

# COMUNE DI CISTERNA DI LATINA

PROVINCIA DI LATINA

## Zona d'intervento C 6

**Richiesta di parere ex art 89 del D.P.R. 6/06/01, n° 380 e s.m.i.**

# **RELAZIONE GEOLOGICA**

ai sensi della delibera della G.R. del Lazio n° 2469/99

*[Faint stamp and illegible text]*

Aprile 2007



Geologo : *dr Nello Ialongo*

*[Handwritten signature]*

# I N D I C E

|  |             |           |
|--|-------------|-----------|
| <b>Premesse .....</b>  | <b>pag.</b> | <b>1</b>  |
| <b>Inquadramento geologico generale .....</b>                    | <b>"</b>    | <b>2</b>  |
| <b>Assetto litostratigrafico del sottosuolo della zona .....</b> | <b>"</b>    | <b>5</b>  |
| <b>Idrogeologia generale .....</b>                               | <b>"</b>    | <b>11</b> |
| <b>Caratteristiche geomorfologiche e idrografiche .....</b>      | <b>"</b>    | <b>13</b> |
| <b>Assetto idrogeologico della zona .....</b>                    | <b>"</b>    | <b>14</b> |
| <b>Sismicità del territorio di Cisterna di Latina .....</b>      | <b>"</b>    | <b>15</b> |
| <b>Caratteristiche fisico - meccaniche del sottosuolo .....</b>  | <b>"</b>    | <b>17</b> |
| <b>Pericolosità e vulnerabilità .....</b>                        | <b>"</b>    | <b>20</b> |
| <b>Idoneità territoriale e prescrizioni .....</b>                | <b>"</b>    | <b>22</b> |

## **Allegati**

- Carta geologica regionale in scala 1 : 100.000.
- Carta idrogeologica regionale " 1 : 100.000.
- Carta geologica in scala 1 : 10.000.
- Sezioni geologiche in scala 1 : 5.000.
- Carta idrogeologica " 1 : 10.000.
- Carta della idoneità territoriale " 1 : 10.000.
- Stratigrafie di n° 2 sondaggi  
(di cui uno eseguito nella Zona d'intervento C 7)
- Grafico di una prova C.P.T.
- Certificati di analisi di laboratorio geotecnico

## **PREMESSE**

Con Determinazione n° 609 del 12/12/2005 del Dirigente del Settore Gestione Urbana del Comune di Cisterna di Latina, ing. Gianfranco Buttarelli, lo scrivente dr Nello Ialongo, geologo, è stato incaricato di redigere la documentazione geologica, riguardante la Zona d'intervento C 6 del centro urbano (necessaria ai fini della richiesta di parere ex art. 89 del D.P.R. 06/06/01, n° 380 e s.m.i.), sulla base delle linee guida emanate dalla Giunta Regionale con deliberazione n° 2649/99.

Lo scrivente avendo eseguito, a suo tempo, all'interno della zona di intervento C 6, e nelle adiacenti Zone C 5 e C 7, indagini geognostiche per mezzo di sondaggi a rotazione e carotaggio continuo, di analisi di laboratorio geotecnico di campioni di suolo indisturbati e semidisturbati, di prove Standard Penetration Test nel corso delle perforazioni, e di prove penetrometriche statiche di tipo C.P.T., ha ritenuto di avere a disposizione elementi del tutto sufficienti per la elaborazione della documentazione geologica prevista, senza dover procedere ad ulteriori prospezioni del sottosuolo dell'area in studio. In proposito sono risultate particolarmente utili le osservazioni eseguite (nei tratti in trincea) sulle scarpate della strada "tangenziale" (variante alla S.S. Appia), che percorre il lato occidentale della zona d'intervento C 6.

Va inoltre precisato che è stata più volte accertata, nel corso di numerose ricerche, la sostanziale uniformità stratigrafica del sottosuolo di un ampio territorio comprendente la zona in studio.

## **INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE**

Ai fini del presente studio si ritiene di dover far riferimento alla storia geologica del territorio di Cisterna a partire dall'epoca pliocenica, quando il mar tirreno ricopriva totalmente l'agro pontino e l'agro romano, fino a lambire i monti Lepini e gli altri gruppi montuosi del Lazio, appena emersi e ancora in fase di sollevamento.

Durante il Pliocene nell'area pontina si sono depositati sedimenti a prevalente componente argillosa che in alcune zone hanno raggiunto spessori di alcune centinaia di metri. Alla fine del Pliocene un sollevamento di natura tettonica ha provocato l'emersione del territorio pontino durante il quale si sono verificati intensi processi di erosione.

Successivamente nel Pleistocene inferiore (Calabriano) una nuova ingressione del mare ha comportato la sedimentazione, almeno in corrispondenza dell'attuale fascia costiera, di ulteriori formazioni argillose o argilloso-sabbiose .

Depositi marini del Pliocene sono presenti in affioramento lungo la costa di Tor Caldara e Nettuno e sono costituiti in prevalenza da argille siltose grigiastre di ambiente neritico. La presenza dell'affioramento della formazione neritica pliocenica, lungo la costa, è stata determinata da un sollevamento, di carattere regionale, in corrispondenza di una fase tardiva dei processi orogenetici; questi hanno deformato i depositi pliocenici (e quelli sovrastanti del Pleistocene inferiore) e nel contempo hanno sostanzialmente ridotto il bacino di sedimentazione, limitando le trasgressioni marine verso l'entroterra.

In effetti nel Pleistocene inferiore i depositi marini, essenzialmente argillosi e sabbiosi, sono alternati con formazioni di transizione (lagunari, alluvionali, lacustri, deltizie, dunari ecc...). In pianura pontina le formazioni del Pleistocene inferiore sono state osservate soprattutto per mezzo di sondaggi.

L'inizio dell'attività del vulcano dei Colli Albani (Vulcano Laziale) ha segnato una svolta decisiva nel processo di evoluzione geologica e geomorfologica dei territori presi in esame ai fini del presente studio.

La prima fase del vulcanismo albano, denominata del "Tuscolano - Artemisio" (riferita al periodo di tempo compreso tra 600.000. e 360.000.

anni), si è realizzata attraverso quattro cicli durante i quali si sono messe in posto altrettante colate piroclastiche principali e, subordinatamente, depositi di ricaduta e colate di lava.

Nel sottosuolo del settore settentrionale del territorio di Cisterna e dei territori confinanti dei comuni di Velletri e di Ardena, al di sopra del basamento argilloso pliocenico, sono presenti piroclastiti di colore prevalentemente grigio, a granulometria ora fine ora grossolana, caratterizzati da una struttura pisolitica (tufi grigi o tufi pisolitici), messe in posto, molto probabilmente, dalla 1<sup>a</sup> colata piroclastica.

Nell'area, le unità piroclastiche più diffuse in profondità vengono attribuite alla II<sup>a</sup> colata piroclastica, un episodio eruttivo tra i più importanti del processo evolutivo del distretto vulcanico albano, avendo provocato l'emissione di circa 34 Km<sup>3</sup> di materiale piroclastico con una diffusione areale di circa 1500 Km<sup>2</sup>.

Appartengono alla II<sup>a</sup> colata piroclastica le formazioni delle "pozzolane rosse" e delle "pozzolane nere". Tali piroclastiti sono composte da scorie con scarsi vacuoli, grossolanamente arrotondate, da frammenti di lava e di rocce sedimentarie, talvolta metamorfosate, immersi in una matrice cineritica fine. Lo spessore di queste unità vulcaniche varia da luogo a luogo, in quanto i flussi piroclastici tendevano ad occupare le depressioni delle paleomorfologie (anche se erano in grado di risalire notevoli dislivelli).

Nel territorio di Cisterna le più antiche unità vulcaniche sono ricoperte da formazioni sedimentarie, di facies lagunare (sabbie) o più spesso lacustre (travertini) e alluvionale (argille e limi), depositatesi durante una fase di stasi dell'attività vulcanica.

Dall'esame di stratigrafie di sondaggi di pozzi eseguiti da privati, risulta che la ripresa dell'attività vulcanica sia stata caratterizzata, nell'area in studio, prevalentemente da fasi effusive. Al di sopra di strati di travertino ("travertini inferiori") o di argilla, giacciono spesso banchi di lava di spessore variabile da pochi metri a qualche decina di metri.

Le formazioni della III<sup>a</sup> colata piroclastica, rappresentate dalle "pozzolane inferiori" e dal "tufo lionato", che nel territorio di Cisterna si possono osservare

anche in affioramento, poggiano generalmente al di sopra delle unità vulcaniche, di cui si è detto, o al di sopra dei depositi sedimentari.

In particolare i banchi di travertino costituiscono molto spesso, nel sottosuolo della città, la base sedimentaria della III<sup>a</sup> colata piroclastica.

La IV<sup>a</sup> c.p. ha dato luogo alle formazioni che ricoprono la parte sommitale dei modesti rilievi collinari, allungati prevalentemente in senso NE - SO, caratteristici del territorio settentrionale e nord occidentale di Cisterna e dei territori confinanti. Si tratta del più recente flusso piroclastico che, nei comprensori circumvulcanici, ha ricoperto le formazioni delle "pozzolane inferiori" e del "tufo lionato". Queste ultime affiorano in prevalenza sui versanti vallivi dei corsi d'acqua che hanno inciso i termini superiori del complesso delle piroclastiti affluite nel territorio.

Le formazioni della IV<sup>a</sup> c.p. sono costituite da tufi terrosi, da pozzolane sabbioso-ghiaiose ("pozzolane superiori" o "pozzolanelle"), e da tufi semilitoidi e litoidi. Questi ultimi denominati "tufo di villa Senni" danno il nome all'intera formazione.

Associata ai tufi litoidi, molto spesso si trova una formazione conglomeratica, costituita da frammenti di lava e di rocce cristalline, da proietti di vario genere, scorie, ceneri ecc.. Si tratta di una breccia (molto probabilmente una forma conglomeratica delle pozzolane grigie) denominata "co-ignimbritica", dovuta probabilmente alla esplosione della caldera.

Al di sopra delle piroclastiti della IV<sup>a</sup> colata piroclastica giace generalmente uno strato di copertura (depositi dell'attività finale), in parte alterato, che di solito non supera i 3 metri di spessore, costituito in genere da sottili livelli di lava o di ignimbriti, da prodotti di ricaduta, composti da ceneri e pomici, intercalati a sottili strati di materiali alluvionali o colluviali.

## **ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO DEL SOTTOSUOLO DELL'AMBITO DI STUDIO**

Le approfondite conoscenze sulla geologia del territorio comunale, i sondaggi e le prove C.P.T. eseguite nell'area in studio e nei dintorni e, in particolare, le osservazioni compiute sulle scarpate artificiali della variante ("tangenziale") alla S.S. Appia, di recente costruzione, hanno consentito di individuare con ottima approssimazione il profilo stratigrafico del sottosuolo dell'area interessata dal presente studio.

Di seguito viene riportata una descrizione sufficientemente dettagliata delle formazioni giacenti nel sottosuolo dell'area in studio a partire dai depositi più antichi (osservati in affioramento nel settore nordorientale del territorio comunale).

### **Formazioni della III<sup>a</sup> colata piroclastica**

#### ***Pozzolane inferiori***

Le pozzolane inferiori, che molto spesso si trovano al di sopra dei "travertini inferiori", sono piroclastiti incoerenti o poco cementate a granulometria generalmente grossolana (sabbioso-ghiaiosa).

Si trovano al di sotto del tufo "lionato" o direttamente al di sotto del tufo di "villa Senni" quando il primo è assente.

Sono costituite da scorie nerastre di varie dimensioni, mediamente vescicolate, immerse in una matrice cineritica e scoriacea; contengono clasti lavici e sedimentari (in prevalenza calcarei) metamorfosati, e cristalli di leucite e pirosseno.

Sono presenti nel territorio sotto forma di ammassi di spessore diverso da luogo a luogo, spesso superiore a venti metri. A volte si trovano alternate a tufi leucitici semilitoidi e litoidi, somiglianti al tufo di "villa Senni". In altri casi includono depositi piroclastici incoerenti o cementati di colore nerastro.

### **Tufo lionato**

E' una ignimbrite massiva, lapidea, di colore giallo marrone o rosso fulvo, costituita da scorie grigiastre e pomici giallo arancio disperse in una matrice cineritica con cristalli di leucite analcimizzata, pirosseno e biotite. La composizione è leucitica.

I banchi tufacei mostrano, a luoghi, fessurazioni ad andamento verticale di tipo "colonnare", dovute alle modalità di raffreddamento.

Lo spessore di questa caratteristica ignimbrite è molto variabile: raramente raggiunge i 20 metri, molto spesso è compreso tra 2 e 5 metri. A volte il tufo lionato è assente.

La variabilità degli spessori dipende dal fatto che questo deposito ha riempito preesistenti depressioni paleomorfologiche.

Il "tufo lionato" giace molto spesso al di sopra di strati di materiali fini (limoso-sabbiosi), di colore marrone chiaro, a cui si attribuisce origine sedimentaria, di facies prevalentemente alluvionale. Soltanto studi specialistici, di dettaglio, possono far escludere che si tratti di depositi cineritici.

Nel territorio di Cisterna di Latina di solito questa piroclastite si trova subito al di sotto della formazione del tufo di "villa Senni".

### **Formazione del tufo di villa Senni - IV<sup>a</sup> colata piroclastica**

La formazione del tufo di villa Senni è l'unità eruttiva messa in posto dalla IV<sup>a</sup> colata piroclastica del ciclo "Tuscolano - Artemisio" dei Colli Albani. E' costituita, in prevalenza, da una alternanza di tre diversi depositi piroclastici:

- I tufi terrosi;
- Il tufo di villa Senni (che ha dato il nome alla formazione);
- Le pozzolane sabbioso-ghiaiose grigie (denominate anche "pozzolane superiori" o "pozzolanelle").



### ***Tufo di "villa Senni"***

E' una piroclastite, di colore bruno rossastro o, più raramente, grigio/nocciola, a cementazione più o meno spinta, per cui la consistenza ora è lapidea ora semilitoide. La facies litoide, in particolare negli affioramenti, caratterizza (e attesta) la formazione del "tufo di villa Senni". E' presente anche una facies incoerente.

