi suscettibili di amplificazione, per la caratterizzazione semi-quantitativa (II livello) o quantitativa (III livello) degli effetti di amplificazione sismica attesi.

Per i comuni ricadenti in Zona sismica 4 come Legnano, l'applicazione dei livelli di approfondimento sono così regolati (D.G.R. IX/2616/11):

- *livello II*: si applica in fase pianificatoria solo per edifici strategici e rilevanti¹ di nuova previsione (elenco tipologico di cui al D.D.U.O. n. 7237/2019) nelle zone di pericolosità sismica locale suscettibili di amplificazioni topografiche e/o litologiche (*PSL Z3 e Z4*);
- *livello III*: si applica in fase progettuale nelle aree indagate con il livello II quando il fattore d'amplificazione calcolato supera il fattore soglia comunale e nelle zone di

¹ costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e le costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, sociali essenziali.

pericolosità sismica locale suscettibili di effetti di instabilità o cedimenti e/o liquefazioni (PSL Z1 e Z2) solo per edifici strategici e rilevanti.

Per l'individuazione degli scenari di pericolosità sismica locale si è fatto riferimento alla *Tabella 1* di cui all'Allegato 5 alla D.G.R. n. IX/2616/11, riportata di seguito.

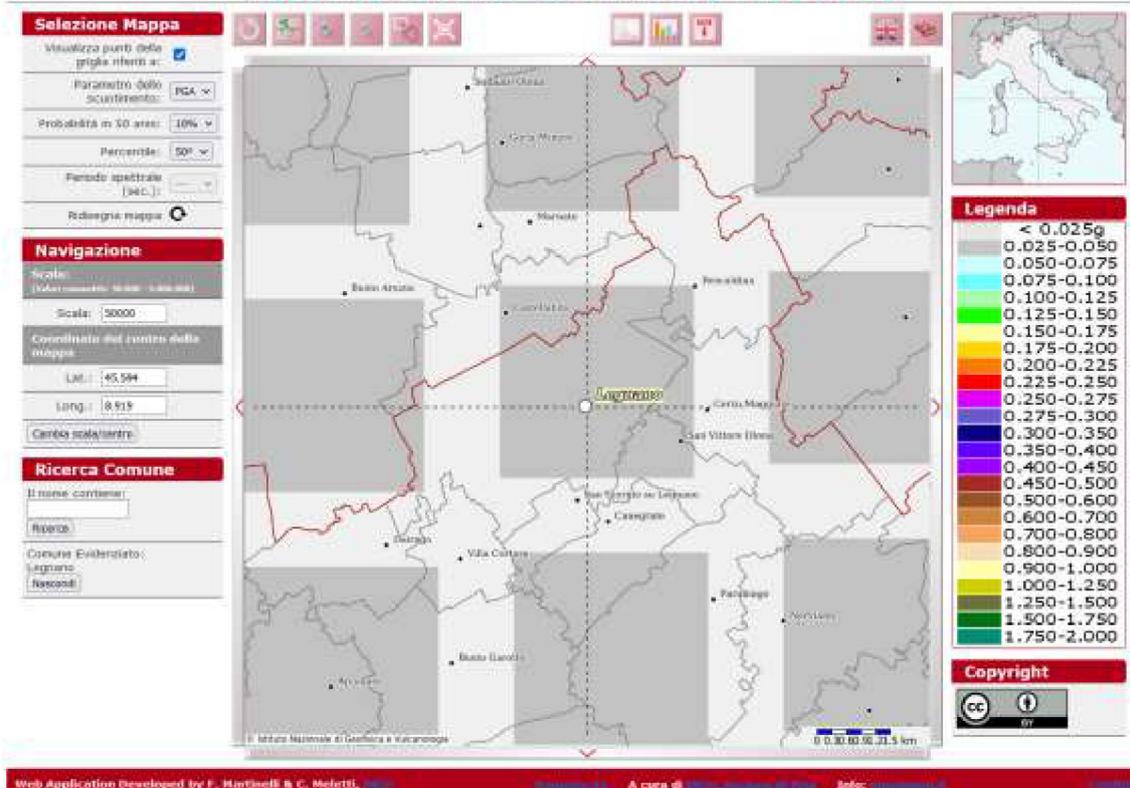
SIGLA	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2a	Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, etc.)	Cedimenti
Z2b	Zone con depositi granulari fini saturi	Liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, etc.)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Ai fini dell'individuazione dei possibili scenari di pericolosità sismica locale elencati in tabella, si sono analizzati criticamente i dati geologici e geotecnici acquisiti nell'ambito del presente studio e descritti nei capitoli precedenti.

7.2 Analisi sismica di base del territorio comunale

La sismicità di base del territorio comunale Legnano è definibile in funzione del valore assunto dall'accelerazione massima attesa su suolo rigido per eventi con tempo di ritorno di 475 anni e probabilità di superamento del 10% in 50 anni definita nella tabella 1 allegata al D.M. 17/01/2018 in corrispondenza dei nodi di un reticolo di riferimento nazionale mostrato nella figura sottostante per l'area in esame.

Modello di pericolosità sismica MPS04-S1



Sulla base dei dati relativi ai quattro nodi utilizzabili è possibile definire un valore medio valido nell'ambito del territorio esaminato ai soli fini pianificatori ed amministrativi mentre per la definizione delle azioni sismiche a livello progettuale occorrerà definire puntualmente le azioni sismiche come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame adottando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in esame ed i vertici considerati.

L'accelerazione massima (a_{gmax}) indicata nella D.G.R. X/2129/2014 per il Città di Legnano è pari a 0,039236.

Il D.M. 17/01/2018, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto per gli interventi edificatori prevede una classificazione del suolo di fondazione, ovvero del terreno compreso tra il piano di imposta delle fondazioni degli edifici ed un substrato rigido di riferimento (bedrock sismico), nelle seguenti categorie:

- A. *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
- B. *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti*, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà

meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

- C. *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
- D. *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti*, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
- E. *Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D*, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tale classificazione si basa sulla specifica caratterizzazione del suolo di fondazione secondo la stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio V_s , ovvero del numero di colpi NSPT ottenuti mediante prova penetrometrica dinamica e, nel caso di terreni coesivi, della coesione non drenata C_u .

Inoltre risulta determinante la valutazione della profondità del bedrock sismico inteso come il livello in cui le velocità di propagazione delle onde di taglio raggiungono valori pari o superiori a 800 m/s.

7.2.1 Analisi multicanale delle onde superficiali (Masw)

A titolo di approfondimento rispetto all'analisi di 1° livello, è stata effettuata un'indagine geofisica mediante prospezioni MASW (Multichannel Analysis Surface Waves) per la valutazione della stratigrafia di velocità delle onde trasversali V_s , da cui ricavare il parametro V_s equivalenti. Il parametro $V_{s_{eq}}$, che rappresenta la velocità delle onde di taglio tra piano campagna (o il piano di posa fondazioni) e il bedrock sismico; per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio V_s è definita dal parametro $V_{s_{30}}$, cioè considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Tale parametro è necessario per la classificazione dei terreni indagati in ottemperanza al D.M. 17/01/2018.

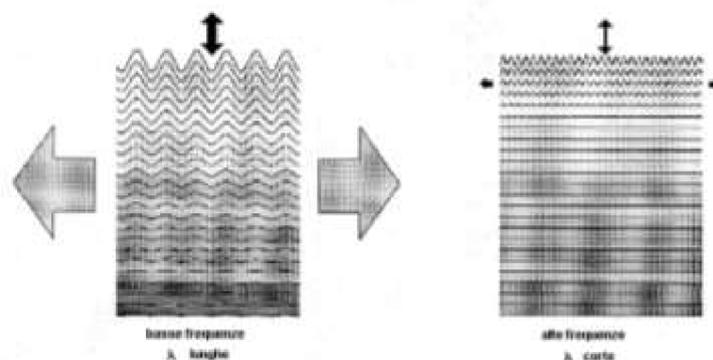
All'interno del territorio comunale di Legnano, si sono realizzate n. 4 prospezioni MASW, la cui ubicazione è riportata nell'elaborato **CG.05**.

7.2.1.1 Descrizione del metodo, strumentazione e criteri di acquisizione

La determinazione delle Vs30 risulta fondamentale per la definizione dei suoli, secondo l'inquadramento della normativa tecnica in materia di progettazione antisismica.

Per tale valutazione, oltre alla sismica in foro (downhole e crosshole) ed alla sismica di superficie (rifrazione e riflessione ad onde S), metodi alternativi di modellazione del sottosuolo basati sull'analisi delle onde superficiali (Rayleigh) hanno assunto importanza progressivamente crescente negli ultimi anni.

Sebbene le onde superficiali siano spesso considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.



L'illustrazione mostra le proprietà di dispersione delle onde di superficie. Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori) sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte) hanno meno energia e una penetrazione superficiale. Grazie a queste proprietà, una metodologia che utilizzi le onde superficiali può fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità. La velocità delle onde S (V_s) è il fattore dominante che governa le caratteristiche della dispersione.

La costruzione del profilo verticale di velocità delle onde di taglio (V_s), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh, è una delle pratiche più comuni di impiego delle proprietà dispersive delle onde superficiali.

Tra le varie tecniche che si basano sull'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh, vi è l'analisi multicanale delle onde superficiali (MASW, Multichannel Analysis of Surface Waves), mediante registrazione della propagazione del segnale sismico generato da una sorgente ad impatto verticale.

L'intero processo comprende tre fasi successive: l'acquisizione delle onde superficiali (ground roll), la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza) e l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle V_s .

Per ottenere un profilo Vs occorre innanzitutto produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore. Le onde di superficie sono facilmente generate da una sorgente sismica quale, ad esempio, una mazza battente.

Quando si generano le onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh, vengono generate anche una molteplicità di tipi diversi di onde: le onde di corpo, le onde superficiali non piane, le onde riverberate (back scattered) dalle disomogeneità superficiali, il rumore ambientale e quello imputabile alle attività umane. La scomposizione di un campo di onde registrate in un formato a frequenza variabile consente l'identificazione della maggior parte del rumore, analizzando la fase e la frequenza in base alla distanza dalla sorgente. La scelta dei parametri di elaborazione, così come del miglior intervallo di frequenza per il calcolo della velocità di fase, può essere fatto con maggior accuratezza utilizzando dei sismogrammi multicanale. La scomposizione può essere quindi utilizzata in associazione con la registrazione multicanale per minimizzare il rumore durante l'acquisizione.

Una volta scomposto il sismogramma, un'opportuna misura di coerenza applicata nel tempo e nel dominio della frequenza può essere utilizzata per calcolare la velocità di fase rispetto alla frequenza. La velocità di fase e la frequenza sono le due variabili (x ; y), il cui legame costituisce la curva di dispersione. La MASW consente in generale la miglior registrazione e separazione ad ampia banda ed elevati rapporti S/N. Un buon rapporto S/N assicura accuratezza nel calcolo della curva di dispersione, mentre l'ampiezza di banda migliora la risoluzione e la possibile profondità di indagine del profilo Vs di inversione.

L'inversione della curva di dispersione serve per ricavare il profilo verticale delle Vs; tale operazione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento, sia per la modellizzazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati. Per ricavare il profilo verticale Vs dalla curva di dispersione occorrono i valori approssimati del rapporto di Poisson e della densità, solitamente stimati utilizzando i risultati di misure effettuate in loco o valutando le tipologie dei materiali presenti.

Per ogni area sono state acquisite una misura dei microtremori a stazione singola della durata di circa 15 minuti e una stesa sismica MASW lunga 60 m distanza intergeofonica 5 m.

L'analisi dei microtremori sono state acquisite mediante geofono trassiale da 4,5 Hz marca Sara Srl modello Geobox. Si è impiegato il software GeoExplorer della Sara. Sono stati calcolati i rapporti spettrali H/V per finestre temporali di 20 secondi. I segnali interpretabili come transienti sono stati eliminati manualmente.

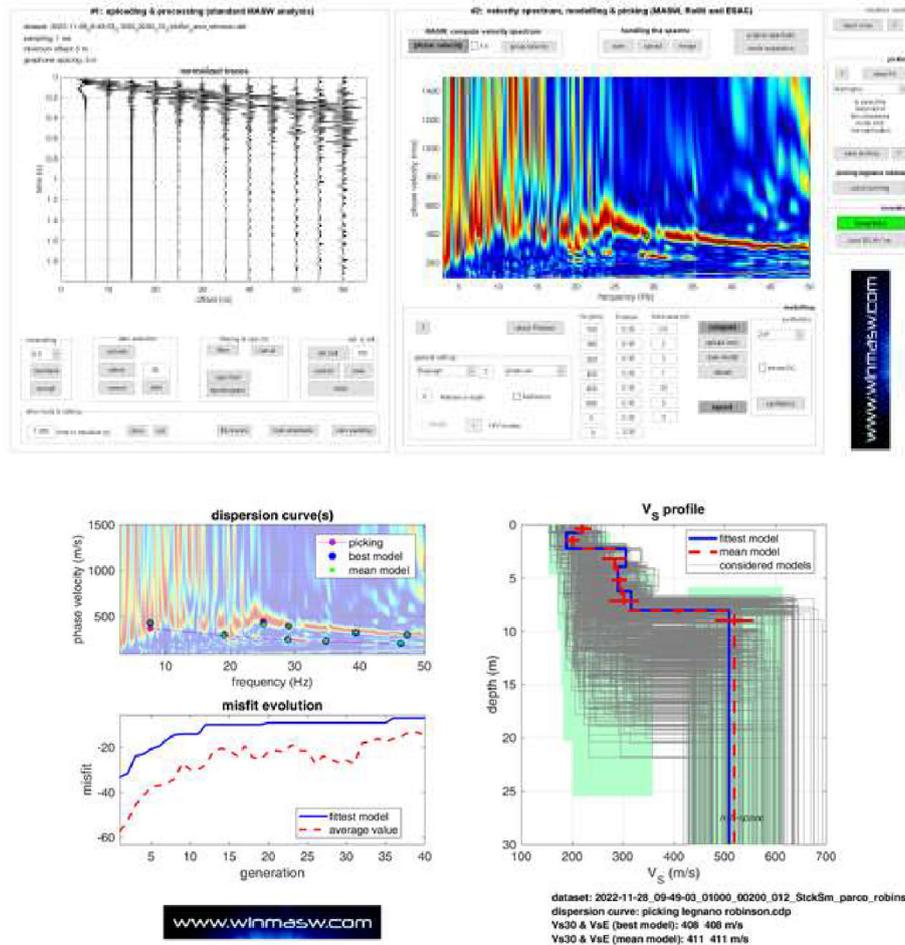
L'analisi MASW sono state acquisite mediante 12 geofoni verticali da 4,5 Hz per la componente verticale delle onde di Rayleigh mediante registrazione della propagazione del segnale sismico generato da una sorgente ad impatto verticale. Sono state eseguite cinque battute (stacking verticale) con una mazza battente da 5 kg con offset di 5 m dal primo geofono. Per la registrazione si è adottato il sistema Sara Srl modello DoReMi con tempo di registrazione pari a 1 sec ed intervallo di campionamento di 0,5 ms. L'elaborazione dei dati è stata ottenuta mediante l'analisi nel dominio frequenza / velocità di fase a mezzo del software di calcolo winMASW della Eliosoft.



7.2.1.2 Analisi dei risultati e calcolo delle Vs30

Si riportano di seguito i risultati delle analisi MASW effettuate nella Città di Legnano (vedi **Al. 4**).

MASW 1 – PARCO ROBINSON



Sismogramma registrato, curva di dispersione e modello Vs del terreno (MASW1 Legnano – Parco Robinson)

L'inversione della curva di dispersione ha condotto ai seguenti risultati:

Tabella di calcolo Vs30		
Da profondità	A profondità	Vs
0	0,75	221
0,75	2,25	201
2,25	4,15	284
4,15	6,25	293
6,25	8,05	302
8,05	30,05	519

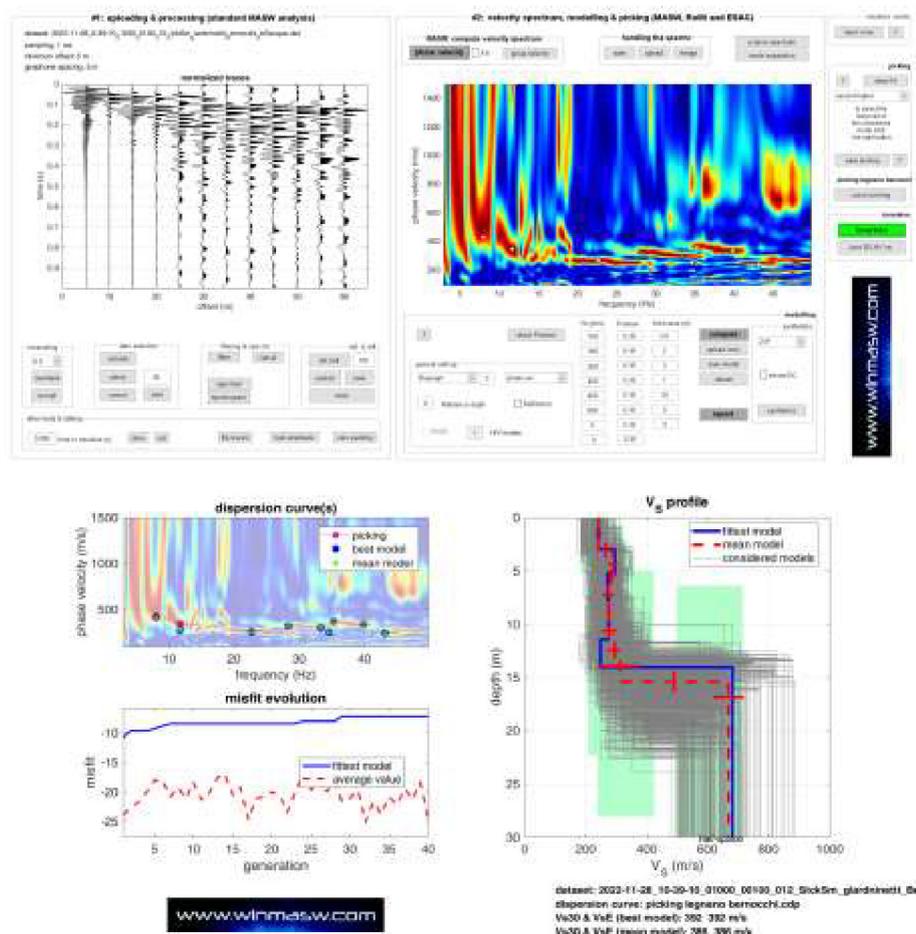
Dato che la profondità del bedrock sismico supera i 30 m, per il calcolo della Vs equivalenti è stata impiegata la formula riportata nelle “Norme Tecniche per le Costruzioni”, così di seguito enunciata:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove h_i e V_i indicano rispettivamente lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (m/s) (per deformazioni di taglio $\gamma < 10 - 6$) dello strato i -esimo per un totale di N strati presenti nei 30 metri superiori.

Nel sito in esame, l'analisi ha condotto ad un valore di V_{S30} pari a **409 m/s**, corrispondente a **suoli di categoria B**.

MASW 2 – GIARDINETTI BERNOCCHI - DELL'ACQUA



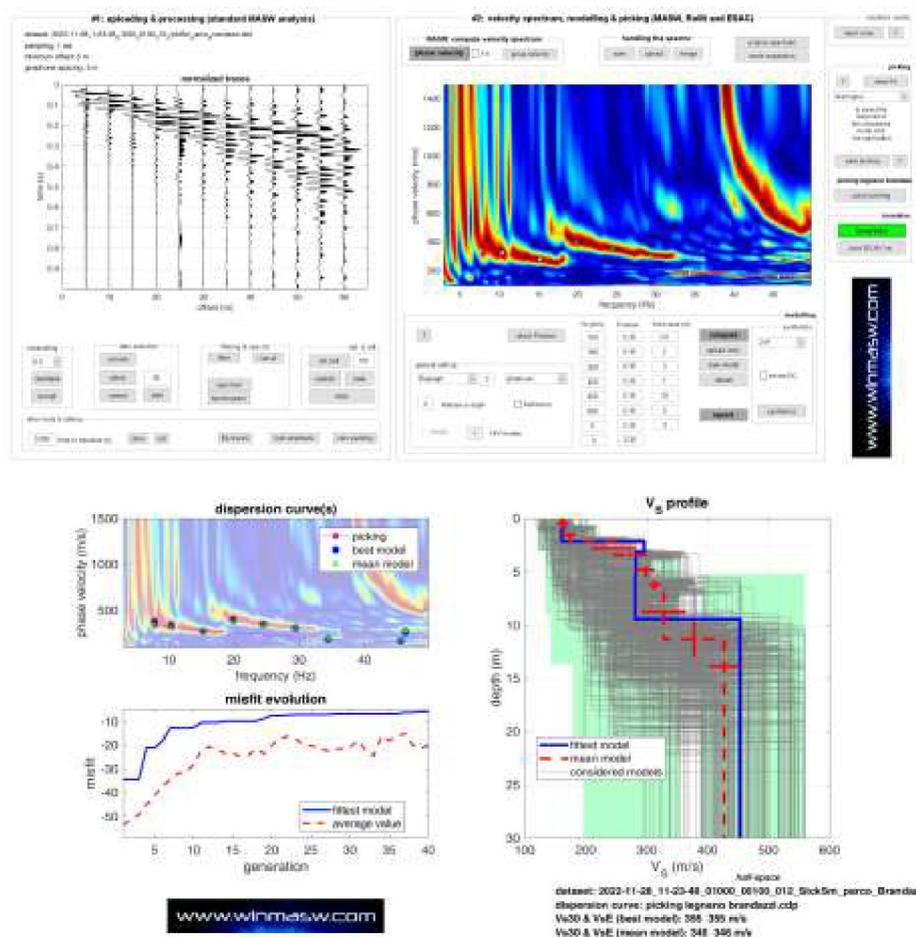
Sismogramma registrato, curva di dispersione e modello Vs del terreno (MASW2 Legnano – Giardinetti Bernocchi - Dell'Acqua)

L'inversione della curva di dispersione ha condotto ai seguenti risultati:

Tabella di calcolo Vs30		
Da profondità	A profondità	Vs
0	3,1	241
3,1	5,7	289
5,7	8,9	274
8,9	12,5	277
12,5	15,4	312
15,4	30,4	668

Impiegando la formula precedentemente descritta, i dati illustrati in tabella hanno condotto a un valore di Vs30 pari a **383 m/s**, corrispondente a suoli di categoria B.

