



PROGETTO:

**IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI CON PRODUZIONE DI BIOMETANO**

LOCALIZZAZIONE:

**COMUNE DI SANT'ARSENIO (SA)  
AREA P.I.P. - LOC. "POZZO"**

RIFERIMENTO PRATICA:

**VERIFICA DI ASSOGETTABILITA' ALLA V.I.A.  
(art.20 D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.)**

TITOLO ELABORATO:

**RELAZIONE GEOLOGICA**

SIGLA ELABORATO:

**R.2**

COMPAGINE DI PROGETTO:



I PROGETTISTI:

**GEOL. ANTONIO PETROCCELLI**



STUDIO TECNICO:  
ING. GIANCARLO GENTILE  
STUDIO TECNICO:  
GEOL. ANTONIO PETROCCELLI  
STUDIO TECNICO:  
ING. GABRIELE PETROCCELLI  
ING. DANIELE GIAFFRIDA

COMMITTENTE:



**BIOMETANO SALERNITANO s.r.l.**  
Via dell'Elogium - 84035 - Polla (SA)  
biosal@pec.it

NOME FILE: **R.2\_RELAZIONE\_GEOLOGICA**

SCALA DISEGNO:

-

DIMENSIONI FOLIO:

**A4**

DATA	REVISIONE	COMMENTO	REDATTORE
NOVEMBRE 2016	0	EMISSIONE PER AUTORIZZAZIONE	GEOL.PETROCCELLI

## Indice

01.- <u>PREMESSA</u> .....	pag. 01
02.- <u>FASE PRELIMINARE CONOSCITIVA STUDIO</u> .....	pag. 03
03.- <u>INQUADRAMENTO GEOLOGICO–GEOMORFOLOGICO IDROGEOLOGICO E STRUTTURALE DELLA ZONA</u> .....	pag. 05
04.- <u>INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE</u> .....	pag. 09
05.- <u>IDROLOGIA DEL SETTORE OCCIDENTALE DEL VALLO DI DIANO</u> .....	pag. 13
06.- <u>COMPLESSI IDROGEOLOGICI</u> .....	pag. 17
07.- <u>CONDIZIONI METEOROLOGICHE</u> .....	pag. 22
08.- <u>DATI PLUVIOMETRICI E RISCHIO IDRAULICO</u> .....	pag. 27
09.- <u>UBICAZIONE-CARATTERIZZAZIONE DEL SITO ED ANALISI MORFOEVOLUTIVA</u> .....	pag. 30
10.- <u>COMPATIBILITA' GEOLOGICA</u> .....	pag. 32
11.- <u>CARATTERIZZAZIONE - MODELLAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA DEL SITO - TIPO DI INDAGINI ESEGUITE</u> .....	pag. 34
12.- <u>ZONAZIONE DEL TERRITORIO IN PROSPETTIVA SISMICA -CATEGORIA DI SOTTOSUOLO-CONDIZIONI TOPOGRAFICHE E STRATIGRAFICHE</u> .....	pag. 88
13.- <u>VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA</u> .....	pag.101
14.- <u>NOTE CONCLUSIVE</u> .....	pag. 120

## ALLEGATI

01.- Stralcio aerofotogrammetria scala 1:5.000.

02.- Stralcio catastale scala 1:2.000 .

03.- Stralcio planimetrico area di intervento (Comune di Atena Lucana ) con ubicazione lotti di intervento.

04.- Carta Geologica – Geomorfologica scala 1:2.000..

05.- Carta Idrogeologica scala 1:2.000.

06.- Carta della Stabilità scala 1:2.000 .

07.- Carta della Zonazione Sismica scala 1:2.000.

08.- Carta Ubicazione Indagini scala 1:2.000 .

09.- Carte tematiche (riperimstrate): Autorità di bacino Campania Sud-Interregionale Sele scala 1:1.000 .

10.- Ortofoto scala 1:2.000.

**PREMESSA.**

La presente relazione redatta per incarico della Ditta **"BIOMETANO SALERNITANO SRL"**, con sede in Via dell'Elogium 10 Polla (SA), si riferisce ad uno studio di caratterizzazione e modellazione geologica preliminare di un'area (NTC 2008), ai fini della fattibilità dell'opera in progetto, inerente la realizzazione di un impianto di **trattamento di rifiuti e produzione di Biometano**. L'area in studio, fa parte dei lotti **n° 9-10-11-12-13-14** dell'area PIP **"Pozzo"** del territorio Comunale di Sant'Arzenio (SA). In catasto al Foglio n.8, Mappali nn. 6 (parte), 9 (parte), 12 (parte), 13 (parte), 14 (intera), 15 (parte), 758 (parte), 929 (parte), 1.090 (parte) e 1314 (parte) - ex particella 16.

L'indagine, è finalizzata, in relazione alla complessità del contesto geologico, alla ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e di pericolosità geologica del territorio.

Lo scopo è quello di ricostruire un **modello geologico**, ai fini dell'inquadramento dei problemi geotecnici.

L'indagine, richiesta dagli Organi Tecnici Competenti, è stata elaborata nel rispetto del presente quadro normativo vigente per le aree sismiche :

- *Legge 02 FEBBRAIO 1974, n° 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".*
- *L.R. 07 GENNAIO 1983, n° 9 "Norme per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di difesa del territorio dal rischio sismico.*
- *D. M. 11 MARZO 1988 – Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.*
- *Legge 18 maggio 1989 n° 183 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo"*
- *D.M. 16 gennaio 1996 – Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi.*
- *PIANO REGOLATORE GENERALE COMUNE di Sant'Arzenio – Relazione Geologica-Tecnica, indagini e relativi allegati.*
- *D.M. 14.01.2008 (G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008 –S.O. n. 30) - "Norme tecniche per le costruzioni".*
- *Circolare n. 617 del 2.02.2009, (G.U. n. 47 del 26 febbraio 2009 – Suppl.Ordinario n.27 – "Istituzioni per l'applicazione delle NTC di cui al D.M. 14.gennaio 2008").*



## LEGGI REGIONALI E NAZIONALI IN MATERIA DI PIANIFICAZIONE E DI VINCOLO IDROGEOLOGICO.

- R.D. 3 DICEMBRE 1923, N. 3267 – Vincolo Idrogeologico.
- LEGGE REGIONALE N° 11 DEL 07 MAGGIO 1996 – Vincolo Idrogeologico.
- PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL BACINO INTERREGIONALE DEL FIUME SELE REDATTO:  
dall'Autorità di Bacino Campania Sud ed interregionale del Fiume Sele - L.N. 267/98,  
D.P.C.M. del 29.09.1998, L.N. 365/00 – pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 247 del  
22.10.2012.  
D.C.I. n. 31 del 21.06.2013 approvazione testo revisionato della "Normativa di  
Attuazione relativa al bacino idrografico del Fiume Sele", che modifica e sostituisce la  
vigente normativa di Piano di cui alla delibera di Comitato Istituzionale n. 20/2012.

Lo studio si divide nei seguenti capitoli :

01.- PREMESSA.

02.- FASE PRELIMINARE CONOSCITIVA STUDIO.

03.- INQUADRAMENTO GEOLOGICO–GEOMORFOLOGICO IDROGEOLOGICO E STRUTTURALE DELLA ZONA.

04.- INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE.

05.- IDROLOGIA DEL SETTORE OCCIDENTALE DEL VALLO DI DIANO .

06.- COMPLESSI IDROGEOLOGICI .

07.- CONDIZIONI METEOROLOGICHE .

08.- DATI PLUVIOMETRICI E RISCHIO IDRAULICO .

09.- UBICAZIONE-CARATTERIZZAZIONE DEL SITO ED ANALISI MORFOEVOLUTIVA .

10.- COMPATIBILITA' GEOLOGICA .

11.- CARATTERIZZAZIONE - MODELLAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA DEL SITO - TIPO DI INDAGINI ESEGUITE .

12.- ZONAZIONE DEL TERRITORIO IN PROSPETTIVA SISMICA - CATEGORIA DI SOTTOSUOLO - CONDIZIONI TOPOGRAFICHE E STRATIGRAFICHE.

13.- VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA .

14.- NOTE CONCLUSIVE.

## **FASE PRELIMINARE CONOSCITVA.**

Per l'espletamento dello studio inerente la realizzazione delle opere in progetto, si è proceduti, in primis, ad un dettagliato e puntuale approfondimento geologico, geomorfologico e idrogeologico dell'area ubicata nella zona P.I.P. "Pozzo" del territorio comunale di Sant'Arzenio prov. di Salerno.

L'indagine, **in questa prima fase di studio**, ha utilizzato tutti i dati in possesso dello scrivente, per aver redatto proprio lo studio generale dell'area P.I.P. "Graviele-Pozzo", dove in alcuni lotti si intende realizzare il manufatto in esame.

*Comunque, si è redatto, un preciso piano di lavoro finalizzato all'approfondimento delle conoscenze delle caratteristiche litologiche, stratigrafiche, strutturali, idrogeologiche, geomorfologiche e per la definizione della pericolosità geologica dell'area in esame.*

Lo scopo è quello di ricostruire un **modello geologico-idrogeologico**, ai fini dell'inquadramento dei problemi geotecnici.

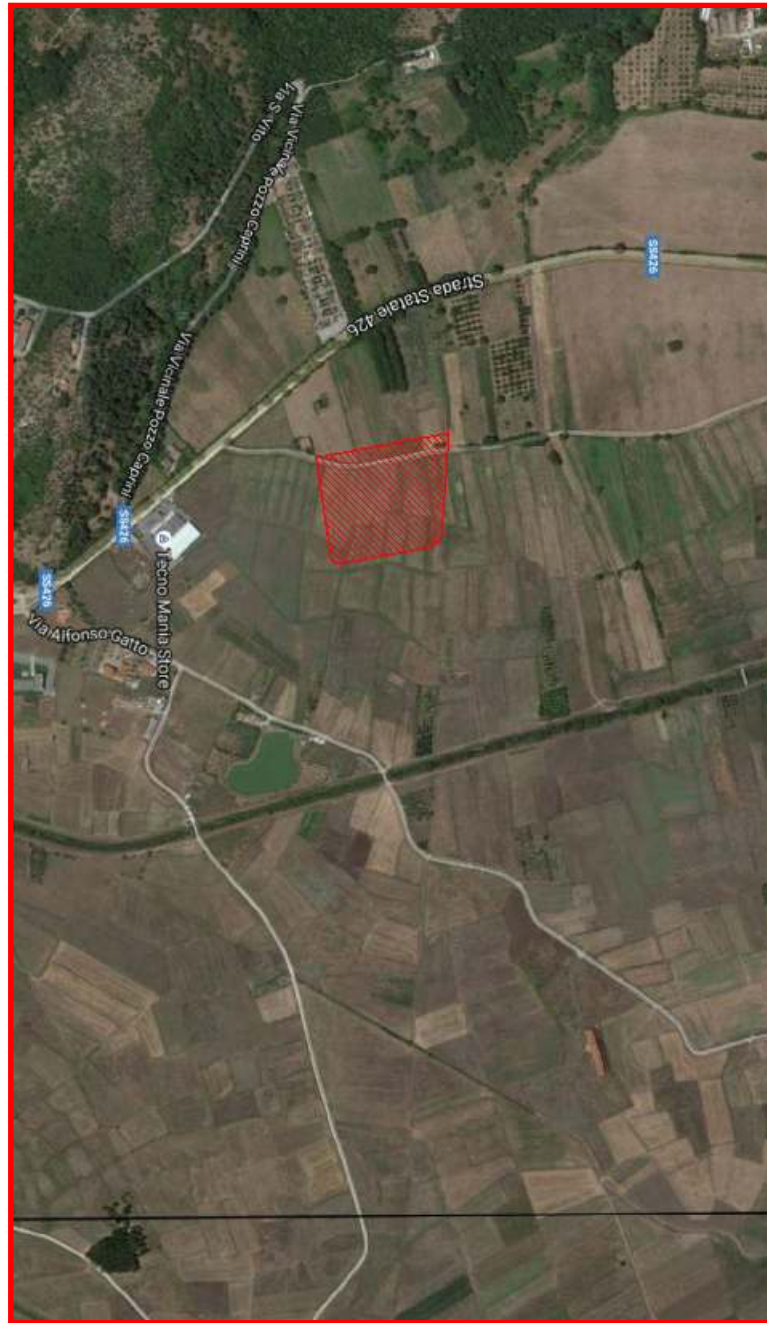
In particolare si è proceduti ad impostare un studio i cui esiti partono da una base conoscitiva costituita da :

- a.**- consultazione della cartografia geologica e topografica della zona oggetto di intervento e delle aree limitrofe ;
- b.**- rilievo geologico di dettaglio ed analisi geomorfologia del sito e delle aree limitrofe, allo scopo di individuare eventuali fenomeni profondi di instabilità in atto o potenziali ;
- c.**- analisi ed identificazioni di eventuali forme di dissesti a manufatti limitrofi, dovuti ad eventuali fenomeni destabilizzanti ;
- d.**- studio idrogeologico puntuale e generale ;
- e.**- consultazione dello studio geognostico e sismico redatto, dallo scrivente, per la realizzazione dell'area P.I.P. "Graviele-Pozzo" di Sant'Arzenio (SA).

Inoltre viene anche acclusa la seguente base cartografica :

- 1.- Aerofotogrammetria.**
- 2.- Particolare planimetrico area di intervento (Comune di Sant'Arzenio) con ubicazione indagini in possesso.**
- 3.- Carta Geomorfologica .**
- 4.- Carta della stabilità .**
- 5.- Carta Idrogeologica .**
- 6.- Carta della zonazione sismica .**
- 7.- Carte tematiche rivisitate: Autorità di bacino Interregionale Campania Sud - ed Interregionale per il bacino idrografico del Fiume Sele .**
- 8.- Ortofoto .**
- 9.- Report Fotografico area.**

Area di intervento



DATI DI IDENTIFICAZIONE DEL SITO

COMUNE .....	SANT'ARSENIO
PROVINCIA .....	SALERNO
LOCALITA' .....	"GRAVIELE-POZZO"
H. s.l.m. (media) .....	mt. 425
COMMITTENTE .....	"BIOMETANO SALERNITANO SRL"
COORDINATE (Medie).....	LATITUDINE 40° 29' 01.39" N.
LONGITUDINE .....	15° 29' 12.56" E.

## INQUADRAMENTO GEOLOGICO – GEOMORFOLOGICO IDROGEOLOGICO E STRUTTURALE DELLA ZONA.

Il territorio comunale di Sant'Arzenio si colloca a ovest del Vallo di Diano alla base dei versanti carbonatici mesozoici dall'unità geologica dell'Alburno Cervati ed ha una superficie di 20,19 Km<sup>2</sup>.

Esso risulta essere confinante con i Comuni di Polla a Nord e a Sud e con il Comune di San Pietro Al Tanagro e San Rufo .

Si estende lungo il bordo settentrionale del rilievo del Monte Alburno, parte terminale dei Monti Carmelo e Cullata. Si delineano due aree morfologicamente distinte, una montuosa e/o pedemontana formata dal centro Storico del paese e zone limitrofe, l'altra quasi completamente pianeggiante costituita dai terreni alluvionali del Vallo di Diano che rappresenta la zona di recente espansione del Comune.

Dal punto di vista strutturale e tettonico, i massicci carbonatici dell'Unità Alburno-Cervati sono costituiti da sommità enormemente appiattite, che hanno favorito l'instaurarsi del glacialismo prima e del carsismo successivamente e su cui si aprono superfici ampiamente carsificate, crivellate di doline, uvala etc. (p. es. campi di M. Arsano - Massiccio del Cervati).

In particolare, i "Monti del Cilento" (Massiccio del Cervati), posti sul lato destro del "Vallo di Diano", sono suddivisi in grosse zolle appiattite dove è molto sviluppato il fenomeno carsico. Infatti i Monti del Cilento sono tra i più intensamente carsificati d'Italia, al punto di offrire esempi grandiosi di carsismo profondo, da tempo oggetto di numerosi studi. Inghiottoi, doline, uvala, grotte, corsi sotterranei, sorgenti intermittenti, sono le forme più ricorrenti con cui si manifesta la complessa fenomenologia carsica della zona.

L'appiattimento della sommità del massiccio del Cervati, suddiviso in grosse zolle, ha favorito l'instaurarsi del glacialismo prima e del carsismo poi. Sono state individuate almeno cinque polje (conche tettoniche modellate più o meno intensamente dall'azione esarativa dei ghiacciai e successivamente cadute sotto il dominio del carsismo).

Più a Nord del "Cervati" sui monti che sovrastano Polla e S. Arsenio (tra Polla e S. Rufo), si apre un territorio intensamente carsificato con sviluppo veramente imponente di doline grotte e inghiottitoi e locali fenomeni di risorgenza. Di notevole importanza sono gli inghiottitoi di Polla "*Le Crive*", che rappresentano il punto di sfioro delle acque dell'antico lago le quali venivano convogliate presumibilmente verso NW attraverso una fitta rete sotterranea la cui esistenza trova una conferma fin troppo elementare nel vicino sistema delle grotte di Pertosa e delle grotte di Polla.

Attualmente sono interrate e naturalmente non più funzionanti anche perché si trovano ad una quota leggermente più alta dell'attuale piana.

Il Monte Cervati, il M. Motola, il Cocuzzo delle Puglie ed il M. Alburno costituiscono dei lembi di paleosuperfici poste a quote comprese tra i 1000 ed i 1100 metri, e rappresentano i contatti tettonici tra carbonati e terrigeno.

Tuttavia anche le paleosuperfici di quote intorno ai 1200 metri bordano le faglie WNW-ESE sia sul massiccio del Cervati e del Monte Alburno.

Le faglie di attività trascorrente con orientazione WNW-ESE sono associate a scarpate strutturali, impostate su rocce litoidi ed in molti casi il contatto con le unità carbonatiche e quelle

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

terrigene; e proprio in questi casi che si hanno le forti depressioni morfologiche. Alcuni esempi sono rappresentati dalle scarpate sud-orientali e sud-occidentali del Cocuzzo delle Puglie, Monte Alburno ed il Monte Motola (anche se quest'ultimo ha un andamento più vicino all'Est-Ovest).

L'analisi geomorfologica ha mostrato che queste scarpate sono **fault line scarp** e con altezze molto variabili che aumentano in prossimità della fondovalle del Vallo di Diano, per diminuire in prossimità degli spartiacque.

Tutte queste scarpate sono impostate, come si può evincere dalla sovrapposizione delle carte geologiche e geomorfologiche, lungo faglie di direzione N110: il rigetto morfologico delle scarpate sottese da faglie trascorrenti, diminuisce gradualmente fino a scomparire, in corrispondenza delle paleosuperfici poste a quote intorno ai 1200 m., dove le faglie sono rasate e conservano l'espressione morfologica solo nelle incisioni susseguenti.

L'analisi geomorfologica della rete idrografica, che drena i paesaggi sospesi, ha rilevato che le principali aste seguono i lineamenti WNW-ESE. Da questo si può ipotizzare che le faglie trascorrenti si siano generate antecedentemente all'impostazione della rete idrografica, ma tuttavia non hanno esercitato un importante controllo passivo sull'idrografia.

Lo studio morfologico è stato esteso anche a rilevare gli antichi tracciati esistenti nell'area, individuabili attraverso profonde forre sovrimposte, che incidono il Cervati, l'Alburno e il Motola. Queste forme si correlano agli antichi paesaggi sospesi, alcuni dei quali sono sovrimposte, a partire dai paesaggi di quota 1300-1400 e altri da quelli di 1100-1200 m.

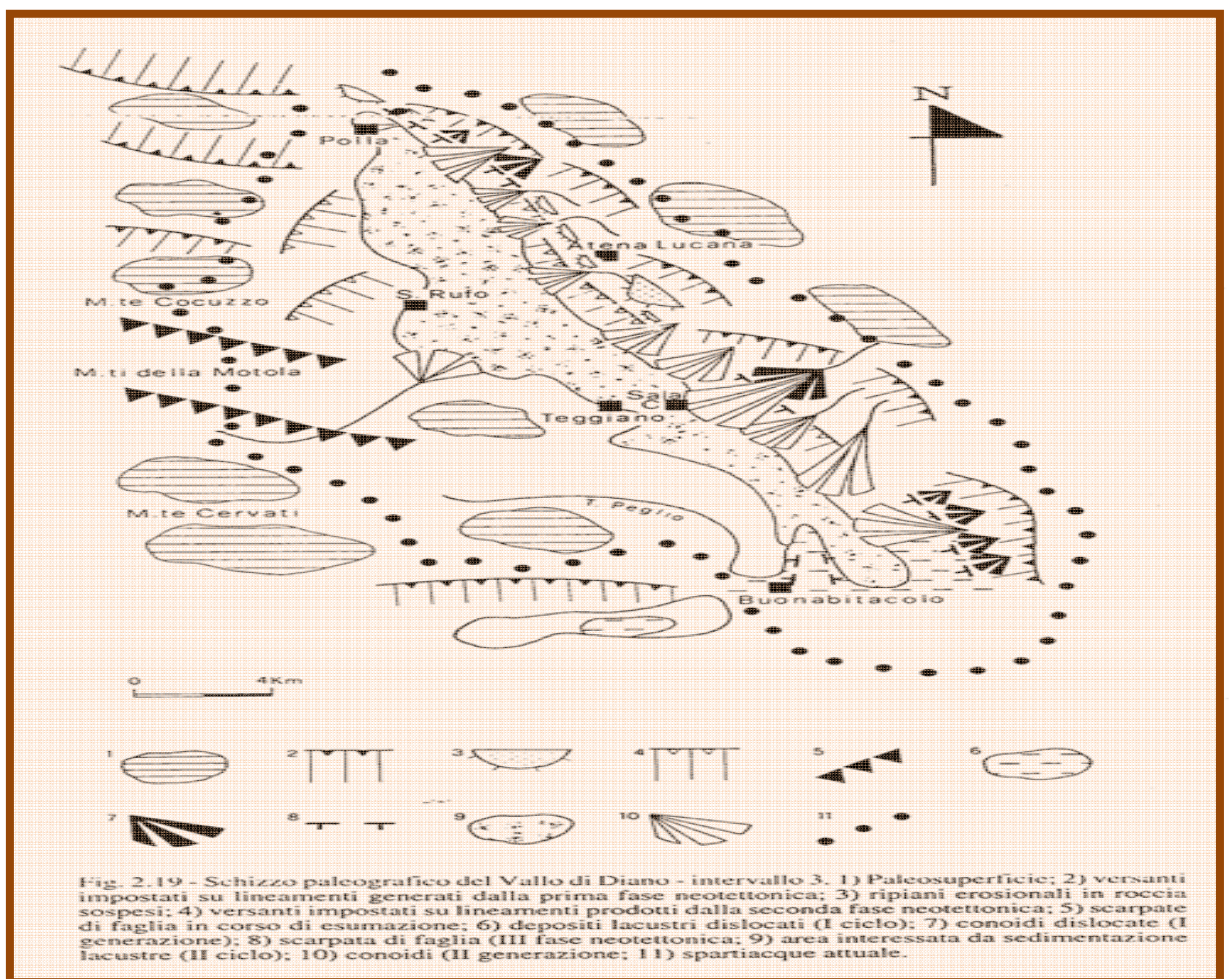


Fig. 2.19 - Schizzo paleogeografico del Vallo di Diano - intervallo 3. 1) Paleosuperficie; 2) versanti impostati su lineamenti generati dalla prima fase neotettonica; 3) ripiani erosionali in roccia sospesi; 4) versanti impostati su lineamenti prodotti dalla seconda fase neotettonica; 5) scarpate di faglia in corso di esumazione; 6) depositi lacustri dislocati (I ciclo); 7) conoidi dislocate (I generazione); 8) scarpata di faglia (III fase neotettonica); 9) area interessata da sedimentazione lacustre (II ciclo); 10) conoidi (II generazione); 11) spartiacque attuale.



**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

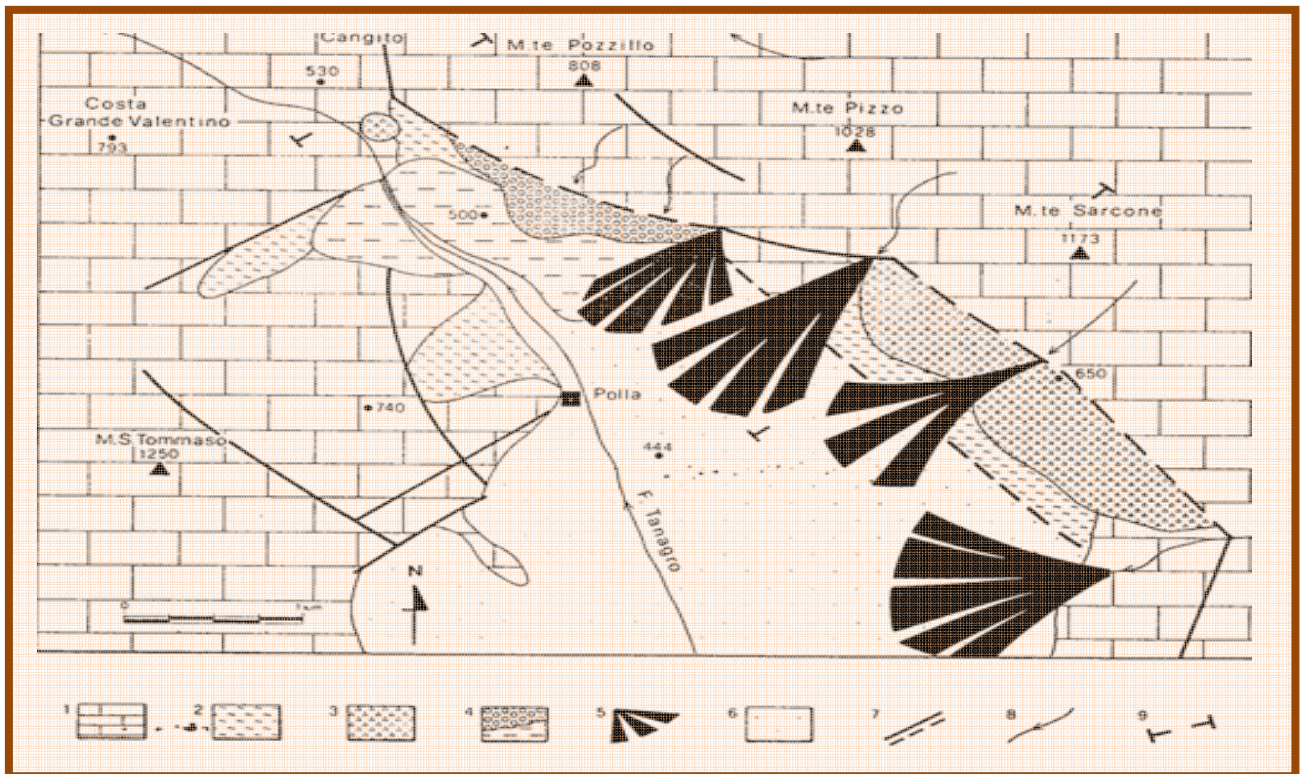
L'antichità di queste forre è confermata dal fatto che molte di esse sono sospese rispetto agli attuali livelli di erosione, oltre ad essere secche, risultando chiaramente sovradimensionate, rispetto agli attuali limiti del bacino di drenaggio.

Queste evidenze ci inducono a ritenere che inizialmente il loro sviluppo doveva essere in misura tale da drenare aree molto più ampie, riconducibili a paesaggi sospesi molto più vasti dello stato attuale, di cui attualmente restano piccoli lembi sospesi, spesso isolati che consentono di isolare un'età Pliocenica o infra-Pleistocenica per la loro individuazione e sovrimposizione.

I principali elementi morfologici, evidenziati per caratterizzare i reticoli idrografici, sono da ricondursi a cause tettoniche (corsi susseguenti e gomiti fluviali) e ad anomalie epigenetiche.

I reticoli susseguenti riconosciuti lungo il lato occidentale del Vallo di Diano, presentano lineamenti NW-SE e sono quasi sempre impostati lungo le principali direttrici tettoniche.

I tracciati sovrimposti sono due, e sono rappresentati dalla discordanza orografica del Torrente Buccana, presso località San Marco di Teggiano, e dai U8 meandri incassati del Torrente Zia Francesca, nel comune di Monte San Giacomo.



Questi, dopo aver inciso i terreni fliscioidi alla base della dorsale del Monte Motola ed aver contribuito a riesumare antiche linee tettoniche, hanno inciso i calcari sottostanti creando forre molto approfondite. Le principali forme di deposizione riconosciute sono le conoidi di I e di II generazione, le falde detritiche, e le breccie.

- 1).- **Unità carbonatiche del substrato;**
- 2).- **Unità fliscioidi del substrato;**
- 3).- **Breccie di versante**
- 4).- **Depositi lacustri;**
- 5).- **Depositi detritici;**
- 6).- **Depositi lacuopalustri;**

**7).- Faglia e faglia presunta;**

**8).- Reticolo idrografico;**

**9).- Traccia di sezione**

Per quanto riguarda le conoidi di I generazione, si riconoscono per la loro morfologia a ventaglio, che si raccorda con i versanti alimentatori e quasi sempre troncate da piccole scarpate, che le separano da quelle di II generazione.

Le conoidi di II generazione sono costituite da ampi ventagli posti quasi sempre allo sbocco delle principali valli immissarie, con forme e dimensioni svariate, funzione di quelle dei bacini alimentatori e del gradiente del pendio. Le principali conoidi sono distribuite lungo il bordo orientale del Vallo di Diano, con la sola esclusione di quella del Torrente Buccana-Buco. Questo perché i litotipi carbonatici affioranti lungo il bordo occidentale del Vallo di Diano, di età cretacea, sono altamente carsificabili. Non a caso i massicci dell'alburno e del Cervati presentano la più alta concentrazione di fenomenologie carsiche ipogee ed epigee dell'Italia meridionale.

Le forme impostate su falde detritiche e brecce interessano soprattutto il bordo orientale del Vallo di Diano mentre quelle impostate sui depositi lacustri spesso sono alterate dall'erosione e non sempre riconducibili a forme terrazzate.

Il Vallo di Diano è una vasta depressione tettonica allungata, secondo la direttrice WNW-ESE, di circa 37 Km e larga 6 Km e con altezza media del fondo della vallata di circa 450 m s.l.m..

Tali morfolineamenti attraversano pervasivamente sia le formazioni carbonatiche che quelle terrigene e spesso sono evidenziati da drenaggi susseguenti e allineamenti di scarpate.



## **INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE .**

L'ampia piana intermontana del Vallo di Diano ed i massicci montuosi che ne delimitano i contorni ad occidente ed a oriente, costituiscono un tratto singolare del segmento campano-lucano di catena sudappenninica.

Al fine di inquadrare i caratteri geologici e geomorfologici locali nel contesto regionale, si ritiene opportuno accennare all'assetto generale dell'Appennino Meridionale ed alle fasi orogenetiche e tettogenetiche responsabili della sua costruzione ed evoluzione geodinamica.

La letteratura scientifica è oramai concorde nel ritenere la catena sudappenninica una catena a falde di ricoprimento con orientamento delle spinte orogenetiche verso i quadranti orientali.

Le più recenti acquisizioni della ricerca geologica regionale attribuiscono l'attuale assetto della catena a fasi traslative e compressive verificatesi a partire dal Miocene medio-superiore e proseguite, con diverse modalità ed intensità, fino al Pleistocene Inferiore, che hanno deformato sia i domini paleogeografici di bacino "liguride" che quelli di margine continentale del "promontorio" africano dell'Adria, evolutisi durante le fasi distensive mesozoiche.

In particolare il segmento di catena campano-lucano è costituito da diverse Unità Stratigrafico-strutturali (come formalizzate dalla scuola geologica napoletana) derivate dalla deformazione di diversi domini paleogeografici principali, che, in una essenziale ricostruzione palinspastica, possono essere così descritti da "occidente" ad "oriente":

- ***il bacino liguride;***
- ***la fascia di transizione interna;***
- ***la piattaforma Campano-lucana o Appenninica;***
- ***la fascia di transizione esterna;***
- ***il bacino lagonegrese.***

Dal primo dominio paleogeografico derivano le unità più interne costituite interamente da successioni litostratigrafiche bacinali e di tipo fliscioide, che, all'atto della loro traslazione tortoniana verso est, risultavano già interessate da notevoli deformazioni duttili legate a fasi tettogenetiche, precedenti all'orogenesi sud-appenninica durante la edificazione della catena pre-tortoniana a seguito della rotazione del blocco sardo-corso.

Dalla fascia di transizione interna derivano le successioni carbonatiche di scarpata e di bacino prossimale costituenti il massiccio del M.te Bulgheria ed i rilievi di Roccagloriosa, in Cilento.

Alla Piattaforma carbonatica campano-lucana in senso lato devono riferirsi tutte le sequenze carbonatiche costituenti l'ossatura dei massicci montuosi silentini dai monti di Sapri, a Sud, ai Monti Alburni a Nord, comprendendo il Monte Cervati, la montagna della Motola ed il Cocuzzo delle Puglie.

Al successivo dominio paleogeografico sono da riferire i terreni calcareo-dolomitici dei monti della Maddalena ad Est del Vallo di Diano, il cui carattere di transizione si evince dalla condensazione delle serie dalla loro variabilità spazio-temporale e dalla presenza, a più livelli stratigrafici, di sedimentazione marginale.

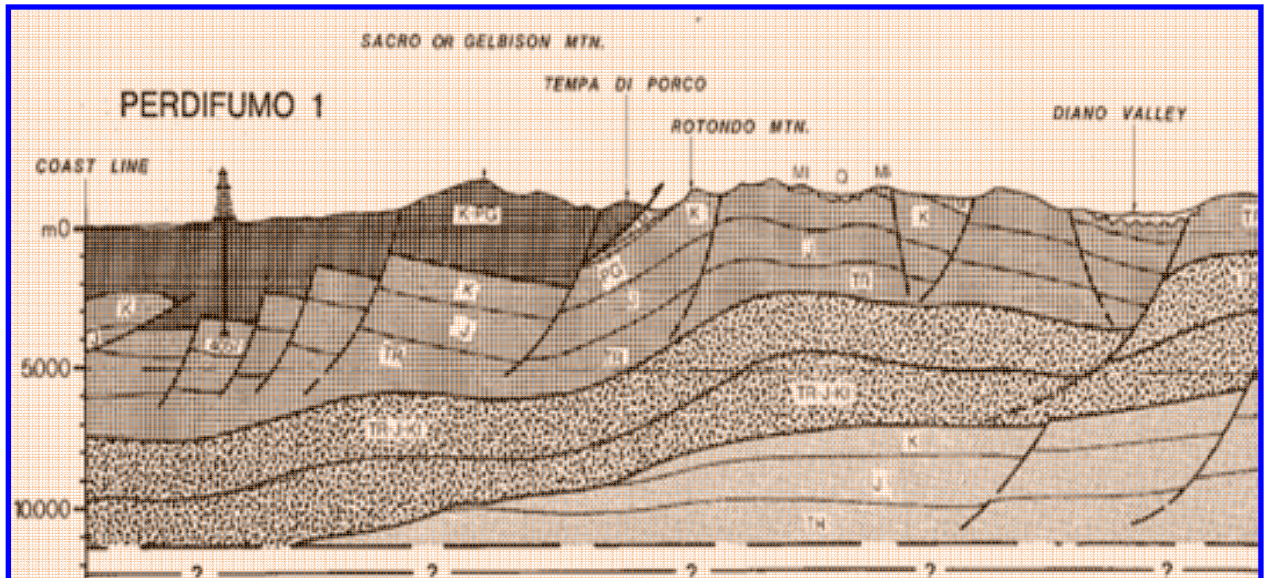
Al Bacino Lagonegrese sono da attribuire i terreni calcareo-silico-marnosi affioranti ad Est dei Monti della Maddalena e, più estesamente a Sud, nella zona di Lagonegro. Affiorano anche in alcune limitate finestre tettoniche tra Padula e i monti di Sala Consilina.

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

Tutti i modelli strutturali più recenti evidenziano delle strette analogie di carattere geometrico, anche se rimangono da precisare gli aspetti cinematici della strutturazione della catena.

La figura sottostante, ripresa da Mostardini e Merlini, 1986, viene riportata una sezione geologica che evidenzia la struttura profonda dell'area compresa fra la Costiera Cilentana, il Cilento Interno, i massicci silentini, il Vallo di Diano ed i monti della Maddalena.

*Sezione geostatigrafica dell'Appennino Meridionale (Mostardini, Merlini 1986)*



Inoltre, si evince come il Vallo di Diano costituisca una depressione morfostrutturale intrappenninica in prossimità del fronte più avanzato della falda superiore costituita dalla Piattaforma Campano-Lucana sulle Unità Lagonegresi.

Il Vallo di Diano, in sintesi, costituisce un vasto bacino intrappenninico le cui appendici possono essere considerate le depressioni di Sanza, lungo il piedimonte meridionale del massiccio del M. te Cervati ed a Sud, le depressioni del Fortino, a confine con la Valle del Noce.

Come già accennato in precedenza, ad occidente il Vallo è limitato da massicci calcarei affioranti in modo discontinuo e separato da depressioni morfostrutturali, dove sono presenti le successioni terrigene dei cicli miocenici della Unità Alburni-Cervati e le successioni "interne" ad essi sovrascorse.

Al margine più meridionale del territorio esaminato, nell'alta valle del Fiume Bussento sono presenti le successioni terrigene del Gruppo del Cilento (Bonardi, 1988 e 1990) a costituire il rilievo di M.te Centaurino.

Il gruppo montuoso carbonatico più meridionale è rappresentato dal massiccio di M.te Rotondo-M.te Forcella, che è separato dall'adiacente Massiccio del Cervati tramite la depressione di Sanza-Buonabitacolo.

Questa depressione è caratterizzata dalla presenza di sedimenti miocenici e da lingue di argille varicolori caoticamente imballate, su cui poggiano accumuli detritici pedemontani antichi e recenti, passanti a depositi fluvio-lacustri prossimali.