Il tufo a consistenza lapidea mostra la tendenza a suddividersi in piccole scaglie, a superfici leggermente convesse, secondo piani grosso modo orizzontali.

Dal punto di vista delle caratteristiche petrografiche e mineralogiche, il tufo è costituito da scorie rossastre, grigie e nere immerse in una matrice scoriacea in prevalenza bruno - rossastra. Sono presenti cristalli di pirosseno e di leucite, quest'ultima in grande abbondanza. La matrice contiene clasti lavici e olocristallini a leucite e pirosseno. La composizione è tefritico - fonolitica.

Per l'aspetto tondeggiante dei bianchi cristalli di leucite questa piroclastite viene chiamata localmente tufo "occhio di pesce".

### ***Pozzolane grigie ("pozzolane inferiori" o "pozzolanelle")***

Si trovano frequentemente comprese tra bancate del tipico tufo di villa Senni e a volte direttamente al di sopra del tufo lionato (III<sup>a</sup> c.p.).

Da osservazioni compiute su fronti di sbancamento di attività estrattive si potrebbe desumere che in alcune parti del territorio indagato le pozzolane grigie abbiano completamente preso il posto del tufo di villa Senni. Va presa in considerazione comunque la possibilità di eventuali erosioni o di particolari modalità giaciture. In proposito va fatto rilevare che vi è una facies conglomeratica di tali pozzolane che in alcuni casi può avere costituito una sorta di "domi", o di dorsali a pendii ripidi, non più raggiunti dai successivi flussi ignimbrici. Proprio al di sopra dei depositi conglomeratici sono di solito presenti infatti solo prodotti di ricaduta, cioè tufi terrosi formati da ceneri, sabbie, proietti di varia natura.

La facies conglomeratica, ora incoerente, ora più o meno cementata, è costituita in prevalenza da frammenti di lava leucitica e di rocce cristalline (in prevalenza "italite"), da scorie (spesso saldate tra loro), lapilli, proietti diversi tondeggianti, sabbie ceneri ecc... I clasti lavici raggiungono ragguardevoli dimensioni, anche di molte decine di cm<sup>3</sup>. Si tratta probabilmente di un deposito analogo alla

**breccia co-ingnimbritica**, piroclastite segnalata nella campagna romana alla base della VI<sup>a</sup> colata piroclastica.

### **Tufi terrosi**

Si tratta di un complesso di piroclastiti, in prevalenza incoerenti e a grana fine, le quali, laddove sono state risparmiate dall'erosione, ricoprono costantemente, nel territorio di Cisterna di Latina e nei territori confinanti, le pozzolane superiori e il tufo di villa Senni.

In tale complesso "terroso" hanno maggiore spessore (anche tre o quattro metri), e più elevata frequenza, tufi incoerenti di granulometria per lo più limoso-sabbiosa, di colore marrone rossastro, con una tessitura assai omogenea. Somigliano agli strati pulverulenti, o comunque limoso-sabbiosi, che attraversano le piroclastiti della III<sup>a</sup> e della IV<sup>a</sup> colata piroclastica.

Talora tali tufi terrosi vengono considerati in molti casi sedimenti di origine alluvionale (tufiti); ma è più verosimile che si tratti di materiali rimasti in sospensione durante la fasi parossistiche delle colate piroclastiche. Sono molto probabilmente costituiti da cineriti e sabbie fini, e potrebbero appartenere alla fase eruttiva della IV<sup>a</sup> colata piroclastica.

Al di sopra di questi depositi, caratterizzati dal colore e la tessitura particolarmente omogenei, si trovano, quasi sempre, strati di tufi teneri di colore giallo-marrone (per la presenza di venature cineritiche giallastre) contenenti inclusi di colori diversi, per lo più arancione, rossastro, verde, grigio e nero.

L'aspetto di quest'ultima piroclastite è simile a quello delle alterazioni superficiali del tufo lionato, talchè in affioramenti di superficie (nei prati) è possibile incorrere in errori.

Interstratificati, o associati, alle piroclastiti sopra descritte, si possono trovare, con minore frequenza, ammassi lentiformi (di scarso spessore - poco meno o poco più di un metro) di un tufo leucitico molto friabile e pulverulento (ove frantumato) e/o strati di materiali di ricaduta (ceneri, sabbie, pomici ed altri proietti). Il colore di tali vulcaniti è marrone chiaro o avana.

Nell'insieme il complesso dei tufi terrosi, comprese le eventuali intercalazioni, ha spessori variabili in genere da quattro a otto metri (laddove non vi è stata erosione).

## **Prodotti dell'attività finale**

In alcuni luoghi si trovano, al di sopra del complesso dei tufi terrosi, vulcaniti molto particolari, attribuite alla fase finale dell'attività del distretto dei Colli Albani. Si tratta di materiali dalle caratteristiche (composizione petrografica e mineralogica, consistenza, granulometria, colore ecc..) variabili, da zona a zona. Si presentano in sottili bancate nelle quali si succedono, con spessori di pochi centimetri o pochi decimetri, livelli di materiali diversi ora incoerenti o leggermente cementati (di maggiore spessore), ora lapidei microcristallini. Sono stati osservati in particolare, strati di tufi cineritici dai colori molto tenui, a grana fine, molto friabili, e straterelli lapidei, per lo più di pochi centimetri di spessore, di una sorta di lave, di colore molto chiaro (giallo, rosa, grigio o verdastro) contenenti scorie e frammenti litici. I sottili strati lapidei sono caratterizzati da un aspetto "fluidale", messo in evidenza dall'allineamento dei clasti, di diverse dimensioni, nella matrice.

Si possono trovare, in tale formazione "sommitale", strati contenenti scorie, pomici, ed altri proietti, immersi in matrice cineritica e, a volte, lastroni di lave grigio scure o nerastre.

Secondo alcuni ricercatori le vulcaniti sopra descritte si sarebbero originate da fratture pericalderiche (fontane di lava); come si deduce dalle esigue dimensioni, sia areali che di spessore, di tali depositi.

## **Epivulcaniti**

Le cosiddette "epivulcaniti", che di luogo in luogo sembrerebbero costituite da sedimenti eluviali e/o colluviali e da strati di alluvioni antiche formano, in questa parte del territorio, un manto di copertura delle formazioni piroclastiche caratterizzato da sorprendente omogeneità. A luoghi rappresentano uno strato di alterazione superficiale delle piroclastiti a grana fine.

Si tratta infatti di limi argillosi o argilloso-sabbiosi, di colore bruno rossastro, contenenti nuclei scuri sabbiosi o venature nerastre. Nelle numerosissime prove C.P.T. questo strato superficiale di copertura viene ben evidenziato, nella sua presenza e spessore, in virtù della più elevata componente argillosa (dimostrata dal valore della resistenza laterale di attrito del penetrometro) rispetto ai sottostanti tufi terrosi.

Sotto la denominazione "epivulcaniti", come si comprende dall'esame di molte stratigrafie, elaborate in precedenti ricerche, di solito vengono ricompresi impropriamente anche gran parte dei depositi terrosi originatisi durante le fasi tardive dell'apparato vulcanico, soprattutto quando tali sedimenti si presentano alterati.

Si può assegnare alle epivulcaniti limoso-argillose, bruno-rossastre, presenti in zona, uno spessore compreso tra due e tre metri.

## **IDROGEOLOGIA GENERALE**

Nel sottosuolo del territorio di Cisterna di Latina, è presente una falda idrica, alimentata dalle acque di pioggia che si infiltrano in un comprensorio molto più vasto del territorio comunale. Copiosi apporti alla falda sotterranea del sottosuolo di Cisterna pervengono infatti dalle circolazioni idriche che si originano sulle pendici meridionali dell'apparato vulcanico albano.

Le acque sotterranee si dirigono verso le zone periferiche del vulcano prevalentemente all'interno degli orizzonti pozzolanici, permeabili per porosità, o all'interno delle colate laviche permeabili per fessurazione.

In particolare gli ammassi lavici fratturati costituiscono dei veri e propri dreni delle altre formazioni vulcaniche, in particolare nella zona centrale dell'apparato, e conducono cospicui quantitativi di acqua che vanno ad arricchire gli acquiferi dell'area circumvulcanica.

Un ulteriore apporto indiretto di acque sotterranee avviene al contatto tra il massiccio calcareo dei M. Lepini e le formazioni vulcaniche addossate al versante roccioso carbonatico. Alla base dei Monti Lepini è presente una falda idrica di tipo carsico, di forte potenzialità (Sistema idrogeologico dei M. Lepini). Tale falda, laddove è tamponata dai sedimenti impermeabili della pianura pontina, dà origine a numerose e importanti sorgenti basali pedemontane. A nord del territorio di Cisterna (comuni di Cori e Roccamassima) il piede del rilievo lepino è ammantato di vulcaniti permeabili o semipermeabili in cui le acque della potente falda di base carsica si travasano, diventando, nel loro percorso verso sud, tributarie in buona parte della falda idrica sotterranea del territorio di Cisterna.

Nel sottosuolo del comune di Cisterna gli orizzonti acquiferi sono rappresentati sia dai sedimenti piroclastici, che posseggono spessori elevati, sia dai sottostanti depositi di ambiente sedimentario. Questi ultimi sono costituiti da una serie litologica di facies continentale - lacustre (travertini, limi sabbiosi calcarei, limi argillosi, sabbie argillose) e da un complesso più profondo, di orizzonti prima sabbioso - argillosi di facies lagunare e poi sabbiosi di facies marino - costiera. Il letto della falda è costituito dalle argille

grigio-azzurre pliopleistoceniche, segnalate alla profondità variabili da pochi metri ad alcune decine di metri dal livello del mare.

Sulla base dei risultati di precedenti indagini idrogeologiche, di importanza comprensoriale, è possibile considerare le circolazioni idriche del sottosuolo come appartenenti ad una unica falda. Questa ipotesi è avvalorata sia dalle caratteristiche degli ammassi filtranti, che giacciono al di sopra delle argille di base, sia dagli andamenti delle isopiezometriche, i quali rivelano una pendenza generale N - S dell'orizzonte freatico (nei territori compresi tra la fascia perivulcanica e il mare), e in particolare dallo studio delle caratteristiche idrauliche della falda, a seguito della perforazione di pozzi. Infatti raramente sono state verificate condizioni di artesianità delle circolazioni idriche. Le falde in pressione sono certamente determinate dalla presenza, in sede locale, di strati impermeabili intercalati agli orizzonti acquiferi.

## **CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E IDROGRAFICHE**

La Zona d'intervento C 6, ubicata tra la Ferrovia Roma - Napoli e la strada provinciale Anzio - Velletri, costituisce la periferia sud occidentale della città di Cisterna di Latina.

La morfologia del suolo è caratterizzata da una incisione valliva, nella quale corre il fosso Anime Sante, e da due modesti rilievi collinari separati da detto corso d'acqua. La quota massima del suolo sul livello marino è di poco più di 78 m., la minima di 60 m. Le acclività sono molto lievi comprese tra 0,5% e 3%.

Il fosso Anime Sante, che è attivo solamente durante i periodi piovosi, non figura tra i corsi d'acqua pubblici.

L'area in studio è in buona parte urbanizzata. Le trasformazioni morfologiche avvenute con la costruzione dell'abitato possono essere considerate sostanzialmente definitive. Le poche aree libere da costruzioni grazie alle buone caratteristiche geotecniche dei suoli, e alle modeste acclività, non sono soggette ad alcuna alterazione di carattere geomorfologico.

La dotazione di idonei impianti di fognatura "bianca" e la funzione drenante del fosso Anime Sante garantiscono il rapido smaltimento delle acque piovane. In zona non sono mai avvenuti allagamenti o ristagni di acqua.

Dette condizioni impediscono ulteriori modifiche dell'assetto del suolo in zona.

## **ASSETTO IDROGEOLOGICO DELLA ZONA**

Il letto della falda idrica sotterranea è costituito, nel sottosuolo della Zona d'intervento C 6, dalle argille plio-pleistoceniche.

Si distinguono due diversi orizzonti acquiferi.

A partire dal substrato impermeabile :

- il complesso sedimentario, costituito da sabbie, talora argillose, alternate con depositi argillosi, che in zona ha spessori poco elevati;
- il complesso piroclastico, di elevato spessore, nel quale si trovano inglobati banchi di travertino.

L'acqua circola nelle formazioni piroclastiche di maggiore permeabilità, presenti a varie profondità, nei travertini, e nelle sabbie di origine prevalentemente alluvionale. Se nel complesso i vari orizzonti acquiferi si possono considerare componenti di un corpo idrico unitario, in zona, stante la presenza nel sottosuolo di formazioni argillose poco permeabili, non sempre le diverse circolazioni idriche sono in comunicazione idraulica fra loro, per cui si possono verificare nel sottosuolo condizioni di artesianità.

Da indagini freaticometriche, eseguite durante precedenti ricerche di rilevante importanza, risulta che la superficie piezometrica giace, in corrispondenza dei luoghi in studio, a quote di poco più o poco meno di 35 metri sul livello del mare. Pertanto la falda, da luogo a luogo, si trova a profondità variabili tra 25 e 40 metri dal piano originario di campagna. Il letto della falda, rappresentato dalle argille plio-pleistoceniche di facies marina, si trova alla profondità di 100 metri circa dal p.c. (20 - 40 m sotto il l.m.). Lo spessore della falda idrica è pertanto di oltre 60 metri.

Il flusso idrico si dirige grosso modo verso sud con un gradiente piezometrico medio di 0,004 - 0,005.

La potenzialità della falda è notevole. Prove di portata, spinte fino a 40 l/sec, eseguite nei pozzi, siti nella periferia settentrionale della città, località di Franceschetti, che alimentano l'acquedotto comunale, hanno evidenziato abbassamenti del livello idrico quasi irrilevanti e il recupero immediato, al termine del pompaggio, della quota piezometrica. La trasmissività è risultata pari a  $4,10 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sec}$ , segno di una elevata velocità di flusso.