MASW 3 – PARCO COMUNALE BRANDAZZI



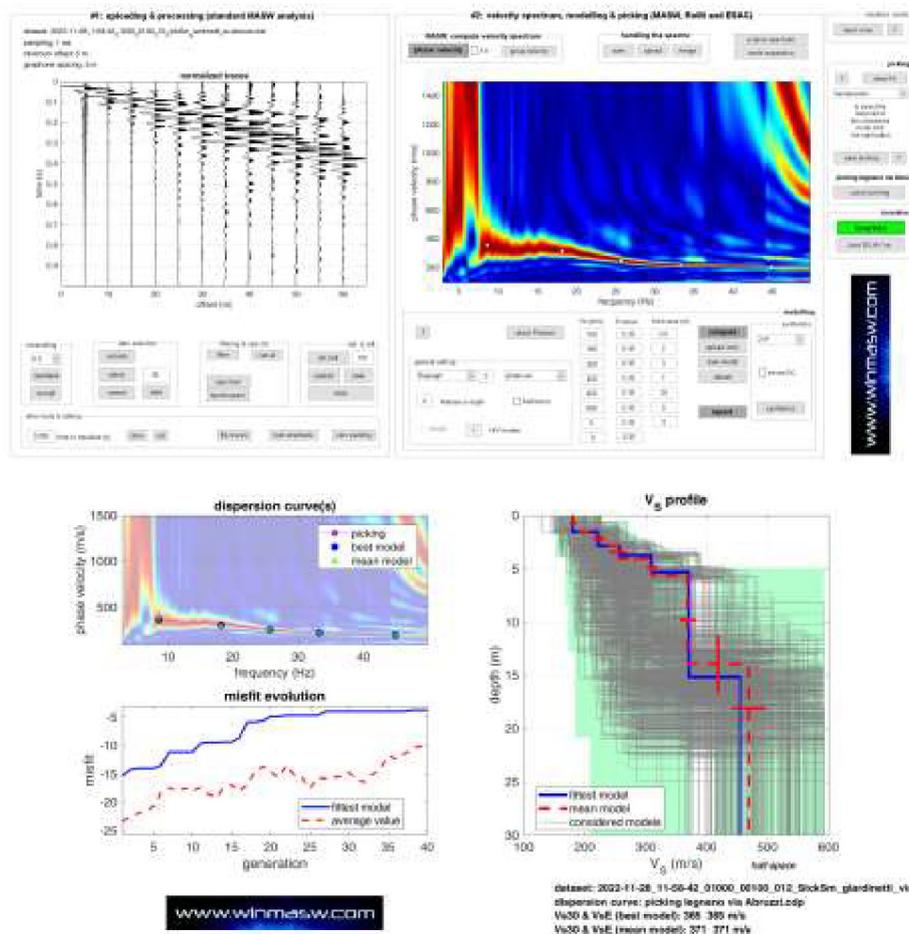
Sismogramma registrato, curva di dispersione e modello Vs del terreno (MASW2 Legnano – Parco Comunale Brandazzi)

L'inversione della curva di dispersione ha condotto ai seguenti risultati:

Tabella di calcolo Vs30		
Da profondità	A profondità	Vs
0	0,92	162
0,92	2,12	173
2,12	3,42	246
3,42	6,22	298
6,22	11,32	328
11,32	30,32	427

Impiegando la formula precedentemente descritta, i dati illustrati in tabella hanno condotto a un valore di Vs30 pari a **343 m/s**, corrispondente a suoli di categoria C.

MASW 4 – VIA ABRUZZI



Sismogramma registrato, curva di dispersione e modello Vs del terreno (MASW2 Legnano – Via Abruzzi)

La Vs equivalente è pari a 372 m/s considerando H uguale a 30 m.

Pertanto i terreni sono classificabili nella categoria di sottosuolo C delle NTC/2018

L'inversione della curva di dispersione ha condotto ai seguenti risultati:

Tabella di calcolo Vs30		
<i>Da profondità</i>	<i>A profondità</i>	<i>Vs</i>
0	1,5	181
1,5	2,8	224
2,8	4	256
4	5,6	310
5,6	13,9	369
13,9	29,9	469

Impiegando la formula precedentemente descritta, i dati illustrati in tabella hanno condotto a un valore di Vs30 pari a **372 m/s**, corrispondente a **suoli di categoria B**.

7.3 Scenari di pericolosità sismica locale e possibili effetti indotti

Come già accennato, l'esame della documentazione analitica di base (geologia, geomorfologia, tettonica, caratteri geologico – tecnici, etc.) e l'osservazione dettagliata dell'assetto topografico del territorio consente di individuare gli scenari di pericolosità sismica locale (PSL) descritti di seguito.

La distribuzione delle aree di pericolosità sismica locale individuate all'interno del territorio esaminato è mostrata nell'elaborato cartografico **CG.05**.

Z3 – Zone con potenziali effetti di amplificazione topografica

Z3a – Zona di ciglio $H > 10$ m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.)

Le aree potenzialmente interessate da fenomeni di amplificazione sismica in prossimità delle scarpate sono state perimetrate in base ai parametri riportati nelle apposite schede di valutazione dell'All. 5 della D.G.R. n. IX/2616/11.

In particolare la classe Z3 è rappresentata dalle scarpate in corrispondenza dei terrazzi morfologici che separano i depositi del Sintema di Binago da quelli del Supersintema di Besnate, nella porzione orientale del territorio comunale.

Sono considerate scarpate solo quelle situazioni che presentano:

- un pendio con inclinazione maggiore o pari a 10° e un dislivello minimo di 10 m;

- un fronte superiore di estensione paragonabile al dislivello altimetrico massimo (H) o comunque non inferiore ai 15 – 20 m;
- un fronte superiore con inclinazione (β) inferiore o uguale ad un quinto dell'inclinazione (α) del fronte principale (per $\beta > 1/5\alpha$ la situazione è da considerarsi pendio);
- il dislivello altimetrico minimo (h) minore ad un terzo del dislivello altimetrico massimo (H), nel caso di scarpata in contropendenza (per $h > 1/3H$ la situazione è da considerarsi una cresta appuntita).

L'estensione dell'area di influenza delle linee di scarpata è determinabile in funzione dell'altezza della scarpata in accordo alle indicazioni dell'All. 5 alla D.G.R. n. IX/2616/11, basate su considerazioni relative alla modalità di propagazione delle onde di taglio nel sottosuolo, come riportato nella seguente tabella:

Classe altimetrica	Classe di inclinazione	Area di influenza
$10 \text{ m} \leq H \leq 20 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$A_i = H$
$20 \text{ m} < H \leq 40 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$A_i = 3/4 H$
$H > 40 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$A_i = 2/3 H$

In tali zone, estese fino alla base del pendio sotteso al ciglio di scarpata, sono prevedibili effetti di amplificazione della sollecitazione sismica al suolo conseguenti a fenomeni di riflessione sulla superficie libera e di interazione tra l'onda incidente e l'onda diffratta.

Z4 – Zone con potenziali effetti di amplificazione litologica

Z4a – Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi

Le aree potenzialmente interessate da fenomeni di amplificazione litologica interessano la totalità del territorio comunale di Legnano, in corrispondenza di depositi quaternari.

Tale situazione litostratigrafica influenza l'amplificazione del moto sismico in superficie per effetti di risonanza, quando le frequenze del moto sismico sono prossime alle frequenze di risonanza dei sedimenti; e di "intrappolamento" delle onde sismiche all'interno del deposito sedimentario, quando aumenta il contrasto di impedenza tra sedimenti e bedrock.

Z5 – Zone di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse

Le zone Z5 sono state individuate in corrispondenza delle aree di contatto tra depositi antropici (consistenti riporti o riempimenti di ex cave/scavi) e depositi quaternari naturali.

Allegato 1
Elenco pozzi della Città di Legnano

CODICE	INDIRIZZO	LOCALITA'	USO		LAT	LONG
151180004	VIA CANOVA		POTABILE	PUBBLICO	5050010	1493730
151180005	VIA AMENDOLA - CANNAZZA		POTABILE	PUBBLICO	5049286	1495030
151180011	VIA RENATO CUTTICA VIA GORIZIA		POTABILE	PUBBLICO	5048338	1494181
151180012	VIA DELLA PACE MAZZAFAME II		POTABILE	PUBBLICO	5049036	1491001
151180013	VIA DELLA PACE MAZZAFAME III		POTABILE	PUBBLICO	5049204	1490909
151180014	VIA QUASIMODO 15/17 VICINALE BOSCHI PER RAVELLO		POTABILE (fermo al momento)	PUBBLICO	5051194	1494812
151180016	VIA QUASIMODO II		POTABILE	PUBBLICO	5051464	1495202
151180018	VIA GABINELLA		IN DISUSO/CHIUSO	PUBBLICO	5050129	1493059
151180019	VIA DELLA PACE MAZZAFAME I		POTABILE	PUBBLICO	5048718	1491148
151180020	VIA DELLA PACE MAZZAFAME IV		POTABILE	PUBBLICO	5049105	1490742
151180021	VIA JUKER		POTABILE	PUBBLICO	5051365	1494019
151180043	VIA NOVARA 227		IRRIGUO	PRIVATO	5047620	1490324
151180045	VIA MONTECASSINO 7		N/D	PRIVATO	5048844	1492246
151180047	VIA LEGA 13		INNAFFIAMENTO DEL VERDE	PRIVATO	5048694	1493482
151180048	VIA LEGA 13		N/D	PRIVATO	5048953	1493420
151180049	PIAZZALE BUZZI 1		INDUSTRIALE	PRIVATO	5049806	1491387
151180050	CORSO SEMPIONE 239		N/D	PRIVATO	5050232	1493163
151180051	CORSO SEMPIONE 249		N/D	PRIVATO	5050137	1493328
151180052	CORSO SEMPIONE 249		N/D	PRIVATO	5050170	1493265
151180066	VIA C. JUCKER 8		INDUSTRIALE	PRIVATO	5050957	1494650
151180067	VIA C. JUCKER 8		INDUSTRIALE	PRIVATO	5050901	1494692
151180071	VIA SARONNESE 141		INDUSTRIALE	PRIVATO	5050965	1495035
151180081	VIA BIELLA 26		INDUSTRIALE	PRIVATO	5047246	1490262
151180092	LOC. MASSARECCIO - COL. 1 PROFONDA		POTABILE	PUBBLICO	5051703	1494448
151180093	LOC. MASSARECCIO - COL. 2 SUPERFICIALE		POTABILE	PUBBLICO	5051703	1494448
151180124	VIA LIGURIA DETTO "POZZO SARDEGNA"	OSPEDALE NUOVO	POTABILE	PUBBLICO	5047190	1491489
151180125	VIA LIGURIA DETTO "POZZO SARDEGNA"	OSPEDALE NUOVO	POTABILE	PUBBLICO	5047190	1491489
151180126	VIA PERGOLES 11 (EX 7)		POTABILE	PUBBLICO	5050776	1493622
151180129	VIA RAGAZZI DEL' 99 (EX 17)		POTABILE	PUBBLICO	5049947	1495414
151180157	VIA BARLOCCO P1	AREA EX CANTONI	POMPE DI CALORE	PRIVATO	5049395	1493849
151180158	VIA BARLOCCO P2	AREA EX CANTONI	POMPE DI CALORE	PRIVATO	5049326	1493812
151180159	VIA BARLOCCO P3	AREA EX CANTONI	POMPE DI CALORE	PRIVATO	5049326	1493812
151180166	VIA XX SETTEMBRE,30		POMPE DI CALORE	PRIVATO	5048421	1492797
151180167	VIA XX SETTEMBRE,30		POMPE DI CALORE	PRIVATO	5048427	1492783
MI03MI01511800055	VIA NOVARA 250		-	-	5047800	1490370
MI03MI01511800056	VIA PADRE OTTORINO MARCOLINI		POTABILE	PUBBLICO	5047670	1491573
MI03MI01511800057	VIA DELLE PALME		-	-	5047099	1492068
MI03MI01511800058	VIA EBOLOWA (COLONNA I)		POTABILE	PUBBLICO	5049859	1495179

Allegato 2
Stratigrafie dei pozzi pubblici

COMUNE DI **LEGNANO**

UFFICIO TECNICO

INA MURATA E TRIVELLAZIONE

VIA ARSIZOLA
- POZZO CANAZZA -

ALTEZZE 1:100

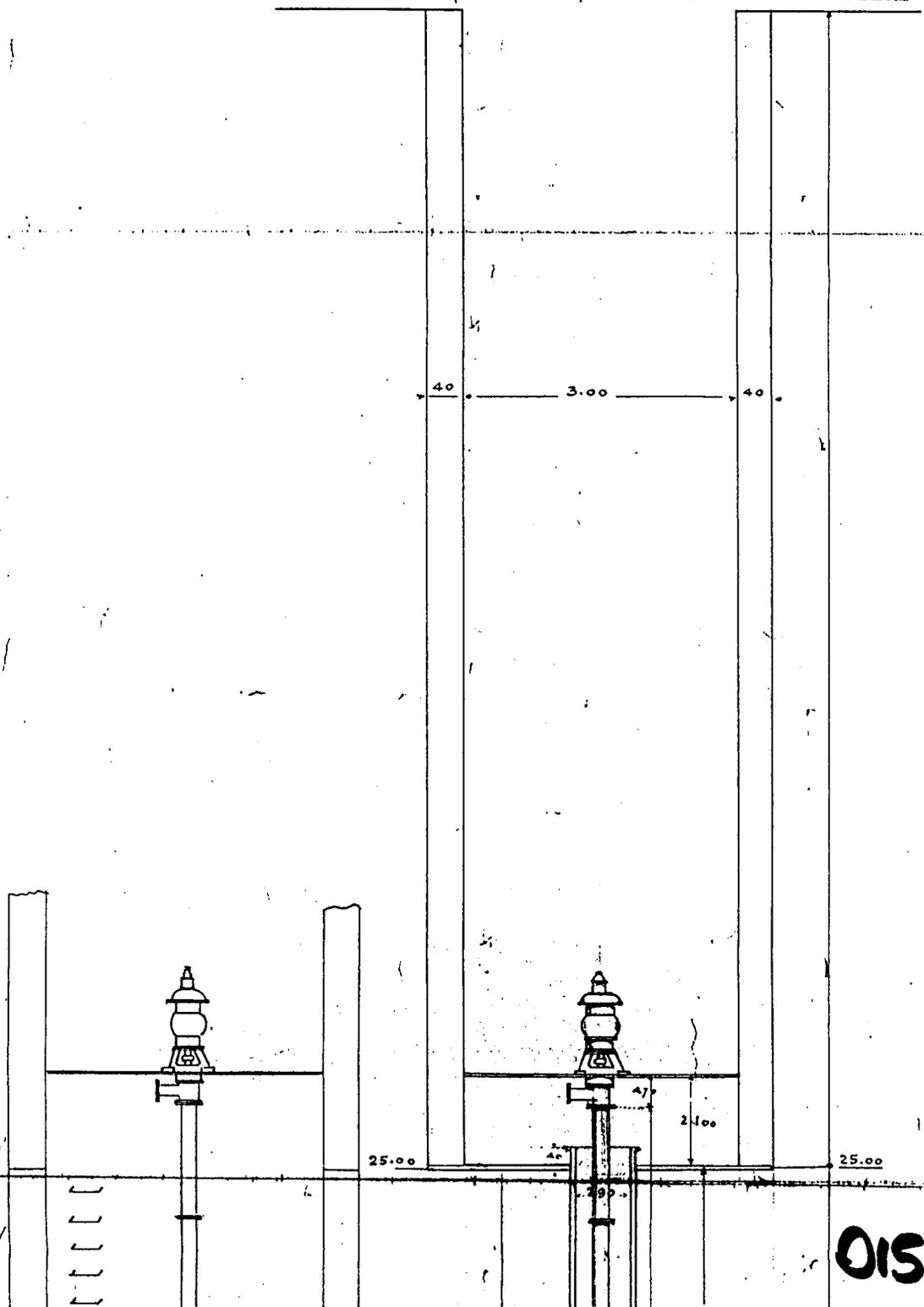
SCALE
LARGHEZZE 1:50

MAZIONE IMPIANTO - AL FEBBRAIO 1946.

5

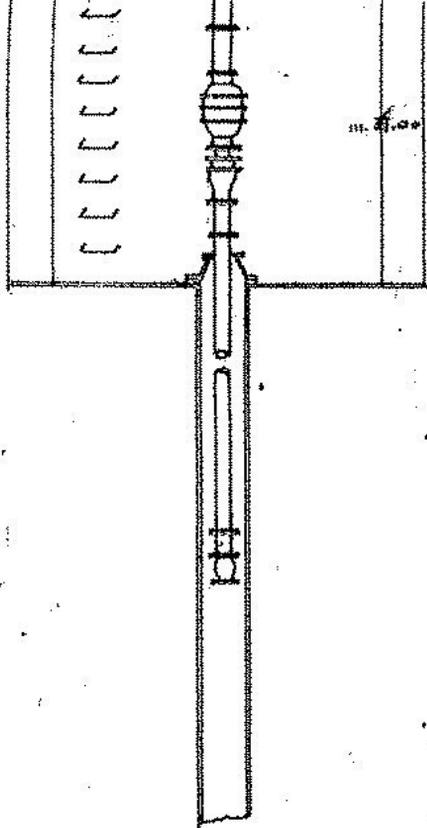
0251180005

PIANO PAVIMENTO

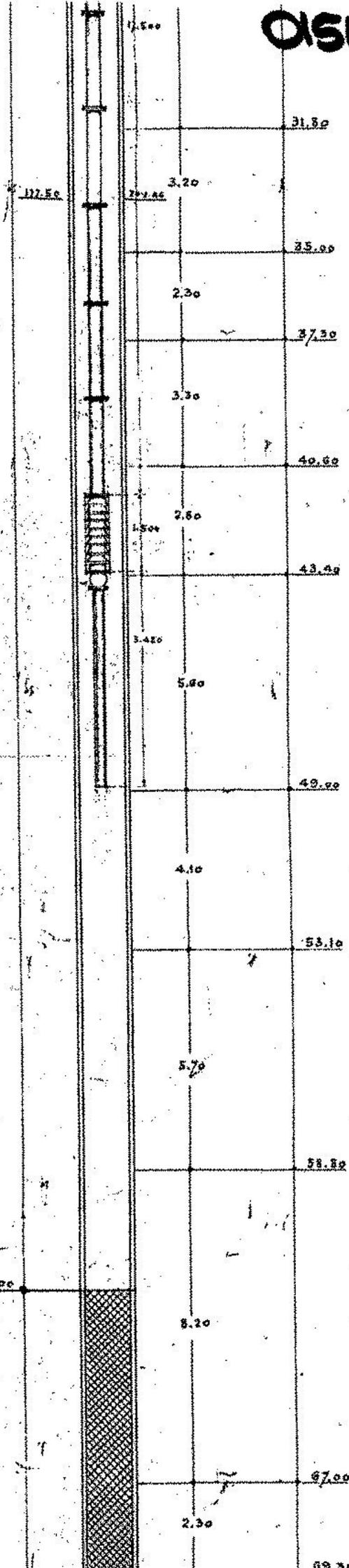


0251180005

015180005
b/c



11. 37.00 PAVES.



5

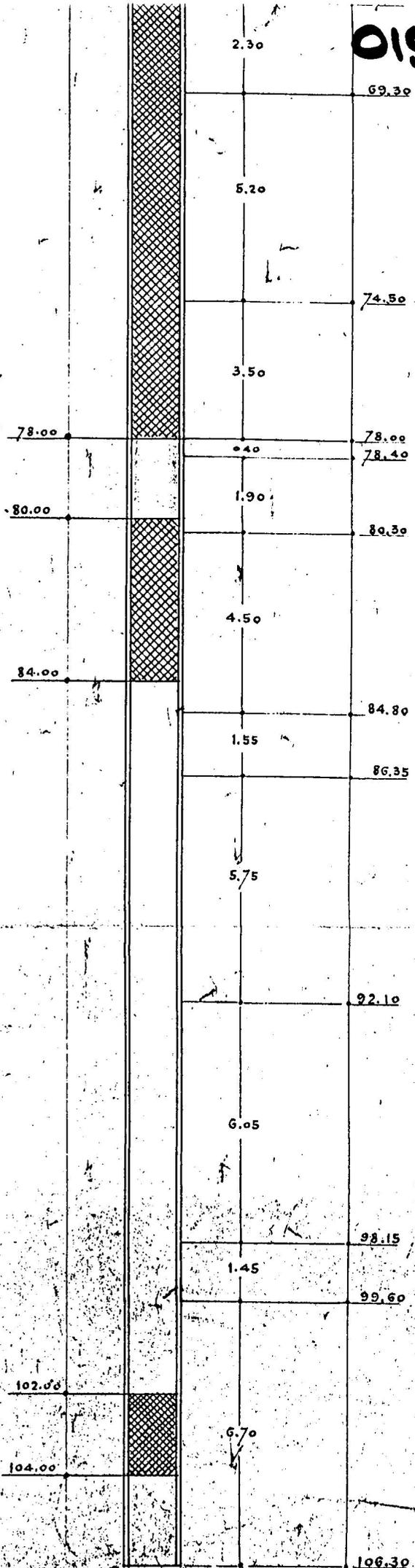
LEGNANO

62.00

67.00

69.30

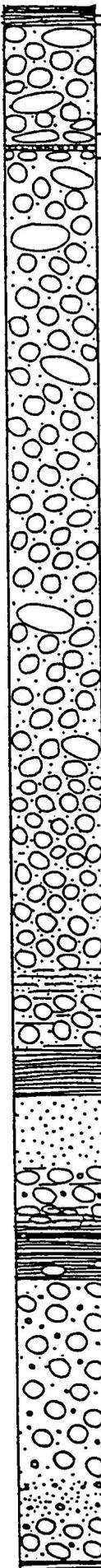
0151180005
c/c



5
LEGNANO

015180011

2/6

LEGNANO	Complesso Piscine Comunali	Via Curvica	N. 11
AMGA			LEGNANO 11
0,80		terreno di riporto	q. = 195
		terreno vegetale	Data: 171068
10,00		ghiaia e sabbia con grossi ciottoli	
12,00		ghiaia e ciottoli con strati di cong.	
			Fenestrati:
			50,45/53,45
			53,87/56,87
			57,29/60,29
			60,71/63,71
			64,14/67,14
			67,58/70,58
			71,00/74,00
		ghiaia e sabbia con qualche ciottolo	101,80/104,80
			105,26/108,26
			108,80/111,80
			112,29/115,29
			115,87/118,87
			119,59/122,59
			126,03/129,03
61,00		ghiaia piccola con sabbia gialla	129,46/132,46
			139,95/142,95
76,50		sabbia fine rossiccia argillosa	
78,50		ghiaia e sabbia legger. argillosa	
83,00		argilla sabbiosa	
86,50		sabbia media argillosa	
92,00		ghiaia e ghiaietto legger. argilloso	
95,00		ghiaia mista con argilla	
96,50		argilla rossastra sabbiosa	
97,50		torba con lignite	
98,00		argilla gialla	
99,00		argilla mista con ghiaia	
101,00			
		ghiaia con ghiaietto e sabbia grossa	
117,00		sabbia grossa con poco ghiaietto	
120,00		ghiaia e ghiaietto con sabbia grossa	
123,50			

SEQUE%

LEGNANO

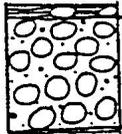
Complesso Piscine Comunali *Via Cornia*

0151180011 6/6

N. 11

ANQA

126,00



argilla mista con ghiaia

133,00

ghiaia con sabbia grossa

argilla sabbiosa

138,00

139,00

140,00

sabbia media

argilla sabbiosa

ghiaia con sabbia grossa

145,50

148,00

150,00

sabbia grossa leggermente argillosa

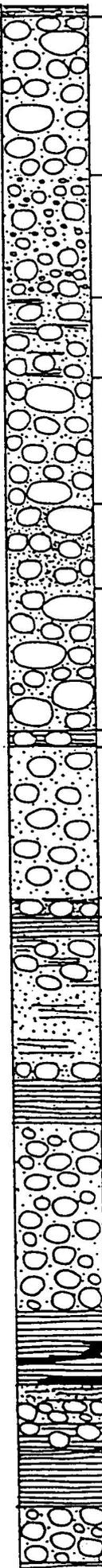
argilla sabbiosa

Is. = 26,40
ld. = 30,20
L/sec. = 68.=
L/sec/m. =

MASSARENTI

015180012

2/6

LEGNANO	Nuova Via P.R.G. - Mazzafame	N. 12
AMGA		LEGNANO 12
1,00		terreno vegetale q. = 211 m
14,00	ghiaia e sabbia con grossi ciottoli	Data: 25/9/1970
24,00	sabbia grossa con ghiaietto e ghiaia	
30,50	ghiaia e sabbia argillosa	
41,00	ghiaia e sabbia con qualche ciottolo	Fenestrati: 49,00/52,00 52,40/55,40 55,80/58,80
48,00	ghiaia con sabbia fine e ciottoli	62,20/65,20 65,60/68,60 69,00/72,00
59,50 61,00	ghiaia grossa con grossi ciottoli e sabbia	93,40/96,40 96,80/99,80 100,20/103,20
	argilla gialla con ghiaia	103,60/106,60
73,50 75,00 76,50	sabbia e ghiaia	124,60/127,60 142,00/145,00
	ghiaia e sabbia argillosa	
	argilla gialla sabbiosa	
	ghiaia e sabbia leggermente argillosa	
81,00	sabbia leggermente argillosa	
87,00	ghiaia con poca sabbia	
88,50	argilla gialla sabbiosa	
92,00	ghiaia con ghiaietto e sabbia	
107,50 110,00	argilla cenere compatta argilla scura compatta con torba	
	sabbia argillosa	
113,50	ghiaia con ghiaietto e poca sabbia	
115,00	strati di argilla e ghiaia	
116,50	argilla mista compatta	
118,50	ghiaia con ghiaietto e sabbia	
123,50	ghiaia con ghiaietto e sabbia	
128,00	ghiaia con ghiaietto e sabbia	