Il gruppo del Cervati è costituito da un settore occidentale più rilevato ed articolato, che comprende la zona di vetta (quota 1899 m. s.l.m.), caratterizzata da una struttura a scaglie

tettoniche minori disarticolate da faglie dirette che "pizzicano" lembi residui di terreni miocenici argilloso-marnosi ed una zona nord-orientale costituita da un vasto altopiano carsico a blocchi tozzamente quadrangolari intervallati da depressioni minori colmate da accumuli colluviali e da lembi residui di terreni miocenici.

La depressione Piaggine-Monte S. Giacomo, culminante con la Sella del Raccio, separa il massiccio del Cervati dal gruppo montuoso della Motola-Serre di Campo Soprano. Anche in questa depressione affiorano le successioni sinorogene terrigene di età miocenica, in rapporto di scollamento con le sequenze calcaree meridionali e di faglia diretta con quelle settentrionali.

Il gruppo del Motola-Serra Soprana costituisce nell'insieme una emianticlinale asimmetrica profondamente incisa trasversalmente dalla Valle del T. Buccana, ancora riconoscibile nel disegno originario nonostante la disarticolazione acquisita dai sistemi di faglie dirette variamente orientati.

La depressione del Corticato separa il precedente rilievo da quello del Cocuzzo delle Puglie che ripete a piccola scala la struttura emianticlinale della Motola. La depressione del Passo della Sentinella separa l'ultimo rilievo dal margine più orientale del massiccio dell'Alburno, che culmina con la cima di M.te Spina dell'Ausino e che degrada verso Est e verso Nord con una gradinata di blocchi carbonatici tozzamente quadrangolari.

I descritti massicci carbonatici posti ad occidente della depressione del Vallo di Diano sono costituiti interamente dai termini cretaci e paleocenici della Unità Stratigrafico-strutturale dell'Alburno-Cervati, cui seguono trasgressive e concordanti le calcareniti burdigaliane, argille ed arenarie langhiano-tortoniane e, quindi, depositi di avanfossa del Tortoniano superiore-Messiniano.

Ad oriente, il Vallo è bordato da massicci carbonatici dei Monti della Maddalena, aventi caratteri geostratigrafici differenti ed essendo rappresentati da sequenze carbonatiche mesozoiche, prevalentemente dolomitiche e calcareo detritiche tipiche di ambiente di margine e di scarpata, corrispondente alla zona di transizione esterna della Piattaforma Campano-Lucana. Anche su queste trasgrediscono in discordanza depositi silicoclastici di avanfossa del Tortoniano superiore-Messiniano.

I depositi silicoclastici presenti in sommità alle due sequenze carbonatiche, suturano le superfici di accavallamento di questi sulle unità di bacino lagonegresi, che, come già detto, affiorano nelle finestre tettoniche di Padula e di Croce di Marsico.

Le successioni plioceniche sono completamente assenti sui massicci ad occidente del Vallo, mentre sono presenti in piccolissimi lembi sui rilievi orientali, con facies sabbioso-conglomeratiche a lamellibranchi.

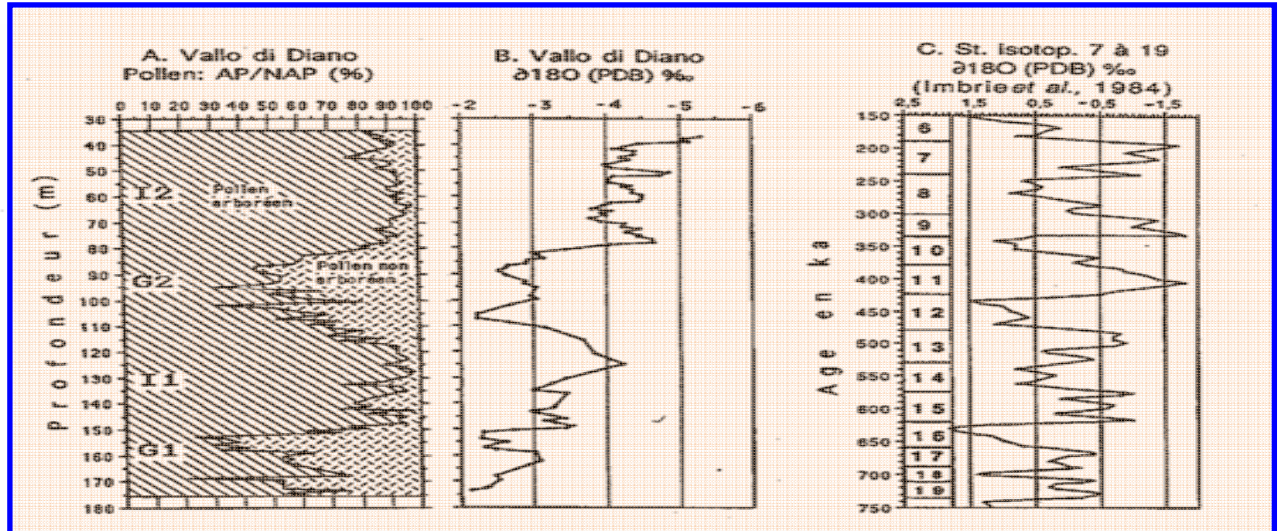
La depressione del Vallo di Diano così delimitata costituisce un piccolo bacino sedimentario che ha avuto una storia evolutiva significativa per la comprensione della evoluzione quaternaria dell'intero settore silentino-lucano.

Recenti ricerche geologiche e geomorfologiche, infatti, hanno consentito di ricostruire le successioni sedimentarie presenti e di definire le modalità di riempimento del bacino e della sua progressiva estinzione.

CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008

Posizione cronostratigrafica della sequenza lacustre del Vallo di Diano, da Russo al., 1995.

Sondaggio di circa 200 m. nel Vallo di Diano (Fonte CNR)



In particolare sono state riscontrati due cicli sedimentari lacustri, di cui il più recente incastrato nel più antico a seguito di una fase tettonica, che ha ribassato in modo relativo la zona centrale ed ha rialzato i margini, di cui rimangono solo alcuni lembi terrazzati, presso Montesano scalo e Polla.

Lembi molto discontinui si riscontrano anche più a Sud presso il Fortino, anche a quote superiori ai 700 metri; l'esiguità degli affioramenti non consente di attribuirli con certezza al primo ciclo lacustre del Vallo di Diano. Questo primo ciclo è da riferire ad un intervallo temporale compreso fra il Pleistocene inferiore ed il Pleistocene medio. Il secondo ciclo inizia nel Pleistocene medio (circa 500.000 anni dal presente) ed è durato fino ad epoca storica, prima della incisione antropica della soglia dell'Intagliata presso Polla.

Lo spessore complessivo dei depositi lacustri raggiunge i 200 metri come è stato accertato da un recente sondaggio eseguito a cura del CNR si mostra la colonna stratigrafica ed i diagrammi pollinici. Questi ultimi indicano la presenza di due cicli Glaciali-interglaciali, recentemente proposti come stratotipi mediopleistocenici per il settore centrosettentrionale del Mar Mediterraneo.



## Capitolo 5

### IDROGEOLOGIA DEL SETTORE OCCIDENTALE DEL VALLO DI DIANO .

Gli acquiferi di maggiore entità che interessano il settore occidentale del Vallo di Diano, sono quelli relativi alle facies carbonatiche e quelli inerenti le formazioni alluvionali del Vallo di Diano.

A tal riguardo, il massiccio carbonatico del Cervati, è costituito da calcari Mesocenozioci, altamente permeabili per fratturazione e carsismo, circondato da terreni impermeabili fliscioidi e alluvionali.

Il Massiccio sembra essere un'unica struttura idrogeologica. Infatti, abbiamo escluso possibili collegamenti con strutture idrogeologiche adiacenti. Considerando, infatti, che la direzione preferenziale di deflusso delle acque sotterranee è SE-NO, possiamo trascurare i travasi verso Nord (Complesso calcareo Monte Forcella).

Il Monte Motola, invece, è un rilievo di forma allungata che si sviluppa dal Vallo di Diano alla forra del Torrente Sammaro lungo una direttrice Est-Ovest ed, altimetricamente, da quota 320 a circa 1700 metri s.l.m..

Il rilievo è costituito, come il Cervati, soprattutto da rocce carbonatiche in facies di piattaforma, rappresentati principalmente da calcari dolomitici, calcareniti, calcilutiti e calcari detritici, di età giurassica e cretacea, generalmente stratificati e potenti complessivamente intorno ai 1400 metri.

Bordano, a Nord, ad Ovest ed a Sud, la struttura carbonatica affioramenti prevalentemente terrigeni, comprendenti alternanze mioceniche di arenarie, siltiti, marne e calcari. In tale affioramento si rinviene intercalato, variamente disturbato e caotico, il Complesso delle Argille Varicolori.

Ad Est, invece la struttura carbonatica è ribassata, a gradinata, al di sotto dei depositi fluvio-lacustri e detritici, plio-pleistocenici ed olocenici, che, sovrapposti ai depositi terrigeni miocenici, riempiono la depressione tettonica del Vallo di Diano.

È importante segnalare, dal punto di vista strutturale, un fitto sistema di faglie dirette che interessa la struttura carbonatica (aventi direzioni appenniniche ed antiappenniniche) che la suddividono in diversi blocchi monoclinali, variamente ribassati, ed immergenti, generalmente, verso i quadranti settentrionali.

Il massiccio del Cervati, come quello del Motola è costituito da calcari Mesocenozioci, altamente permeabili per fratturazione e carsismo, circondato da terreni impermeabili fliscioidi e alluvionali

Il Massiccio sembra essere un'unica struttura idrogeologica. Infatti, abbiamo escluso possibili collegamenti con strutture idrogeologiche adiacenti. Considerando, infatti, che la direzione preferenziale di deflusso delle acque sotterranee è SE-NO, possiamo trascurare i travasi verso Nord (Complesso calcareo Monte Forcella).



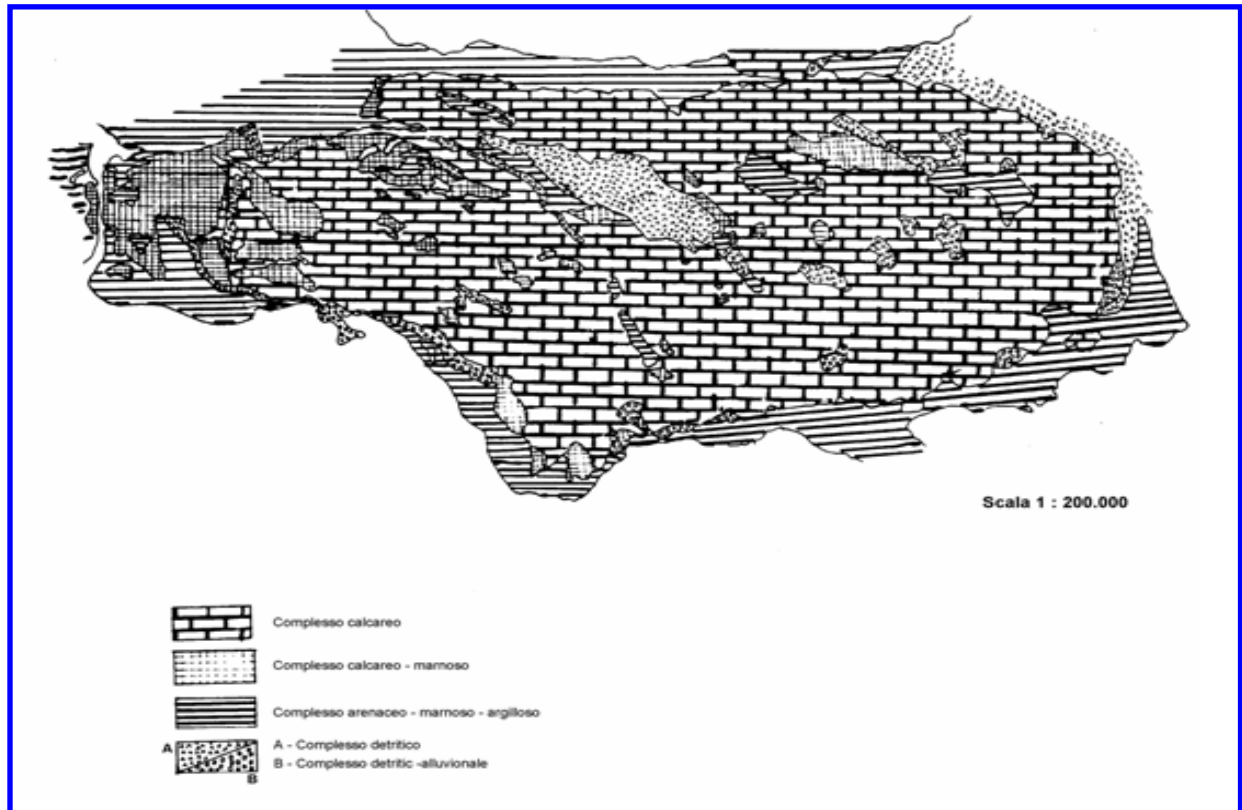
Per quanto riguarda la zona Est, nel Vallo di Diano, osservando le quote di sfioro delle sorgenti del Massiccio del Cervati e quelle dei Monti della Maddalena, abbiamo notato che queste ultime risultano essere a quota più alta e quindi ci portano ad escludere un possibile collegamento idrogeologico delle due strutture (Nicotera – De Riso, 1968).

L'unico probabile collegamento della nostra struttura idrogeologica è verso Ovest, attraverso il Graben di Magliano, verso il complesso calcareo del Monte Vesole. Inoltre osservando la topografia del Massiccio del Cervati abbiamo osservato numerosi bacini chiusi, alcuni dei quali

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

drenati da inghiottitoi. Alcuni bacini invece smaltiscono molto lentamente l'acqua piovana, causando la formazione di laghi che perdurano dall'inizio della stagione piovosa fino ad Aprile.

*Complessi Idrogeologici del Monte Cervati*



Il deflusso idrico sotterraneo si può ipotizzare con la presenza di un'unica falda profonda, con un gradiente compreso tra lo 0,5-1%, come può essere dedotto dalle quote delle sorgenti principali, poste a contatto delle formazioni carbonatiche con quelle terrigene.

Dall'analisi topografica dell'area e supportato dall'ausilio delle aerofotogrammetrie sono state evidenziate, sulla base di osservazioni di carattere strutturale, le principali direttrici. Queste confermano quanto desunto dallo studio geomorfologico, dove si evidenzia che gli elementi strutturali sono delle direzioni preferenziali della circolazione idrica sotterranea o di ostacolo, se è presente una vasta fascia cataclastica. In particolare è stata individuata una faglia che passa in prossimità dello Scanno dei Vallicelli e che taglia la struttura con andamento SE-NO, che funge da spartiacque sotterranea, tra la zona occidentale carbonatica e fliscioidi, delimitando due bacini idrogeologici indipendenti. Le principali sorgenti sono poste ad una quota media di 460 m s.l.m.

Inoltre, le rocce carbonatiche sono caratterizzate da una notevole fratturazione e da un intenso sviluppo del fenomeno carsico; quest'ultimo è evidenziato da forme epigee, quali doline e **"lapiez"**, che da forme ipogee, quali condotte e cavità.

Le caratteristiche stratigrafico-strutturali appena compendiate, implicano un acquifero carbonatico dotato di un'elevata permeabilità per fessurazione e carsismo, comportando dei



coefficienti di infiltrazione elevati (c.i.p. 90-95%), e limitato, lateralmente, dai depositi terrigeni miocenici e dal Complesso delle Argille Varicolori, nell'insieme pressoché impermeabili.

La circolazione idrica sotterranea è notevolmente condizionata dal punto più depresso della cintura, che mette in contatto la struttura carbonatica con le formazioni terrigene.

Infatti, mentre nel settore orientale il contatto tra le alluvioni del Vallo di Diano e la struttura carbonatica è a quota 450 m s.l.m., nel settore occidentale del rilievo, laddove la cintura impermeabile raggiunge la quota più bassa (quota 325 metri s.l.m.), è presente il principale recapito della falda di base, rappresentato, lungo l'incisione del Torrente Sammaro presso Sacco, dall'omonima sorgente, caratterizzata da un regime abbastanza variabile e da portate difficilmente inferiori ai 500 l/s..

Diversamente, i Monti della Maddalena (Est del Vallo di Diano) costituiscono una stretta dorsale allungata ben continua e delimitata tra la Valle del Tanagro e quella dell'Agri; essi sono bordati ad oriente e nel corpo della dorsale, in finestra tettonica, dalla serie calcareo-silicomarnosa che costituisce il substrato impermeabile dei massicci calcareo-dolomitici.

Lungo la dorsale orientale del Vallo di Diano, l'elemento strutturale di maggiore importanza, è una grossa faglia che va da Polla a Padula. In questa disgiunzione si realizza il contatto fra la serie calcareo-dolomitica permeabile ed i depositi fluvio-lacustri antichi e recenti. Grazie a questo contatto si deve la venuta a giorno di quasi tutte le manifestazioni sorgentizie, che si possono classificare come "sorgenti per soglia di permeabilità sovrimposta". Tra queste sorgenti menzioniamo, data la vicinanza all'area oggetto di studio, la sorgente di S. Giovanni in Fonte, la sorgente di S. Giovanni, S. Golfo e Taverna-Conca Grande.

## COMPLESSI IDROGEOLOGICI .

L'assetto strutturale del lato Occidentale del Vallo di Diano è caratterizzato dalla sovrapposizione dei termini flyscioidi calcareo-marnoso-arenacei su quelli mesozoici calcarei costituenti l'ossatura del Gruppo del Cervati (Monte Cervati (1899 m s.l.m.), Serra di Mierco (1215 m s.l.m.), Monte Lo Cugno (1216 m s.l.m.), Monte Motola (1700 m s.l.m.), Tempe di Tronicello (1200 m s.l.m.), etc.).

Tali differenze litologiche determinano la sovrapposizione di più complessi idrogeologici che in definitiva possono essere così distinti:

- ✦ *Complesso calcareo*; appare ovunque intensamente fratturato, dotato di elevata permeabilità per fessurazione e carsismo; comporta dei coefficienti di infiltrazione elevati (c.i.p. 90-95 %).
- ✦ *Complesso argilloso-scistoso*; questo complesso non affiora all'interno della struttura carbonatica, ma si trova estesamente ai margini di essa. Le caratteristiche di permeabilità sono variabili da strato a strato, si passa da arenarie con scarsa permeabilità a marne ed argille impermeabili (impermeabile).
- ✦ *Complesso argilloso-calcareo-marnoso*; questo complesso rappresenta la parte terrigena della serie carbonatica. Le caratteristiche di permeabilità sono variabili da strato a strato, si passa da calcareniti in strati e banchi con permeabilità media a marne ed argille impermeabili (c.i.p. 20 %).
- ✦ *Complesso alluvionale*; comprende i materiali che affiorano nelle depressioni tettonocarsiche ed i depositi alluvionali e lacustri del Vallo di Diano. Si tratta in massima parte di materiali poco permeabili, ai quali viene assegnato un coefficiente di infiltrazione basso (c.i.p. 30 %).
- ✦ *Complesso detritico*; è costituito da depositi alluvionali ghiaiosi e sabbiosi recenti ed attuali, detriti di falda e di frana e colluvioni recenti. La permeabilità primaria è variabile da media a bassa.
- ✦ *Complesso argilloso-sabbioso-conglomeratico* e detritico altamente permeabile per porosità (serie terrigena alluvionale del Quaternario antico e recente, conoidi, detrito di falda, colluvioni, etc.).
- ✦ *Complesso alluvionale*; comprende i materiali che affiorano nelle depressioni tettonocarsiche ed i depositi alluvionali e lacustri del Vallo di Diano. Si tratta in massima parte di materiali poco permeabili, ai quali viene assegnato un coefficiente di infiltrazione basso (c.i.p. 20 %).

La circolazione idrica sotterranea si svolge con modalità nettamente differenti a seconda

---

del complesso idrogeologico in cui avviene ed il passaggio da uno all'altro rappresenta in ogni modo un ostacolo o una via preferenziale del deflusso idrico.

Il complesso idrogeologico calcareo costituisce la riserva principale di acqua sotterranea da cui attingono gli altri complessi ed è costituito fondamentalmente da rocce calcaree di età mesozoica; queste per il carattere fragile e per le vicissitudini del passato geologico risultano essere generalmente molto fratturate, inoltre per la loro composizione chimica sono soggette a fenomeni carsici mediante i quali l'azione di dissoluzione delle acque meteoriche tende ad ampliare e a sviluppare la rete delle fratturazioni preesistenti. L'insieme di queste discontinuità fa sì che questi rilievi abbiano una spiccata attitudine ai fenomeni di infiltrazione e quindi in essi il deflusso idrico globale si espliciti principalmente come deflusso sotterraneo (85÷95 %) e, subordinatamente, come ruscellamento superficiale.

Questi massicci carbonatici possono essere quindi considerati alla stregua di grandissimi serbatoi in cui la circolazione idrica sotterranea, generalmente basale, è condizionata dai rapporti geometrici con le unità geologiche circostanti oltre che dalle grandi discontinuità strutturali interne.

Il massiccio del Cervati ha una topografia molto complessa, con la caratteristica presenza di numerosi bacini chiusi nel cuore del massiccio; alcuni di essi sono drenati da inghiottitoi accessibili (Gravattonne, Varlacarla, Vallicelli, Vallivona, Vesalo, Campolongo), in altri non è presente un condotto di drenaggio accessibile (Gravola, Filano, Arsano) e in alcuni i condotti di deflusso sono più esigui e facilmente ostruibili (Lago Cervatello) e smaltiscono molto lentamente l'acqua piovana, causando la formazione di «laghi» che possono perdurare dall'inizio della stagione piovosa fino ad aprile. Il ruscellamento superficiale assume valori importanti nella stagione invernale, quando in occasione delle piogge numerosi corsi d'acqua si attivano.

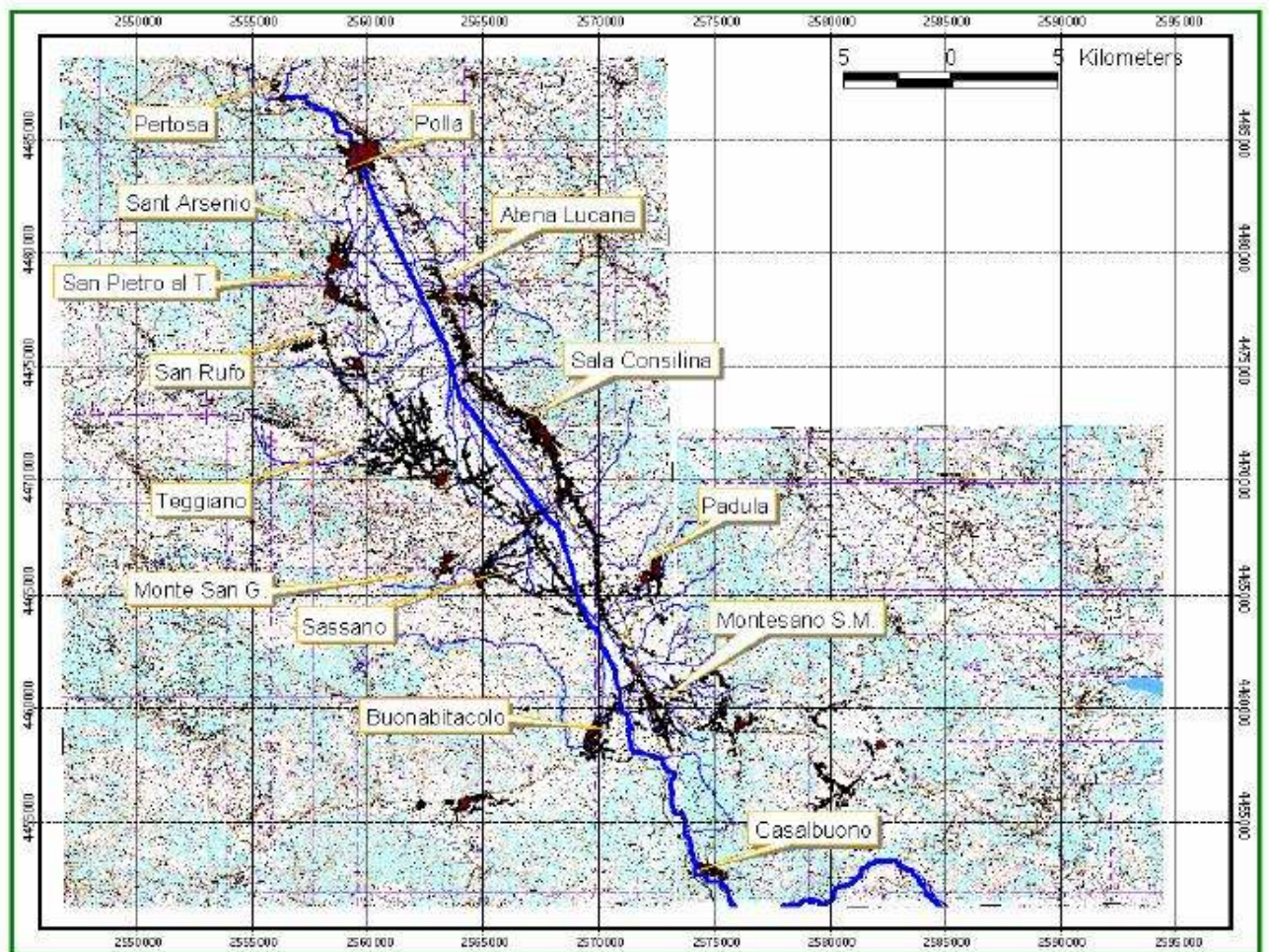
Molte sono le sorgenti in quota sul settore orientale del Cervati che a seguito della loro integrale captazione producono nei secchi mesi estivi il totale prosciugamento dei principali torrenti tra cui il torrente Peglio che taglia il da ovest a est il massiccio.

Le scaturigini di alta quota hanno origine da una serie di concomitanze favorevoli le quali risultano spesso allineate fra di loro a breve distanza. Una concomitanza favorevole è nella maggior parte dei casi un impermeabile relativo (livello terrigeno intercalato nella successione carbonatica, livello calcareo meno fratturato, strutture tettonica con fratture beanti o al contrario in presenza di fasce cataclastiche, condotti carsici, etc.) che favorisce la venuta a giorno di modesti quantitativi di acqua.

## IDROGRAFIA.

Il principale corso d'acqua del territorio del Vallo di Diano è il fiume Tanagro, affluente del fiume Sele, nasce nel monte Serra Malombra assume il nome di Calore fino a quando riceve, in territorio di Buonabitacolo, da destra le acque dei Torrenti Acquabianca e Porcile e da sinistra quelle dei Torrenti Chiavico, Peglio, Riofreddo. La configurazione del reticolo idrografico nel Vallo di Diano ha un *pattern* detritico – parallelo legato sia alla natura dei terreni che all'assetto tettonico e morfologico dell'area. Il regime idrico dei corsi d'acqua minori è tipicamente torrentizio, con eventi di piena in concomitanza dei rovesci e lunghi periodi di magra durante gran parte dell'anno. Soltanto il Fiume Tanagro normalmente non accusa periodi di secca, grazie alla notevole ampiezza del proprio bacino imbrifero.

Particolare fiume Tanagro



La formazione dell'attuale rete idrografica ed il regime idrico sono stati oggetto di profonde mutazioni, prima di assumere l'attuale configurazione, a seguito dei vari interventi tesi a favorire lo smaltimento delle acque. L'opera di bonifica fu iniziata dai Romani che, per favorire il deflusso delle acque della Valle, diedero inizio ai lavori del fossato Maltempo, lavori poi ripresi



durante il regno Borbonico e tendenti ad approfondire la sezione del fossato e ad ampliare la sezione del Tanagro, specie nel tratto vallivo.

In tempi recenti, gli interventi di bonifica sono stati eseguiti dai Consorzi di Bonifica del Vallo di Diano, dal Genio Civile e dal Corpo Forestale dello Stato ed hanno interessato essenzialmente il tratto vallivo attraverso la realizzazione di canali in terra battuta, mentre interventi di regimentazione e di monitoraggio delle acque sono realizzati rispettivamente dall'Autorità di Bacino Interregionale del fiume Sele e dall'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale Campana.

Per quanto concerne la geologia dei depositi quaternari affioranti nel Vallo di Diano e l'evoluzione morfologica e neotettonica di questo bacino di ampie dimensioni, è segnalata in tempi Pleistocenici (De Lorenzo-1898-) negli studi di geologia sull'Appennino Meridionale, che fanno parte delle rocce sedimentarie della seconda fase diastrofica terziaria dell'Appennino Meridionale oltre i depositi marini anche dei sedimenti di origine lacustre e salmastre. I depositi quaternari del Vallo di Diano sono riconducibili a tre tipi di facies :

depositi lacustri s.s., depositi di conoidi e detriti di versante, ciascuno rappresentato da più generazioni. Nell'ambito dei depositi lacustri è stato possibile distinguere due cicli sedimentari separati da una fase tettonica. I depositi del I ciclo sono gli unici riaffioranti e sono localizzati presso l'estremità settentrionale del Vallo, tra il centro di Polla ed il Km 54 della S.S. 19, e nell'estremità meridionale, tra gli abitati di Montesano sulla Marcellana e Buonabitacolo.

Nei dintorni di Polla la successione è costituita da alternanze di argille e silt argillosi sottilmente laminati e con rare intercalazioni di livelli ciottolosi che verso l'alto passano a facies di transizione ad un ambiente subareo, rappresentate da conglomerati a clasti calcarei più o meno smussati, immersi in una matrice sabbiosa eteropica con travertini fitoclastici e brecce a cemento travertinoso, con spessori affioranti intorno ai 25 metri.

I depositi costituenti l'attuale fondo della piana del Vallo di Diano, sono interamente occupati da una successione lacuo-palustre le cui caratteristiche sono state desunte dall'analisi dei sondaggi effettuati nella area, gli affioramenti sono pressochè assenti. I primi metri dei depositi di riempimento sono costantemente caratterizzati da limi marroni o nerastri ad elevato contenuto di materia organica (frustoli vegetali etc.) a matrice e/o livelli di natura piroclastica, attribuibili al tardo Quaternario-Olocene;

essi rappresentano il top di un secondo ciclo di riempimento lacustre, non affiorante, le cui caratteristiche sono state desunte dall'analisi di alcuni sondaggi, seguono verso il basso, alternanze di conglomerati, depositi detritici, limi e argille, che si riscontrano fino a circa 90 metri dal piano di campagna e sono senz'altro testimoni di una attività continua nel tempo delle conoidi che si rinvengono in superficie.

La grande faglia regionale che passa per Polla-Atena-Sala C. e Padula ha condizionato chiaramente la morfologia del Vallo sia per la notevole lunghezza (circa 30 Km) sia per il rigetto che assolve ad una fondamentale funzione idrogeologica in quanto mette a contatto formazioni a diverso grado di permeabilità (calcarei da un lato e flysch sepolto e non, dalla coltre quaternaria, dall'altro).

Dal punto di vista della permeabilità i complessi affioranti possono suddividersi in quattro categorie :

a).- terreni permeabili per fessurazione e carsismo, quali calcari e dolomie ;

b).- terreni permeabili per porosità quali sabbioso-conglomeratici del quaternario antico e recente ;

---

c).- terreni scarsamente permeabili e/o con permeabilità ridotta quali i terreni della serie calcareo-silico-marnosa ;

d).- terreni praticamente impermeabili quali il flysch e i livelli argillosi della coltre quaternaria ;

I fattori determinanti della circolazione idrica sotterranea sono essenzialmente due :

1).- *la profondità e l'andamento della serie silico-marnosa (che va intesa come il letto impermeabile della serie carbonatica) ;*

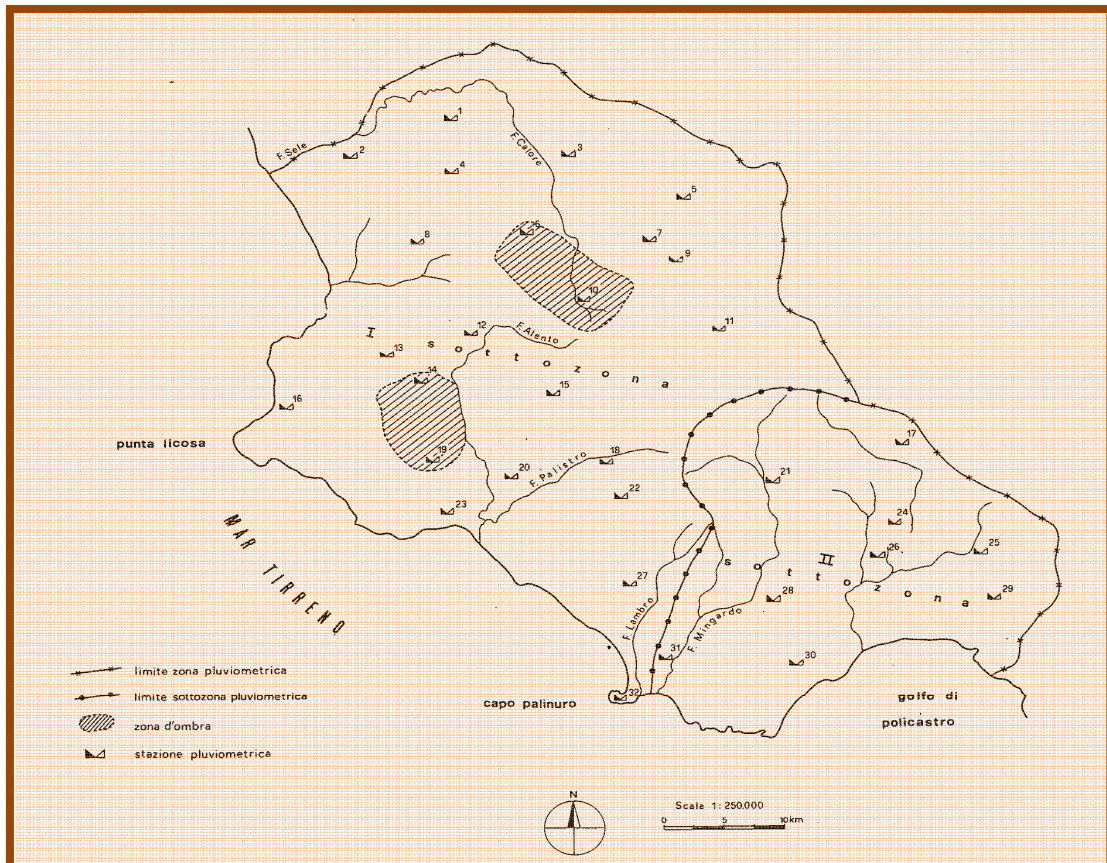
2).- *l'entità del processo carsico .*

La scarsa profondità del letto impermeabile e la sua inclinazione prevalente in direzione N-W/S-E favoriscono un deflusso copioso e relativamente uniforme verso il "Vallo di Diano" con manifestazioni sorgentizie ove si realizza un contatto tra i permeabili serbatoi calcareo-dolomitici mesozoici e i terreni impermeabili terziari (flysch) e quaternari (argille) .

## CONDIZIONI METEOROLOGICHE DELLA ZONA.

Dal punto di vista climatico, una prima caratterizzazione specifica dell'area del versante orientale del Monte Motola si ritrova negli studi di carattere idrogeologico effettuati da D. Guida et Alii, (1980). Per quanto attiene alle piogge, gli autori evidenziano che l'area cilentana interna è un'unica zona pluviometrica, suddivisa, però, in due sottozone. La ricerca delle sottozone è stata effettuata raggruppando i pluviometri, dapprima a seconda dell'esposizione dei versanti, poi per fasce parallele (costiera, intermedia, ed interna). L'individuazione delle due subzone si era resa necessaria in quanto, in queste aree si riscontrava una influenza significativa dell'altitudine sulla piovosità media annua.

*Il versante meridionale del Monte Motola ricade nella I sottozona*





*Individuazione delle sottozone pluviometriche e delle zone d'ombra (Guida D. et Alii 1980)*

Nell'area considerata, la piovosità è registrata da numerose stazioni pluviometriche.