## **SISMICITÀ DEL TERRITORIO DI CISTERNA DI LATINA**

I documenti storici relativi ai terremoti avvenuti nel Lazio a partire dal Medioevo non fanno cenno a epicentri ubicati nel Comune di Cisterna e, più in generale, nella pianura pontina.

I maggiori eventi sismici che hanno interessato in passato la zona in studio hanno avuto origine in aree molto discoste dalla pianura pontina.

I centri sismici attivi che possono influenzare l'area in studio sono :

- I Colli Albani
- La Valle Latina
- L'area del Fucino
- La zona di mare aperto tra Anzio e il Circeo.

Il centro sismico dei Colli Albani si caratterizza per la notevolissima frequenza di occorrenza (oltre 2000 scosse macrosismiche negli ultimi 300 anni) e per l'intensità verificatesi negli epicentri (VIII° MCS). In particolare la sismicità dei Colli Albani si è manifestata o con eventi molto frequenti caratterizzati da limitate profondità epicentrali ( < 5 Km) o attraverso eventi più rari con profondità più elevate (oltre 10 Km). Le magnitudo massime dovrebbero aver raggiunto, o superato di poco, valori pari a 5. Si ritiene che difficilmente in futuro le scosse sismiche possano superare tali valori. Viene indicata dagli esperti una magnitudo massima aspettata di 5,2.

Durante il secolo scorso nell'ambito di tale centro sismico si sono verificati due importanti terremoti, abbastanza ravvicinati nel tempo, datati 22 gennaio 1882 e 18 luglio 1889. Gli effetti del primo si sentirono nel territorio di Cisterna con una intensità pari al V° grado della scala MCS (Mercalli - Cancani - Sieberg), mentre quelli del secondo rimasero confinati tra il IV° e il V° grado MCS.

L'11 aprile 1987 si è avuto un sisma con epicentro tra i paesi di Lanuvio e Genzano la cui intensità : VI° grado MCS, si è manifestata in un'area di circa 380 Km<sup>2</sup> comprendente i territori di Genzano, Lanuvio, Albano, Nemi, Ariccia, Velletri, fino ad Aprilia e Cisterna.

Recentemente si sono verificate altre scosse sismiche con epicentro nell'area albana.

Il massimo evento sismico con fuoco nella Valle Latina avvenne il 24 agosto 1877. L'effetto macrosismico nell'area in studio (Cisterna) fu pari al V° - VI° grado MCS.

Il rovinoso terremoto di Avezzano del 13 gennaio 1915, che arrivò a Roma con intensità del VII° - VIII° grado MCS, si attenuò in zona fino al IV° grado MCS.

Nella zona di mare aperto tra Anzio e il Circeo sono stati individuati alcuni epicentri sismici storici. Il maggior evento in quest'area avvenne nel 1919, al largo di Torre Astura, e gli effetti si propagarono nella pianura pontina con intensità non superiore al V° grado della scala MCS.

Da quanto detto sopra appare evidente come la pericolosità sismica del territorio di Cisterna di Latina sia piuttosto modesta rispetto al contesto regionale e nazionale.

## **CARATTERISTICHE FISICO - MECCANICHE DEL SOTTOSUOLO**

Le formazioni di origine piroclastica, presenti nel sottosuolo dei luoghi in studio, sono state caratterizzate dal punto di vista geotecnico, durante numerose precedenti indagini geognostiche, riguardanti le ricerche preliminari per l'elaborazione di strumenti urbanistici esecutivi ovvero lo studio del terreno di fondazione di edifici pubblici o privati.

Sono allegati alla presente relazione stratigrafie di n° 2 sondaggi geognostici e grafici di n° 1 prova penetrometrica statica (C.P.T.), eseguiti nel corso di indagini operate nell'area in studio o in zone adiacenti.

Durante i sondaggi sono state effettuate un numero elevato di prove Standard Penetration Test. Sono state inoltre eseguite analisi di laboratorio geotecnico di campioni di suolo, prelevati in gran parte negli orizzonti caratterizzati da più elevate componenti argillose. Si fa rilevare, ad ogni buon conto, che a causa della natura dei suoli prelevati, i campioni sono risultati spesso "semidisturbati" o disturbati.

In virtù della sostanziale uniformità litologica del sottosuolo dell'area in studio, le indagini geognostiche eseguite in precedenza nella zona possono essere ritenute del tutto sufficienti per una adeguata caratterizzazione geotecnica delle formazioni geologiche che saranno interessate dagli ulteriori interventi edificatori in loco, secondo le previsioni dello strumento urbanistico di che trattasi.

Di seguito si riportano le caratteristiche fisico-meccaniche delle diverse formazioni geologiche indagate, a partire dall'orizzonte superficiale.

### ***Epivolcaniti***

I suoli a componenti granulometriche miste, dell'orizzonte superficiale, mostrano un comportamento geomeccanico prevalentemente coesivo. I limi argilloso-sabbiosi, dal tipico colore bruno-rossastro, sono generalmente compatti e presentano indici di consistenza vicini ad 1; ad esclusione dello strato di alterazione superficiale, dello spessore di poco più di un metro, si trovano allo stato plastico o più frequentemente allo stato plastico-solido. Il peso dell'unità di volume di questi suoli è in media di  $1,65 \text{ g/cm}^3$ .

Nelle prove C.P.T., svolte nel corso di numerose indagini geognostiche, per lo studio del terreno di fondazione dei diversi edifici, la resistenza alla punta del penetrometro statico  $R_p$  si è mantenuta compresa tra 20 e 50

Kg/cm<sup>2</sup>. Raramente sono stati registrati valori di Rp compresi tra 10 e 20 kg/cm<sup>2</sup>.

Il valore medio di Rp è risultato, nel complesso delle indagini, superiore a 30 Kg/cm<sup>2</sup>.

Dette caratteristiche di resistenza meccanica sono state riscontrate in tutto l'abitato di Cisterna di Latina e nelle località periferiche della città, laddove è presente l'orizzonte delle epivulcaniti.

Sulla base dei risultati delle prove C.P.T. è possibile attribuire alle epivulcaniti, con ogni possibile cautela, valori della coesione non drenata  $c_u$  compresi tra 0,9 e 1,5 Kg/cm<sup>2</sup>.

Sono suoli che presentano in genere una compressibilità non elevata. Per mezzo di formule di correlazione, ben collaudate dall'uso, si possono indicare per tali materiali valori del modulo di compressibilità E compresi tra 40 e 90 Kg/cm<sup>2</sup>. Alcune prove edometriche eseguite in laboratorio, in occasione di precedenti studi, confermano pienamente detti valori di E.

Lo spessore di tale orizzonte superficiale varia tra 1,0 e 2 metri., in rari casi può raggiungere i tre metri.

### **Tufi terrosi**

Si tratta di piroclastiti incoerenti che mostrano una granulometria ora limoso-sabbiosa con scarsa argilla ora sabbioso-limosa.

Vengono inclusi tra questi materiali anche i prodotti dell'attività finale del vulcano, presenti subito al di sotto delle epivulcaniti, in quanto tali depositi mostrano caratteristiche fisico-meccaniche analoghe a quelle dei tufi terrosi sottostanti, talchè nei grafici delle prove C.P.T. non è facile distinguere gli uni dagli altri.

In tale orizzonte, che ha uno spessore di 6 - 10 metri, le prove C.P.T. fanno di solito registrare valori della resistenza alla punta Rp variabili prevalentemente tra 20 e 70 Kg/cm<sup>2</sup>. In alcuni casi sono stati misurati valori di Rp compresi tra 10 e 20 Kg/cm<sup>2</sup>.

Prove S.P.T., eseguite sui tufi terrosi hanno dato valori di N compresi in prevalenza tra 10 e 30 colpi/piede. Si fa rilevare che nei terreni vulcanici di solito si ottengono misure di  $N_{SPT}$  più elevate di quelle ci si può aspettare sulla base dei risultati delle prove C.P.T.

Utilizzando abachi e grafici proposti per i terreni sabbiosi da vari autori (Robertson e Campanella, De Mello ...), sulla base dei risultati delle prove C.P.T. e delle prove S.P.T., si possono assegnare, nel complesso, alle piroclastiti incoerenti, con ogni possibile cautela, valori dell'angolo di attrito interno  $\phi$  di circa 33°.

La compressibilità di tali materiali piroclastici non è mai elevata. Sulla base dei risultati delle prove penetrometriche, sia statiche che dinamiche, possono essere indicati, mediante l'adozione di espressioni ben collaudate dall'uso, valori del modulo di compressibilità E di 80 - 100 Kg/cm<sup>2</sup>.

Il peso dell'unità di volume  $\gamma$ , misurato in laboratorio, è in media di 1,50 g/cm<sup>3</sup>.

### ***Tufo di "villa Senni"***

Nelle prove C.P.T. tale formazione produce un'immediata elevazione dei valori della resistenza alla punta del penetrometro.

Anche gli ammassi incoerenti, che spesso si alternano con quelli più o meno cementati, presentano generalmente un elevato stato di addensamento.

I valori di  $R_p$  in detti materiali si elevano sempre oltre i  $150 \text{ Kg/cm}^2$ , quelli di  $N_{\text{SPT}}$  superano spesso i 50 colpi/piede.

Utilizzando i metodi di correlazione sopra indicati è possibile attribuire alle facies semilitoidi, e a quelle incoerenti ben addensate, valori dell'angolo di attrito interno  $\varphi$  superiori a  $38^\circ$  e stimare moduli di compressibilità  $E$  non inferiori a  $250 \text{ kg/cm}^2$ . Il peso dell'unità di volume  $\gamma$  è di solito prossimo a  $1,55 \text{ g/cm}^3$ .

Nei banchi di tufo litoide sia le prove C.P.T. sia le prove S.P.T. raggiungono i limiti strumentali dopo pochi decimetri di infissione. Si tratta di materiali pressoché incompressibili.

### ***Pozzolane grigie (e breccia co-ignimbritica)***

Queste piroclastiti, fortemente addensate, fanno registrare valori di  $N_{\text{SPT}}$  sempre molto elevati, superiori a 70 colpi/piede e a volte tendenzialmente superiori al valore limite convenzionale ( $N = 100$  colpi/piede). Nei fronti di cava tali depositi mantengono pareti subverticali di 8 - 10 metri di altezza.

Attraverso i metodi di correlazione, di cui si è detto, possono essere attribuiti a questi suoli valori dell'angolo di attrito interno  $\varphi$  superiori a  $40^\circ$ . Si tratta di materiali di scarsissima compressibilità. Dai valori delle prove S.P.T. si possono assegnare moduli di compressibilità  $E$  non inferiori a  $750 \text{ kg/cm}^2$ .

## **PERICOLOSITÀ E VULNERABILITÀ**

La morfologia a lievi declivi e le discrete caratteristiche geotecniche delle formazioni geologiche affioranti, hanno conferito, al suolo della Zona d'intervento C 6 e delle confinanti aree del Centro urbano di Cisterna di Latina una elevata stabilità.

Le trasformazioni dei luoghi, avvenute nei secoli, a causa dell'insediamento abitativo, non hanno prodotto particolari condizioni di vulnerabilità. Le aree urbanizzate sono state dotate di strade, provviste di idonei sistemi di smaltimento delle acque meteoriche e di efficienti impianti fognari.

Il suolo dell'intera area in studio risulta di fatto definitivamente preservato da possibili ulteriori modificazioni morfologiche, in quanto le opere di urbanizzazione, eseguite nel tempo, e mantenute in buono stato, rendono assolutamente ininfluenza l'azione degli agenti atmosferici.

Non sono presenti, nel modo più assoluto, nell'intera zona d'intervento C6 e nei dintorni, condizioni di carattere geologico, geomorfologico, idrogeologico e geotecnico che possano produrre eventi tali da compromettere la stabilità del suolo o l'integrità delle opere di carattere antropico. Non si ritengono possibili, neppure localmente, fenomeni di dissesto di alcun genere.

Le numerose indagini geognostiche, eseguite in oltre 20 anni in città e nei quartieri periferici, hanno mostrato che la sostanziale uniformità geolitologica del sottosuolo trova una piena corrispondenza nel comportamento geomeccanico, sufficientemente omogeneo, delle formazioni attraversate dai sondaggi o dalle prove C.P.T.

In zona si costruisce generalmente mediante fondazioni superficiali, uso giustificato dalle caratteristiche fisico-meccaniche dell'orizzonte superficiale, relativamente soddisfacenti, e dalle buone o ottime proprietà geotecniche (in particolare una scarsa compressibilità) degli orizzonti sottostanti. In caso di strutture edilizie che trasmettano al suolo carichi elevati, lo spessore delle epivulcaniti limoso-argillose affioranti, di solito di poco superiore a due metri,

consente di insediare le fondazioni negli strati piroclastici sottostanti, ottenendo la massima sicurezza e stabilità delle opere da realizzare.

In alcuni casi sono stati trovati, nell'ambito della formazione dei tufi terrosi, strati meno resistenti, dovuti probabilmente alla presenza di abbondanti materiali cineritici o di alterazioni (paleosuoli, suoli alluvionali). Si tratta di depositi, caratterizzati da maggiore compressibilità, che impongono una riduzione dei carichi in caso di interventi edificatori che hanno elevata incidenza sul terreno.

Da quanto è stato detto in precedenza risulta che in zona non vi sono rischi di carattere idraulico.

Il territorio di Cisterna di Latina, ancorché incluso nelle aree sismiche di grado  $S = 9$ , è caratterizzato da una modesta pericolosità sismica. Al riguardo si fa rilevare che la profondità della falda idrica sotterranea ( $>$  di 25 m dal p.c.) e le caratteristiche meccaniche dei terreni, fanno ritenere che non sussistano in loco le condizioni per una possibile liquefazione dei suoli in caso di eventi sismici.

## **IDONEITÀ TERRITORIALE E PRESCRIZIONI**

La nuova adozione del P.P.E. della Zona d'intervento C 6 è finalizzata in particolare alla ristrutturazione urbanistica e al completamento dei quartieri della periferia occidentale della città, oltre che alla individuazione di aree per le attrezzature d'interesse collettivo quali i parcheggi, i parchi, il verde pubblico attrezzato ecc. Gli interventi di completamento edilizio saranno modesti rispetto all'edificato attuale.