0151180012
6/6

LEGNANO

Nuova Via P.R.G. - Mazzafame

N. 12

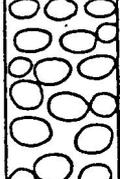
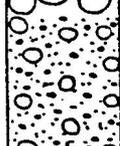
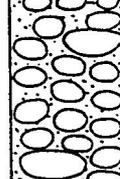
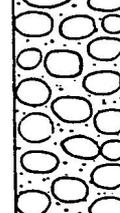
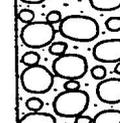
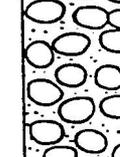
AMGA

130,00		strati di argilla e sabbia	
133,00		sabbia fine leggermente argillosa	
		sabbia molto fine argillosa	
140,50			arenaria
141,50			ghiaia e ghiaietto con tracce di argilla
146,00			sabbia molto fine argillosa
148,00			argilla cenere scura con fossili
155,00			

ls. = 40,70
ld. = 44,85
L/sec. = 63.=
L/sec/m. =

MASSARENTI

015180013
2/6

LEGNANO	Nuova Via P.R.G. - Mazzafame		N. 13
AMGA			
1,00		terreno vegetale	q.=212
14,00		ghiaia grossa	Data; 21/10/71
23,50		sabbia grossa con ghiaietto	
30,00		ghiaia sabbia leggermente argillosa	
41,50		ghiaia e sabbia con qualche ciottolo	Fenestrati:
49,00		ghiaia grossa e ciottoli con poca sabbia	84,50/87,50
63,00		ghiaia grossa e sabbia	92,40/95,40 95,80/98,80 99,20/102,20 113,50/116,50 124,50/127,50
72,50		ghiaia ghiaietto e sabbia pulita	
75,50		argilla gialla sabbiosa	
81,00		ghiaia e sabbia argillosa	
84,50		sabbia leggermente argillosa	
87,50		ghiaia e sabbia	
90,50		argilla gialla sabbiosa	
105,00		ghiaia e sabbia	
106,50		argilla con ghiaia	
110,50		ghiaia e sabbia	
113,00		argilla scura con torba	
117,00		sabbia e ghiaietto pulito	
124,50		argilla mista leggermente sabbiosa	
127,50		ghiaia e sabbia con tracce d'argilla	

0151180013 6/8

LEGNANO

Nuova Via P.R.G. - Mazzafame

N. 13

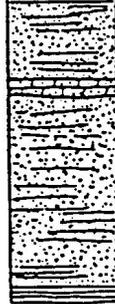
AMGA

135,50

136,50

149,00

150,00



sabbia fine con tracce d'argilla

arenaria

sabbia fine argillosa con argilla
gialla

argilla

ls. = 40,00
ld. = 54,00
L/sec. = 40.=
L/sec/m. =

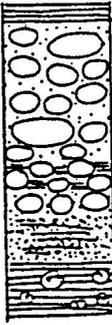
MASSARENTI

05118004 a/b

LEGNANO	Vicinale Boschi per Ravello	LEGNANO a/b
AMGA		N. 14
0,50	terreno vegetale	q. = 222
1,50	ghiaia argillosa con ciottoli	Data:
2,50	ghiaietto e sabbia	14/41973
	ghiaia e sabbia con ciottoli	
15,00	ghiaia con tracce d'argilla gialla	
19,50	conglomerato fessurato	
21,00	ghiaia e sabbia con ciottoli	
32,00	argilla gialla compatta	
36,50	ghiaia e sabbia con ciottoli	
42,00	argilla gialla compatta	
44,00	argilla gialla compatta	Fenestrati:
	ghiaia e sabbia	62,73/65,73
	ghiaia e sabbia	66,18/69,18
	ghiaia e sabbia	89,20/92,20
	ghiaia e sabbia	92,65/95,65
	ghiaia e sabbia	96,10/99,10
	ghiaia e sabbia	117,61/120,61
	ghiaia e sabbia	121,06/124,06
62,50	ghiaia grossa con poca sabbia	133,54/136,54
	ghiaia grossa con poca sabbia	137,00/140,00
	ghiaia con tracce d'argilla gialla	
73,00	ghiaia con tracce d'argilla gialla	
	argilla gialla sabbiosa	
79,50	argilla gialla sabbiosa	
82,00	sabbia media giallastra	
84,50	sabbia media giallastra	
	ghiaia e sabbia	
	ghiaia e sabbia	
98,00	sabbia con ghiaietto	
	sabbia con ghiaietto	
108,50	argilla mista gialla e scura	
113,00	argilla mista gialla e scura	
	termina ghiaia e sabbia	
118,50	termina ghiaia e sabbia	
	sabbia media e grigia	
124,50	sabbia media e grigia	
	ghiaia e sabbia	
130,00	ghiaia e sabbia	

SEQUE %

ARGA

132,00		argilla gialla con tracce di torba
		ghiaia e sabbia con qualche ciottolo
141,00		ghiaia con argilla gialla sabbiosa
143,00		ghiaia e sabbia
144,50		sabbia fine argillosa
147,50		argilla cinerea sabbiosa con fossili
151,00		

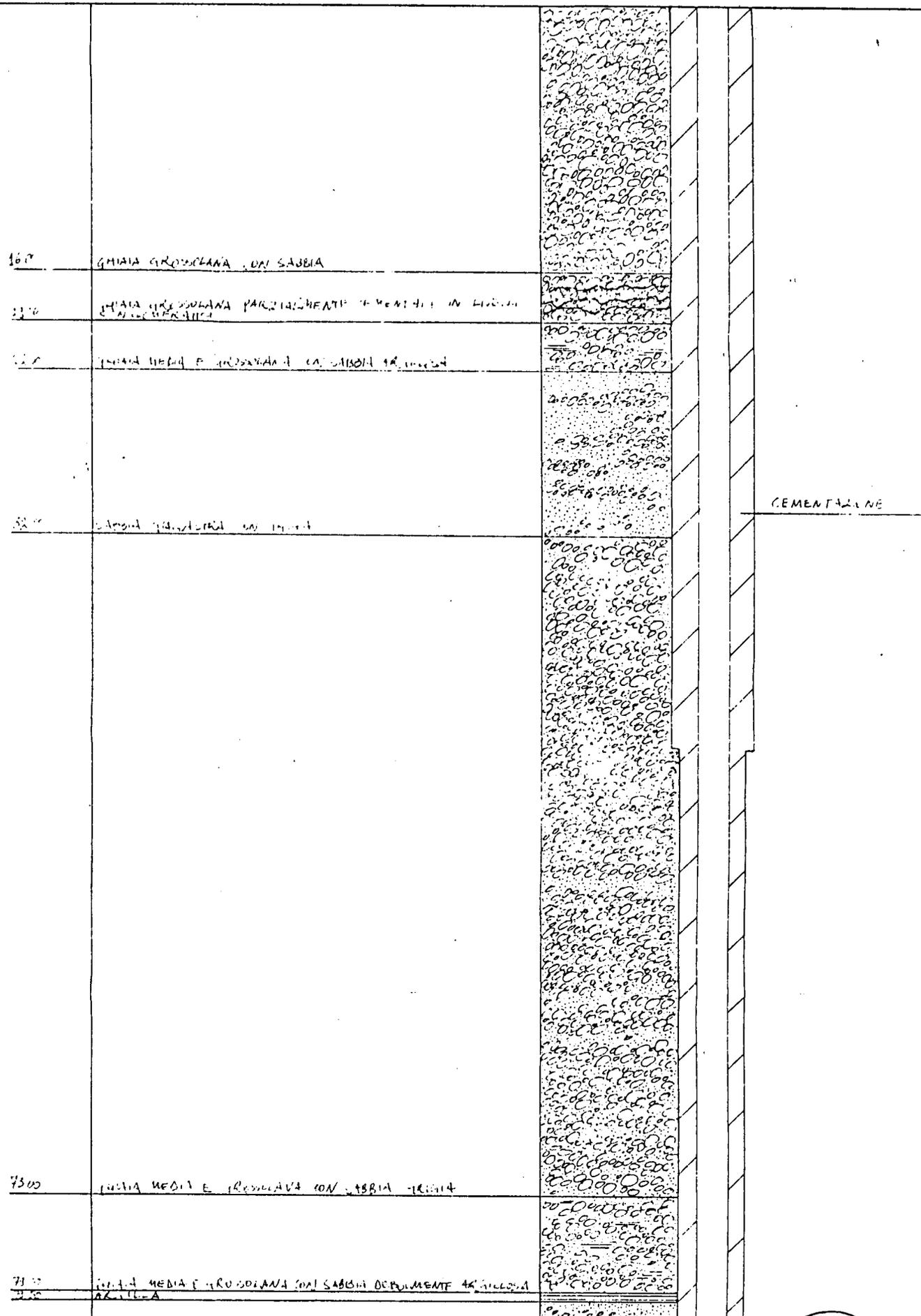
ls. = 40,60
 ld. = 45,42
 L/sec. = 61.=
 L/sec/m. =

MASSARENTI

STRATIGRAFIA

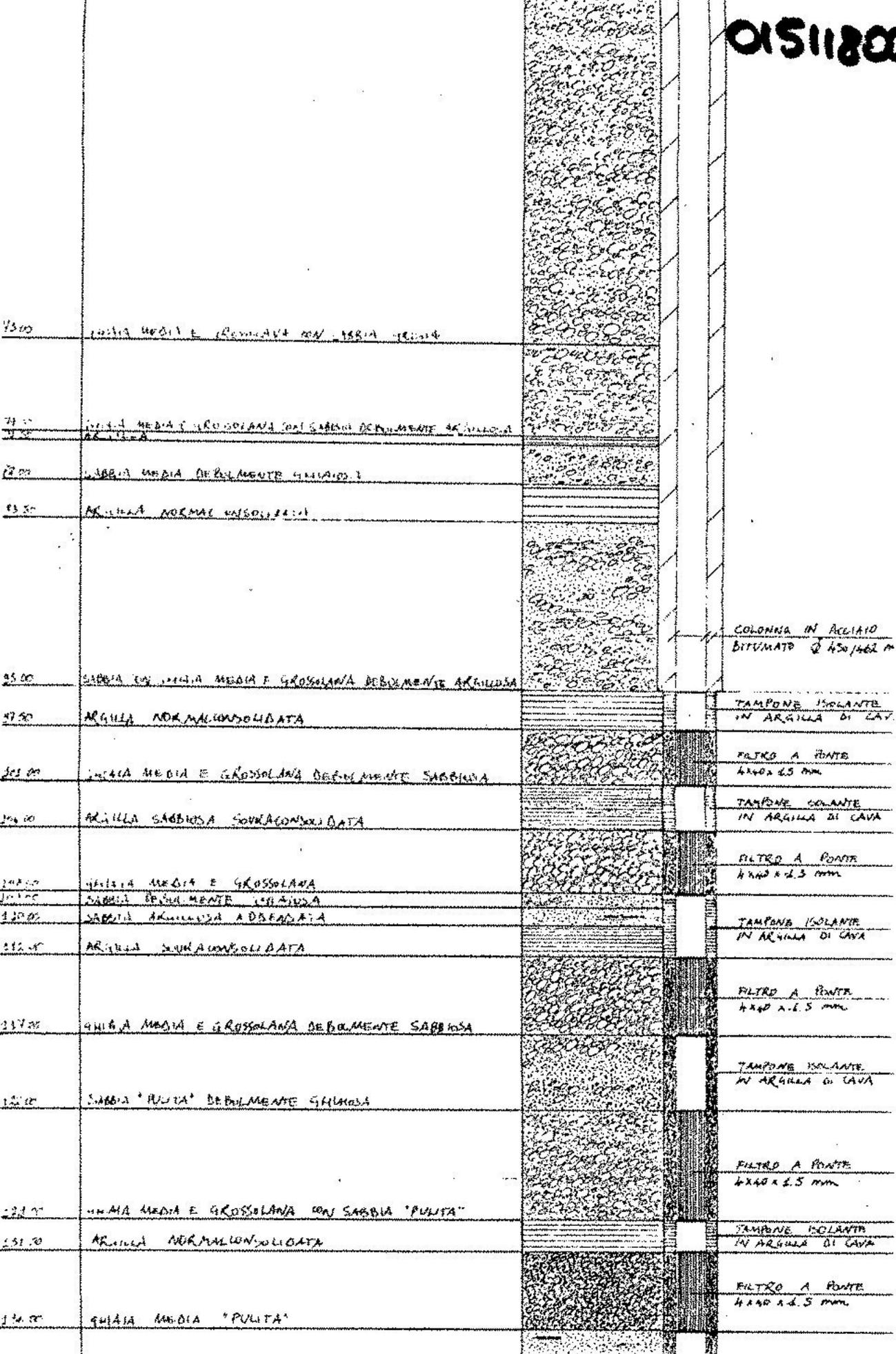
SEZIONE COSTRUTTIVA

0151180016 e/c



16 A.M.G.A.
LEGNANO

0151180016
b/c

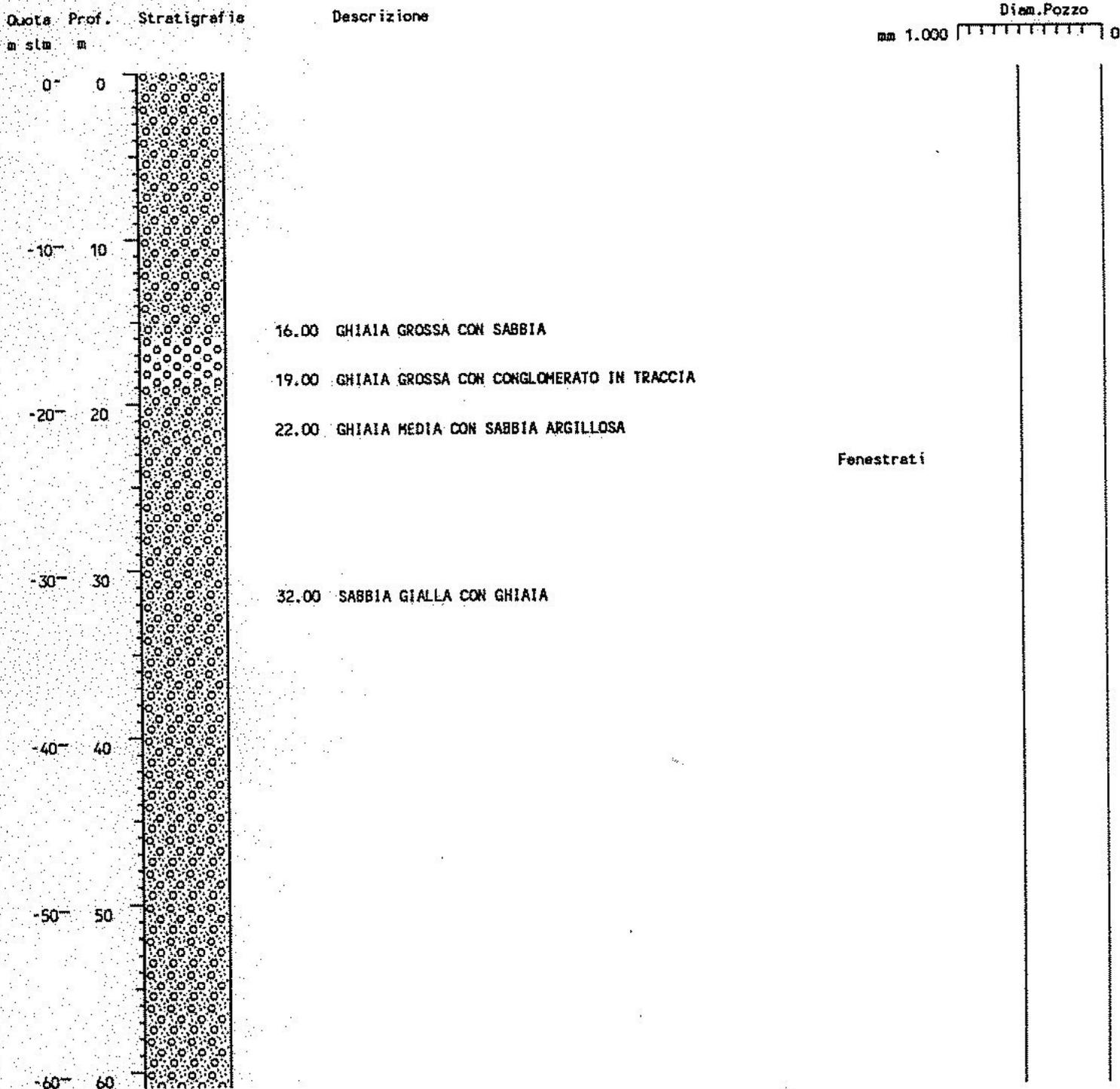


A.M.G.A.

 LEGNANO

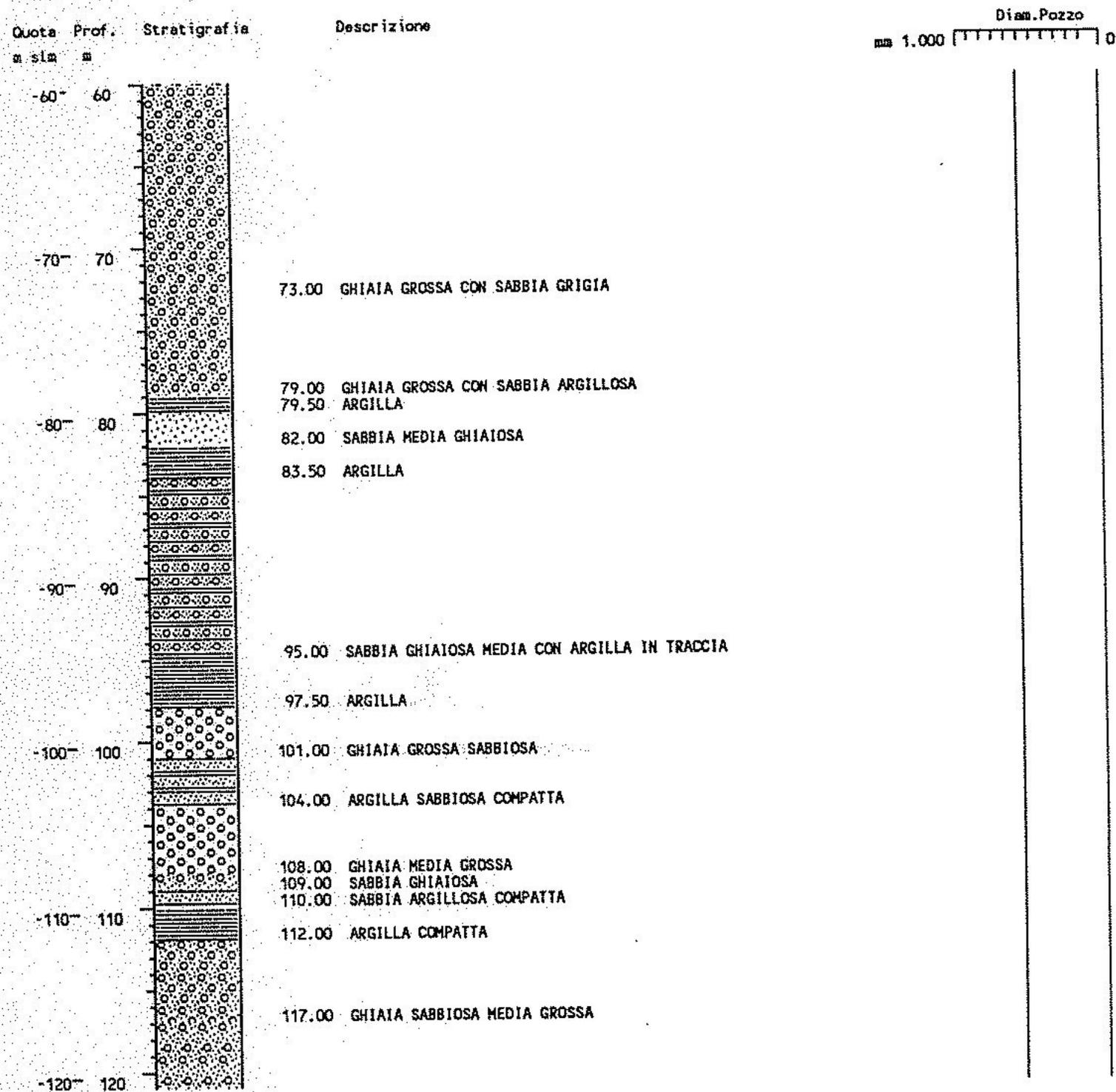
0151180018 a/c

C.N.R. - Centro di Studio per la Stratigrafia e Petrografia delle Alpi Centrali - Dipartimento di Scienze della Terra - Milano
 Provincia : MILANO Comune : LEGNANO Pozzo : 0018 Codice : 015-118-0018
 Via / Localita' : VIA GABINELLA Long. : 0.00 Lat. : 0.00
 Pozzo Pubblico Proprietario : AZ. MUNICIPALE Utente : AZ. MUNICIPALE
 Perforatore : IMP. ING. G. FALCIOLA Anno : 1984 (Pagina 1 di 3)



0151180018 b/c

C.N.R. - Centro di Studio per la Stratigrafia e Petrografia delle Alpi Centrali - Dipartimento di Scienze della Terra - Milano
 Provincia : MILANO Comune : LEGNANO Pozzo : 0018 Codice : 015-118-0018
 Via / Localita' : VIA GABINELLA Long. : 0.00 Lat. : 0.00
 Pozzo Pubblico Proprietario : AZ. MUNICIPALE Utente : AZ. MUNICIPALE
 Perforatore : IMP. ING.G.FALCIOLA Anno : 1984 (Pagina 2 di 3)



015180018 e/c

C.N.R. - Centro di Studio per la Stratigrafia e Petrografia delle Alpi Centrali - Dipartimento di Scienze della Terra - Milano

Provincia : MILANO

Comune : LEGNANO

Pozzo : 0018

Codice : 015-118-0018

Via / Localita' : VIA GABINELLA

Long. :

0.00

Lat. :

