COMUNE DI SENNA COMASCO

Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio

RELAZIONE GENERALE

agosto 2008
(revisione)

PREMESSA

In conformità all'incarico conferito dall'Amministrazione Comunale di Senna Comasco, si è proceduto alla definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, ai sensi dell'art. 57 della L.R. 12 marzo 2005, n. 12.

L'indagine, condotta secondo i criteri stabiliti dalla Deliberazione della Giunta Regionale n. 8/1566 del 22 dicembre 2005 e dalla Deliberazione della Giunta Regionale n. 8/7374 del 28 maggio 2008, si è articolata nelle seguenti fasi:

- ricerca storica e bibliografica;
- analisi fotointerpretativa, basata sull'esame delle foto aeree disponibili;
- effettuazione di rilievi di campagna mirati per l'aggiornamento, la verifica di dettaglio e l'integrazione dei dati acquisiti;
- elaborazione dei documenti cartografici di analisi, di sintesi e di fattibilità geologica, consistenti in:
  - ✓ carta di inquadramento di dettaglio (All. 1a / 1b, scala 1: 5000);
  - ✓ carta della pericolosità sismica locale (All. 2, scala 1:5000);
  - ✓ carta dei vincoli (All. 3A / 3B, scala 1:2000);
  - ✓ carta di sintesi (All. 4, scala 1:5000);
  - ✓ carta di fattibilità delle azioni di piano (All. 5A / 5B, scala 1:2000);
  - ✓ carta di fattibilità delle azioni di piano (All. 6, scala 1:10000);
  - ✓ carta del dissesto con legenda uniformata PAI (scala 1:10000)
- stesura della presente relazione geologica e geologico-tecnica, con illustrazione dei documenti cartografici.

CARTA DI INQUADRAMENTO DI DETTAGLIO
(Scala 1 : 5.000 - All. 1a/1b)

Litologia e geomorfologia

Il territorio comunale di Senna Comasco ha un'estensione prossima a 2.74 km^2 e si colloca nell'estremo settore settentrionale dell'alta pianura lombarda, a ridosso delle prime pendici dei rilievi prealpini, sviluppandosi tra la depressione del Rio Acquanegra (quota minima 265 m s.l.m.) ed il fianco dei rilievi collinari del Monte Croce di Capiago e della cerchia morenica di Cucciago (quota massima 380 m s.l.m.).
Le blande morfologie collinari che contraddistinguono la zona sono strettamente legate all'azione modellatrice esercitata nel corso del Pleistocene dalla lingua glaciale dell'Adda, che, dopo aver percorso la Valtellina ed il solco del Lario, si insinuava attraverso la "soglia" di Camerlata, espandendosi poi a ventaglio verso l'alta pianura.
I sedimenti deposti dal fronte glaciale nelle fasi di ritiro delle varie pulsazioni andarono a formare l'ampio apparato dell'**Anfiteatro Morenico del Lario**, costituito da una serie di cerchie collinari concentriche intervallate da piane intramoreniche e solcate in più punti dalle incisioni radiali operate dapprima dagli scaricatori glaciali e, successivamente, dalle attuali aste fluviali.
Il territorio di Senna si colloca, in particolare, immediatamente all'interno della cerchia wurmiana che si snoda da Breccia a Capiago, attraverso Grandate, Casnate e Cucciago. Ad essa appartiene anche la fascia di depositi continentali sciolti che borda le pendici meridionali del Monte Croce di Capiago, costituita da accumuli caotici di ghiaie e ciottoli eterometrici ed eterogenei, immersi in abbondante matrice sabbioso-limosa (**depositi glaciali**)
Il retrostante ripiano morfologico, che ospita gran parte dell'abitato di Senna, è occupato da depositi sabbiosi della piana diluviale wurmiana, alternati e, localmente, interamente sostituiti da accumuli limo-argillosi di origine glaciolacustre (**depositi fluvioglaciali e glaciolacustri**).
Depositi fluvioglaciali più recenti, di prevalente natura sabbioso-ghiaiosa, costituiscono invece i ripiani terrazzati più bassi di Baraggia e Navedano (**depositi fluvioglaciali tardivi**)
La piana solcata dal Rio Acquanegra è infine occupata da depositi di origine palustre ed alluvionale, che, in ragione della bassa energia dei corsi d'acqua, sono rappresentati essenzialmente da sedimenti fini limo-argillosi, con locali accumuli torbosi (**depositi alluvionali e palustri**).

Il **substrato roccioso**, che costituisce l'ossatura dei rilievi, è rappresentato da arenarie e marne della **Gonfolite comasca**, visibili in affioramento in corrispondenza dei settori di pendio a maggiore acclività e lungo le principali incisioni vallive del settore nord-orientale del territorio comunale di Senna (Roggia Sambughera). Quest'unità, di età oligo-miocenica, è interpretata come un deposito molassico immediatamente successivo alla fase parossistica dell'orogenesi alpina. E' infatti il risultato dell'intensa azione di smantellamento esercitata dai corsi d'acqua allora esistenti sui rilievi alpini in fase di sollevamento. Questi fiumi depositarono la massa dei sedimenti erosi in mare, immediatamente a sud di una ripida costa a falesia, dando origine ad un delta di mare profondo (deep sea fan). L'unità rocciosa derivata dalla diagenesi di questi depositi raggiunge lo spessore massimo (1600 m circa) proprio nell'area comasca; gli orizzonti lapidei presentano una naturale immersione verso sud ovest, con inclinazioni presumibilmente accentuate da movimenti tettonici postorogenici.

Per quanto concerne le forme legate alla **gravità**, gli elementi più significativi sono rappresentati dagli **orli di scarpata**, localizzati in corrispondenza dei fianchi vallivi a maggiore acclività. Nel settore settentrionale del territorio comunale, ad essi risultano localmente associate **aree a franosità superficiale attiva diffusa**, a carico delle sottili coltri di copertura che sovrastano il substrato gonfolitico subaffiorante ("sperone" di Trecallo; Valle Sambughera).

Più a sud, prevalgono le morfologie connesse alla **dinamica dei corsi d'acqua**, di natura prevalentemente erosiva, come evidenziato dai diffusi fenomeni di **ruscellamento concentrato e di erosione spondale**, che, in corrispondenza dei fianchi dei principali solchi vallivi (Roggia S. Maria), evolvono localmente in più estesi fenomeni di **avvallamento di sponda**.

Per quanto riguarda l'**attività glaciale**, gli elementi più significativi sono rappresentati dagli **orli di terrazzi inattivi**, perlopiù affacciati ad occidente, verso la depressione del Rio Acquanegra.

Nell'ambito del territorio comunale di Senna Comasco, si individua anche la presenza di **forme di origine antropica**, rappresentate principalmente da **aree riquotate**, in tempi più o meno recenti, mediante la **messa a dimora di materiali inerti** e da **aree estrattive (ex Fornaci) da tempo dismesse**.

Climatologia, idrogeologia ed idrografia superficiale

Informazioni di base sugli **aspetti meteo-climatici** che caratterizzano l'area di indagine sono state acquisite mediante la consultazione dei dati riferiti alle più vicine stazioni di rilevamento, reperiti sugli Annali Idrologici del Ministero dei LL. PP. e sugli altri documenti riportati in bibliografia.
Pur con le difficoltà connesse alla scarsa omogeneità e continuità dei dati disponibili, la loro interpolazione in base alla collocazione geografica ed allo sviluppo morfo-altimetrico del territorio comunale di Senna Comasco ha portato ad assegnare allo stesso una **precipitazione media annua prossima a 1450 mm**, una **Temperatura media annua di circa 12°** ed un valore medio di **Evapotraspirazione pari a 660 mm/anno**.
Per quanto riguarda l'andamento stagionale delle precipitazioni, l'analisi dei valori medi mensili evidenzia la presenza nella zona di due massimi, nei periodi aprile-giugno e ottobre-novembre (150-200 mm), con un minimo particolarmente accentuato nella stagione invernale (meno di 80 mm); decisamente meno marcato è il minimo estivo, con valori che non si differenziano in modo significativo da quelli primaverili ed autunnali.
I valori mensili di punta, che raggiungono i 600-700 mm, si verificano nel bimestre ottobre-novembre.
Le precipitazioni di massima intensità registrate nelle stazioni di Como e Lanzo d'Intelvi evidenziano, nell'arco di tempo compreso tra il 1931 ed il 1971, punte orarie rispettivamente di 70 e 41 mm.
Omogenei appaiono nella zona i valori di punta riferiti ad 1 giorno (230 mm) e a 5 giorni (420 mm).
Nell'area in esame si verificano mediamente, nell'arco di un anno, 90 giorni piovosi e circa 40 cicli di gelo/disgelo.

L'**assetto idrogeologico** dell'area e, conseguentemente, le modalità di circolazione idrica sotterranea, sono strettamente connessi alla natura litologica ed allo spessore dei depositi che ne costituiscono la sequenza stratigrafica tipo.
La base della serie è rappresentata dal substrato roccioso, che, essendo costituito da arenarie e marne della **Gonfolite** con caratteristiche di permeabilità pressochè nulla, rappresenta una soglia all'infiltrazione idrica nel sottosuolo.
Nel settore di fondovalle del Rio Acquanegra, l'unità soprastante è costituita da depositi fluvioglaciali ascrivibili ad un **paleoalveo del sistema Seveso-Acquanegra** (Riss?). Si tratta di sedimenti grossolani (ghiaie e sabbie con sporadiche intercalazioni conglomeratiche) deposti dai corsi d'acqua che

uscivano dal fronte della già citata lingua glaciale abduana, contraddistinti da spessori e permeabilità crescenti da Nord a Sud.
Superiormente, si rinviene una potente coltre (fino a 50 m) di sedimenti prevalentemente limosi, di colore grigio, con rari ciottoli, interpretabili come accumuli legati all'antica presenza nella zona di un **bacino lacustre intramorenico** (Wurm ?).
I **depositi fluvioglaciali tardivi** che occupano i terrazzi bassi di Baraggia e Navedano, costituiti in prevalenza da sabbie e ghiaie, per spessori variabili da 5 a 10 m, non risultano sede di risorse idriche significative, anche se ospitano localmente modeste falde acquifere sostenute dalle intercalazioni di sedimenti fini o dai sottostanti limi glacio-lacustri.
Anche i **depositi alluvionali recenti ed attuali**, contraddistinti da una scarsa permeabilità e da spessori estremamente ridotti, sono localmente sede di piccole falde sospese, che danno luogo a fenomeni di impaludamento.
I **depositi glaciali wurmiani**, che orlano le colline di Senna-Trecallo, sovrastando direttamente il substrato roccioso impermeabile, sono costituiti principalmente da sabbie e limi inglobanti blocchi e ciottoli di dimensioni variabili. Non è infrequente la presenza di livelli più spiccatamente ghiaioso-sabbiosi, così come quella di orizzonti francamente argillosi. Nel complesso comunque anche questi depositi, che raggiungono nella zona spessori massimi dell'ordine dei 20 m, non risultano sede di risorse idriche di particolare interesse, pur ospitando localmente piccole falde sospese.

Il **principale acquifero** della zona è rappresentato dal potente accumulo di sedimenti ghiaioso-sabbiosi appartenenti al "**Paleoalveo del Seveso-Acquanegra**"; esso è generalmente caratterizzato da una buona permeabilità (k = 0.0012-0.0008 cm/s) e da uno spessore apprezzabile (fino a 50 m), con valori di trasmissività che raggiungono i 150 cm^2/s. In funzione di queste caratteristiche, i pozzi che sfruttano la falda in esso ospitata (soggiacenza prossima ai 50 m) presentano rendimenti elevati, con portate medie dell'ordine dei 20 l/s e portate specifiche superiori ai 5 l/s per metro di abbassamento. Il **grado di protezione della falda rispetto ad inquinamenti diretti provenienti dalla superficie è generalmente buono**, anche se soggetto a variazioni locali, in funzione delle variazioni di spessore della copertura superficiale limo-argillosa.
Localmente - in particolare, nel settore nord-orientale del territorio comunale e lungo la piana del Rio Acquanegra - si individua la presenza di **modeste falde idriche sospese**, ospitate nell'ambito dei livelli più permeabili delle coltri di depositi glaciali, fluvioglaciali ed alluvionali, ed alimentate per infiltrazione diretta dalle acque meteoriche. Il pelo libero di tali falde, in corrispondenza della piana alluvionale del Rio Acquanegra, si livella generalmente a pochi metri di profondità dal piano campagna, affiorando in

superficie in corrispondenza dei settori morfologicamente depressi (con diffusi fenomeni di impaludamento) ed alimentando il reticolato idrografico.
Tali falde, in ragione delle caratteristiche peculiari e del limitato spessore degli orizzonti acquiferi, sono contraddistinte da una **vulnerabilità elevata** rispetto a possibili fenomeni di contaminazione, da una **produttività modesta** e da marcate oscillazioni piezometriche, in funzione dell'andamento della pluviometria.
Per quanto riguarda l'**andamento della superficie piezometrica della falda principale** (dati raccolti alla fine degli anni '90), si rileva che la profonda inflessione delle linee isopiezometriche evidenziata nel settore occidentale dell'area indagata, individua la presenza di un importante asse di drenaggio con orientazione NNW-SSE, ben correlabile alla struttura di paleoalveo citata in precedenza (Paleoalveo del Seveso-Acquanegra).
Questo sistema acquifero, da cui attingono tutte le captazione idropotabili presenti nella zona, è contraddistinto da un flusso prevalente in direzione Sud Sud Est, con cadenti piezometriche piuttosto blande (inferiori al 2%).
La struttura della zona è ben evidenziata nelle due **sezioni idrogeologiche** allegate.
La **sezione X-X'**, con andamento Nord Nord Ovest - Sud Sud Est, evidenzia l'apice del paleoalveo, localizzato in corrispondenza della piana del Rio Acquanegra; significativo è l'ispessimento (da 10 a 60 m) verso Sud dell'acquifero profondo, cui corrisponde una progressiva riduzione di spessore (da 50 a 15 m circa) dei soprastanti limi glaciolacustri.
La **sezione Y-Y'**, che interseca la precedente con orientazione Ovest Sud Ovest - Est Nord Est, evidenzia chiaramente l'andamento della struttura valliva sepolta. Il tetto del substrato roccioso, localizzato a profondità prossime agli 80 m dal piano campagna nella zona di Baraggia-Bettina, risale bruscamente ad Est e ad Ovest, fino a diventare subaffiorante, in corrispondenza dei rilievi che ospitano gli abitati di Senna e Casnate. E' interessante rilevare la significativa corrispondenza tra l'andamento del substrato ed il livello piezometrico della falda; quest'ultimo, infatti, collocato tra i 40 e i 50 m di profondità lungo l'asse del paleoalveo, risale rapidamente in corrispondenza dei fianchi della struttura sepolta, fino a diventare subaffiorante (anche in ragione di spiccati fenomeni di salienza).

L'**approvvigionamento idropotabile** del Comune di Senna Comasco è garantito dall'allacciamento alla rete dell'Azienda Servizi Integrati Colline Comasche s.p.a., proprietaria di due dei tre pozzi adibiti a tale uso presenti nel territorio comunale; la stessa gestisce anche il terzo pozzo potabile, di proprietà del comune di Casnate con Bernate.

Il **pozzo Baragiola** (comunale Casnate con Bernate), terebrato nel 1973, raggiunge la profondità di 83 m dal piano campagna ed eroga , in condizioni di normale esercizio, una portata di 26 l/s.
Il **pozzo Navedano 1** (Colline Comasche), terebrato nel 1979, raggiunge la profondità di 75 m dal piano campagna, ed eroga, in condizioni di normale esercizio, una portata di 25 l/s.
Il **pozzo Navedano 2** (Colline Comasche), terebrato nel 1994, raggiunge la profondità di 78 m dal piano campagna, ed eroga, in condizioni di normale esercizio, una portata di 15 l/s.
Tutti e tre i pozzi - le cui caratteristiche tecniche sono sintetizzate nelle **schede allegate** - sfruttano l'acquifero principale, rappresentato dai depositi del Paleoalveo Seveso-Acquanegra.

I dati disponibili relativamente alle **altre opere di captazione** esistenti sul territorio comunale e nelle immediate adiacenze, sono illustrati nelle **tabelle allegate**.
In particolare, il Comune di Senna Comasco è proprietario di altri tre pozzi adibiti ad uso industriale.
Il **pozzo Fontana**, terebrato nel 1974, è costituito da una colonna in acciaio da 300 mm, spinta sino alla profondità di 33 m dal piano campagna, posto a sua volta alla quota di circa 303 m sul livello del mare. La captazione si localizza al margine orientale del Paleoalveo del Seveso-Acquanegra, che assume in questo settore le caratteristiche di acquifero confinato, e sfrutta la falda artesiana in esso ospitata mediante la tratta filtrante collocata tra –21 e –28.7 m. Al fine di garantire la separazione tra tale falda ed i livelli acquiferi superficiali che alimentano il pozzo Sofia, l'intercapedine è stata cementata tra le profondità di 13 e 16.5 m dal piano campagna.
Il pozzo, che eroga una portata d'esercizio di 2 l/s, è stato recentemente convertito ad uso industriale.
Il **pozzo La Tina** è costituito da una colonna di anelli in calcestruzzo preforati, del diametro di 110 cm, che raggiunge la profondità di 4.15 m dal piano campagna, posto a sua volta alla quota di circa 306 m sul livello del mare. Realizzata a metà anni '60, mediante l'utilizzo di un escavatore meccanico, e circondata da uno spesso manto drenante in "ghiaione", l'opera di captazione è alloggiata all'interno di un fabbricato fuori-terra, a pianta esagonale irregolare, di altezza interna pari a 2.96 m; la testa-pozzo si innalza di 20 cm al di sopra del piano di pavimento. Utilizzata inizialmente per alimentare l'acquedotto comunale di Senna Comasco, venne poi dismessa all'inizio degli anni '80, in ragione dell'elevata vulnerabilità agli inquinamenti di tipo organico-batteriologico e quindi riutilizzata per scopi industriali.
Le più recenti verifiche effettuate (01/06/2005) indicano un livello statico attestato a –1.35 m dal piano di pavimento della struttura di avampozzo.

I prelievi vengono effettuati mediante elettropompa sommersa Caprari – Minisub da 1,5 HP, con una portata d'esercizio pari ad 1,7 l/s.
Il **pozzo Sofia** è costituito da un manufatto interrato in muratura, con copertura interna a volta e fondo drenante in ghiaione, localizzato ad una decina di metri di distanza dal pozzo Fontana. All'interno del locale di captazione, si individuano quattro colonne in anelli di calcestruzzo di diametro esterno pari a 82 cm, spinte sino alla profondità di circa 1.3 m e prive di fondello. La captazione, realizzata nel 1947, venne inizialmente utilizzata per l'approvvigionamento idropotabile dell'acquedotto di Senna Comasco; dismessa poi nel corso degli anni '70, venne successivamente adibita ad uso industriale.
Le più recenti verifiche effettuate (01/06/2005) indicano un livello statico che non supera quota –1.60 m rispetto all'intradosso della copertura a volta della struttura di avampozzo.
I prelievi vengono effettuati mediante un tubo pescante inserito all'interno di una delle colonne di captazione in calcestruzzo e collegato ad una pompa centrifuga orizzontale (alloggiata nel locale quadri elettrici) EBARA 3M 32-125 da 1,5 HP, con una portata d'esercizio pari ad 1,5 l/s.
Le acque prelevate dalla captazione Sofia vengono sollevate sino alla captazione La Tina e, da qui, collettate sino alla zona industriale localizzata nella piana del Rio Acquanegra, in prossimità del confine con il territorio del comune di Como.
Il misuratore di portata e contalitri è ubicato lungo la tubazione di mandata, in uscita dalla captazione La Tina, ed evidenzia prelievi annui complessivi contenuti entro i 60.000 mc.

Per quanto concerne il **reticolato idrografico**, il principale corso d'acqua della zona è rappresentato dal **Rio Acquanegra**, tributario di sinistra del torrente Seveso, il cui alveo corre lungo il confine occidentale del territorio comunale, in un settore a bassa antropizzazione.
Il **reticolo minore** di competenza comunale - ai sensi della DGR n. 7/7868 del 25/1/2002, successivamente modificata dalla DGR n. 7/13950 del 1/8/2003 - è costituito, oltre che dal citato corso d'acqua, da alcuni suoi modesti affluenti di sinistra.
Una parte di questi svolge un'azione drenante nei confronti delle porzioni topograficamente rilevate situate nel settore orientale dell'area di studio; altri scorrono nella piana sottostante e traggono alimentazione da risorgive legate alla presenza di piccole falde sospese.

Di seguito vengono illustrati i risultati delle verifiche e dei rilievi effettuati sui corsi d'acqua ascritti al reticolo minore di competenza comunale.

Rio Acquanegra
(lunghezza dell'asta principale, all'interno del territorio comunale = 3.5 km)
Il corso d'acqua si sviluppa in direzione NNE-SSW, all'interno di un'ampia piana alluvionale, con un andamento debolmente meandriforme; lungo i fianchi esterni dei meandri, si evidenziano modesti fenomeni di erosione spondale, che si riattivano in occasione degli eventi di piena.
La larghezza si mantiene costante attorno ai 2.5 – 3.0 m, con una profondità che varia notevolmente a causa dell'irregolarità del fondo, da pochi decimetri fino ad oltre un metro. La natura dell'alveo è prevalentemente sabbioso-ghiaiosa, con elementi litoidi di pezzatura fino a 20 cm.
Nel tratto settentrionale del corso d'acqua, sono stati individuati due tratti di sponda protetti con difese radenti in buono stato di efficienza.
In prossimità della linea ferroviaria Como-Milano, è possibile riconoscere una porzione dell'alveo abbandonato (attualmente privo di valenza idraulica), che ha inizio in corrispondenza del sottopasso ferroviario della roggia principale e si ricollega a questa sull'altro lato della ferrovia, in prossimità del gruppo di case in località Molino.

Roggia Segrada
(lunghezza dell'asta principale, all'interno del territorio comunale = 115 m)
Il corso d'acqua nasce nel territorio comunale di Lipomo, qualche chilometro a nord del confine tra il comune di Como ed il comune di Senna Comasco. L'alveo è attualmente ostruito, poco prima del sottopasso di via Albate, da una rudimentale paratoia, che lo devia verso sud, ove si immette in un tratto tombinato.
Tale tratto intubato, il cui tracciato è stato solo recentemente individuato, corre sotto la sede stradale di Via Albate, per poi immettersi nel Rio Acquanegra, in corrispondenza del sovrappasso stradale. L'originario tracciato naturale, che prosegue invece verso sud-ovest, si presenta generalmente asciutto, riattivandosi solo in concomitanza di eventi di piena in grado di travalicare la succitata paratoia.

Roggia del Bassone
(lunghezza dell'asta principale, all'interno del territorio comunale = 580 m)
Il corso d'acqua ha origine da una risorgiva localizzata nei pressi della località Bassone, in prossimità del confine con il comune di Como, e si sviluppa nella piana alluvionale del Rio Acquanegra, in una zona a bassa soggiacenza della falda, soggetta a fenomeni di emergenza e ristagno idrico. L'alveo, subrettilineo con una larghezza costante prossima al metro, è inizialmente contraddistinto da un andamento NNW-SSE, quindi piega bruscamente verso ovest, poco prima dell'immissione nel Rio Acquanegra.

Roggia Sambughera
(lunghezza dell'asta principale, all'interno del territorio comunale = 1.2 km)
Il corso d'acqua nasce nel territorio comunale di Capiago, alcune centinaia di metri a nord del confine con il comune di Senna. L'incisione valliva si snoda dapprima in direzione NE – SW nell'ambito della coltre di depositi glaciali che occulta il substrato roccioso, per poi piegare bruscamente verso ovest allo sbocco nella piana alluvionale, poco prima della confluenza col Rio Acquanegra.
L'alveo, meandriforme nella parte a monte e rettilineo nel tratto terminale, presenta una larghezza pressoché costante di 1.5 – 2.0 m; il fondo è di natura prevalentemente ciottolosa (pezzature medie variabili tra i 5-10 cm, con punte massime fino a 30 cm).
I versanti della valle Sambughera sono contraddistinti da un'elevata acclività (localmente superiore ai 50°); in questo settore sono stati rilevati fenomeni di erosione spondale ed alcuni scivolamenti superficiali (soil-sleep).
Nel tratto terminale, il corso d'acqua si snoda in un'area pressoché pianeggiante, nell'ambito della quale tende a "spagliare", dando luogo a fenomeni di ristagno idrico.

Roggia Santa Maria
(lunghezza dell'asta principale, all'interno del territorio comunale = 1.4 km)
Il corso d'acqua nasce nel territorio comunale di Capiago, alcune centinaia di metri ad est del confine con il comune di Senna.
L'incisione valliva si snoda in direzione E – W nell'ambito della coltre di depositi glaciali che occulta il substrato roccioso, per poi sboccare nella piana alluvionale, poco prima della confluenza col Rio Acquanegra.
L'alveo presenta una larghezza pressoché costante, compresa tra 1.5 e 2.0 m, ed ospita, in condizioni ordinarie, portate piuttosto modeste; il fondo è di natura prevalentemente ciottolosa (pezzature medie comprese tra 5 -10 cm, con punte massime fino a 30 cm).
Il solco vallivo formato da questa roggia, appare particolarmente inciso a valle del ponte di Via Trecallo – Via Canturina Vecchia, ove i versanti presentano pendenze a tratti superiori ai 50°; in questo settore sono presenti diversi fenomeni di erosione spondale e di scivolamento superficiale (soil-sleep). I principali tra questi, attivatisi presumibilmente in concomitanza dell'evento alluvionale del novembre 2002, sono stati oggetto di un recente intervento di stabilizzazione (marzo 2005) con formazione di scogliere spondali in massi ciclopici, effettuato con il supporto di finanziamenti regionali.
Altre opere di difesa spondale sono presenti nella porzione superiore dell'alveo, mentre più a valle, in corrispondenza dei sottopassi di Via Roma e Via Rovelli, si individuano due briglie a gradoni in buone condizioni di efficienza.

Roggia di Gaggio
(lunghezza dell'asta principale, all'interno del territorio comunale = 980 m)
La roggia nasce a sud dell'abitato di Senna; inizialmente separata in due rami distinti che si uniscono a sud di via della Resistenza, si snoda poi in direzione SE – NW, immettendosi nella roggia Santa Maria, in prossimità di via Roma.
I fianchi della valle sono generalmente contraddistinti da pendenze relativamente contenute, fatta eccezione per alcuni tratti più acclivi ubicati prevalentemente in sinistra idrografica.
L'alveo, debolmente meandriforme e contraddistinto da larghezze prossime al metro, è interessato da modesti fenomeni di erosione spondale, localmente limitati da difese spondali radenti, costituite da massi ciclopici.
Le portate, in condizioni ordinarie, risultano modeste. Il fondo è di natura prevalentemente ciottolosa, con pezzature medie variabili tra i 5 -10 cm e punte fino a 20 cm.