Pertanto l'attuazione delle previsioni urbanistiche del nuovo P.P.E. della Zona C 6 non comportano trasformazioni del suolo che possano determinare possibili condizioni di rischio per la sicurezza di persone o cose; al contrario uno degli obiettivi da perseguire sarà quello di eliminare, o quantomeno di rendere minime, alcune situazioni di degrado attualmente in essere.

Le considerazioni sopra effettuate e le favorevoli condizioni geomorfologiche e geologiche dell'intero ambito del P.P.E., e delle aree ad essa circostanti, di cui si è ampiamente detto nei precedenti paragrafi, non lasciano dubbi sulla piena idoneità del territorio interessato, in ordine alle previsioni dello strumento urbanistico in oggetto.

D'altra parte la stabilità del suolo, le soddisfacenti caratteristiche geotecniche degli orizzonti affioranti e la elevata resistenza meccanica del complesso piroclastico sottostante, possono consentire interventi edilizi che hanno incidenza sul terreno certamente superiore a quelli previsti dal P.P.E.

Nell'intera Zona d'intervento C 6, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, in ordine agli interventi edificatori, la categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione, può essere considerata certamente la B, nei casi in cui le fondazioni vengano insediate nel tufo di villa Senni o nelle pozzolane superiori, è la C quando le fondazioni superficiali dovessero poggiare su elevati spessori di epivolcaniti e di tufi terrosi.

La presenza, a volte, di strati cineritici o di suoli alluvionali o di paleosuoli, di minore resistenza meccanica, nell'ambito della formazione dei tufi terrosi, sottostante l'orizzonte superficiale, richiede, in caso di realizzazione di manufatti che trasmettano carichi concentrati, un'indagine



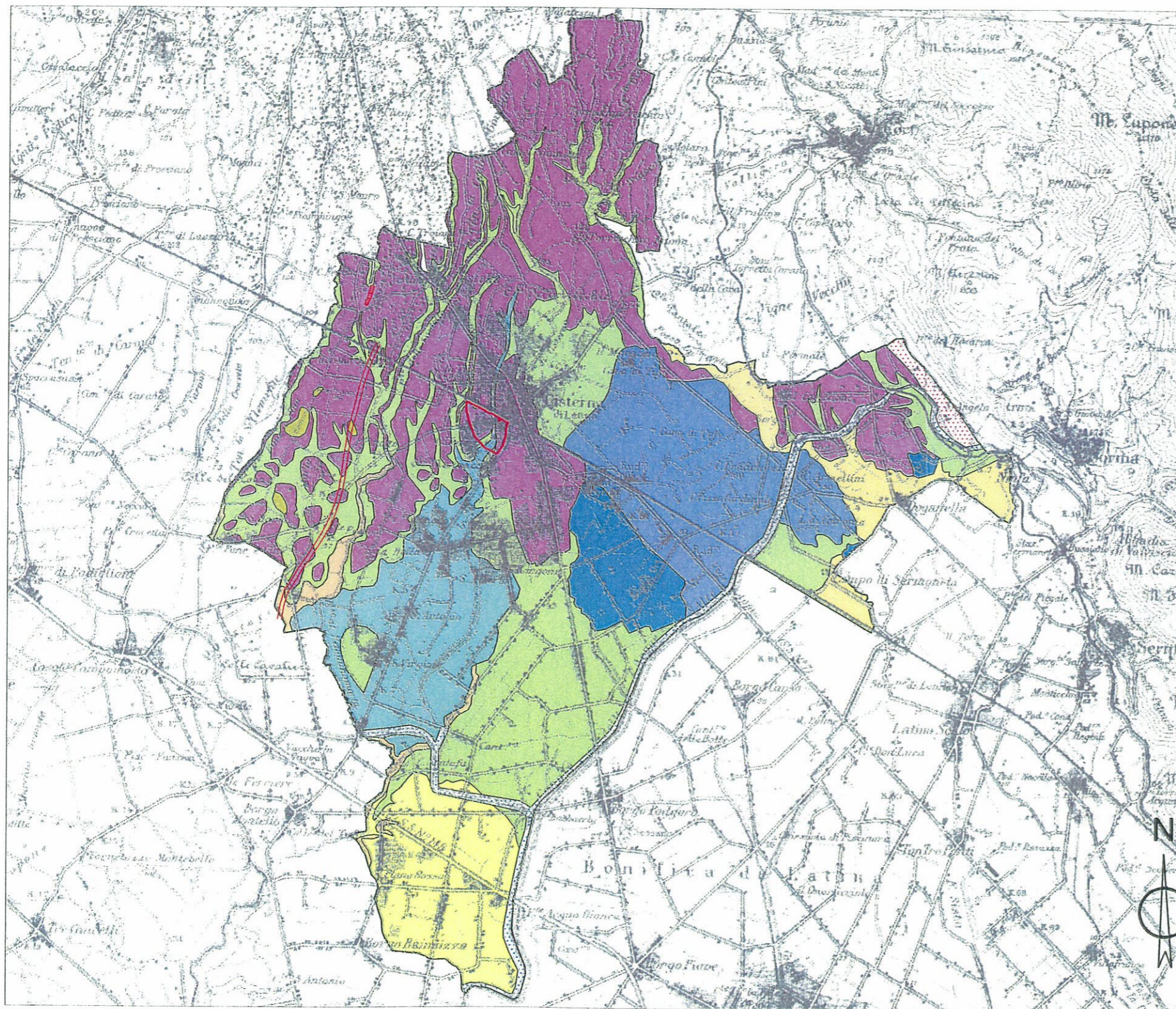
geognostica preventiva, quantomeno per mezzo di un numero adeguato di prove C.P.T.

Nella carta delle idoneità territoriale, allegata alla presente relazione, la fascia di rispetto dal fosso Anime Sante, non incluso negli elenchi delle acque pubbliche, può essere utilizzata per il reperimento degli standard di verde pubblico o di verde privato (attrezzato). Ove occorra tali aree possono avere altre utilizzazioni a condizione che siano realizzati adeguati ed efficaci sistemi alternativi di drenaggio delle acque pluviali.

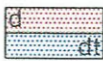

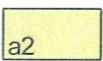
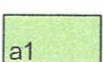
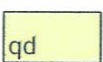
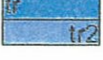
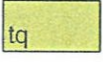
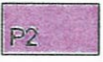


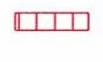

Nelle aree destinate ad uso pubblico, in occasione di interventi programmati di sistemazione del verde dovrebbero essere messe a dimora specie vegetali autoctone (alberi e arbusti), nel rispetto delle caratteristiche agro-forestali del comune di Cisterna di Latina, utilizzando le indicazioni contenute nelle indagini vegetazionali, già in possesso del comune, eseguite da professionisti esperti in occasione della redazione di strumenti urbanistici o progetti che hanno interessato territori circostanti il centro abitato.

**COMUNE DI CISTERNA DI LATINA**  
 Variante al P.R.G. - Zona di intervento C6

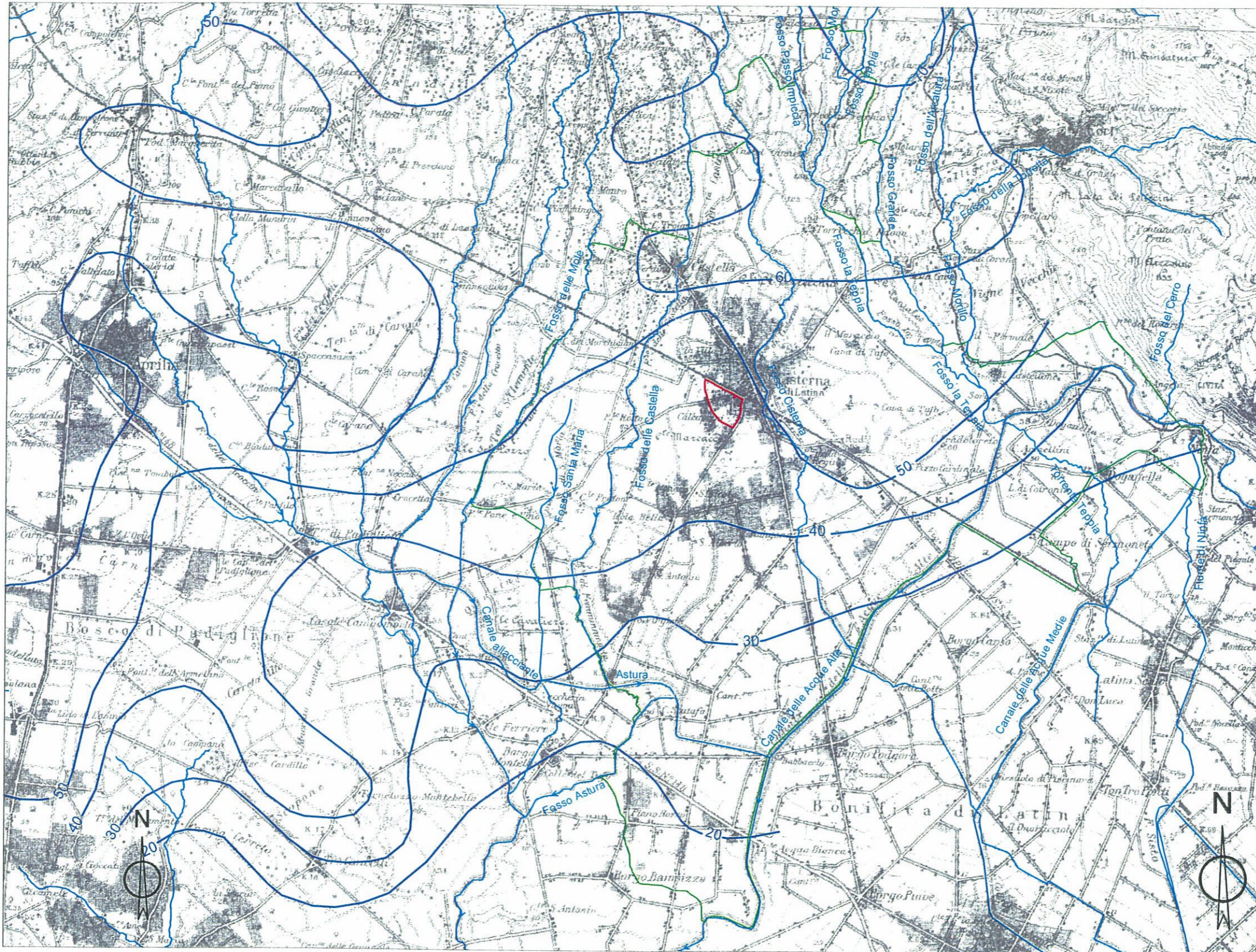
**TAV. 1 CARTA GEOLOGICA REGIONALE**  
 (STRALCIO DELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA F. 158 - LATINA)  
 scala 1:100.000



**LEGENDA**

-  discariche dell'escavazione di vecchie canalizzazioni fino al XVII sec. e recenti: Collettore Acque Medie e Alte (**d**); detriti calcarei di falda (**dt**)
-  suoli alluvionali e colluviali
-  terreni alluvionali umiferi (valle de f. Astura)
-  zona superficiale alterata dei tufi litoidi e della duna
-  "duna antica"
-  travertini superiori: incrostazioni calcaree con impronte di piante (cisterna) (**tr**) e travertini più o meno compatti stratificati (**tr2**)
-  tufiti sabbiose e lapilli fluitati in straterelli intercalati
-  piroclastiti incoerenti e litoidi ("formazione di Villa Senni")
-  tufo lionato
-  asse di anticlinale profonde
-  sistema di antiche gallerie drenanti nella formazione P2
-  limite Zona di intervento C6

**COMUNE DI CISTERNA DI LATINA**  
Variante al P.R.G. - Zona di intervento C6  
**TAV. 2 CARTA IDROGEOLOGICA REGIONALE**  
scala 1:100.000



Fossi drenanti



isopieze (m s.l.m.)