0.00

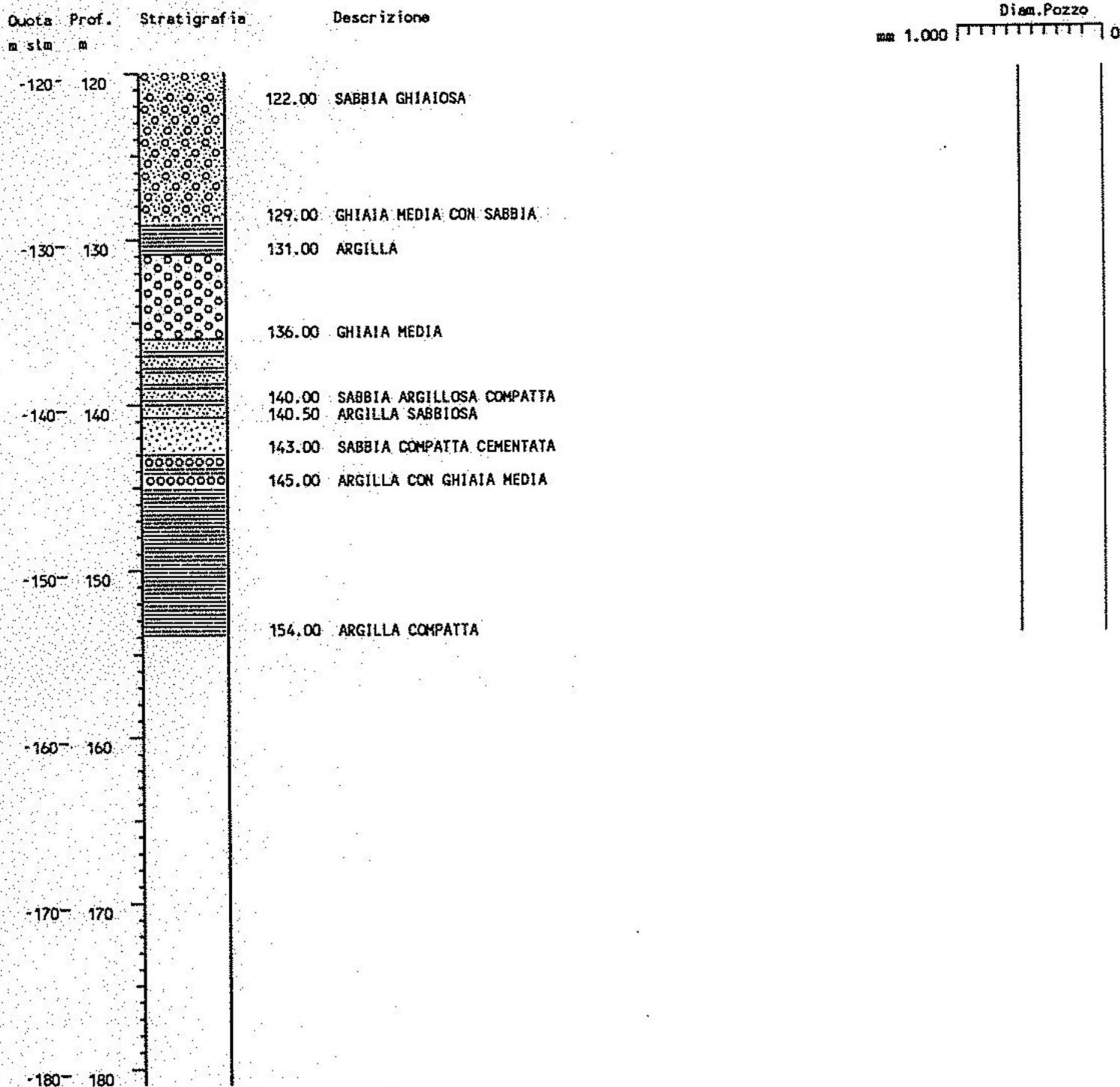
Pozzo Pubblico Proprietario : AZ. MUNICIPALE

Utente : AZ. MUNICIPALE

Perforatore : IMP. ING. G. FALCIDIA

Anno : 1984

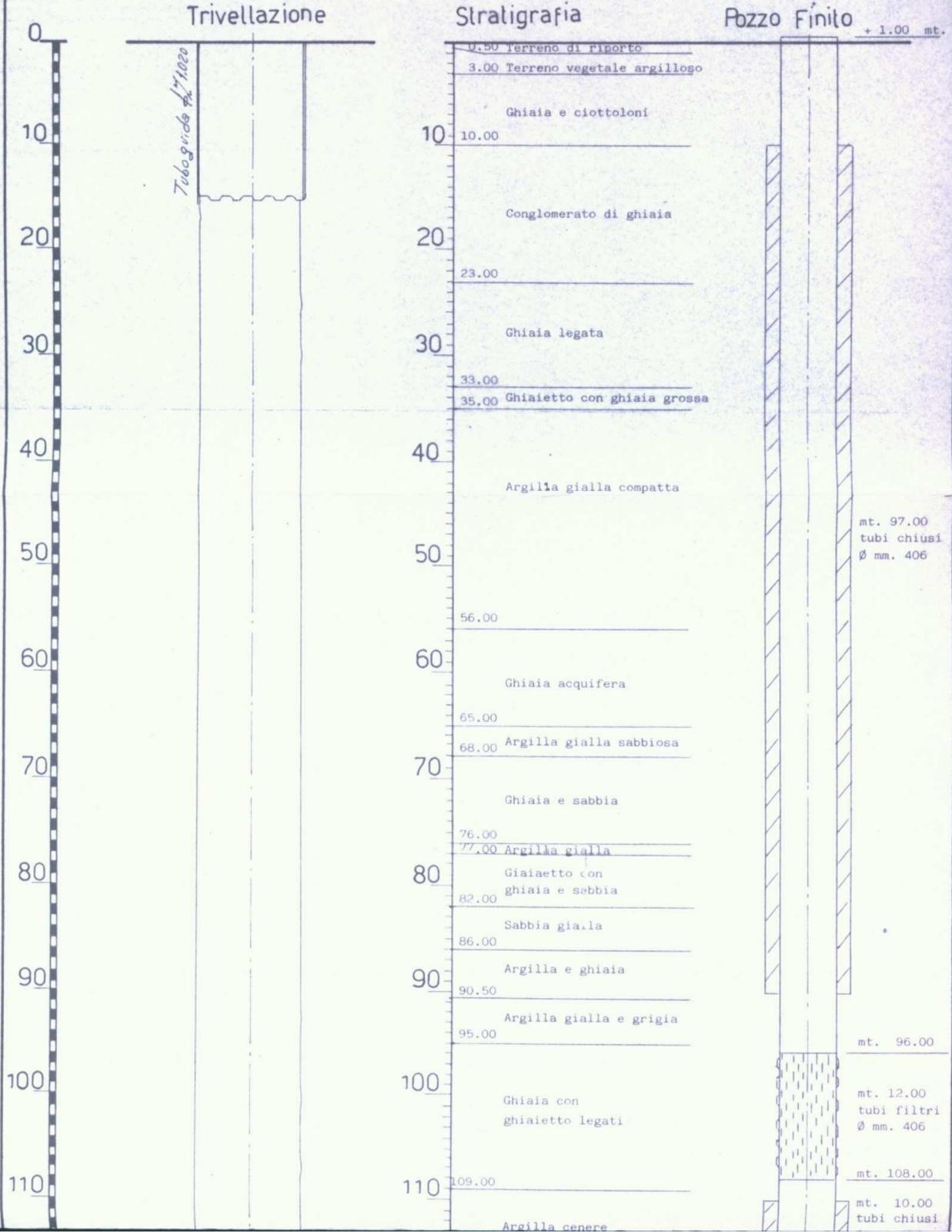
(Pagina 3 di 3)

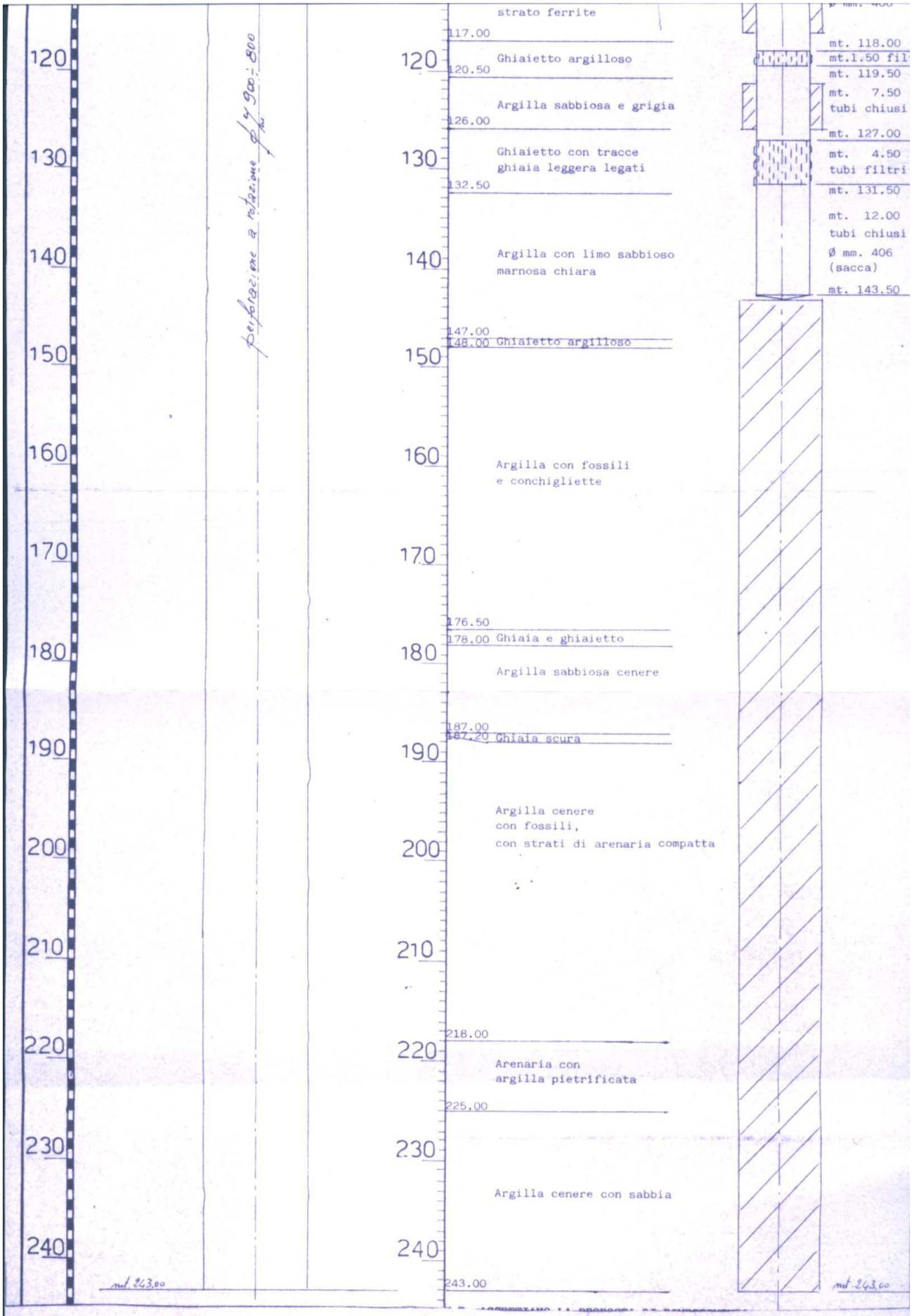


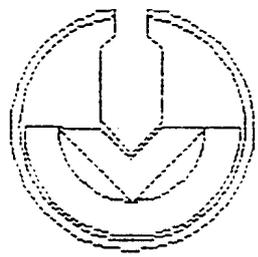
IMPRESA NEGRETTI S.r.l. CORTEOLONA

POZZO di LEGNANO - Viale Ciro Menotti, angolo Via Pace (PACE 1°)
 COMMITT Spett.le A. M.G.A di LEGNANO
 Inizialo Maggio 1988
 Ultimato Giugno 1988

Statico mt. 39,00 Dinamico mt. 59,00 Abbassamento mt. 20,00 Portata l/sec. 28,~







IMPRESA
ING. GIUSEPPE FALCIOLA
 OPERE SPECIALIZZATE DEL SOTTOSUOLO

015 1180020 a/c

20

20132 MILANO - Via Del Pozzo Toscanelli, 6 - Tel. 02/2593351 - Fax 02/2595354

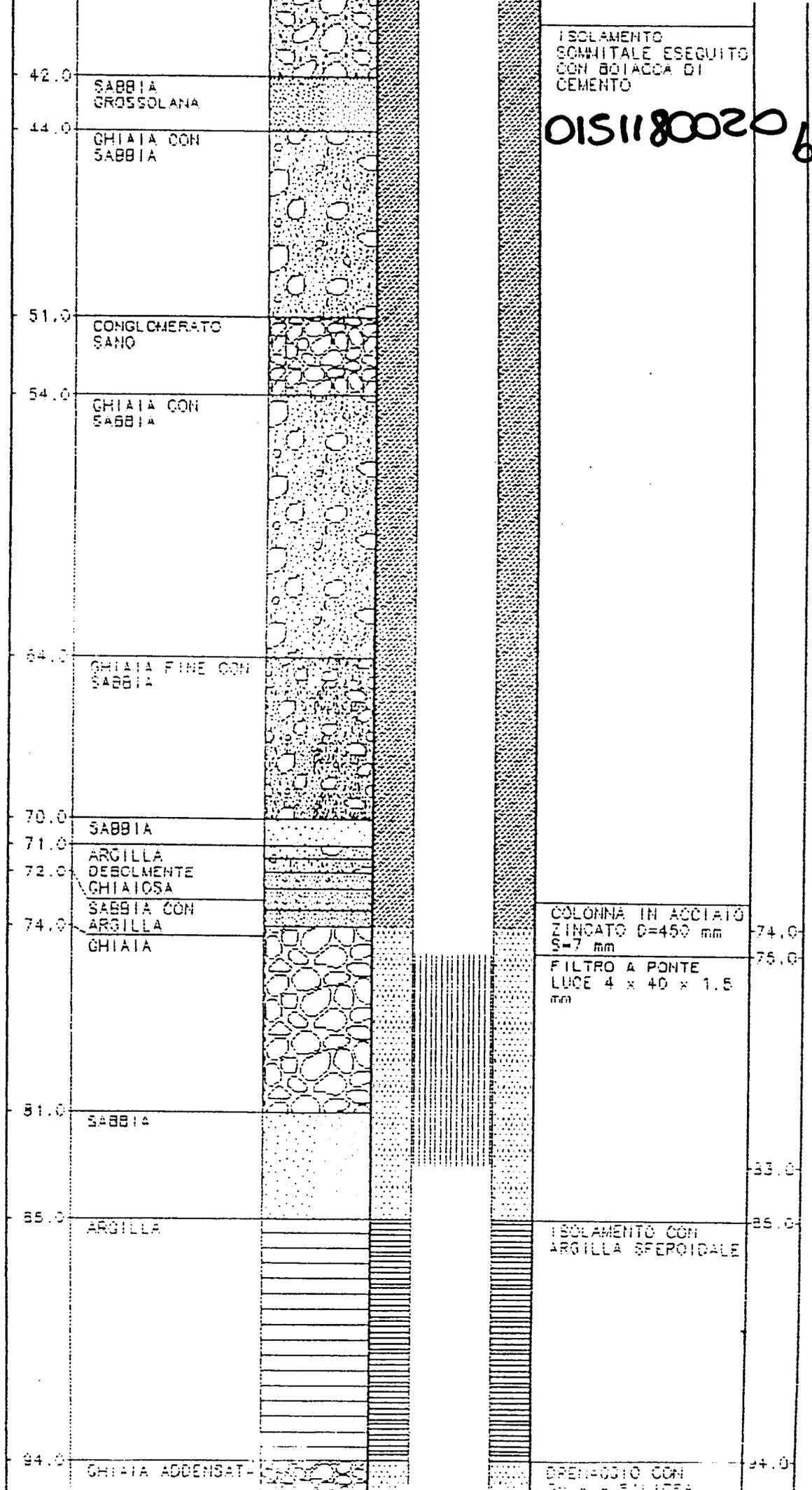
COMMITTENTE: A.M.G.A. LEGNANO	DATA: 20.09.1991
OGGETTO: POZZO PER ACQUA POTABILE 2	DISEGNO: 91092a
LOCALITA': NUOVO CAMPO SPORTIVO ^{MAZZAFANE} _{IV}	SCALA: 200

SCALA 1:200	DIAMETRO PERFORAZIONE	PROFONDITA' (m)	DESCRIZIONE	STRATIGRAFIA	SEZIONE COSTRUTTIVA	DESCRIZIONE	PROFONDITA' (m)
1		1.0	BUOLO AGRARIO			COLONNE IN ACCIAIO BITUMATE 3-450 mm 2-7 m	
2			GHIAIA DEBOLMENTE SABBIOSA				
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14		14.0					SABBIA CON GHIAIA FINE
15			GHIAIA MEDIA E SABBIA				
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25		25.0	GHIAIA ADDENSATA CON CIOTTOLI				
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							

37
38
39

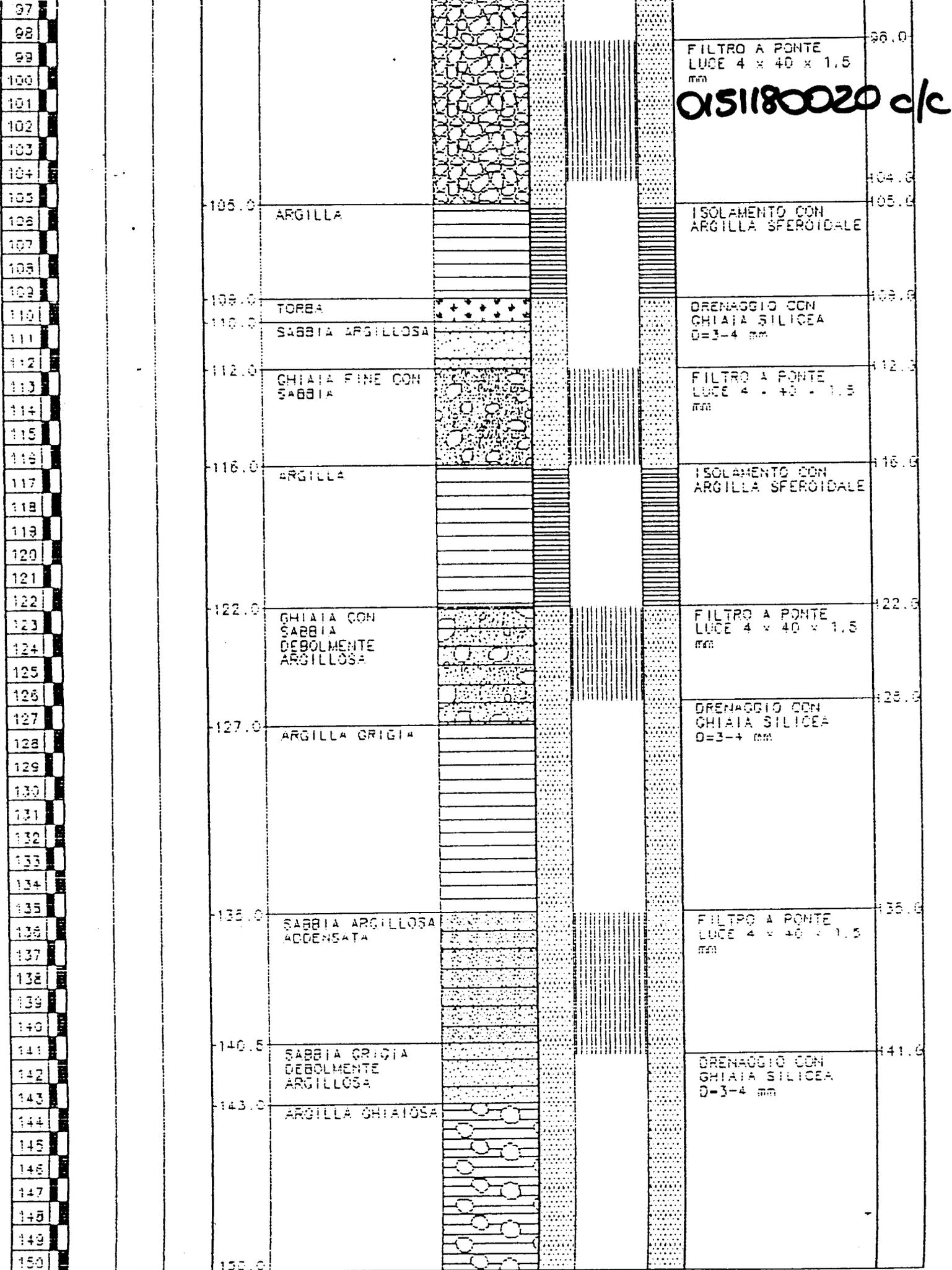
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95

920



0151180020 b/c

(20) LOGNANO



0151180020 c/c

Umberto Puppi

20 LEGNANO

194

COMMITTENTE: A.M.G.A. LEGNANO DATA: 10.09.1991
 OGGETTO: POZZO PER ACQUA POTABILE DISEGNO: 91091g
 LOCALITA': VIVATO COMUNALE - VIA JUKER SCALA: 200

0151180021a/c

SCALA 1/200	DIAMETRO PERFORAZIONE	PROFONDITA' (m)	DESCRIZIONE	STRATIGRAFIA	SEZIONI COSTRUTTIVE	DESCRIZIONE	PROFONDITA' (m)
1		2.5	ARELLE SABBIOSE CON GHIAIA			COPIONE 13 800 140 MULINATO 0 1 400 800 M 1 BB	21
2			GHIAIA GROSSOLANA CON CIGLIONI				
3		14.5	SABBIA ARGILLOSA CON GHIAIA				
4			ARELLE SABBIOSE CON GHIAIA MEDIA E GROSSOLANA				
5		28.0	ARGILLA ALTERNATA A CONGLOMERATO				
6			SABBIA CON GHIAIA				

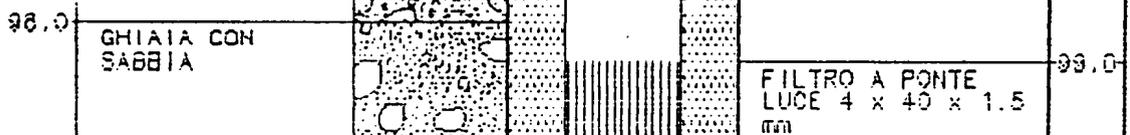
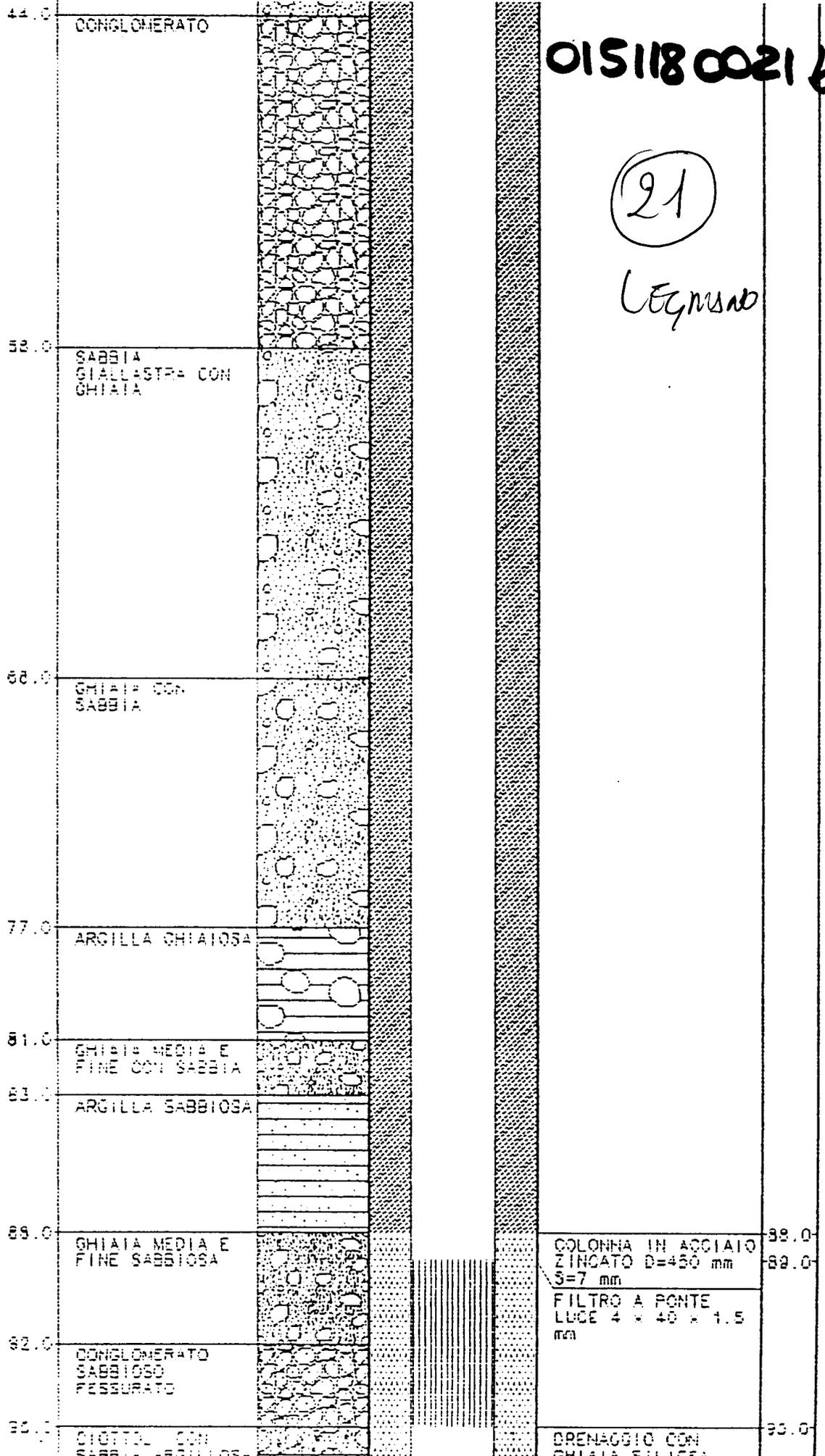
38		44.0	GHIAIA MEDIA E GROSSOLANA CON SABBIA			ISOLAMENTO CON CEMENTAZIONE	
40			CONGLOMERATO				
41							
42							
43							
44							
45							