Stazione	Comune	Quota	Tipo. App.	Anni di osservazione
Monte San Giacomo	Monte San Giacomo	661	Pr	20
Casalbuono	Casalbuono	598	TmPr	52
Montesano Terme	Montesano sulla M.	850	TrPr	20
Padula	Padula	688	P	15
Sala Consilina	Sala Consilina	600	TrPr	50
Sanza	Sanza	499	TrPr	15
San Rufo	San Rufo	639	TrPr	23
Polla Molino Maltempo	Polla	444	TrPr	40
Piaggine	Piaggine	710	P	17

*Legenda: (P = pluviometro; Pr = pluviometro registratore; Tm = termometro; Tr = termometro registratore).*

*Elenco delle stazioni pluviometriche presenti nel Bacino del Sele Tanagro.*

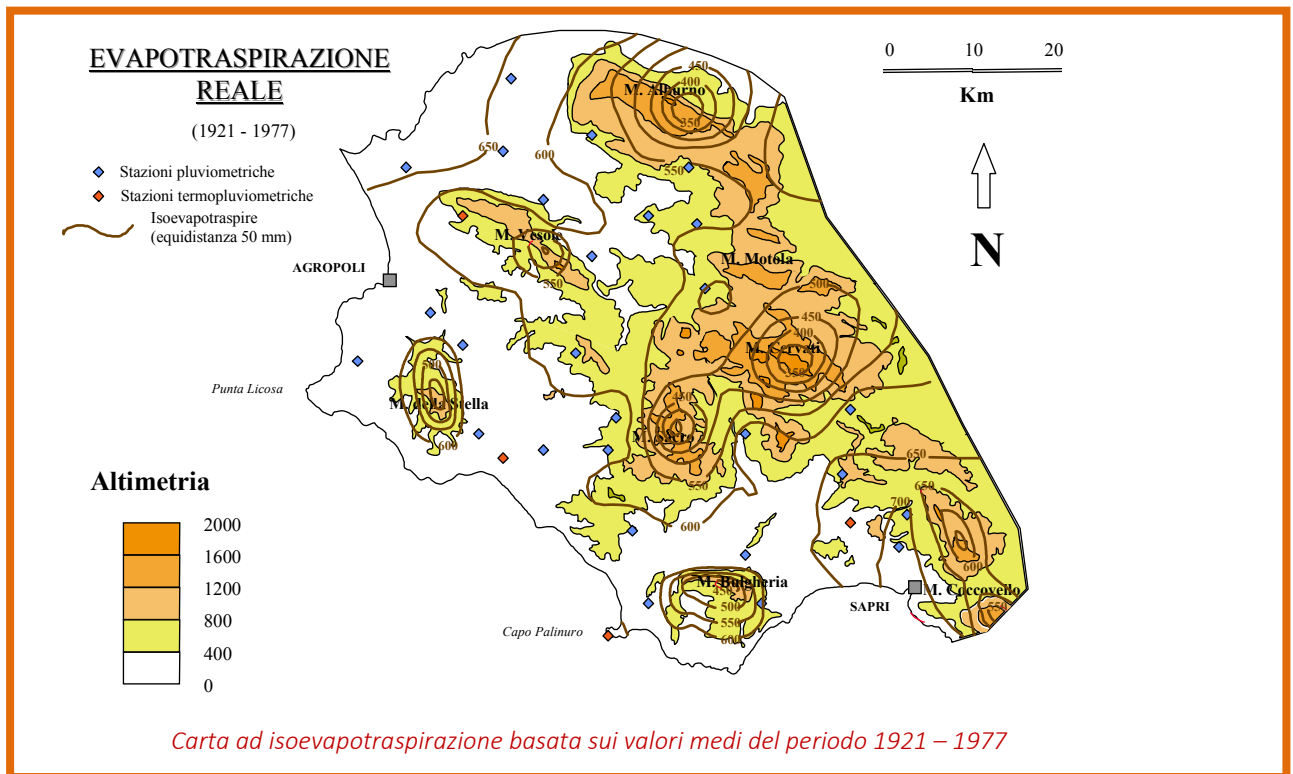
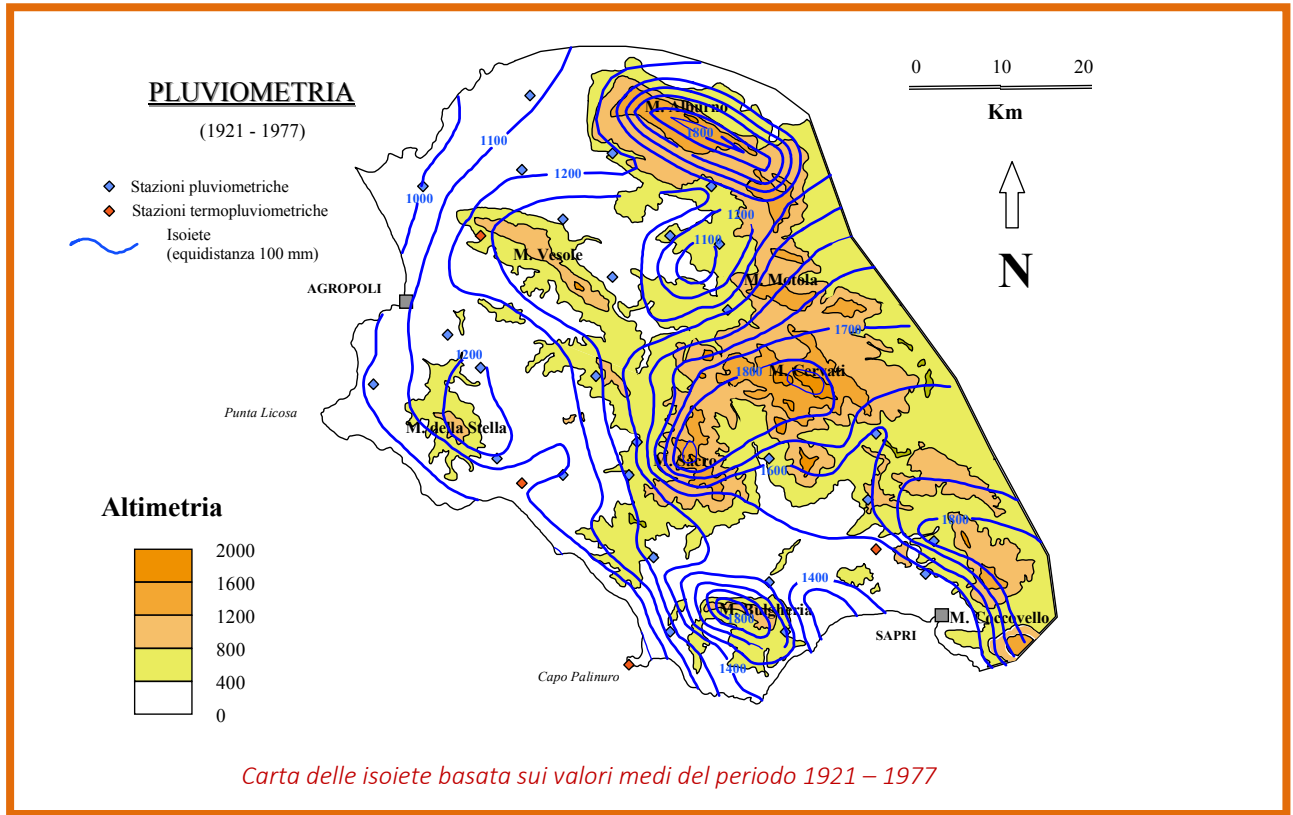
Dalla tabella si può notare la mancanza sia di pluviometri a quota superiore ai 850 metri e sia di stazioni termometriche negli ultimi anni. Ciò rappresenta un limite per le applicazioni di alcune metodologie, tanto è vero che per ovviare a ciò, la rete delle stazioni viene infittita mediante l'inserimento di "pluviometri fittizi".

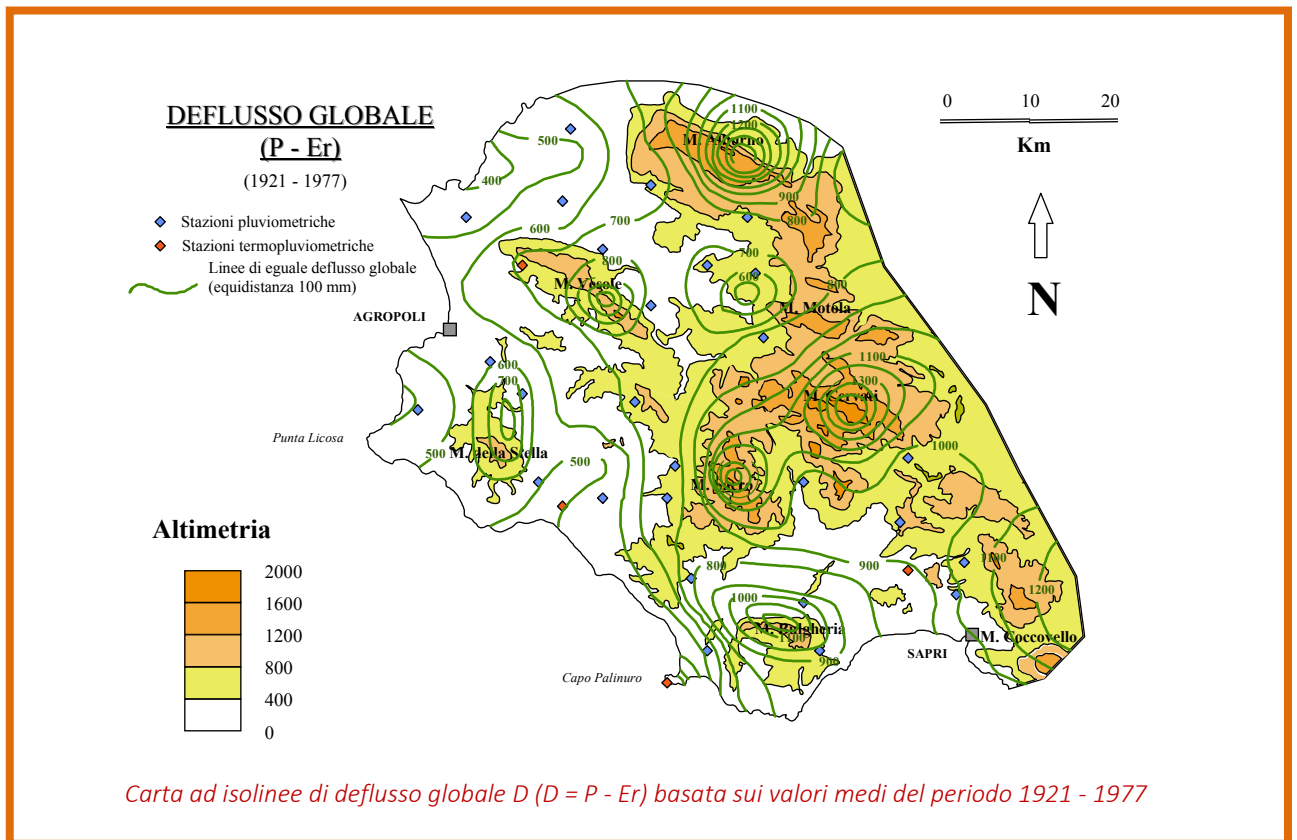
Nella tabella successiva viene riportata la Pioggia Media Annuale per ciascuna stazione osservata.

Stazione	Comune	P <sub>anno</sub> (mm)
Monte San Giacomo	Monte San Giacomo	1321
Casalbuono	Casalbuono	1813
Montesano Terme	Montesano sulla M.	1170
Padula	Padula	997
Sala Consilina	Sala Consilina	943
Sanza	Sanza	1656
San Rufo	San Rufo	1345
Polla Molino Maltempo	Polla	1013
Piaggine	Piaggine	1408

CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008

Pioggia media annua per la stazioni di interesse





A causa delle particolari condizioni geomorfologiche, della posizione geografica e del clima il Parco è caratterizzato da una ricchezza eccezionale di habitat e di vegetazione. A questa varietà di ambienti naturali è associato un elevato grado di diversità biologica, provato dalla esistenza di circa 3200 - 3500 specie vegetali superiori non coltivate. Procedendo dal basso verso l'alto è possibile distinguere le seguenti fasce di vegetazione:

📍 **fascia mediterraneo-arida:** zona costiera con boschi litoranei spontanei di pino d'Aleppo (*Pinus halepensis*); garighe ad ampelodesma (*Ampelodesmos mauritanicus*) sulla costa e a cisto (*Cistus monspeliensis*) sulle colline a ridosso della costa; vegetazione erbacea dei pascoli aridi (*Thero-Brachypodietea*); macchie presenti sia in questa fascia che in quella mediterranea, olivo spontaneo (*Olea europaea* var. *sylvestris*), carrubo (*Ceratonia siliqua*), ginepro fenicio (*Juniperus phoenicia*); macchia ad euforbia arborea (*Euphorbia dendroides*);

📍 **fascia mediterranea:** valli interne e altitudini fino a 600 con boschi di leccio (*Quercus ilex*) su calcare governati a ceduo fino ai tempi recenti che conservano una ricca varietà di specie come *Asplenium onopteris*, *Rubia peregrina*, *Asparagus acutifolius*, *Viburnum tinus*; macchia di leccio che dalla zona litoranea si spinge all'interno fino a 800 m; macchia bassa e costiera con specie presenti sia in questa fascia che in quella mediterraneo-arida;

📍 **fascia appenninica (sannitica lucana):** tra i 400 m e i 1000 m boschi di cerro (*Quercus cerris*) con esemplari di 25 - 30 m e altre caducifoglie a alto fusto (*Acer obtusatum*, *Alnus*

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

---

cordata, *Ostryia carpinifolia*); boschi cedui di querce (*Quercus cerris* e *Quercus pubescens*), aceri e carpini (*Carpinus orientalis* e *Carpinus betulus*); castagneti diffusi nel Parco interno per l'azione antropica; boscaglie di ontano napoletano (*Alnus cordata*) che hanno sostituito i popolamenti di latifoglio la cui estensione originaria è stata ridotta dall'intervento umano; nei pendii rocciosi calcarei soggetti a pascolo tra i 700 e i 900m garighe a *Euphorbia spinosa*; oltre i 900 m garighe a *Lavandula angustifolia*; sui terreni calcarei di pascolo molto sfruttati *Asphodelus albus* o *Asphodeline lutea*; elevato numero di specie dei pascoli aridi (Thero-Brachypodietea);

Ⓒ *fascia subatlantica*: a quote comprese tra i 1000 e i 1800 m nei Monti Alburni, Monte Cervati, Monte Motola e Monte Gelbison, boschi di faggio (*Fagus sylvatica*) in fustaie di notevole altezza, in cui il faggio è specie quasi esclusiva. Nel sottobosco è a volte presente *Ilex aquifolium*;

Ⓒ *fascia mediterranea altomontana*: al di sopra del limite superiore della faggeta, sulle porzioni più elevate dei versanti calcarei rocciosi e sui pianori carsici sommitali, si sviluppano le praterie d'altitudine a *Sesleria tenuifolia* i cui aspetti più estesi si trovano nel Monte Cervati.

Alla vegetazione ripartita in fasce climatico-zonali si aggiungono specie insediate in habitat di particolari condizioni ecologiche o di suolo, dipendenti quindi da fattori azonali. Numerose sono le specie endemiche ospitate dal Parco, quali la *Primula Palinuri*, estesa su circa 50 km di costa da Palinuro a Marina di Camerota sino a 400 m di altitudine. Tra gli habitat naturali figurano numerosi siti definiti di interesse generale e prioritario dalla direttiva dell'Unione Europea 92/43 del Consiglio del 21/5/92, relativa alla conservazione degli habitat naturali e semi naturali e della flora e della fauna selvatiche. Tale ricchezza e diversità vegetazionale non è attribuibile ai soli fattori naturali poiché l'azione umana ha interagito dalle epoche più lontane con il quadro naturale condizionandone costantemente le caratteristiche.

**DATI PLUVIOMETRICI E RISCHIO IDRAULICO .**

Di notevole interesse, risultano i dati pluviometrici, per poter studiare i fenomeni idrogeologici, specialmente per quelle aree sottoposte ad eventi alluvionali. Allo scopo, sono stati analizzati i parametri forniti dagli Annali del Servizio Idrografico e quelli dell'ex Cassa del Mezzogiorno .

I dati in possesso, sono riferiti al periodo tra il 1921 e il 1970 e riguardano 15 stazioni pluviometriche.

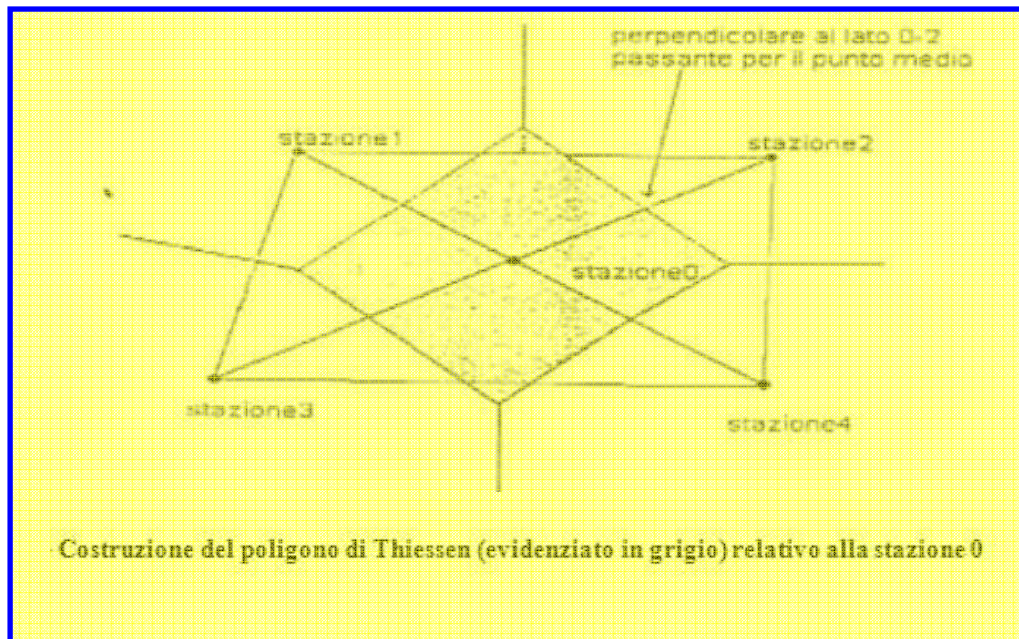
Per avere dati più puntuali, si sono scelte alcune stazioni pluviometriche più vicine all'area di investigazione, in modo da avere parametri significativi.

In particolare si è tenuto conto delle seguenti stazioni pluviometriche :

- *San Rufo - quota 639 s.l.m. - periodo di rilevazione anni 1921-1970.*
- *Roscigno - quota 637 s.l.m. - periodo di rilevazione anni 1921-1970.*
- *Sala Consilina - quota 580 s.l.m. - periodo di rilevazione anni 1921-1970.*
- *Sassano - quota 540 s.l.m. - periodo di rilevazione anni 1921-1970.*

Per ogni stazione pluviometrica, è stata calcolata la media annuale delle precipitazioni caduta nel bacino, espressa in millimetri. Infine i dati ottenuti, sono stati visualizzati attraverso dei diagrammi, per un confronto comparativo.

Per il calcolo della lama media di acqua precipitata nell'area è stata realizzata una tavola dei topoi con il metodo di Thiessen. Il metodo dei poligoni di Thiessen (o dei topoi) è un metodo grafico per la determinazione delle piogge medie su un'area ben definita, come può essere quella di un bacino idrografico. L'area di interesse, in generale, si suddivide, in aree di influenza, una per ogni stazione misurata. Il metodo consiste nell'unire con segmenti tutte le stazioni tra loro contigue situate all'interno del bacino o nelle sue immediate vicinanze, così da ottenere un reticolo a maglie triangolari, e nel tracciare quindi le perpendicolari ai segmenti nel punto medio. Le perpendicolari individuano dei poligoni irregolari, ciascuno dei quali contiene una stazione di misura situata in prossimità del centro. E' da notare che l'individuazione dei poligoni non è univoca, perché la costruzione del reticolo a maglie triangolari si può effettuare in diversi modi: come regola si fa in modo che i triangoli abbiano il minor perimetro. Una volta tracciati i topoi si attribuisce ad ogni stazione come area di influenza quella compresa all'interno del poligono in cui la stazione ricade. In ciascuna di queste aree si assume che l'altezza di pioggia sia costante e pari a quella della stazione ricadente all'interno del relativo topoi.



Utilizzando le piogge registrate nelle stazioni ricadenti all'interno del bacino e nelle stazioni esterne il cui topoieta copre una parte della superficie del bacino, la pioggia si stima calcolando la media ponderale degli  $n$  valori di pioggia osservati,  $h_i$ . Il peso di ciascuna stazione è pari al rapporto :

$$\frac{\text{areatopoieta}(A_i)}{\text{areabacino}(A_{tot})}, \text{ essendo } \sum_{i=1}^n A_i = A_{tot}.$$

$$h_m = \sum_{i=1}^n a_i h_i = \sum_{i=1}^n \frac{A_i}{A_{Tot}} h_i$$

Il fatto che la rete dei poligoni risulta legata alla posizione delle stazioni può, però, rappresentare un limite nel caso in cui una o più stazioni della rete non abbiano funzionato, il che capita spesso quando si considera un periodo di osservazione molto lungo. Nel caso specifico, la precipitazione media annua registrata nelle stazioni prese in considerazioni è compresa da un minimo di circa **947 mm. a Sala Consilina** a un massimo di **1381 a San Rufo**. Questa differenza è dovuta presumibilmente alla posizione geografica della stazione di Sala Consilina dove l'intensità della pioggia non raggiunge certamente i valori registrati in zone limitrofe, a ridosso o in prossimità dei rilievi, dove probabilmente la condensazione viene facilitata dalle masse di aria provenienti dal mare.



**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

Avvenimenti pluviometrici di particolare rilevanza, che hanno causato eventi alluvionali, sono avvenuti in concomitanza di periodi invernali molto intensi e si sono protratti per diversi giorni. Ciò ha causato, in aree prossime allo sbocco dei principali valloni, trasporto e deposito di una notevole quantità di detriti.

L'inondazione, invece, si verifica per invasione ed espansione delle acque causate da una rottura o da un tracimo dell'argine naturale o artificiale, per effetto di un evento di piena di un corso d'acqua. I terreni sono invasi dalle acque, che escono dal proprio letto ed esondano.

Come già accennato, il corso d'acqua che attraversa IL Vallo di Diano è il Tanagro. L'esondazione di questo corso d'acqua è avvenuto sempre in connessione con eventi di piena, a causa dello scioglimento delle nevi e dopo intense precipitazioni, durate diverse giorni. Questi, hanno fatto aumentare notevolmente la portata e quindi di conseguenza hanno fatto sopraelevare il pelo libero dell'acqua. Nel 1993 il 27 dicembre, si verificò, l'ultimo evento significativo di inondazione da parte delle acque del fiume Tanagro, che investì una buona parte della zona più centrale della piana del Vallo, a causa della rottura dell'argine in località Ponte San Giovanni nel comune di Sala Consilina. Per la caratterizzazione degli eventi alluvionali, sono stati presi in considerazione i seguenti parametri :

- *Altezza d'acqua.*
- *Frequenza degli eventi.*

La definizione dell'altezza delle acque viene eseguita utilizzando, come dati di partenza, quelli di archivio, varie fotografie di eventi eccezionali (Consorzio di Bonifica del Vallo di Diano), interviste a residenti. Questi elementi, ove possibile, vengono elaborati attraverso interpolazioni geometriche, sulla base di dati altimetrici della Cartografia Tecnica Regionale. Tali altezze, rappresentano, la media considerata dei valori all'interno delle aree osservate.

Il livello di conoscenze della pericolosità idraulica ha tenuto conto :

- *Della cartografia relativa alle zone esondate negli ultimi 50 anni.*
- *Di specifici studi idraulici, condotti a livello statistico locale.*

Gli studi eseguiti, hanno consentito, di mappare sul territorio, zone con diversa predisposizione al rischio idraulico, in funzione dei tempi di ritorno più significativi.

Le varie problematiche ambientali (desertificazione) e mancanza di una adeguata manutenzione delle opere di captazione e smaltimento delle acque pluviali montane, rappresentano sicuramente una complicazione, per quanto riguarda la stabilità idraulica del territorio.

L'azione dell'uomo, non controllata, ha compromesso in maniera evidente l'equilibrio dell'intero assetto idrogeologico-forestale, e precisamente :

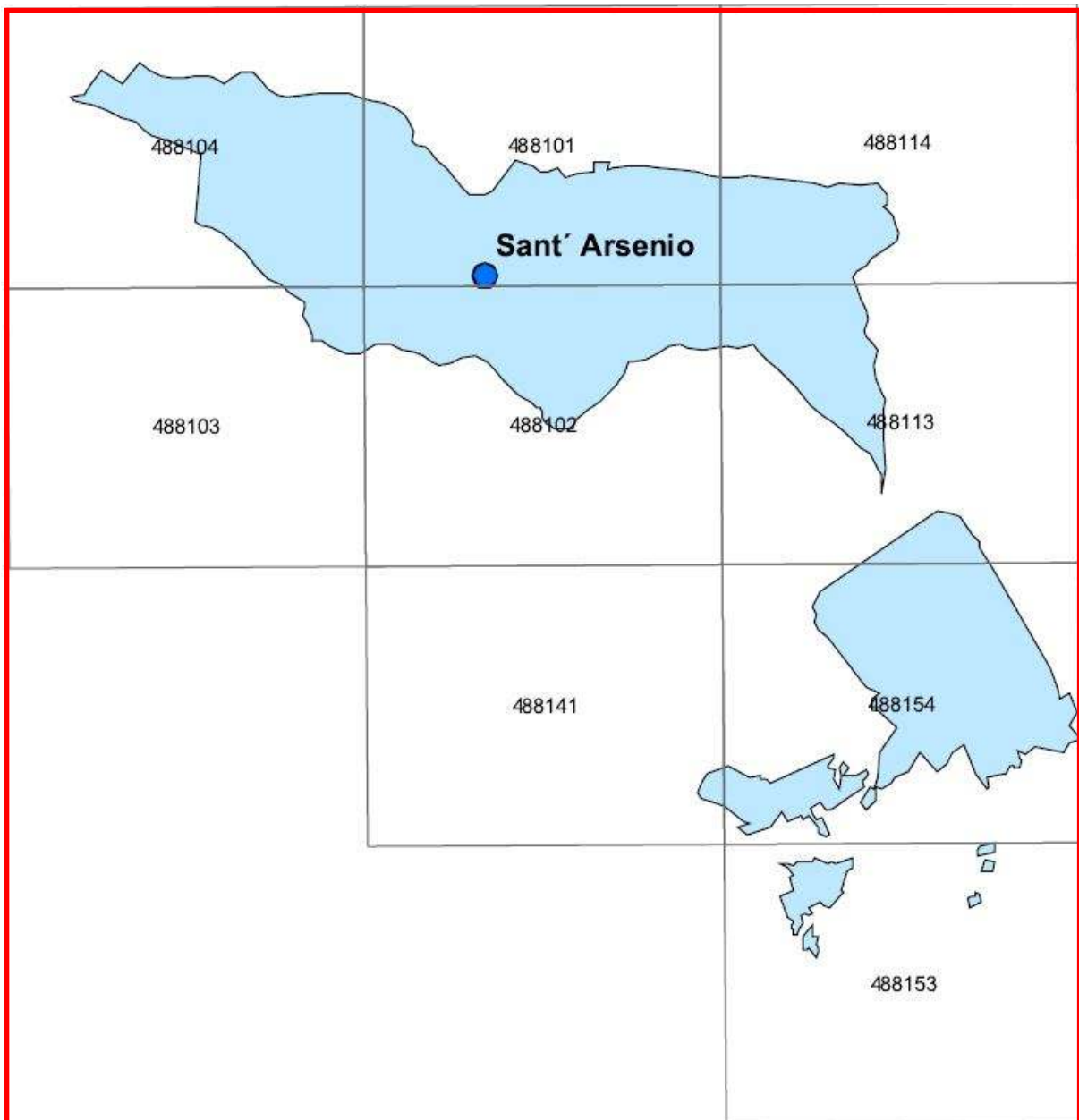
- *L'urbanizzazione e l'impermeabilizzazione dei suoli, incontrollata.*
- *Il tombinamento, restringimento e l'eliminazione di alvei pedemontani.*
- *L'impermeabilizzazione continua delle reti irrigue.*
- *Il restringimento e/o eliminazione delle zone di espansione naturale delle acque.*
- *L'assenza di manutenzione e/o interventi nei valloni e corsi d'acqua.*



Capitolo 9

**UBICAZIONE - CARATTERIZZAZIONE DEL SITO ED ANALISI MORFOEVOLUTIVA .**

L'area in esame fa parte dei lotti n° 9-10-11-12-13-14 dell'area PIP "Pozzo" del territorio Comunale di Sant'Arsenio (SA). La zona si inquadra nel foglio n° 199 (Potenza) della Carta Geologica d'Italia e precisamente è riportata nel margine Nord-Occidentale della tavoletta "Atena Lucana" III N.O..



Le quote di livello variano, in generale, da 443 a 444 mt. s.l.m. e tutta la zona si presenta in lieve ed uniforme pendenza che è mascherata da piccoli terrazzi ad ampie superfici che rendono all'insieme un aspetto quasi pianeggiante.

Tutta la zona è limitata sul lato Ovest dalla S.S 426, ad Est dal canale pedemontano, a Nord dal Comune di Polla invece a Sud confina con l'ex area del Pastificio Spinelli trasformata in attuale area P.I.P. .

Dal punto di vista geologico, l'area in esame fa parte dei terreni del materasso alluvionali del Vallo di Diano, noti nella letteratura scientifica come **"Alluvioni Attuali e Recenti" (Olocene)**.

Trattasi in particolare di una successione stratigrafica caratterizzata, nella parte più superficiale, da una frazione limosa mista a detrito eterogeneo, seguono verso il basso, livelli intercalati e ripetuti di argille, sabbie miste a ghiaietto e ghiaie grosse.

Le argille sono grigio-verdastre, talora nere e carboniose con frustoli vegetali, raramente sono presenti frammenti torbosi e di lignite.

Per quanto concerne la tollerabilità idrogeologica, la zona di intervento, fa parte del complesso litologico argillo-sabbioso (Olocene), costituito da depositi fluvio-lacustri caratterizzati dalla presenza, come già illustrato, di argille, limi sabbie e subordinatamente da ghiaie, che rivelano, nel complesso, un basso grado di permeabilità per porosità variabile in rapporto alla granulometria dei depositi, sia in senso orizzontale che verticale. Pertanto la realizzazione dell'opera in progetto, non altera le risorse idriche della zona, sia per la limitata superficie di intervento che per la costituzione litologica dei terreni affioranti

Per quel che concerne il bilancio idrico sotterraneo (prime falde) nell'area di progetto e in quelle circostanti, non si prevede nessuna modificazione, sia per la vastità del bacino imbrifero, sia perché la ricarica dell'acquifero avviene lateralmente in attiguità delle formazioni carbonatiche dei monti del Cilento (Massiccio del Cervati).

Inoltre, tutto il sito è dotato di una lieve pendenze che garantisce il deflusso delle acque pluviali, attraverso condotte naturali ed antropiche (canale pedemontano- F. Tanagro).

## COMPATIBILITA' GEOLOGICA .

A seguito della legge 3 agosto 1998 n. 267 riguardante la "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 181, recante misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania, in data 17.04.2000 è stato pubblicato sul bollettino ufficiale della Regione Campania - Supplemento n. 19 – il ["Piano Straordinario per la individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico molto elevato"](#) a cura dell'Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Sele.

Le Autorità di Bacino, istituite ai sensi della Legge 189 maggio 1989 n. 183, hanno redatto piani stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico, nel rispetto del comma 6 ter dell'articolo 17 della medesima legge e successive modificazioni, che contengono, in particolare l'individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico con conseguente adozione delle misure di salvaguardia.




In seguito, con pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale n. 287 dell'11-12-2001 Supplemento ordinario 262 l'Autorità di Bacino Interregionale del Sele ha pubblicato il Piano Stralcio per la tutela del Rischio Idrogeologico.

Successivamente, il Comitato Istituzionale [dell'Autorità di Bacino Campania Sud-Interregionale Sele](#) ha adottato con delibera del Consiglio Istituzionale [n°20 del 18 Settembre 2012](#) e pubblicato sulla Gazzetta ufficiale del [22/10/2012](#) la rivisitazione del piano stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino idrografico del fiume Sele, che è entrata in vigore dal giorno successivo alla pubblicazione della Delibera di adozione del P.A.I. avvenuta nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana [del 22/10/2012](#). [In seguito, con Delibera di Comitato Istituzionale n. 31 del 21.06.2013 è stato approvato il testo revisionato della "Normativa di Attuazione relativa al bacino idrografico del Fiume Sele", che modifica e sostituisce la vigente normativa di Piano di cui alla delibera di Comitato Istituzionale n. 20/2012. Il testo di Attuazione del Piano Stralcio, modificante, entra in vigore a far data dalla pubblicazione sul Bollettino Ufficiale della R.C. n. 38 del 15.07.2013.](#)

[Inoltre](#), il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Regionale Campania Sud ed Interregionale per il bacino idrografico del fiume Sele, ai sensi della vigente normativa in materia, ha adottato, in via definitiva, con deliberazione n. 22 del 2 agosto 2016, il Testo Unico coordinato recante: ["Norme di Attuazione dei PSAI per il territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Regionale Campania Sud ed Interregionale per il bacino idrografico del fiume Sele"](#), che sostituisce i testi delle "Norme di Attuazione" allegate ai vigenti PSAI.

In esecuzione della citata deliberazione n. 22/2016, il citato Testo Unico contenente le nuove Norme di Attuazione dei PSAI delle [tre ex Autorità di Bacino](#) viene applicato a tutto il territorio di competenza dell'Autorità di Bacino regionale di Campania Sud ed Interregionale per il bacino idrografico del Sele, ed entra in vigore a far data dalla pubblicazione dell'Avviso di avvenuta adozione nella [G.U.R.I. del 16 agosto 2016](#).

L'area oggetto di intervento, è stata come di seguito perimetrata :

-  **Pericolosità da Alluvione = Zone di attenzione idraulica: aree inondabili per esondazione dei canali di bonifica.**
-  **Aree a Rischio Idraulico = Area con Rischio Idraulico assente .**
-  **Pericolosità potenziale da frana (P\_utr5): prospensione all'innesco – transito – invasione per frane da approfondire**

*attraverso uno studio geologico di dettaglio.*



*Rischio potenziale da frana (Utr\_5 ) : Rischio potenziale gravante su Unità territoriale di riferimento soggette a pericolosità potenziale Putr\_5, da approfondire con uno studio di dettaglio.*

Le aree denominate **(P\_utr5) e (R\_utr5)** vengono disciplinate **dall'articolo 37 del vigente PSAI All. I** - Disciplina delle aree da approfondire **(Putr5/Rutr5)** .

**Zone di attenzione idraulica Art. 3 comm. v: – Aree inondabili per esondazione dei canali di bonifica:**

comprendono le aree allagabili per la insufficiente capacità dei canali di bonifica a regimare le acque meteoriche. **Vengono disciplinate dall'art. 31 comm. 6 (studio di compatibilità idraulica da redigere in ottemperanza all'articolo 50 del vigente PSAI All. G. )**.

Capitolo 11

**11.1.- CARATTERIZZAZIONE - MODELLAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA DEL SITO - TIPO DI INDAGINI ESEGUITE .**

Art. 59 co. 2 del D.P.R. N. 380/2001

Paragrafo 6.2.2. N.T.C. 14.01.2008

L'intervento è rivolto alla realizzazione di un edificio a destinazione commerciale nell'area PIP "Graviele – Pozzo", del territorio di Sant'Arzenio (SA).

L'area ricade in zona ben conosciuta dal punto di vista geotecnico, avendo lo scrivente redatto proprio lo studio di ampliamento dell'area P.I.P. nella stessa località.

Pertanto, in questa **prima fase preliminare di studio**, si sono prese in considerazione, ai fini geotecnici e sismici, le indagini redatte proprio per l'ampliamento dell'area P.I.P. **"Graviele – Pozzo" di Sant'Arzenio (SA) da verificare attraverso indagini geognostiche e sismiche puntuali, in fase esecutiva.**

*Le indagini di riferimento sono le seguenti:*

- a.- Perforazioni a carotaggio continuo ( S. n. 3);*
- b.- prove geotecniche in sito (SPT) ;*
- c.- prove penetrometriche dinamiche leggere ( n. 11);*
- d.- analisi geotecniche di laboratorio ;*
- e.- prospezioni sismiche a rifrazione ;*
- f.- indagine "down-hole".*



## 11.2.- PERFORAZIONI A CAROTAGGIO CONTINUO .

Nell'area P.I.P. *località " Graviere-Pozzo" del comune di Sant'Arzenio*, ai fini dell'ampliamento dell'area, furono realizzati *n. 3* sondaggi geognostici con sonda meccanica a carotaggio continuo, in fase di perforo furono anche prelevati, a diverse profondità, campioni indisturbati per le analisi geotecniche di laboratorio, inoltre furono eseguite nei fori di sondaggio prove penetrometriche dinamiche *S.P.T.*.

*Le profondità raggiunte furono le seguenti :*

- Per il foro S1 = 30.00 mt - questo foro è stato successivamente rivestito con guaina cilindrica in p.v.c. da 80 mm di diametro per l'esecuzione della sismica in foro ;*
- Per il foro S2 = 30.00 mt - questo foro è stato successivamente rivestito con guaina cilindrica in p.v.c. da 80 mm di diametro per l'esecuzione della sismica in foro*
- Per il foro S3 = 30.00 mt - questo foro è stato successivamente rivestito con guaina cilindrica in p.v.c. da 80 mm di diametro per l'esecuzione della sismica in foro*

## 11.3.- PROVE GEOTECNICHE IN SITO

Nei fori di sondaggio, nel corso dell'esecuzione, furono realizzati complessivamente 12 prove Standard Penetration Test (S.P.T.) alle seguenti profondità :

- Perforo S1 profondità di esecuzione : da 5.00 a 5.45 - colpi 7-6-8  
da 7.00 a 7.45 - colpi 4-9-11  
da 10.00 a 10.45 - colpi 6-8-12  
da 12.00 a 12.45 - colpi 4-5-6*
- Perforo S2 profondità di esecuzione : da 3.50 a 3.95 - colpi 10-13-20  
da 6.00 a 6.45 - colpi 8 - 7-14  
da 9.00 a 9.45 - colpi 6 - 7-10  
da 14.00 a 14.45 - colpi 5- 6- 8*
- Perforo S3 profondità di esecuzione : da 5.50 a 5.95 - colpi 16-18-23  
da 8.50 a 8.95 - colpi 14-18-21  
da 13.00 a 13.45- colpi 6 - 8- 9  
da 16.00 a 16.45 - colpi 7- 8- 8*

#### 11.4.- PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE LEGGERE.

Furono anche eseguite anche 11 prove penetrometriche dinamiche leggere, per poter acquisire ulteriori informazioni circa la resistenza a rottura, generale, e lo stato di addensamento dei litotipi presenti e per avere una comparazione con i dati ottenuti dalle altre prove geotecniche eseguite.

Venne utilizzato strumento tipo "DL 030" della Sunda Geofisica (caratteristiche) :

- maglio a caduta libera del peso di Kg 30 ;
- altezza di caduta del maglio di cm 20 costanti ;
- aste in acciaio speciale trattate della lunghezza di cm 100 e peso di Kg. 2.400 cadauna ;
- punta conica a perdere di cmq. 10 e angolo al vertice  $B = 60^\circ$  e diametro di base  $O = 3.56$  .

La penetrazione dinamica nel terreno della punta conica, consente di determinare la resistenza dinamica offerta dal terreno alla penetrazione e di riconoscere i parametri meccanici dei litotipi attraversati.