limite Zona di intervento C6

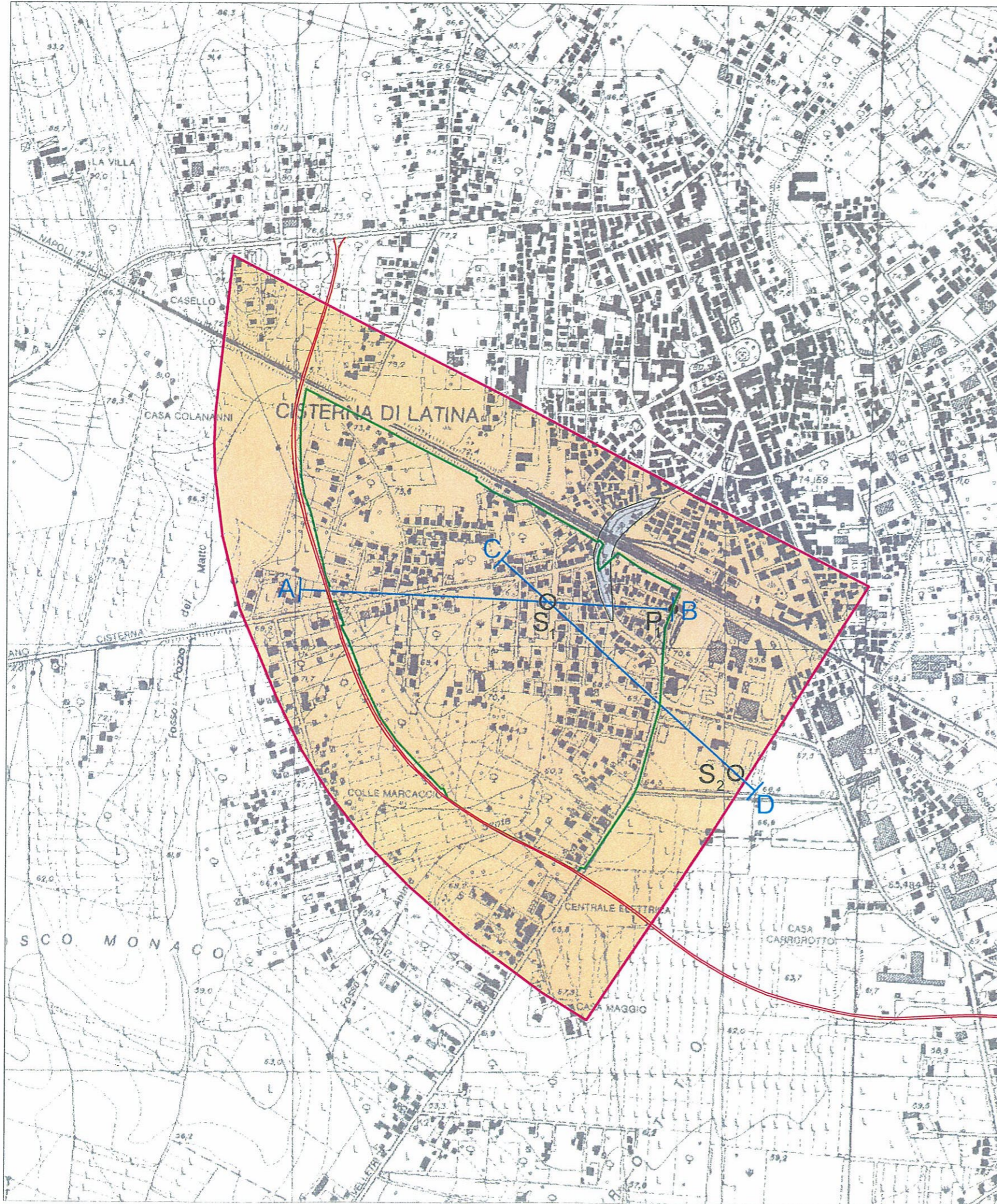
# COMUNE DI CISTERNA DI LATINA

P.P.E. - Zona di intervento C6

CARTA GEOLOGICA

Scala 1:10.000

Geologo : dr Nello Ialongo



## LEGENDA



Area di interesse



Area di studio



**Epivulcaniti** : limi argillosi e argilloso-sabbiosi, di colore bruno rossastro, contenenti nuclei o venature nerastre. Hanno origine eluviale o colluviale; possono contenere depositi alluvionali antichi e strati di alterazione delle sottostanti piroclastiti. Presentano spessori compresi tra 1,5 e 2,5 metri e si trovano a copertura dei tufi terrosi, o direttamente delle pozzolane superiori e/o del tufo di "villa Senni", della IVa colata piroclastica.



Materiali di riporto



Traccia della sezione geologica

Ubicazione prospezioni geognostiche precedenti



Sondaggio



Prova penetrometrica statica C.P.T.



Traccia della "tangenziale" - Variante S.S. Appia

# COMUNE DI CISTERNA DI LATINA

## P.P.E. - Zona di intervento C6

### SEZIONI GEOLOGICHE

Scala distanze 1:5.000  
Scala altezze 1:400

Geologo : dr Nello Ialongo

### LEGENDA



Limi argillosi e argilloso-sabbiosi di colore bruno-rossastro; sono costituiti da materiali eluviali, colluviali e alluvionali: spessore 1,5 - 2,5 metri



Tufi terrosi a granulometria prevalentemente limoso-sabbiosa di colore marrone-rossastro; sono costituiti da cineriti, sabbie fini; contengono intercalazioni di tufi leucitici a tratti leggermente cementati; sono mediamente addensati  
 $\gamma = 1,50 \text{ g/cm}^3$   $\phi = 33^\circ$



Formazione del tufo di "villa Senni": alternanza di tufi incoerenti, semilitoidi o litoidi; pozzolane a granulometria sabbioso-ghiaiosa ("pozzolanelle" o "pozzolane superiori"); materiali molto addensati o cementati.  
 $\gamma = 1,55 \text{ g/cm}^3$   $\phi > 38^\circ$

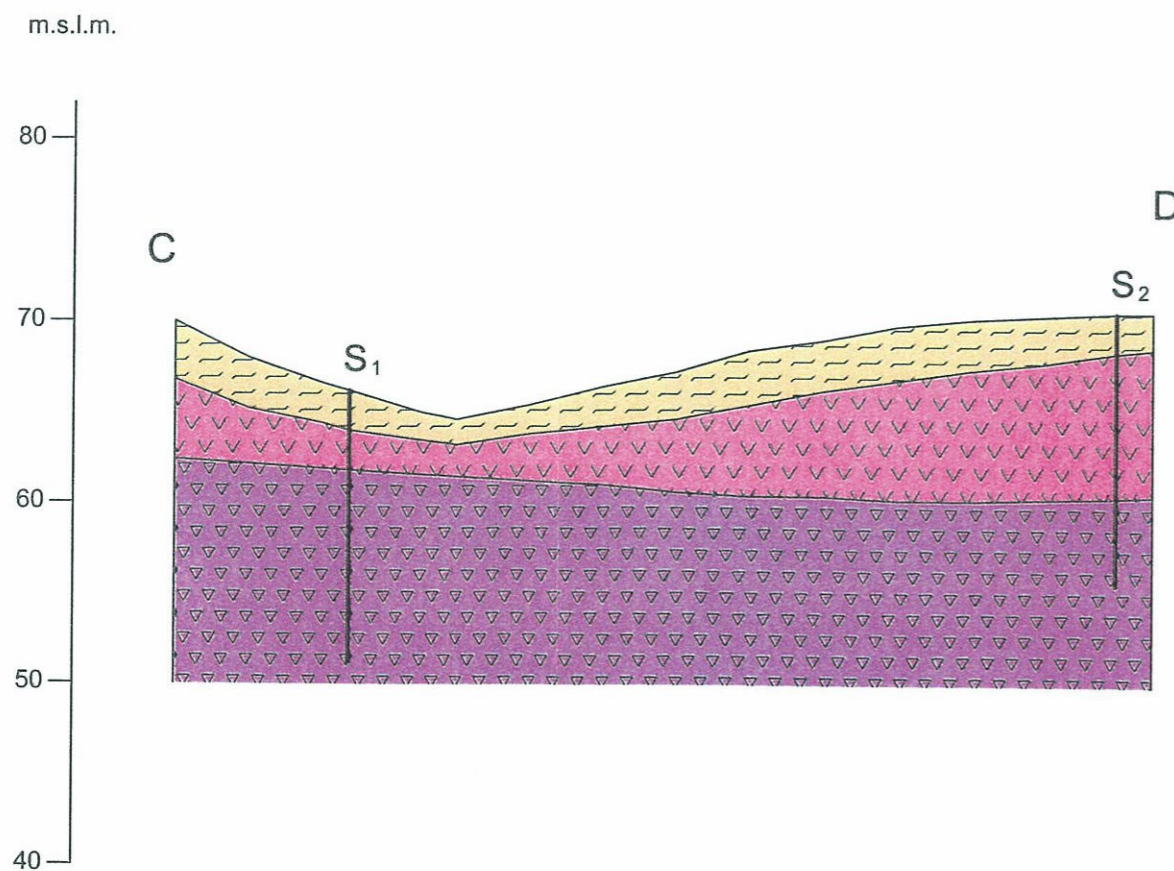
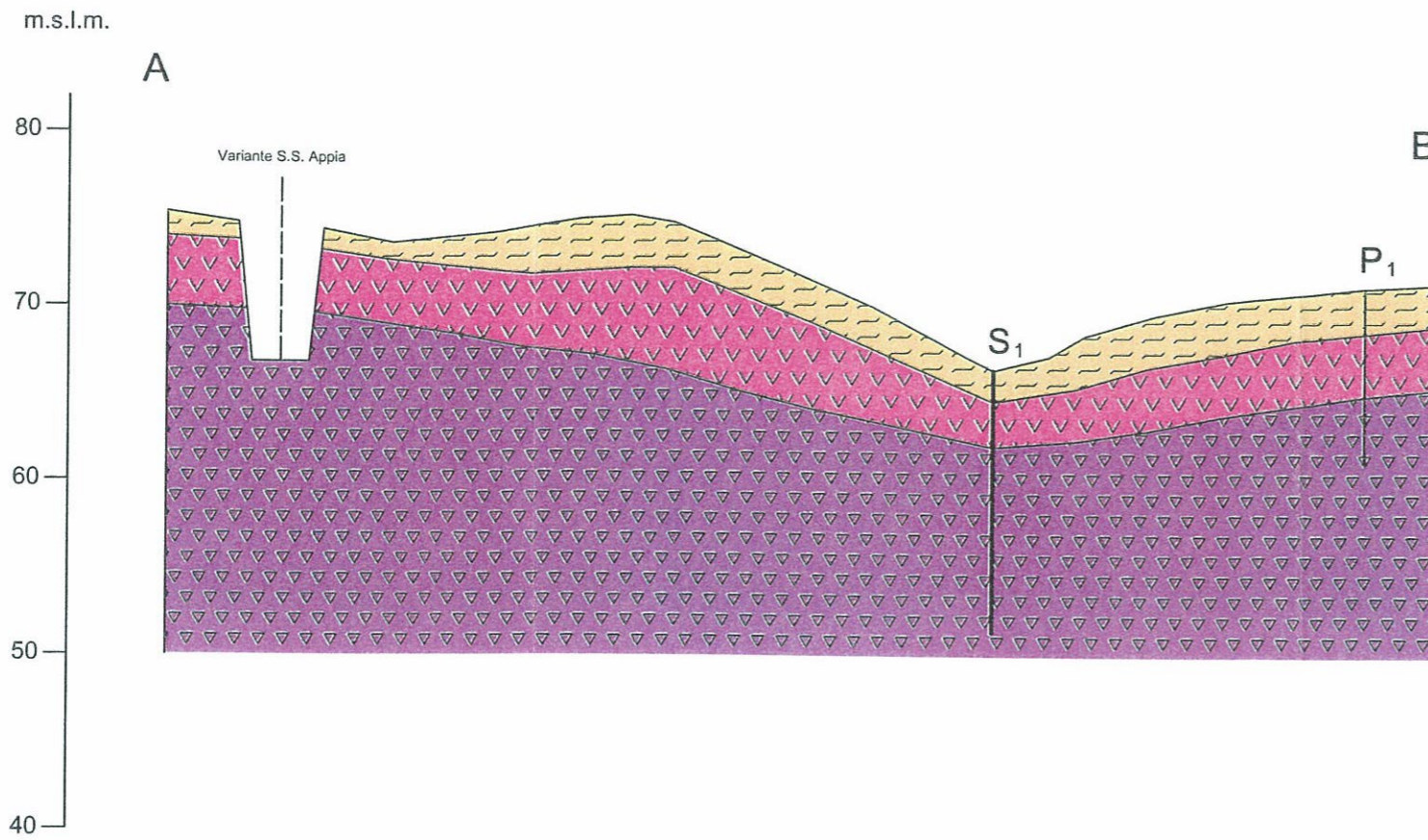
P

Prova penetrometrica C.P.T.

S

Sondaggi geognostici

OSSERVAZIONI : la superficie piezometrica è a quota di circa 35 m s.l.m.