0151180021 b/c

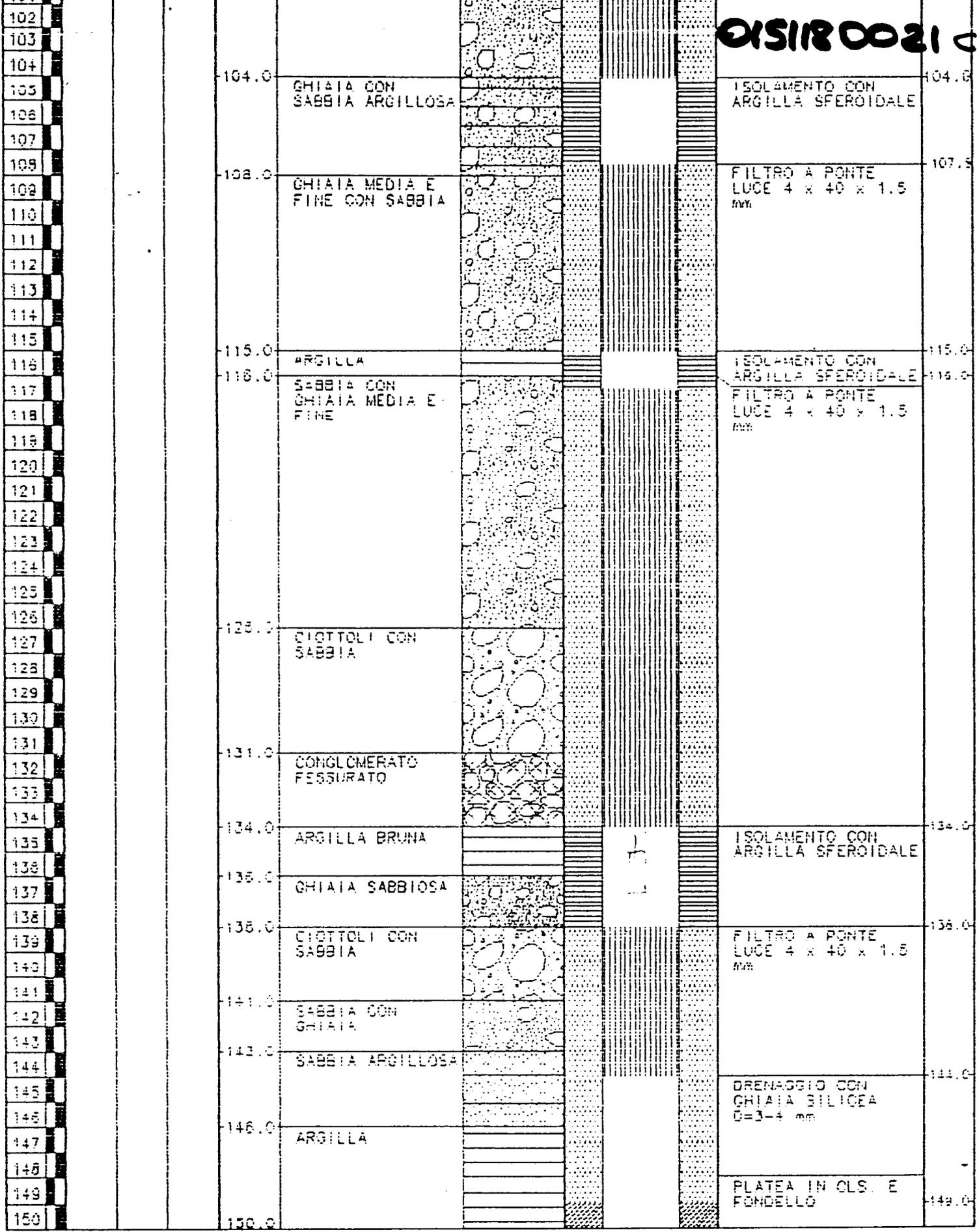
21

Legenda

920



015180021 c/c



Umberto Puppi

Geologo

Iscrizione Albo n.° 5794

Esame di Stato 1 gennaio 1984

Umberto Puppi

21 LEGNANO

IDROGEO S.n.c.
 di GUARESCHI CLAUDIO & C.
 Legale: Via Marzabotto, 3 - FIDENZA (PR)
 Deposito: Via Pastore, 4
 FIORENZUOLA D'ARDA (PC)
 Cod. Fisc. 00877840348

Acquedotto di A. M. C. A. LEGNANO
 Comune di LEGNANO
 Località BOSCO TOSTI

POZZO MASSARECCIO
 COD. 082-083

POZZO TRIVELLATO E STRATIGRAFIA

LEGENDA

-  Cementazione con bolacca di cemento
-  Cementazione con argilla vergine di cava trattata
-  Cementazione con argilla tipo "Compactonite"
-  Filtri in acciaio zinc. tipo "Johnson"
-  Drenaggio con ghiaietto siliceo Cava Sandy # mm. 2/

Data	22.05			
Liv. statico m	43.00			
portata l/s	10	20	25	35.5
Liv. dinamico m	43.30	45.30	46.30	47.75

Pozzo n. _____
 Data 12/96
 Impresa IDROGEO

Data	24.01.97			
Liv. statico m	41.00			
portata l/s	5.30	10	14	20
Liv. dinamico m	44.00	47.95	50.60	53.00

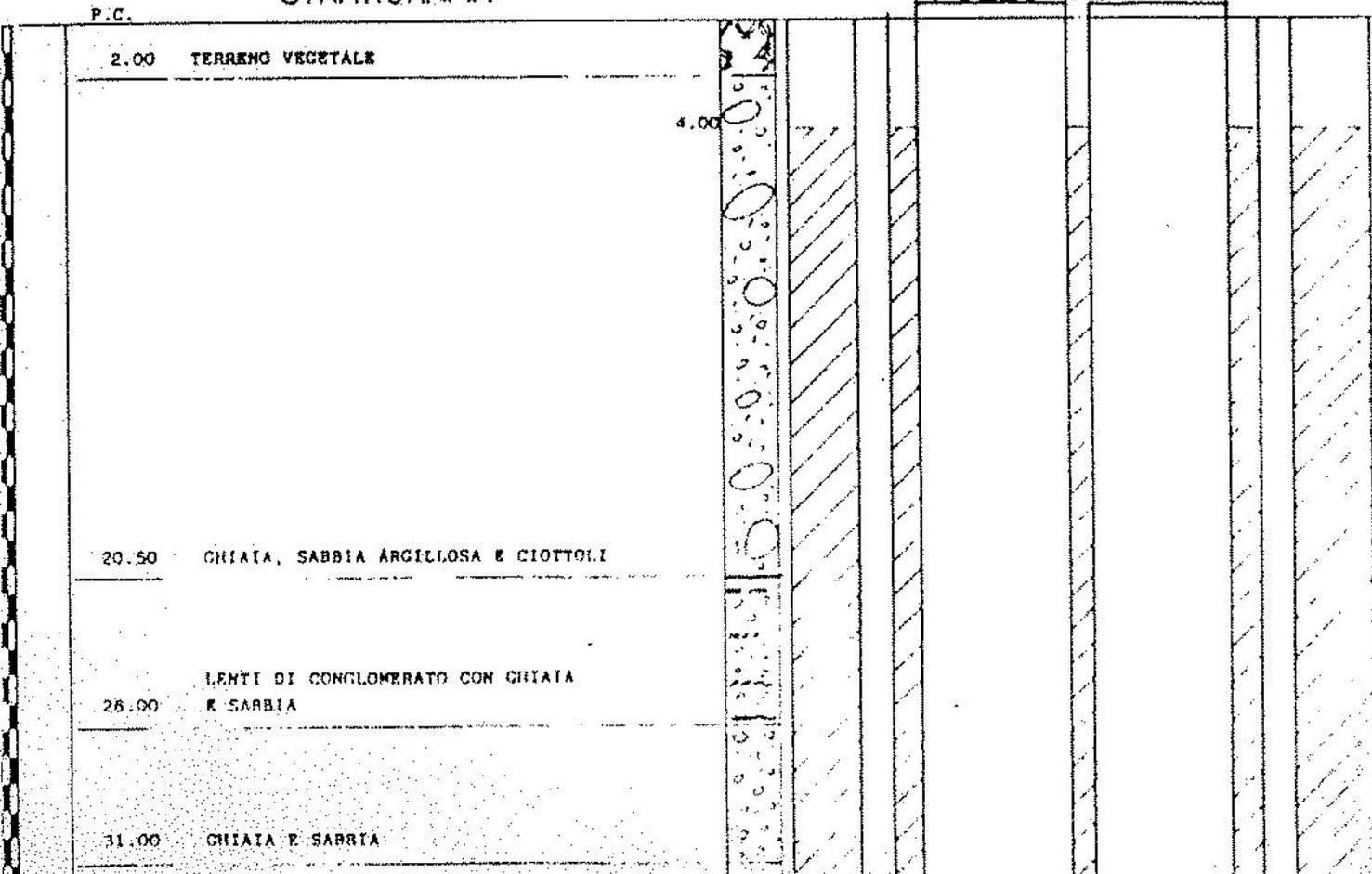
0151180092

a/c

93 (92)

STRATIGRAFIA

POZZO ULTIMATO



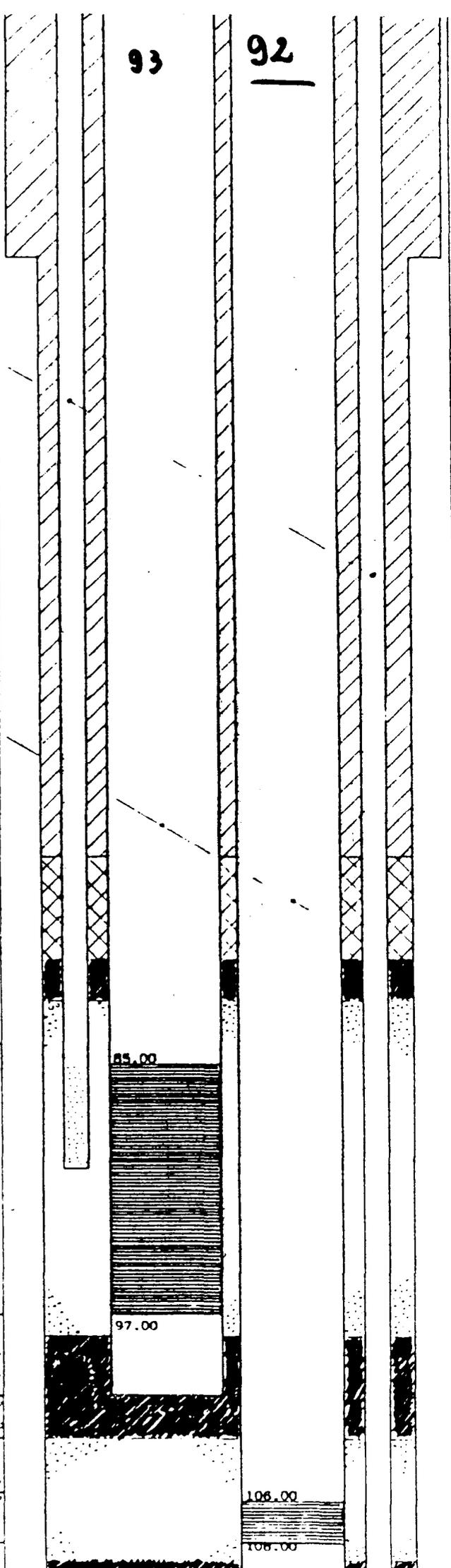
0151180092

b/c

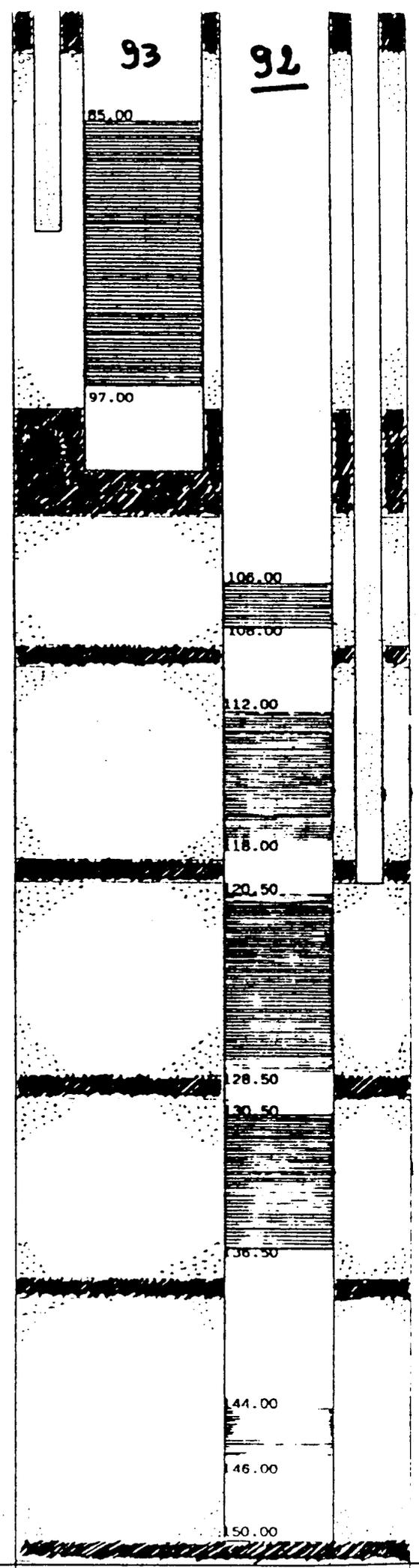
93

92

45.50	GHIAIA, SABBIA E CIOTTOLI	
	ARRIVO PERFORAZIONE Ø MM. 1065	45.70
48.00	INIZIO PERFORAZIONE Ø MM. 900 CIOTTOLI GHIAIA E SABBIA	
	Piezometri con tubazione in acc. zinc. Ø2"	
59.50	GHIAIA CONGLOMERATA	
	Tubazione definitiva in acc. zinc. Ø273 x 6	
71.00	GHIAIA E SABBIA	
		75.00
80.00	GHIAIA E SABBIA LEGATA CON ARGILLA GIALLA	80.00
		82.00
84.00	ARGILLA GIALLA SABBIOSA	
	Arrivo piezometro falda superficiale	90.00
97.00	GHIAIA, SABBIA E QUALCHE CIOTTOLO	
		98.00
101.00	ARGILLA GIALLA CON TRACCE DI GHIAIA (Arrivo colonna falda superficiale)	101.00
103.00	ARGILLA GIALLA CON GHIAIA E SABBIA	103.00
105.50	ARGILLA GRIGIO-VERDE	
108.00	GHIAIA E SABBIA	
		109.00

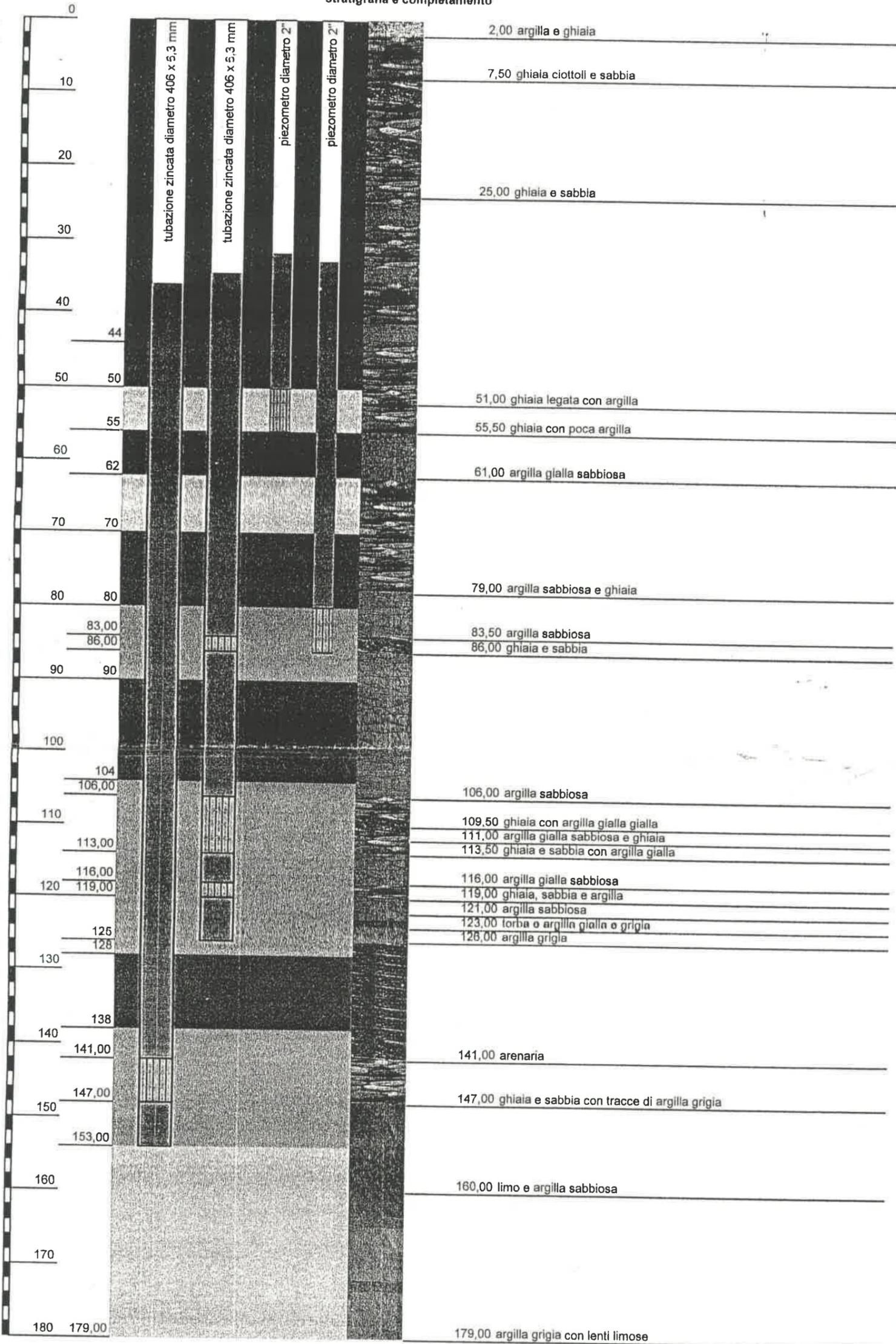


		82.00
84.00	ARGILLA GIALLA SABBIOSA	
85		
	Arrivo piezometro falda superficiale	90.00
90		
95		
97.00	GHIAIA, SABBIA E QUALCHE CIOTTOLO	
		98.00
100		
101.00	ARGILLA GIALLA CON TRACCE DI GHIAIA (Arrivo colonna falda superficiale)	101.00
103.00	ARGILLA GIALLA CON GHIAIA E SABBIA	103.00
105		
105.50	ARGILLA GRIGIO-VERDE	
108.00	GHIAIA E SABBIA	
		109.00
110		110.00
112.00	ARGILLA GIALLA E GRIGIO-VERDE	
115		
118.00	GHIAIA E SABBIA	
	Arrivo piezometro falda profonda	119.00
120.50	ARGILLA GRIGIO-VERDE	120.00
125		
128.70	SABBIA E GHIAIA	
		129.00
130		130.00
135		
136.50	GHIAIA E SABBIA	
		138.00
140		139.00
144.00	ARGILLA SABBIOSA	
145		
146.00	ARENARIA FESSURATA (con perdite di circolaz.)	
		44.00
150		46.00
151.00	Arrivo colonna definitiva falda profonda ARENARIA COMPATTA	150.00
		151.00
155		
155.00	ARGILLA SABBIOSA CON SASSI	



0151180092

stratigrafia e completamento



riempimento con ghiaia
 ghiaietto di drenaggio
 cementazione con argilla tipo compactonite
 cementazione con calcestruzzo
 filtri a ponte

PIEZOMETRO ML 55 - LIVELLO STATICO MT 31,60

PIEZOMETRO ML 85 - LIVELLO STATICO MT 33,80

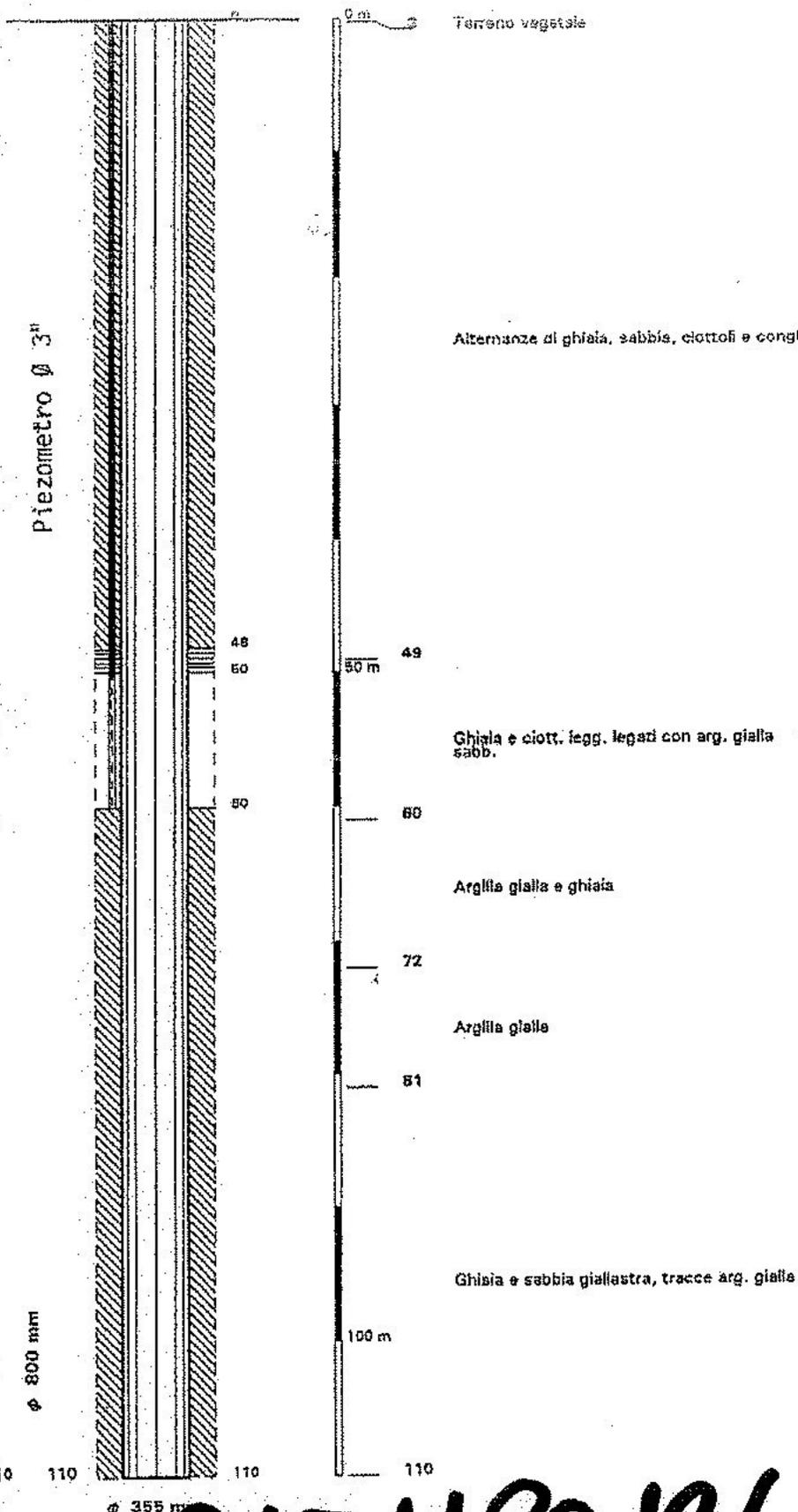
LIVELLO STATICO		POZZO ML 125				
PORTATA	MT	20	25	30	35	38
LIVELLO DINAMICO	L/sec	42,15	44	45,92	48,39	49,5
ABBASSAMENTO	MT	7,55	9,4	11,32	13,79	14,9
PORTATA SPECIFICA	L/sec/MT	2,65	2,66	2,65	2,54	2,55

LIVELLO STATICO		POZZO ML 153				
PORTATA	MT	10	20	25	30	38
LIVELLO DINAMICO	L/sec	37,55	39,36	40,07	41	42,54
ABBASSAMENTO	MT	1,52	3,33	4,04	4,97	6,51
PORTATA SPECIFICA	L/sec/MT	6,58	6,01	6,19	6,04	5,84

Legnano

A.M.G.A.
Nuovo pozzo SIPCI

n.4/2



Data: 2004
L.S. m
L.D. m
Q. l/s

3/3/2004

1s 29.18 m p.c.