Roggia di Navedano
(lunghezza dell'asta principale, all'interno del territorio comunale = 2.8 km)
Il corso d'acqua, orientato prevalentemente in direzione ENE – OSO, definisce dapprima il confine tra Senna e Cantù, quindi quello tra Senna e Cucciago, snodandosi nell'ambito dei depositi appartenenti ai terrazzi diluviali.
La larghezza dell'alveo è abbastanza contenuta, mediamente prossima al metro, mentre il fondo è sabbioso-ghiaioso, con clasti di dimensioni ridotte, che raramente superano i 5-10 cm. La porzione di monte, caratterizzata da una maggiore pendenza e costretta tra versanti più acclivi, risulta interessata da alcuni fenomeni di erosione spondale.
In corrispondenza del nucleo di Navedano, l'alveo si sdoppiava originariamente in due tratti intubati: uno proseguiva verso nord-ovest, tagliando trasversalmente il centro abitato, l'altro procedeva verso sud-ovest, seguendo a tratti il confine Senna Comasco – Cucciago. La loro prosecuzione a cielo aperto confluiva poi, in entrambi i casi, nel Rio Acquanegra.
Recenti modifiche legate ad un intervento di risistemazione idraulica - realizzato a cura dell'Amministrazione Provinciale a far corso dal marzo 2004 - hanno portato alla formazione di un nuovo tracciato (perlopiù sviluppato nel territorio comunale di Cucciago), che, in condizioni di normale deflusso, sostituisce del tutto i precedenti (riattivabili solo in situazioni di piena). Il nuovo tracciato è costituito da un primo tratto intubato (80 m circa), che termina immediatamente a valle della Strada Provinciale n. 28, e da un secondo tratto a cielo aperto di lunghezza prossima a 140 m, che si raccorda all'alveo preesistente circa 200 m a sud-ovest della Strada Provinciale, rientrando nel territorio comunale di Senna Comasco.

Anche i tratti terminali del corso d'acqua appaiono interessati da alterazioni, legate sia all'azione antropica che a cause naturali. In passato, infatti, i due rami della roggia si riunivano prima della confluenza nel Rio Acquanegra; allo stato attuale, invece, il ramo che attraversa l'abitato di Navedano e costeggia via Casnate si innesta nel Rio Acquanegra prima del vecchio punto di confluenza, a causa di una deviazione artificiale verso ovest. Anche il ramo meridionale ha cambiato, sia pur naturalmente, il suo tragitto, in prossimità del tratto terminale del suo corso; infatti, mentre il tracciato originario piegava verso nord per portarsi sul vecchio punto di confluenza con l'altro ramo, il corso d'acqua attuale prosegue verso sud e quindi "spaglia", dando origine ad un'area paludosa, prima di raggiungere il Rio Acquanegra. I tratti di roggia abbandonati risultano a tutt'oggi visibili, anche se hanno apparentemente perso la propria valenza idraulica.

Roggia detta del Fontanile
(lunghezza dell'asta principale, all'interno del territorio comunale = 360 m)
Il fosso, contraddistinto da andamento N-S, era con tutta probabilità originariamente alimentato da un fontanile, ormai da tempo prosciugato; allo stato attuale, svolge pertanto unicamente una funzione di raccolta e collettamento delle acque meteoriche.

La **rete fognaria** del Comune di Senna Comasco recapita – mediante il collettore principale che segue il tracciato del Rio Acquanegra - all'impianto di depurazione SUD SEVESO DEPUR, localizzato nella Valle del Seveso, in Comune di Carimate.

CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE
(Scala 1 : 5.000 - All. 2)

Con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003 "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*" (pubblicata sulla G.U. n. 105 del 08/05/2003, Supplemento ordinario n. 72), vengono individuate in prima applicazione le zone sismiche sul territorio nazionale. L'Ordinanza è in vigore, per gli aspetti inerenti la classificazione sismica, dal 23/10/2005; di tale nuova classificazione, la Regione Lombardia ha preso atto con D.G.R. n. 14964 del 07/11/2003.
Dal punto di vista della normativa tecnica associata alla nuova classificazione sismica, dal 5 marzo 2008 è in vigore il D.M. 14/01/2008 "Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le costruzioni", che sostituisce il precedente D.M. 14/09/2005, fatto salvo il periodo di monitoraggio di 18 mesi, di cui al comma 2 dell'art. 20 della L. 28/02/2008, n. 31.
Durante tale periodo, fino al 30 giugno 2009, si possono utilizzare per la progettazione, sia le norme del D.M. 14/01/2008, sia le norme previgenti, elencate al comma 2 dell'art.20 della L. 28/02/2008 n. 31. Fanno eccezione le nuove progettazioni degli interventi relativi agli edifici ed alle opere infrastrutturali di cui al decreto del Capo del Dipartimento della protezione Civile del 21 ottobre 2003, per le quali di applicano da subito le disposizioni del D.M. 14/01/2008.
Fino al termine del periodo di monitoraggio , ai sensi della succitata D.G.R. n. 14964 del 07/11/2003, la Regione Lombardia ha stabilito, per le aree ricadenti in **Zona sismica 4**, entro cui rientra il territorio del **comune di Senna Comasco**, l'obbligo della **progettazione antisismica** esclusivamente per gli **edifici strategici e rilevanti**, individuati dal D.D.U.O. n. 19904 del 21/11/2003, non rientranti nelle tipologie di cui al decreto del Capo del Dipartimento della protezione Civile del 21 ottobre 2003.
Qualora si optasse per l'utilizzo della normativa previgente in materia, per i comuni in zona 4, ai sensi della D.G.R. n. 8/1566 del 22/12/2005 e della D. G.R. n. 8/7374 del 28/05/2008, dovranno essere considerate le specifiche di "sismicità bassa" (S = 6).
Dal 1 luglio 2009, per tutte le zone sismiche e per tutte le tipologie di edifici, la progettazione antisismica sarà regolata dal D.M. 14/01/2008.
Nell'ambito della D.G.R. n. 8/1566 del 22/12/2005 e della D. G.R. n. 8/7374 del 28/05/2008, all'Allegato 5, è riportata la metodologia per la valutazione dell'amplificazione sismica locale, in adempimento a quanto previsto dal D.M. 14/01/2008, dalla DGR n. 14964 del 07/11/2003 e dal D.D.U.O. n. 19904 del 21/11/2003.

Tale metodologia è basata sui risultati di uno “Studio-Pilota” redatto dal Politecnico di Milano – Dipartimento di Ingegneria Strutturale ed articolata su tre livelli di approfondimento.

Il **primo livello**, da applicarsi in **fase pianificatoria**, è basato su un approccio di tipo qualitativo e costituisce lo studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento. Esso consiste nell'individuazione delle zone ove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono, con buona attendibilità, prevedibili sulla base del rilevamento geologico e dei dati bibliografici disponibili (cartografia, indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche), e si conclude con la redazione della **Carta di pericolosità sismica locale**, in cui viene riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni-tipo in grado di determinare gli effetti sismici locali, secondo i seguenti scenari.

Sigla	***Scenario pericolosità 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	
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)	Cedimenti e liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H>10 (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cucuzzolo; appuntite-arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali 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 (comprese le coltri loessiche)	
Z4d	Zona 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

Tale livello di approfondimento, obbligatorio per tutti i comuni, ha portato ad individuare nel **territorio comunale di Senna Comasco** , anche sulla base delle indicazioni e chiarimenti forniti al riguardo dagli esperti del Politecnico

di Milano – Dipartimento di Ingegneria Strutturale, i seguenti scenari di pericolosità sismica locale (**All. 2**):

- **Z1a**: zona caratterizzata da movimenti franosi attivi, con possibili effetti sismici locali di instabilità;

- **Z3a**: zona di ciglio H>10, con possibili effetti di amplificazione topografica;

- **Z4a**: zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali, che potrebbero comportare amplificazioni litologiche;

- **Z4c**: zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi che potrebbero comportare amplificazioni litologiche.

Il **secondo livello** di approfondimento si applica, sempre in **fase pianificatoria**, a tutti gli scenari qualitativi suscettibili di amplificazione sismiche (morfologiche Z3 e litologiche Z4) e, nei comuni ricadenti in **Zona sismica 4**, deve essere obbligatoriamente effettuato per **edifici strategici e rilevanti**, così come individuati dal D.D.U.O. n. 19904 del 21/11/2003, ferma restando la facoltà dei comuni di estenderlo anche ad altre categorie di edifici.
La metodologia, basata su metodi semi-quantitativi, consente di stimare la risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione "Fa" e porta ad individuare l'eventuale presenza di aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (Fa calcolato > Fa di soglia comunale fornito dal Politecnico di Milano). Per queste aree si dovrà procedere alle indagini ed agli approfondimenti di terzo livello o, in alternativa, utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore (da suolo B, a suolo C, a suolo D; da suolo E, a suolo D).
Per le aree a pericolosità sismica locale caratterizzata da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazioni (zone Z1 e Z2), non è prevista l'applicazione degli studi di secondo livello, ma il passaggio diretto a quelli di terzo livello.

Il **terzo livello** comporta la definizione degli effetti di amplificazione tramite indagini ed analisi più approfondite e, in zona sismica 4, si applica nella **fase progettuale**

- sulle aree Z3 e Z4, quando, a seguito dell'applicazione del secondo livello, si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale;
- sulle aree Z1, Z2, per edifici strategici e rilevanti di cui al D.D.U.O. n. 19904 del 21/11/2003.

Relativamente al territorio comunale di Senna Comasco, in accordo con il responsabile del procedimento e con l'estensore del Piano di Governo del Territorio, gli **approfondimenti di secondo livello** sono stati effettuati sull'area attualmente occupata dal "campo di calcio a 7" di **Via della Fontana**, nell'ambito della quale lo strumento pianificatorio prevede la localizzazione del nuovo palazzo comunale.
In particolare, in data 10/05/2007, si è provveduto, a cura della EEG s.r.l., all'esecuzione di n. 2 prove MASW, per la ricostruzione della **stratigrafia geofisica** del sito, sulla base della quale è stato poi ricavato il valore Vs30.
I risultati di dettaglio dell'indagine condotta sono illustrati nell'allegato rapporto, da cui si evidenziano, per il sito in esame, valori di **Vs30** pari a **425 e 459 m/s** (categoria di **suolo di tipo B**).

Per quanto riguarda le **categorie di suolo**, si richiamano di seguito le definizioni riportate nel D.M. 14/01/2008

A – *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di V_{S30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, 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*, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30}$>50 nei terreni a grana grossa e Cu>250 kPa nei terreni a grana fina).
C – *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti*, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 180 e 360 m/s (ovvero 15 < N_{SPT30}< 50 nei terreni a grana grossa e 70 < Cu < 250 kPa nei terreni a grana fina).
D – *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati e di terreni a grana fina scarsamente consistenti*, caratterizzati un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} < 180 m/s (ovvero N_{SPT30}<15 nei terreni a grana grossa e Cu < 70 kPa nei terreni a grana fina).
E – *Terreni dei sottosuoli di tipo C e D per spessore non superiore a 20 m,* posti sul substrato di riferimento (con V_{S30} > 800 m/s).

Al fine di verificare se, per il sito in esame, la normativa nazionale sia sufficiente a fornire adeguate garanzie di salvaguardia rispetto agli effetti di amplificazione sismica locale, si è provveduto in primo luogo all'acquisizione

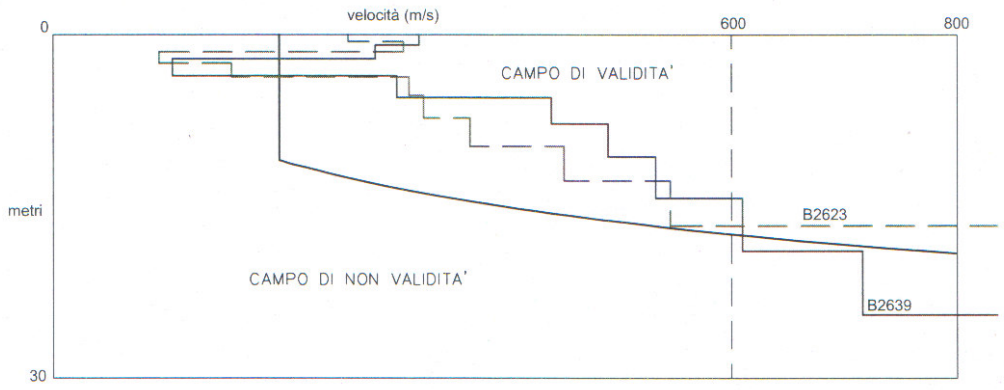
dei valori di soglia forniti dal Politecnico di Milano per il comune di Senna Comasco.

CATEGORIA DI SUOLO	FATTORE DI AMPLIFICAZIONE Intervallo di periodo 0.1-0.5 s	FATTORE DI AMPLIFICAZIONE Intervallo di periodo 0.5-1.5 s
B	1.4	1.7
C	1.9	2.4
D	2.2	4.2
E	2.0	3.1

Fattori di amplificazione per periodi e suoli differenti

Si ricorda inoltre che, per quanto concerne gli **intervalli di periodo**, l'intervallo tra 0.1 e 0.5 s si riferisce a strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide, mentre l'intervallo tra 0.5 e 1.5 s si riferisce a strutture più alte e flessibili.

In base ai risultati delle indagini condotte, è stato quindi possibile applicare la **procedura di verifica** illustrata all'Allegato 5 della D.G.R. n. 8/7374 del 28/05/2008. In primo luogo, è stata verificata la validità della scheda di riferimento Tipo 1 per litologie prevalentemente limoso-sabbiose (litologia che caratterizza l'area in esame). Sovrapponendo le due stratigrafie geofisiche (prove B2623 e B2639) alla curva della scheda di riferimento, si è osservato che l'andamento delle *Vs* con la profondità ricade nel campo di validità.



Successivamente, è stato ricavato il periodo proprio del sito (*T*) sulla base della seguente relazione:

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

ottenendo i seguenti valori.

T (B2623) = 0.20
T (B2639) = 0.19

Infine, una volta individuata la curva più appropriata in funzione della profondità e velocità Vs dello strato superficiale, sono stati determinati i valori di *Fa* per i due intervalli di periodo.

INTERVALLO 0.1 / 0.5 S – Strutture basse e rigide
Considerando, sulla base dello spessore e della *Vs* dell'orizzonte superficiale, la curva 2 (curva di colore verde), si ottiene, in entrambi i casi, un valore di ***Fa* pari a 1.6**, superiore al valore di soglia fornito dal Politecnico di Milano per la categoria di **suolo B (1.4)**, ma inferiore al valore di soglia indicato per la categoria di **suolo C (1.9)**. In fase di progettazione edilizia, si dovrà pertanto procedere alle **indagini ed agli approfondimenti di terzo livello o, in alternativa,** utilizzare lo **spettro di norma della categoria di suolo C**.

INTERVALLO 0.5 / 1.5 S – Strutture alte e flessibili
Considerando la curva di riferimento (curva rossa), si ottiene, in entrambi i casi, un valore di ***Fa* pari rispettivamente a 1.11 e 1.10**, inferiore al valore di soglia fornito dal Politecnico di Milano per la categoria di **suolo B (1.7)**. La normativa nazionale è pertanto da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica del sito; in fase di progettazione edilizia, potrà quindi essere utilizzato lo **spettro della categoria di suolo B**.

CARTA DEI VINCOLI
(Scala 1 : 2.000 - All. 3A/3B)

Nell'elaborato, redatto sulla stessa base aerofotogrammetrica in scala 1:2000 utilizzata per il P.G.T., sono rappresentate le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore, ed in particolare:

- **vincoli di polizia idraulica**, ai sensi della d.g.r. n. 7/7868 del 25/01/2002, così come definiti nello Studio finalizzato all'individuazione del reticolo idrico minore, approvato dal Consiglio Comunale di Senna Comasco con deliberazione n. 36 del 09/11/2004;

- **vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della L. 183/89**, così come definiti nel quadro del dissesto proposto in aggiornamento al vigente con il presente Studio (vedi allegata cartografia di "Delimitazione Aree in Dissesto");

- **aree di salvaguardia della captazioni ad uso idropotabile**, ai sensi dell'art. 94 del D. L. 152/2006, distinte in "zona di rispetto" (criterio geometrico: raggio 200 m) e "zona di tutela assoluta".
  Relativamente alle "**zone di tutela assoluta**", adibite esclusivamente alla captazione ed alle infrastrutture di servizio, in cartografia sono stati riportati sia i perimetri definiti, come da normativa, da un cerchio di raggio pari a 10 m, sia i perimetro dei comparti effettivamente protetti con apposita recinzione. La solo parziale coincidenza tra i due, dettata da limitazioni di ordine logistico (presenza di infrastrutture) e catastale, non appare pregiudizievole delle funzioni di salvaguardia ad esse ascritta;

CARTA DI SINTESI
(Scala 1 : 5.000 - All. 4)

Nell'elaborato cartografico sono state individuate le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità, sulla base degli elementi di analisi precedentemente raccolti.

In particolare, sono state delimitate:
- le aree a franosità superficiale attiva diffusa;
- le aree a pericolosità potenziale, legata alla possibile mobilizzazione delle coltri superficiali di depositi sciolti, su pendii ad acclività superiore ai 20°;
- le aree interessate da solchi di erosione concentrata;
- le aree soggette ad impaludamento per affioramento di falde idriche sospese (piana Rio Acquanegra);
- le aree soggette a ristagno di acque meteoriche;
- le aree con presenza di falde sospese a bassa soggiacenza;
- le aree di pertinenza idraulica dei corsi d'acqua e/o potenzialmente esondabili;
- le aree estrattive dimesse;
- le aree interessate da accumuli di materiali di riporto.

Sono stati inoltre individuati:
- gli alvei naturali dei corsi d'acqua;
- gli alvei attualmente privi di valenza idraulica;
- i pozzi ad uso potabile;
- i pozzi ad uso industriale;
- gli interventi di sistemazione idraulica (opere di difesa spondale, briglie) ed i tratti di corsi d'acqua intubati;
- le aree in dissesto (scivolamenti / avvallamenti di sponda) oggetto di interventi di stabilizzazione.

Per quanto concerne la definizione degli **aspetti geologico-tecnici** (caratteristiche geotecniche ed idrogeologiche del suolo e del primo sottosuolo), in cartografia, oltre ai settori contraddistinti dalla presenza di **depositi con caratteristiche geotecniche scadenti**, è stata riportata la posizione degli **ambiti investigati** in occasione di campagne d'indagine realizzate in periodo antecedente al presente studio, sia per conto dell'Amministrazione comunale che di soggetti privati (vedi diagrammi allegati).

Relativamente alla situazione del **dissesto idrogeologico** compendiata nel **S.I.T.** della **Regione Lombardia**, si osserva che nell'ambito del territorio comunale di Senna Comasco non è segnalata la presenza di fenomeni franosi censiti.
Nel **Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.) della Provincia di COMO**, si registra la segnalazione (Tav. A1c) di due fenomeni ascritti al **"censimento dissesti non perimetrati"**, desunti dall'archivio storico regionale. Si tratta di fenomeni di erosione spondale, verificatisi in data 26/01/1998 lungo la valle di S. Maria, e della tracimazione di alcune rogge, verificatasi in data 04/07/1997, a seguito di intense precipitazioni.
In ragione della modesta rilevanza dei fenomeni, comunque riconducibili a fattispecie già considerate nell'ambito dei documenti di analisi, della scarsa affidabilità della loro ubicazione cartografica e del fatto che non siano ripresi nel S.I.T. regionale, si è ritenuto di non identificarli nella Carta di Sintesi; in allegato, vengono comunque riportate le relative schede storiche descrittive.

CARTA DI FATTIBILITA' GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO
(Scala 1 : 2.000 – All. 5A/5B; Scala 1 : 10.000 – All. 6)

Sulla base degli elementi illustrati nella cartografia analitica e di sintesi, si è proceduto alla suddivisione del territorio comunale in classi di fattibilità geologica.
L'elaborato è stato redatto sulla stessa base aerofotogrammetrica in scala 1:2000 utilizzata per il P.G.T. e quindi riprodotto anche in scala 1:10000 (Carta Tecnica Regionale).

Per quanto riguarda i **principali fattori considerati** nella zonizzazione, si osserva quanto segue.

Caratteristiche geotecniche
Le caratteristiche geotecniche dei terreni presenti nell'area in esame sono contraddistinte da un'elevata eterogeneità, condizionata dell'estrema variabilità laterale dello spessore delle coltri superficiali a bassa consistenza. Queste ultime, in corrispondenza dei dossi morenici, presentano generalmente spessori contenuti entro i 3 m; condizioni più critiche, con spessori sovente superiori ai 5 m, si registrano nell'ambito delle piane intramoreniche di origine fluvioglaciale e, soprattutto, glaciolacustre, oltrechè lungo la piana alluvionale del Rio Acquanegra.

Acclività
Il territorio è contraddistinto generalmente da morfologie blande, con la presenza di estesi settori subpianeggianti.
Acclività più accentuate si registrano lungo i fianchi dei principali dossi morenici e delle maggiori aste torrentizie.

Processi geomorfici
Gli elementi di rischio potenziale sono in questo caso connessi alla dinamica dei corsi d'acqua ed alle possibili interferenze con le opere esistenti lungo gli alvei, oltrechè alla stabilità dei fianchi vallivi.

Vulnerabilità idrogeologica
Non rappresenta un particolare elemento discriminatorio, risultando relativamente bassa su tutto il territorio per l'acquifero principale ("Paleoalveo del Seveso-Acquanegra") sfruttato per scopi idropotabili, ed elevata per le piccole falde sospese subsuperficiali, localmente ospitate nei livelli più permeabili delle coltri di depositi continentali sciolti.

In considerazione di quanto sin qui esposto ed in accordo con i criteri fissati dalla Regione Lombardia (D.G.R. n. 8/1566 del 22 dicembre 2005 e D.G.R. n. 8/7374 del 28 maggio 2008), la zonizzazione del territorio comunale di Senna Comasco è stata definita sulla base di quattro classi di fattibilità, le cui normative d'uso sono esposte nelle allegate “Norme geologiche di Piano”.

FONTI DI DOCUMENTAZIONE

bibliografica

- RIVA A., 1957 - "Gli anfiteatri morenici a sud del Lario e le pianure diluviali tra Adda e Olona" - Atti Ist. Geol. Univa. Pavia, v.VII
- GAETANI P., PELOSO G. & ROSSETTI R., 1971 - "Lacustrine Climatology"
- DESIO A., 1973 - "Geologia dell'Italia" - Ed. Utet
- BELLONI S., 1975 - "Il clima delle province di Como e di Varese in relazione allo studio dei dissesti idrogeologici" - CNR, Fondaz. per i problemi montani dell'arco alpino
- MINISTERO LL. PP. Servizio Idrografico, 1981 - "Idrografia e idrologia del Po"
- OROMBELLI G., 1983 - "I depositi wurmiani del Comasco" - Geogr. Fis. Din. Quat. 6
- BERETTA G.P., DENTI E., FRANCANI V., SALA P., 1984 - "Lineamenti idrogeologici del settore sublacuale della Provincia di Como" - Acque Sotterranee n. 4/84
- GAETANI M. & PICCIO A., 1986 - "Atti del convegno sul tema Geologia lariana" - Mem. Soc. Geol. Ital., v. 32
- BERETTA G.P., 1986 - "Contributo per la carta idrogeologica della Lombardia" - Acque Sotterranee n. 4/86
- GELATI R., NAPOLITANO A., VALDISTURLI A., 1988 - "La Gonfolite Lombarda: stratigrafia e significato nell'evoluzione del margine sudalpino" – Riv. It. Paleont. Strat., v. 94, n. 2
- S.I.T. – Regione Lombardia
- P.T.C.P. - Provincia di Como

cartografica

- S.I.T. – Regione Lombardia
- P.T.C.P. - Provincia di Como
- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA, 1937 - Foglio 32 Como - Scala 1:100.000
- RIVA A., 1957 - "Gli anfiteatri morenici a sud del Lario e le pianure diluviali tra Adda e Olona" - Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, v.VII - Scala 1:50.000
- SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE, 1989 - Carta geologica della Lombardia - Scala 1:250.000

COMUNE DI SENNA COMASCO

Componente geologica, idrogeologica e sismica
del Piano di Governo del Territorio

NORME GEOLOGICHE DI PIANO

agosto 2008
(revisione)

NORME GEOLOGICHE DI PIANO

In considerazione di quanto esposto nella relazione geologica generale ed in accordo con i criteri fissati dalla Regione Lombardia (D.G.R. n. 8/1566 del 22 dicembre 2005 e D.G.R. n. 8/7374 del 28 maggio 2008), la **zonizzazione del territorio comunale di Senna Comasco** è stata definita sulla base di **quattro classi di fattibilità** (vedi "Carta di fattibilità geologica delle azioni di piano"), a cui si applicano le seguenti normative d'uso.

Classe 1

Comprende i **settori subpianeggianti** (acclività media < 5°), non interessati da fenomeni di dissesto e da problematiche di ordine idrogeologico, occupati da terreni con discrete caratteristiche geotecniche a partire dalla profondità di 2-3 m dal piano campagna.
In queste zone, **fatto salvo quanto disposto dalle "Norme Tecniche per le costruzioni" di cui alla normativa nazionale** relativamente alle indagini di dettaglio di supporto alla pianificazione attuativa ed alla progettazione esecutiva, **non sono previste particolari limitazioni e prescrizioni di carattere geologico**.

Classe 2

Si differenzia dalla precedente per **l'ispessimento delle coltri superficiali con caratteristiche geotecniche mediocri** (fino a 5 m) e/o per l'assetto planoaltimetrico (**versanti con pendenze medie comprese tra 5° e 20°**).
Per la loro urbanizzazione, saranno necessari **approfondimenti di carattere geologico-tecnico** che forniscano un adeguato supporto conoscitivo per la valutazione delle soluzioni fondazionali più idonee (carichi ammissibili sul terreno e cedimenti) e della stabilità dei fronti di scavo.
Tali approfondimenti dovranno essere compendiati in un'apposita relazione geologico-tecnica da allegare ai progetti edilizi.

Classe 3

In questa classe sono comprese:

1) le **aree a pericolosità potenziale**, legata alla possibile mobilizzazione delle coltri superficiali di depositi sciolti, su pendii ad **acclività superiore ai 20°**;
2) le **aree estrattive dismesse**;
3) le **aree interessate da accumuli di materiali inerti**;
4) le **aree soggette a ristagno di acque meteoriche**;
5) le **aree con presenza di falde sospese a bassa soggiacenza**;
6) le **aree con caratteristiche geotecniche scadenti**.