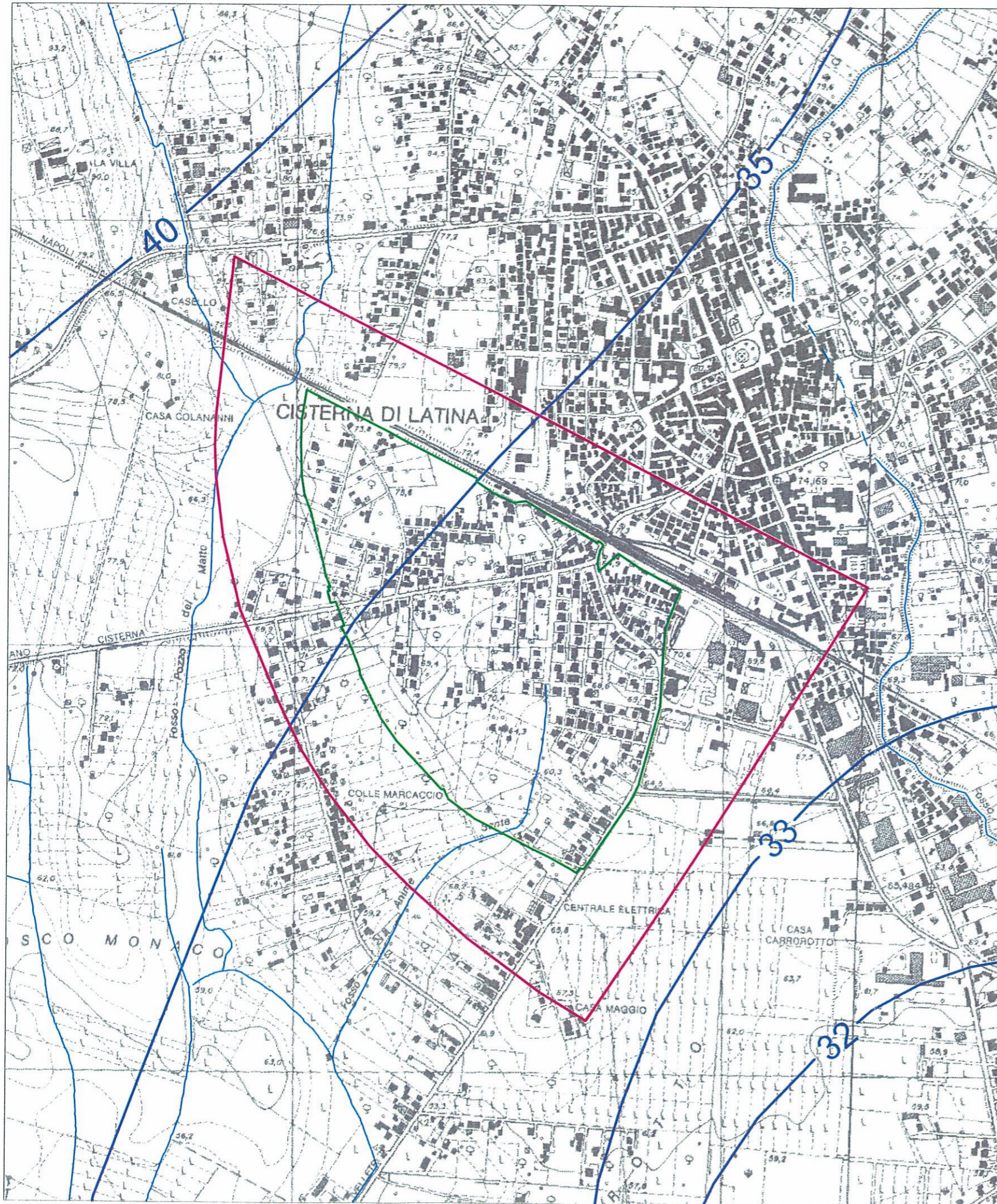
# COMUNE DI CISTERNA DI LATINA

P.P.E. - Zona di intervento C6

CARTA IDROGEOLOGICA

Scala 1:10.000

Geologo : dr Nello Ialongo



## LEGENDA

-  Area di interesse
-  Area di studio
-  Curva isopieza
-  Corsi d'acqua

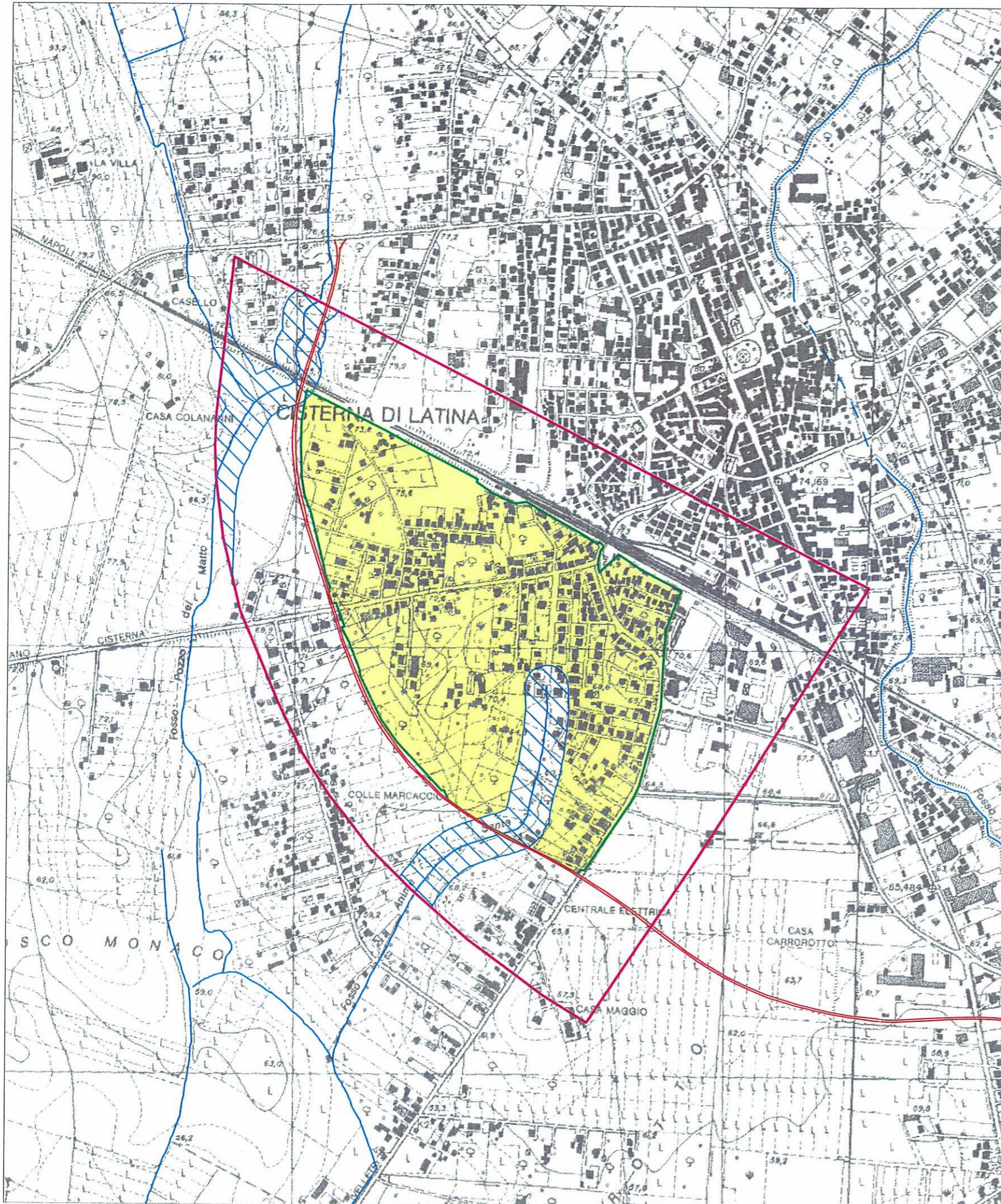
# COMUNE DI CISTERNA DI LATINA

P.P.E. - Zona di intervento C6







CARTA DELL'IDONEITA' TERRITORIALE

Scala 1:10.000

Geologo : dr Nello Ialongo



## LEGENDA

-  Area di interesse
-  Area di studio
-  Corsi d'acqua
-  Area idonea (fascia di rispetto dai fossi originari) a condizione di assicurare la funzionalità dei sistemi di drenaggio
-  Area idonea
-  Traccia della "tangenziale" - Variante S.S. Appia

Committente AMMINISTRAZIONE COMUNALE

data .....

Cantiere CISTERNA P.P.E. C6

| falda acquifera | S<br>P<br>T | scala | campioni | profondità | DESCRIZIONE  | pocket kg/cm <sup>2</sup><br>penetrometer |
|-----------------|-------------|-------|----------|------------|--|---|
|                 |             |       |          |            |  |   |
| ASSENTE         |             |       |          |            | SUOLO VEGETALE   |   |
|                 |             | 12    | 1        |            | LIMO ARGILLOSO LIMOSO DI COLOR MARRONE SEGUITO DA LIMO NOCCIOLA.   |   |
|                 |             |       | 2        |            |  |   |
|                 |             |       | 3        |            |  |   |
|                 |             | 40    | 4        |            |  |   |
|                 |             | 50    | 5        |            | TUFO SEMILITOIDE CON CIOTTOLINI DI LAVA ED ABBONDANTE ANALCIME. MARRONE CHIARO. VERSO IL BASSO AUMENTANO I CIOTTOLINI LAVICI.      |   |
|                 |             |       | 6        |            |  |   |
|                 |             |       | 7        |            |  |   |
|                 |             | 18    | 8        |            | LIMO MARRONE GRIGIASTRO POCO CONSISTENTE. ALL'INTERNO STRATERELLO NERO SEMILITOIDE IN BASSO LIMO GRIGIO CHE PASSA A LIMO NOCCIOLA. |   |
|                 |             |       | 9        |            |  |   |
|                 |             | 60    | 10       |            | POZZOLANA MARRONE ROSSICCIO PASSANTE A TUFO SEMI LITOIDE. SEGUE POZZOLANA GRIGIA.  |   |
|                 |             |       | 11       |            |  |   |
|                 |             |       | 12       |            |  |   |
|                 |             |       | 13       |            |  |   |
|                 |             |       | 14       |            |  |   |
|                 |             | 15    |          |            |  |   |
|                 |             | 15    |          |            |  |   |
|                 |             | 17    |          |            |  |   |
|                 |             | 18    |          |            |  |   |
|                 |             | 19    |          |            |  |   |
|                 |             | 20    |          |            |  |   |



Committente Comune di Cisterna data 7/11/1983

Cantiere Zona artigianale C 7

| falda acquifera | S<br>P<br>T | scala | campioni | stratigrafia | profondità | DESCRIZIONE                         | pocket penetrometer |   |   |
|-----------------|-------------|-------|----------|--------------|------------|-------------------------------------|---------------------|---|---|
|                 |             |       |          |              |            |                                     |                     |   |   |
| A S S E N T E   |             |       |          |              |            | suolo agrario                       |                     |   |   |
|                 |             |       |          |              |            | limo argilloso con noduli neri duri |                     |   |   |
|                 |             |       |          |              |            | 1                                   |                     | materiali piroclastico alterato, terroso, con elementi ghiaiosi semilitoidi |   |
|                 |             |       |          |              |            | 2                                   |                     | 1   | tufo terroso di colore marrone rossastro, in parte argillificato  |
|                 |             |       |          |              |            | 3                                   |                     | 2   | tufo terroso di colore marrone rossastro, in parte argillificato  |
|                 |             |       |          |              |            | 4                                   |                     |   | piroclastite a grana fine, leggermente argillificata, abbastanza compatta   |
|                 |             |       |          |              |            | 5                                   |                     |   | tufo terroso di colore marrone rossastro, in parte argillificato  |
|                 |             |       |          |              |            | 6                                   |                     |   | tufo terroso compatto, a tratti contiene livelli con elementi grossolani litoidi o semilitoidi e scorie pomicee giallastre  |
|                 |             |       |          |              |            | 7                                   |                     |   | pozzolana marrone rossastra prima a grana fine poi ( m 11,5 ) più grossolana con elementi di 7 - 15 mm di vari colori; vi si trovano minerali vari ( mica, analcime ecc ) |
|                 |             |       |          |              |            | 8                                   |                     |   |   |
|                 |             |       |          |              |            | 9                                   |                     |   |   |
|                 |             |       |          |              |            | 10                                  |                     |   |   |
|                 |             |       |          |              |            | 11                                  |                     |   |   |
|                 |             |       |          |              |            | 12                                  |                     |   |   |
|                 |             |       |          |              |            | 13                                  |                     |   |   |
|                 |             |       |          |              |            | 14                                  |                     |   |   |
|                 |             |       |          |              |            | 15                                  |                     |   |   |
|                 |             |       |          |              |            | 16                                  |                     |   |   |
|                 |             |       |          |              |            | 17                                  |                     |   |   |
|                 |             |       |          |              |            | 18                                  |                     |   |   |
| 19              |             |       |          |              |            |                                     |                     |   |   |
| 20              |             |       |          |              |            |                                     |                     |   |   |

# Co. Ge. A.

Società Cooperativa di Geologia Applicata a r.l.

Via Latina, 49 - 00179 Roma - Tel. (06) 7553841

COMMITTENTE Dott. Geol. A. Nardi

PROGETTO P.P.E. Area 46 - Cisterna

SONDAGGIO N°

CAMPIONE N°                     

PROFONDITÀ m. 3.50-4.00

|                        |            |       |                   |                         |       |      |   |
|------------------------|------------|-------|-------------------|-------------------------|-------|------|---|
| DENSITÀ                | $\gamma$   | 1.79  | g/cm <sup>3</sup> | UMIDITÀ NATURALE        | $w_n$ | 38.1 | % |
| DENSITÀ SECCA          | $\gamma_d$ |       | g/cm <sup>3</sup> | LIMITE DI LIQUIDITÀ     | $w_l$ |      | % |
| DENSITÀ IMMERSA        | $\gamma_i$ |       | g/cm <sup>3</sup> | LIMITE DI PLASTICITÀ    | $w_p$ |      | % |
| PESO SPECIFICO GRANULI | $\gamma_s$ | 2.79  | g/cm <sup>3</sup> | INDICE DI PLASTICITÀ    | $I_p$ |      | % |
| INDICE DEI VUOTI       | $e$        | 1.146 |                   | LIMITE DI RITIRO        | $w_r$ |      | % |
| POROSITÀ               | $n$        |       | %                 | INDICE DI CONSISTENZA   | $I_c$ |      |   |
| GRADO DI SATURAZIONE   | $S_r$      | 93    | %                 | CLASSIFICAZIONE CNR-UNI |       |      |   |

|               |          |    |          |    |          |    |          |    |
|---------------|----------|----|----------|----|----------|----|----------|----|
| GRANULOMETRIA | GHIAIA   | %  | SABBIA   | %  | LIMO     | %  | ARGILLA  | %  |
|               | $D_{10}$ | mm | $D_{50}$ | mm | $D_{60}$ | mm | $D_{90}$ | mm |

### SCISSOMETRO

### COMPRESSIONE SEMPLICE

### SCATOLA DI TAGLIO

$\tau_{j \max}$  ..... } Kg/cm<sup>2</sup>  
 $\tau_{j \text{res}}$  ..... }

$\sigma_j$  ..... Kg/cm<sup>2</sup>

$c$  ..... 0.20 ..... Kg/cm<sup>2</sup>

$\varphi$  ..... 28.5

|                         |                                |                   |                                    |                       |                                   |                      |                                |  |  |  |
|-------------------------|--------------------------------|-------------------|------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------------------|--|--|--|
| COMPRESSIONE TRIASSIALE | CONSOLIDATA DRENATA            |                   | CONSOLIDATA NON DRENATA            |                       |                                   |                      | NON CONSOLIDATA NON DRENATA    |  |  |  |
|                         |                                |                   | Tensioni efficaci                  |                       | Tensioni Totali                   |                      |                                |  |  |  |
|                         | $c_d$ ..... Kg/cm <sup>2</sup> |                   | $c'_{cv}$ ..... Kg/cm <sup>2</sup> |                       | $c_{cv}$ ..... Kg/cm <sup>2</sup> |                      | $c_u$ ..... Kg/cm <sup>2</sup> |  |  |  |
|                         |                                | $\varphi_d$ ..... |                                    | $\varphi'_{cv}$ ..... |                                   | $\varphi_{cv}$ ..... |                                |  |  |  |

|                 |                                |            |            |          |        |     |     |     |      |       |
|-----------------|--------------------------------|------------|------------|----------|--------|-----|-----|-----|------|-------|
| COMPRESSIBILITÀ | $\sigma$ (Kg/cm <sup>2</sup> ) | 0,00-0,125 | 0,125-0,25 | 0,25-0,5 | 0,5-1  | 1-2 | 2-4 | 4-8 | 8-16 | 16-32 |
|                 | E (Kg/cm <sup>2</sup> )        | 11         | 22         | 33       | 48     | 73  | 99  | 134 | 199  | 344   |
|                 | $c_t$ (cm <sup>2</sup> /sec)   |            | 0.0010     | 0.0013   | 0.0024 |     |     |     |      |       |