1d 32.01 m

Q 15.0 l/s

1d 34.01 m

Q 25.0 l/s

1d 36.49 m

Q 38.3 l/s

1d 40.24 m

Q 52.0 l/s

NOTE:



015M80126

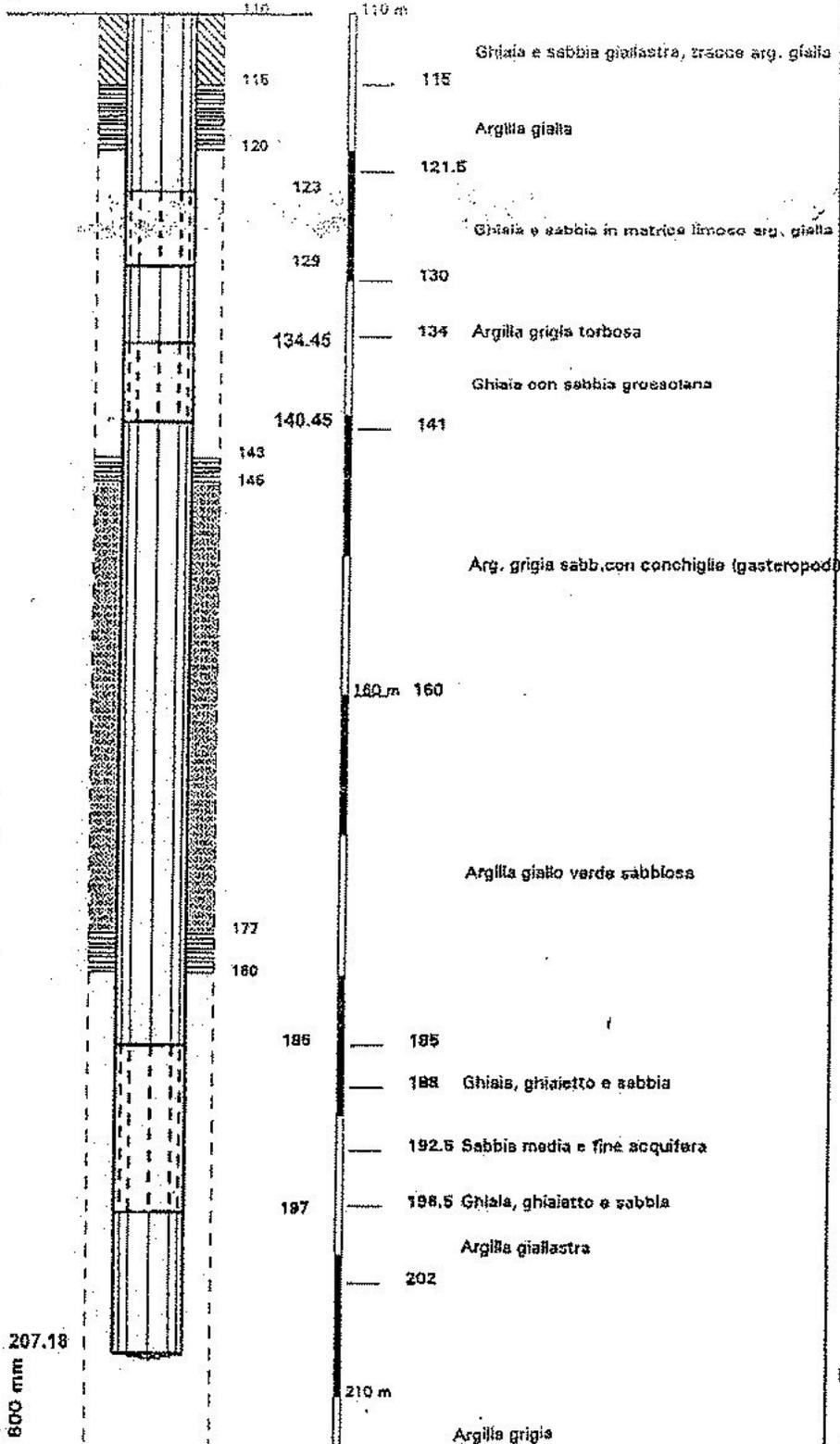
Ditta Co. AIB
Idrog.

Legnano

A.M.G.A.
Nuovo pozzo SIPCI

n.4/ 2

Data: 2004
L.S. m
L.D. m
Q. l/s



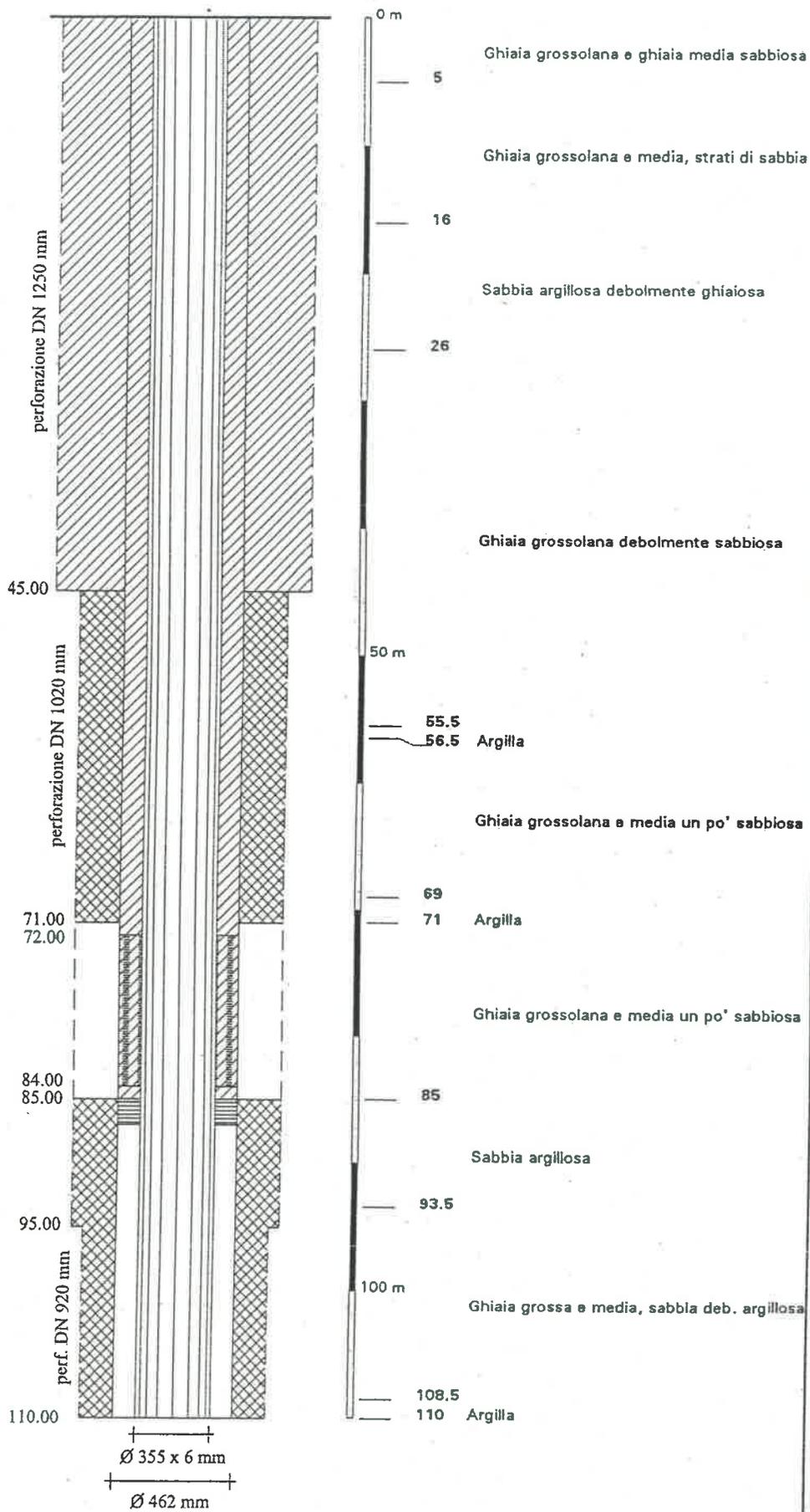
NOTE:



Ditta Coet
Idrogea

0151180126 9/B

0151180017

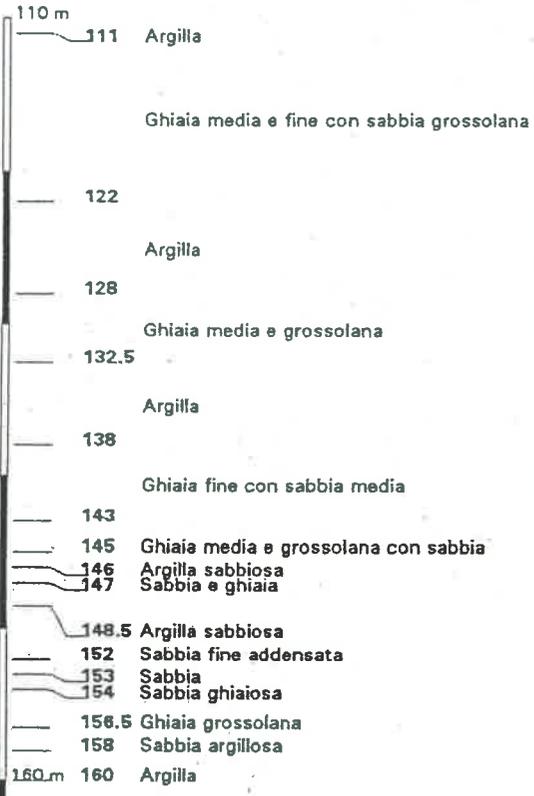
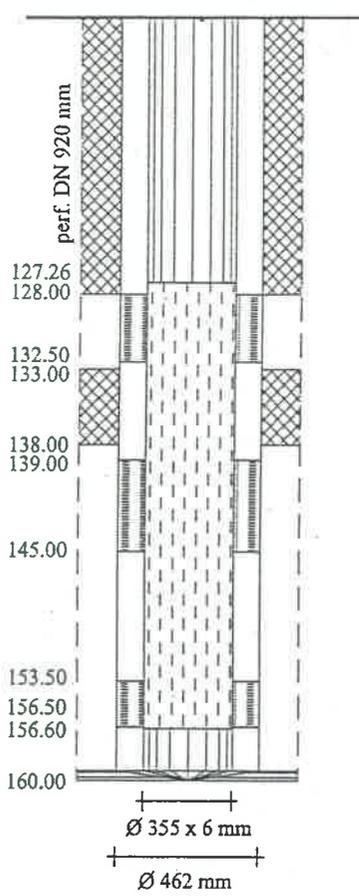


Data: 1984
L.S. 38.7 m
L.D. 62.1 m
Q. 55.5 l/s

NOTE :
ritubato maggio 2003
Idrogeo

Ditta Costruttrice
Falciola

0151180017



-  cementazione con boiaccia
-  tampone con argilla di cava
-  tampone con argilla tipo "compactonit"
-  drenaggio siliceo

Data: 1984
L.S. 38.7 m
L.D. 62.1 m
Q. 55.5 l/s

NOTE :
ritubato maggio 2003
Idrogeo

Ditta Costruttrice
Falciola



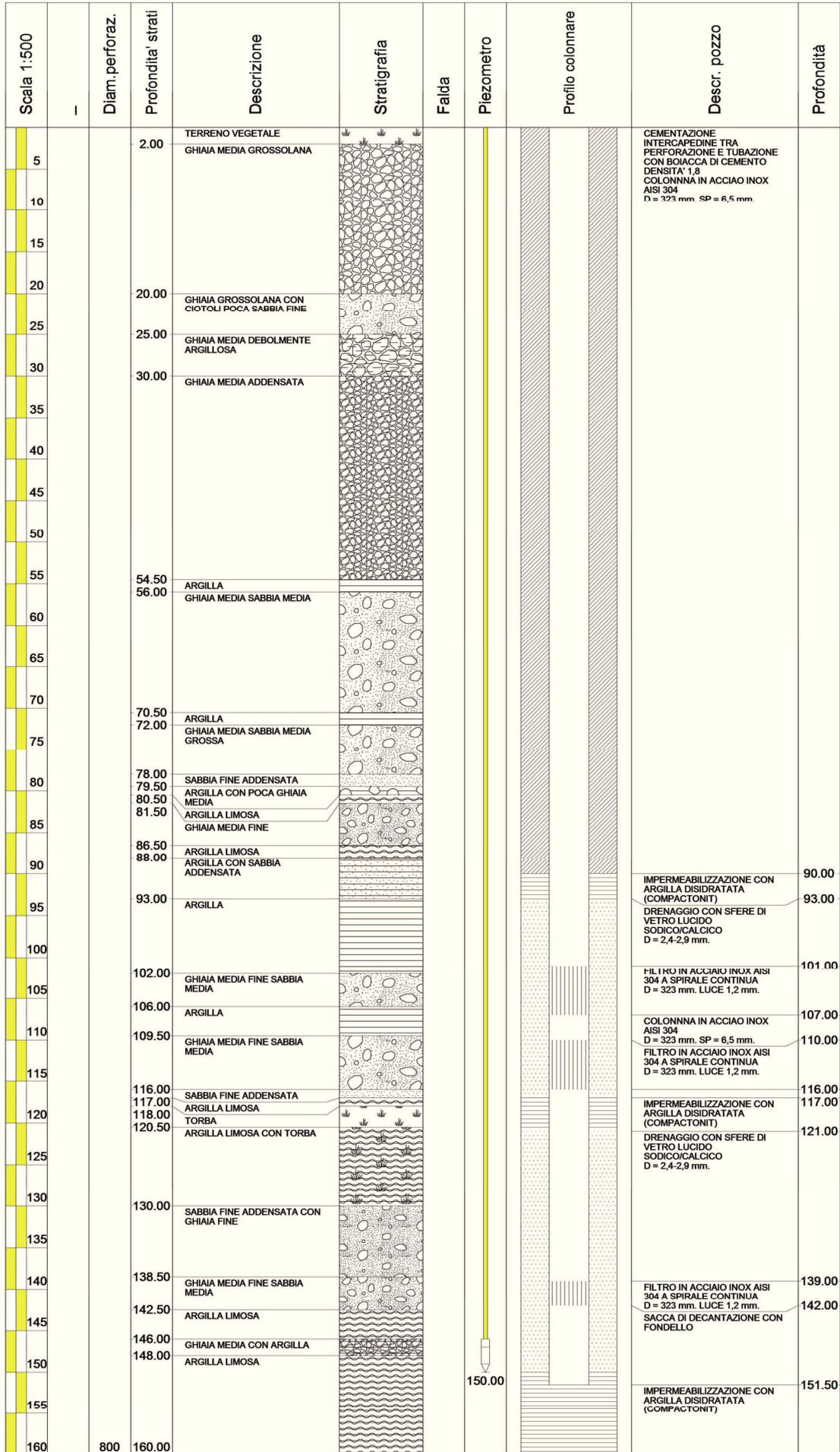
IMPRESA ING. GIUSEPPE FALCIOLA

OPERE SPECIALIZZATE DEL SOTTOSUOLO

20132 Milano - Via Dal Pozzo Toscanelli n. 6 - Tel. 02.2593351 Fax 02.2593354
www.impresafalciola.com e-mail: impresafalciola@iscal.it

COMMITTENTE CAP HOLDING SPA
OGGETTO REALIZZAZIONE POZZO AD USO POTABILE
LOCALITA' LEGNANO (MI)

DATA FEBBRAIO 2017
DISEGNO 170201



Allegato 3

**D.G.C. n. 153 del 10 giugno 2003 –
Attestazione assenza reticolo minore**



Comune di Legnano

COPIA

4° SETTORE OPERE PUBBLICHE

PERVENUTO
IL PROTOCOLLO
17 GIU. 2003

Prot. n. 19621/2012

Legnano, 16/06/2003

Spett.le REGIONE LOMBARDIA
Giunta Regionale
Direzione Generale OO.PP.
Politiche per la Casa e Protezione
Civile
Interventi in materia di OO.PP. e di
Genio Civile
Via Fara, 26
20124 MILANO

**Oggetto: DETERMINAZIONE RETICOLO IDRICO MINORE.
STATO DI ATTUAZIONE**

In riferimento alla Vs. del 14/04/2003 prot. n. U1.2003.23687 inerente l'oggetto, si trasmette in allegato copia della delibera n. 153 approvata in data 10/06/2003 con la quale la G.C. ha preso atto della mancanza sul territorio comunale di Legnano di un reticolo idrico minore così come individuato dalla D.G.R. n. 7/7863.

Cordiali saluti

IL DIRIGENTE OO.PP.
Dott. Ing. Edoardo M. ZANOTTA

MC/ac

**COMUNE DI LEGNANO**

ENTE	SIGLA	NUMERO	DATA
COMUNE DI LEGNANO	G.C.	153	10-06-2003
OGGETTO			
MANCANZA DI RETICOLO IDRICO MINORE NEL TERRITORIO COMUNALE. PRESA D'ATTO.			

**ESTRATTO DI DELIBERAZIONE
GIUNTA COMUNALE**

L'anno Duemilatre addi Dieci del mese di Giugno alle ore 18:00, nell'apposita sala delle adunanze si è riunita la GIUNTA COMUNALE con l'intervento dei signori:

N.	COGNOME E NOME	QUALIFICA	PRES.	ASS.
1	COZZI MAURIZIO	SINDACO - PRESIDENTE	X	
2	TOMASELLO CARMELO	VICE SINDACO	X	
3	FALCO FRANCO	ASSESSORE	X	
4	VITALI LORENZO	ASSESSORE	X	
5	BATTAGLIOLI FIORENZO	ASSESSORE	X	
6	LOMARTIRE CARLO MARIA	ASSESSORE	X	
7	GRASSI GIOVANNI	ASSESSORE	X	
8	CODAZZI ROSAMARIA	ASSESSORE	X	
9	FRATUS GIANBATTISTA	ASSESSORE	X	

Il Sig. COZZI MAURIZIO assume la presidenza e, riconosciuta legale l'adunanza, dichiara aperta la seduta.

Assiste il segretario generale dott. IVAN D'AMBROSIO.

MANCANZA DI RETICOLO IDRICO MINORE NEL TERRITORIO COMUNALE. PRESA D'ATTO.

LA GIUNTA COMUNALE

Premesso che con D.G.R. 25 gennaio 2002, n. 7/7868, pubblicata nel 2° supplemento straordinario al n. 7 del 15 febbraio 2002, la Regione, in attuazione del comma 114 della Legge Regionale 1/2000, ha individuato il reticolo principale e disposto il trasferimento ai Comuni delle competenze sul reticolo idrico minore;

Considerato che il territorio del Comune di Legnano è attraversato esclusivamente dal fiume Olona, corso d'acqua facente parte del reticolo idrico principale ed inserito nell'elenco delle acque pubbliche con identificativo MI005 n. 12;

Atteso che il ramo del fiume Olona denominato "roggia Molinara", secondo le indicazioni di cui alle D.G.R. nn. 6/47310 del 22.12.1999 e 7/7868 del 25.01.2002, è da considerarsi reticolo idrico principale anche in quanto trattasi di un ramo del fiume che, dalla sua origine, concorre a scolmare le piene dell'Olona in una zona ad altissimo rischio esondazione;

Accertato che, come si evince tra l'altro dallo studio geologico a corredo del P.R.G. (Legge 41/97), oltre al fiume Olona, nel territorio del Comune di Legnano non esistono altri corsi d'acqua individuabili ai sensi della suddetta D.G.R. n. 7/7868 come reticolo idrico minore, fermo restando che al punto 4 della stessa D.G.R. si esclude che i collettori artificiali di acque meteoriche, uniche canalizzazioni presenti nel territorio atte al drenaggio delle superfici scolanti, facciano parte del reticolo idrico minore;

Preso atto che, ai sensi dell'art. 49, comma 1, del T.U.E.L. sulla presente proposta di deliberazione il dirigente del settore 4 "OO.PP." Ing. E. M. Zanotta ha espresso parere favorevole in ordine alla regolarità tecnica della stessa, acquisito agli atti;

Preso atto, altresì, che la presente deliberazione non comporta spesa e non necessita, pertanto, del parere di regolarità contabile;

Visto il parere favorevole espresso dal Segretario Generale in ordine alla legittimità dell'atto;

Con voti unanimi, resi in forma palese;

DELIBERA

- 1) di prendere atto che nel territorio del Comune di Legnano non esiste reticolo idrico minore così come individuato dalla D.G.R. n. 7/7868;

- 2) di trasmettere il presente atto agli uffici interessati per i relativi provvedimenti;
- 3) di dichiarare, con separata votazione unanime e palese, la presente deliberazione immediatamente eseguibile, ai sensi dell'art. 134, comma 4, del T.U.E.L.;
- 4) di disporre che, in conformità all'art. 125 del T.U.E.L., la presente deliberazione, contestualmente all'affissione all'albo pretorio, sia trasmessa in elenco ai capigruppo consiliari.

Il presidente MAURIZIO COZZI

Firmato

Il segretario generale IVAN D'AMBROSIO

CERTIFICATO DI PUBBLICAZIONE

Si certifica che copia della presente deliberazione viene affissa all'Albo Pretorio del Comune per la prescritta pubblicazione di 15 giorni consecutivi dal 18 GIU. 2003 al 21 LUG. 2003.

Legnano, li 18 GIU. 2003

F.to Il responsabile del procedimento
FUNZIONARIO RESPONSABILE
SERVIZIO SEGRETERIA GENERALE
(Dott. Luca Paris) |

ESTREMI DI ESECUTIVITA'

E' divenuta esecutiva il giorno 18 GIU. 2003 per il motivo di cui al punto 1.

1. perché dichiarata immediatamente eseguibile (art. 134, c. 4, T.U.E.L.)
2. decorsi 10 giorni dalla pubblicazione (art. 134, c. 3, T.U.E.L.)

Legnano, 18 GIU. 2003

F.to Il responsabile del procedimento
(Dott. Luca Paris)

Copia conforme all'originale, ad uso amministrativo.

Legnano, li _____

Allegato 4
Risultati delle prove MASW

METODO DI INDAGINE

Per ogni area sono state acquisite una misura dei microtremori a stazione singola della durata di circa 15 minuti e una stesa sismica MASW lunga 60 m distanza intergeofonica 5 m.