La prova consiste nella infissione nel terreno della punta mediante battitura di un maglio di 30 Kg. e caduta di 20 cm. In assenza di attrito laterale in quanto l'apparato, è fornito di aste di rivestimento. Durante l'avanzamento viene registrato il numero dei colpi all'approfondimento della punta di 10 cm..

Parametro caratteristico è la Rpd (resistenza di rottura dinamica alla punta), direttamente ricavabile dalla formula degli Olandesi :

$$Rd = Chi * \frac{M^2 * h}{A * e * (M + P)} \quad (1)$$

in cui :

- M ( peso del maglio ) = 30 Kg ;
- h ( altezza di caduta costante di m ) = 20 cm. ;
- A ( sezione della punta conica a perdere ) = 10 cmq. ;
- e ( con N corrispondente il numero dei colpi per ogni approfondimento di 10 cm. ) = 10/N. cm. ;
- P ( peso delle aste ) = 2.4 Kg/ml. ;
- Chi ( coefficiente caratteristico del penetrometro DL 030 Sunda, tabulato in funzione della profondità ) .

---

Dai risultati di tali indagini, fu possibile ricavare le resistenze dinamiche in Kg/cm<sup>2</sup> (Rpd) dei litotipi attraversati.

Da un punto di vista generale e qualitativo, si può affermare che, i litotipi accertati rientrano nello schema della geologia prima descritta essendo costituiti da una frazione limosa mista a detrito eterogeneo, seguono in profondità, livelli intercalati e ripetuti di argille, sabbie miste a ghiaietto e ghiaie grosse.

### **11.5.- ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO .**

Furono eseguite sui campioni indisturbati, prelevati durante l'esecuzione dei sondaggi a carotaggio continuo, analisi geotecniche di laboratorio.

#### **a).- CARATTERISTICHE FISICHE:**

- Determinazione del contenuto d'acqua ;
- Determinazione del peso di volume ;
- Determinazione del peso di volume secco ;
- Determinazione del peso specific .

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA  
ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE  
LIMITI DI ATTERBERG (LL-LP)

#### **b).- CARATTERISTICHE MECCANICHE:**

- Prova di taglio diretto CD

### **11.6.- PROSPEZIONI SISMICHE A RIFRAZIONE .**

In ottemperanza alla recente normativa della Regione Campania (Dell. G.R. 07/11/2002-n° 5447, 24/01/2003,-n° 248, 31/01/2003-n° 334 e 10/06/2004 n° 816), nonché di quanto previsto dall'Ordinanza 3274/2003, fu svolta anche una indagine sismica a rifrazione con metodologia "Down-Hole", nei fori dei sondaggi geognostici realizzati per lo stesso scopo.

### **11.7.- PROSPEZIONI SISMICHE DI SUPERFICIE .**

Questa indagine ebbe lo scopo di determinare le velocità caratteristiche con cui i terreni sono attraversati dalle onde sismiche, velocità che sono strettamente legate alla natura e alle condizioni geomeccaniche dei terreni stessi.

Il metodo della sismica a rifrazione è basato sulla misura del tempo necessario affinché la perturbazione elastica, indotta nel sottosuolo da una determinata sorgente, giunga agli apparecchi di recessione (geofoni) percorrendo lo strato superficiale a bassa velocità (con onde dirette) e

le superfici di strati a velocità crescente con la profondità (onde rifratte).

L'apparecchiatura necessaria per le prospezioni sismiche è costituita da una serie di geofoni che vengono spazati regolarmente lungo un determinato allineamento e da un cronografo che registra l'istante di partenza della perturbazione ed i tempi di arrivo delle onde a ciascun geofono.

La registrazione, sia del momento dell'esplosione sia del segnale amplificato da ciascun geofono, avviene simultaneamente su un unico diagramma.

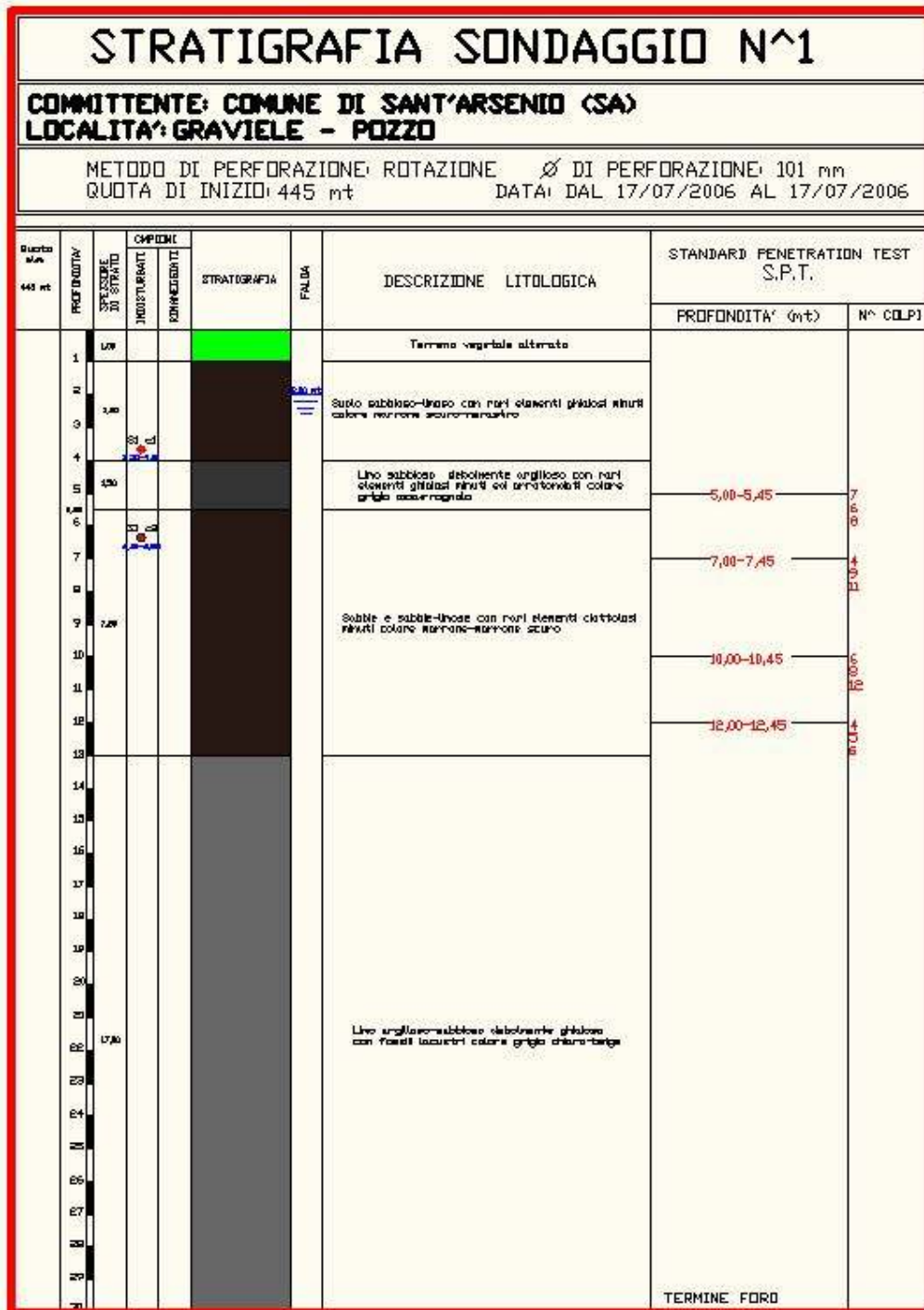
Gli stendimenti, furono realizzati mediante l'utilizzo di geofoni **Sensor Geospace** con frequenza di 7- 14 Hz e distorsione del 0.05% testati con certificazione del 15.10.2003. Le registrazioni, delle prospezioni eseguite, avvenne facendo convogliando i dati delle singole stazioni, alla centrale raccolta dati **Pasi mod. 16SG24**, composta da un'unità d'acquisizione a 24 canali, dotata di memoria per la cumulabilità degli impulsi.

L'impulso sismico (battuta) fu creato con una sorgente costituita da una massa battente in grado di produrre un'energizzazione idonea agli stendimenti eseguiti.

**11.8.- ANALISI DEI RISULTATI DELLE INDAGINI ESPLETATE DI RIFERIMENTO .**

**a.- PERFORAZIONI A CAROTAGGIO CONTINUO .**

Si riportano di seguito i risultati stratigrafici e geomeccanici del sondaggio denominato S1, realizzato proprio nell'area di sedime oggetto di studio.





**b.- PROVE GEOTECNICHE IN SITO .**

Vengono di seguito elencati le profondità e i valori ottenuti dalla realizzazione delle prove "SPT", riferite sempre al sondaggio denominato S1:

- Perforo S1 profondità di esecuzione : da 5.00 a 5.45 - colpi 7-6-8
- da 7.00 a 7.45 - colpi 4-9-11
- da 10.00 a 10.45 - colpi 6-8-12
- da 12.00 a 12.45 - colpi 4-5-6

Queste prove, furono eseguite nei livelli geotecnicamente significativi, ai fini di una più vasta e completa conoscenza delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni affioranti.

I risultati di queste analisi, ritenute molto utili per le informazioni che offrono sono considerate indispensabili nel caso di terreni sabbioso-ghiaioso e laddove non è possibile prelevare campioni indisturbati per le prove di laboratorio.

Le prove penetrometriche dinamiche SPT (Standard Penetration Test), sono prove discontinue, eseguite in foro di sondaggio a profondità prefissata, durante le quali si infigge nel terreno per tre avanzamenti di 15 cm. ciascuno un campione standardizzato (Campionatore "Raymond"), sotto i colpi di un maglio con peso di 63.5 Kg e volata di 76 cm.. La resistenza alla penetrazione viene misurata attraverso la somma del numero di colpi necessari all'avanzamento nel secondo e terzo tratto  $N_{spt} = (N_2 + N_3)$ . Dalla prova SPT è possibile trarre utili informazioni sullo stato di addensamento nei terreni granulari e sul grado di consistenza in quelli coesivi. Una prima, sommaria valutazione, può essere basata sulla classifica riportata nella tabella seguente. Tuttavia è da sottolineare che tale tabella non tiene in considerazione lo stato tensionale efficace agente, che invece ha una notevole influenza nella resistenza del terreno alla penetrazione; per terreni coesivi poco permeabili, inoltre, a causa della natura dinamica della prova la sua interpretazione in termini di parametri meccanici è di dubbio significato.

	$N_{SPT}$	STATO DI ADDENSAMENTO
SABBIE	0-4	sciolto
	4-10	poco addensato
	10-30	moderatamente addensato
	30-50	addensato
	>50	molto addensato
	$N_{SPT}$	CONSISTENZA
TERRENI COESIVI	<2	privo di consistenza
	2-4	poco consistente (molle)
	4-8	moderatamente consistente
	8-15	consistente
	15-30	molto consistente
	>30	estremamente consistente (duro)

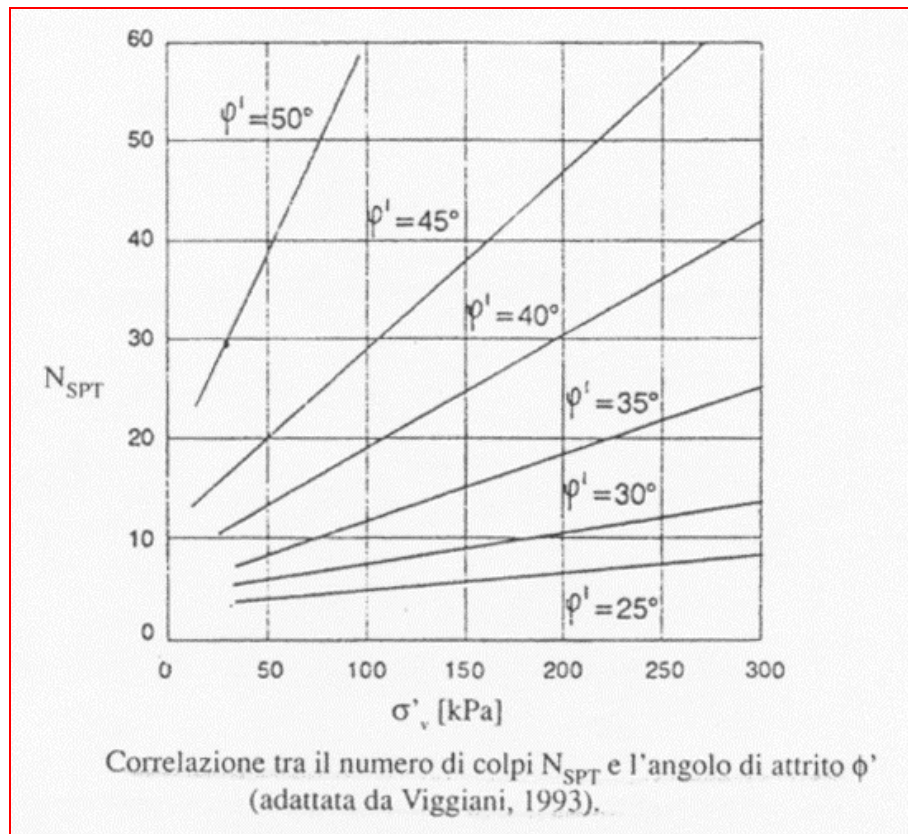
Classifica orientativa dello stato di addensamento dei terreni granulari e della consistenza di quelli coesivi (adattata da AGI, 1977).

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

Più affidabili sono le correlazioni relative ai terreni incoerenti. Un abaco che lega il numero dei colpi  $N_{spt}$  a  $\phi'$  in funzione della tensione verticale efficace  $\sigma'v$  è di seguito riportato in apposita tabella.

Nel caso in cui il terreno sia granulometricamente una sabbia fine o una sabbia limosa, e ci si trovi al disotto del pelo libero della falda, il numero di colpi misurato dovrà essere depurato dai possibili effetti di sovrappressioni neutre generatesi durante l'infissione del tubo campionatore.

In particolare, se  $N_{spt} > 15$ , si assumerà un numero ridotto  $N_{1spt} = 15 + 0.5 (N_{spt} - 15)$ .



**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

**c.- PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE LEGGERE .**

Si riportano, di seguito, i risultati delle prove penetrometriche dinamiche denominate P1 - P2 - P4 - P6, realizzate nell'area di sedime in esame :

PROVA ... Nr.1  
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)  
Prova eseguita in data 23/07/2006  
Profondità prova 8,10 mt  
Falda rilevata  
Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (kPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (kPa)
0,10	4	0	0,857	1,12	1,31	56,11	65,50
0,20	2	0	0,855	0,56	0,65	27,99	32,75
0,30	2	0	0,853	0,56	0,65	27,93	32,75
0,40	3	0	0,851	0,84	0,98	41,79	49,12
0,50	4	0	0,849	1,11	1,31	55,60	65,50
0,60	5	0	0,847	1,39	1,64	69,35	81,87
0,70	4	0	0,845	1,11	1,31	55,36	65,50
0,80	7	0	0,843	1,93	2,29	96,67	114,62
0,90	8	0	0,842	2,09	2,49	104,61	124,31
1,00	10	0	0,840	2,61	3,11	130,49	155,39
1,10	9	0	0,838	2,34	2,80	117,19	139,85
1,20	8	0	0,836	2,08	2,49	103,96	124,31
1,30	10	0	0,835	2,59	3,11	129,68	155,39
1,40	11	0	0,833	2,85	3,42	142,36	170,93
1,50	11	0	0,831	2,84	3,42	142,07	170,93
1,60	12	0	0,830	3,09	3,73	154,68	186,46
1,70	10	0	0,828	2,57	3,11	128,65	155,39
1,80	11	0	0,826	2,82	3,42	141,24	170,93
1,90	11	0	0,825	2,68	3,25	134,12	162,62
2,00	10	0	0,823	2,43	2,96	121,70	147,84
2,10	9	0	0,822	2,19	2,66	109,32	133,06
2,20	9	0	0,820	2,18	2,66	109,12	133,06
2,30	8	0	0,819	1,94	2,37	96,82	118,27
2,40	7	0	0,817	1,69	2,07	84,56	103,49
2,50	5	0	0,816	1,21	1,48	60,29	73,92
2,60	4	0	0,814	0,96	1,18	48,15	59,14
2,70	5	0	0,813	1,20	1,48	60,08	73,92
2,80	4	0	0,811	0,96	1,18	47,98	59,14
2,90	5	0	0,810	1,14	1,41	57,10	70,50
3,00	6	0	0,809	1,37	1,69	68,41	84,59
3,10	7	0	0,807	1,59	1,97	79,68	98,69
3,20	7	0	0,806	1,59	1,97	79,55	98,69
3,30	7	0	0,805	1,59	1,97	79,42	98,69
3,40	6	0	0,803	1,36	1,69	67,96	84,59
3,50	7	0	0,802	1,58	1,97	79,16	98,69
3,60	8	0	0,801	1,81	2,26	90,33	112,79
3,70	7	0	0,800	1,58	1,97	78,92	98,69
3,80	9	0	0,798	2,03	2,54	101,31	126,89
3,90	5	0	0,797	1,07	1,35	53,71	67,37
4,00	4	0	0,796	0,86	1,08	42,90	53,90
4,10	7	0	0,795	1,50	1,89	74,97	94,32
4,20	8	0	0,794	1,71	2,16	85,56	107,80
4,30	6	0	0,793	1,28	1,62	64,08	80,85
4,40	8	0	0,791	1,71	2,16	85,32	107,80

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

4,50	7	0	0,790	1,49	1,89	74,55	94,32
4,60	8	0	0,789	1,70	2,16	85,08	107,80
4,70	5	0	0,788	1,06	1,35	53,10	67,37
4,80	10	0	0,787	2,12	2,69	106,06	134,75
4,90	28	0	0,686	4,96	7,23	247,87	361,30
5,00	36	0	0,635	5,90	9,29	294,98	464,53
5,10	24	0	0,684	4,24	6,19	211,83	309,68
5,20	20	0	0,733	3,78	5,16	189,17	258,07
5,30	15	0	0,732	2,83	3,87	141,68	193,55
5,40	12	0	0,781	2,42	3,10	120,94	154,84
5,50	14	0	0,730	2,64	3,61	131,89	180,65
5,60	28	0	0,679	4,91	7,23	245,37	361,30
5,70	34	0	0,628	5,51	8,77	275,60	438,72
5,80	26	0	0,677	4,54	6,71	227,22	335,49
5,90	12	0	0,776	2,31	2,97	115,33	148,54
6,00	22	0	0,675	3,68	5,45	183,95	272,33
6,10	21	0	0,675	3,51	5,20	175,36	259,95
6,20	21	0	0,674	3,50	5,20	175,14	259,95
6,30	21	0	0,673	3,50	5,20	174,91	259,95
6,40	16	0	0,722	2,86	3,96	143,00	198,06
6,50	10	0	0,771	1,91	2,48	95,46	123,79
6,60	11	0	0,770	2,10	2,72	104,90	136,17
6,70	12	0	0,770	2,29	2,97	114,31	148,54
6,80	14	0	0,719	2,49	3,47	124,56	173,30
6,90	19	0	0,718	3,25	4,52	162,26	226,00
7,00	21	0	0,667	3,33	5,00	166,65	249,79
7,10	22	0	0,666	3,49	5,23	174,39	261,69
7,20	21	0	0,666	3,33	5,00	166,27	249,79
7,30	23	0	0,665	3,64	5,47	181,90	273,58
7,40	25	0	0,664	3,95	5,95	197,50	297,37
7,50	33	0	0,613	4,82	7,85	240,79	392,53
7,60	34	0	0,613	4,96	8,09	247,79	404,43
7,70	41	0	0,562	5,48	9,75	274,08	487,69
7,80	77	0	0,561	10,28	18,32	514,09	915,90
7,90	124	0	0,561	15,92	28,39	795,76	1419,48
8,00	151	0	0,560	19,36	34,57	967,84	1728,57
8,10	200	0	0,559	25,61	45,79	1280,36	2289,49

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0,7	3,43	0,1098345	Incoerente	0	14,02	0,0	4,91	0,761	2,61	
4,7	7,65	0,219669	Incoerente	0	15,4	0,0	40,61	0,761	5,82	
8,1	35,24	0,8286619	Coesivo	0	20,89	0,0	106,93	0,761	26,82	

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1**

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

**TERRENI COESIVI**

**Coesione non drenata (KPa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglera t	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M. S.M	Schmert mann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begema nn	De Beer
[3] -	26,82	8,10	177,50	328,72	98,07	99,64	261,15	24,81	216,43	270,17	131,51	348,82	328,72

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
[3] -	26,82	8,10	Robertson (1983)	5,26

**Modulo Edometrico (Mpa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[3] -	26,82	8,10	12,07	--	27,00	26,30

**Modulo di Young (Mpa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[3] -	26,82	8,10	28,25	26,30

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[3] -	26,82	8,10	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )
[3] -	26,82	8,10	Meyerhof	20,89

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
[3] -	26,82	8,10	Meyerhof	22,36

**Velocità onde di taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[3] -	26,82	8,10		0

**TERRENI INCOERENTI**



**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

**Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	2,61	0,70	14,39	39,17	59,34	14,18
[2] -	5,82	4,70	22,23	48	50,04	22,99

**Angolo di resistenza al taglio**

Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck- Hanson- Thornbu rn- Meyerh of 1956	Meyerh of (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerh of (1965)	Schmert mann (1977) Sabbie	Mitchell (1981)	Shioi- Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFI CATION)	Japanes e Nationa l Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki	
[1] -	2,61	0,70	2,61	27,75	20,75	28,73	33,06	30,64	0	<30	21,26	27,78	27,18	22,22
[2] -	5,82	4,70	5,82	28,66	21,66	29,63	29,77	32,01	0	<30	24,34	28,75	32,8	25,79

**Modulo di Young (Mpa)**

Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze- Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	2,61	0,70	2,61	---	2,05	---	---
[2] -	5,82	4,70	5,82	---	4,57	---	---

**Modulo Edometrico (Mpa)**

Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman- Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	2,61	0,70	2,61	---	3,22	1,82
[2] -	5,82	4,70	5,82	---	3,87	4,05

**Classificazione AGI**

Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	2,61	0,70	2,61	Classificazione A.G.I SCIOLTO
[2] -	5,82	4,70	5,82	Classificazione A.G.I POCO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	2,61	0,70	2,61	Meyerhof ed altri 14,02
[2] -	5,82	4,70	5,82	Meyerhof ed altri 15,40

**Peso unità di volume saturo**

Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	2,61	0,70	2,61	Terzaghi-Peck 1948- 1967 18,34
[2] -	5,82	4,70	5,82	Terzaghi-Peck 1948- 1967 18,53

**Modulo di Poisson**

Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	2,61	0,70	2,61	(A.G.I.) 0,35
[2] -	5,82	4,70	5,82	(A.G.I.) 0,34

**Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)**

Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e
------	---------------------	-------------------------------------	------------------------	------------------------------------

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

					Imai & Tonouchi (1982)	
[1] -	2,61	0,70	2,61	15,71	22,03	
[2] -	5,82	4,70	5,82	33,38	35,96	

**Velocità onde di taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	2,61	0,70	2,61	Ohta & Goto (1978) Limi	65,95
[2] -	5,82	4,70	5,82	Ohta & Goto (1978) Limi	112,38

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	2,61	0,70	2,61	Seed e Idriss (1971)	--
[2] -	5,82	4,70	5,82	Seed e Idriss (1971)	--

**Coefficiente spinta a Riposo  $K_0 = \sigma_{vh} / \sigma_{v0}$**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	$K_0$
[1] -	2,61	0,70	2,61		---
[2] -	5,82	4,70	5,82		---

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] -	2,61	0,70	2,61		---
[2] -	5,82	4,70	5,82		---

PROVA ... Nr.2

CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008

Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)  
Prova eseguita in data 23/07/2006  
Profondità prova 7,80 mt  
Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,10	2	0	0,857	0,56	0,65	28,05	32,75
0,20	2	0	0,855	0,56	0,65	27,99	32,75
0,30	2	0	0,853	0,56	0,65	27,93	32,75
0,40	3	0	0,851	0,84	0,98	41,79	49,12
0,50	2	0	0,849	0,56	0,65	27,80	32,75
0,60	4	0	0,847	1,11	1,31	55,48	65,50
0,70	7	0	0,845	1,94	2,29	96,87	114,62
0,80	9	0	0,843	2,49	2,95	124,28	147,37
0,90	11	0	0,842	2,88	3,42	143,84	170,93
1,00	6	0	0,840	1,57	1,86	78,29	93,23
1,10	7	0	0,838	1,82	2,18	91,15	108,77
1,20	7	0	0,836	1,82	2,18	90,96	108,77
1,30	8	0	0,835	2,07	2,49	103,74	124,31
1,40	7	0	0,833	1,81	2,18	90,59	108,77
1,50	6	0	0,831	1,55	1,86	77,49	93,23
1,60	8	0	0,830	2,06	2,49	103,12	124,31
1,70	9	0	0,828	2,32	2,80	115,78	139,85
1,80	7	0	0,826	1,80	2,18	89,88	108,77
1,90	5	0	0,825	1,22	1,48	60,96	73,92
2,00	10	0	0,823	2,43	2,96	121,70	147,84
2,10	11	0	0,822	2,67	3,25	133,62	162,62
2,20	4	0	0,820	0,97	1,18	48,50	59,14
2,30	5	0	0,819	1,21	1,48	60,51	73,92
2,40	7	0	0,817	1,69	2,07	84,56	103,49
2,50	5	0	0,816	1,21	1,48	60,29	73,92
2,60	6	0	0,814	1,44	1,77	72,23	88,70
2,70	4	0	0,813	0,96	1,18	48,07	59,14
2,80	5	0	0,811	1,20	1,48	59,98	73,92
2,90	3	0	0,810	0,69	0,85	34,26	42,30
3,00	6	0	0,809	1,37	1,69	68,41	84,59
3,10	5	0	0,807	1,14	1,41	56,91	70,50
3,20	7	0	0,806	1,59	1,97	79,55	98,69
3,30	5	0	0,805	1,13	1,41	56,73	70,50
3,40	6	0	0,803	1,36	1,69	67,96	84,59
3,50	4	0	0,802	0,90	1,13	45,24	56,40
3,60	7	0	0,801	1,58	1,97	79,04	98,69
3,70	7	0	0,800	1,58	1,97	78,92	98,69
3,80	6	0	0,798	1,35	1,69	67,54	84,59
3,90	5	0	0,797	1,07	1,35	53,71	67,37
4,00	7	0	0,796	1,50	1,89	75,08	94,32
4,10	6	0	0,795	1,29	1,62	64,26	80,85
4,20	5	0	0,794	1,07	1,35	53,47	67,37
4,30	3	0	0,793	0,64	0,81	32,04	40,42
4,40	4	0	0,791	0,85	1,08	42,66	53,90
4,50	3	0	0,790	0,64	0,81	31,95	40,42
4,60	11	0	0,789	2,34	2,96	116,98	148,22
4,70	12	0	0,788	2,55	3,23	127,44	161,70
4,80	14	0	0,737	2,78	3,77	139,05	188,65
4,90	27	0	0,686	4,78	6,97	239,02	348,39

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

5,00	35	0	0,635	5,74	9,03	286,79	451,62
5,10	25	0	0,684	4,41	6,45	220,65	322,59
5,20	21	0	0,683	3,70	5,42	185,08	270,97
5,30	14	0	0,732	2,64	3,61	132,24	180,65
5,40	10	0	0,781	2,02	2,58	100,78	129,03
5,50	12	0	0,780	2,42	3,10	120,79	154,84
5,60	14	0	0,729	2,63	3,61	131,72	180,65
5,70	29	0	0,678	5,08	7,48	253,78	374,20
5,80	36	0	0,627	5,83	9,29	291,39	464,53
5,90	27	0	0,676	4,52	6,68	226,06	334,22
6,00	10	0	0,775	1,92	2,48	95,99	123,79
6,10	24	0	0,675	4,01	5,94	200,41	297,09
6,20	20	0	0,724	3,58	4,95	179,17	247,57
6,30	24	0	0,673	4,00	5,94	199,90	297,09
6,40	25	0	0,672	4,16	6,19	207,97	309,47
6,50	21	0	0,671	3,49	5,20	174,47	259,95
6,60	22	0	0,670	3,65	5,45	182,56	272,33
6,70	24	0	0,670	3,98	5,94	198,91	297,09
6,80	26	0	0,669	4,30	6,44	215,23	321,85
6,90	25	0	0,668	3,97	5,95	198,63	297,37
7,00	21	0	0,667	3,33	5,00	166,65	249,79
7,10	22	0	0,666	3,49	5,23	174,39	261,69
7,20	21	0	0,666	3,33	5,00	166,27	249,79
7,30	20	0	0,715	3,40	4,76	170,07	237,90
7,40	24	0	0,664	3,79	5,71	189,60	285,48
7,50	28	0	0,663	4,42	6,66	220,96	333,06
7,60	33	0	0,613	4,81	7,85	240,50	392,53
7,70	36	0	0,612	5,24	8,56	262,06	428,21
7,80	150	0	0,561	20,03	35,68	1001,47	1784,23

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0,6	2,5	8,041453E-02	Incoerente	0	13,73	0,0	4,12	0,761	1,9	
4,5	6,23	0,1804424	Incoerente	0	15,0	0,0	35,04	0,761	4,74	
7,8	26,15	0,6335096	Coesivo	0	20,59	0,0	100,73	0,761	19,9	

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2**

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

**TERRENI COESIVI**

**Coesione non drenata (KPa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglera t	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M. S.M	Schmert mann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begema nn	De Beer
[3] -	19,9	7,80	131,70	243,89	98,07	75,61	193,09	19,02	165,63	203,19	97,58	233,79	243,89

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
[3] -	19,9	7,80	Robertson (1983)	3,90

**Modulo Edometrico (Mpa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[3] -	19,9	7,80	8,95	--	20,08	19,52

**Modulo di Young (Mpa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[3] -	19,9	7,80	20,44	19,52

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[3] -	19,9	7,80	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
[3] -	19,9	7,80	Meyerhof	20,59

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
[3] -	19,9	7,80	Meyerhof	22,65

**Velocità onde di taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[3] -	19,9	7,80	Ohta & Goto (1978) Limi	162,958

**TERRENI INCOERENTI**

**Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	1,9	0,60	9,47	33,6	53,38	12,09
[2] -	4,74	4,50	19,41	44,46	47,15	20,14

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza a falda	Peck- Hanson- Thornbu rn- Meyerh of 1956	Meyerh of (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerh of (1965)	Schmert mann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi- Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFIC CATION)	Japanes e Nationa l Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	1,9	0,60	1,9	27,54	20,54	28,53	32,92	30,33	0	<30	20,34	27,57	24,44	21,16
[2] -	4,74	4,50	4,74	28,35	21,35	29,33	29,76	31,56	0	<30	23,43	28,42	31,23	24,74



**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

**Modulo di Young (Mpa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	1,9	0,60	1,9	---	1,49	---	---	---
[2] -	4,74	4,50	4,74	---	3,72	---	---	---

**Modulo Edometrico (Mpa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	1,9	0,60	1,9	---	3,08	1,32	4,56
[2] -	4,74	4,50	4,74	---	3,65	3,30	5,80

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	1,9	0,60	1,9	Classificazione A.G.I.	SCIOLTO
[2] -	4,74	4,50	4,74	Classificazione A.G.I.	POCO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	1,9	0,60	1,9	Meyerhof ed altri	13,73
[2] -	4,74	4,50	4,74	Meyerhof ed altri	15,00

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	1,9	0,60	1,9	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,34
[2] -	4,74	4,50	4,74	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,53

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	1,9	0,60	1,9	(A.G.I.)	0,35
[2] -	4,74	4,50	4,74	(A.G.I.)	0,34

**Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	1,9	0,60	1,9	11,65	18,14
[2] -	4,74	4,50	4,74	27,52	31,72

**Velocità onde di taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	1,9	0,60	1,9	Ohta & Goto (1978) Limi	60,59
[2] -	4,74	4,50	4,74	Ohta & Goto (1978) Limi	107,27

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
--	------	------------------	----------------------------------	--------------	-----------------

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

---

[1] -	1,9	0,60	1,9	Seed e Idriss (1971)	--
[2] -	4,74	4,50	4,74	Seed e Idriss (1971)	--

**Coefficiente spinta a Riposo  $K_0 = \text{Sigma}_H / P_0$**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	$K_0$
[1] -	1,9	0,60	1,9	Navfac 1971-1982	0,24
[2] -	4,74	4,50	4,74	Navfac 1971-1982	0,93

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] -	1,9	0,60	1,9	Robertson 1983	0,37
[2] -	4,74	4,50	4,74	Robertson 1983	0,93

PROVA ... Nr.4

CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008

Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)  
Prova eseguita in data 23/07/2006  
Profondità prova 8,40 mt  
Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,10	1	0	0,857	0,28	0,33	14,03	16,37
0,20	1	0	0,855	0,28	0,33	13,99	16,37
0,30	2	0	0,853	0,56	0,65	27,93	32,75
0,40	1	0	0,851	0,28	0,33	13,93	16,37
0,50	4	0	0,849	1,11	1,31	55,60	65,50
0,60	4	0	0,847	1,11	1,31	55,48	65,50
0,70	1	0	0,845	0,28	0,33	13,84	16,37
0,80	2	0	0,843	0,55	0,65	27,62	32,75
0,90	3	0	0,842	0,78	0,93	39,23	46,62
1,00	4	0	0,840	1,04	1,24	52,19	62,15
1,10	7	0	0,838	1,82	2,18	91,15	108,77
1,20	4	0	0,836	1,04	1,24	51,98	62,15
1,30	7	0	0,835	1,82	2,18	90,78	108,77
1,40	5	0	0,833	1,29	1,55	64,71	77,69
1,50	6	0	0,831	1,55	1,86	77,49	93,23
1,60	7	0	0,830	1,80	2,18	90,23	108,77
1,70	5	0	0,828	1,29	1,55	64,32	77,69
1,80	6	0	0,826	1,54	1,86	77,04	93,23
1,90	7	0	0,825	1,71	2,07	85,35	103,49
2,00	5	0	0,823	1,22	1,48	60,85	73,92
2,10	4	0	0,822	0,97	1,18	48,59	59,14
2,20	5	0	0,820	1,21	1,48	60,62	73,92
2,30	7	0	0,819	1,69	2,07	84,72	103,49
2,40	8	0	0,817	1,93	2,37	96,64	118,27
2,50	6	0	0,816	1,45	1,77	72,35	88,70
2,60	4	0	0,814	0,96	1,18	48,15	59,14
2,70	5	0	0,813	1,20	1,48	60,08	73,92
2,80	3	0	0,811	0,72	0,89	35,99	44,35
2,90	4	0	0,810	0,91	1,13	45,68	56,40
3,00	4	0	0,809	0,91	1,13	45,61	56,40
3,10	4	0	0,807	0,91	1,13	45,53	56,40
3,20	5	0	0,806	1,14	1,41	56,82	70,50
3,30	6	0	0,805	1,36	1,69	68,07	84,59
3,40	3	0	0,803	0,68	0,85	33,98	42,30
3,50	4	0	0,802	0,90	1,13	45,24	56,40
3,60	4	0	0,801	0,90	1,13	45,17	56,40
3,70	5	0	0,800	1,13	1,41	56,37	70,50
3,80	6	0	0,798	1,35	1,69	67,54	84,59
3,90	7	0	0,797	1,50	1,89	75,20	94,32
4,00	7	0	0,796	1,50	1,89	75,08	94,32
4,10	8	0	0,795	1,71	2,16	85,68	107,80
4,20	7	0	0,794	1,50	1,89	74,86	94,32
4,30	9	0	0,793	1,92	2,43	96,12	121,27
4,40	4	0	0,791	0,85	1,08	42,66	53,90
4,50	11	0	0,790	2,34	2,96	117,14	148,22
4,60	10	0	0,789	2,13	2,69	106,35	134,75
4,70	10	0	0,788	2,12	2,69	106,20	134,75
4,80	11	0	0,787	2,33	2,96	116,67	148,22
4,90	7	0	0,786	1,42	1,81	71,00	90,32

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

5,00	6	0	0,785	1,22	1,55	60,78	77,42
5,10	6	0	0,784	1,21	1,55	60,70	77,42
5,20	6	0	0,783	1,21	1,55	60,62	77,42
5,30	11	0	0,782	2,22	2,84	111,00	141,94
5,40	10	0	0,781	2,02	2,58	100,78	129,03
5,50	12	0	0,780	2,42	3,10	120,79	154,84
5,60	14	0	0,729	2,63	3,61	131,72	180,65
5,70	15	0	0,728	2,82	3,87	140,94	193,55
5,80	22	0	0,677	3,85	5,68	192,26	283,88
5,90	14	0	0,726	2,52	3,47	125,88	173,30
6,00	15	0	0,725	2,69	3,71	134,71	185,68
6,10	23	0	0,675	3,84	5,69	192,06	284,71
6,20	22	0	0,674	3,67	5,45	183,47	272,33
6,30	23	0	0,673	3,83	5,69	191,57	284,71
6,40	24	0	0,672	3,99	5,94	199,65	297,09
6,50	25	0	0,671	4,15	6,19	207,71	309,47
6,60	26	0	0,670	4,32	6,44	215,75	321,85
6,70	28	0	0,670	4,64	6,93	232,07	346,60
6,80	29	0	0,669	4,80	7,18	240,07	358,98
6,90	30	0	0,668	4,77	7,14	238,36	356,85
7,00	26	0	0,667	4,13	6,19	206,33	309,27
7,10	25	0	0,666	3,96	5,95	198,17	297,37
7,20	27	0	0,666	4,28	6,42	213,78	321,16
7,30	28	0	0,665	4,43	6,66	221,45	333,06
7,40	35	0	0,614	5,11	8,33	255,68	416,32
7,50	35	0	0,613	5,11	8,33	255,38	416,32
7,60	36	0	0,613	5,25	8,56	262,37	428,21
7,70	34	0	0,612	4,95	8,09	247,51	404,43
7,80	32	0	0,611	4,65	7,61	232,68	380,64
7,90	34	0	0,611	4,75	7,78	237,65	389,21
8,00	51	0	0,560	6,54	11,68	326,89	583,82
8,10	49	0	0,559	6,27	11,22	313,69	560,93
8,20	49	0	0,559	6,27	11,22	313,31	560,93
8,30	99	0	0,558	12,65	22,67	632,27	1133,30
8,40	200	0	0,557	25,52	45,79	1275,83	2289,49