Nuovi interventi di urbanizzazione o variazioni volumetriche nell'ambito dei settori già edificati dovranno essere subordinati ad approfondite analisi geologico-tecniche e/o idrogeologiche, supportate da indagini geognostiche e/o di laboratorio, finalizzate alla definizione delle scelte progettuali più idonee in rapporto alle problematiche connesse, a seconda dei casi, alle condizioni di stabilità dei versanti naturali e dei fronti di scavo creati artificialmente, alla ridotta capacità di drenaggio del terreno, alle interferenze con falde idriche sospese, alla presenza di significativi spessori di depositi con caratteristiche geotecniche scadenti.

Gli approfondimenti citati relativamente alle differenti casistiche esaminate dovranno essere compendiati in un'apposita relazione geologico-tecnica e/o idrogeologica di compatibilità, da allegare al progetto di ciascun singolo intervento prospettato.

Classe 4

In questa classe sono comprese:

1) le **aree a franosità superficiale attiva diffusa**;
2) le **aree di pertinenza idraulica dei corsi d'acqua e potenzialmente inondabili**;
3) le **aree interessate da solchi di erosione concentrata**;
4) le **aree soggette ad affioramento di falde idriche sospese**.

I fattori di rischio sono rappresentati dalla potenziale riattivazione e/o evoluzione dei fenomeni di dissesto individuati, dall'evoluzione morfologica degli alvei dei corsi d'acqua e dei solchi di ruscellamento, con i connessi fenomeni di erosione e deposito, e dall'emergenza di falde idriche.

In queste aree, deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.

Per gli edifici esistenti, sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) della L. R. 12/05, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite altresì le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.
Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili; dovranno comunque essere puntualmente ed attentamente valutate in funzione della tipologia del dissesto e del grado di rischio che determinano.
Gli interventi di cui sopra dovranno essere in ogni caso supportati da un'indagine geologico-tecnica di dettaglio, compendiata in un'apposita relazione (da allegare al progetto), che attesti la compatibilità delle opere previste con la situazione di rischio presente.

Si specifica che **le indagini e gli approfondimenti prescritti per le classi di fattibilità 2, 3 e 4 (limitatamente ai casi consentiti) devono essere realizzati prima della progettazione degli interventi, in quanto propedeutici alla pianificazione e progettazione degli stessi**.
Copia delle indagini effettuate e della relazione geologica di supporto deve essere consegnata, congiuntamente alla restante documentazione, in sede di presentazione dei Piani Attuativi (L.R. 12/05, art. 14) o in sede di richiesta del permesso di costruire (L.R. 12/05, art. 38).
Si sottolinea che gli approfondimenti di cui sopra, non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste dalle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui alla normativa nazionale.

Con riferimento alla **normativa antisismica**, tenuto conto che il Comune di Senna Comasco ricade in **Zona sismica 4** e che pressochè tutte le aree inserite nella classi di fattibilità 1, 2 e 3 risultano suscettibili di amplificazione sismiche morfologiche (Z3) e litologiche (Z4), si specifica che per **edifici strategici e rilevanti**, così come individuati dal D.D.U.O. n. 19904 del 21/11/2003, sussiste l'obbligo di procedere, in fase pianificatoria, agli approfondimenti di **secondo livello**.
Relativamente al **sito di Via Fontana**, già oggetto di approfondimento di secondo livello, si specifica che, in fase di progettazione edilizia,

- **per strutture basse e rigide** (intervallo 0.1/0.5 s), si dovrà procedere alle indagini ed agli approfondimenti di **terzo livello** o, in alternativa, utilizzare lo **spettro di norma della categoria di suolo C**;
- **per strutture alte e flessibili** (intervallo 0.5/1.5 s), si potrà invece utilizzare lo **spettro di norma della categoria di suolo B**.

Per quanto concerne le **limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore** (vedi “Carta dei Vincoli”), si richiamano i seguenti riferimenti:

- **vincoli di polizia idraulica**, ai sensi della d.g.r. n. 7/7868 del 25/01/2002, così come definiti nello Studio finalizzato all'individuazione del reticolo idrico minore, approvato dal Consiglio Comunale di Senna Comasco con deliberazione n. 36 del 09/11/2004;

- **vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della L. 183/89**, relativi alle aree individuate nel quadro del dissesto proposto in aggiornamento al vigente con il presente Studio (vedi allegata cartografia di “Delimitazione Aree in Dissesto”); per quanto concerne le specifiche relative alle limitazioni alle attività di trasformazione e d’uso del suolo, si dovrà far riferimento a quanto stabilito all’art. 9 delle Norme di attuazione del P.A.I., in funzione della tipologia del dissesto (Eb);

- **aree di salvaguardia della captazioni ad uso idropotabile**, ai sensi dell'art. 94 del D. L. 152/2006, distinte in “zona di rispetto” (criterio geometrico: raggio 200 m) e “zona di tutela assoluta”.
  Nelle aree ricadenti nell'ambito della "**zona di rispetto**" di opere di captazione idropotabile, dovranno essere vietate, in accordo con i disposti dell'art. 94 del D.L. 152/2006, le seguenti attività:
  a) dispersione di fanghi ed acque reflue, anche se depurati;
  b) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
  c) spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l’impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;
  d) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade;
  e) aree cimiteriali;
  f) apertura di cave che possano essere in connessione con la falda;
  g) apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione della estrazione ed alla protezione delle caratteristiche qualitative della risorsa idrica;
  h) gestione di rifiuti;
  i) stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
  j) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
  k) pozzi perdenti;

l) pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione.

Per gli insediamenti o le attività di cui sopra, preesistenti, ove possibile e comunque ad eccezione delle aree cimiteriali, andranno adottate le misure per il loro allontanamento; in ogni caso dovrà essere garantita la loro messa in sicurezza.

La disciplina, all'interno delle zona di rispetto, delle seguenti attività:

- fognature;
- edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione;
- opere viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio;
- distribuzione di concimi chimici e fertilizzanti in agricoltura nei casi in cui esista un piano regionale o provinciale di fertilizzazione;
- le pratiche agronomiche e i contenuti dei piani fertilizzazione precedentemente citati;

dovrà invece essere conformata alle prescrizioni fissate dalla Regione Lombardia con D.G.R. n. VII/12693 del 10/04/2003.

Le "**zone di tutela assoluta**", sempre ai sensi dell'art. 94 del D.L. 152/2006, dovranno essere adeguatamente protette ed adibite esclusivamente alla captazione ed alle infrastrutture di servizio.

COMUNE DI SENNA COMASCO

Componente geologica, idrogeologica e sismica
del Piano di Governo del Territorio
(ai sensi della D.G.R. n. 8/1566 del 22/12/2005)

SCHEDE E ALLEGATI

agosto 2007

Dissesti

Schede dati storici

n° riferimento: 5017 Fonte dato: OO.PP.

Tipo di evento:
- [ ] frana
- [x] alluvione
- [ ] conoide

Prima attivazione:
- [x] Si
- [ ] No
- [ ] Probabile

località: Varie

Comune: Senna Comasco Provincia: CO

Comunità Montana: Pianura

data evento: giorno 2 mese 7 anno 1997

Sezioni CTR: B5A1

Coordinate X: 1.507.104 Coordinate Y: 5.066.688

Collocazione rispetto alla località minacciata:

Affidabilità ubicazione punto: Bassa

Classificazione fenomeno: Non classificato

Tipo di materiale:

Causa: Intense precipitazioni

Elementi a rischio: Infrastrutture

DATI MORFOMETRICI DISSESTO PRINCIPALE

Lunghezza tot. (m): 0

Larghezza media (m): 0

Superficie (mq): 0

Spessore medio (m): 0

Volume evento accaduto (mc): 0

Volume potenziale (mc): 0

Descrizione del fenomeno:

Esondazione di alcune rogge: Acquanegra, Navedano ed altri affluenti al fiume Seveso

Intensità: Probabilità:

Danni: Tracimazione acque ed allagamenti che hanno riguardato aree produttive

Valore degli elementi danneggiati: € 0,00

Studi, progetti, relazioni:

Interventi effettuati:

Note:

Compilata da: Tecnico comunale in data: 04/07/1997

Verificata da: in data:

n° riferimento: 5018 | Fonte dato: OO.PP.

Tipo di evento:
- [ ] frana
- [x] alluvione
- [ ] conoide

Prima attivazione:
- [x] Sì
- [ ] No
- [ ] Probabile

località: S.Maria

data evento: giorno 0 mese 0 anno 0

Comune: Senna Comasco | Provincia: CO

Comunità Montana: Pianura

Sezioni CTR: B5B1

Coordinate X: 1.508.597 | Coordinate Y: 5.068.088

Collocazione rispetto alla località minacciata:

Affidabilità ubicazione punto: Bassa

Classificazione fenomeno: Colata detritica

Tipo di materiale: Misto

Causa: Erosione di sponda

Elementi a rischio: strada

DATI MORFOMETRICI DISSESTO PRINCIPALE

Lunghezza tot. (m): 0

Larghezza media (m): 0

Superficie (mq): 0

Spessore medio (m): 0

Volume evento accaduto (mc): 0

Volume potenziale (mc): 0

Descrizione del fenomeno:

La Roggia S.Maria dopo un tratto intubato percorre una S e lungo la sponda della curva sono presenti notevoli fenomeni di erosione della scarpata; inoltre i frontisti utilizzano la scarpata per convogliare le acque della strada privata soprastante nella roggia.

Intensità: | Probabilità:

Danni: crollo di una pianta

Valore degli elementi danneggiati: € 0,00

Studi, progetti, relazioni:

Interventi effettuati:

Note: Richiesta comune al Servizio OOPP del 08/01/98

Compilata da: Ing. R Pezzano | in data: 26/01/1998

Verificata da: | in data:

n° riferimento 5017 **Fonte dato** OO.PP.

località Varie

Comune Senna Comasco **Provincia** CO

Comunità Montana Pianura

data evento **giorno** 2 **mese** 7 **anno** 1997

Tipo di evento
- [ ] frana
- [x] alluvione
- [ ] conoide

Prima attivazione
- [x] Si
- [ ] No
- [ ] Probabile

Sezioni CTR: B5A1

Coordinate X 1.507.104 **Coordinate Y** 5.066.688

Collocazione rispetto alla località minacciata

Affidabilità ubicazione punto Bassa

Classificazione fenomeno Non classificato

Tipo di materiale

Causa Intense precipitazioni

Elementi a rischio infrastrutture

DATI MORFOMETRICI DISSESTO PRINCIPALE

Lunghezza tot. (m) 0

Larghezza media (m) 0

Superficie (mq) 0

Spessore medio (m) 0

Volume evento accaduto (mc) 0

Volume potenziale (mc) 0

Descrizione del fenomeno

Esondazione di alcune rogge: Acquanegra, Navedano ed altri affluenti al fiume Seveso

Intensità **Probabilità**

Danni Tracimazione acque ed allagamenti che hanno riguardato aree produttive

Valore degli elementi danneggiati € 0,00

Studi, progetti, relazioni

Interventi effettuati

Note

Compilata da Tecnico comunale **In data** 04/07/1997

Verificata da **In data**

n° riferimento 5018 **Fonte dato** OO.PP.

località S.Maria

Comune Senna Comasco **Provincia** CO

Comunità Montana Pianura

data evento

giorno 0 **mese** 0 **anno** 0

Tipo di evento

- [ ] frana
- [x] alluvione
- [ ] conoide

Prima attivazione

- [x] Si
- [ ] No
- [ ] Probabile

Sezioni CTR: B5B1

Coordinate X 1.508.597 **Coordinate Y** 5.068.088

Collocazione rispetto alla località minacciata

Affidabilità ubicazione punto Bassa

Classificazione fenomeno Colata detritica

Tipo di materiale Misto

Causa Erosione di sponda

Elementi a rischio strada

DATI MORFOMETRICI DISSESTO PRINCIPALE

Lunghezza tot. (m)	0
Larghezza media (m)	0
Superficie (mq)	0
Spessore medio (m)	0
Volume evento accaduto (mc)	0
Volume potenziale (mc)	0

Descrizione del fenomeno

La Roggia S.Maria dopo un tratto intubato percorre una S e lungo la sponda della curva sono presenti notevoli fenomeni di erosione della scarpata; inoltre i frontisti utilizzano la scarpata per convogliare le acque della strada privata soprastante nella roggia.

Intensità **Probabilità**

Danni crollo di una pianta

Valore degli elementi danneggiati € 0,00

Studi, progetti, relazioni

Interventi effettuati

Note Richiesta comune al Servizio OOPP del 08/01/98

Compilata da Ing. R Pezzano **In data** 26/01/1998

Verificata da **In data**

Commessa: 105/07

EEG

COGEO - Como

Senna Comasco (CO)

INDAGINI SISMICHE DI TIPO MASW PER LA DETERMINAZIONE DEL PARAMETRO VS30

Maggio 2007

Geophysics – Servizi di geofisica applicata

Cso di Pta Romana, 83 – 20122 Milano
Tel: 0331-922151 cell: 335-5826866
e-mail: info@eeg-geophysics.com
fax: 0331-1989994

1 PREMESSA

Il giorno 10 Maggio 2007, per conto dello studio Cogeo di Como, è stata eseguita un'indagine geofisica nel comune di Senna Comasco (CO), mediante due prove MASW per il calcolo del valore Vs30.
Lo scopo dell'indagine era di ottenere la stratigrafia di velocità delle onde trasversali Vs da cui ricavare il parametro Vs30

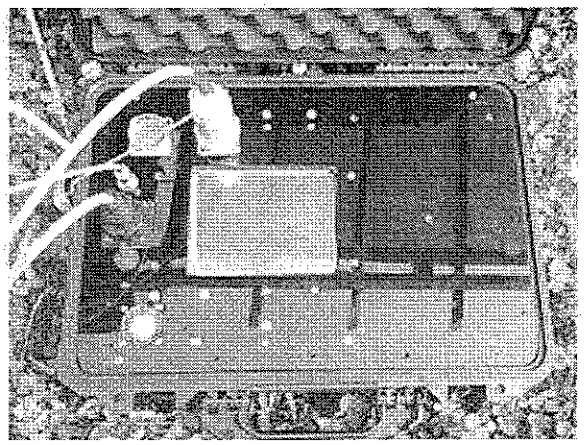
2 INDAGINI EFFETTUATE

Le caratteristiche delle prove sono:

Nome	*Stendimento geofonico (m)*	*Energizzaz.*	*Geofoni*
M1	46	2	24
M2	46	2	24

3 ANALISI MULTICANALE DELLE ONDE SUPERFICIALI

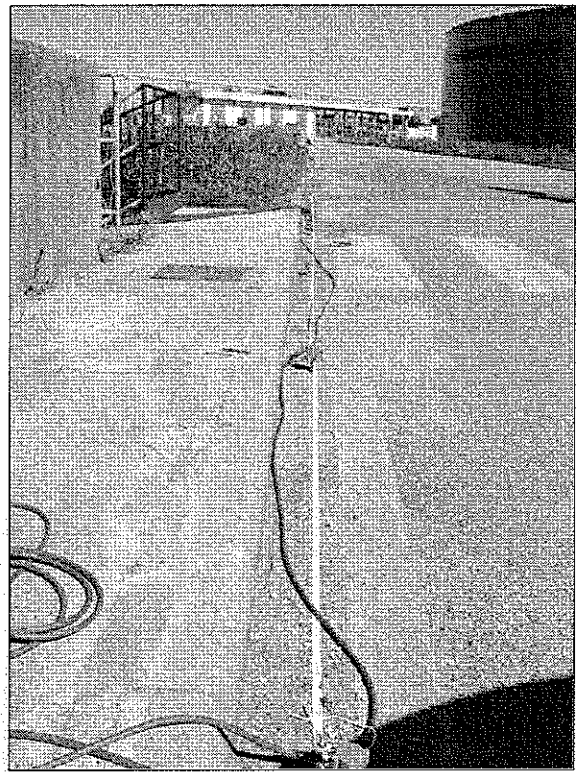
Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali. Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga. Questa proprietà si chiama dispersione.
Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.
La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (Vs), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali. Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare la rigidezza superficiale, una proprietà critica per molti studi geotecnici.



L'intero processo comprende tre passi successivi: L'acquisizione delle onde superficiali (ground roll), la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza) e l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs.
Per ottenere un profilo Vs bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore. Una molteplicità di tecniche diverse sono state utilizzate nel tempo per ricavare la curva di dispersione, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi.
L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati.
Dei valori approssimati per il rapporto di Poisson e per la densità sono necessari per ottenere il profilo verticale Vs dalla curva di dispersione e vengono solitamente stimati utilizzando misure prese in loco o valutando le tipologie dei materiali.

Quando si generano le onde piane della modalità fondamentale delle onde di Reyleigh, vengono generate anche una molteplicità di tipi diversi di onde. Fra queste le onde di corpo, le onde superficiali non piane, le onde riverberate (back scattered) dalle disomogeneità superficiali, il rumore ambientale e quello imputabile alle attività umane.

Le onde di corpo sono in vario modo riconoscibili in un sismogramma multicanale. Quelle rifratte e riflesse sono il risultato dell'interazione fra le onde e l'impedenza acustica (il contrasto di velocità) fra le superfici di discontinuità, mentre le onde di corpo dirette viaggiano, come è implicito nel nome, direttamente dalla sorgente ai ricevitori (geofoni).
Le onde che si propagano a breve distanza dalla sorgente sono sempre onde superficiali. Queste onde, in prossimità della sorgente, seguono un complicato comportamento non lineare e non possono essere trattate come onde piane.

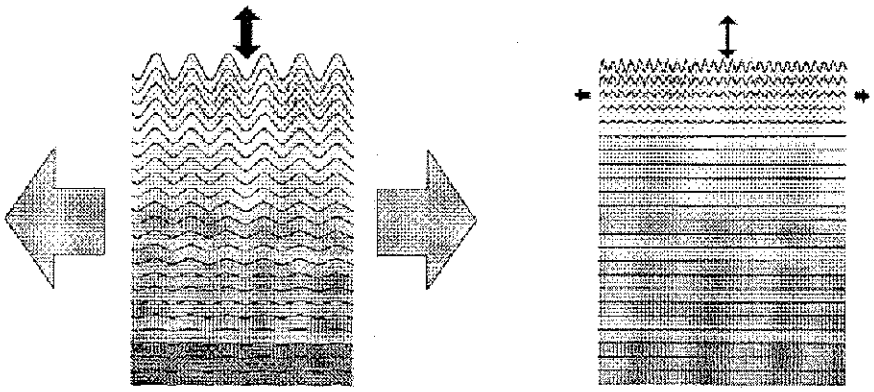


Le onde superficiali riverberate (back scattered) possono essere prevalenti in un sismogramma multicanale se in prossimità delle misure sono presenti discontinuità orizzontali quali fondazioni e muri di contenimento. Le ampiezze relative di ciascuna tipologia di rumore generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente. Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno.

La scomposizione di un campo di onde registrate in un formato a frequenza variabile consente l'identificazione della maggior parte del rumore, analizzando la fase e la frequenza dipendentemente dalla distanza dalla sorgente. La scomposizione può essere quindi utilizzata in associazione con la registrazione multicanale per minimizzazare il rumore durante l'acquisizione. La scelta dei parametri di elaborazione così come del miglior intervallo di frequenza per il calcolo della velocità di fase, può essere fatto con maggior accuratezza utilizzando dei sismogrammi multicanale. Una volta scomposto il sismogramma, una opportuna misura di coerenza applicata nel tempo e nel dominio della frequenza può essere utilizzata per calcolare la velocità di fase rispetto alla frequenza.
La velocità di fase e la frequenza sono le due variabili (x; y), il cui legame costituisce la curva di dispersione. E' anche possibile determinare l'accuratezza del calcolo della curva di dispersione analizzando la pendenza lineare di ciascuna componente di frequenza delle onde superficiali in un singolo sismogramma. In questo caso MASW permette la miglior registrazione e separazione ad ampia banda ed elevati rapporti S/N. 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.

Le onde di superficie sono facilmente generate da una sorgente sismica quale, ad esempio, una mazza battente. La configurazione base di campo e la routine di acquisizione per la procedura MASW sono generalmente le stesse utilizzate in una convenzionale indagine a riflessione (CMP). Però alcune regole operative per MASW sono incompatibili con l'ottimizzazione della riflessione. Questa similitudine permette di ottenere, con la procedura MASW, delle sezioni superficiali di velocità che possono essere utilizzate per accurate correzioni statiche dei profili a riflessione. MASW può essere efficace con anche solo dodici canali di registrazione collegati a geofoni singoli a bassa frequenza(<10Hz).



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 (Vs) è il fattore dominante che governa le caratteristiche della dispersione.

STRUMENTAZIONE

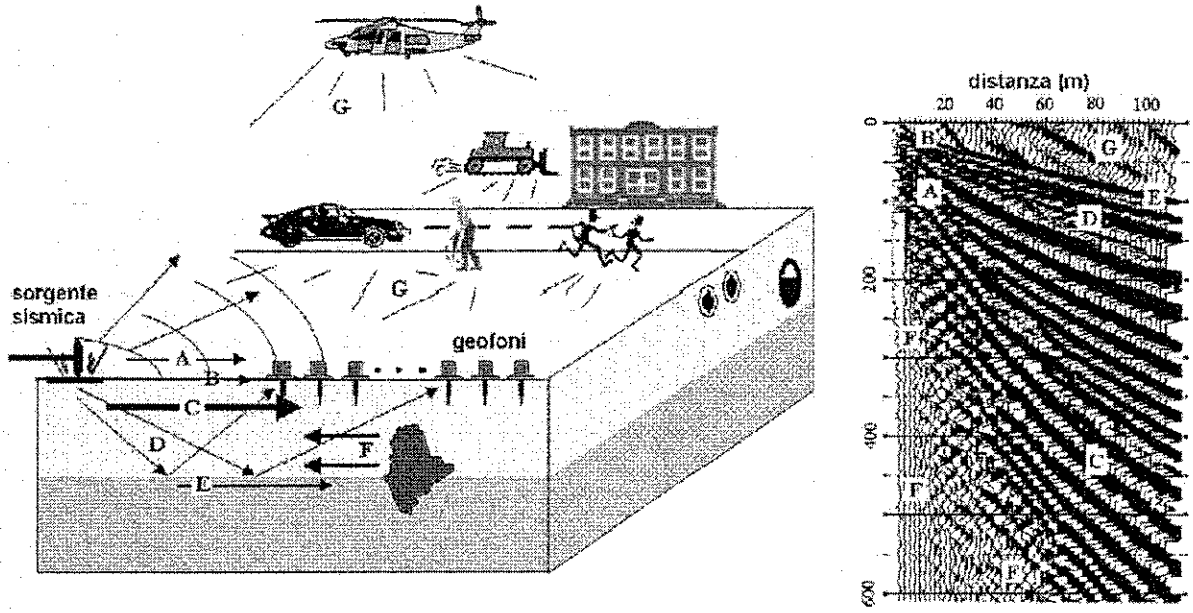
La strumentazione utilizzata è costituita da :

- un sismografo EEG BR24 24 canali
- 24 geofoni a 4.5Hz
- fucile sismico o una mazza da 6 Kg

VANTAGGI DELLA REGISTRAZIONE MULTICANALE

Acquisizione multicanale

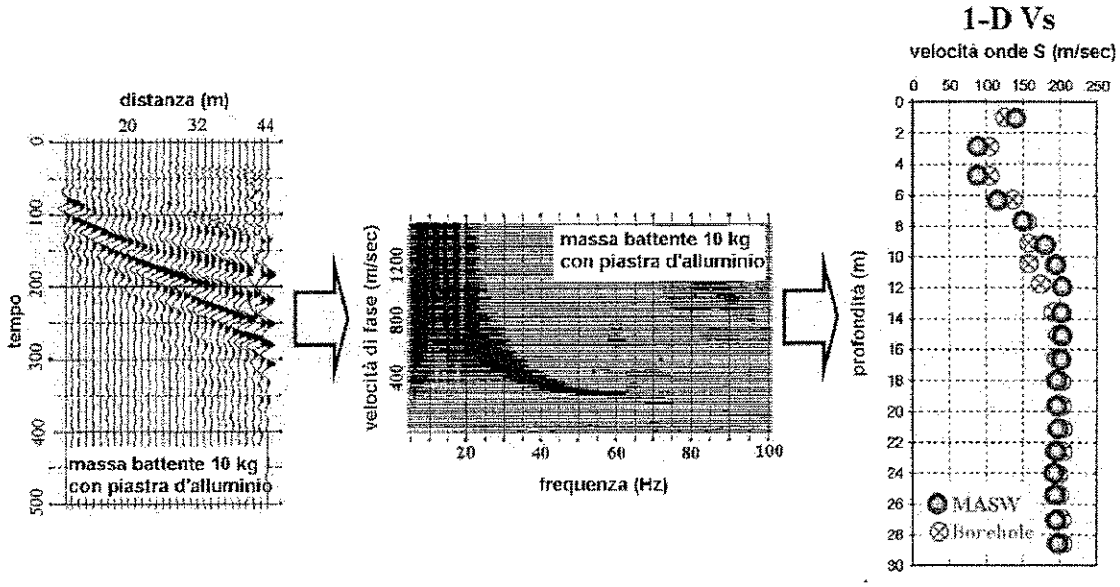
Sismogramma multicanale



A: onde in aria
B: onde dirette
C: onde di superficie
D: onde riflesse
E: onde rifratte
F: onde riverberate
G: rumore ambientale

Il principale vantaggio di un metodo di registrazione multicanale è la capacità di riconoscimento dei diversi comportamenti, che consente di identificare ed estrarre il segnale utile dall'insieme di varie e differenti tipi di onde sismiche. Quando un impatto è applicato sulla superficie del terreno, tutte queste onde vengono simultaneamente generate con differenti proprietà di attenuazione, velocità e contenuti spettrali. Queste proprietà sono individualmente identificabili in una registrazione multicanale e lo stadio successivo del processo fornisce grande versatilità nell'estrazione delle informazioni utili.

DESCRIZIONE GENERALE DELLA PROCEDURA MASW



La procedura MASW può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

1- acquisizione dei dati di campo;
2- estrazione della curva di dispersione;
3- inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs (profilo 1-D) che descrive la variazione di Vs con la profondità

4 RISULTATI

Negli **Allegati 1/a ed 1/b** sono riportati i risultati delle prove MASW. Nel riquadro principale si osserva la stratigrafia delle Vs ricavata dalla prova, nonché le curve di dispersione misurate e calcolate. A destra è visibile il sismogramma mentre in basso è riportato il valore del parametro Vs30 calcolato utilizzando la stratigrafia Vs e la formula

$$V_{S30} = \frac{30}{\Sigma_{i=1,N} \; h_i / V_i}$$

dove hi e Vi indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (m/s) dello strato i – esimo, per un total e di N strati presenti nei 30 m superiori.