Le analisi dei microtremori sono state acquisite mediante geofono trassiale da 4,5 Hz marca Sara Srl modello Geobox. Si è impiegato il software GeoExplorer della Sara. Sono stati calcolati i rapporti spettrali H/V per finestre temporali di 20 secondi. I segnali interpretabili come transienti sono stati eliminati manualmente.

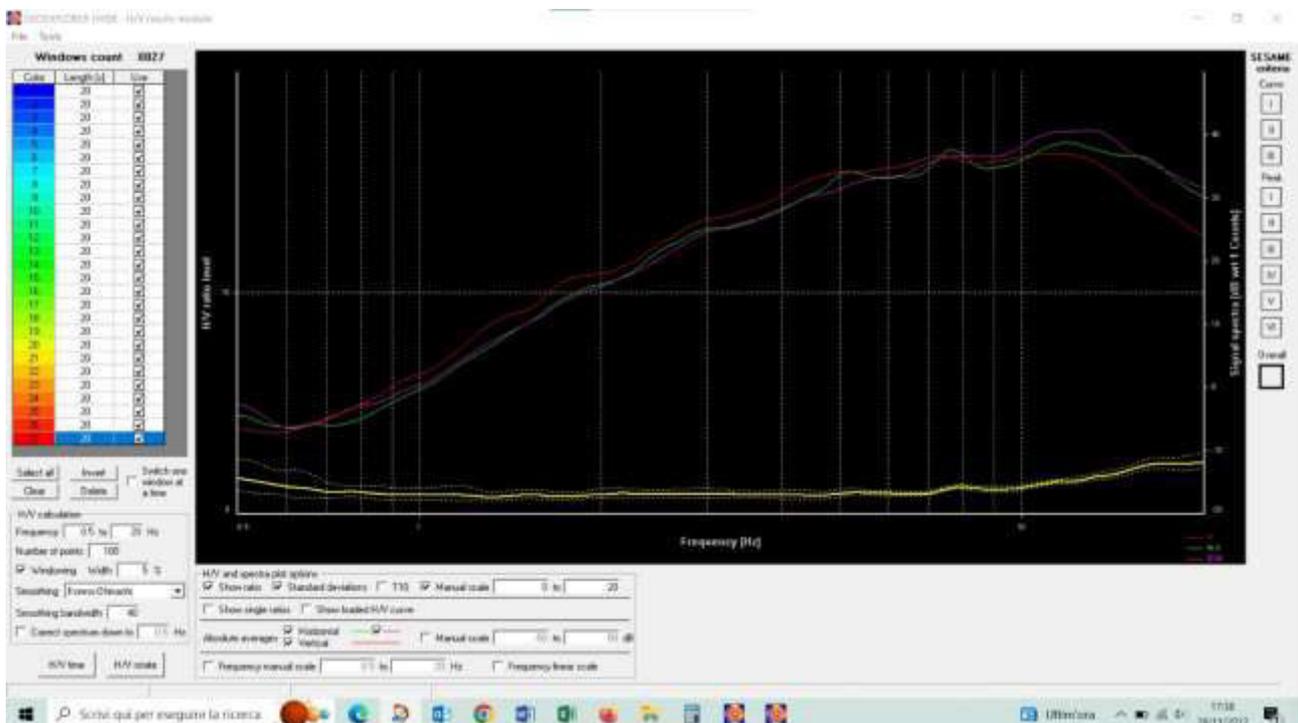
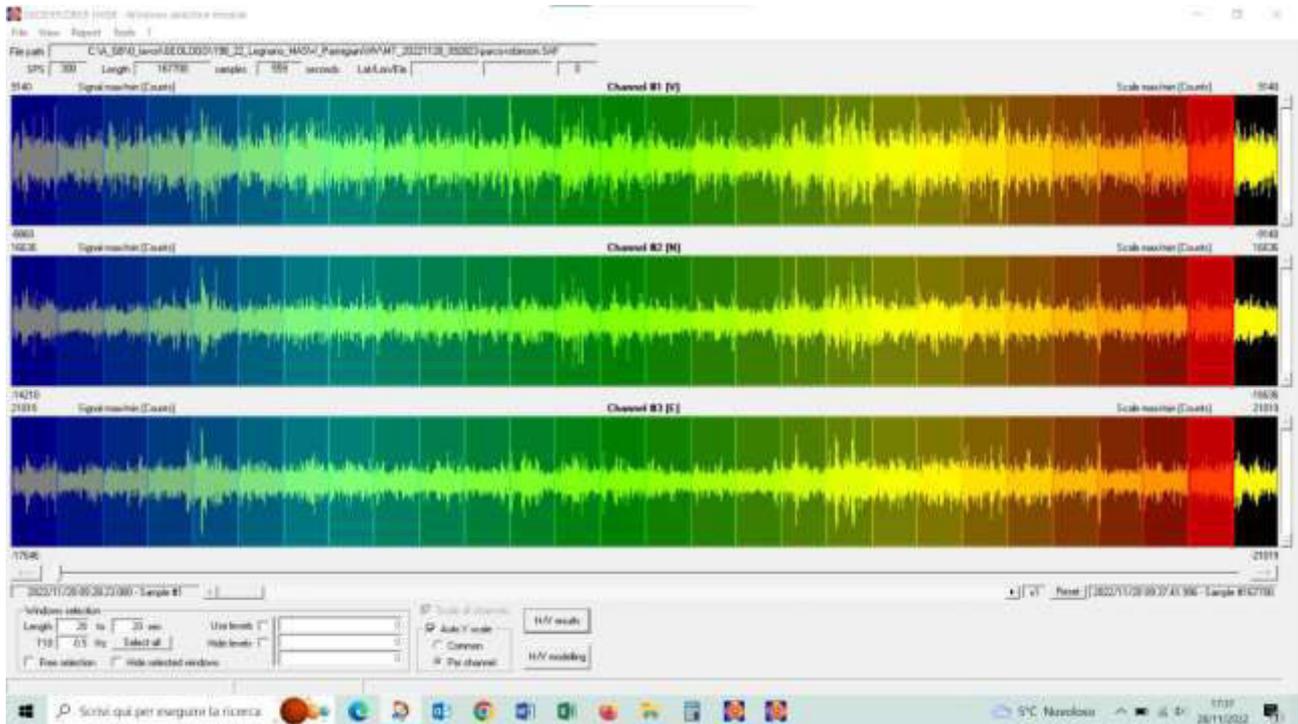
Le analisi MASW sono state acquisite mediante 12 geofoni verticali da 4,5 Hz per la componente verticale delle onde di Rayleigh mediante registrazione della propagazione del segnale sismico generato da una sorgente ad impatto verticale. Sono state eseguite cinque battute (stacking verticale) con una mazza battente da 5 kg con offset di 5 m dal primo geofono. Per la registrazione si è adottato il sistema Sara Srl modello DoReMi con tempo di registrazione pari a 1 sec ed intervallo di campionamento di 0,5 ms. L'elaborazione dei dati è stata ottenuta mediante l'analisi nel dominio frequenza / velocità di fase a mezzo del software di calcolo winMASW della EliaSoft.

PARCO ROBINSON

PROSPEZIONE SISMICA H/V

Nelle seguenti figure si riporta:

- 1) lo screenshot delle finestre di acquisizione per i tre assi strumentali;
- 2) la curva H/V del sito con sovrapposti gli spettri delle singole componenti del moto.



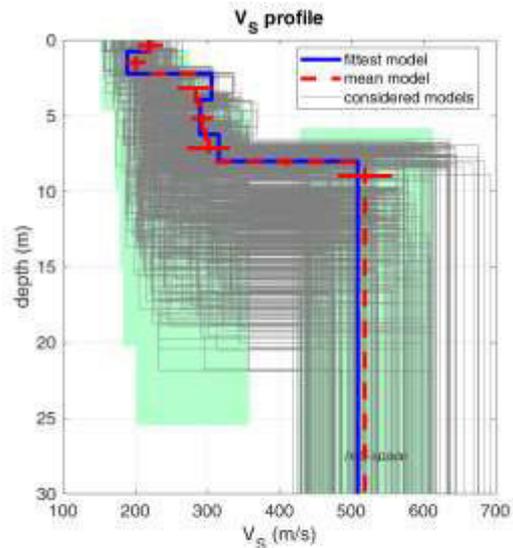
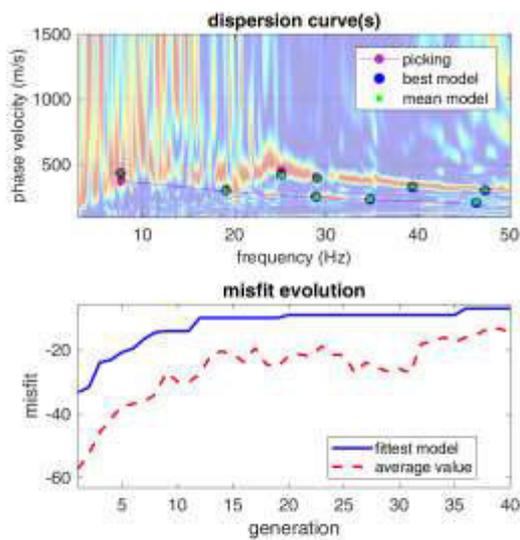
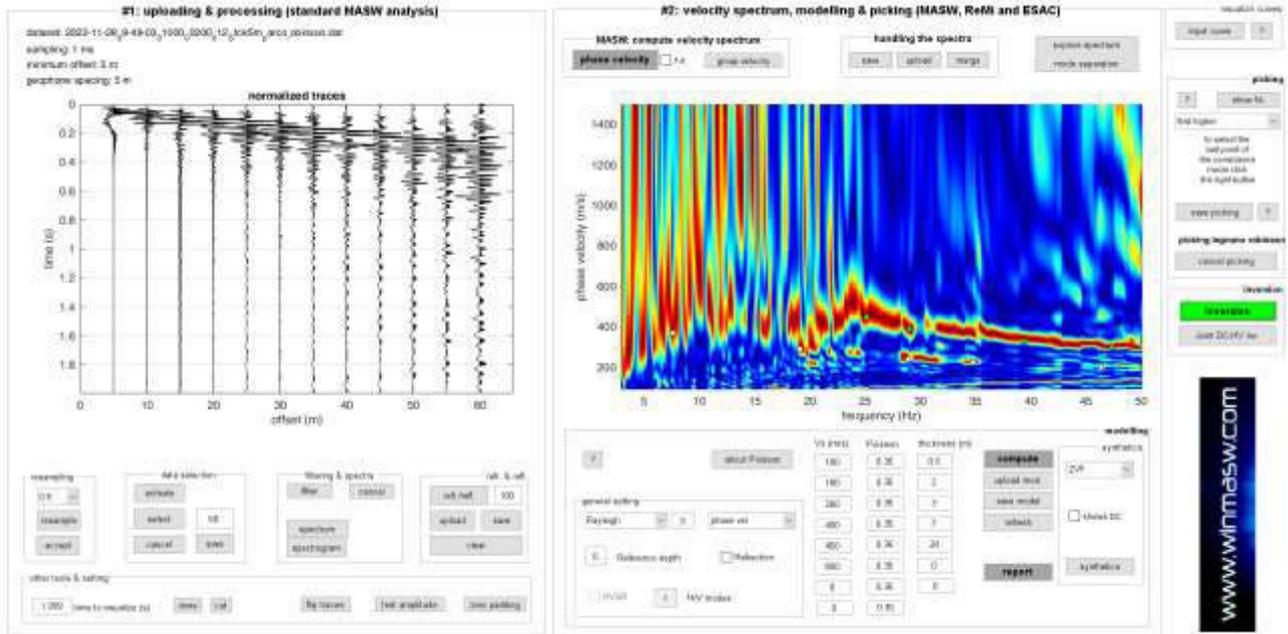
La curva è statisticamente molto compatta evidenziando una buona affidabilità dei dati.

L'acquisizione non ha individuato picchi di amplificazione H/V.

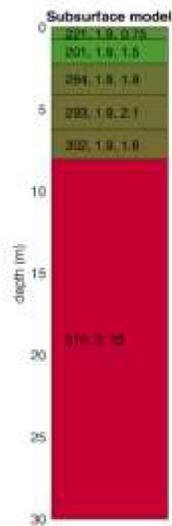
PROSPEZIONE SISMICA MASW

Nelle seguenti figure si riporta:

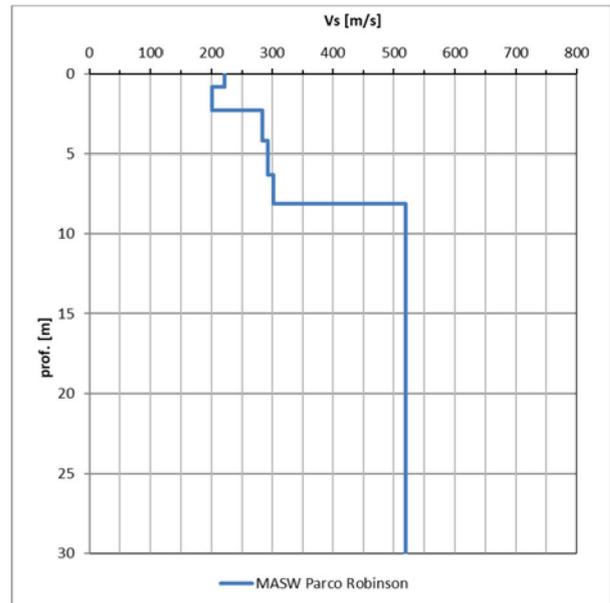
- 1) il set delle tracce sismiche analizzate e lo spettro delle velocità di fase;
- 2) il piking della curva di dispersione, il grafico misfit-generazione e il modello per la determinazione delle Vs in funzione della profondità.
- 3) Il profilo sismostratigrafico della Vs in funzione della profondità in forma tabellare e grafica.



dataset: 2022-11-28_09-49-03_01000_00200_012_StckSm_paroo_robinso
 dispersion curve: picking legnano robinson.zdp
 Vs30 & VsE (best model): 408 408 m/s
 Vs30 & VsE (mean model): 411 411 m/s



V_s	density	thickness
(m/s)	(g/cm^3)	(m)



La V_s equivalente è pari a 409 m/s considerando H uguale a 30 m.

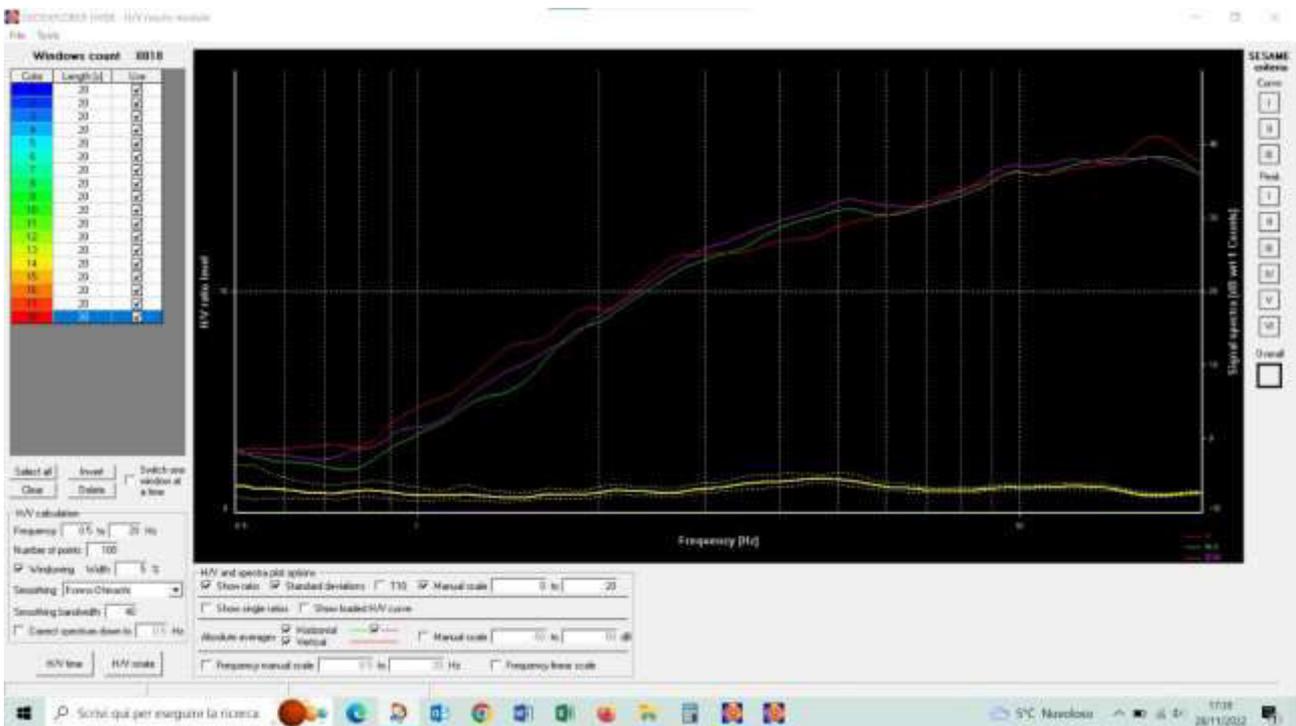
Pertanto i terreni sono classificabili nella categoria di sottosuolo B delle NTC/2018

GIARDINETTI BERNOCCHI DELL'ACQUA

PROSPEZIONE SISMICA H/V

Nelle seguenti figure si riporta:

- 1) lo screenshot delle finestre di acquisizione per i tre assi strumentali;
- 2) la curva H/V del sito con sovrapposti gli spettri delle singole componenti del moto.



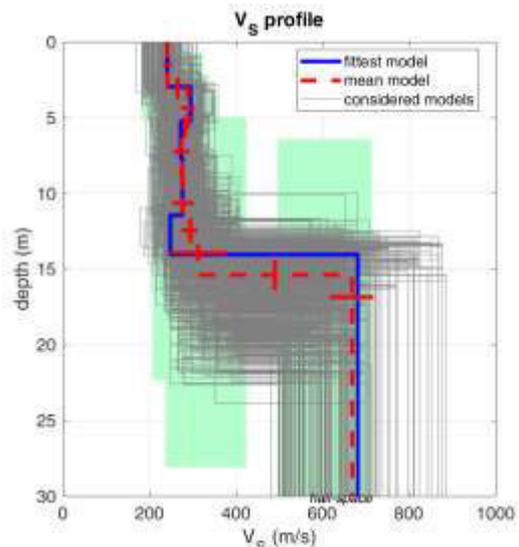
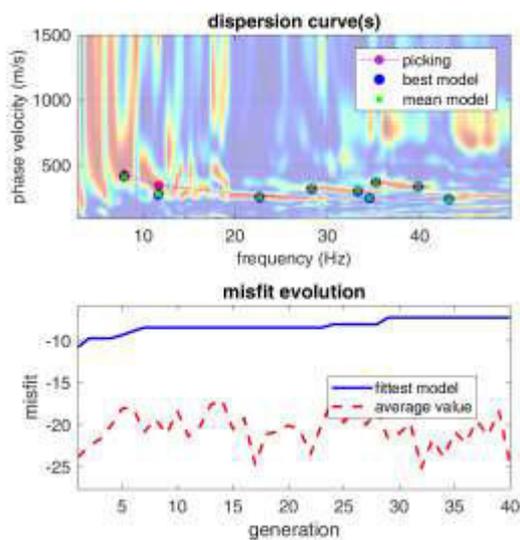
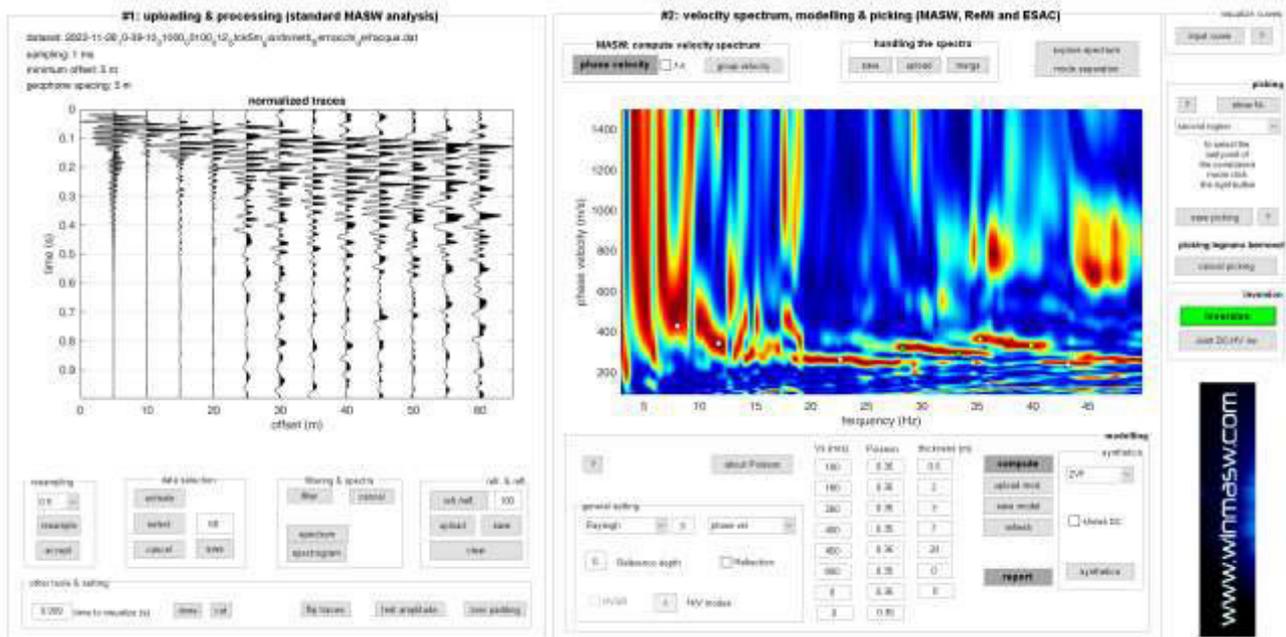
La curva è statisticamente molto compatta evidenziando una buona affidabilità dei dati.

L'acquisizione non ha individuato picchi di amplificazione H/V.

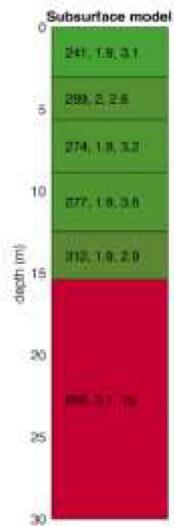
PROSPEZIONE SISMICA MASW

Nelle seguenti figure si riporta:

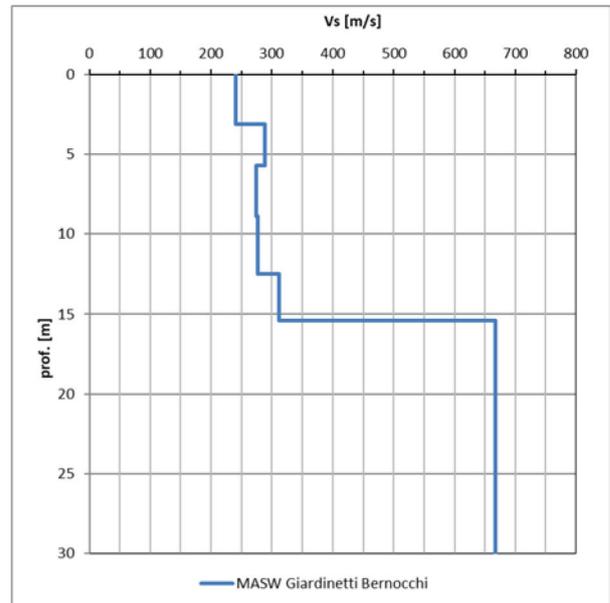
- 1) il set delle tracce sismiche analizzate e lo spettro delle velocità di fase;
- 2) il piking della curva di dispersione, il grafico misfit-generazione e il modello per la determinazione delle Vs in funzione della profondità;
- 3) Il profilo sismostratigrafico della Vs in funzione della profondità in forma tabellare e grafica.



dataset: 2022-11-28_10-39-10_01000_00100_012_StckSm_giardninetti_B
 dispersion curve: picking legnano bernocchi.cdp
 Vs30 & VsE (best model): 392 392 m/s
 Vs30 & VsE (mean model): 386 386 m/s



V_s	density	thickness
(m/s)	(g/cm^3)	(m)



La V_s equivalente è pari a 383 m/s considerando H uguale a 30 m.