DESCRIZIONE: Epivulcanite a granulometria argilloso-limosa di colore marrone-rossastro, poco consistente (Rp=1.5-1.8)

CoGeA

Cooperativo di Geologo applicato  
Via Latina 4P - 00179 Roma - Tel (06) 7553141  
PARTITA IVA 05187430581

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

RIFERIMENTO Cisterna - Area C6

Sondaggio n° \_\_\_\_\_ Campione n° \_\_\_\_\_ Profondità m 3.50-4.00

### TIPO DI PROVA

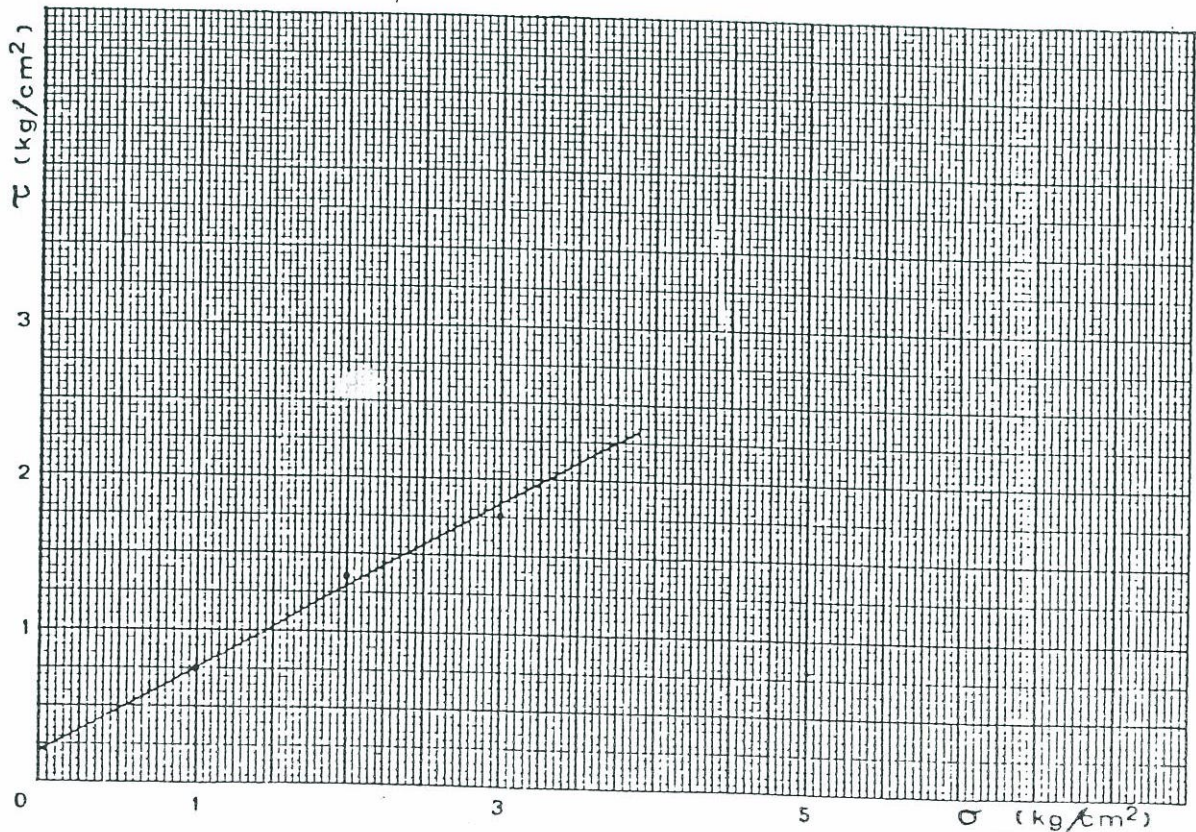
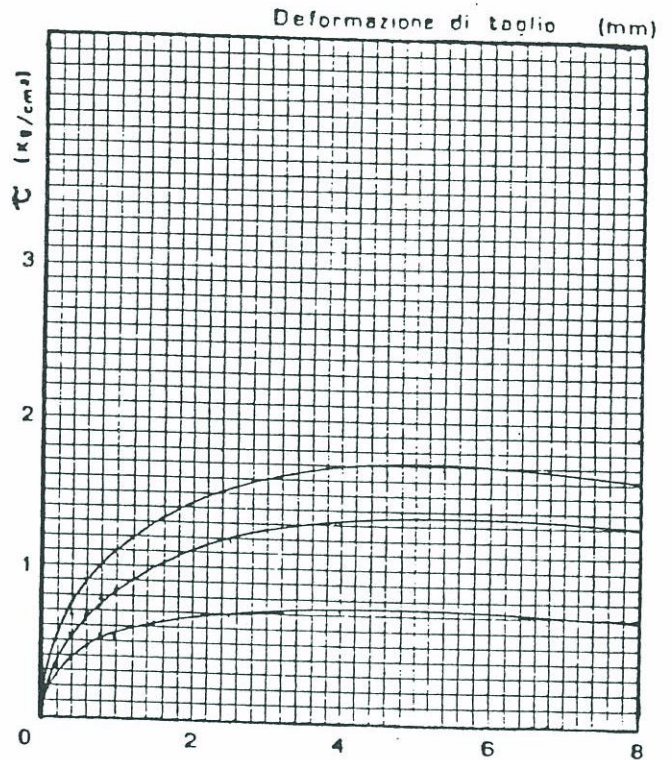
CONSOLIDATA-LENTA

Velocità di taglio 0.019 mm/min

### CARATTERISTICHE DEL CAMPIONE

Umidità  $w$  38.1 %  
Peso di volume  $\gamma$  1.79 g/cm<sup>3</sup>  
Peso specifico dei granuli  $\gamma_s$  \_\_\_\_\_ g/cm<sup>3</sup>  
Indice dei vuoti  $e$  \_\_\_\_\_

Coesione  $c$  0.20 Kg/cm<sup>2</sup>  
Angolo di attrito interno  $\varphi$  28.5 °



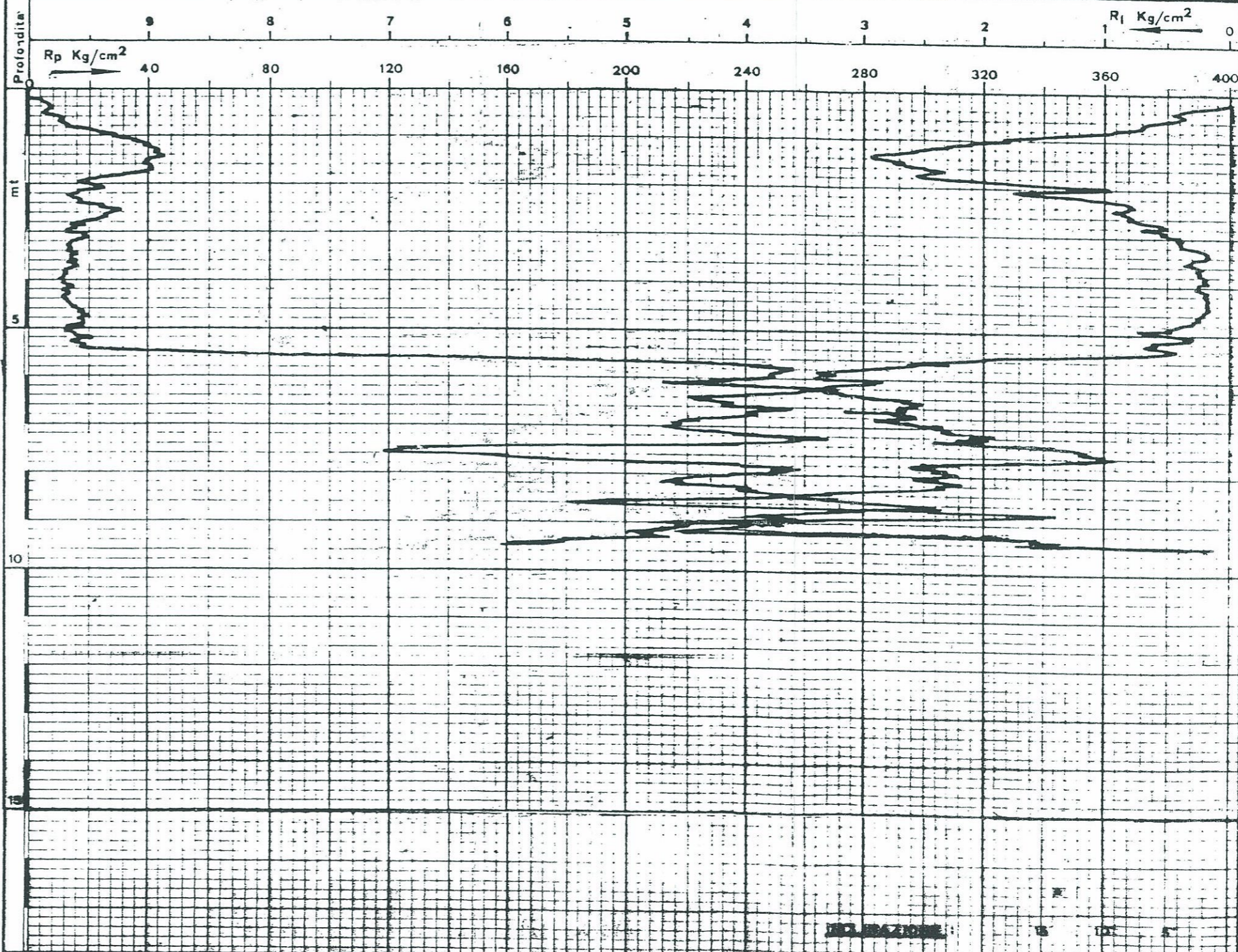
# PENETROMATIC

Dr. A. AGOSTINUCCI  
Via. Del Casale Giuliani, 46 - 00141 - ROMA - Telefono (06) 8127817

## PROVA PENETROMETRICA STATICA

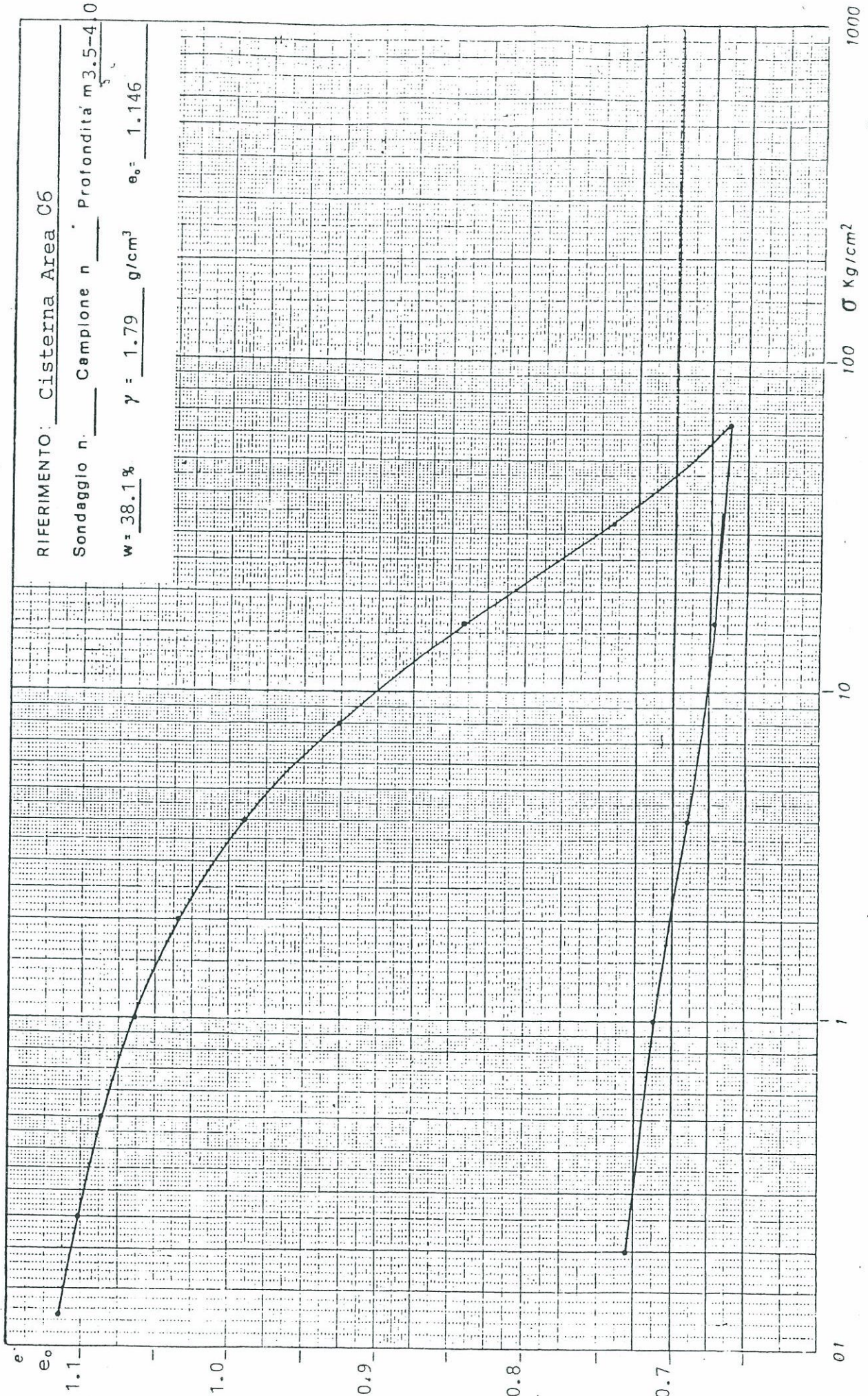
ESEGUITA CON PENETROMETRO DA 20 TONS E PUNTA ELETTRICA  
TIPO S-E CON INCLINOMETRO INSERITO. NOTA: DIAGRAMMA  
AUTOMATICO RIPRODOTTO IN FOTOCOPIA DALL'ORIGINALE

| COMMITTENTE | LOCALITA'             | PROVA N° | QUOTA | DATA     | Osservazioni: | Firma Operatore |
|-------------|-----------------------|----------|-------|----------|---------------|-----------------|
| -           | Zona d'intervento C 6 |          |       | 20-11-63 |               |                 |