Il sito verrà classificato sulla base del valore di V_{S30} come riportato nella seguente tabella:

Grado	Classe	Velocità sismica (m/s)
Molto buono	A	$V_{S30} > 800$
Buono	B	$360 < V_{S30} < 800$
Discreto	C	$180 < V_{S30} < 360$
Sufficiente	D	$V_{S30} < 180$
Insufficiente	E	Strati sup. all. (5 – 20 m) tipo C e D soprastanti substrato tipo A
Molto scadente	S1	$V_{S30} < 100$
Pessimo	S2	$V_{S30} < 50$

INDICE

1 PREMESSA 1

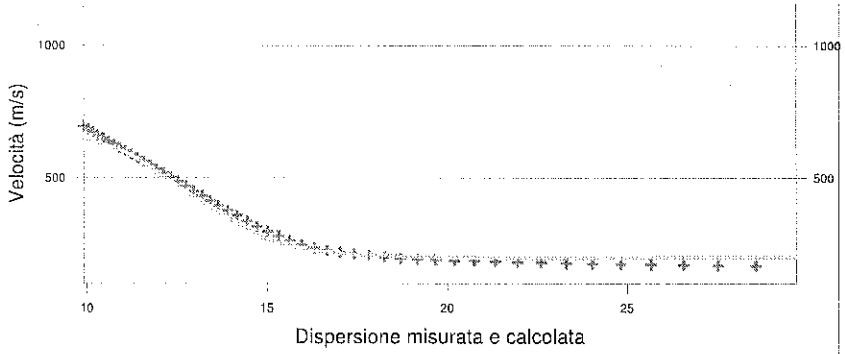
2 INDAGINI EFFETTUATE 1

3 ANALISI MULTICANALE DELLE ONDE SUPERFICIALI 2

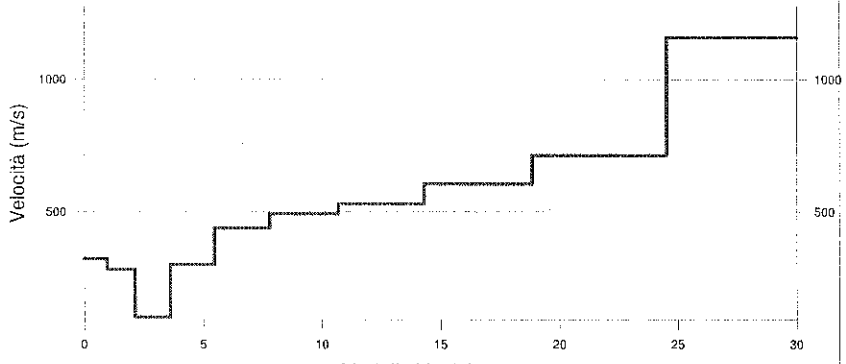
4 RISULTATI 7

ALLEGATI

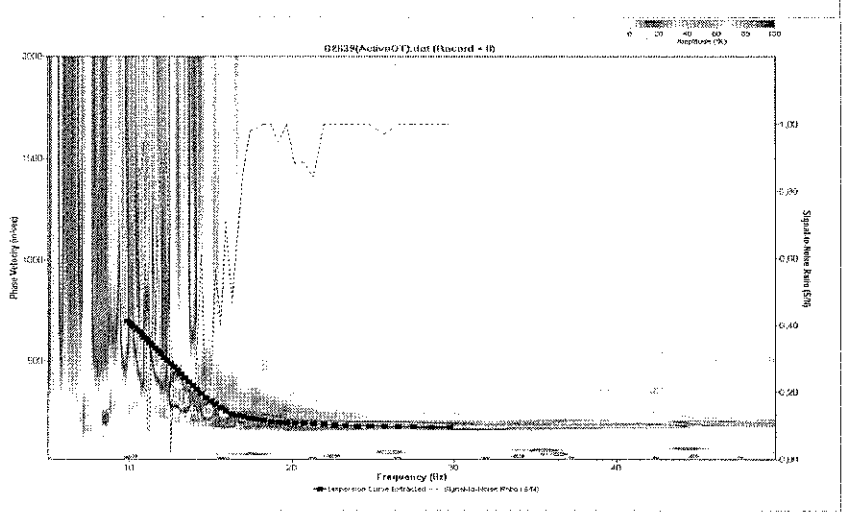
All. 1/a **PROVA MASW M1**
All. 1/b **PROVA MASW M2**



Dispersione misurata e calcolata



Modello Vs del terreno

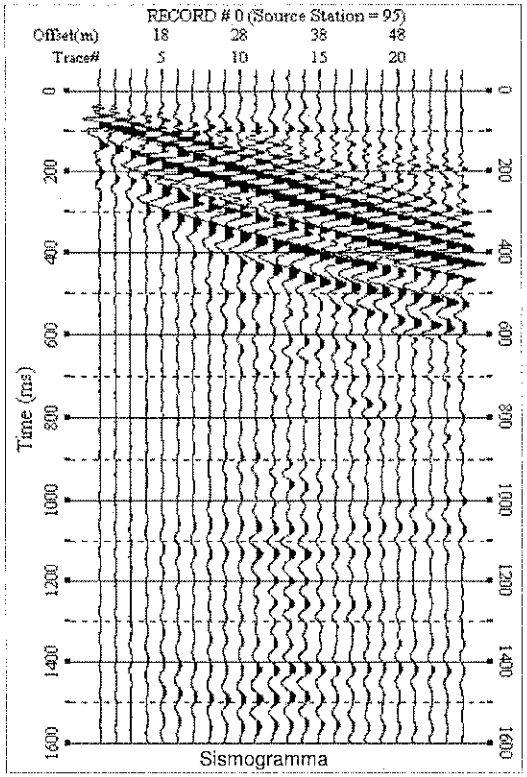


LEGENDA

Curva di dispersione misurata

Curva di dispersione calcolata

Velocità sismica delle onde S



Sismogramma

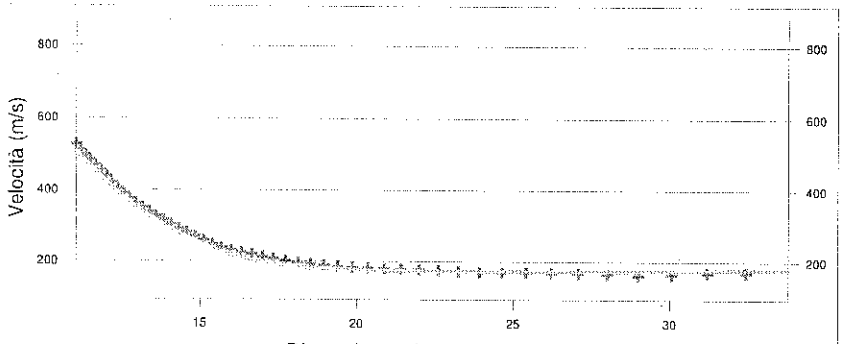
TABELLA DI CALCOLO VS30

Da Prof.	a Prof.	Vs	Hi/Vi
0	.9	324	.0029
.9	2.1	285	.0042
2.1	3.6	106	.014
3.6	5.5	304	.0061
5.5	7.8	441	.0053
7.8	10.7	491	.0059
10.7	14.3	533	.0068
14.3	18.9	610	.0074
18.9	24.5	716	.0079
24.5	30	1157	.0047

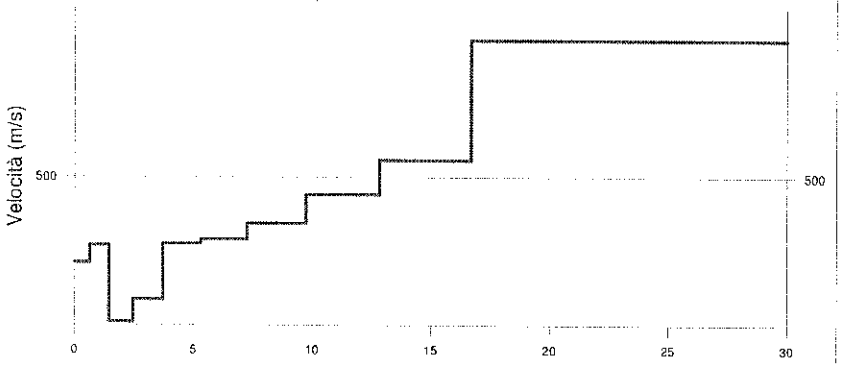
VALORE CALCOLATO VS30 = 459 m/s

PROVA SISMICA VS30		
Senna Comasco		
Cogeo - Como		
Prova MASW		
VELOCITA' DELLE ONDE S PROVA B2639		
All. 2/b	**Maggio 2007**	EEG e.r.l. GEOFISICA ELABORAZIONE DATI

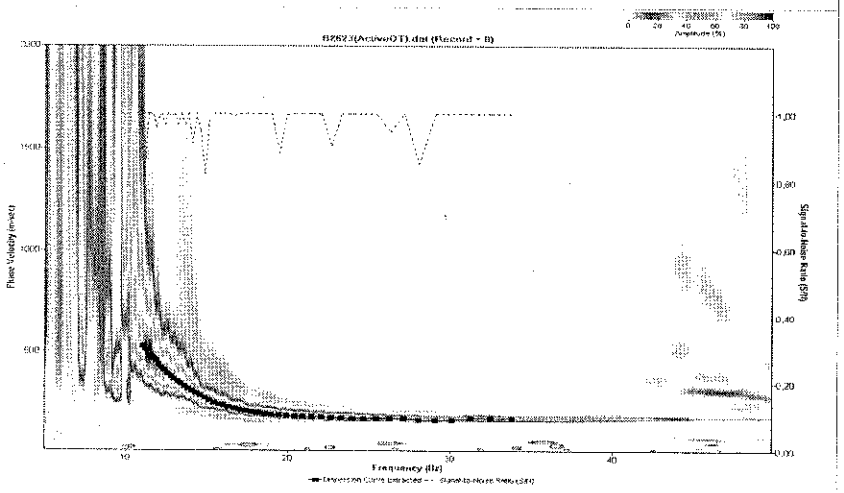
CO GEO



Dispersione misurata e calcolata



Modello Vs del terreno

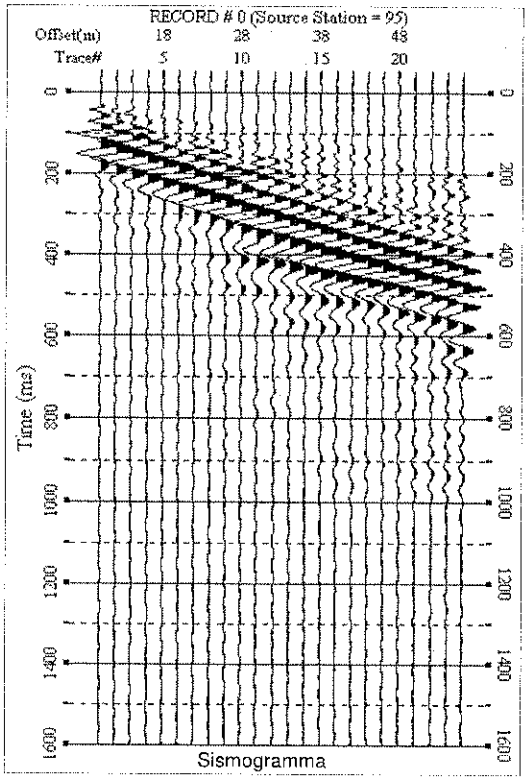


LEGENDA

Curva di dispersione misurata

Curva di dispersione calcolata

Velocità sismica delle onde S



Sismogramma

TABELLA DI CALCOLO VS30

Da Prof.	a Prof.	Vs	Hi/Vi
0	.6	261	.0025
.6	1.5	310	.0026
1.5	2.5	94	.0107
2.5	3.7	158	.008
3.7	5.3	315	.005
5.3	7.3	328	.006
7.3	9.8	369	.0067
9.8	12.8	452	.0068
12.8	16.7	546	.0071
16.7	30	877	.0152

VALORE CALCOLATO VS30 = 425 m/s

PROVA SISMICA VS30

Senna Comasco

Cogeo - Como

Prova MASW

VELOCITA' DELLE ONDE S
PROVA B2623

All. 2/a	Maggio 2007	EEG s.r.l. GEOFISICA ELABORAZIONE DATI

CO GEO

COMUNE DI SENNA COMASCO

Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio

(ai sensi della D.G.R. n. 8/1566 del 22/12/2005)

SCHEDE E ALLEGATI

agosto 2007

Schede captazioni idropotabili

1 – DATI IDENTIFICATIVI

N. riferimento e denominazione	4 - Pozzo Baragiola (comunale Casnate con Bernate)	
Località	Navedano	
Comune	Senna Comasco	
Provincia	Como	
Sezione CTR	B5a1	
Coordinate chilometriche da CTR	Latitudine	1 507 221
	Longitudine	5 067 024
Quota (m s.l.m.)	272.9	
Profondità (m da p.c.)	83	

2 – DATI FISICI CARATTERISTICI DELL'OPERA

Proprietario	Comune di Casnate con Bernate
Ditta esecutrice	/
Anno	1973
Stato	
Attivo	X
Disuso	
Cementato	
Altro	
Tipologia utilizzo	Potabile
Portata estratta (m^3/a e lt/s)	620.000 m^3/a - 26 l/s

Schema di completamento

Tubazioni

Tubazione n.	Diametro mm	Da metri	A metri	Filtri	Da metri	A metri
1	400	0	83	1	41	42
				2	52.5	56.5
				3	60	65
				4	69	71

Setti impermeabili

Tipo	Da metri	A metri
Cementazione	2	8

3 – STRATIGRAFIA

0.00	4.00	terreno di coltura
4.00	6.00	ghiaia asciutta
6.00	21.00	limo grigio
21.00	41.00	limo marrone
41.00	42.00	conglomerato fessurato
42.00	46.00	conglomerato compatto
46.00	52.50	limo
52.50	56.50	ghiaia acquifera
56.50	60.00	limo con ghiaia
60.00	65.00	ghiaia acquifera
65.00	68.00	argilla grigia
68.00	69.00	ghiaia con argilla
69.00	71.00	ghiaia acquifera
71.00	73.00	arenaria
73.00	83.00	marna (Gonfolite)

4 – SERIE STORICHE SOGGIACENZA E PARAMETRI IDROGEOLOGICI

Dati collaudo		Dati verifica (giugno 1993)		Dati verifica (giugno 1993)	
Portata	: 25 l/s	Portata	: 23 l/s	Portata	: 26 l/s
Livello statico	: 41.00 m	Livello statico	: 53.84 m	Livello statico	: 49.5 m
Livello dinamico	: 46.18 m	Livello dinamico	: 55.30 m	Livello dinamico	: 51.1 m

5 – IDROCHIMICA

COLLINE COMASCHE spa – Rapporto di prova del 13/04/2005

Parametri organolettici:

Torbidità: accettabile

Parametri chimico fisici:

Conducibilità elettrica 614 µS/cm; Concentrazione ioni idrogeno 7.7 unità PH;

Azoto ammoniacale < 20 mg/l;

Parametri concernenti sostanze indesiderate:

Nitriti IC <0.05 µg/l; Nitrati 26.0 mg/l; Antiparassitari: < 0.02 µg/l

Tricloroetilene e Tetracloroetilene < 1.0 µg/l; Trialometani totali < 1.0 µg/l; Ferro <10 µg/l

Parametri concernenti sostanze tossiche:

Piombo <5 µg/l

Parametri microbiologici:

Batteri coliformi a 37°C 0 UFC/100ml; Escherichia coli 0 UFC/100ml;

Enterococchi 0 UFC/100ml; Carica batterica totale a 37°C 0 UFC/1ml

6 – PERIMETRAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA

Criteri di perimetrazione (area di rispetto)					
Geometrico	X	Temporale		Idrogeologico	
Data del provvedimento di autorizzazione		07/12/2001 (Decreto n. 30867)			

Vedi Allegato 3

1 – DATI IDENTIFICATIVI

N. riferimento e denominazione	5 - Pozzo Navedano 1	
Località	C.na Volta	
Comune	Senna Comasco	
Provincia	Como	
Sezione CTR	B5a1	
Coordinate chilometriche da CTR	Latitudine	1 507 485
	Longitudine	5 066 820
Quota (m s.l.m.)	277.0	
Profondità (m da p.c.)	85 (tubato fino a 75)	

2 – DATI FISICI CARATTERISTICI DELL'OPERA

Proprietario	Colline Comasche s.p.a.
Ditta esecutrice	Ronchi
Anno	1979
Stato	
Attivo	X
Disuso	
Cementato	
Altro	
Tipologia utilizzo	Potabile
Portata estratta (m^3a e l/s)	600.000 m^3a - 28 l/s

Schema di completamento

Tubazioni

Tubazione n.	Diametro mm	Da metri	A metri	Filtri	Da metri	A metri
1	400	0	75	1	52	70

Setti impermeabili

Tipo	Da metri	A metri
Cementazione	0	15

3 – STRATIGRAFIA

0,00	0.75	terreno di coltura
0.75	8.50	argilla gialla con ciottoli
8.50	18.00	argilla limosa grigia con ciottoli
18.00	34.50	conglomerato alternato con arenaria, ghiaia e grossi ciottoli
34.50	42.00	ghiaia grossolana con ciottoli
42.00	63.00	ghiaia acquifera
63.00	68.00	ghiaia e sabbia acquifera
68.00	85.00	marna (Gonfolite)

4 – SERIE STORICHE SOGGIACENZA E PARAMETRI IDROGEOLOGICI

Dati collaudo (11/04/1979)		Dati verifica (giugno 1993)		Dati verifica (dicembre 2006)	
Portata	: 87 l/s (?)	Portata	: 26 l/s	Portata	: 25 l/s
Livello statico	: 38 m	Livello statico	: 58.05 m	Livello statico	: 56.4 m
Livello dinamico	: 46.5 m	Livello dinamico	: 62.55 m	Livello dinamico	: 61.6 m

5 – IDROCHIMICA

COLLINE COMASCHE spa – Rapporto di prova del 12/04/2005

Parametri organolettici:

Torbidità: accettabile

Parametri chimico fisici:

Conducibilità elettrica 550 µS/cm; Concentrazione ioni idrogeno 7.4 unità PH;

Azoto ammoniacale < 20 mg/l;

Parametri concernenti sostanze indesiderate:

Nitriti IC <0.05 µg/l; Nitrati 45.0 mg/l; Antiparassitari: 0.06 µg/l

Tricloroetilene e Tetracloroetilene < 1.0 µg/l; Trialometani totali < 1.0 µg/l; Ferro <10 µg/l

Parametri concernenti sostanze tossiche:

Piombo <5 µg/l

Parametri microbiologici:

Batteri coliformi a 37°C 0 UFC/100ml; Escherichia coli 0 UFC/100ml;

Enterococchi 0 UFC/100ml; Carica batterica totale a 37°C 0 UFC/1ml

6 – PERIMETRAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA

Criteri di perimetrazione (area di rispetto)					
Geometrico	X	Temporale		Idrogeologico	
Data del provvedimento di autorizzazione			07/12/2001 (Decreto n. 30867)		

Vedi Allegato 3

1 – DATI IDENTIFICATIVI

N. riferimento e denominazione	6 - Pozzo Navedano 2	
Località	Via	
Comune	Senna Comasco	
Provincia	Como	
Sezione CTR	B5a1	
Coordinate chilometriche da CTR	Latitudine	1 507 730
	Longitudine	5 067 555
Quota (m s.l.m.)	277.5	
Profondità (m da p.c.)	78	

2 – DATI FISICI CARATTERISTICI DELL'OPERA

Proprietario	Colline Comasche s.p.a.
Ditta esecutrice	/
Anno	1994
Stato	
Attivo	X
Disuso	
Cementato	
Altro	
Tipologia utilizzo	Potabile
Portata estratta (m^3a e l/s)	420.000 m^3a - 18 l/s

Schema di completamento

Tubazioni

Tubazione n.	Diametro mm	Da metri	A metri	Filtri	Da metri	A metri
1	400	0	72.5	1	55.5	61.5
				2	65.5	71.5

Setti impermeabili

Tipo	Da metri	A metri
Cementazione	0	20

3 – STRATIGRAFIA

0,00	0.40	terreno di coltura
0.40	6.20	ghiaia e sabbia limosa
6.20	10.50	limo grigio-nocciola
10.50	13.00	trovante
13.00	22.50	limo argilloso grigio con rari ciottoli
22.50	26.00	ghiaia e sabbia limosa
26.00	31.00	sabbia
31.00	35.50	ghiaia e sabbia con livelli arenacei
35.50	38.00	ghiaia con sabbia
38.00	44.00	ghiaia con livelli cementati
44.00	49.00	conglomerato
49.00	70.30	ghiaia e sabbia con ciottoli
70.30	72.50	sabbia limosa con ghiaia e ciottoli
72.50	75.00	ghiaia e sabbia
75.00	76.20	ghiaia e argilla nocciola
76.20	78.00	marna (Gonfolite)

4 – SERIE STORICHE SOGGIACENZA E PARAMETRI IDROGEOLOGICI

Dati collaudo (27/06/1994)		Dati verifica (dicembre 2006)	
Portata	: 22 l/s	Portata	: 15 l/s
Livello statico	: 55.5 m	Livello statico	: 56.4 m
Livello dinamico	: 62.0 m	Livello dinamico	: 63.2 m

5 – IDROCHIMICA

COLLINE COMASCHE spa – Rapporto di prova del 31/03/2005

Parametri organolettici:

Torbidità: accettabile

Parametri chimico fisici:

Conducibilità elettrica 585 µS/cm; Concentrazione ioni idrogeno 7.4 unità PH;

Azoto ammoniacale < 20 mg/l;

Parametri concernenti sostanze indesiderate:

Nitriti IC <0.05 µg/l; Nitrati 8.0 mg/l; Antiparassitari: < 0.02 µg/l

Tricloroetilene e Tetracloroetilene < 1.0 µg/l; Trialometani totali 1.0 µg/l; Ferro <10 µg/l

Parametri concernenti sostanze tossiche:

Piombo <5 µg/l

Parametri microbiologici:

Batteri coliformi a 37°C 0 UFC/100ml; Escherichia coli 0 UFC/100ml;

Enterococchi 0 UFC/100ml; Carica batterica totale a 37°C 0 UFC/1ml

6 – PERIMETRAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA

Criteri di perimetrazione (area di rispetto)					
Geometrico	X	Temporale		Idrogeologico	
Data del provvedimento di autorizzazione			07/12/2001 (Decreto n. 30867)		

Vedi Allegato 3

Altri pozzi

Dati stratigrafici

(vedi Allegato 1b)

1 - FONTANA

Comune	:	**Senna Comasco**
Proprietario	:	**Comune di Senna Comasco**
Anno costruzione	:	**1974**
Ditta costruttrice	:	**Della Torre Carlo**
Profondità	:	**33 m**
Diametro	:	**300 mm**
Filtri	:	**da –21 a –28.7 m (cementazione da –13 a – 16.5)**

Stratigrafia

da	a	
m		
0.00	1.00	terreno superficiale argilloso scuro
1.00	3.00	argilla con ciottoli
3.00	4.50	argilla mista e ghiaia
4.50	7.50	ghiaia
7.50	8.50	ghiaia commista con argilla
8.50	9.00	ghiaia
9.00	11.00	argilla con ciottoli
11.00	14.00	argilla con ghiaia e ciottoli
14.00	16.50	argilla fine, in parte sabbiosa, mista a ghiaia
16.50	20.50	argilla fine, in parte sabbiosa, con ciottoli e ghiaia
20.50	33.00	ghiaia e sabbia viva

2 - LA TINA (uso industriale)

Comune	:	**Senna Comasco**
Proprietario	:	**Comune di Senna Comasco**
Anno costruzione	:	**metà anni '60**
Ditta costruttrice	:	
Profondità	:	**4.15 m (colonna di anelli in calcestruzzo preforati)**
Diametro	:	**110 cm**
Filtri	:	

3 - **SOFIA** (uso industriale)

Comune	:	**Senna Comasco**
Proprietario	:	**Comune di Senna Comasco**
Anno costruzione	:	**1947**
Ditta costruttrice	:	
Profondità	:	**1.3 m (4 colonne di anelli in calcestruzzo preforati)**
Diametro	:	**82 cm**
Filtri	:	

7 – **GREEN FARM** (uso zootecnico)

Comune	:	**Senna Comasco**
Proprietario	:	**Azienda Agricola "The Green Farm"**
Anno costruzione	:	
Ditta costruttrice	:	**F.lli Corti s.a.s.**
Profondità	:	**44.0 m**
Diametro	:	
Filtri	:	**da –34 a –39 m (cementazione da –20 a – 24 m)**

Stratigrafia

da	a	
m		
0.00	2.00	terreno vegetale
2.00	8.00	sabbia limosa gialla
8.00	16.00	limo argilloso
16.00	20.00	limo e ciottoli
20.00	30.00	ghiaia e ciottoli
30.00	33.00	ghiaia e sabbia
33.00	39.00	ghiaia fine
39.00	40.00	ciottoli
40.00	44.00	sabbia argillosa

8 – BASSONE 3 (chiuso)

Comune	:	**Como**
Proprietario	:	**ACSM Como**
Anno costruzione	:	**1969**
Ditta costruttrice	:	
Profondità	:	**80.20 m**
Diametro	:	**350mm**
Filtri	:	**da –33 a –35 m; da –62 a –70 m**

Stratigrafia

da	a	
m		
0.00	3.00	terreno vegetale
3.00	5.00	argilla
5.00	6.00	sabbia
6.00	7.50	argilla e trovanti
7.50	11.50	sabbia e argilla
11.50	12.70	conglomerato
12.70	21.50	ghiaia argillosa
21.50	22.30	trovanti
22.30	33.00	ghiaia con argilla
33.00	35.60	ghiaia con sabbia
35.60	38.00	limo
38.00	39.70	argilla con ghiaia e ciottoli
39.70	41.00	ghiaia con sabbia
41.00	46.50	limo
46.50	48.00	ciottoli con argilla
48.00	52.00	limo con ciottoli
52.00	58.00	limo e sabbia
58.00	68.00	ghiaia e sabbia
68.00	69.00	trovanti
69.00	80.20	marna

9 – **BARAGGIA** (uso industriale)

Comune	:	**Como**
Proprietario	:	**Paviedil**
Anno costruzione	:	**1970**
Ditta costruttrice	:	**Della Torre Carlo**
Profondità	:	**52.00**
Diametro	:	**300 mm**
Filtri	:	**da –44.36 a –51.98 m**

Stratigrafia

da	a	
m		
0.00	0.50	terreno vegetale
0.50	1.50	limo grigio
1.50	24.70	argilla grigia con ciottoli
24.70	35.00	limo grigio
35.00	41.50	argilla con ciottoli e sabbia
41.50	42.50	sabbia gialla fine
42.50	43.50	conglomerato
43.50	52.00	sabbia e ghiaia a tratti cementata