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0,5	1,8	5,785923E-02	Incoerente	0	13,44	0,0	3,36	0,761	1,37	
5,2	5,72	0,1598484	Incoerente	0	14,81	0,0	41,03	0,761	4,35	
8,4	34,47	0,8031646	Coesivo	0	20,79	0,0	109,58	0,761	26,23	

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4**

**TERRENI COESIVI**

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

**Coesione non drenata (KPa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglera t	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M. S.M	Schmert mann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begema nn	De Beer
[3] -	26,23	8,40	173,68	321,56	98,07	97,67	255,37	24,12	212,22	264,19	128,57	334,60	321,56

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
[3] -	26,23	8,40	Robertson (1983)	5,14

**Modulo Edometrico (Mpa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[3] -	26,23	8,40	11,80	--	26,41	25,72

**Modulo di Young (Mpa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[3] -	26,23	8,40	27,58	25,72

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[3] -	26,23	8,40	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
[3] -	26,23	8,40	Meyerhof	20,79

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
[3] -	26,23	8,40	Meyerhof	22,16

**Velocità onde di taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[3] -	26,23	8,40	Ohta & Goto (1978) Limi	174,28

**TERRENI INCOERENTI**

**Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	1,37	0,50	4,73	28,69	48,16	10,49
[2] -	4,35	5,20	17,03	41,42	43,43	19,08

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza a falda	Peck- Hanson- Thornbu rn- Meyerh of 1956	Meyerh of (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerh of (1965)	Schmert mann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi- Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanes e Mello Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	1,37	0,50	1,37	27,39	20,39	28,38	32,84	30,09	0	<30	19,53	27,41	21,62	20,23
[2] -	4,35	5,20	4,35	28,24	21,24	29,22	29,27	31,4	0	<30	23,08	28,31	30,24	24,33

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

**Modulo di Young (Mpa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	1,37	0,50	1,37	---	1,07	---	---	---
[2] -	4,35	5,20	4,35	---	3,41	---	---	---

**Modulo Edometrico (Mpa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	1,37	0,50	1,37	---	2,97	0,95	4,33
[2] -	4,35	5,20	4,35	---	3,57	3,03	5,63

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	1,37	0,50	1,37	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] -	4,35	5,20	4,35	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	1,37	0,50	1,37	Meyerhof ed altri	13,44
[2] -	4,35	5,20	4,35	Meyerhof ed altri	14,81

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	1,37	0,50	1,37	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,24
[2] -	4,35	5,20	4,35	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,44

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	1,37	0,50	1,37	(A.G.I.)	0,35
[2] -	4,35	5,20	4,35	(A.G.I.)	0,35

**Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	1,37	0,50	1,37	8,57	14,86
[2] -	4,35	5,20	4,35	25,39	30,10

**Velocità onde di taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	1,37	0,50	1,37	Ohta & Goto (1978) Limi	55,28
[2] -	4,35	5,20	4,35	Ohta & Goto (1978) Limi	107,99

**Liquefazione**



**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	1,37	0,50	1,37	Seed e Idriss (1971)	--
[2] -	4,35	5,20	4,35	Seed e Idriss (1971)	--

**Coefficiente spinta a Riposo  $K_0 = \sigma_{H0}/\sigma_{V0}$**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	$K_0$
[1] -	1,37	0,50	1,37	Navfac 1971-1982	0,11
[2] -	4,35	5,20	4,35	Navfac 1971-1982	0,83

**$Q_c$  ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	$Q_c$ (Mpa)
[1] -	1,37	0,50	1,37	Robertson 1983	0,27
[2] -	4,35	5,20	4,35	Robertson 1983	0,85

PROVA ... Nr.6

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)  
Prova eseguita in data 23/07/2006  
Profondità prova 7,70 mt  
Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (kPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (kPa)
0,10	5	0	0,857	1,40	1,64	70,13	81,87
0,20	4	0	0,855	1,12	1,31	55,98	65,50
0,30	6	0	0,853	1,68	1,96	83,78	98,25
0,40	7	0	0,851	1,95	2,29	97,52	114,62
0,50	8	0	0,849	2,22	2,62	111,20	131,00
0,60	5	0	0,847	1,39	1,64	69,35	81,87
0,70	4	0	0,845	1,11	1,31	55,36	65,50
0,80	4	0	0,843	1,10	1,31	55,24	65,50
0,90	2	0	0,842	0,52	0,62	26,15	31,08
1,00	3	0	0,840	0,78	0,93	39,15	46,62
1,10	4	0	0,838	1,04	1,24	52,09	62,15
1,20	2	0	0,836	0,52	0,62	25,99	31,08
1,30	3	0	0,835	0,78	0,93	38,90	46,62
1,40	1	0	0,833	0,26	0,31	12,94	15,54
1,50	1	0	0,831	0,26	0,31	12,92	15,54
1,60	1	0	0,830	0,26	0,31	12,89	15,54
1,70	2	0	0,828	0,51	0,62	25,73	31,08
1,80	4	0	0,826	1,03	1,24	51,36	62,15
1,90	5	0	0,825	1,22	1,48	60,96	73,92
2,00	4	0	0,823	0,97	1,18	48,68	59,14
2,10	7	0	0,822	1,70	2,07	85,03	103,49
2,20	8	0	0,820	1,94	2,37	97,00	118,27
2,30	6	0	0,819	1,45	1,77	72,61	88,70
2,40	8	0	0,817	1,93	2,37	96,64	118,27
2,50	7	0	0,816	1,69	2,07	84,41	103,49
2,60	9	0	0,814	2,17	2,66	108,34	133,06
2,70	5	0	0,813	1,20	1,48	60,08	73,92
2,80	4	0	0,811	0,96	1,18	47,98	59,14
2,90	4	0	0,810	0,91	1,13	45,68	56,40
3,00	5	0	0,809	1,14	1,41	57,01	70,50
3,10	6	0	0,807	1,37	1,69	68,30	84,59
3,20	3	0	0,806	0,68	0,85	34,09	42,30
3,30	3	0	0,805	0,68	0,85	34,04	42,30
3,40	4	0	0,803	0,91	1,13	45,31	56,40
3,50	5	0	0,802	1,13	1,41	56,55	70,50
3,60	6	0	0,801	1,35	1,69	67,75	84,59
3,70	7	0	0,800	1,58	1,97	78,92	98,69
3,80	10	0	0,798	2,25	2,82	112,57	140,99
3,90	11	0	0,797	2,36	2,96	118,16	148,22
4,00	14	0	0,746	2,81	3,77	140,73	188,65
4,10	12	0	0,795	2,57	3,23	128,53	161,70
4,20	12	0	0,794	2,57	3,23	128,34	161,70
4,30	14	0	0,743	2,80	3,77	140,08	188,65
4,40	15	0	0,741	3,00	4,04	149,86	202,12
4,50	10	0	0,790	2,13	2,69	106,50	134,75
4,60	10	0	0,789	2,13	2,69	106,35	134,75
4,70	12	0	0,788	2,55	3,23	127,44	161,70
4,80	7	0	0,787	1,48	1,89	74,24	94,32
4,90	5	0	0,786	1,01	1,29	50,71	64,52

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

5,00	15	0	0,735	2,85	3,87	142,27	193,55
5,10	14	0	0,734	2,65	3,61	132,60	180,65
5,20	22	0	0,683	3,88	5,68	193,89	283,88
5,30	21	0	0,682	3,70	5,42	184,81	270,97
5,40	14	0	0,731	2,64	3,61	132,06	180,65
5,50	15	0	0,730	2,83	3,87	141,31	193,55
5,60	15	0	0,729	2,82	3,87	141,13	193,55
5,70	16	0	0,728	3,01	4,13	150,34	206,46
5,80	17	0	0,727	3,19	4,39	159,54	219,36
5,90	14	0	0,726	2,52	3,47	125,88	173,30
6,00	12	0	0,775	2,30	2,97	115,19	148,54
6,10	15	0	0,725	2,69	3,71	134,54	185,68
6,20	14	0	0,724	2,51	3,47	125,42	173,30
6,30	16	0	0,723	2,86	3,96	143,17	198,06
6,40	27	0	0,672	4,49	6,68	224,60	334,22
6,50	30	0	0,671	4,98	7,43	249,25	371,36
6,60	31	0	0,620	4,76	7,67	238,05	383,74
6,70	22	0	0,670	3,65	5,45	182,34	272,33
6,80	25	0	0,669	4,14	6,19	206,95	309,47
6,90	26	0	0,668	4,13	6,19	206,58	309,27
7,00	28	0	0,667	4,44	6,66	222,21	333,06
7,10	24	0	0,666	3,80	5,71	190,24	285,48
7,20	28	0	0,666	4,43	6,66	221,70	333,06
7,30	26	0	0,665	4,11	6,19	205,63	309,27
7,40	33	0	0,614	4,82	7,85	241,07	392,53
7,50	36	0	0,613	5,25	8,56	262,68	428,21
7,60	35	0	0,613	5,10	8,33	255,08	416,32
7,70	200	0	0,562	26,74	47,58	1336,96	2378,97

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (KN/m³)	Peso unità di volume saturo (KN/m³)	Tensione efficace (KPa)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0,5	6	0,1922103	Incoerente	0	14,91	0,0	3,73	0,761	4,57	
4,9	6,23	0,1735777	Incoerente	0	15,0	0,0	40,46	0,761	4,74	
7,7	28,25	0,6766589	Coesivo	0	20,59	0,0	102,3	0,761	21,5	

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.6**

**TERRENI COESIVI**

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

**Coesione non drenata (KPa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M. S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begema nn	De Beer
[3] -	21,5	7,70	142,29	263,60	98,07	81,30	208,78	20,30	177,70	218,10	105,42	263,21	263,60

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
[3] -	21,5	7,70	Robertson (1983)	4,22

**Modulo Edometrico (Mpa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[3] -	21,5	7,70	9,67	--	21,68	21,08

**Modulo di Young (Mpa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[3] -	21,5	7,70	22,25	21,08

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[3] -	21,5	7,70	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )
[3] -	21,5	7,70	Meyerhof	20,59

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
[3] -	21,5	7,70	Meyerhof	20,89

**Velocità onde di taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[3] -	21,5	7,70	Ohta & Goto (1978) Limi	165,923

**TERRENI INCOERENTI**

**Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	4,57	0,50	24,5	52,26	83,36	19,68
[2] -	4,74	4,90	18,59	43,34	45,41	20,14

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza a falda	Peck- Hanson- Thornbu rn- Meyerh of 1956	Meyerh of (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerh of (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi- Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICI CATION)	Japanes e Nationa l Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	4,57	0,50	4,57	28,31	21,31	29,28	34,56	31,49	0	<30	23,28	28,37	32,12	24,56
[2] -	4,74	4,90	4,74	28,35	21,35	29,33	29,44	31,56	0	<30	23,43	28,42	31,02	24,74

**Modulo di Young (Mpa)**

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	4,57	0,50	4,57	---	3,59	---	---	---
[2] -	4,74	4,90	4,74	---	3,72	---	---	---

**Modulo Edometrico (Mpa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	4,57	0,50	4,57	---	3,61	3,18	5,73
[2] -	4,74	4,90	4,74	---	3,65	3,30	5,80

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	4,57	0,50	4,57	Classificazione A.G.I.	POCO ADDENSATO
[2] -	4,74	4,90	4,74	Classificazione A.G.I.	POCO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	4,57	0,50	4,57	Meyerhof ed altri	14,91
[2] -	4,74	4,90	4,74	Meyerhof ed altri	15,00

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (KN/m <sup>3</sup> )
[1] -	4,57	0,50	4,57	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,44
[2] -	4,74	4,90	4,74	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,53

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	4,57	0,50	4,57	(A.G.I.)	0,34
[2] -	4,74	4,90	4,74	(A.G.I.)	0,34

**Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	4,57	0,50	4,57	26,59	31,02
[2] -	4,74	4,90	4,74	27,52	31,72

**Velocità onde di taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	4,57	0,50	4,57	Ohta & Goto (1978) Limi	68,09
[2] -	4,74	4,90	4,74	Ohta & Goto (1978) Limi	108,46

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato	Nspt corretto per	Correlazione	Fs
--	------	--------------	-------------------	--------------	----

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

		(m)		presenza falda		Liquefazione
[1] -	4,57	0,50	4,57	Seed e Idriss (1971)	--	
[2] -	4,74	4,90	4,74	Seed e Idriss (1971)	--	

**Coefficiente spinta a Riposo  $K_0 = \text{Sigma}_H / P_0$**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	$K_0$
[1] -	4,57	0,50	4,57	Navfac 1971-1982	0,89
[2] -	4,74	4,90	4,74	Navfac 1971-1982	0,93

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] -	4,57	0,50	4,57	Robertson 1983	0,90
[2] -	4,74	4,90	4,74	Robertson 1983	0,93



CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008

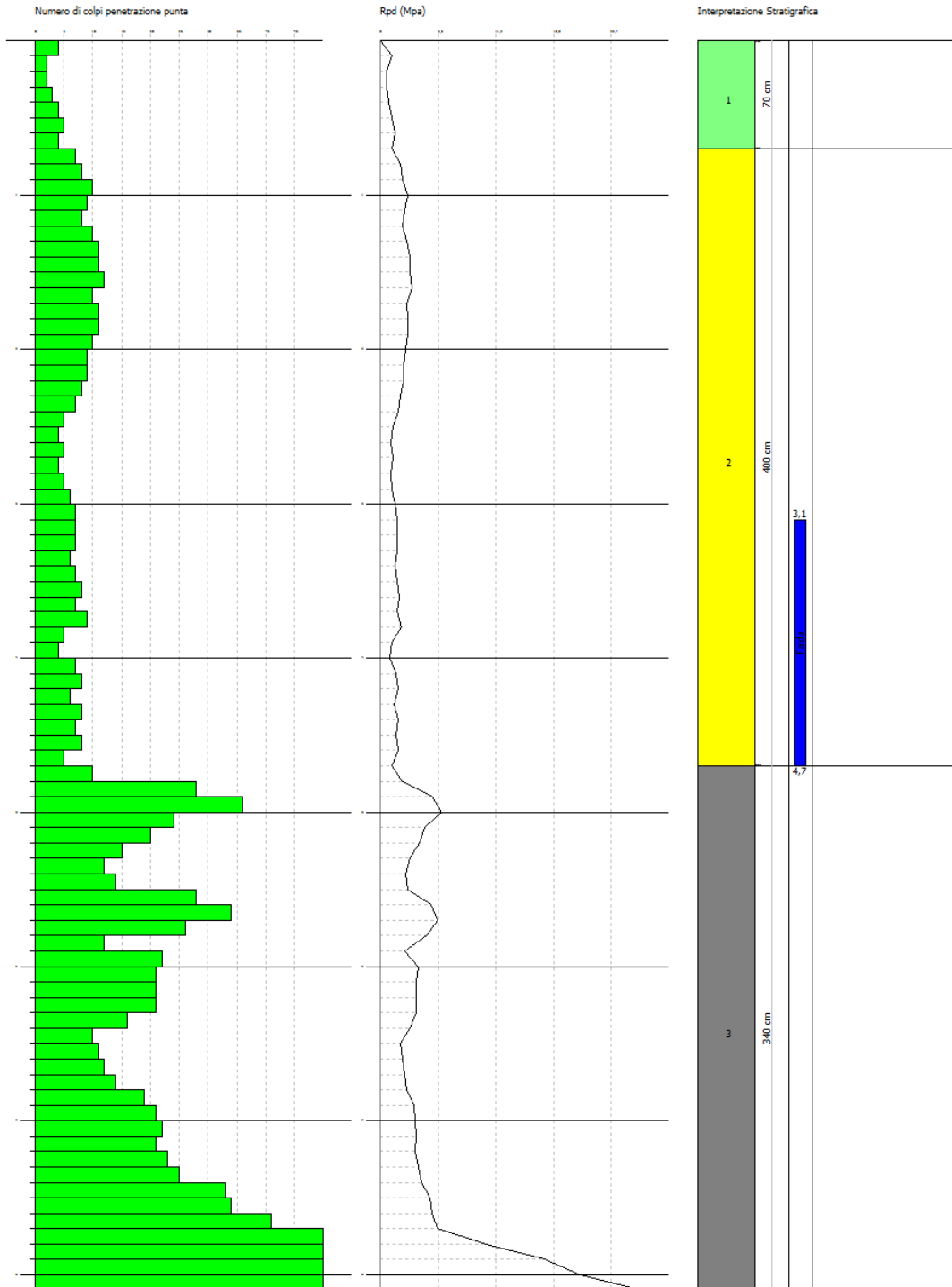
GEOSTRU SOFTWARE SRL rrr  
VIA LUNGOMARE  
89032 BIANCO RC ITALY  
www.geostru.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1  
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente: COMUNE DI SANT'ARSENIO -SA-  
Cantiere: SANT'ARSENIO  
Località: GRAVIERE - POZZO

Data: 23/07/2006

Scala 1:37



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008

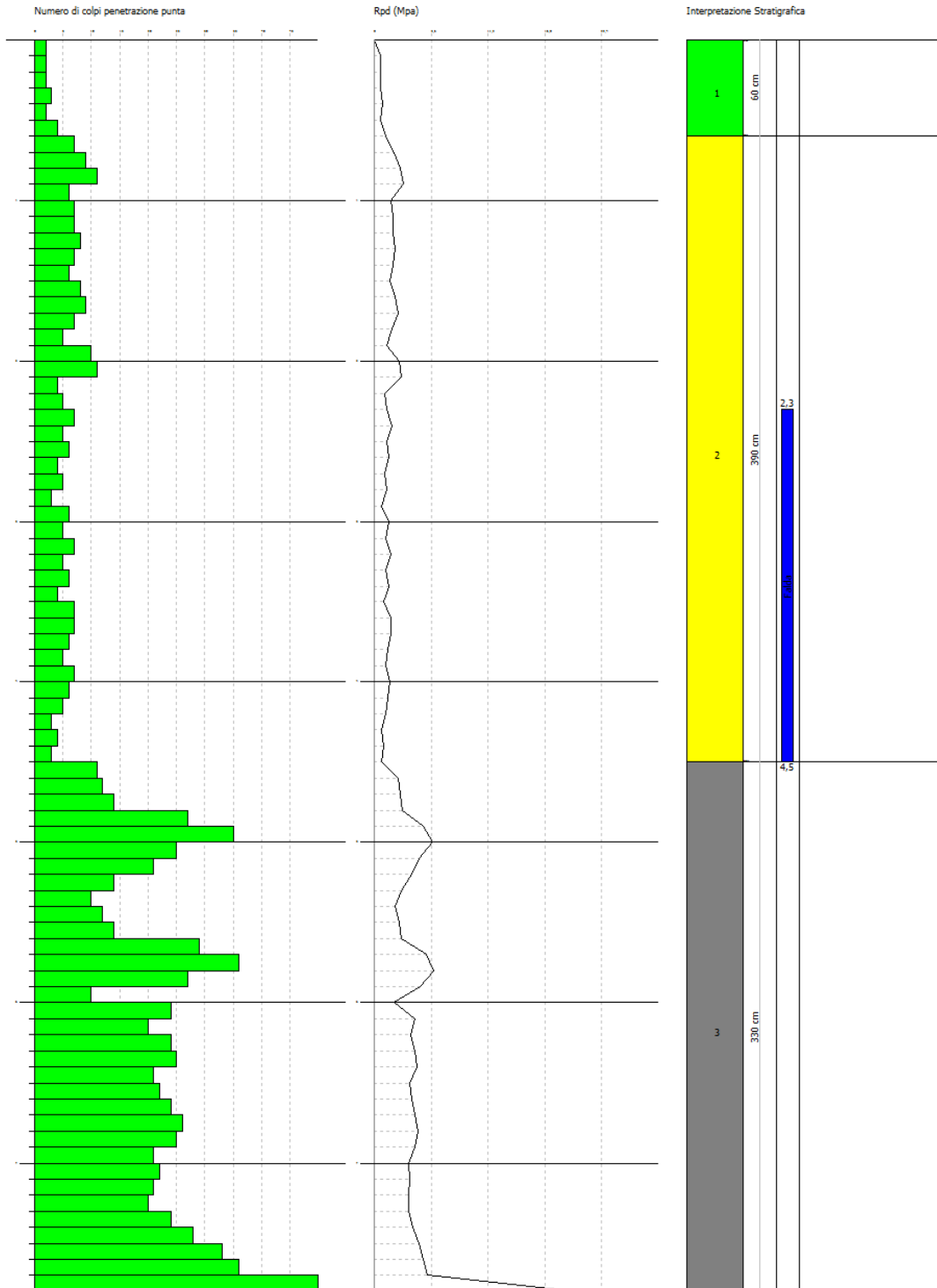
GEOSTRU SOFTWARE SRL rrr  
VIA LUNGOMARE  
89032 BIANCO RC ITALY  
www.geostru.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2  
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente: COMUNE DI SANT'ARSENIO -SA-  
Cantiere: SANT'ARSENIO  
Località: GRAVIERE - POZZO

Data: 23/07/2006

Scala 1:35



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008

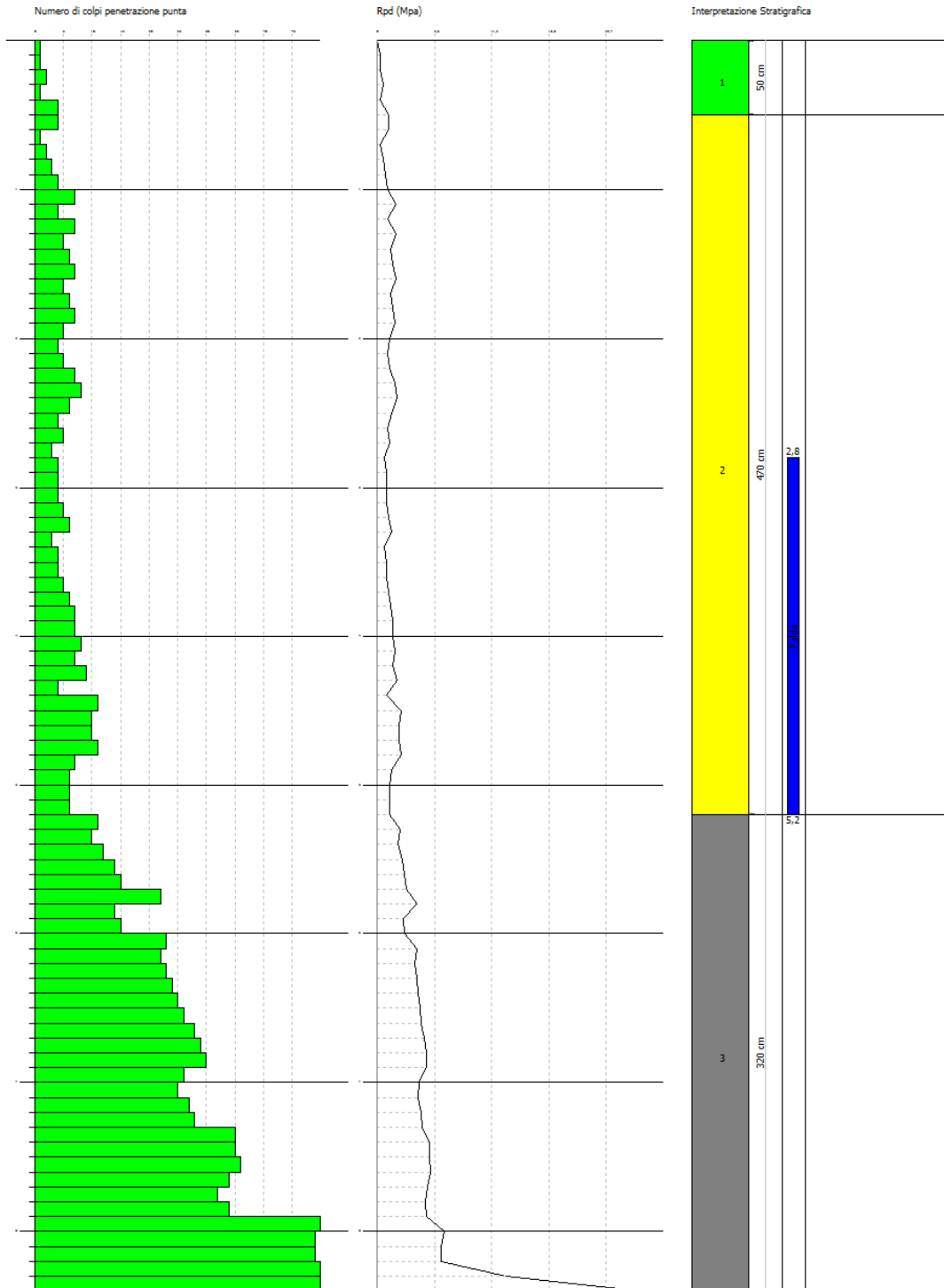
GEOSTRU SOFTWARE SRL rrr  
VIA LUNGOMARE  
89032 BIANCO RC ITALY  
www.geostru.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.4  
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente: COMUNE DI SANT'ARSENIO -SA-  
Cantiere: SANT'ARSENIO  
Località: GRAVIERE - POZZO

Data: 23/07/2006

Scala 1:38



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

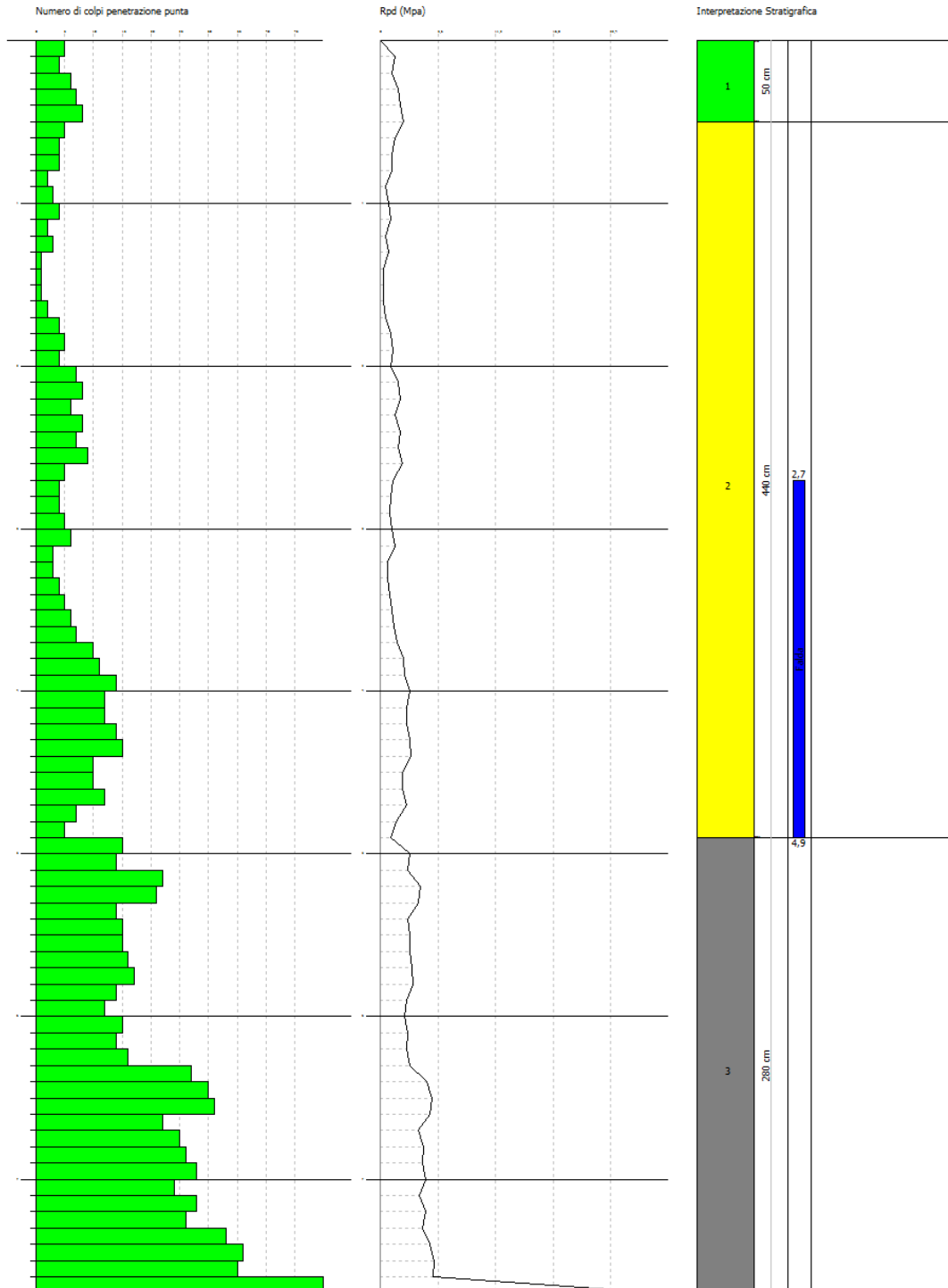
GEOSTRU SOFTWARE SRL rrr  
 VIA LUNGOMARE  
 89032 BIANCO RC ITALY  
 www.geostru.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.6  
 Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente: COMUNE DI SANT'ARSENIO -SA-  
 Cantiere: SANT'ARSENIO  
 Località: GRAVIERE - POZZO

Data: 23/07/2006

Scala 1:35



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

**d.- ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO .**

Di seguito si riportano i risultati delle analisi geotecniche di laboratorio riferite ai campioni indisturbati denominati S1-N1 e S2-N2 :

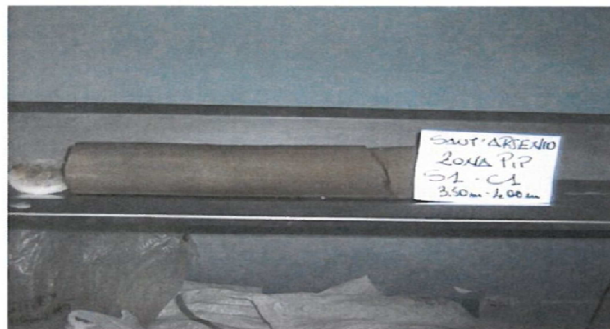
**CERTIFICATO DI PROVA**

Rif Vs Prot. ----- Accettazione del 27/07/2006 N. 315 Cert. N. 2177/06

COMMITTENTE: GEOCONSOL del dott. Geol. Marcello Ferrigno  
LOCALITA': Comune di Sant'Arzenio (SA)  
CANTIERE: Area PIP  
SONDAGGIO: N.1  
CAMPIONE: N.1 indisturbato  
PROFONDITA': da - 3,50 m a - 4,00 m  
DATA PROVA: 27/07/2006

**DESCRIZIONE VISIVA DEL CAMPIONE:**

*Limo sabbioso argilloso  
di colore marrone*



Tecnico Responsabile  
dr.geol.M. Franca Chiurazzi)

**CARATTERISTICHE FISICHE**

Responsabile del Laboratorio  
(dr.geol. Francesco Vairo)

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

Misura del contenuto d'acqua - UNI CEN ISO/TS 17892-1

(Eseguita con attrezzatura Giberini 8773835)

RIF Vs Prot. —

Accettazione del 27/07/2006

N. 315

Cert. N. 2178/06

COMMITTENTE: GEOCONSOL del dott. Geol. Marcello Ferrigno  
LOCALITA': Comune di Sant'Arzenio (SA)  
CANTIERE: Area PIP  
SONDAGGIO: N.1  
CAMPIONE: N.1 indisturbato  
PROFONDETA': da - 3,50 m a - 4,00 m  
DATA PROVA: 27/07/2006

**DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA**

PROVA	1° misura	2° misura	3° misura
m1 (g)	114,84	110,62	155,54
m2 (g)	94,23	89,10	122,20
mc (g)	52,04	46,54	44,83
ma1 (g)	62,80	64,08	110,71
md (g)	42,19	42,56	77,37
mw (g)	20,61	21,52	33,34
w (%)	48,85	50,56	43,09
w medio (%)	47,50		

**NOTE**

m1 massa del campione di prova umido e del contenitore (g)  
m2 massa del campione di prova essiccato e del contenitore (g)  
mc massa del contenitore (g)  
md massa del campione di prova essiccato (g)  
ma1 massa del campione di prova umido (g)  
mw massa di acqua (g)  
w umidità contenuta (%)

**CARATTERISTICHE FISICHE**

Tecnico Responsabile  
dr.geol.M. Franca Chirazzoli

Responsabile del Laboratorio  
(dr.geol. Francesco Vairo)



**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

**Misura del peso dell'unità di volume - UNI CEN ISO/TS 17892-2**

(Eseguita con attrezzatura Gibertini 8773835)

Rif Vs Prot. -----

Accettazione del 27/07/2006

N. 315

Cert. N. 2179/06

COMMITTENTE: GEOCONSOL del dott. Geol. Marcello Ferrigno  
LOCALITA': Comune di Sant'Arzenio (SA)  
CANTIERE: Area PIP  
SONDAGGIO: N.1  
CAMPIONE: N.1 indisturbato  
PROFONDITA': da - 3,50 m a - 4,00 m  
DATA PROVA: 27/07/2006

**DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME**

PROVA	1° misura	2° misura
Peso umido (g)	88,04	92,00
Peso secco (g)	55,16	59,12
Peso di volume naturale (g/cmc)	1,60	1,67
Peso di volume naturale (g/cmc) (valore medio)	<b>1,63</b>	
Peso di volume secco (g/cmc)	1,00	1,07
Peso di volume secco (g/cmc) (valore medio)	<b>1,04</b>	

**CARATTERISTICHE FISICHE**

Reception Responsabile  
Misura del peso specifico dei grani - ASTM D 854-92  
dr.geol.M. Franca Chiurazzi

Responsabile del Laboratorio  
(dr.geol. Francesco Vairo)

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

(Eseguita con attrezzatura Schott da 500 cmc; Gibertini 8773835)

Rif Vs Prot. -----

Accettazione del 27/07/2006

N. 315

Cert. N. 2180/06

COMMITTENTE: GEOCONSOL del dott. Geol. Marcello Ferrigno  
LOCALITA': Comune di Sant'Arsenio (SA)  
CANTIERE: Area PIP  
SONDAGGIO: N.1  
CAMPIONE: N.1 indisturbato  
PROFONDITA': da - 3,50 m a - 4,00 m  
DATA PROVA: 28/07/2006

**DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI**

PROVA	1° misura	2° misura
Mo (g)	50	50
Ma (g)	826,60	816,90
Mb (g)	796,19	786,26
Tb (°C)	26	26
$\gamma$ a Tb (g/cmc)	2,552	2,583
$\gamma$ a 20 °C (g/cmc)	2,549	2,579
Peso specifico (g/cmc) (valore medio)	2,564	

**ALTRE CARATTERISTICHE**

Peso di volume saturo $\gamma_{sat}$ (g/cmc)	1,71
Peso di volume sommerso $\gamma'$ (g/cmc)	0,71
Indice dei vuoti e	1,47
Porosità n (%)	59,56
Grado di saturazione Sr (%)	82,70

**NOTE**

Dimensione max delle particelle del provino di prova: 4,75 mm  
Procedura di prova - Metodo A (per provini essiccati in forno)  
Mo massa del campione di terreno essiccato in forno  
Ma massa del picnometro riempito con acqua alla temperatura Ta  
Mb massa del picnometro riempito con acqua e terreno  
Tb temperatura del contenuto del picnometro durante la determinazione della massa Mb  
g a Tb peso specifico del terreno calcolato alla temperatura Tb  
g a 20°C peso specifico del terreno calcolato alla temperatura di 20 °C

**ANALISI GRANULOMETRICA  
PER SEDIMENTAZIONE**

Analisi granulometrica per sedimentazione - UNI CEN ISO/TS 17892-4

Tecnico Responsabile  
(Eseguita con macchinari Controls D403 86112144; Setacci ISO3310-1; Gibertini 8773835)  
dr.geol.M. Franca Chiurazzi)

Responsabile del Laboratorio  
(dr.geol. Francesco Vairo)

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

Rif Vs Prot. -----

Accettazione del 27/07/2006

N. 315

Cert. N. 2181/06

COMMITTENTE: GEOCONSOL del dott. Geol. Marcello Ferrigno  
LOCALITA': Comune di Sant'Arzenio (SA)  
CANTIERE: Area PIP  
SONDAGGIO: N.1  
CAMPIONE: N.1 indisturbato  
PROFONDITA': da - 3,50 m a - 4,00 m  
DATA PROVA: 01/08/2006

**Metodologia di prova: del densimetro**

Peso secco del campione di prova: 40 grammi  
Peso specifico dei granuli: 2,564 g/cm<sup>3</sup>

Tempo (minuti)	Temper. (°C)	Lettura al densim. R	Correz. letture R'	Diametro granuli (mm)
0,5	26	24	24,50	0,0603
1	26	23	23,50	0,0431
2	26	20	20,50	0,0315
4	26	17,5	18,00	0,0229
8	26	15	15,50	0,0166
15	26	13	13,50	0,0124
30	26	10	10,50	0,0090
60	26	9	9,50	0,0064
120	26	8	8,50	0,0046
240	26	7	7,50	0,0033
480	26	7	7,50	0,0023
720	26	5	5,50	0,0019
1440	26	5	5,50	0,0014
1440	26	5	5,50	0,0014

**ANALISI GRANULOMETRICA  
PER SETACCIATURA**

Analisi granulometrica per setacciatura - UNI CEN ISO/TS 17892-4

(Eseguita con macchinari Controls D403 86112144; Setacci ISO3310-1; Gibertini 8773835)

Rif Vs Prot. -----

Accettazione del 27/07/2006

N. 315

Cert. N. 2182/06

COMMITTENTE:  
Tecnico Responsabile  
dr.geol.M. Franca Chiurazzi

GEOCONSOL del dott. Geol. Marcello Ferrigno  
Comune di Sant'Arzenio (SA)  
Responsabile del Laboratorio  
(dr.geol. Francesco Vairo)