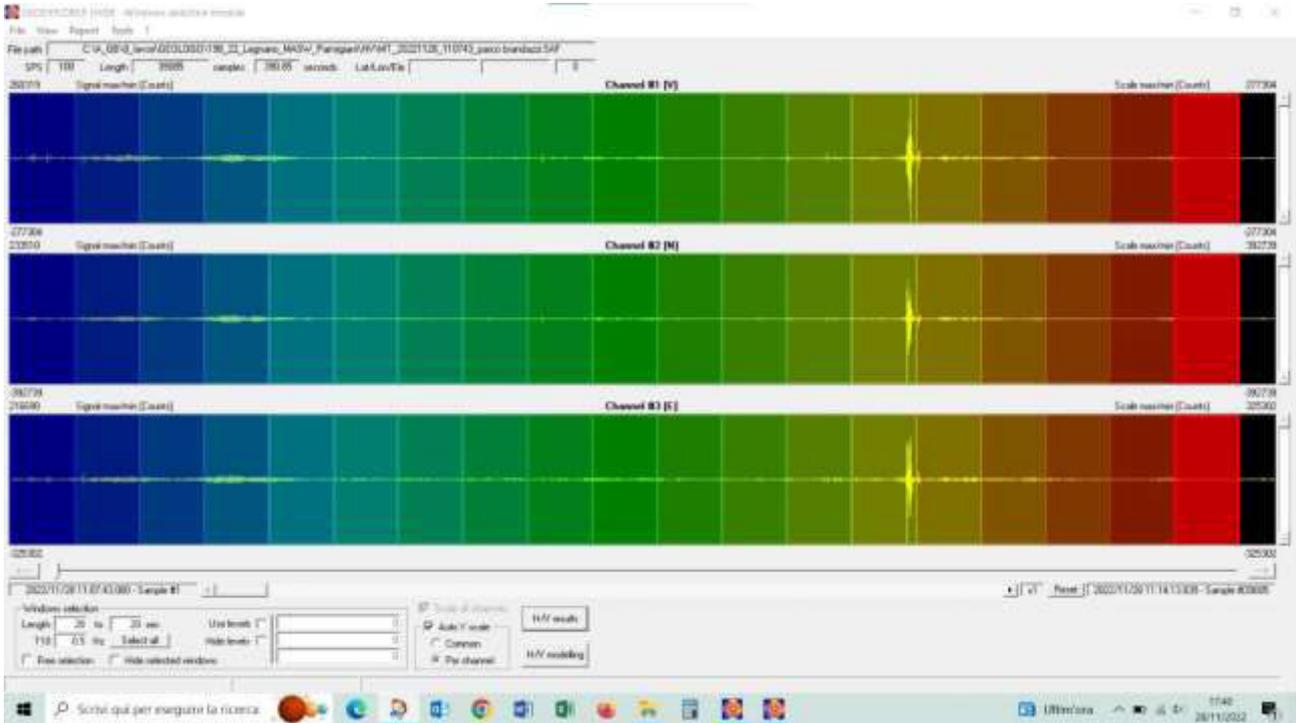
Pertanto i terreni sono classificabili nella categoria di sottosuolo B delle NTC/2018

PARCO VIA BRANDAZZI

PROSPEZIONE SISMICA H/V

Nelle seguenti figure si riporta:

- 1) lo screenshot delle finestre di acquisizione per i tre assi strumentali;
- 2) la curva H/V del sito con sovrapposti gli spettri delle singole componenti del moto.



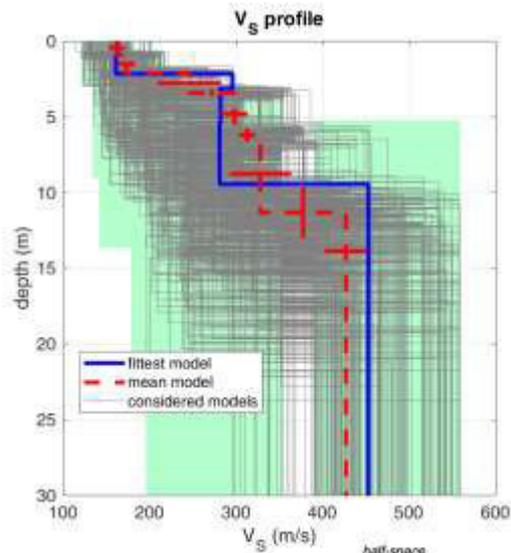
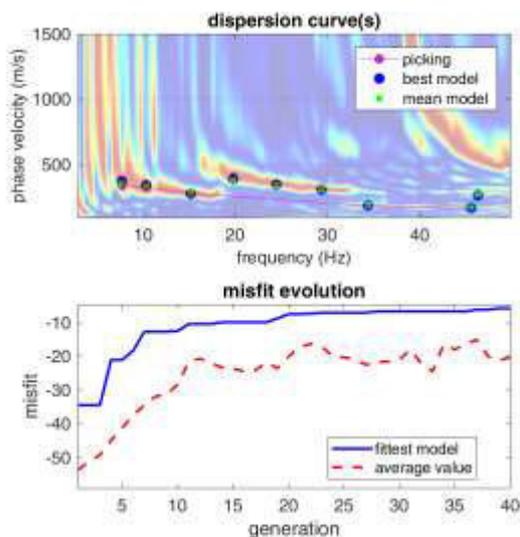
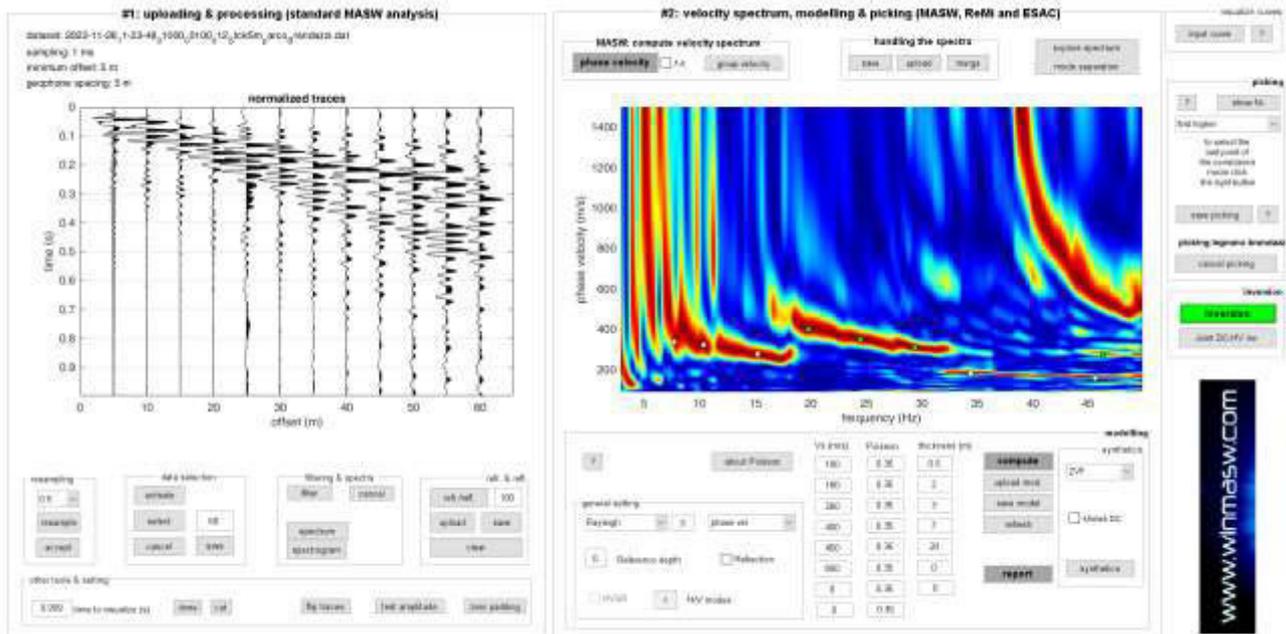
La curva è statisticamente molto compatta evidenziando una buona affidabilità dei dati.

L'acquisizione non ha individuato picchi di amplificazione H/V.

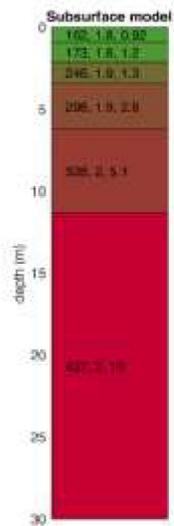
PROSPEZIONE SISMICA MASW

Nelle seguenti figure si riporta:

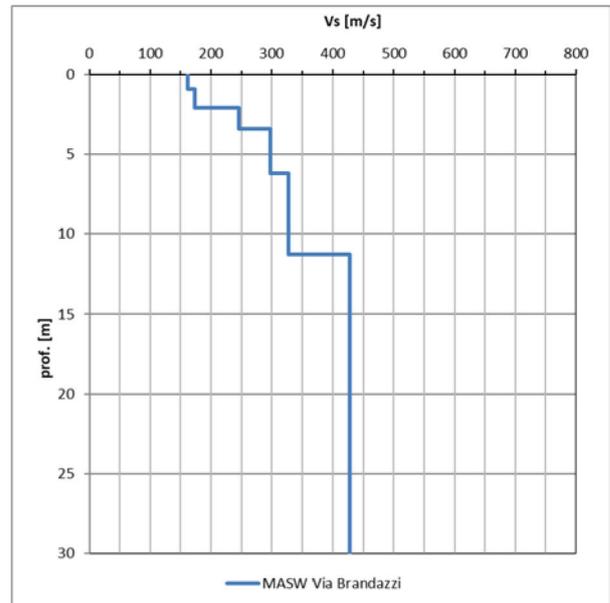
- 1) il set delle tracce sismiche analizzate e lo spettro delle velocità di fase;
- 2) il piking della curva di dispersione, il grafico misfit-generazione e il modello per la determinazione delle Vs in funzione della profondità. Per l'interpretazione del modello si è tenuto conto della stratigrafia del carotaggio di Via Lodi fornita dall'UTC.
- 3) Il profilo sismostratigrafico della Vs in funzione della profondità in forma tabellare e grafica.



dataset: 2022-11-28_11-23-48_01000_00100_012_StckSm_paroo_Branda
 dispersion curve: picking legnano brandazzi.cdp
 Vs30 & VsE (best model): 355 355 m/s
 Vs30 & VsE (mean model): 346 346 m/s



V_s	density	thickness
(m/s)	(g/cm^3)	(m)



La V_s equivalente è pari a 343 m/s considerando H uguale a 30 m.

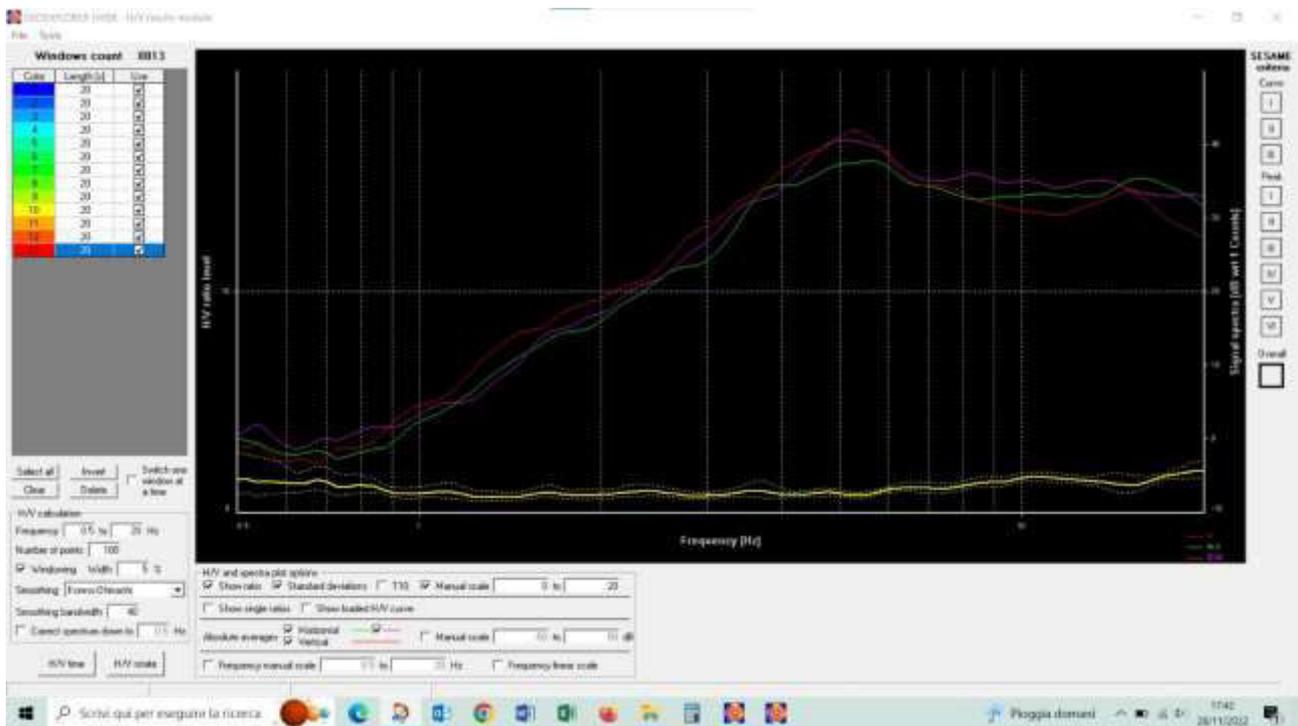
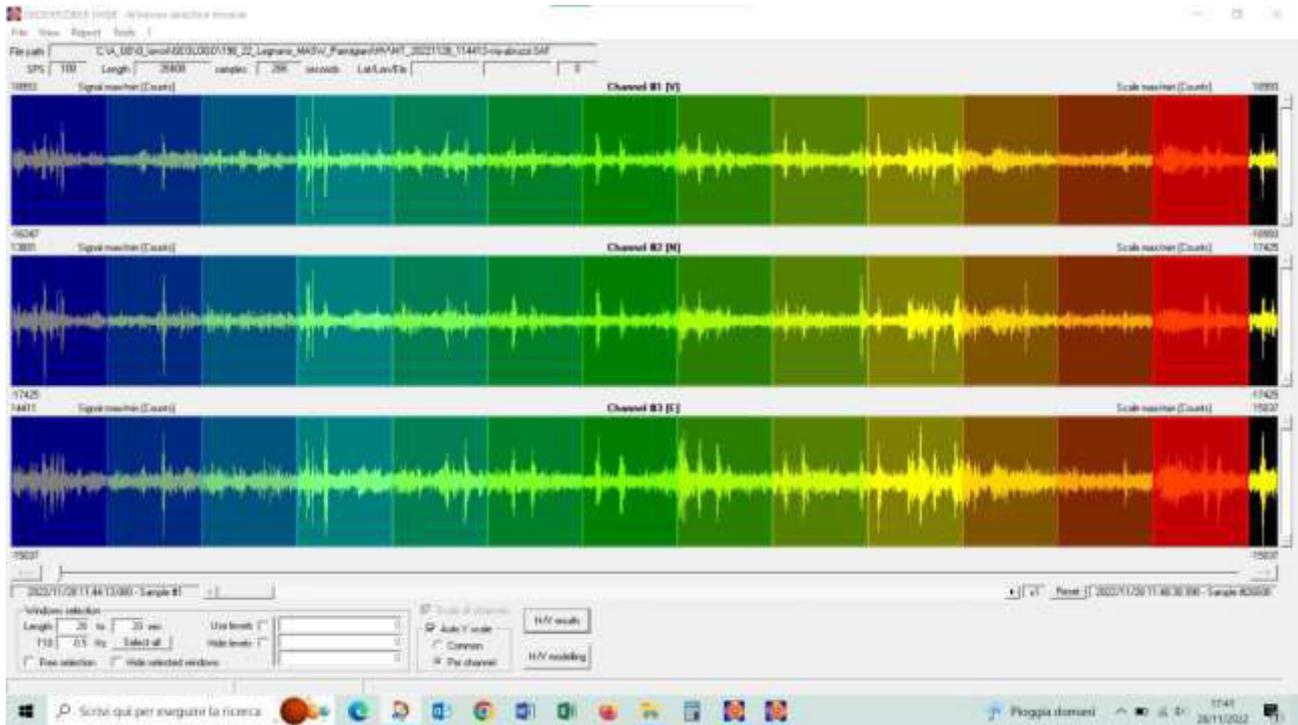
Pertanto i terreni sono classificabili nella categoria di sottosuolo C delle NTC/2018

VIA ABRUZZI

PROSPEZIONE SISMICA H/V

Nelle seguenti figure si riporta:

- 1) lo screenshot delle finestre di acquisizione per i tre assi strumentali;
- 2) la curva H/V del sito con sovrapposti gli spettri delle singole componenti del moto.



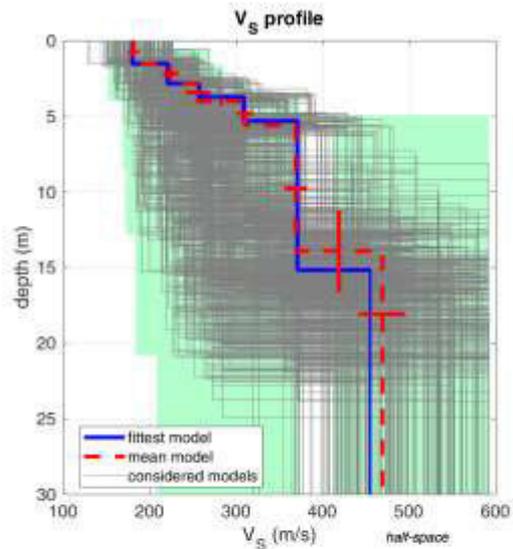
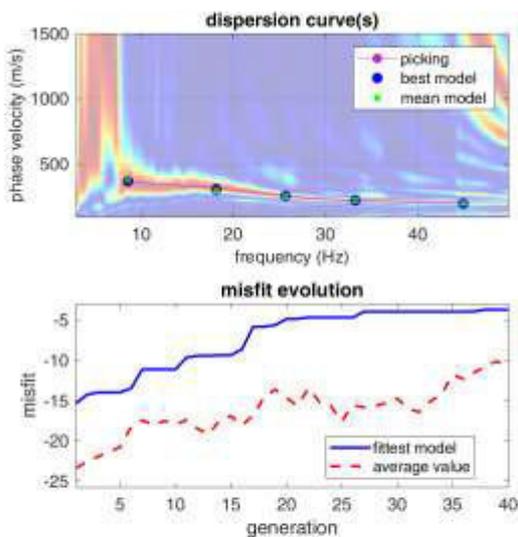
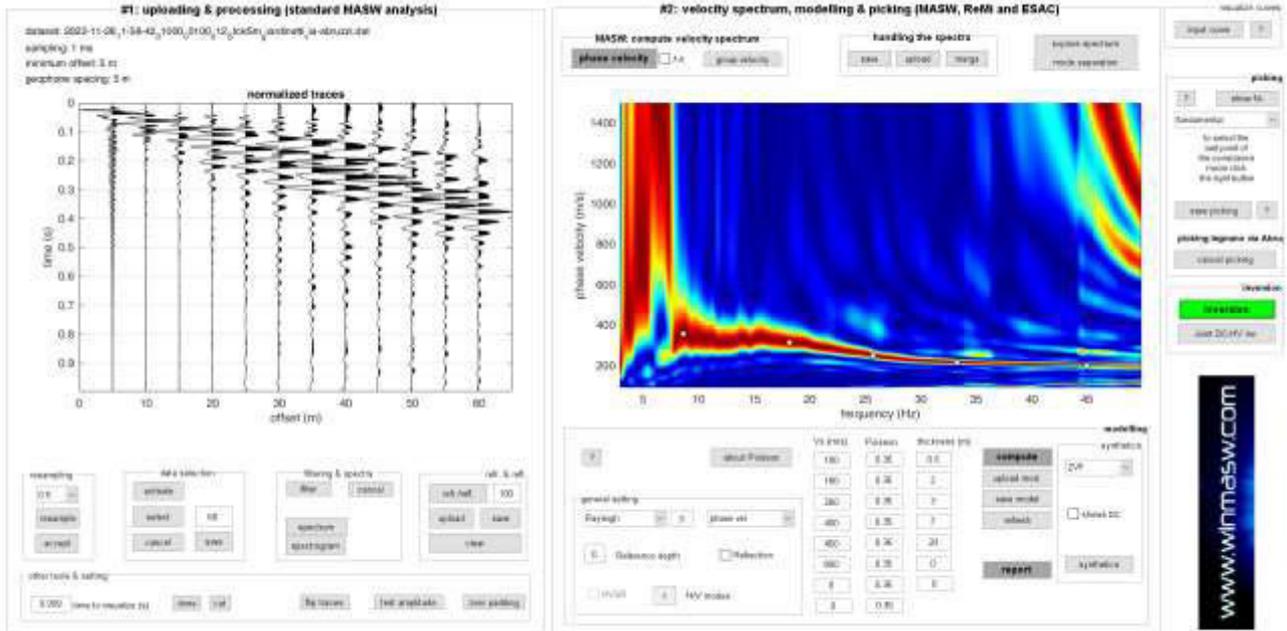
La curva è statisticamente molto compatta evidenziando una buona affidabilità dei dati.

L'acquisizione non ha individuato picchi di amplificazione H/V.

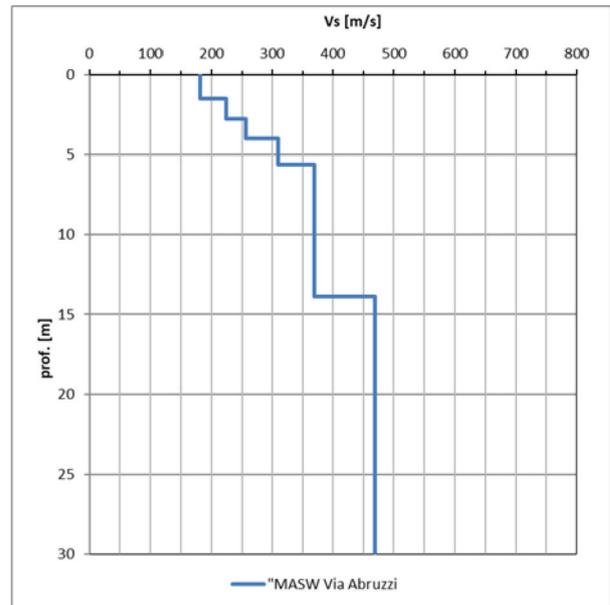
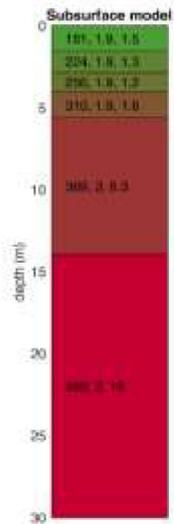
PROSPEZIONE SISMICA MASW

Nelle seguenti figure si riporta:

- 1) il set delle tracce sismiche analizzate e lo spettro delle velocità di fase;
- 2) il piking della curva di dispersione, il grafico misfit-generazione e il modello per la determinazione delle Vs in funzione della profondità. Per l'interpretazione del modello si è tenuto conto della stratigrafia del carotaggio di Via Parma (scuole) fornita dall'UTC.
- 3) Il profilo sismostratigrafico della Vs in funzione della profondità in forma tabellare e grafica.



dataset: 2022-11-28_11-58-42_01000_00100_012_StckSm_giardinetti_via
 dispersion curve: picking legnano via Abruzzi.odp
 Vs30 & VsE (best model): 365 365 m/s
 Vs30 & VsE (mean model): 371 371 m/s



La V_s equivalente è pari a 372 m/s considerando H uguale a 30 m.

Pertanto i terreni sono classificabili nella categoria di sottosuolo B delle NTC/2018

RIEPILOGO E CONFRONTO DEI RISULTATI