10 – GALVANI (uso industriale)

Comune	:	**Como**
Proprietario	:	**Comune di Casnate con Bernate**
Anno costruzione	:	
Ditta costruttrice	:	**Fumagalli**
Profondità	:	**28.50**
Diametro	:	**350 mm**
Filtri	:	**da –20.50 a –22 m**

Stratigrafia

da	a	
m		
0.00	3.90	terreno vegetale
3.90	6.50	ghiaia e sabbia
6.50	19.90	argilla
19.90	21.40	trovanti
21.40	24.60	ghiaia argillosa
24.60	25.50	ghiaia
25.50	28.50	argilla

11 – CAMPAGNOLA (chiuso)

Comune	:	**Cucciago**
Proprietario	:	**Zerbi**
Anno costruzione	:	**1970**
Ditta costruttrice	:	
Profondità	:	**100.00**
Diametro	:	**300 mm**
Filtri	:	

Stratigrafia

da	a	
m		
0.00	11.50	ghiaia e sabbia
11.50	13.20	argilla con ciottoli
13.20	24.00	ghiaia e sabbia
24.00	54.00	limo grigio
54.00	69.50	conglomerato
69.50	100.00	ghiaia e sabbia

INDAGINI GEOGNOSTICHE

Diagrammi penetrometrici

(vedi Allegato 4)