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

CANTIERE: Area PIP  
SONDAGGIO: N.1  
CAMPIONE: N.1 indisturbato  
PROFONDITA': da - 3,50 m a - 4,00 m  
DATA PROVA: 31/07/2006

Metodologia di prova: per via umida **Peso secco del campione di prova: 303,73 grammi**

Frazione ciottolosa	(D > 60.00 mm)	0,00	%
Frazione ghiaiosa	(2.00 < D < 60.00 mm)	0,20	%
Frazione sabbiosa	(0.06 < D < 2.00 mm)	14,40	%
Frazione limosa	(0.002 < D < 0.06 mm)	56,98	%
Frazione argillosa	(D < 0.002 mm)	10,06	%

Setacci n.	Apertura (mm)	Peso S. (g)	PM+PS (g)	Peso M. (g)	Trattenuto (%)	Passante (%)
4,00	4,76	563,63	564,25	0,62	0,20	99,80
10,00	2,00	506,91	517,89	10,98	3,62	96,18
20,00	0,84	483,70	491,21	7,51	2,47	93,71
40,00	0,420	450,81	455,14	4,33	1,43	92,28
60,00	0,250	392,87	397,00	4,13	1,36	90,92
140,00	0,105	262,97	284,57	21,60	7,11	83,81
200,00	0,074	319,57	325,75	6,18	2,03	81,78

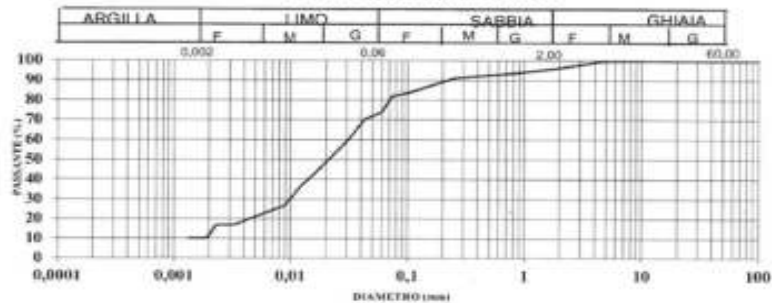
PM+PS = Peso Materiale + Peso Setaccio

Peso M. = Peso Materiale

Peso S. = Peso Setaccio

**DESCRIZIONE: limo sabbioso argilloso**

**CURVA GRANULOMETRICA**



**PROVA DI TAGLIO DIRETTO  
CONSOLIDATO DRENATO - CD -**

Prova di taglio diretto - UNI CEN ISO/TS 17892-10

(Eseguita con macchinari Controls T206/A-T205/210-Matest serial S280 166/89;Gibertini 8773835)

Rif Vs Prot. —

Accettazione del 27/07/2006

N. 315

Cert. N. 2183/06

COMMITTENTE:  
LOCALITA':  
Tecnico Responsabile  
CANTIERE:  
dr.geol.M. Franca Chiarazzi

GEOCONSOL del dott. Geol. Marcello Ferrigno

Comune di Sant'Arzenio (SA)

Area PIP

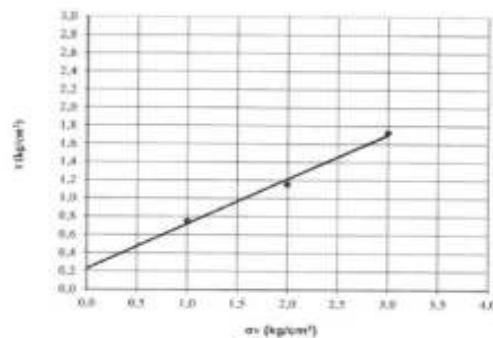
Responsabile del Laboratorio  
(dr.geol. Francesco Vairo)

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

SONDAGGIO: N.1  
CAMPIONE: N.1 indisturbato  
PROFONDITA': da - 3,50 m a - 4,00 m  
DATA PROVA: 27/06/2006

CARATTERISTICHE FISICHE		Provino 1	Provino 2	Provino 3	Media
Contenuto d'acqua iniziale $W_0$ (%)		51,39	42,17	50,63	48,06
Contenuto d'acqua finale $W_f$ (%)		54,88	40,10	49,60	48,20
Peso dell'unità di volume $\gamma_n$ (g/cm <sup>3</sup> )		1,64	1,72	1,67	1,68
Peso di volume secco $\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )		1,08	1,21	1,11	1,14
Dimensioni	L (mm)	61	61	61	
	H (mm)	30	30	30	
<b>Fase di consolidazione</b>					
Tempo di consolidazione (h)		24	24	24	
Cedimenti di fine consolidazione (mm)		0,48	0,75	1,15	
Velocità di deformazione (mm/min)		0,036			

ANGOLO DI ATTRITO:  $\phi = 26^\circ$   
COESIONE:  $C = 0,23 \text{ kg/cm}^2$



**PROVA DI TAGLIO DIRETTO  
CONSOLIDATO DRENATO - CD -**

Prova di taglio diretto - UNI CEN ISO/TS 17892-10  
(Eseguita con macchinari Controls T206/A-T205/210-Matest serial 5280 166/89;Gibertini 8773835)

Rif Vs Prot. ----- Accettazione del 27/07/2006 N. 315 Cert. N. 2183/06

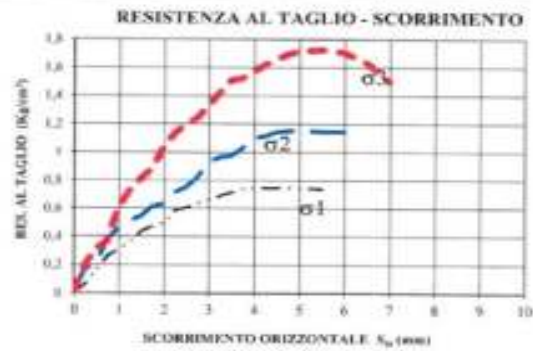
COMMITTENTE:  
LOCALITA':  
CANTIERE:  
SONDAGGIO:  
Tecnico Responsabile:  
dr.geol.M. Franca Chiurazzi

GEOCONSOL del dott. Geol. Marcello Ferrigno  
Comune di Sant'Arzenio (SA)  
Area PIP  
N.1  
N.1 indisturbato

Responsabile del Laboratorio  
(dr.geol. Francesco Vairo)

PROFONDITA': da - 3,50 m a - 4,00 m  
 DATA PROVA: 27/07/2006

Valori a rottura		Provino 1	Provino 2	Provino 3
	$\sigma_v$ (kg/cmq)	1	2	3
	$t$ (kg/cmq)	0,74	1,15	1,73
	Cedimento Max (mm)	0,57	1,25	1,32
	$S_H$ (mm)	4,25	5,00	5,50



Tecnico Responsabile  
 dr.geol.M. Franca Chiurazzi)

Responsabile del Laboratorio  
 (dr.geol. Francesco Vairo)



## CERTIFICATO DI PROVA

Rif Vs Prot. -----

Accettazione del

27/07/2006

N. 315

Cert. N. 2184/06

COMMITTENTE:

GEOCONSOL del dott. Geol. Marcello Ferrigno

LOCALITA':

Comune di Sant'Arzenio (SA)

CANTIERE:

Area PIP

SONDAGGIO:

N.1

CAMPIONE:

N.2 indisturbato

PROFONDITA':

da - 6,00 m a - 6,50 m

DATA PROVA:

27/07/2006

### DESCRIZIONE VISIVA DEL CAMPIONE:

*Limo argilloso con inclusioni  
ghiaiose, di colore grigio-beige*



Tecnico Responsabile  
dr.geol.M. Franca Chiurazzi)

### CARATTERISTICHE FISICHE

Responsabile del Laboratorio  
(dr.geol. Francesco Vairo)

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

Misura del contenuto d'acqua - UNI CEN ISO/TS 17892-1

(Eseguita con attrezzatura Gibertini 8773835)

Rif Vs Prot. -----

Accettazione del 27/07/2006

N. 315

Cert. N. 2185/06

COMMITTENTE: GEOCONSOL del dott. Geol. Marcello Ferrigno  
LOCALITA': Comune di Sant'Artenio (SA)  
CANTIERE: Area PIP  
SONDAGGIO: N.1  
CAMPIONE: N.2 indisturbato  
PROFONDITA': da - 6,00 m a - 6,50 m  
DATA PROVA: 27/07/2006

**DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA**

PROVA	1° misura	2° misura	3° misura
m1 (g)	147,80	147,80	119,97
m2 (g)	116,00	127,58	90,75
mc (g)	45,39	46,54	44,83
mu (g)	102,41	101,26	75,14
md (g)	70,61	81,04	45,92
mw (g)	31,80	20,22	29,22
w (%)	45,04	24,95	63,63
w medio (%)	44,54		

**NOTE**

m1 massa del campione di prova umido e del contenitore (g)  
m2 massa del campione di prova essiccato e del contenitore (g)  
mc massa del contenitore (g)  
md massa del campione di prova essiccato (g)  
mu massa del campione di prova umido (g)  
mw massa di acqua (g)  
w umidità contenuta (%)

**CARATTERISTICHE FISICHE**

Tecnico Responsabile  
dr.geol.M. Franca Chiurazzi)

Responsabile del Laboratorio  
(dr.geol. Francesco Vairo)

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

**Misura del peso dell'unità di volume - UNI CEN ISO/TS 17892-2**

(Eseguita con attrezzatura Gibertini 8773835)

Rif Vs Prot. -----

Accettazione del 27/07/2006

N. 315

Cert. N. 2186/06

COMMITTENTE: GEOCONSOL del dott. Geol. Marcello Ferrigno  
LOCALITA': Comune di Sant'Arzenio (SA)  
CANTIERE: Area PIP  
SONDAGGIO: N.1  
CAMPIONE: N.2 indisturbato  
PROFONDITA': da - 6,00 m a - 6,50 m  
DATA PROVA: 27/07/2006

**DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME**

PROVA	1° misura	2° misura
Peso umido (g)	110,30	110,00
Peso secco (g)	70,01	69,80
Peso di volume naturale (g/cmc)	2,00	2,00
Peso di volume naturale (g/cmc) (valore medio)	2,00	
Peso di volume secco (g/cmc)	1,27	1,27
Peso di volume secco (g/cmc) (valore medio)	1,27	

**CARATTERISTICHE FISICHE**

Tecnico Responsabile  
Misura del peso specifico dei grani - ASTM D 854-92  
(dr.geol.M. Franca Chiurazzi)

Responsabile del Laboratorio  
(dr.geol. Francesco Vairo)

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

(Eseguita con attrezzatura Schott da 500 cmc; Gibertini 8773835)

Rif Vs Prot. —

Accettazione del 27/07/2006

N. 315

Cert. N. 2187/06

COMMITTENTE: GEOCONSOL del dott. Geol. Marcello Ferrigno  
LOCALITA': Comune di Sant'Arsenio (SA)  
CANTIERE: Area PIP  
SONDAGGIO: N.1  
CAMPIONE: N.2 indisturbato  
PROFONDITA': da - 6,00 m a - 6,50 m  
DATA PROVA: 28/07/2006

**DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANJ**

PROVA	1° misura	2° misura
Mo (g)	50	50
Ma (g)	819,30	818,20
Mb (g)	787,97	787,03
Tb (°C)	26	26
$\gamma$ a Tb (g/cmc)	2,678	2,655
$\gamma$ a 20 °C (g/cmc)	2,674	2,652
Peso specifico (g/cmc) (valore medio)	2,663	

**ALTRE CARATTERISTICHE**

Peso di volume saturo $\gamma_{sat}$ (g/cmc)	-----
Peso di volume sommerso $\gamma'$ (g/cmc)	0,76
Indice dei vuoti e	1,10
Porosità n (%)	52,36
Grado di saturazione Sr (%)	100,00

**NOTE**

Dimensione max delle particelle del provino di prova: 4,75 mm

Procedura di prova - Metodo A (per provini essiccati in forno)

Mo massa del campione di terreno essiccato in forno

Ma massa del picnometro riempito con acqua alla temperatura Ta

Mb massa del picnometro riempito con acqua e terreno

Tb temperatura del contenuto del picnometro durante la determinazione della massa Mb

$\gamma$  a Tb peso specifico del terreno calcolato alla temperatura Tb

$\gamma$  a 20°C peso specifico del terreno calcolato alla temperatura di 20 °C

**ANALISI GRANULOMETRICA  
PER SEDIMENTAZIONE**

Analisi granulometrica per sedimentazione - UNI CEN ISO/TS 17892-4

Tecnico Responsabile

(Escegnolo 300 - Informari Controls D403 86112144; Setacci ISO3310-1; Gibertini 8773835)  
dr.geol.M. Franca Chiurazzi)

Responsabile del Laboratorio

(dr.geol. Francesco Vairo)

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

Rif Vs Prot. -----

Accettazione del 27/07/2006

N. 315

Cert. N. 2188/06

COMMITTENTE: GEOCONSOL del dott. Geol. Marcello Ferrigno  
LOCALITA': Comune di Sant'Arzenio (SA)  
CANTIERE: Area PIP  
SONDAGGIO: N.1  
CAMPIONE: N.2 indisturbato  
PROFONDITA': da - 6,00 m a - 6,50 m  
DATA PROVA: 01/08/2006

**Metodologia di prova: del densimetro**

Peso secco del campione di prova: 40 grammi  
Peso specifico dei granuli: 2,663 g/cm<sup>3</sup>

Tempo (minuti)	Temper. (°C)	Lettura al densim. R	Correz. letture R'	Diametro granuli (mm)
0,5	26	25,5	26,00	0,0574
1	26	24,5	25,00	0,0411
2	26	22,5	23,00	0,0297
4	26	20	20,50	0,0216
8	26	16	16,50	0,0159
15	26	13,5	14,00	0,0119
30	26	11,5	12,00	0,0086
60	26	10	10,50	0,0062
120	26	9	9,50	0,0044
240	26	9	9,50	0,0031
480	26	8	8,50	0,0022
720	26	7	7,50	0,0018
1440	26	7	7,50	0,0013
1440	26	7	7,50	0,0013

**ANALISI GRANULOMETRICA  
PER SETACCIATURA**

Analisi granulometrica per setacciatura - UNI CEN ISO/TS 17892-4

(Eseguita con macchinari Controls D403 86112144; Setacci ISO3310-1; Gibertini 8773835)

Rif Vs Prot. -----

Accettazione del 27/07/2006

N. 315

Cert. N. 2189/06

COMMITTENTE:  
Tecnico Responsabile  
dr.geol.M. Franca Chiurazzi

GEOCONSOL del dott. Geol. Marcello Ferrigno  
Comune di Sant'Arzenio (SA)

Responsabile del Laboratorio  
(dr.geol. Francesco Vairo)

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

CANTIERE: Area PIP  
SONDAGGIO: N.1  
CAMPIONE: N.2 indisturbato  
PROFONDITA': da - 6,00 m a - 6,50 m  
DATA PROVA: 31/07/2006

Metodologia di prova: per via umida

Peso secco del campione di prova: 327,28 grammi

Frazione ciottolosa	(D > 60,00 mm)	0,00	%
Frazione ghiaiosa	(2,00 < D < 60,00 mm)	1,69	%
Frazione sabbiosa	(0,06 < D < 2,00 mm)	10,47	%
Frazione limosa	(0,002 < D < 0,06 mm)	60,37	%
Frazione argillosa	(D < 0,002 mm)	17,25	%

Setacci n.	Apertura (mm)	Peso S. (g)	PM+PS (g)	Peso M. (g)	Trattenuto (%)	Passante (%)
4,00	4,76	563,63	569,16	5,53	1,69	98,31
10,00	2,00	506,91	512,36	5,45	1,67	96,65
20,00	0,84	483,70	490,62	6,92	2,11	94,53
40,00	0,420	450,81	455,76	4,95	1,51	93,02
60,00	0,250	392,87	396,79	3,92	1,20	91,82
140,00	0,105	262,97	275,84	12,87	3,93	87,89
200,00	0,074	319,57	325,18	5,61	1,71	86,17

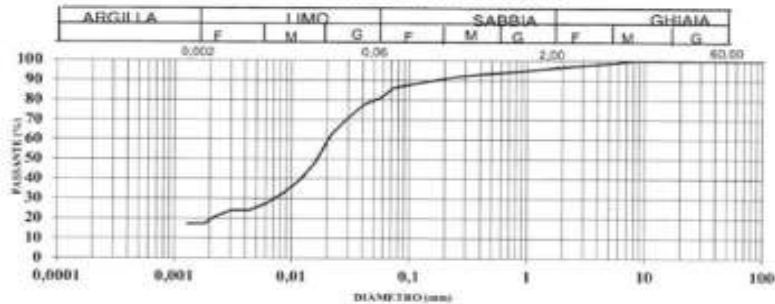
PM+PS = Peso Materiale + Peso Setaccio

Peso M. = Peso Materiale

Peso S. = Peso Setaccio

**DESCRIZIONE: limo argilloso sabbioso**

**CURVA GRANULOMETRICA**



**PROVA DI TAGLIO DIRETTO  
CONSOLIDATO DRENATO - CD -**

Prova di taglio diretto - UNI CEN ISO/TS 17892-10

(Eseguita con macchinari Controls T206/A-T205/210-Matesti serial S280 166/89;Gibertini 8773835)

Rif Vs Prot. -----

Accettazione del 27/07/2006

N. 315

Cert. N. 2190/06

COMMITTENTE:  
LOCALITA':  
tecnico Responsabile  
CANTIERE:  
dr.geol.M. Franca Chiaruzzi

GEOCONSOL del dott. Geol. Marcello Ferrigno  
Comune di Sant'Arzenio (SA)  
Area PIP

Responsabile del Laboratorio  
(dr.geol. Francesco Vairo)

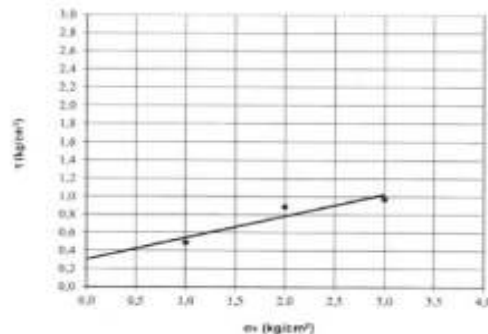


**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

SONDAGGIO: N.1  
CAMPIONE: N.2 indisturbato  
PROFONDITA': da - 6,00 m a - 6,50 m  
DATA PROVA: 27/07/2006

CARATTERISTICHE FISICHE		Provino 1	Provino 2	Provino 3	Media
Contenuto d'acqua iniziale $W_0$ (%)		32,44	29,20	30,75	30,80
Contenuto d'acqua finale $W_f$ (%)		34,04	35,39	30,41	33,28
Peso dell'unità di volume $\gamma_n$ (g/cm <sup>3</sup> )		1,85	1,85	1,84	1,84
Peso di volume secco $\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )		1,38	1,44	1,41	1,41
Dimensioni	L (mm)	61	61	61	
	H (mm)	30	30	30	
<b>Fase di consolidazione</b>					
Tempo di consolidazione (h)		24	24	24	
Cedimenti di fine consolidazione (mm)		0,68	0,80	1,60	
Velocità di deformazione (mm/min)		0,03			

ANGOLO DI ATTRITO:  $\phi = 13^\circ$   
COESIONE:  $C = 0,30 \text{ kg/cm}^2$



**PROVA DI TAGLIO DIRETTO  
CONSOLIDATO DRENATO - CD -**

Prova di taglio diretto - UNI CEN ISO/TS 17892-10

(Eseguita con macchinari Controls T206/A-T205/210-Matest serial S280 166/89;Gibertini 8773835)

Rif Vs Prot. -----

Accettazione del 27/07/2006

N. 315

Cert. N. 2190/06

COMMITTENTE:  
LOCALITA':  
CANTIERE:  
SONDAGGIO:  
TECNICO RESPONSABILE:  
dr.geol.M. Franca Chiurazzi

GEOCONSOL del dott. Geol. Marcello Ferrigno  
Comune di Sant'Arzenio (SA)  
Area PIP  
N.1  
N.2 indisturbato

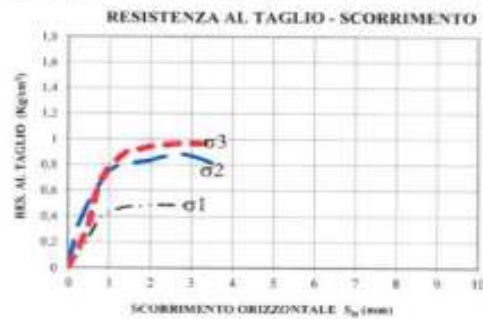
Responsabile del Laboratorio  
(dr.geol. Francesco Vairo)



**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

PROFONDITA': da - 6,00 m a - 6,50 m  
DATA PROVA: 31/07/2006

Valori a rottura	Provino		
	1	2	3
$\sigma_v$ (kg/cm <sup>2</sup> )	1	2	3
$\tau$ (kg/cm <sup>2</sup> )	0,49	0,89	0,97
Cedimento Max (mm)	0,84	0,99	1,76
$S_{51}$ (mm)	2,00	2,75	2,75



Tecnico Responsabile  
dr.geol.M. Franca Chiurazzi)

Responsabile del Laboratorio  
(dr.geol. Francesco Vairo)

**e.- PROSPEZIONI SISMICHE A RIFRAZIONE.**

In particolare gli stendimenti Si-1 / Si-5, realizzati proprio nell'area di intervento, hanno evidenziato un modello a due strati, come di seguito riportati :

**Si - 1 :** il primo sismostrato presenta una velocità media delle onde longitudinali variabile da 510 m/sec. a 680 m/sec., al disotto è rilevabile un rifrattore, ad una profondità di 6.00 metri circa dal piano campagna ed un bed-rok relativo con velocità medie pari a 1510 m/sec..

**Si - 5 :** il primo sismostrato ha fatto registrare una velocità delle onde di compressione variabili tra 420 m/sec. a 520 m/sec., con un rifrattore posto ad una profondità dal p.c. di circa 5 m. e un secondo sismostrato con velocità medie pari a 1880 m/sec..

**DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI ELASTICI FONDAMENTALI**

**VELOCITÀ LONGITUDINALE, TRASVERSALE MODULI ELASTICI**

I valori di densità utilizzati variano da 1,85 t/m<sup>3</sup> a 2,00 t/m<sup>3</sup> (bedrock relativo)

*stendimento n°1*

Strato	V <sub>P</sub> (km/s)	V <sub>S</sub> (km/s)	E (kg/cm <sup>2</sup> )	R (kg/cm <sup>2</sup> )	P
1	0,595	0,286	4270	1580	0,350
2	1,510	0,872	38750	15500	0,250

*stendimento n°5*

Strato	V <sub>P</sub> (km/s)	V <sub>S</sub> (km/s)	E (kg/cm <sup>2</sup> )	R (kg/cm <sup>2</sup> )	P
1	0,470	0,226	2660	988	0,350
2	1,880	1,085	60060	24020	0,250

**LEGENDA :** V<sub>P</sub> = vel. longitudinale; V<sub>S</sub> = vel. trasversale; E = mod. di Young; R = mod. di rigidità; P = mod. di Poisson

In particolare, si può affermare, che l'indagine ha confermato quanto rilevato dalle altre indagini eseguite in situ, che hanno messo alla luce, in generale, un primo strato variabile mediamente da 5.00/8.00 mt. dal p.c., caratterizzato dalla presenza di sabbie limose debolmente ghiaiose, che sovrastano un pacco di terreni costituito essenzialmente da limo-argilloso sabbioso con la presenza di accumuli idrici orizzontali sovrapposti a partire da una profondità variabile da 2.00/3.00 mt. dal p.c..

Il valore dell'accelerazione sismica amplificata (valore iniziale) varia da 0.250 g a 0.442 g, mentre il valore dell'accelerazione sismica amplificata (valore finale) è compresa, per le aree indagate, tra 0.310 g e 0.521 g (quest'ultimo valore rappresenta l'accelerazione sismica di base amplificata prevista in tale aree e determinata per un periodo di ritorno pari a 475 anni).

---

**f.- Indagine "down-hole".**

Nell'ambito delle indagini geognostiche per l'ampliamento della area P.I.P. **Graviele-Pozzo** del Comune di Sant'Arsenio (SA), furono eseguite, come già detto, indagini di sismica a rifrazione in foro con metodologia down-hole.

Le misure di velocità con la tecnica **down-hole** si basano sulla determinazione dei tempi di propagazione delle onde di volume tra una sorgente collocata sulla superficie in prossimità della bocca di un foro, ed uno o più geofoni posti a varie profondità nel foro. Il foro in cui è effettuata la misura è stato rivestito con tubi in PVC.

I geofoni furono bloccati al foro per la misura delle velocità alle profondità stabilite e fu utilizzato un geofono da pozzo (meccanica OYO) costituito da una tripletta di geofoni di cui uno verticale e altri due orizzontali. Pertanto per determinare le onde di taglio, la sorgente energizzata, fu collocata sul terreno in modo tale da poterle rilevare.

Tecnica operativa delle misure down-hole: x: distanza tra sorgente e asse del foro; Z: profondità di ancoraggio geofoni;  $\delta$ : angolo tra la congiungente il sistema di rilevazione-sorgente e la verticale.

Un elemento importante di cui tener conto, nelle misure **down-hole**, è l'intervallo tra i geofoni. Questo dovrà essere piuttosto piccolo in modo da poter ricavare con maggiore definizione la velocità e le variazioni di velocità dei vari sismostrati. Le misure sono state eseguite sino ad una profondità di 30 metri in foro di sondaggio adeguatamente attrezzato, con intervallo intergeofonico pari a 1,00 metro.

Allo scopo di avere una valutazione del grado di disomogeneità dei sismostrati riscontrati è bene porre l'accento sull'importanza delle velocità intervallo, vale a dire le velocità con cui viaggerebbe il fronte d'onda, lungo l'asse verticale, tra due posizioni consecutive dell'intervallo intergeofonico considerato (1,00 metro).

I valori dei tempi di percorso delle onde sismiche misurati in fase d'acquisizione dati sono stati elaborati con il software: **down-hole v 1.0**.

L'interpretazione delle down-hole eseguite mise alla luce un modello fisico del sottosuolo costituito da due sismostrati, si nota un generale incremento delle velocità delle onde P e S nei primi 8-10 metri, a partire da questa quota si è registrato una maggiore stabilizzazione delle velocità sia delle onde di compressione e sia di taglio.

E' da ribadire che non sempre gli spessori e le velocità intervallo coincidono con i litotipi riscontrati dalla stratigrafia puntuale del sondaggio, poiché possono individuarsi strati con caratteristiche elastiche costanti, che possono essere comuni a litotipi simili.

Fu determinato un fattore di amplificazione sismica (**Fa=1.240**) e un incremento di intensità sismica (**Is=1.740**), tenendo conto dei seguenti fattori :

- **profondità della falda dal piano campagna ;**
- **Inclinazione del versante.**

Inoltre venne determinato il valore dell'accelerazione sismica di base (valore iniziale) varia da **0,250 g. a 0,420 g.**, e il valore dell'accelerazione sismica amplificata che è compreso, per le aree indagate, tra **0,310 g. e 0,521 g.** (che rappresenta il ranger dell'accelerazione sismica di base amplificata prevista in ciascuna area).

Dall'indagine "**Down-Hole**" eseguita fu possibile determinare il valore medio delle **Vs30** pari a **358, 40 m/sec.**, che definì la categoria prevalente di suolo di fondazione:

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

**C "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s".**

Si riportano di seguito i dati riferiti alla "Down-Hole", realizzata nel foro del sondaggio S1 :

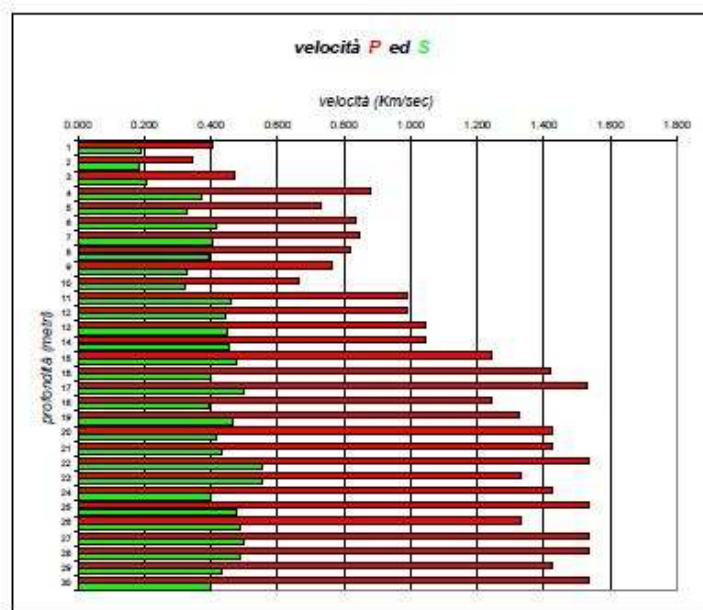
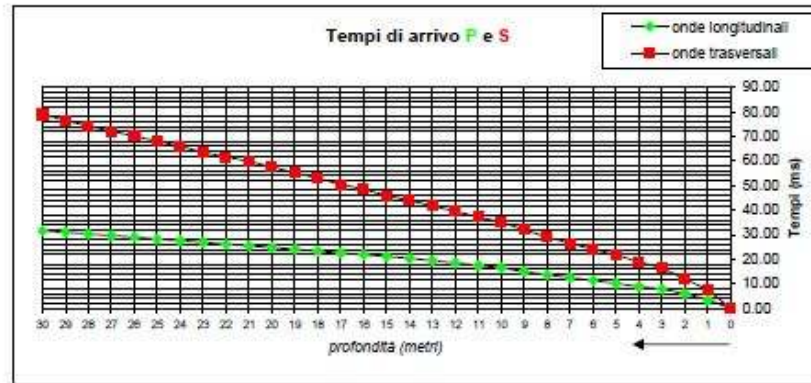
DOWN-HOLE S1-DH1 - Area PIP- Comune di Sant'Arzenio (SA)

N. LETT.	PROF (m)	Onda P sper. (msec.)	Onda S sper. (msec)	Onda P reale (msec)	Onda S reale (msec)	Vel. Int. Onde P (km/s)	Vel. Int. Onde S (km/s)	Modulo di Poisson	Modulo di Young Kg/cmq)	Modulo di Rigidità (Kg/cmq)	Densità (g/cm3)
1	1.0	3.50	7.50	2.475	5.303	0.404	0.189	0.361	1790	658	1.85
2	2.0	6.00	12.05	5.367	10.778	0.346	0.183	0.307	1613	617	1.85
3	3.0	7.90	16.50	7.495	15.653	0.470	0.205	0.382	2210	799	1.90
4	4.0	8.90	18.90	8.634	18.336	0.877	0.373	0.390	7340	2641	1.90
5	5.0	10.20	21.80	10.002	21.377	0.731	0.329	0.373	5643	2055	1.90
6	6.0	11.35	24.10	11.196	23.772	0.838	0.417	0.335	8840	3311	1.90
7	7.0	12.50	26.50	12.374	26.234	0.848	0.406	0.351	8474	3136	1.90
8	8.0	13.70	29.00	13.594	28.776	0.820	0.393	0.350	7939	2939	1.90
9	9.0	15.00	32.00	14.908	31.804	0.761	0.330	0.384	5735	2072	1.90
10	10.0	16.50	35.10	16.418	34.926	0.662	0.320	0.347	5254	1950	1.90
11	11.0	17.50	37.25	17.428	37.097	0.990	0.461	0.362	10978	4030	1.90
12	12.0	18.50	39.50	18.436	39.364	0.992	0.441	0.377	10184	3699	1.90
13	13.0	19.45	41.70	19.393	41.577	1.045	0.452	0.385	10742	3877	1.90
14	14.0	20.40	43.90	20.348	43.788	1.047	0.452	0.385	10765	3886	1.90
15	15.0	21.20	46.00	21.153	45.898	1.242	0.474	0.415	12080	4269	1.90
16	16.0	21.90	48.50	21.857	48.406	1.420	0.399	0.457	8807	3022	1.90
17	17.0	22.55	50.50	22.511	50.413	1.530	0.498	0.441	13587	4715	1.90
18	18.0	23.35	53.05	23.314	52.968	1.245	0.391	0.445	8410	2909	1.90
19	19.0	24.10	55.20	24.067	55.124	1.329	0.464	0.431	11702	4090	1.90
20	20.0	24.80	57.60	24.769	57.528	1.424	0.416	0.453	9553	3286	1.90
21	21.0	25.50	59.90	25.471	59.832	1.424	0.434	0.449	10371	3579	1.90
22	22.0	26.15	61.70	26.123	61.636	1.534	0.554	0.425	16635	5837	1.90
23	23.0	26.90	63.50	26.875	63.440	1.331	0.554	0.395	16293	5840	1.90
24	24.0	27.60	66.00	27.576	65.943	1.426	0.400	0.457	8842	3033	1.90
25	25.0	28.25	68.10	28.227	68.046	1.535	0.476	0.447	12435	4297	1.90
26	26.0	29.00	70.15	28.979	70.098	1.331	0.487	0.423	12832	4510	1.90
27	27.0	29.65	72.15	29.630	72.101	1.536	0.499	0.441	13656	4739	1.90
28	28.0	30.30	74.20	30.281	74.153	1.536	0.487	0.444	13030	4512	1.90
29	29.0	31.00	76.50	30.982	76.455	1.427	0.434	0.449	10391	3586	1.90
30	30.0	31.65	79.00	31.632	78.956	1.536	0.400	0.464	8888	3036	1.90



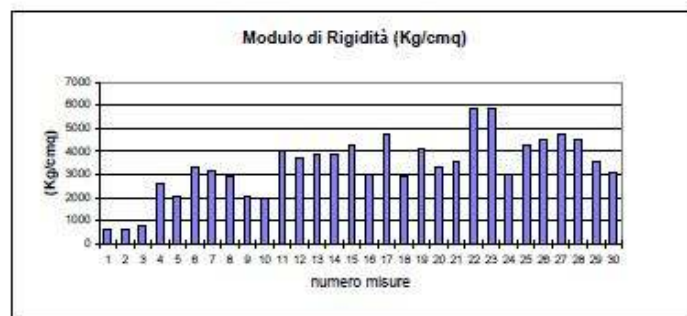
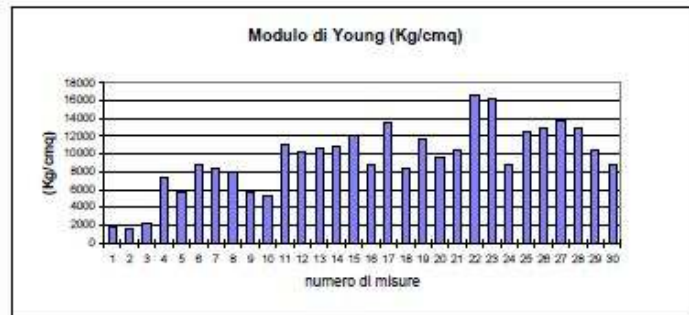
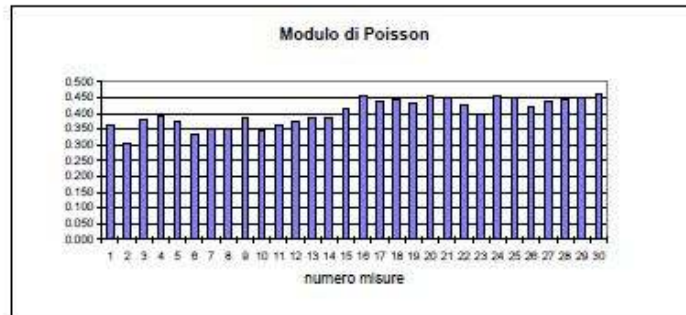
CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008

DOWN-HOLE S1-DH1 - Area PIP- Comune di Sant'Arzenio (SA)



**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

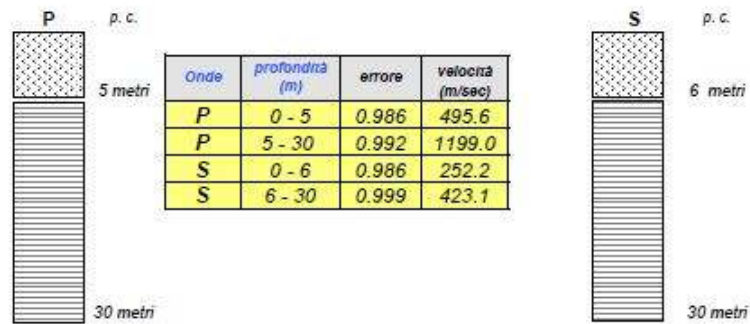
DOWN-HOLE S1-DH1 - Area PIP- Comune di Sant'Arsenio (SA)



**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

DOWN-HOLE S1-DH1 - Area PIP- Comune di Sant'Arsenio (SA)

Elaborazione sismostratigrafica DOWN - HOLE





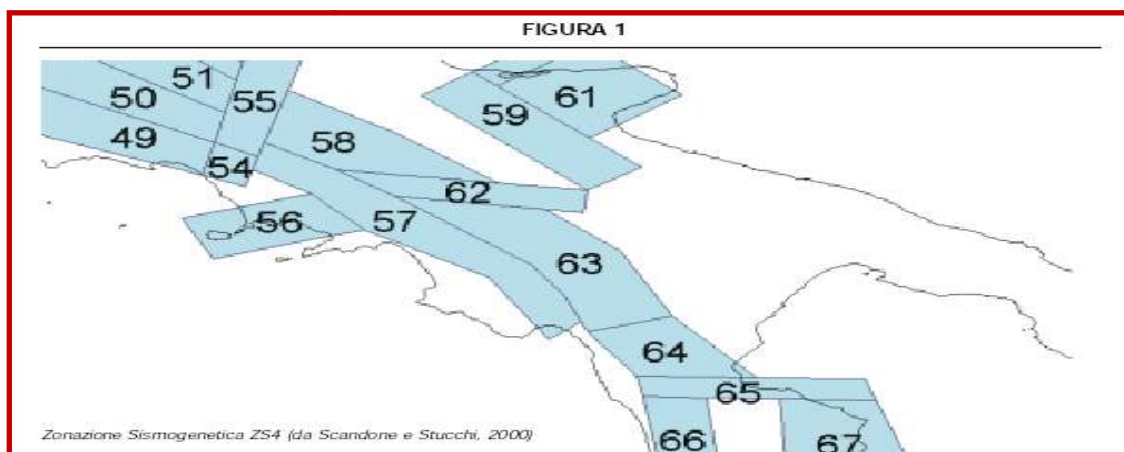
**12.1.- ZONAZIONE DEL TERRITORIO IN PROSPETTIVA SISMICA - CATEGORIA DI SOTTOSUOLO  
- CONDIZIONI TOPOGRAFICHE E STRATIGRAFICHE.**

L'Ordinanza *P.C.M. 3274/2003*, contiene modifiche sostanziali in termini di riclassificazione delle zone a rischio sismico e di criteri costruttivi. Il territorio comunale di **Sant'Arsenio (SA)**, già riclassificato sismico di II Categoria (*S9 Zona 2*), non ha subito nessuna variazione dal G.R. n° 5447 del 07/11/2002.