$R_p$  = Resistenza alla punta  
 $R_l$  = Attrito laterale locale

# PROVA EDOMETRICA

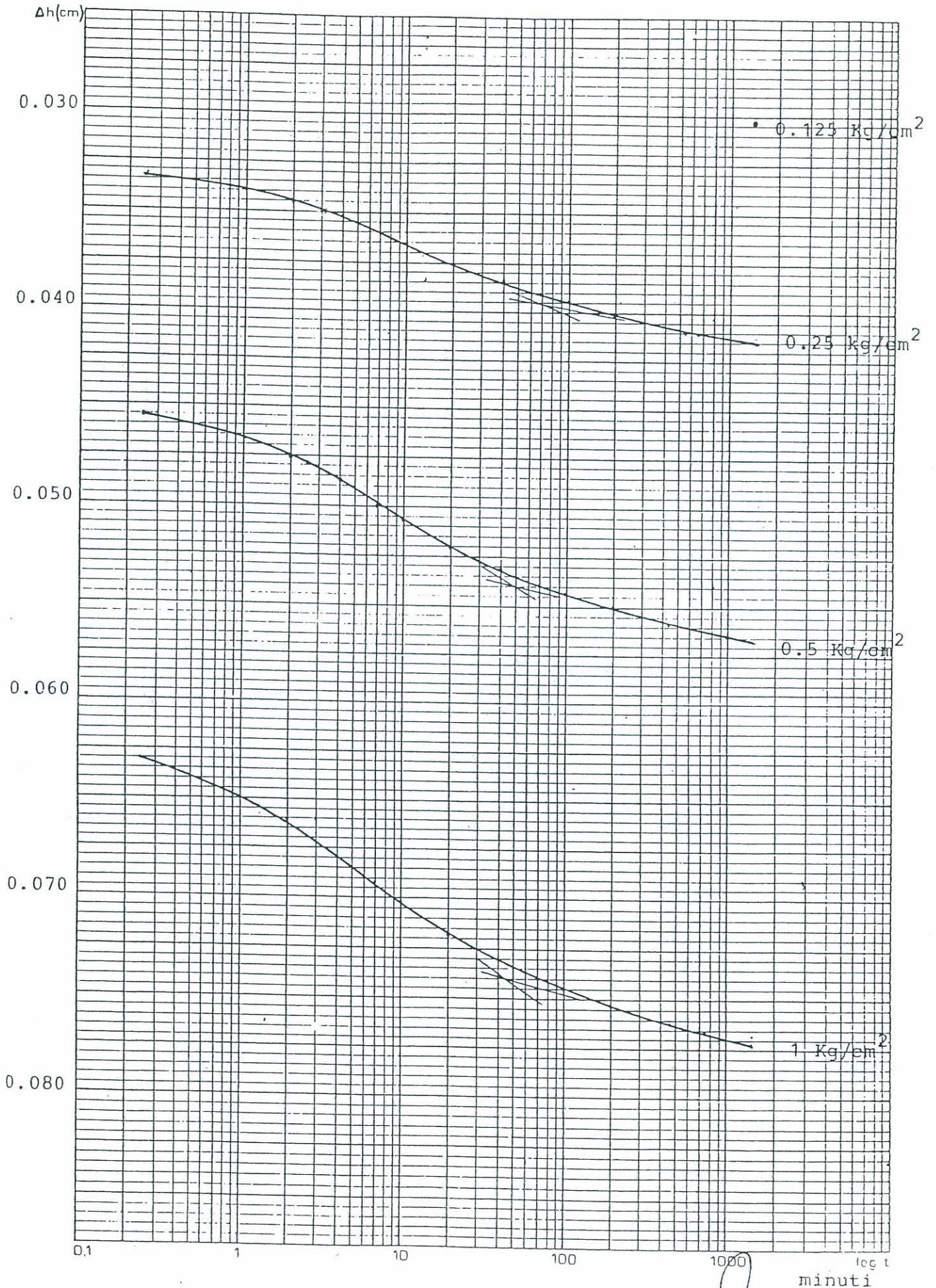


Curve cedimento / log tempo

Sondaggio n° \_\_\_\_\_

CISTERNA C6

m 3.50-4.00



**Co. Ge. A.**

Società Cooperativa di Geologia Applicata a r.l.

Via Lellina, 40 - 00178 Roma - Tel. (06) 7553841

COMMITTENTE Dott. Geol. A. Nardi

PROGETTO P.P.E. Area C6 - Cisterna

SONDAGGIO N°

CAMPIONE N°

PROFONDITÀ m. 5.00-5.50

|                        |            |      |                   |                         |       |      |   |
|------------------------|------------|------|-------------------|-------------------------|-------|------|---|
| DENSITÀ                | $\gamma$   | 1.69 | g/cm <sup>3</sup> | UMIDITÀ NATURALE        | $w_n$ | 49.3 | % |
| DENSITÀ SECCA          | $\gamma_d$ |      | g/cm <sup>3</sup> | LIMITE DI LIQUIDITÀ     | $w_l$ |      | % |
| DENSITÀ IMMERSA        | $\gamma_i$ |      | g/cm <sup>3</sup> | LIMITE DI PLASTICITÀ    | $w_p$ |      | % |
| PESO SPECIFICO GRANULI | $\gamma_s$ |      | g/cm <sup>3</sup> | INDICE DI PLASTICITÀ    | $I_p$ |      | % |
| INDICE DEI VUOTI       | $e$        |      |                   | LIMITE DI RITIRO        | $w_r$ |      | % |
| POROSITÀ               | $n$        |      | %                 | INDICE DI CONSISTENZA   | $I_c$ |      |   |
| GRADO DI SATURAZIONE   | $S_r$      |      | %                 | CLASSIFICAZIONE CNR-UNI |       |      |   |

|               |                 |    |                 |    |                  |    |                  |    |
|---------------|-----------------|----|-----------------|----|------------------|----|------------------|----|
| GRANULOMETRIA | GHIAIA          | %  | SABBIA          | %  | LIMO             | %  | ARGILLA          | %  |
|               | D <sub>10</sub> | mm | D <sub>50</sub> | mm | D <sub>100</sub> | mm | D <sub>200</sub> | mm |

SCISSOMETRO

COMPRESSIONE SEMPLICE

SCATOLA DI TAGLIO

$\tau_{f \max}$  ..... } Kg/cm<sup>2</sup>       $\sigma_f$  ..... Kg/cm<sup>2</sup>       $c$  ..... 0.65 ..... Kg/cm<sup>2</sup>  
 $\tau_{f \min}$  ..... }       $\varphi$  ..... 37.5 .....

|                        |                                |  |                                    |  |                                   |  |                                |  |
|------------------------|--------------------------------|--|------------------------------------|--|-----------------------------------|--|--------------------------------|--|
| COMPRESSIONE TRIASSALE | CONSOLIDATA DRENATA            |  | CONSOLIDATA NON DRENATA            |  |                                   |  | NON CONSOLIDATA NON DRENATA    |  |
|                        |                                |  | Tensioni efficaci                  |  | Tensioni Totali                   |  |                                |  |
|                        | $c_d$ ..... Kg/cm <sup>2</sup> |  | $c'_{cr}$ ..... Kg/cm <sup>2</sup> |  | $c_{cr}$ ..... Kg/cm <sup>2</sup> |  | $c_u$ ..... Kg/cm <sup>2</sup> |  |
|                        | $\varphi'_d$ .....             |  | $\varphi'_{cr}$ .....              |  | $\varphi_{cr}$ .....              |  | $\varphi_u$ .....              |  |

|                 |                                |            |            |          |       |     |     |     |      |       |
|-----------------|--------------------------------|------------|------------|----------|-------|-----|-----|-----|------|-------|
| COMPRESSIBILITÀ | $\sigma$ (Kg/cm <sup>2</sup> ) | 0,00-0,125 | 0,125-0,25 | 0,25-0,5 | 0,5-1 | 1-2 | 2-4 | 4-8 | 8-16 | 16-32 |
|                 | E (Kg/cm <sup>2</sup> )        |            |            |          |       |     |     |     |      |       |
|                 | $c_t$ (cm <sup>2</sup> /sec)   |            |            |          |       |     |     |     |      |       |

DESCRIZIONE: Epivulcanite di colore marrone-rossatro cementata (Rp > 6)

CoGeA

Cooperativo di Geologia applicata

Via L. il Moro, 48 - 00179 Roma - Tel. (06) 7553641

PARTITA IVA 05187430581

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

RIFERIMENTO Cisterna 06

Sondaggio n° \_\_\_\_\_ Campione n° \_\_\_\_\_ Profondità m 5.00-5.50

### TIPO DI PROVA

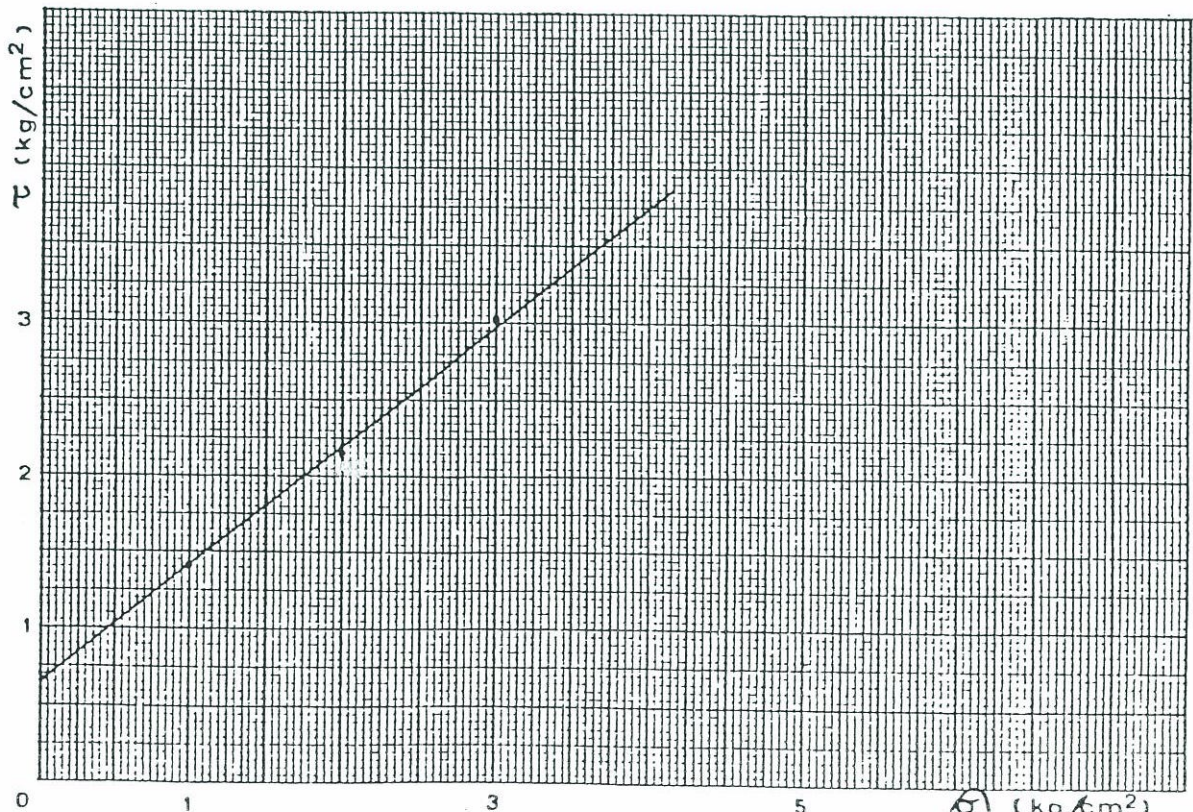
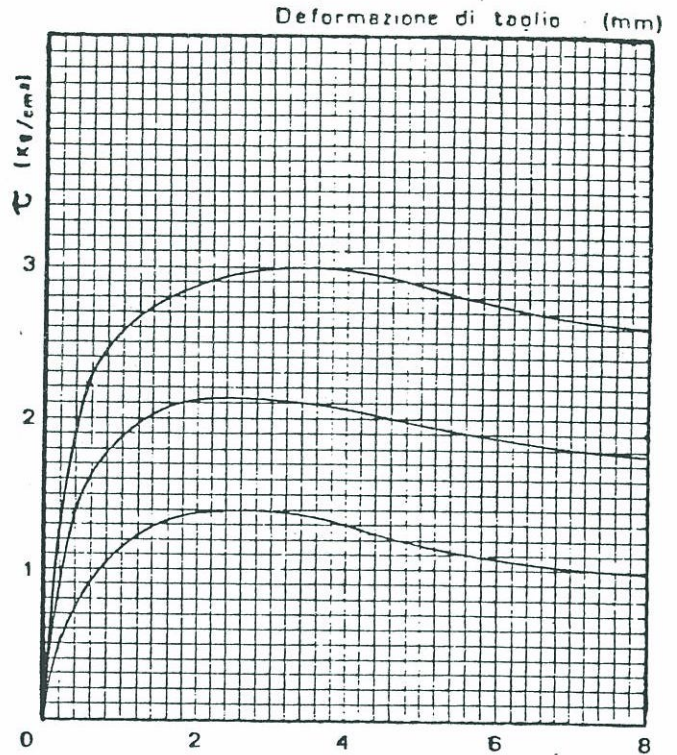
CONSOLIDATA-LENTA

Velocità di taglio 0.019 mm/min

### CARATTERISTICHE DEL CAMPIONE

Umidità  $w$  49.3 %  
Peso di volume  $\gamma$  1.69 g/cm<sup>3</sup>  
Peso specifico dei granuli  $\gamma_s$  \_\_\_\_\_ g/cm<sup>3</sup>  
Indice dei vuoti  $e$  \_\_\_\_\_

Coesione  $c$  0.65 Kg/cm<sup>2</sup>  
Angolo di attrito interno  $\varphi$  37.5 °



CO. GE. A.

Società Cooperativa di Geologia Applicata s.r.l.