Cliente: **Privato**

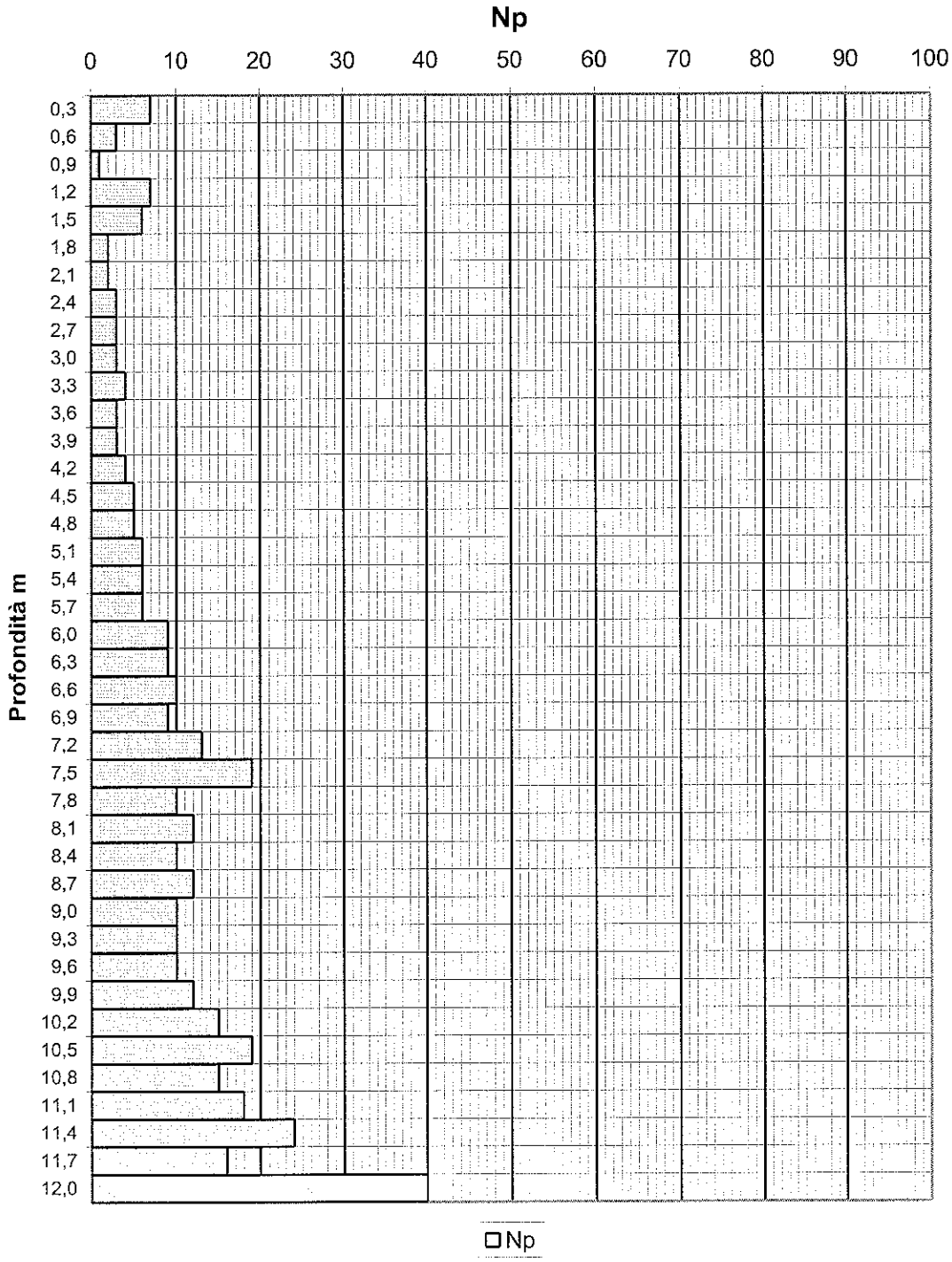
Prova n. **1**

Località: **Via Roma**

Data: **05/05/2000**

Livello falda: **- 6.1 m**

Prova penetrometrica SCPT



CO GEO

Studio associato di geologia
Via S. Fermo 65
22020 CAVALLASCA

tel. 031536344
fax 0312170119

GEOTECNICA

SCPT

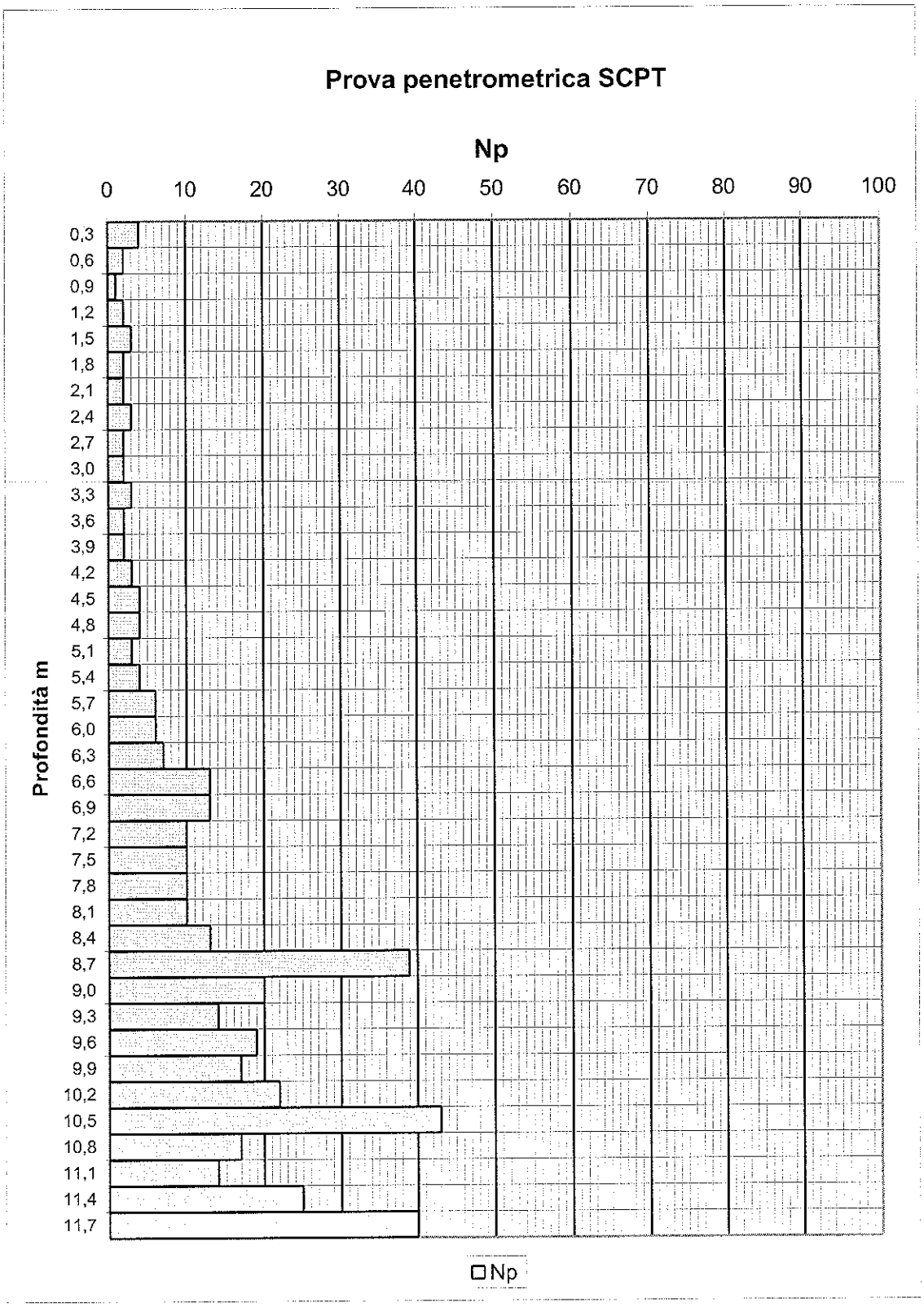
Cliente: **Privato**

Prova n. **2**

Località: **Via Roma**

Data: **05/05/2000**

Livello falda: **- 6.0 m**



CO GEO

Studio associato di geologia
Via S. Fermo 65
22020 CAVALLASCA

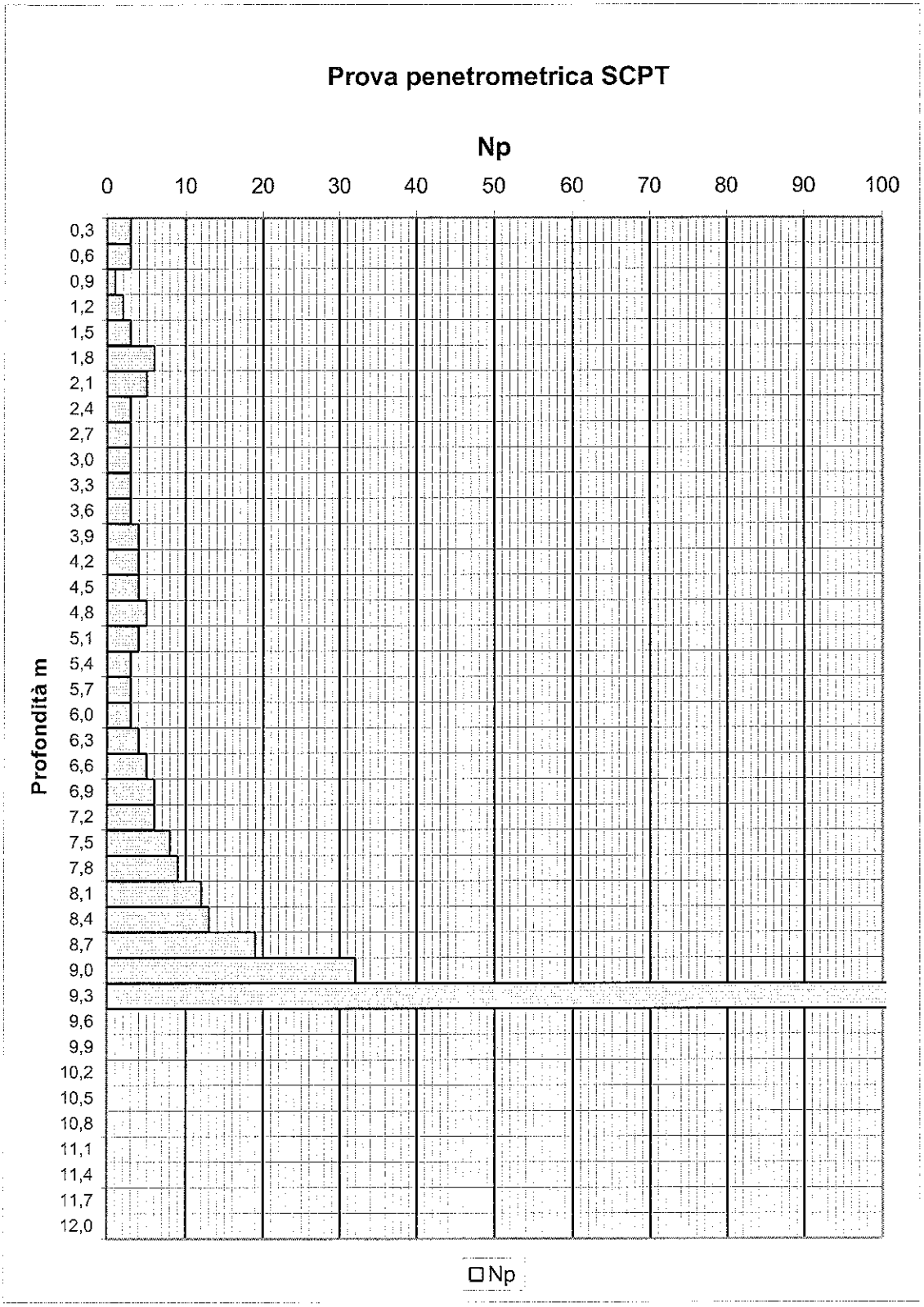
tel. 031536344
fax 0312170119

GEOTECNICA

SCPT

Cliente: **Privato** Prova n. **3**

Località: **Via Roma** Data: **05/05/2000** Livello falda: **- 6.9 m**



CO GEO
Studio associato di geologia
Via S. Fermo 65
22020 CAVALLASCA

tel. 031536344
fax 0312170119

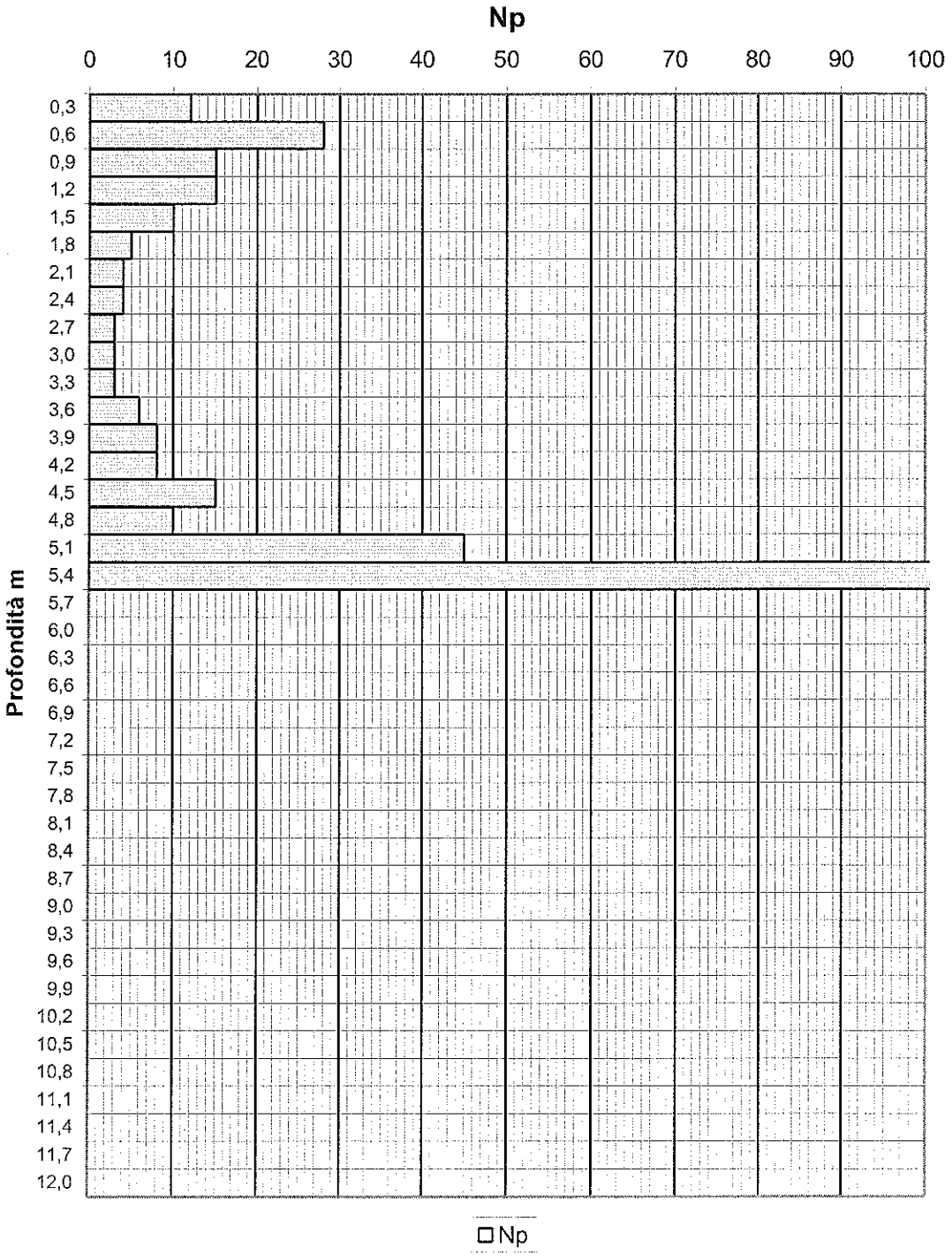
GEOTECNICA

SCPT

Cliente: **Privato** Prova n. **4**

Località: **Via Spadolini** Data: **21/06/2006** Livello falda: **n.r.**

Prova penetrometrica SCPT



CO GEO

Studio associato di geologia
Via S. Fermo 65
22020 CAVALLASCA

tel. 031536344
fax 0312170119

GEOTECNICA

SCPT

Cliente: **Privato**

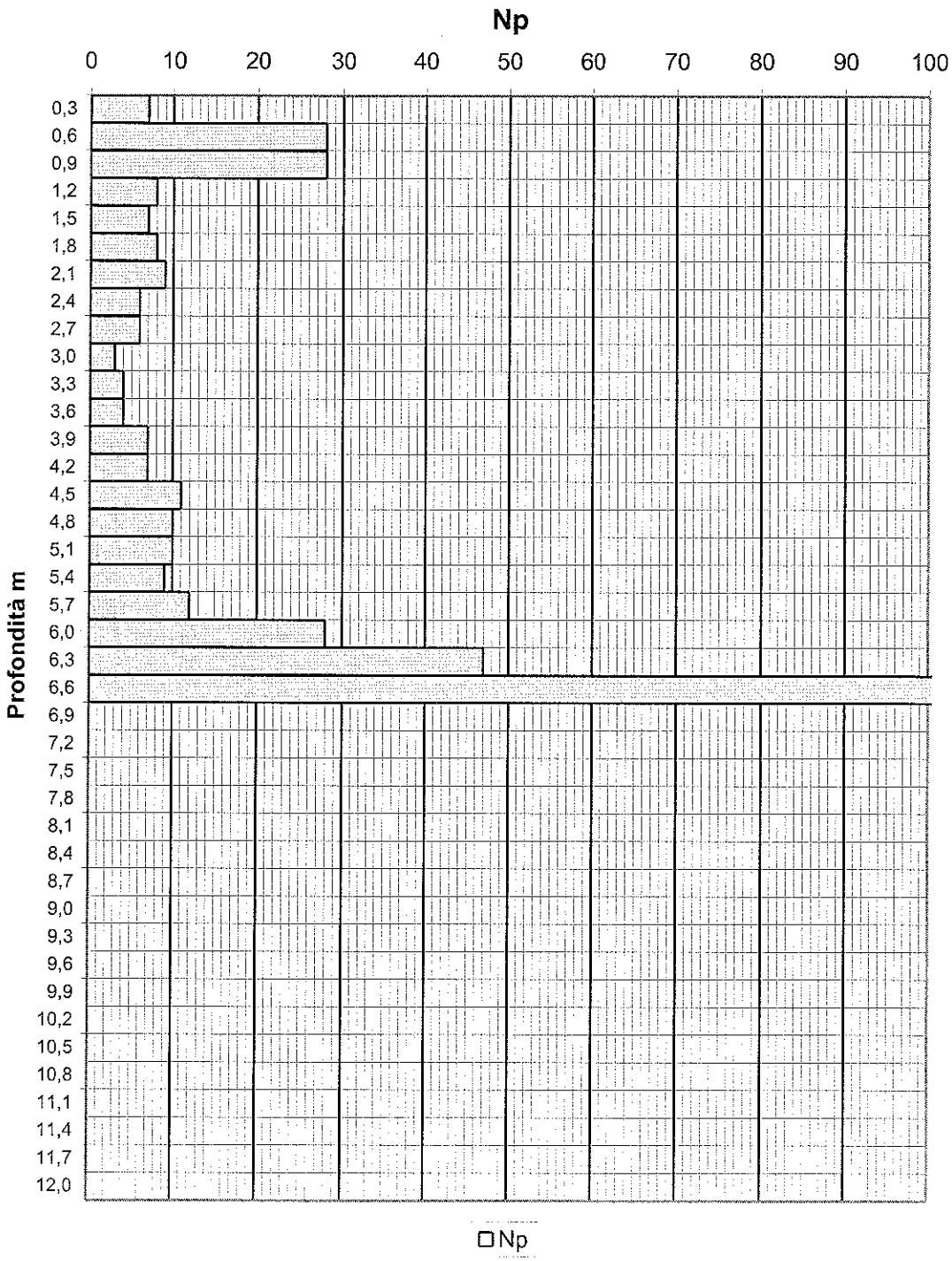
Prova n. **5**

Località: **Via Spadolini**

Data: **21/06/2006**

Livello falda: **n.r.**

Prova penetrometrica SCPT



CO GEO

Studio associato di geologia
Via S. Fermo 65
22020 CAVALLASCA

tel. 031536344
fax 0312170119

GEOTECNICA

SCPT

Cliente: **Amm. Comunale**

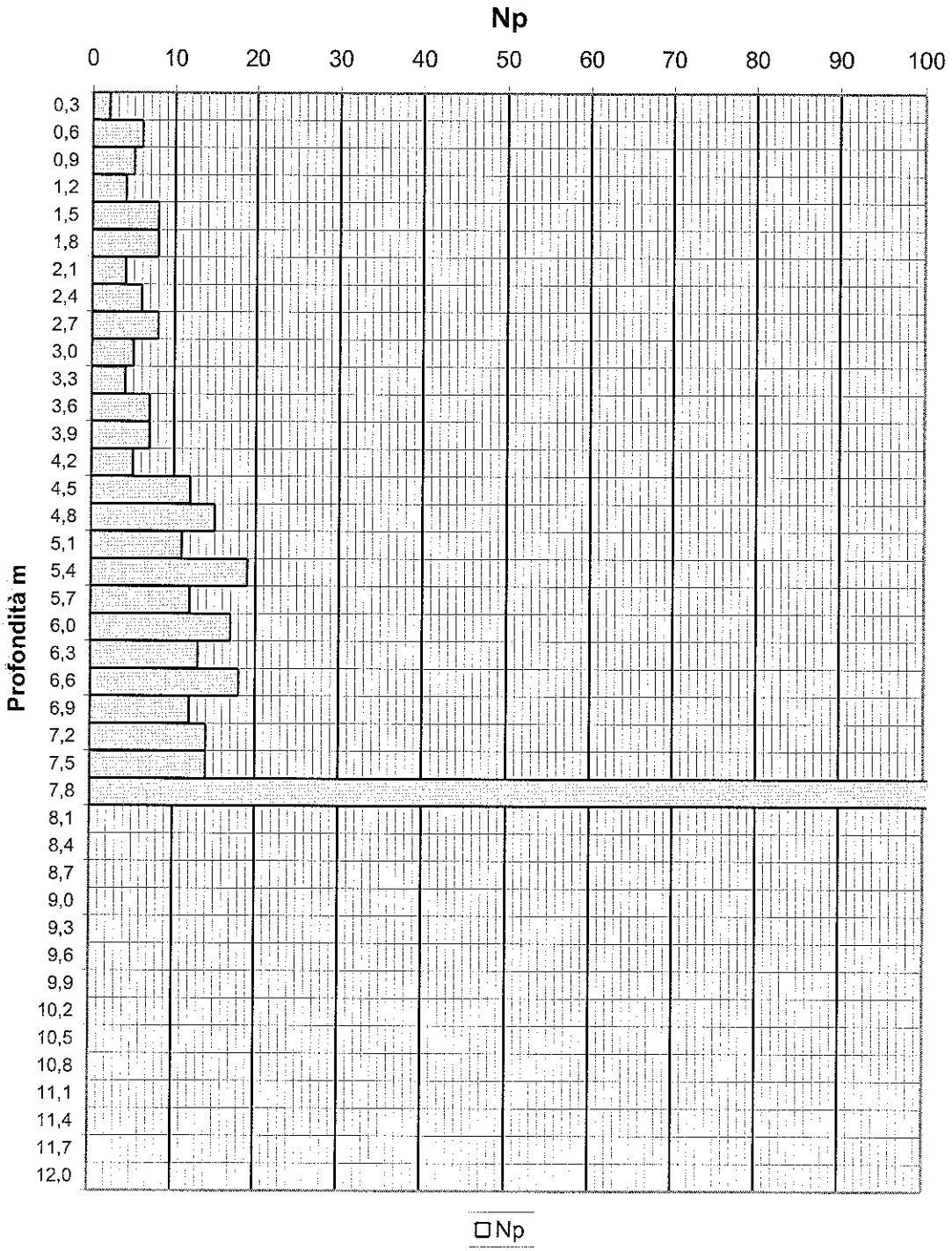
Prova n. **6**

Località: **Via Gaggio**

Data: **07/2006**

Livello falda: **n.r.**

Prova penetrometrica SCPT



CO GEO

Studio associato di geologia
Via S. Fermo 65
22020 CAVALLASCA

tel. 031536344
fax 0312170119

GEOTECNICA

SCPT

Cliente: **Amm. Comunale**

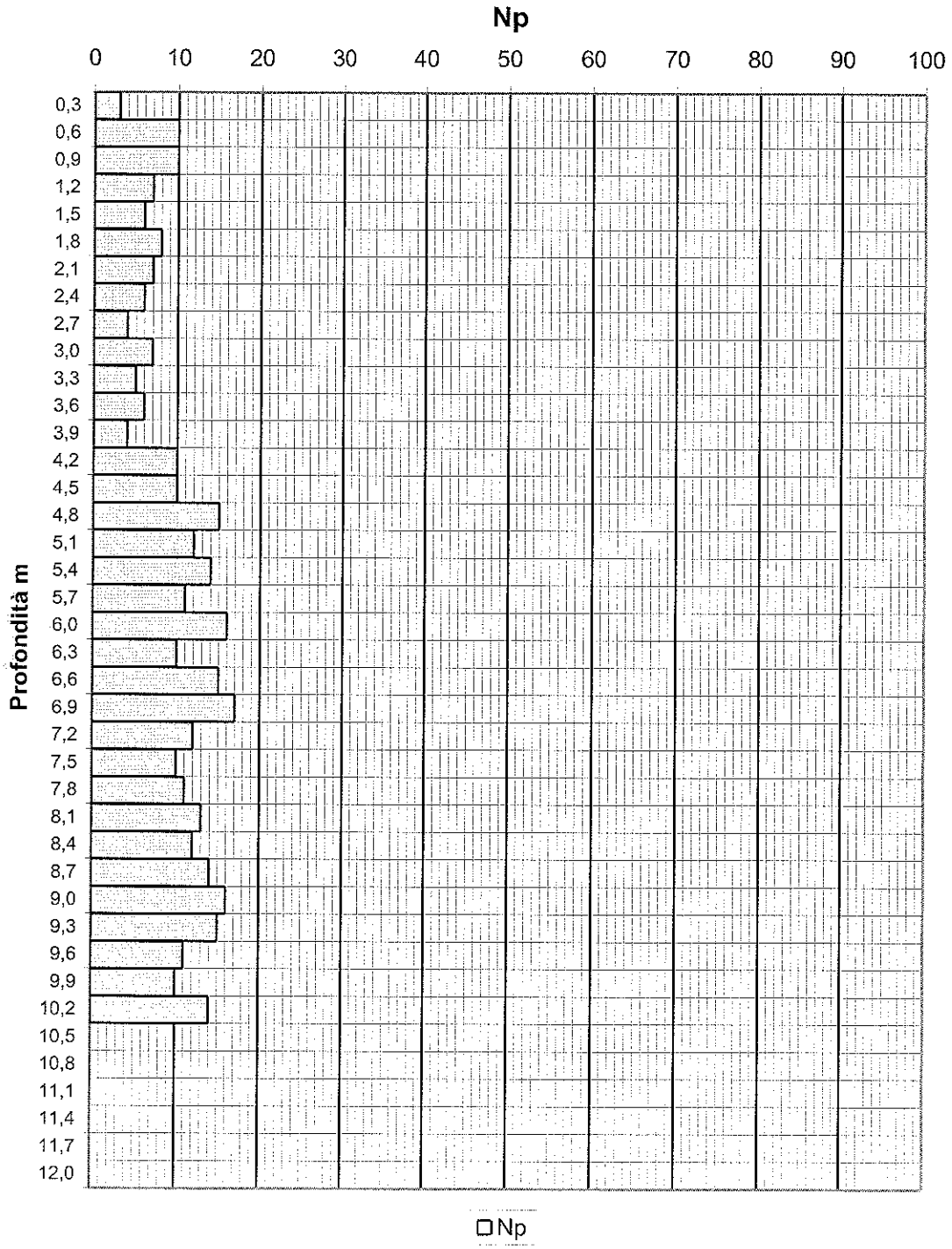
Prova n. **7**

Località: **Via Gaggio**

Data: **07/2006**

Livello falda: **n.r.**

Prova penetrometrica SCPT



CO GEO

Studio associato di geologia
Via S. Fermo 65
22020 CAVALLASCA

tel. 031536344
fax 0312170119

GEOTECNICA

SCPT

Cliente: **Amm. Comunale**

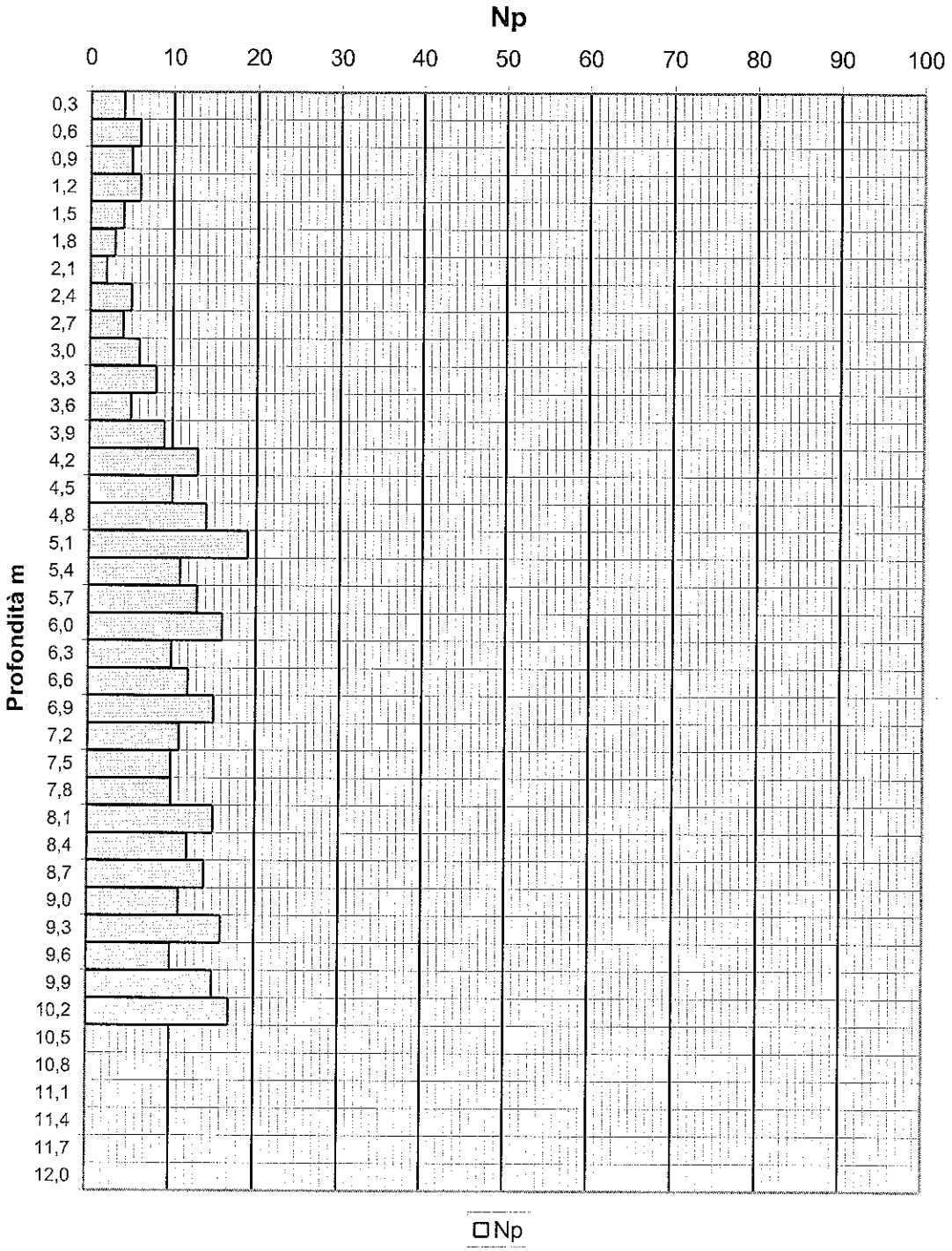
Prova n. **8**

Località: **Via Gaggio**

Data: **07/2006**

Livello falda: **n.r.**

Prova penetrometrica SCPT



CO GEO

Studio associato di geologia
Via S. Fermo 65
22020 CAVALLASCA

tel. 031536344
fax 0312170119

GEOTECNICA

SCPT

Cliente: **Amm. Comunale**

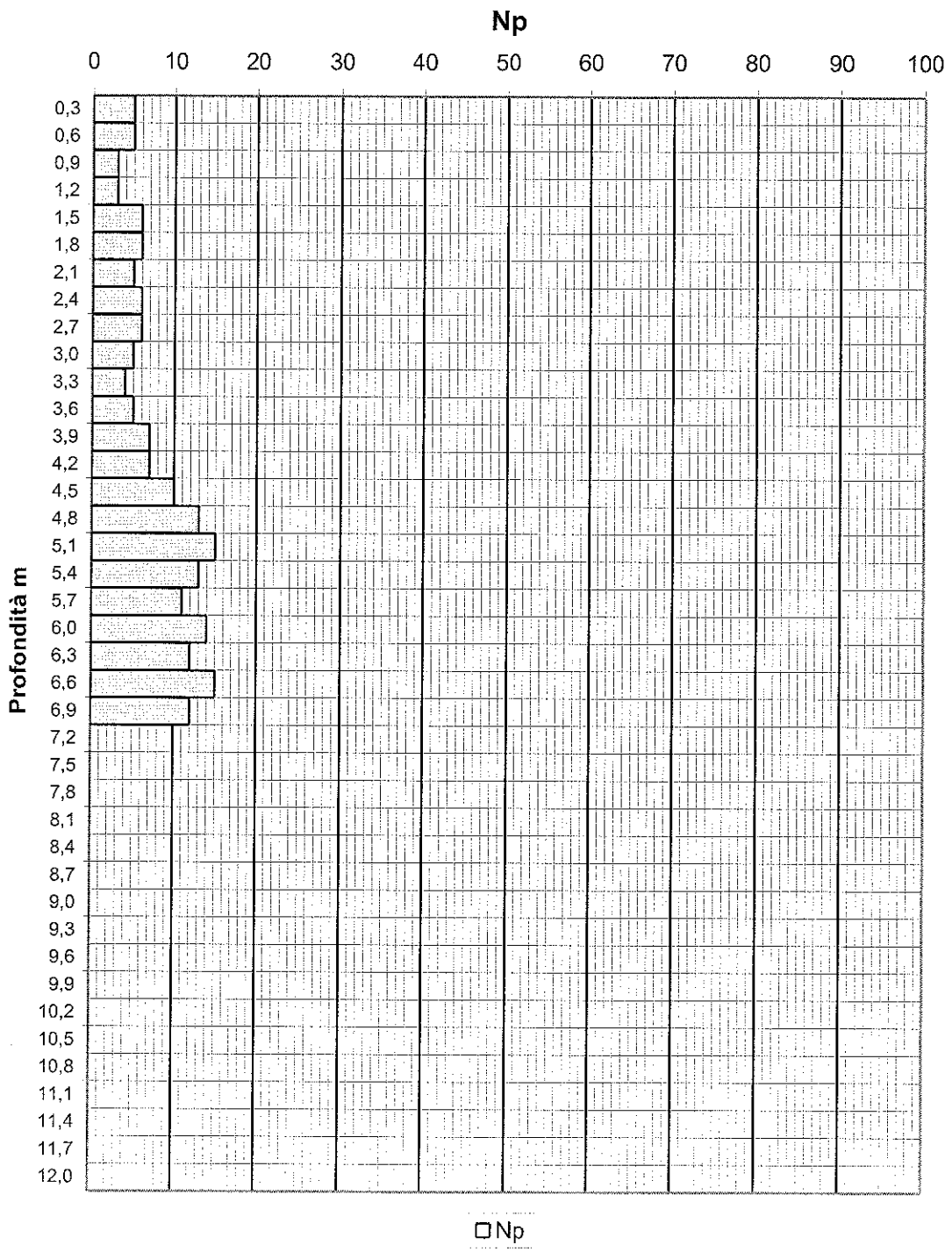
Prova n. **9**