Il principale moderno provvedimento normativo italiano sul problema del rischio sismico è dato dalla *Legge 2/02/1974, n° 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"*, che prevedeva la ripartizione del territorio nazionale in aree (Macrozone) comunali sismiche di I, II e III categoria alle quali era assegnato un "*grado di sismicità S*" (pari, rispettivamente, a 12, 9 e 6) ed uno "*Spettro di Risposta Elastico*" in base a dati ricavati da precedenti studi sismologici.

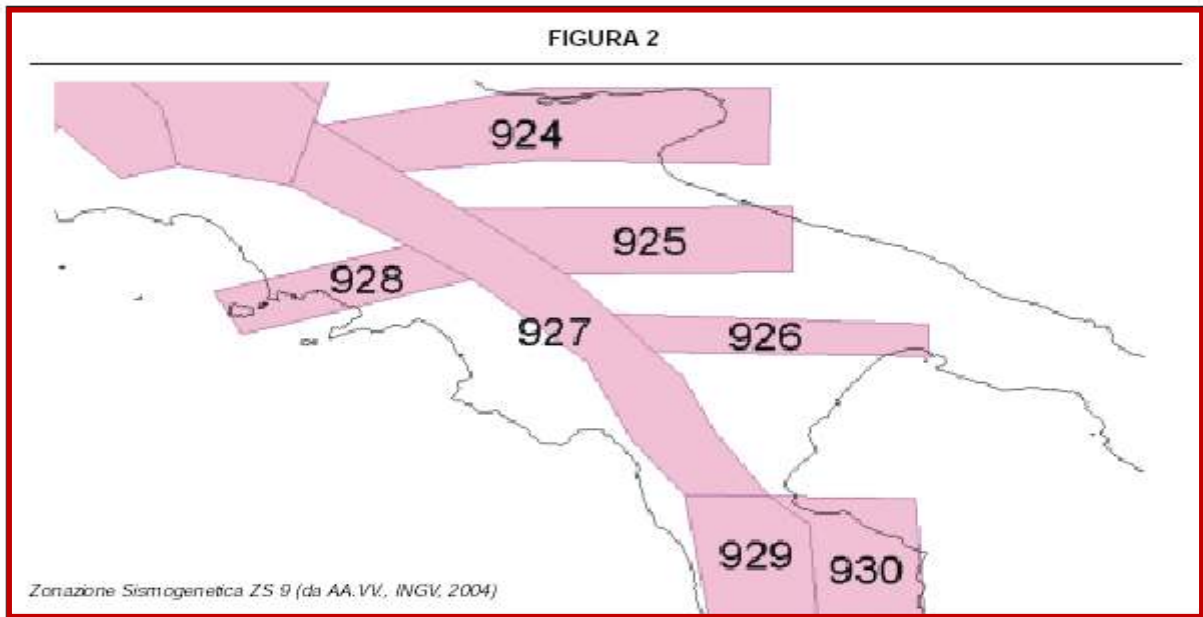
I successivi studi di carattere sismologico e geofisico a seguito dei diversi terremoti verificatisi in Italia, hanno contribuito ad un importante incremento della comprensione del fenomeno sismico e ancor più della genesi dei terremoti. Negli ultimi anni il punto di riferimento per la valutazione della pericolosità Sismica nell'area italiana è stata la zonazione sismogenetica ZS4 (Meletti et al., 2000 - Scandone e Stucchi, 2000), di cui se ne riporta uno stralcio significativo (F. 1).

Figura 1. Zonazione Sismogenetica ZS4 (da Scandone e Stucchi, 2000)



Gli studi più recenti in materia di sismogenesi ne hanno però evidenziato alcune incoerenze e hanno verificato la sua scarsa compatibilità con il Catalogo dei Terremoti CTPI (GdL CTPI, 1999). A partire da un sostanziale ripensamento della zonazione ZS4, è stata quindi sviluppata nel 2004 una nuova zonazione sismogenetica, denominata ZS9 (fig. 2), alla luce delle nuove evidenze di tettonica attiva e delle valutazioni sul potenziale sismogenetico acquisito negli ultimi anni.

Figura 2. Zonazione Sismogenetica ZS9 (da AA.VV., INGV, 2004)



Per quanto riguarda la Campania e, più in generale, l'Appennino Meridionale (zone da 56 a 64 in ZS4 e zone da 924 a 928 in ZS9), si nota che la geometria delle sorgenti è stata notevolmente modificata rispetto a ZS4.

Il complesso delle nuove conoscenze scientifiche acquisite hanno portato ad una proposta di una nuova classificazione sismica introdotta dal CNR e recepita dalle recenti norme antisismiche emanate nel 2003 a seguito di recenti catastrofi.

Le nuove norme, pertanto, sono state introdotte con l'Ordinanza n° 3274 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" del Presidente del Consiglio dei Ministri in data 20/03/2003 e pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale in data 08/05/2003.

Il territorio nazionale, quindi, è stato suddiviso in quattro zone omogenee a cui corrisponde un'accelerazione orizzontale di riferimento  $a(g)$  secondo lo schema riportato nella seguente tabella:

TABELLA 1.		
	ACCELERAZIONE ORIZZONTALE CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI AG/G	ACCELERAZIONE ORIZZONTALE DI ANCORAGGIO DELLO SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO (NORME TECNICHE) AG/G
1	>0.25	0.35
2	0.15-0.25	0.25
3	0.05-0.15	0.15
4	<0.05	0.05

Livelli energetici delle Azioni sismiche previste dall'OPCM 3274/03 per le varie Zone

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

Quindi, in ottemperanza a quanto disposto dall'O.P.C.M. 3274, per caratterizzare mediamente le varie Microzone bisogna calcolare il valore delle  $V_s$  relativo ai primi 30 metri di sottosuolo, definendo così una *Tipologia di suolo media della Microzona*.

Il valore delle  $V_{s30}$  rappresentano la media pesata delle velocità delle onde  $S$  negli strati fino a 30 metri di profondità dal piano di posa della fondazione, calcolata secondo la relazione (punto 3.1 Ordinanza 3274, Normativa sismica Edifici):

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{si}}}$$

A differenza dei provvedimenti legislativi del passato, infatti, nella normativa attuale si tiene finalmente specifico conto delle caratteristiche dei terreni di fondazione, coerentemente con quanto indicato nell'*Euro codice 8*.

In particolare vengono identificate 5 tipi (*A, B, C, D e E*) ad ognuna delle quali è associato uno spettro di risposta elastico. Lo schema indicativo di riferimento per la determinazione della tipologia del sito è il seguente:

Tipo	Descrizione
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s30}$ superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ , compresi fra 360 m/s e 800 m/s ( $N_{spt} > 50$ o coesione non drenata $> 250$ kPa).
C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di $V_{s30}$ compresi fra 180 e 360 m/s ( $15 < N_{spt} < 50$ , $70 < cu < 250$ kPa).
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti caratterizzati da valori di $V_{s30} < 180$ m/s ( $N_{sp} < 15$ , $cu < 70$ kPa).
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali non litoidi (granulari o coesivi), con valori di $V_{s30}$ simili a quelli delle classi C o D e spessore compreso fra 5 e 20 m, giacenti su un substrato più rigido con $V_{s30} > 800$ m/s.

In generale il fenomeno dell'amplificazione sismica diventa più accentuato passando dal tipo A al tipo E. Alle cinque categorie descritte se ne aggiungono altre due per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare.

Tipo	Descrizione
S1	Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ( $IP > 40$ ) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 100$ m/s ( $10 < cu < 20$ kPa).
S2	Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria non rientrante nelle classi precedenti.

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

I valori di incremento assegnabili alle varie Microzone, quindi, possono essere resi congrui con il disposto della normativa di cui all'O.P.C.M. 3274, considerando soltanto i fattori di incremento del livello massimo raggiunto dallo spettro elastico relativo alle varie Tipologie di suolo rispetto a quello riferito al suolo di Tipo A. Sulla base di tale considerazioni, si distinguono le seguenti Microzone :

Microzone	Fattore di amplificazione sismica (Fa)	Accelerazione orizzontale
Suoli prevalentemente di <b>Tipo A</b>	1,00	0,25 g
Suoli prevalentemente di <b>Tipo B</b>	1,25	0,31 g
Suoli prevalentemente di <b>Tipo C</b>	1,25	0,31 g
Suoli prevalentemente di <b>Tipo D</b>	1,35	0,34 g
Suoli prevalentemente di <b>Tipo E</b>	1,25	0,31 g

---

## 12.2.- AZIONE SISMICA (D.M. 14.01.2008 "NUOVE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI IN ZONE SISMICHE).

In relazione al *D.M. 14.01.2008*, le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "*pericolosità sismica di base*" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa *ag* in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria *A* quale definita), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente *Se (T)*, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, nel periodo di riferimento *VR*.

In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla *pericolosità sismica* del sito.

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

*ag* = accelerazione orizzontale massima al sito;

*Fo* = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.

*T\*c* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

### STATI LIMITE E RELATIVE PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO.

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio sono:

- Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi.

- Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio

gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

- Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva tabella.

Stati Limite		$P_{V_R}$ : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Qualora la protezione nei confronti degli stati limite di esercizio sia di prioritaria importanza, i valori di PVR forniti in tabella devono essere ridotti in funzione del grado di protezione che si vuole raggiungere.



### CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE.

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Alla scala della singola opera o del singolo sistema geotecnico, la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A).

Per determinare l'azione sismica di progetto, bisogna valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento.

#### *Categorie di sottosuolo*

Categoria	Descrizione
<b>A</b>	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
<b>B</b>	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>C</b>	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>D</b>	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>E</b>	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con <math>V_s &gt; 800</math> m/s).</i>

Di rilevante importanza è, pertanto, la caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativo, ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo. La classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente  $V_{s30}$  di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità.

Per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

La misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio è fortemente raccomandata. Nei casi in cui tale determinazione non sia disponibile, la classificazione può essere effettuata in base ai valori del numero equivalente di colpi della prova penetrometrica dinamica (*Standard Penetration Test*)  $NSPT_{30}$  (definito successivamente) nei terreni prevalentemente a grana grossa e della resistenza non drenata equivalente  $c_{u,30}$  (definita



successivamente) nei terreni prevalentemente agraria fina. Per queste cinque categorie di sottosuolo, le azioni sismiche sono definite nel paragrafo successivo.

Per sottosuoli appartenenti alle ulteriori categorie S1 ed S2 di seguito indicate, è necessario predisporre specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche, particolarmente nei casi in cui la presenza di terreni suscettibili di liquefazione e/o di argille d'elevata sensibilità possa comportare fenomeni di collasso del terreno.

In generale il fenomeno dell'amplificazione sismica diventa più accentuato passando dal tipo A al Tipo E.

La velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,30}$  è definita dall'espressione:

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}} \text{ [m/s]}.$$

La resistenza penetrometrica dinamica equivalente  $NSPT,30$  è definita dall'espressione :

$$NSPT,30 = \frac{\sum_{i=1,M} h_i}{\sum_{i=1,M} \frac{h_i}{NSPT,i}}.$$

La resistenza non drenata equivalente  $c_{u,30}$  è definita dall'espressione :

$$c_{u,30} = \frac{\sum_{i=1,K} h_i}{\sum_{i=1,K} \frac{h_i}{c_{u,i}}}.$$

Nelle precedenti espressioni si indica con:

$h_i$  = spessore (in metri) dell'i-esimo strato compreso nei primi 30 m di profondità;

$V_{s,i}$  = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

$NSPT,i$  = numero di colpi NSPT nell'i-esimo strato;

$c_{u,i}$  = resistenza non drenata nell'i-esimo strato;

$N$  = numero di strati compresi nei primi 30 m di profondità;

$M$  = numero di strati di terreni a grana grossa compresi nei primi 30 m di profondità;

$K$  = numero di strati di terreni a grana fina compresi nei primi 30 m di profondità.

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

Nel caso di sottosuoli costituiti da stratificazioni di terreni a grana grossa e a grana fina, distribuite con spessori confrontabili nei primi 30 m di profondità, ricadenti nelle categorie da A ad E, quando non si disponga di misure dirette della velocità delle onde di taglio si può procedere come segue:

- determinare **NSPT,30** limitatamente agli strati di terreno a grana grossa compresi entro i primi 30m di profondità;
- determinare **cu,30** limitatamente agli strati di terreno a grana fina compresi entro i primi 30 m di profondità;
- individuare le categorie corrispondenti singolarmente ai parametri **NSPT,30** e **cu,30** ;
- riferire il sottosuolo alla categoria peggiore tra quelle individuate al punto precedente.

CONDIZIONI TOPOGRAFICHE.

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione :

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

Le categorie topografiche in tabella, si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

---

### **VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA .**

L'azione sismica, secondo la nuova normativa, è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X ed Y ed una verticale contrassegnata da Z, da considerare tra di loro indipendenti. Per le opere e i sistemi geotecnici la componente verticale verrà considerata ove espressamente specificata e purché il sito nel quale la costruzione sorge non sia in Zone 3 e 4.

Le componenti possono essere descritte, in funzione del tipo di analisi adottata, mediante una delle seguenti rappresentazioni:

- accelerazione massima attesa in superficie;
- accelerazione massima e relativo spettro di risposta attesi in superficie;
- accelerogramma.

Sulla base di apposite analisi di risposta sismica locale si può poi passare dai valori in superficie ai valori sui piani di riferimento definiti ; in assenza di tali analisi l'azione in superficie può essere assunta come agente su tali piani.

Le due componenti ortogonali indipendenti che descrivono il moto orizzontale sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta o dalle due componenti accelerometriche orizzontali del moto sismico.

La componente che descrive il moto verticale è caratterizzata dal suo spettro di risposta o dalla componente accelerometrica verticale. In mancanza di documentata informazione specifica, in via semplificata l'accelerazione massima e lo spettro di risposta della componente verticale attesa in 19 superficie possono essere determinati sulla base dell'accelerazione massima e dello spettro di risposta delle due componenti orizzontali. La componente accelerometrica verticale può essere correlata alle componenti accelerometriche orizzontali del moto sismico.

### **SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE.**

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5%, moltiplicata per il valore della accelerazione orizzontale massima  $a_g$  su sito di riferimento rigido orizzontale.

Sia la forma spettrale che il valore di  $a_g$  variano al variare della probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $PVR$  .

Gli spettri così definiti possono essere utilizzati per strutture con periodo fondamentale minore o uguale a 4,0 s. Per strutture con periodi fondamentali superiori lo spettro deve essere definito da apposite analisi ovvero l'azione sismica deve essere descritta mediante accelerogrammi.

Analogamente si opera in presenza di sottosuoli di categoria  $S1$  o  $S2$ .

### **AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA .**

Per sottosuolo di categoria A i coefficienti  $SS$  e  $CC$  valgono 1. Per le categorie di sottosuolo B, C, D ed E i coefficienti  $SS$  e  $CC$  possono essere calcolati, in funzione dei valori di  $FO$  e  $T^*c$  relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite nella Tabella A, nelle quali  $g$  è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

TABELLA "A"

Categoria sottosuolo	$S_s$	$C_c$
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_{lg}}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_{lg}}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_{lg}}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_{lg}}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

**AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA.**

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico  $S_T$  riportati nella Tabella "B", in funzione delle categorie di suolo, condizioni topografiche e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

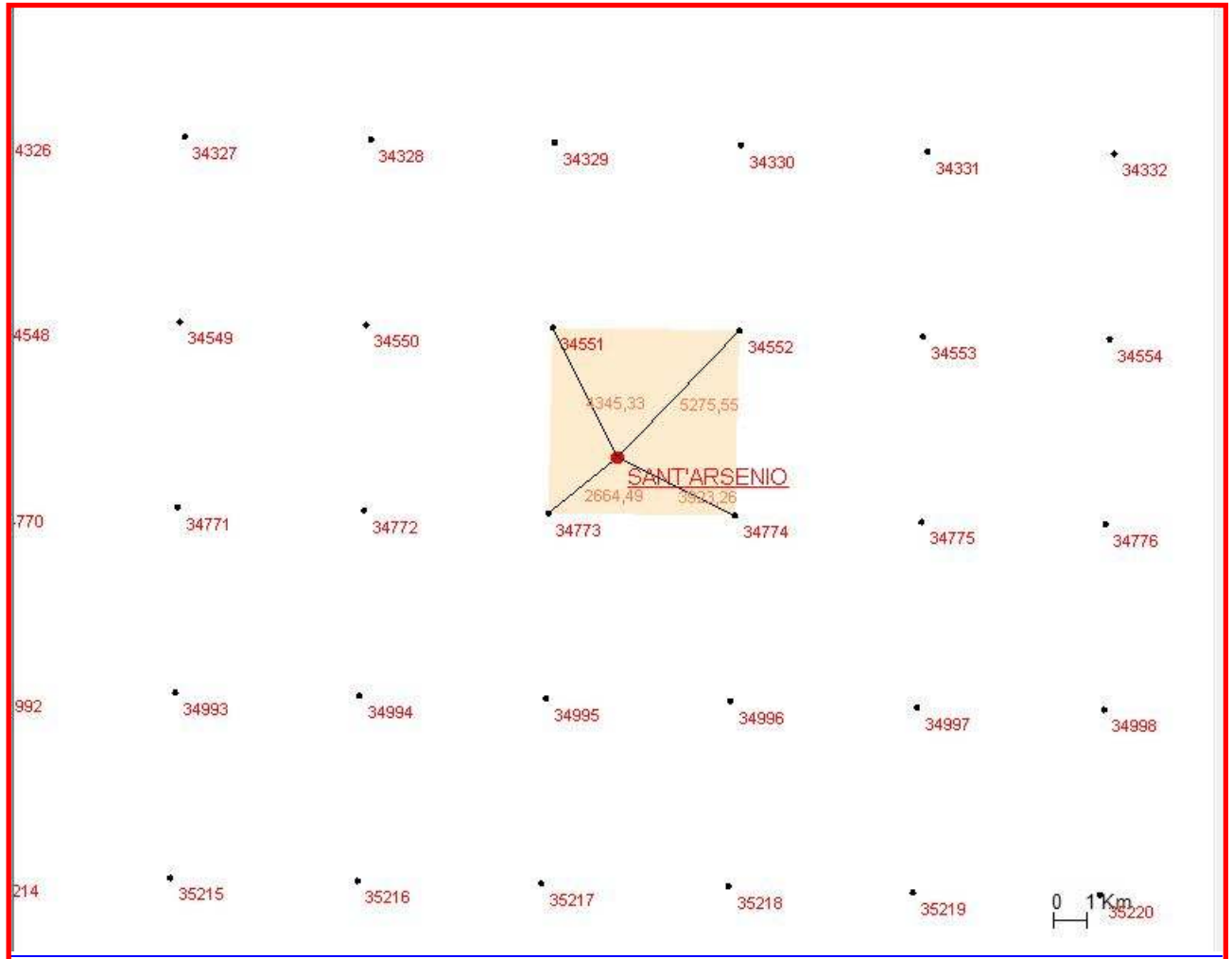
TABELLA "B"

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

**INQUADRAMENTO NAZIONALE DEL SITO .**



INQUADRAMENTO COMUNALE DEL SITO.



### 13.1.- VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA .

Per valutare se un'opera strutturale è sicura bisogna far riferimento a degli *stati limite*, che possono verificarsi durante un determinato *periodo di riferimento* della stessa opera. Quindi per poter stimare l'azione sismica, che dovrà essere utilizzata nelle verifiche agli stati limite o nella progettazione, bisognerà stabilire:

in primo luogo la *vita nominale* dell'opera, che congiuntamente alla *classe d'uso*, permette di determinare quel *periodo di riferimento*;

una volta definito il periodo di riferimento e i diversi stati limite da considerare, una volta definite le relative *probabilità di superamento*, è possibile stabilire il *periodo di ritorno* associato a ciascun stato limite;

a questo punto è possibile definire la *pericolosità sismica di base* per il sito interessato alla realizzazione dell'opera, facendo riferimento agli studi condotti sul territorio nazionale dal Gruppo di Lavoro 2004 nell'ambito della convenzione-progetto S1 DPC-INGV 2004-2006 e i cui risultati sono stati promulgati mediante l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3519/2006.

### 13.2.- VITA NOMINALE - CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO .

Nelle NTC08 il periodo di riferimento, che non può essere inferiore a 35 anni, è dato dalla seguente relazione:

$$V_R = V_N \times C_U \quad (2.1)$$

dove:

$V_R$  = *periodo di riferimento*

$V_N$  = *vita nominale*

$C_U$  = *coefficiente d'uso*

La vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$ , secondo le NTC08, è definita come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata e viene definita attraverso tre diversi valori, a seconda dell'importanza dell'opera e perciò delle esigenze di durabilità:  $V_N \leq 10$  anni per le opere provvisorie, provvisionali e le strutture in fase

costruttiva che però abbiano una durata di progetto  $\geq 2$  anni.

$V_N \geq 50$  anni per le opere ordinarie, ponti, infrastrutture e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale.

$V_N \geq 100$  anni per grandi opere, ponti, infrastrutture e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica.

Nel caso specifico  $V_N = 50$  anni.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Le NTC08 prevedono quattro



classi d'uso a ciascuna delle quali è associato un valore del coefficiente d'uso:

**Classe I:** Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.  $C_U = 0.7$ ;

**Classe II:** Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.  $C_U = 1.0$ ;

**Classe III:** Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.  $C_U = 1.5$ ;

**Classe IV:** Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie, ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.  $C_U = 2.0$ ;

Nel caso in esame viene presa in considerazione la **classe d'uso II** a cui è associato il coefficiente d'uso  $C_U = 1$ .

Una volta ottenuti  $V_N$  e  $C_U$ , è possibile calcolare il periodo di riferimento  $V_R$ , che qui vale:

$$V_R = 50 * 1 = 50 \text{ anni.}$$

### **13.3.- STATI LIMITE, PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO E PERIODO DI RITORNO .**

Le NTC08 prendono in considerazione 4 possibili *stati limite* (SL) individuati facendo riferimento alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti: due sono *stati limite di esercizio* (SLE) e due sono *stati limite ultimi* (SLU). Uno stato limite è una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per la quale è stata progettata.

Più in particolare le opere e le varie tipologie strutturali devono essere dotate di capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio (sicurezza nei confronti di SLE) e di capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e di dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone o comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera (sicurezza nei confronti di SLU).

Gli stati limite di esercizio sono:

**Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;

**Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le NTC08, in presenza di azioni sismiche, richiedono le verifiche allo SLO solo per gli elementi non strutturali e per gli impianti di strutture di classi d'uso III e IV (NTC08, punto 7.1). Lo SLO si utilizza anche come riferimento progettuale per quelle opere che devono restare operative durante e subito dopo il terremoto. Le verifiche allo SLC sono, invece, richieste solo per le costruzioni o ponti con isolamento e/o dissipazione (NTC08, punto 7.10).

Ad ogni stato limite è associata una *probabilità di superamento*  $P_{VR}$  (Tabella 3.1), ovvero la probabilità che, nel periodo di riferimento  $V_R$ , si verifichi almeno un evento sismico ( $n \geq 1$ ) di  $a_g$  prefissata ( $a_g$  = accelerazione orizzontale massima del suolo) avente frequenza media annua di ricorrenza  $\lambda = 1/T_R$  ( $T_R$  = periodo di ritorno).

Tabella 3.1 – Stati limite e rispettive probabilità di superamento, nel periodo di riferimento  $V_R$

Stati limite			$P_{VR}$
Stati limite di esercizio	Stato limite di operatività	SLO	81%
	Stato limite di danno	SLD	63%
Stati limite ultimi	Stato limite di salvaguardia della vita	SLV	10%
	Stato limite di prevenzione del collasso	SLC	5%

Fissati  $V_R$  e  $P_{VR}$  associata ad ogni stato limite, è possibile calcolare il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$ , espresso in anni, mediante l'espressione riportata nell'*Allegato A* delle NTC08:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \quad (3.1)$$

Tale relazione tra  $P_{VR}$  (probabilità) e  $T_R$  (statistica) risulta biunivoca poiché utilizza la distribuzione discreta Poissoniana.

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

Poiché è  $V_R = 50$  anni, il tempo di ritorno  $T_R$  sarà:

*Tabella 3.2 – Stati limite e rispettivi tempi di ritorno, nel periodo di riferimento  $V_R$*

Stati limite			$T_R$
Stati limite di esercizio	Stato limite di operatività	SLO	30
	Stato limite di danno	SLD	50
Stati limite ultimi	Stato limite di salvaguardia della vita	SLV	475
	Stato limite di prevenzione del collasso	SLC	975

**13.4.- DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE .**

La pericolosità sismica di base, cioè le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di interesse, nelle NTC08, per una determinata probabilità di superamento, si può ritenere definita quando vengono designati un'accelerazione orizzontale massima ( $a_g$ ) ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione, riferiti ad un suolo rigido e ad una superficie topografica orizzontale.

Per poter definire la pericolosità sismica di base le NTC08 si rifanno ad una procedura basata sui risultati disponibili anche sul sito web dell'INGV <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>, nella sezione "Mappe interattive della pericolosità sismica".

Secondo le NTC08 le forme spettrali sono definite per 9 differenti periodi di ritorno  $T_R$  (30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni) a partire dai valori dei seguenti parametri riferiti a terreno rigido orizzontale, cioè valutati in condizioni ideali di sito, definiti nell'*Allegato A* alle NTC08:

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima;

$F_0$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T_C^*$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I tre parametri si ricavano per il 50° percentile ed attribuendo a:

$a_g$ , il valore previsto dalla pericolosità sismica S1

$F_0$  e  $T_C^*$  i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC08 scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica S1 (il minimo è ottenuto ai minimi quadrati, su valori normalizzati).

I valori di questi parametri vengono forniti in tabella (figura 4.2), contenuta nell'*Allegato B* delle NTC08, per i 10751 punti di un reticolo di riferimento in cui è suddiviso il territorio nazionale, identificati dalle coordinate geografiche longitudine e latitudine.

ID	LON	LAT	$T_R = 30$			$T_R = 50$			$T_R = 72$			$T_R = 101$		
			$a_g$	$F_0$	$T_C^*$	$a_g$	$F_0$	$T_C^*$	$a_g$	$F_0$	$T_C^*$	$a_g$	$F_0$	$T_C^*$
13111	6.5448	45.1340	0.263	2.500	0.180	0.340	2.510	0.210	0.394	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13333	6.5506	45.0850	0.264	2.490	0.180	0.341	2.510	0.210	0.395	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13555	6.5564	45.0350	0.264	2.500	0.180	0.340	2.510	0.200	0.393	2.550	0.220	0.466	2.500	0.240
13777	6.5621	44.9850	0.263	2.500	0.180	0.338	2.520	0.200	0.391	2.550	0.220	0.462	2.510	0.240
12890	6.6096	45.1880	0.284	2.460	0.190	0.364	2.510	0.210	0.431	2.500	0.220	0.509	2.480	0.240
13112	6.6153	45.1390	0.286	2.460	0.190	0.366	2.510	0.210	0.433	2.500	0.220	0.511	2.480	0.240
13334	6.6210	45.0890	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.434	2.500	0.220	0.511	2.490	0.240
13556	6.6268	45.0390	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.433	2.510	0.220	0.510	2.490	0.240
13778	6.6325	44.9890	0.288	2.460	0.190	0.366	2.520	0.210	0.430	2.510	0.220	0.507	2.500	0.240
14000	6.6383	44.9390	0.286	2.470	0.190	0.363	2.520	0.210	0.426	2.520	0.220	0.502	2.500	0.240

CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008

14222	6.6439	44.8890	0.284	2.470	0.190	0.360	2.530	0.210	0.421	2.530	0.220	0.497	2.500	0.240
12891	6.6803	45.1920	0.306	2.430	0.200	0.389	2.500	0.210	0.467	2.470	0.230	0.544	2.490	0.230
10228	6.6826	45.7940	0.283	2.420	0.200	0.364	2.460	0.220	0.430	2.460	0.240	0.505	2.440	0.250
13113	6.6860	45.1430	0.309	2.430	0.200	0.391	2.510	0.210	0.470	2.470	0.230	0.546	2.490	0.230
10450	6.6885	45.7450	0.278	2.440	0.200	0.356	2.480	0.220	0.415	2.500	0.230	0.485	2.470	0.250
13335	6.6915	45.0930	0.310	2.430	0.200	0.392	2.510	0.210	0.470	2.480	0.230	0.546	2.500	0.230
10672	6.6942	45.6950	0.275	2.450	0.200	0.351	2.490	0.210	0.406	2.520	0.230	0.475	2.490	0.250
13557	6.6973	45.0430	0.311	2.440	0.200	0.392	2.520	0.210	0.469	2.480	0.230	0.545	2.500	0.230
13779	6.7029	44.9930	0.310	2.440	0.200	0.391	2.520	0.210	0.467	2.480	0.230	0.543	2.500	0.230

Figura 4.2 – Stralcio della tabella contenuta nell'Allegato B delle NTC08, che fornisce i 3 parametri di pericolosità sismica, per diversi periodi di ritorno e per ogni nodo del reticolo che viene identificato da un ID e dalle coordinate geografiche.

Qualora la pericolosità sismica del sito sul reticolo di riferimento non consideri il periodo di ritorno  $T_R$  corrispondente alla  $V_R$  e  $P_{V_R}$  fissate, il valore del generico parametro  $p$  ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione (figura 3), a partire dai dati relativi ai tempi di ritorno previsti nella pericolosità di base, utilizzando la seguente espressione dell'Allegato A alle NTC08:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \times \log\left(\frac{T_R}{T_{R1}}\right) \times \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1} \quad (4.1)$$

nella quale  $p$  è il valore del parametro di interesse ( $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_C^*$ ) corrispondente al periodo di ritorno  $T_R$  desiderato, mentre  $p_1$ ,  $p_2$  è il valore di tale parametro corrispondente al periodo di ritorno  $T_{R1}$ ,  $T_{R2}$ . Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri  $p$  possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando l'espressione dell'Allegato A alle NTC08:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}} \quad (4.2)$$

nella quale  $p$  è il valore del parametro di interesse ( $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_C^*$ ) corrispondente al punto considerato,  $p_i$  è il valore di tale parametro nell' $i$ -esimo vertice della maglia elementare contenente il punto in esame e  $d_i$  è la distanza del punto in esame dall' $i$ -esimo vertice della suddetta maglia.

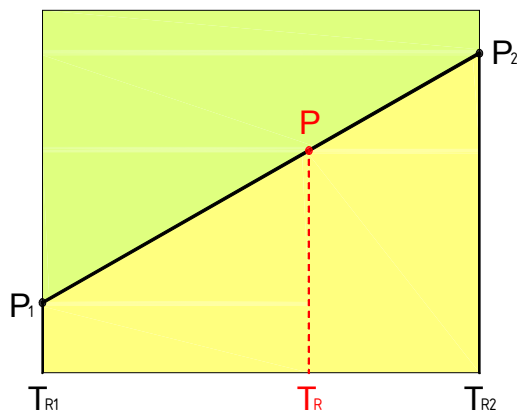


Figura 4.3 – Interpolazione dei periodi di ritorno, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

La procedura per interpolare le coordinate geografiche è schematizzata nella figura 4.

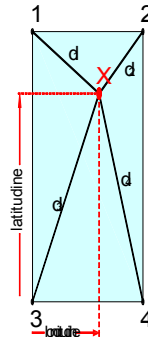


Figura 4.4 – Interpolazione delle coordinate geografiche, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

Pertanto per poter procedere all'interpolazione delle coordinate geografiche, in accordo alla procedura delle NTC08, bisogna calcolare le distanze che intercorrono tra i 4 punti del reticolo e il punto di interesse. Questo calcolo può essere eseguito approssimativamente utilizzando le formule della trigonometria sferica, che danno la distanza geodetica tra due punti, di cui siano note le coordinate geografiche. Utilizzando quindi il teorema di Eulero, la distanza  $d$  tra due punti, di cui siano note latitudine e longitudine, espresse però in radianti, si ottiene dall'espressione seguente:

$$d = R \cdot \arccos[\sin(\text{lat}\beta) \cdot \sin(\text{lat}\alpha) + \cos(\text{lat}\beta) \cdot \cos(\text{lat}\alpha) \cdot \cos(\text{lon}\alpha - \text{lon}\beta)] \quad (4.3)$$

dove  $R = 6371$  è il raggio medio terrestre in km, mentre  $\text{lat}\alpha$ ,  $\text{lon}\alpha$ ,  $\text{lat}\beta$  e  $\text{lon}\beta$  sono la latitudine e la longitudine, espresse in radianti, di due punti A e B di cui si vuole calcolare la distanza.

La formula di interpolazione sopra proposta, semplice da usare, presenta però l'inconveniente di condurre a valori di pericolosità lievemente diversi per punti affacciati ma appartenenti a maglie contigue. La modestia delle differenze (scostamenti in termini di PGA dell'ordine di  $\pm 0,01g$  ossia della precisione dei dati) a fronte della semplicità d'uso, rende tale stato di cose assolutamente accettabile.

Qualora si vogliano rappresentazioni continue della funzione interpolata, si dovrà ricorrere a metodi di interpolazione più complessi, ad esempio i polinomi di Lagrange.

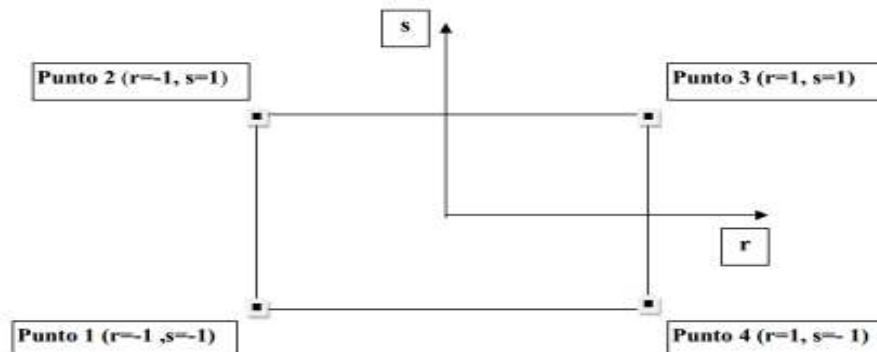


Figura 4.5 – Applicazione dell'interpolazione bilineare.

Definiti i 4 vertici di una generica maglia i polinomi di Lagrange sono così determinati:

$$h_1 = (1-r)(1-s)/4 \quad (4.4)$$

$$h_2 = (1-r)(1+s)/4 \quad (4.5)$$

$$h_3 = (1+r)(1+s)/4 \quad (4.6)$$

$$h_4 = (1+r)(1-s)/4 \quad (4.7)$$

Tra le coordinate x,y di un punto generico e le coordinate r, s dello stesso punto valgono le seguenti relazioni:

$$4x = \sum_{i=1}^4 h_i x_i = [(1-r)(1-s)x_1 + (1-r)(1+s)x_2 + (1+r)(1+s)x_3 + (1+r)(1-s)x_4] \quad (4.8)$$

$$4y = \sum_{i=1}^4 h_i y_i = [(1-r)(1-s)y_1 + (1-r)(1+s)y_2 + (1+r)(1+s)y_3 + (1+r)(1-s)y_4] \quad (4.9)$$

La soluzione del sistema di equazioni non lineari è ottenuta iterativamente e, tramite i valori di r ed s, si determinano i parametri  $a_g, F_0, T_c^*$  dall'equazione:

$$4p = \sum_{i=1}^4 h_i p_i = [(1-r)(1-s)p_1 + (1-r)(1+s)p_2 + (1+r)(1+s)p_3 + (1+r)(1-s)p_4] \quad (4.10)$$

Dove p rappresenta il parametro cercato.

#### Pericolosità sismica di sito .

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Per la singola opera o per il singolo sistema geotecnico la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A, definito al § 3.2.2).

#### Coefficienti sismici .

I coefficienti sismici orizzontale  $K_H$  e verticale  $K_V$  dipendono del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi e del tipo di opera da calcolare. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno ( $T_R$ ) dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - PVR)$$

Con  $V_R$  vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso  $V_R$  non può essere inferiore a 35 anni.

Stabilità dei pendii e fondazioni.

Nel caso di stabilità dei pendii i coefficienti  $K_h$  e  $K_v$  sono così determinati:

$$K_h = \beta_s \times (a_{max}/g)$$

$$K_v = \pm 0,5 \times K_h$$

Con

$\beta_s$  coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

$a_{max}$  accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$g$  accelerazione di gravità.

I valori di  $\beta_s$  sono riportati nella tabella 5.1.

Tabella 5.1 – Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_s$	$\beta_s$
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa al sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{max} = S_S S_T a_g$$

$S_S$  (effetto di amplificazione stratigrafica) ( $0,90 \leq S_S \leq 1,80$ ) è funzione di  $F_0$  (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E).  
 $S_T$  (effetto di amplificazione topografica), varia con il variare delle quattro categorie topografiche:

$$T1: S_T = 1,0; T2: S_T = 1,20; T3: S_T = 1,2; T4: S_T = 1,40.$$

Muri di sostegno.