Località: **Via Gaggio**

Data: **07/2006**

Livello falda: **n.r.**

Prova penetrometrica SCPT



CO GEO

Studio associato di geologia
Via S. Fermo 65
22020 CAVALLASCA

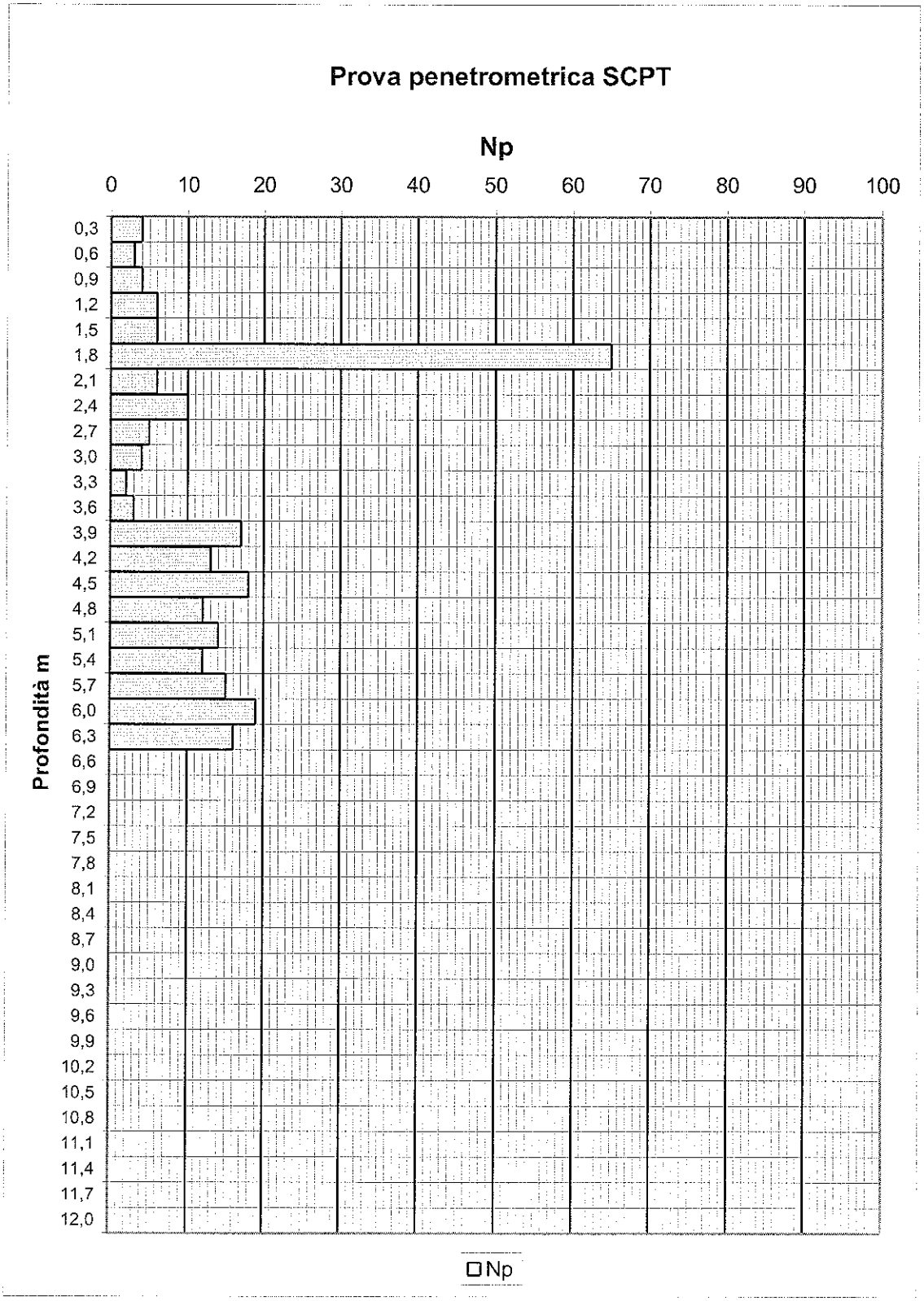
tel. 031536344
fax 0312170119

GEOTECNICA

SCPT

Cliente: **Amm. Comunale** Prova n. **10**

Località: **Via Gaggio** Data: **07/2006** Livello falda: **n.r.**



CO GEO
Studio associato di geologia
Via S. Fermo 65
22020 CAVALLASCA

tel. 031536344
fax 0312170119

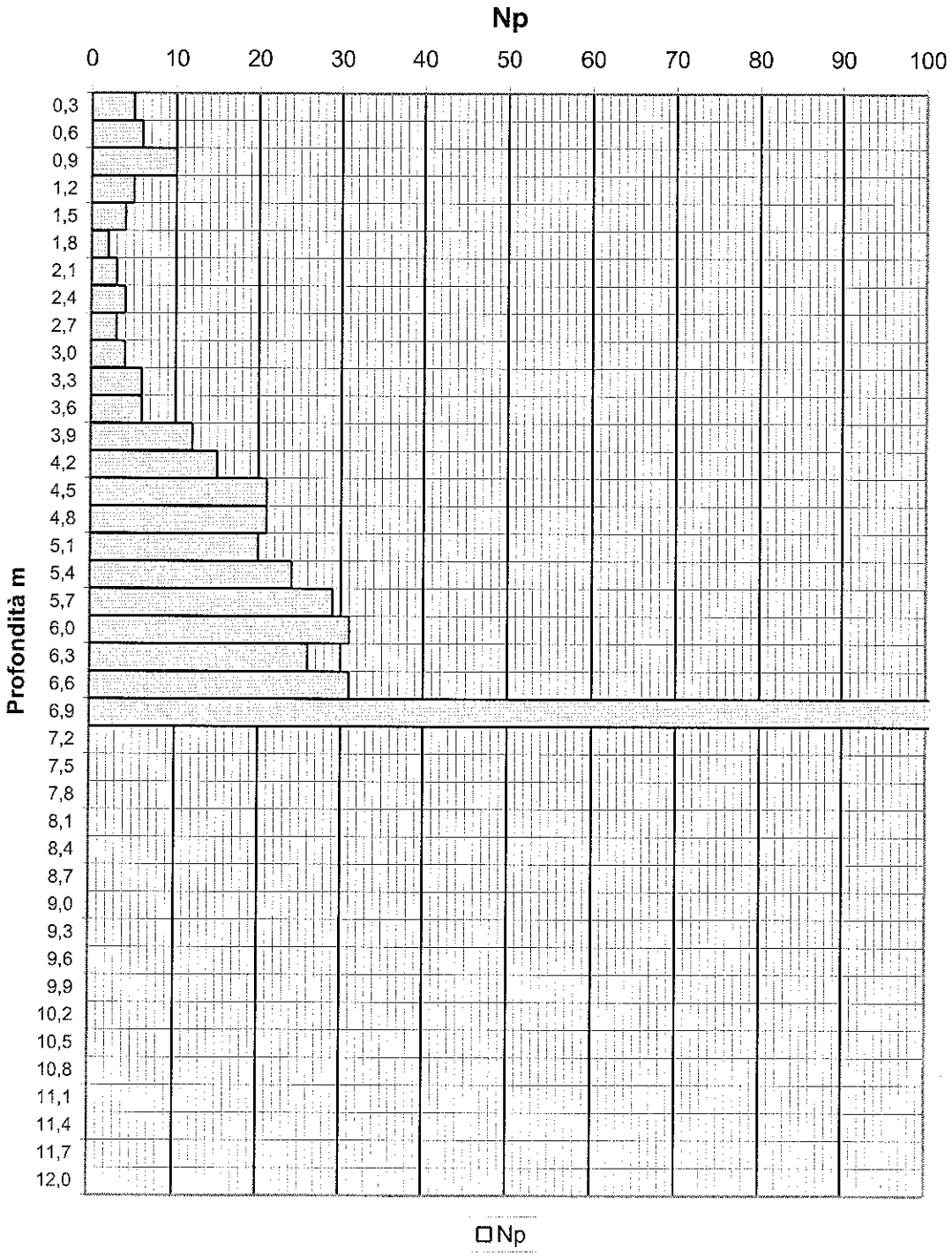
GEOTECNICA

SCPT

Cliente: **Amm. Comunale** Prova n. **11**

Località: **Via Gaggio** Data: **07/2006** Livello falda: **n.r.**

Prova penetrometrica SCPT



CO GEO
Studio associato di geologia
Via S. Fermo 65
22020 CAVALLASCA

tel. 031536344
fax 0312170119

GEOTECNICA

SCPT

Cliente: **PRIVATO**

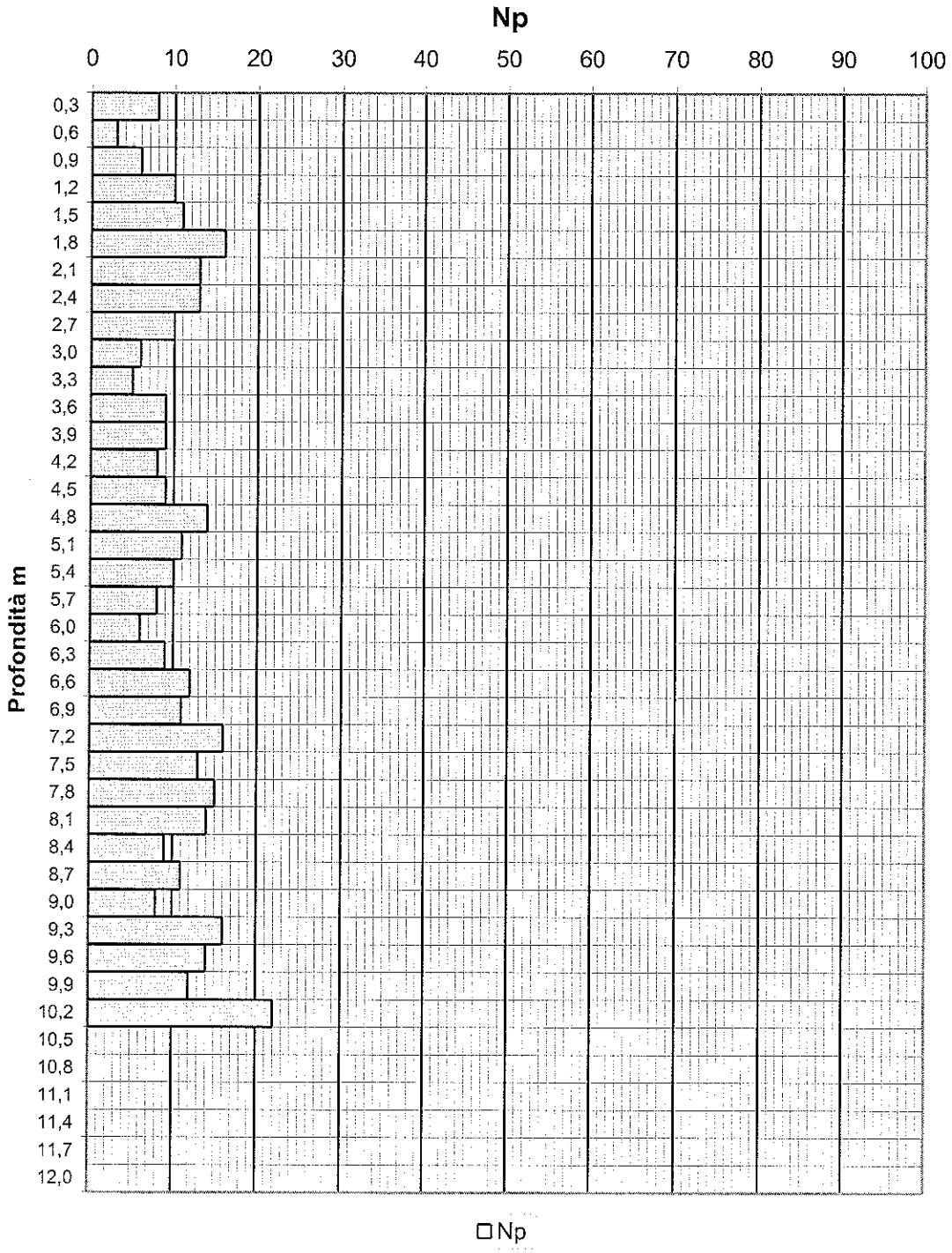
Prova n. **12**

Località: **Via Gaggio**

Data: **13/02/1998**

Livello falda: **- 3.8 m**

Prova penetrometrica SCPT



CO GEO

Studio associato di geologia
Via S. Fermo 65
22020 CAVALLASCA

tel. 031536344
fax 0312170119

GEOTECNICA

SCPT

Cliente: **PRIVATO**

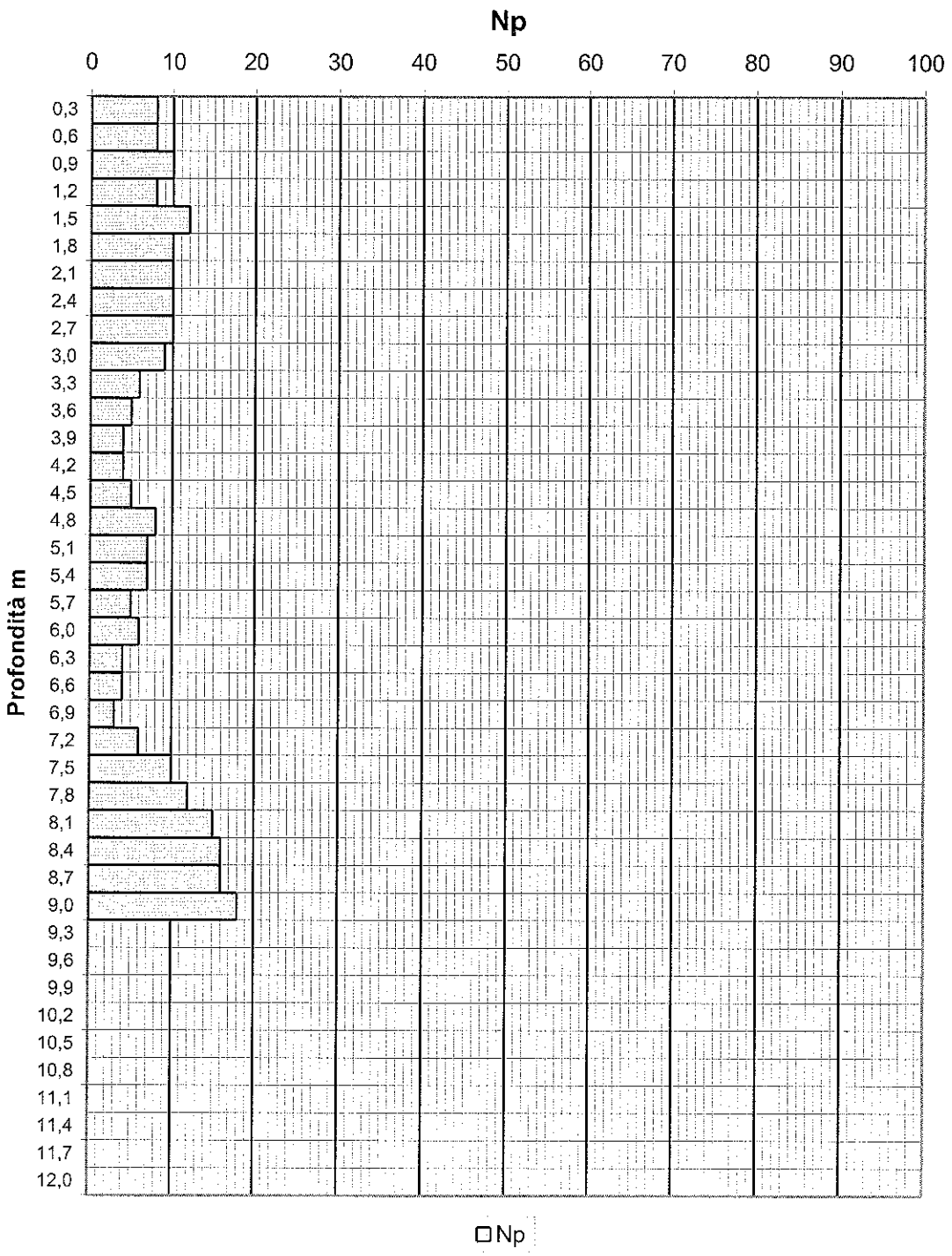
Prova n. **13**

Località: **Via Gaggio**

Data: **13/02/1998**

Livello falda: **- 3.0 m p.c.**

Prova penetrometrica SCPT



CO GEO

Studio associato di geologia
Via S. Fermo 65
22020 CAVALLASCA

tel. 031536344
fax 0312170119

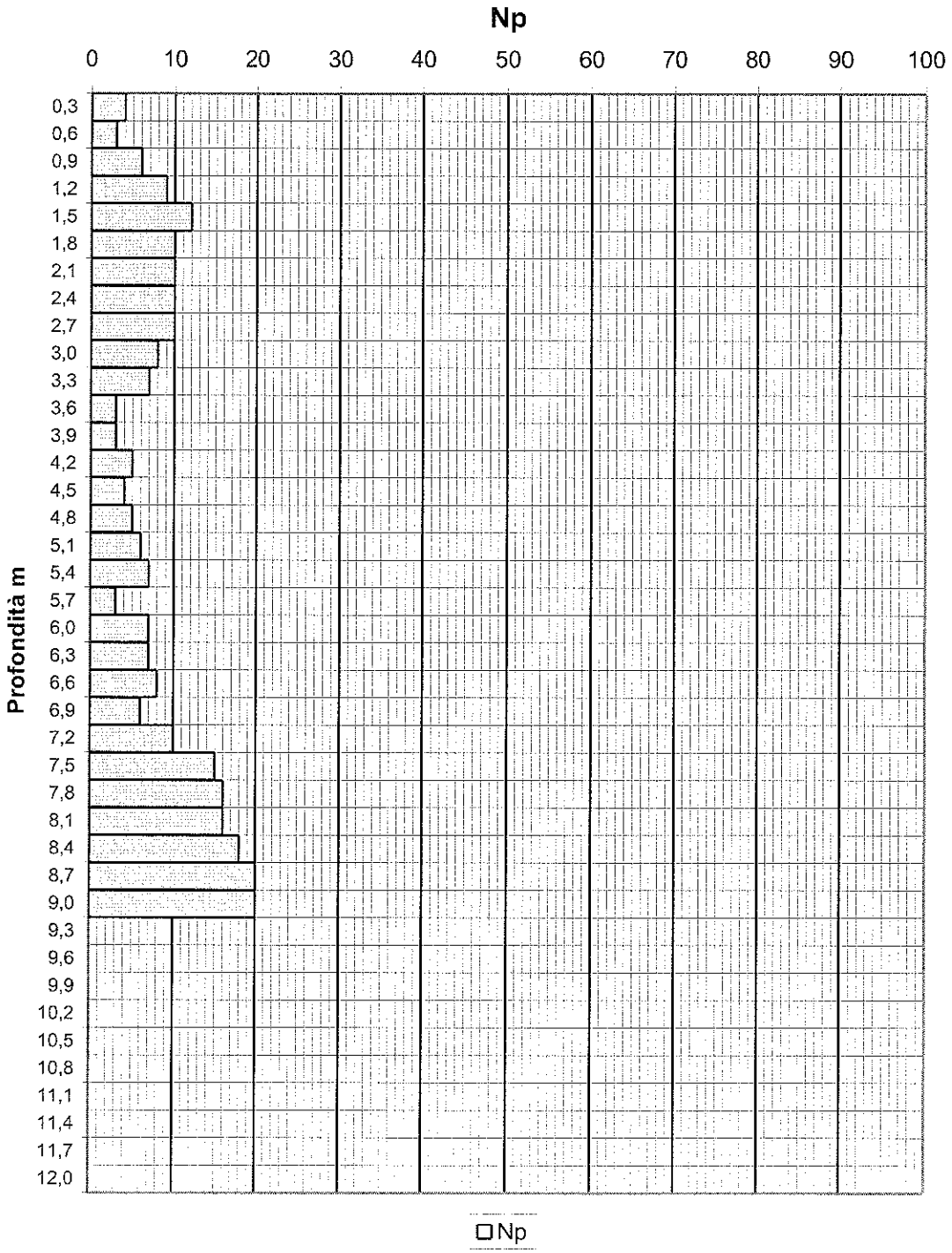
GEOTECNICA

SCPT

Cliente: **PRIVATO** Prova n. **14**

Località: **Via Gaggio** Data: **13/02/1998** Livello falda: **-3.0 m p.c.**

Prova penetrometrica SCPT



CO GEO
Studio associato di geologia
Via S. Fermo 65
22020 CAVALLASCA

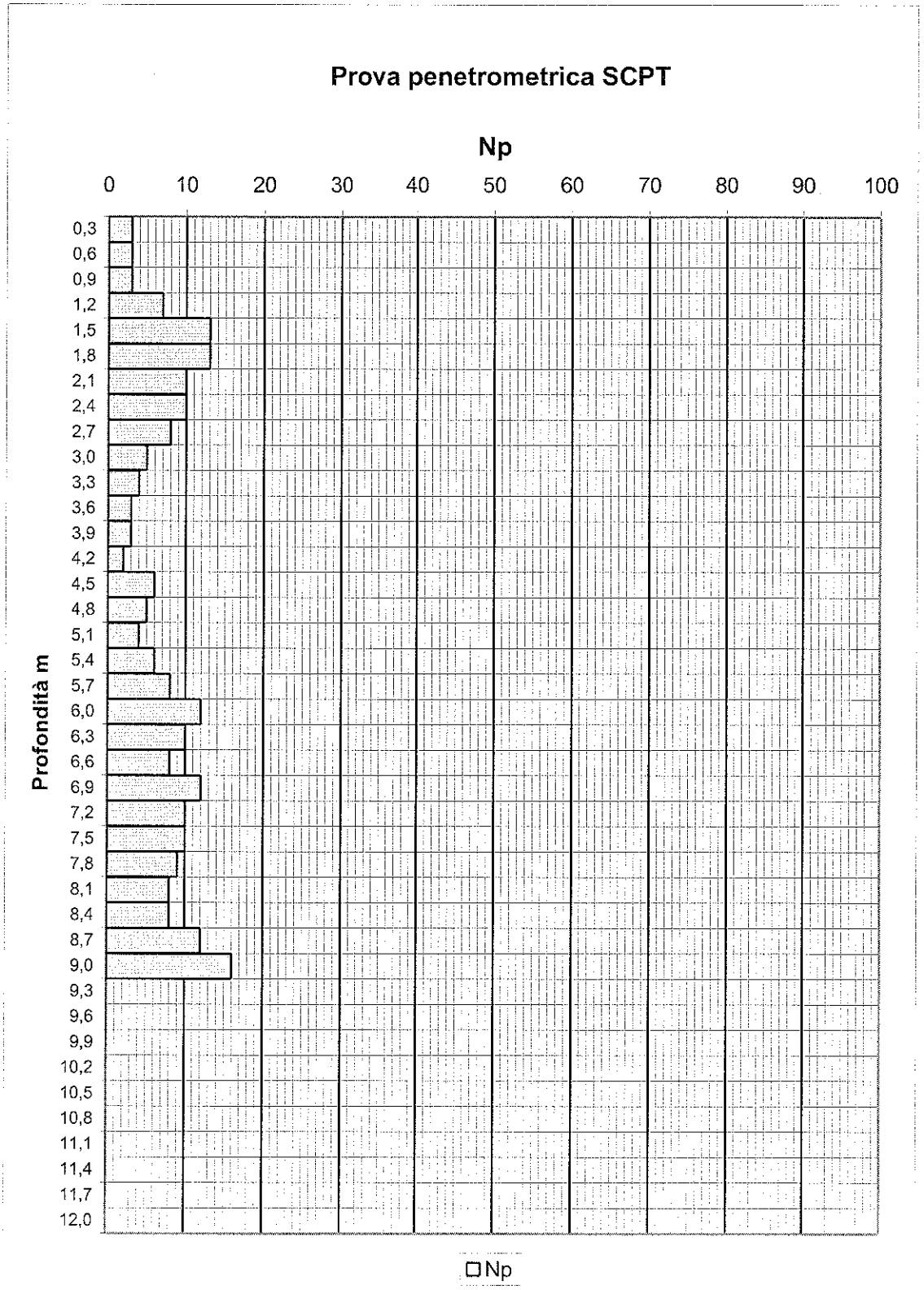
tel. 031536344
fax 0312170119

GEOTECNICA

SCPT

Cliente: **PRIVATO** Prova n. **15**

Località: **Via Gaggio** Data: **13/02/1998** Livello falda: **-3.0 m p.c.**



CO GEO
Studio associato di geologia
Via S. Fermo 65
22020 CAVALLASCA

tel. 031536344
fax 0312170119

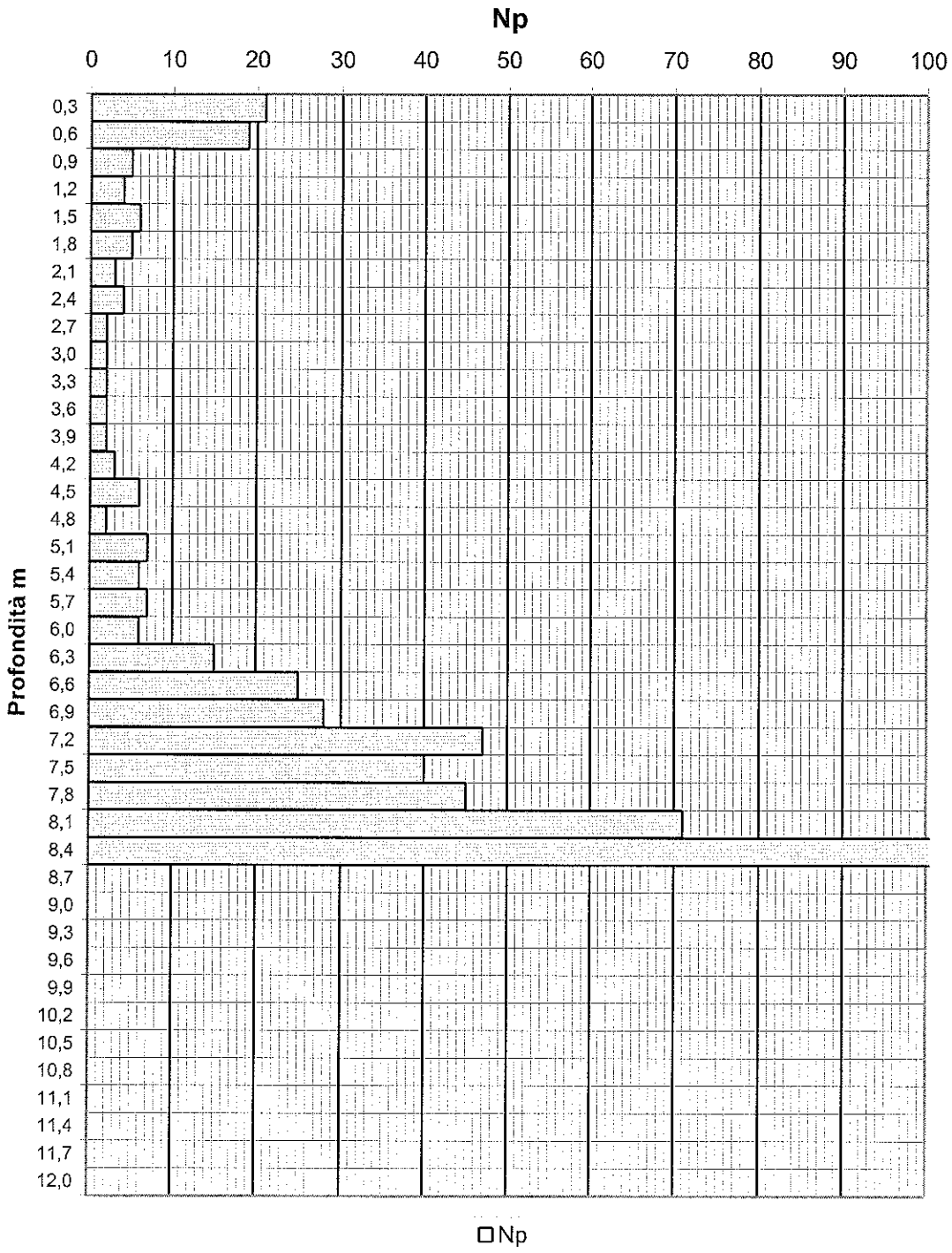
GEOTECNICA

SCPT

Cliente: **PRIVATO** Prova n. **16**

Località: **Zona Industriale** Data: **18/07/2001** Livello falda: **n.r.**

Prova penetrometrica SCPT



CO GEO
Studio associato di geologia
Via S. Fermo 65
22020 CAVALLASCA

tel. 031536344
fax 0312170119

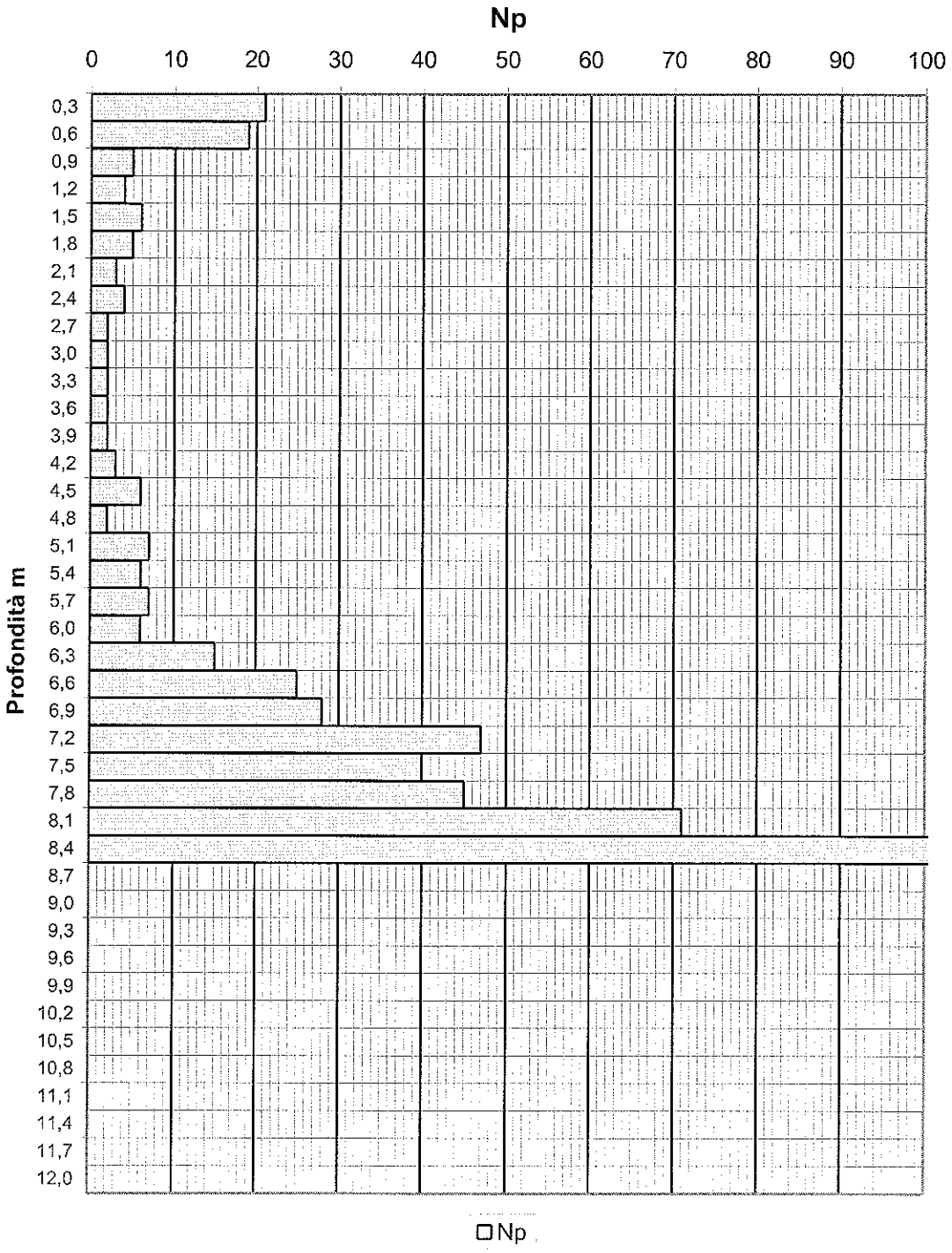
GEOTECNICA

SCPT

Cliente: **PRIVATO** Prova n. **17**

Località: **Zona Industriale** Data: **18/07/2001** Livello falda: **-1.6 m p.c.**

Prova penetrometrica SCPT



CO GEO

Studio associato di geologia
Via S. Fermo 65
22020 CAVALLASCA

tel. 031536344
fax 0312170119

GEOTECNICA

SCPT

Cliente: **PRIVATO**

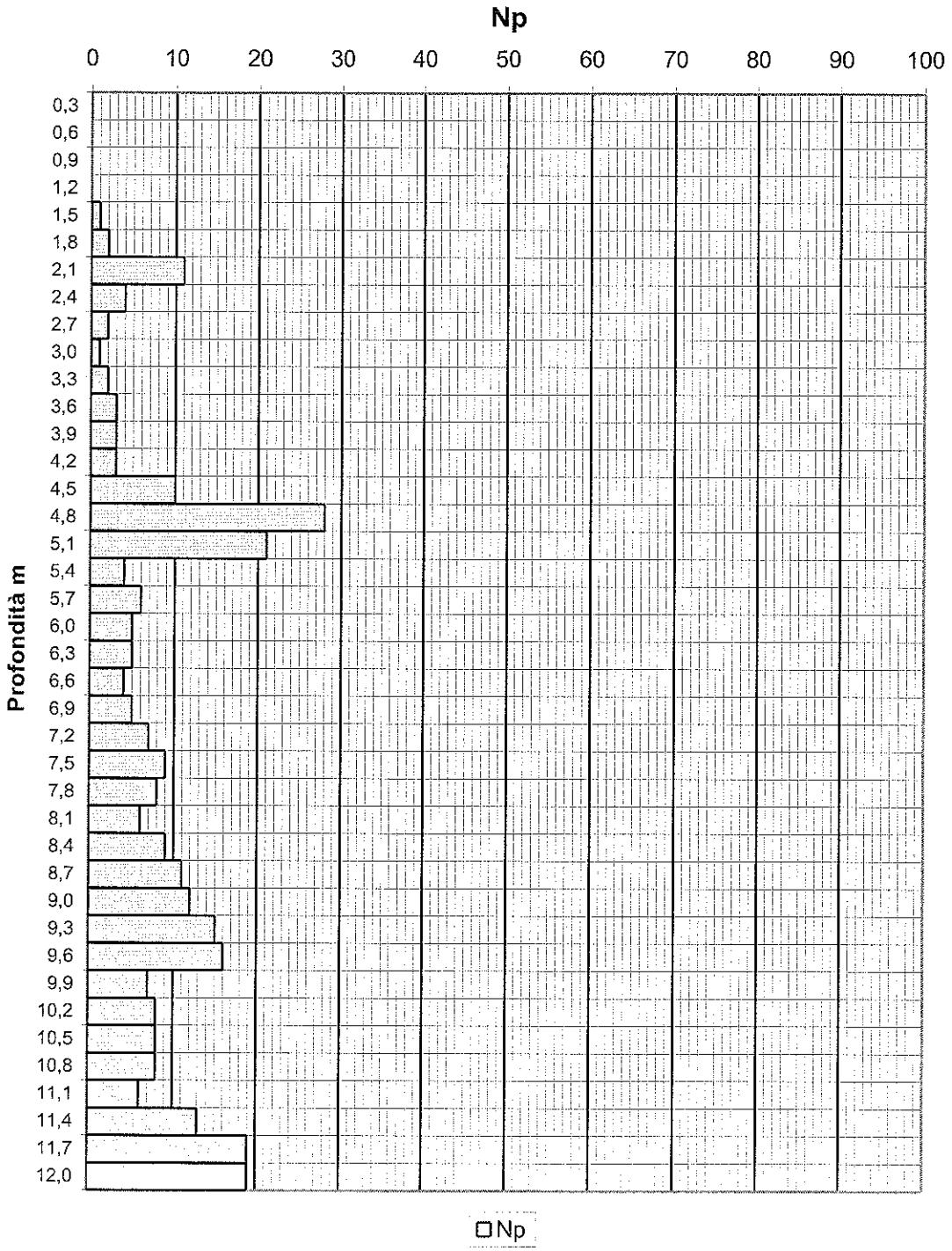
Prova n. **18**

Località: **Zona Industriale**

Data: **30/12/2003**

Livello falda: **-1.0 m p.c.**

Prova penetrometrica SCPT



CO GEO

Studio associato di geologia
Via S. Fermo 65
22020 CAVALLASCA

tel. 031536344
fax 0312170119

GEOTECNICA

SCPT

Cliente: **PRIVATO**

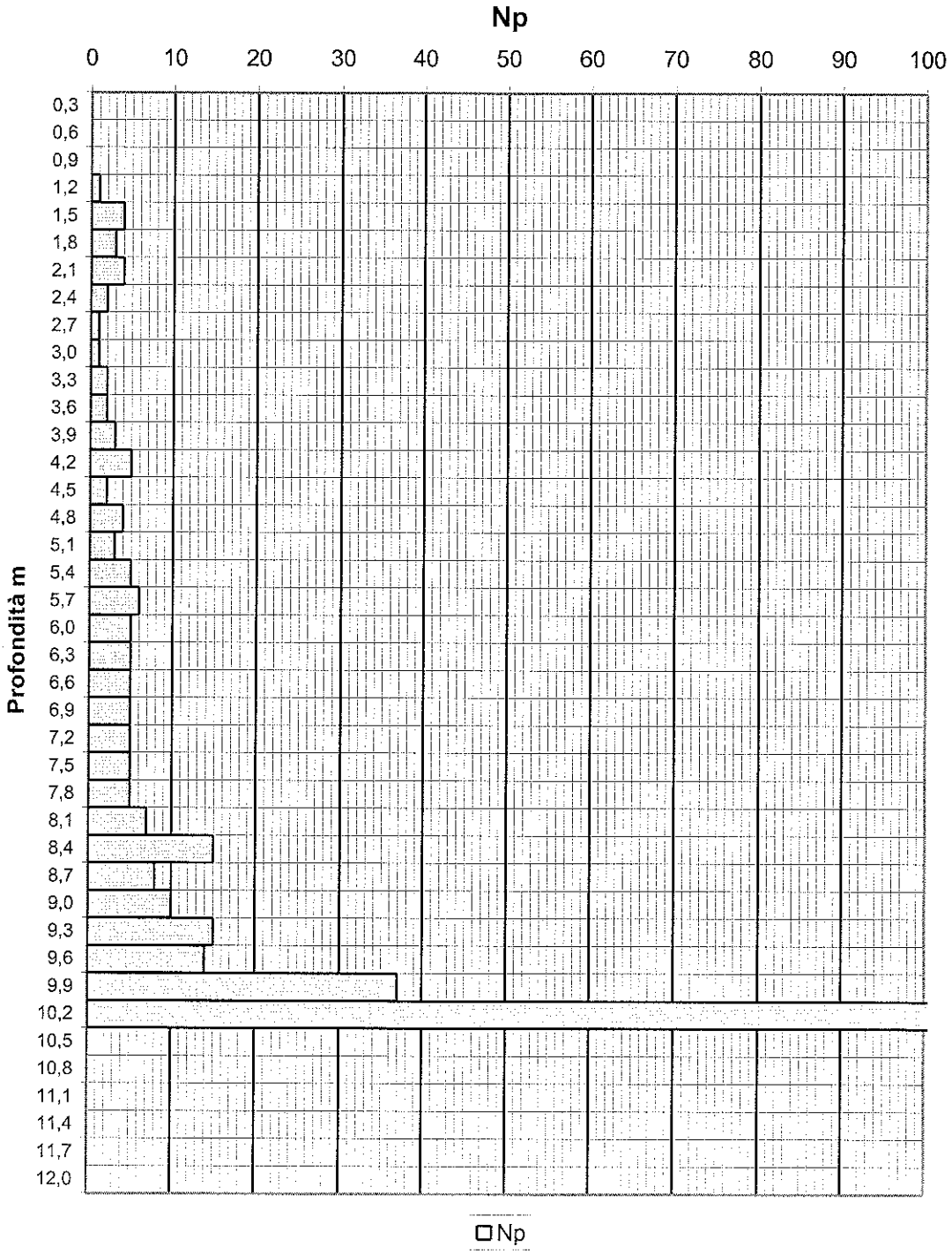
Prova n. **19**

Località: **Zona Industriale**

Data: **30/12/2003**

Livello falda: **-1.2 m p.c.**

Prova penetrometrica SCPT



CO GEO

Studio associato di geologia
Via S. Fermo 65
22020 CAVALLASCA

tel. 031536344
fax 0312170119

GEOTECNICA

SCPT

Cliente: **PRIVATO**

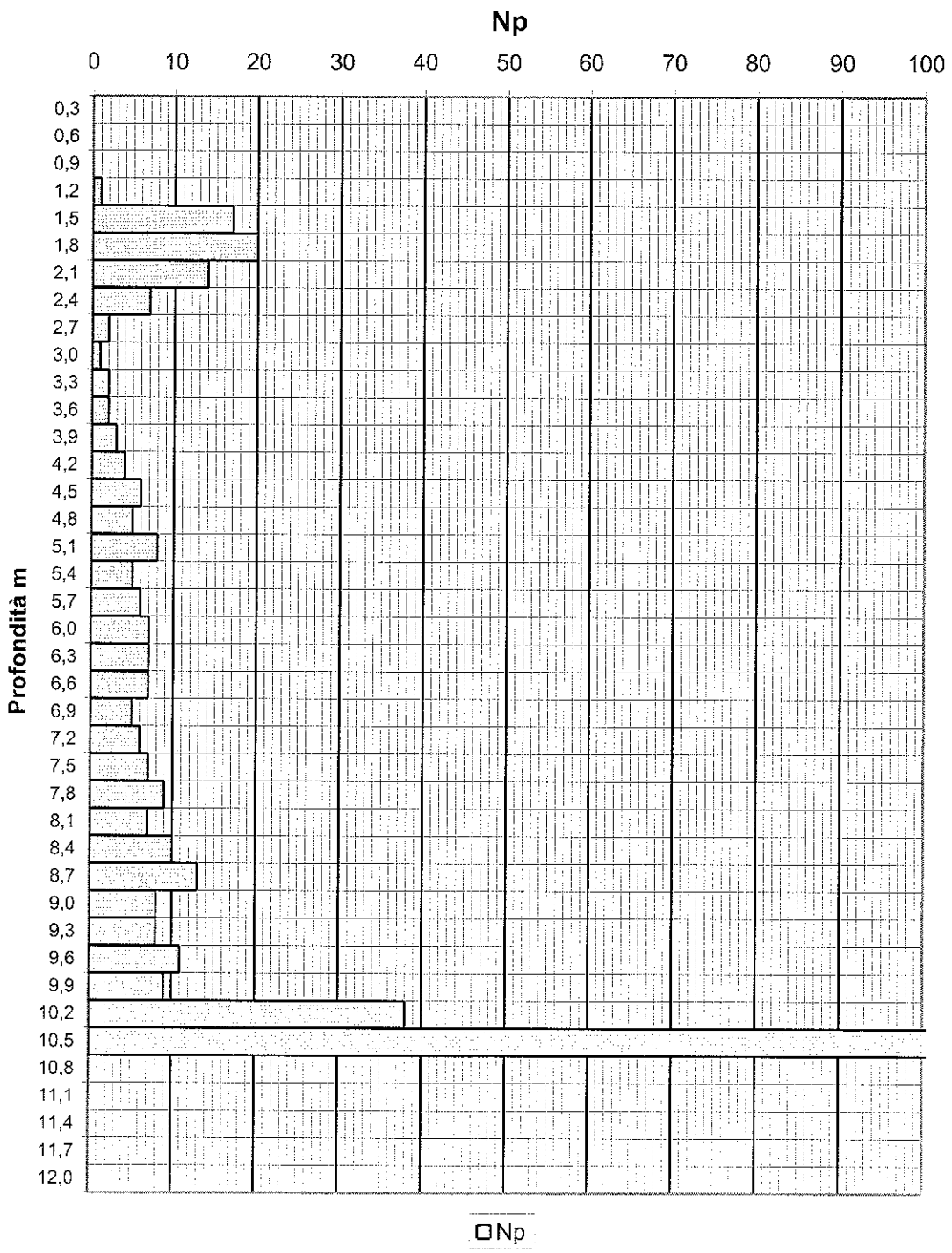
Prova n. **20**

Località: **Zona Industriale**

Data: **30/12/2003**

Livello falda: **n.r.**

Prova penetrometrica SCPT



CO GEO

Studio associato di geologia
Via S. Fermo 65
22020 CAVALLASCA

tel. 031536344
fax 0312170119

GEOTECNICA

SCPT

Cliente: **PRIVATO**

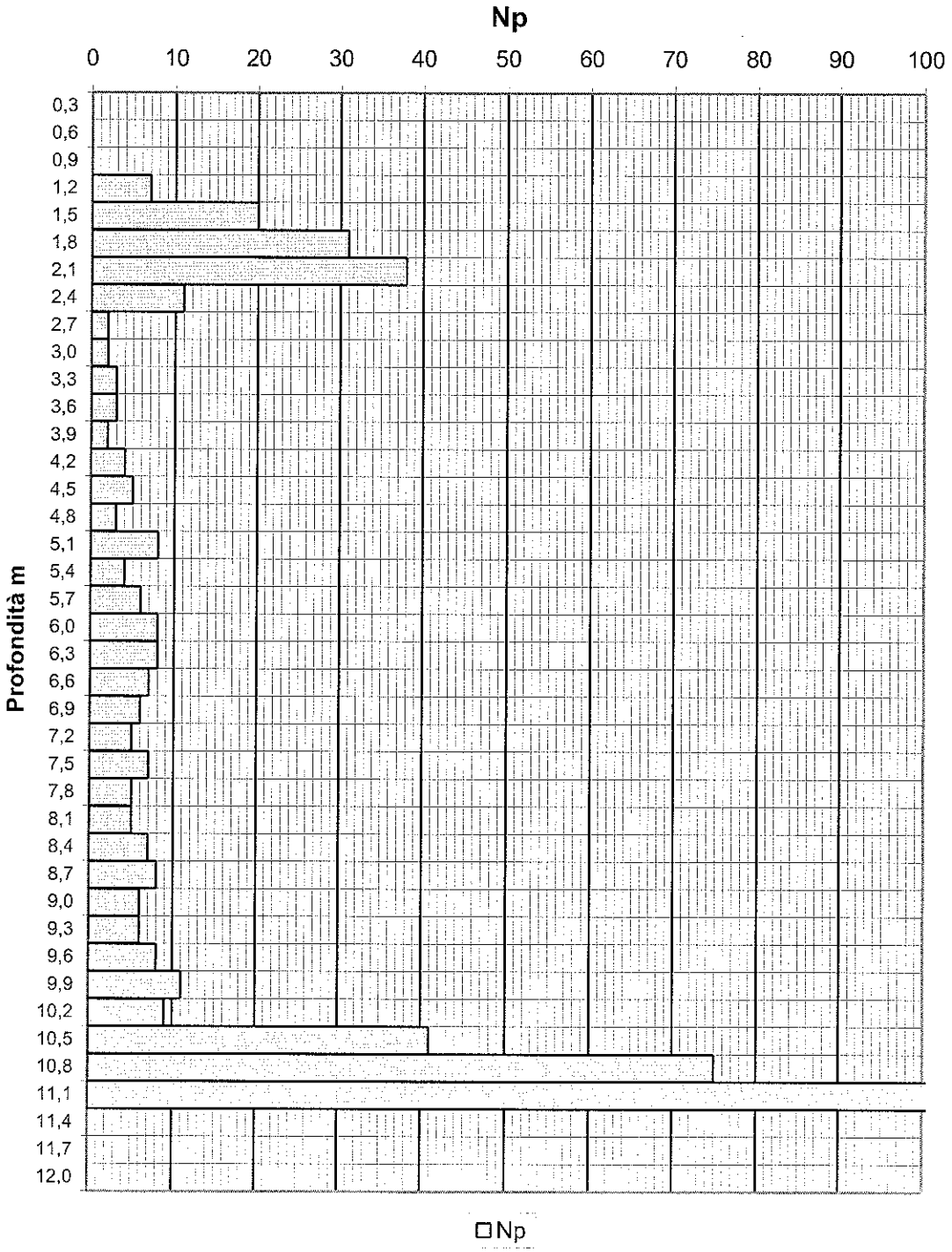
Prova n. **21**

Località: **Zona Industriale**

Data: **30/12/2003**

Livello falda: **-1.4 m p.c.**

Prova penetrometrica SCPT



CO GEO

Studio associato di geologia
Via S. Fermo 65
22020 CAVALLASCA

tel. 031536344
fax 0312170119

GEOTECNICA

SCPT

Cliente: **PRIVATO**

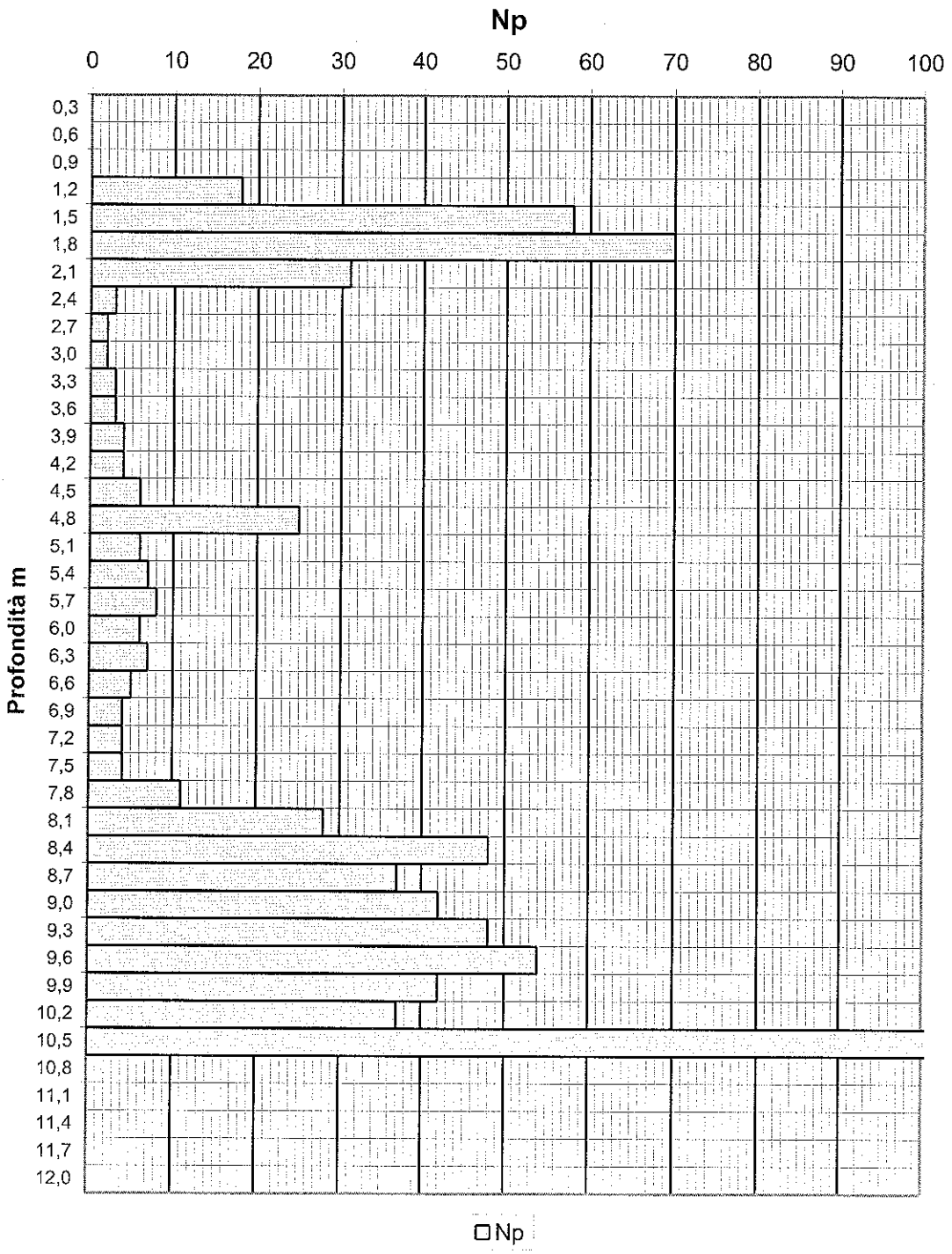
Prova n. **22**

Località: **Zona Industriale**

Data: **30/12/2003**

Livello falda: **n.r.**

Prova penetrometrica SCPT



CO GEO

Studio associato di geologia
Via S. Fermo 65
22020 CAVALLASCA

tel. 031536344
fax 0312170119

GEOTECNICA

SCPT

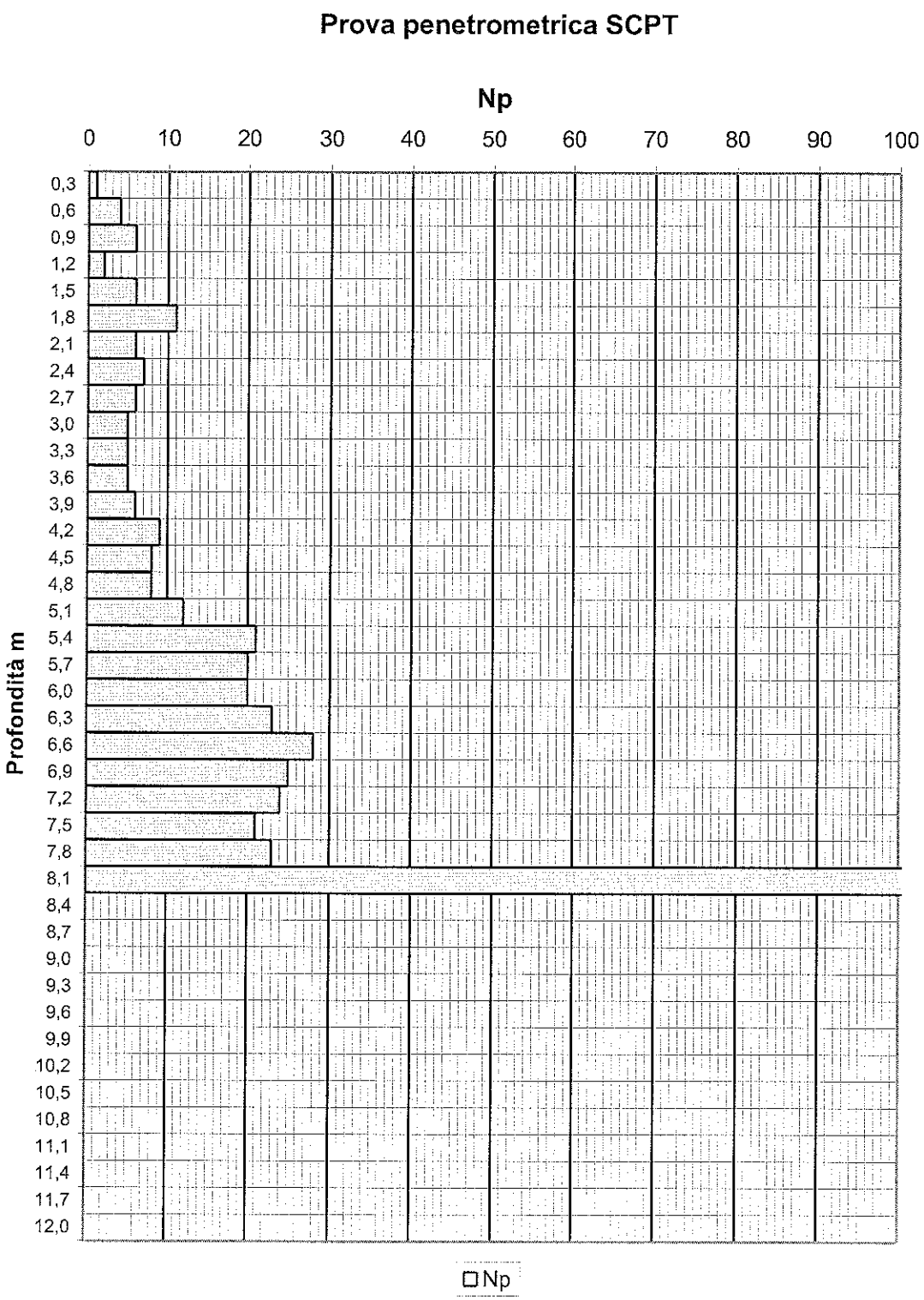
Cliente: **PRIVATO**

Prova n. **23**

Località: **Via Casnate**

Data: **30/06/1999**

Livello falda: **n.r.**



CO GEO

Studio associato di geologia
Via S. Fermo 65
22020 CAVALLASCA

tel. 031536344
fax 0312170119

GEOTECNICA

SCPT

Cliente: **PRIVATO**

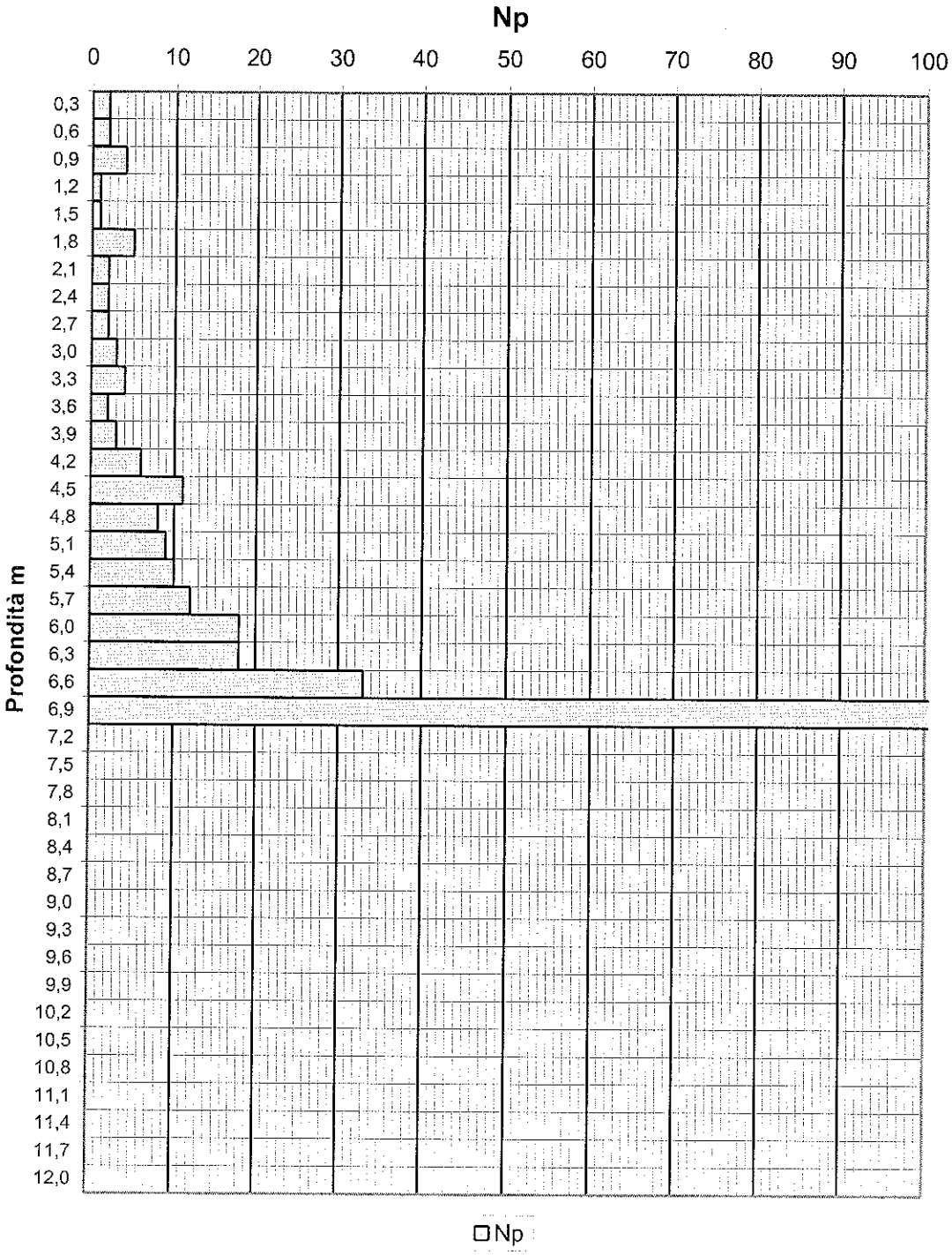
Prova n. **24**

Località: **Via Casnate**

Data: **30/06/1999**

Livello falda: **-3 m p.c.**

Prova penetrometrica SCPT



CO GEO

Studio associato di geologia
Via S. Fermo 65
22020 CAVALLASCA

tel. 031536344
fax 0312170119

GEOTECNICA

SCPT

Cliente: **PRIVATO**

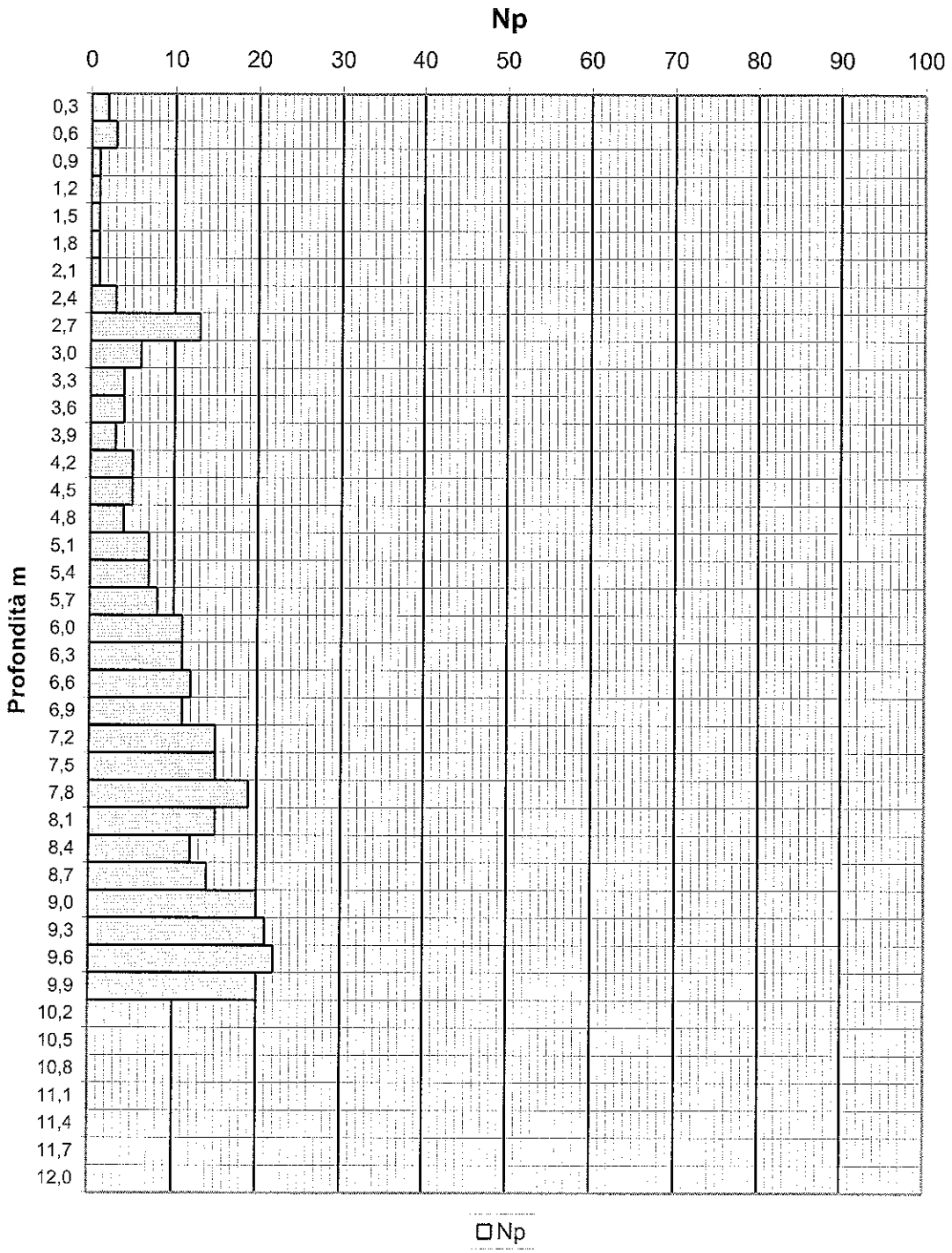
Prova n. **25**

Località: **Via Casnate**

Data: **30/06/1999**

Livello falda: **-3.0 m p.c.**

Prova penetrometrica SCPT



CO GEO

Studio associato di geologia
Via S. Fermo 65
22020 CAVALLASCA

tel. 031536344
fax 0312170119

GEOTECNICA

SCPT

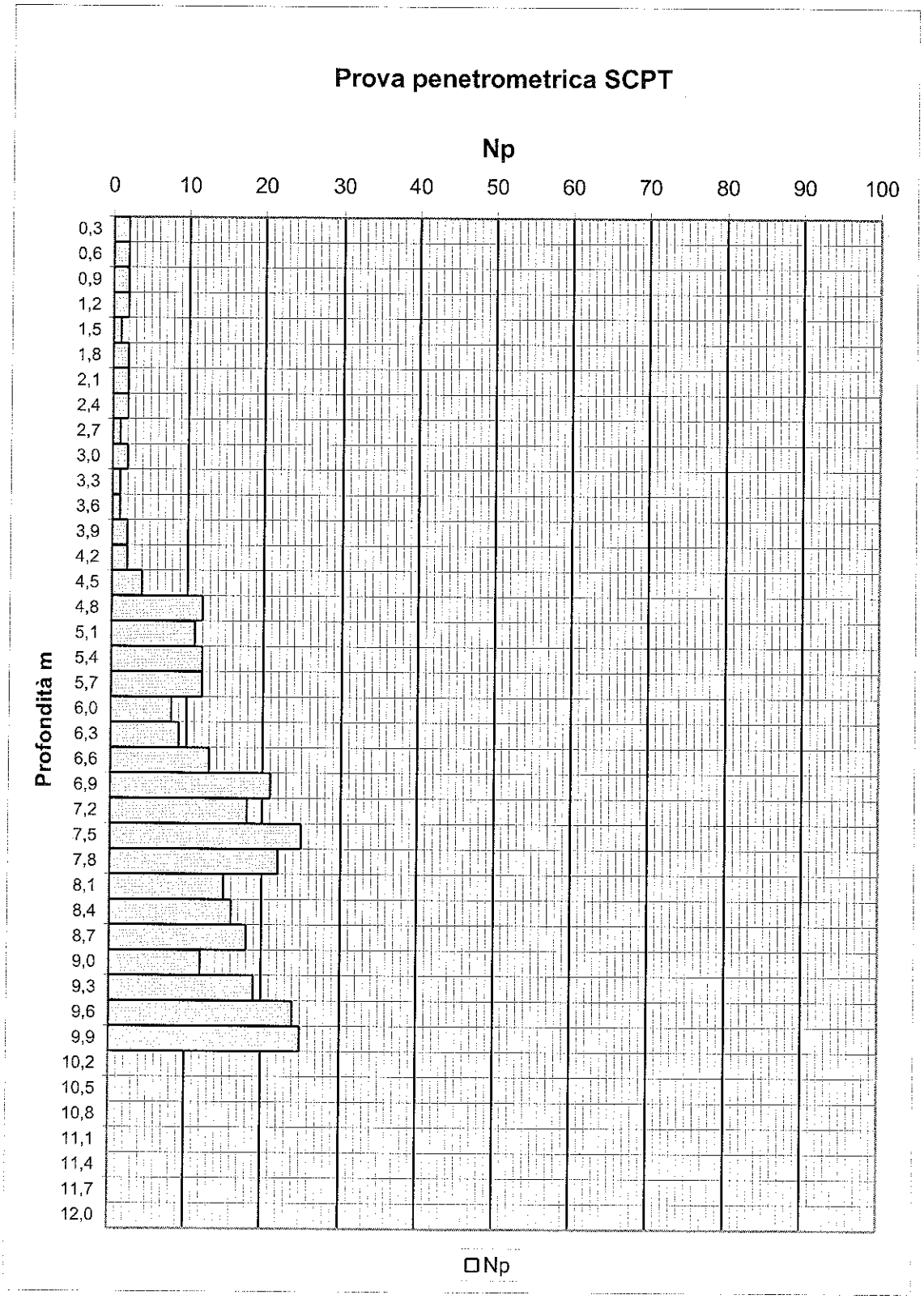
Cliente: **PRIVATO**

Prova n. **26**

Località: **Via Casnate**

Data: **30/06/1999**

Livello falda: **-3 m p.c.**



CO GEO

Studio associato di geologia
Via S. Fermo 65
22020 CAVALLASCA

tel. 031536344
fax 0312170119

GEOTECNICA

SCPT