Per i muri di sostegno pendii i coefficienti  $K_h$  e  $K_v$  sono così determinati:

$$K_h = \beta_m \times (a_{max}/g)$$

$$K_v = \pm 0,5 \times K_h$$

Con:

$\beta_m$  coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, per i muri che non siano in



CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008

grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno assume valore unitario altrimenti assume i valori riportati nella Tabella 5.2.

Tabella 5.2. - Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_m$	$\beta_m$
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0,31	0,31
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0,29	0,24
$a_g(g) \leq 0.1$	0,20	0,18

$a_{max}$  accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$g$  accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_S S_T a_g$$

$S$  è il coefficiente comprendente l'effetto di amplificazione stratigrafica  $S_S$  e di amplificazione topografica  $S_T$ .

$a_g$  accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Paratie.

In mancanza di studi specifici,  $a_h$  (accelerazione orizzontale) può essere legata all'accelerazione di picco  $a_{max}$  attesa nel volume di terreno significativo per l'opera mediante la relazione:

$$a_h = K_h \alpha g = \alpha \beta a_{max}$$

dove:

$g$  è l'accelerazione di gravità;

$k_h$  è il coefficiente sismico in direzione orizzontale;

$\alpha \leq 1$  è un coefficiente che tiene conto della deformabilità dei terreni interagenti con l'opera. Può essere ricavato a partire dall'altezza complessiva  $H$  della paratia e dalla categoria di sottosuolo mediante il diagramma in Figura 5.1:

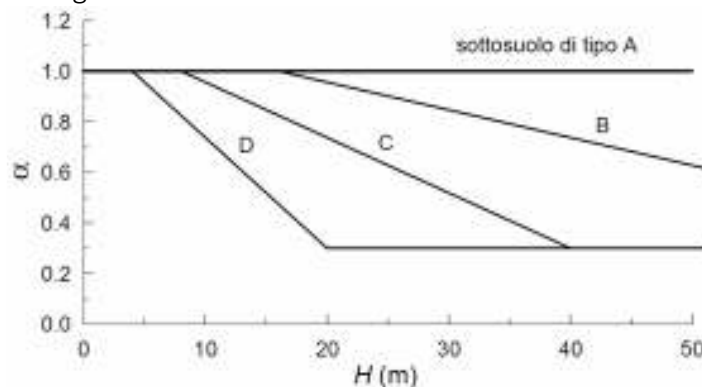


Figura 5.1 – Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità  $\alpha$ .

Per la valutazione della spinta nelle condizioni di equilibrio limite passivo deve porsi  $\alpha = 1$ .

$\beta \leq 1$  è un coefficiente funzione della capacità dell'opera di subire spostamenti senza cadute di resistenza. Il valore del coefficiente  $\beta$  può essere ricavato dal diagramma riportato in Figura 5.2, in funzione del massimo spostamento  $u_s$  che l'opera può tollerare senza riduzioni di resistenza.

Per  $u_s = 0$  si ha  $\beta = 1$ ;  $u_s \leq 0.00H22$

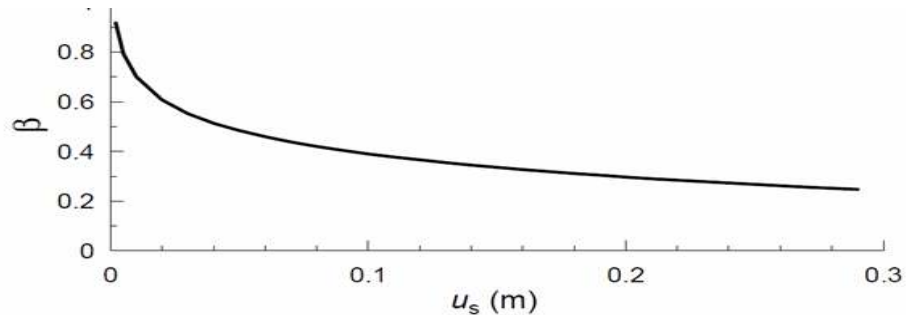


Tabella 5.2 – Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento  $\beta$ .

L'accelerazione di picco  $a_{\max}$  è valutata mediante un'analisi di risposta sismica locale, ovvero come

$$\alpha_{\mu} \alpha_{\xi} = \Sigma \cdot \alpha_{\gamma} = \Sigma_{\sigma} \cdot \Sigma_{\tau} \cdot \alpha_{\gamma}$$

dove:

$S$  è il coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_S$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_T$ ), di cui al § 3.2.3.2;

$a_g$  è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

**Se  $\alpha \times \beta \leq 0,2$  deve assumersi  $k_h = 0,2 \times a_{\max}/g$ .**

**13.5.- PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE.**

Vita nominale (Vn):	50 [anni]
Classe d'uso:	II
Coefficiente d'uso (Cu):	1
Periodo di riferimento (Vr):	50 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLO:	30 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLD:	50 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLV:	475 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLC:	975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

*Coordinate geografiche del punto*

Latitudine (WGS84):	40,4828800 [°]
Longitudine (WGS84):	15,4856600 [°]
Latitudine (ED50):	40,4838800 [°]
Longitudine (ED50):	15,4865000 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	34773	40,467760	15,461290	2785,57
2	34774	40,466590	15,526960	3925,31
3	34552	40,516570	15,528560	5085,38
4	34551	40,517750	15,462830	4264,99

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

**Punto 1**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,048	2,363	0,281
SLD	50	0,062	2,395	0,308
	72	0,074	2,397	0,325
	101	0,087	2,419	0,339
	140	0,102	2,422	0,351
	201	0,121	2,430	0,363
SLV	475	0,180	2,367	0,406
SLC	975	0,250	2,349	0,422
	2475	0,359	2,380	0,437

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

**Punto 2**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,052	2,395	0,278
SLD	50	0,069	2,359	0,297
	72	0,083	2,367	0,318
	101	0,099	2,369	0,331
	140	0,116	2,375	0,339
	201	0,140	2,376	0,349
SLV	475	0,214	2,328	0,375
SLC	975	0,295	2,310	0,406
	2475	0,417	2,421	0,430

**Punto 3**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,054	2,407	0,276
SLD	50	0,073	2,358	0,295
	72	0,089	2,351	0,314
	101	0,107	2,340	0,325
	140	0,126	2,341	0,333
	201	0,153	2,332	0,344
SLV	475	0,236	2,293	0,367
SLC	975	0,321	2,340	0,389
	2475	0,453	2,454	0,428

**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

**Punto 4**

<i>Stato limite</i>	<i>Tr</i> <i>[anni]</i>	<i>ag</i> <i>[g]</i>	<i>F0</i> <i>[-]</i>	<i>Tc*</i> <i>[s]</i>
<i>SLO</i>	30	0,051	2,377	0,279
<i>SLD</i>	50	0,067	2,351	0,305
	72	0,081	2,368	0,320
	101	0,096	2,372	0,333
	140	0,113	2,380	0,342
	201	0,136	2,380	0,352
<i>SLV</i>	475	0,207	2,338	0,377
<i>SLC</i>	975	0,287	2,308	0,407
	2475	0,406	2,413	0,430

**Punto d'indagine**

<i>Stato limite</i>	<i>Tr</i> <i>[anni]</i>	<i>ag</i> <i>[g]</i>	<i>F0</i> <i>[-]</i>	<i>Tc*</i> <i>[s]</i>
<i>SLO</i>	30	0,051	2,382	0,279
<i>SLD</i>	50	0,067	2,369	0,302
<i>SLV</i>	475	0,205	2,337	0,384
<i>SLC</i>	975	0,283	2,328	0,409

### 13.6.- PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO.

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %  
Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ : 1,000

Categoria sottosuolo:

C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m , caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero NSPT30 compreso tra 15 e 50 nei terreni a grana grossa  $cu_{30}$  compreso tra 70 e 250 kPa nei terreni a grana fina).

Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

#### Coefficienti sismici per muri di sostegno

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,014	0,018	0,090	0,115
0,007	0,009	0,045	0,057	
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,745	0,981	2,834	3,630
Beta	0,180	0,180	0,310	0,310

#### Coefficienti sismici per muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,076	0,100	0,289	0,370
kv	0,038	0,050	0,145	0,185
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,745	0,981	2,834	3,630
Beta	1,000	1,000	1,000	1,000



### Coefficienti sismici per paratie

Altezza paratia (H): 3,0 [m]

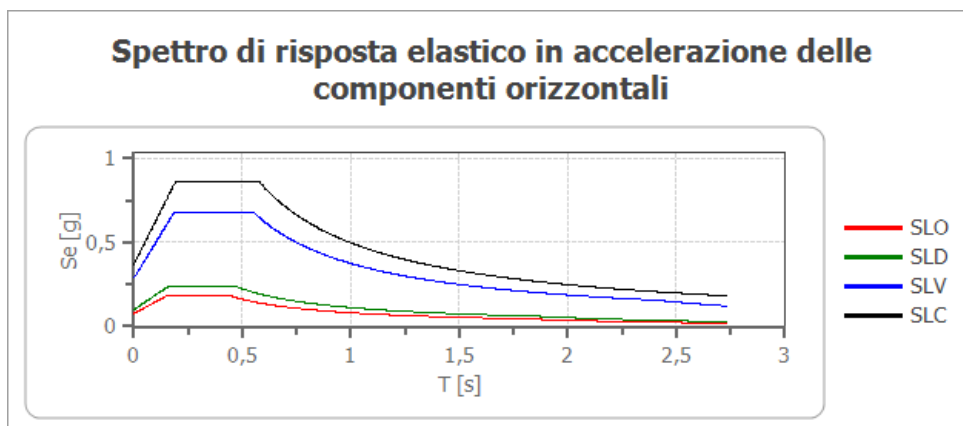
Spostamento ammissibile us: 0,015 [m]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,049	0,065	0,188	0,241
kv	--	--	--	--
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,745	0,981	2,834	3,630
Beta	0,650	0,650	0,650	0,650

### Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,015	0,020	0,081	0,104
kv	0,008	0,010	0,040	0,052
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,745	0,981	2,834	3,630
Beta	0,200	0,200	0,280	0,280

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

	cu	ag	FO	Tc*	Ss	Cc	St	S	$\eta$	TB	TC	TD	Se(0)	Se(TB)
		[g]	[-]	[s]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[s]	[s]	[s]	[g]	[g]
SLO	1,0	0,051	2,382	0,279	1,500	1,600	1,000	1,500	1,000	0,149	0,447	1,803	0,076	0,181
SLD	1,0	0,067	2,369	0,302	1,500	1,560	1,000	1,500	1,000	0,157	0,472	1,867	0,100	0,237
SLV	1,0	0,205	2,337	0,384	1,410	1,440	1,000	1,410	1,000	0,185	0,554	2,420	0,289	0,675
SLC	1,0	0,283	2,328	0,409	1,310	1,410	1,000	1,310	1,000	0,192	0,576	2,730	0,370	0,862

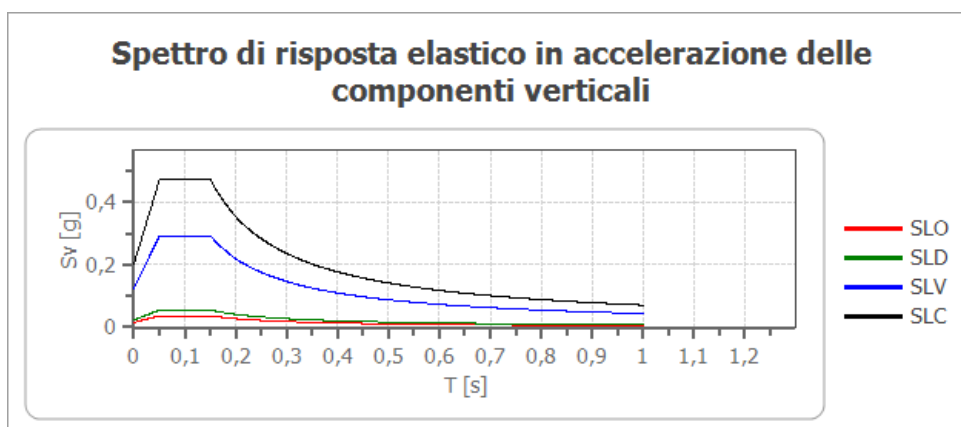
**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali**

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ :

5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ :

1,000



	cu	ag	FO	Tc*	Ss	Cc	St	S	$\eta$	TB	TC	TD	Se(0)	Se(TB)
		[g]	[-]	[s]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[s]	[s]	[s]	[g]	[g]
SLO	1,0	0,051	2,382	0,279	1	1,600	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,015	0,037
SLD	1,0	0,067	2,369	0,302	1	1,560	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,023	0,055
SLV	1,0	0,205	2,337	0,384	1	1,440	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,125	0,293
SLC	1,0	0,283	2,328	0,409	1	1,410	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,203	0,472

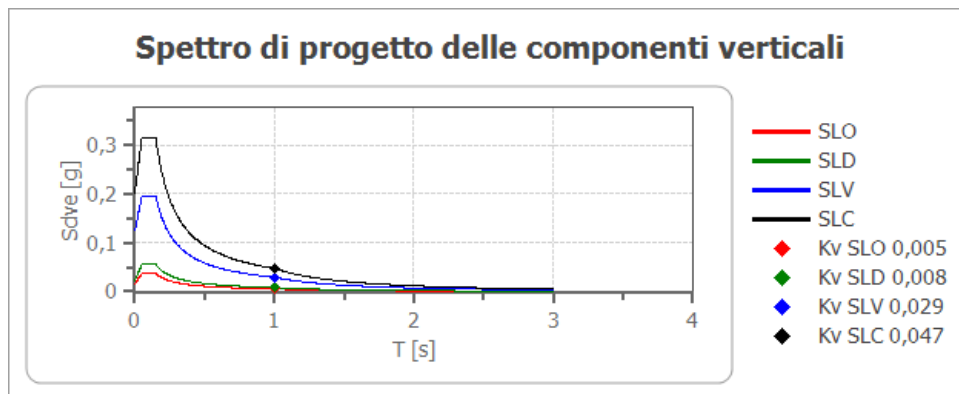
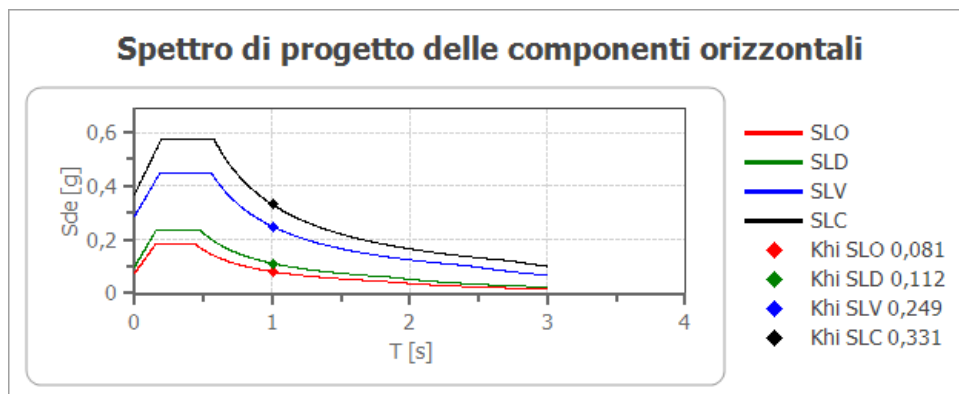
## Spettro di progetto

Fattore di struttura spettro orizzontale  $q$ : 1,50

Fattore di struttura spettro verticale  $q$ : 1,50

Periodo fondamentale  $T$ : 1,00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
$k_{hi} = S_{de}(T)$ Orizzontale [g]	0,081	0,112	0,249	0,331
$k_{v} = S_{dve}(T)$ Verticale [g]	0,005	0,008	0,029	0,047



**CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE NTC 2008**

	cu	ag [g]	FO [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(TB) [g]
SLO orizzontale	1,0	0,051	2,382	0,279	1,500	1,600	1,000	1,500	1,000	0,149	0,447	1,803	0,076	0,181
SLO verticale	1,0	0,051	2,382	0,279	1,500	1,600	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,015	0,037
SLD orizzontale	1,0	0,067	2,369	0,302	1,500	1,560	1,000	1,500	1,000	0,157	0,472	1,867	0,100	0,237
SLD verticale	1,0	0,067	2,369	0,302	1,500	1,560	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,023	0,055
SLV orizzontale	1,0	0,205	2,337	0,384	1,410	1,440	1,000	1,410	1,500	0,185	0,554	2,420	0,289	0,450
SLV verticale	1,0	0,205	2,337	0,384	1,410	1,440	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,125	0,195
SLC orizzontale	1,0	0,283	2,328	0,409	1,310	1,410	1,000	1,310	1,500	0,192	0,576	2,730	0,370	0,575
SLC verticale	1,0	0,283	2,328	0,409	1,310	1,410	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,203	0,315

**NOTE CONCLUSIVE .**

Alla luce delle indagini e verifiche effettuate e emerso quanto segue :

**14.1.-** Dal punto di vista geologico, l'area in esame fa parte dei terreni del materasso alluvionali del Vallo di Diano, noti nella letteratura scientifica come **"Alluvioni Attuali e Recenti" (Olocene)**.

Trattasi in particolare di una successione stratigrafica caratterizzata, nella parte più superficiale, da una frazione limosa mista a detrito eterogeneo, seguono verso il basso, livelli intercalati e ripetuti di argille, sabbie miste a ghiaietto e ghiaie grosse.

Le argille sono grigio-verdastre, talora nere e carboniose con frustoli vegetali, raramente sono presenti frammenti torbosi e di lignite.

Per quanto concerne la tollerabilità idrogeologica, la zona di intervento, fa parte del complesso litologico argillo-sabbioso (Olocene), costituito da depositi fluvio-lacustri caratterizzati dalla presenza, come già illustrato, di argille, limi sabbie e subordinatamente da ghiaie, che rivelano, nel complesso, un basso grado di permeabilità per porosità variabile in rapporto alla granulometria dei depositi, sia in senso orizzontale che verticale. Pertanto la realizzazione dell'opera in progetto, non altera le risorse idriche della zona, sia per la limitata superficie di intervento che per la costituzione litologica dei terreni affioranti.

Per quel che concerne il bilancio idrico sotterraneo (prime falde) nell'area di progetto e in quelle circostanti, non si prevede nessuna modificazione, sia per la vastità del bacino imbrifero, sia perché la ricarica dell'acquifero avviene lateralmente in attiguità delle formazioni carbonatiche dei monti del Cilento (Massiccio del Cervati).

**14.2.-** in ottemperanza alle **NTC (D. M. 14.01.2008)**, è stato ricostruito un **modello geologico generale preliminare**, ai fini dell'inquadramento dei problemi geotecnici e per la definizione del programma inerente le indagini geotecniche da espletare;

inoltre, sono state evidenziate le condizioni stratigrafiche, la caratterizzazione fisica e meccanica dei terreni nel volume significativo complessivi.

Resta inteso, comunque, che ai fini della realizzazione dell'opera in progetto, nell'area di sedime, dovranno essere realizzate puntuali indagini geognostiche e sismiche ai fini della individuazione puntuale dei terreni affioranti in successione stratigrafica e dei parametri geomeccanici significativi da utilizzare ai fini geotecnici;

**14.3.-** dal punto di vista sismico, sulla base del G.R. n° 5447 del 07/11/2002, il territorio Comunale di Sant'Arzenio (SA), *risulta inserito* nella II Categoria **(S9) Zona 2**.

Il valore della Velocità Equivalente Vs30 di riferimento preliminare ottenuto dalle indagini sismiche prese come riferimento **(da verificare in modo puntuale attraverso indagini dirette)**, secondo le direttive delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, associa il sito alla seguente categoria prevalente di suolo di fondazione:

**C "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s".**

**14.4.-** il Piano Stralcio per la Tutela del Rischio Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Interregionale del Sele, evidenzia, nel caso specifico, quanto segue (Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Interregionale del fiume Sele delibera del Consiglio Istituzionale **n°20 del 18 Settembre 2012** e pubblicato sulla Gazzetta ufficiale del **22/10/2012** rivisitazione del piano stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino idrografico del fiume Sele, che è entrata in vigore dal giorno successivo alla pubblicazione della Delibera di adozione del P.A.I., avvenuta sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana **del 22/10/2012 e succ. Delibera di Comitato Istituzionale n. 31 del 21.06.2013 è stato approvato il testo revisionato della "Normativa di Attuazione relativa al bacino idrografico del Fiume Sele", che modifica e sostituisce la vigente normativa di Piano di cui alla delibera di Comitato Istituzionale n. 20/2012).**

**Inoltre,** il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Regionale Campania Sud ed Interregionale per il bacino idrografico del fiume Sele, ai sensi della vigente normativa in materia, ha adottato, in via definitiva, con deliberazione n. 22 del 2 agosto 2016, il Testo Unico coordinato recante: **"Norme di Attuazione dei PSAI per il territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Regionale Campania Sud ed Interregionale per il bacino idrografico del fiume Sele", che sostituisce i testi delle "Norme di Attuazione" allegare ai vigenti PSAI.**

In esecuzione della citata deliberazione n. 22/2016, il citato Testo Unico contenente le nuove Norme di Attuazione dei PSAI delle **tre ex Autorità di Bacino** viene applicato a tutto il territorio di competenza dell'Autorità di Bacino regionale di Campania Sud ed Interregionale per il bacino idrografico del Sele, ed entra in vigore a far data dalla pubblicazione dell'Avviso di avvenuta adozione nella **G.U.R.I. del 16 agosto 2016.**

L'area oggetto di intervento, è stata come di seguito perimetrata :

- Ⓢ **Pericolosità da Alluvione = Zone di attenzione idraulica: aree inondabili per esondazione dei canali di bonifica.**
- Ⓢ **Aree a Rischio Idraulico = Area con Rischio Idraulico assente .**
- Ⓢ **Pericolosità potenziale da frana (P\_utr5): prospensione all'innesco – transito – invasione per frane da approfondire attraverso uno studio geologico di dettaglio.**
- Ⓢ **Rischio potenziale da frana (Utr\_5 ) : Rischio potenziale gravante su Unità territoriale di riferimento soggette a pericolosità potenziale Putr\_5, da approfondire con uno studio di dettaglio.**

Le aree denominate **(P\_utr5) e (R\_utr5)** vengono disciplinate **dall'articolo 37 del vigente PSAI All. I -** Disciplina delle aree da approfondire **(Putr5/Rutr5) .**

**Zone di attenzione idraulica Art. 3 comm. v: – Aree inondabili per esondazione dei canali di bonifica:**

comprendono le aree allagabili per la insufficiente capacità dei canali di bonifica a regimare le acque meteoriche. **Vengono disciplinate dall'art. 31 comm. 6 (studio di compatibilità idraulica da redigere in ottemperanza all'articolo 50 del vigente PSAI All. G. ).**

**14.5.-** bisogna ottemperare a tutte le normative di legge e vincoli vigenti in materia di tutela ambientale, idrogeologica (**Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n.152 e succ. int. e modifiche**), dei beni culturali e paesaggistici (**D.L. 22.01.2004 n° 42**).

Alla luce di quanto espresso nei capitoli precedenti, fermo restando le indicazioni e prescrizioni rese, a conclusione del presente studio, si riconosce l'idoneità funzionale dell'area

a ricevere l'insediamento progettato, i limiti da noi tracciati sintetizzano il quadro generale del piano sotto i vari aspetti della geologia moderna.

*Tanto in merito all'incarico affidatomi.*

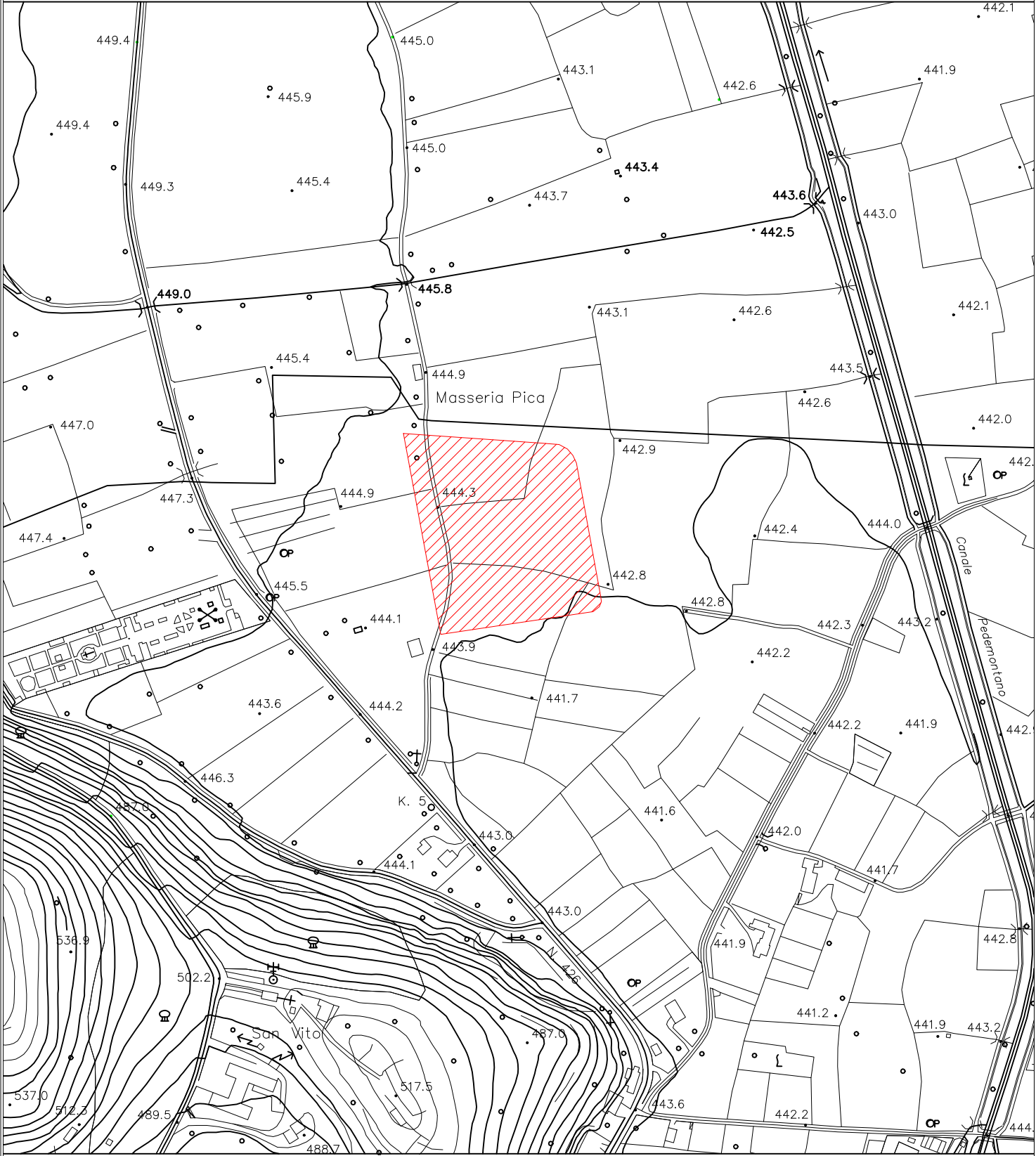
*Sala Consilina (SA), lì Ottobre "2016*

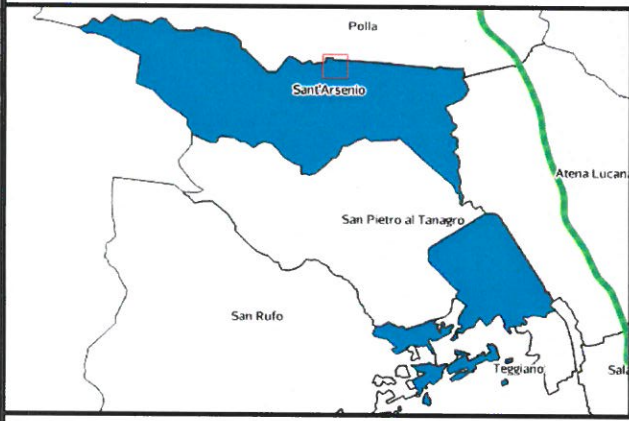
*Il geologo  
dr. Antonio Petroccelli*



# STRALCIO AEROFOTOGRAMMETRICO

(scala 1:5.000)





Scala 1: 2000



### Catasto

-  Fabbricati
-  Particelle
-  Fogli
-  Acque

confine comunale Polla-Sant'arsenio

P  
7375,38 mq

P

P

P  
12109,88 mq

10

4818,88 mq

12

4207,09 mq

14

3541,71mq

9

4301,49 mq

11

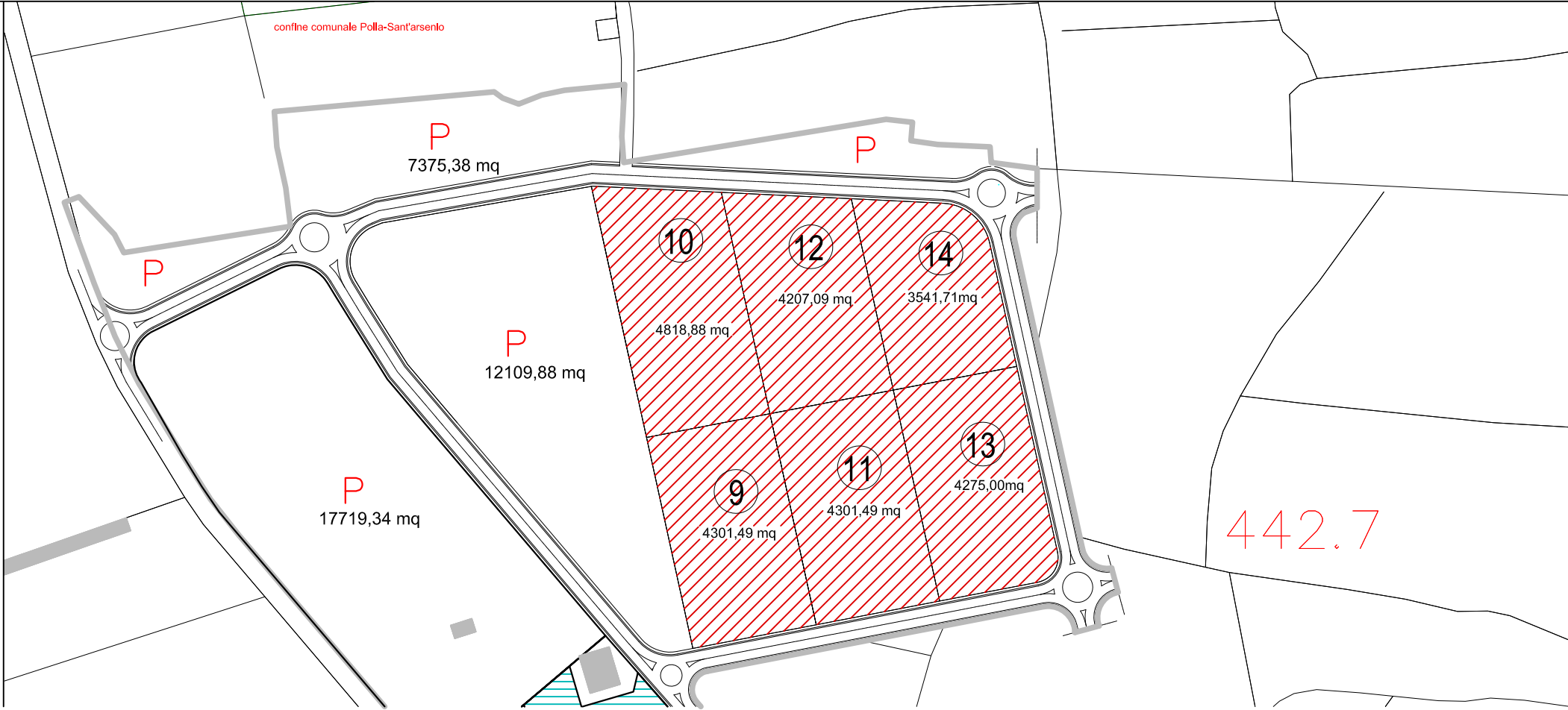
4301,49 mq

13

4275,00mq

P  
17719,34 mq

442.7





# AMPLIAMENTO AREA PIP

REGIONE CAMPANIA  
COMUNE DI SANT'ARSENIO

Salerno

CARTA GEOMORFOLOGICA

Stratigrafia planimetrica redotta all'area in esame delle carte tematiche del P.R.G. vigente nel Comune di Sant'Arsenio (SA)

ALLEGATO  
N° 01/G

Scala  
1:2000



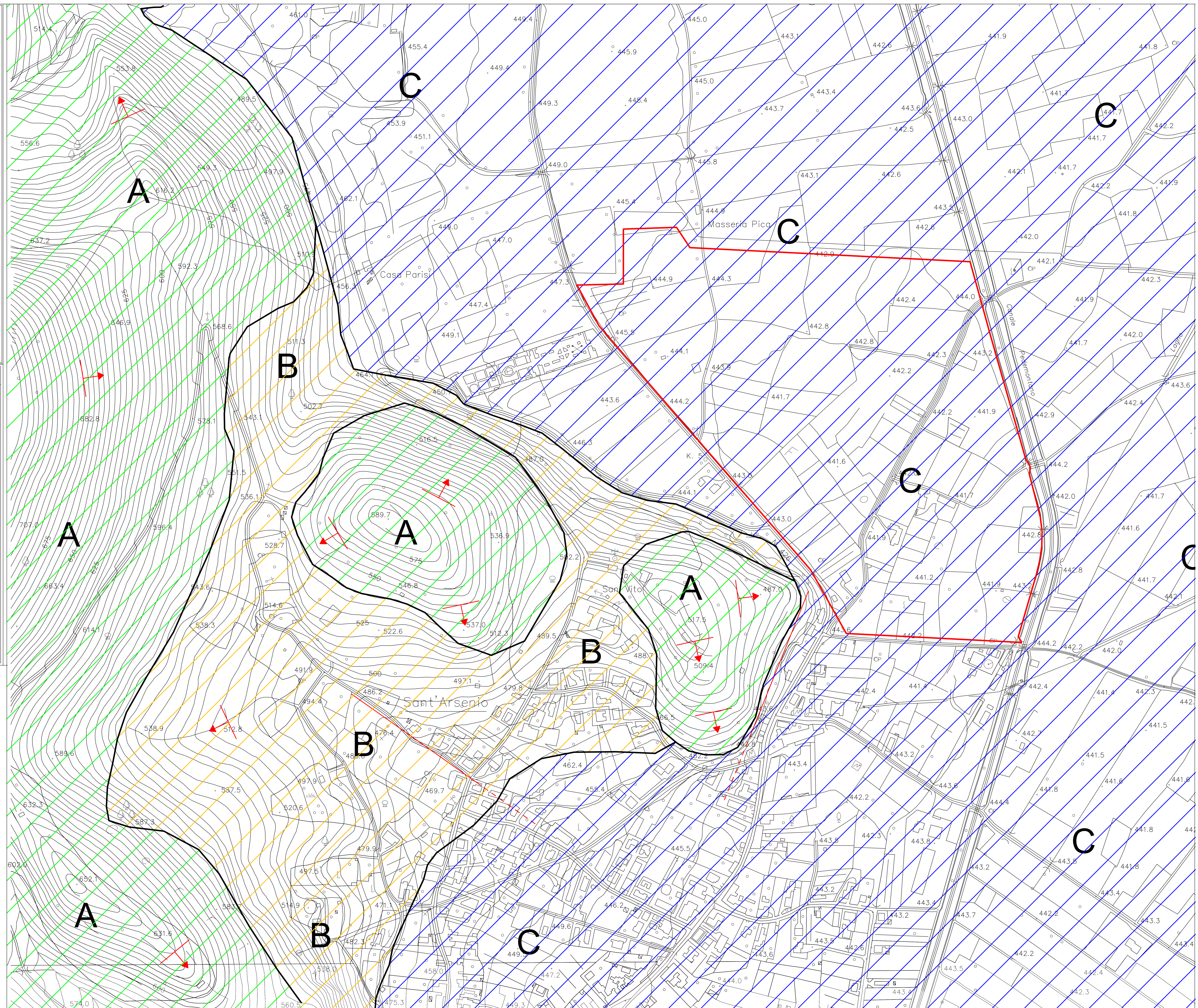
IL TECNICO

Dr. Geologo ANTONIO PETROCCELLI

DATA: LUGLIO 2006

## LEGENDA

- Contatto stratigrafico
- Direzione ed immersione degli strati
- Faglie e loro probabili prolungamenti
- Calcarei grigio-biancastri in strati e banchi associati a calcareniti e calciruditi ben stratificati (Cretacico).
- Detrito di falda sciolto ad elementi calcarei a spigoli vivi ed abbondante frazione argillo-silicea omogenea. Lo spessore è generalmente limitato a qualche metro (Olocene).
- Limi argillosi e sabbiosi bruni con intercalazioni detritico-iottoleose e sabbiose di riempimento lacustre o palustre; limi grigio-verdastri e sabbie chiare calcaree generalmente fini con gusci di organismi lacustri (pleistocene).
- Ubicazione Area P.I.P.





# AMPLIAMENTO AREA PIP

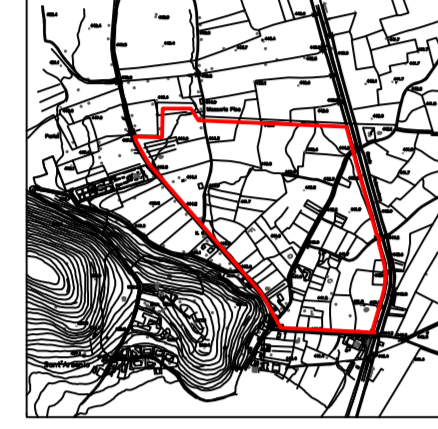
REGIONE CAMPANIA  
COMUNE DI SANT'ARSENIO  
Salerno

CARTA IDROGEOLOGICA

Stratigrafia pluriometrica relativa all'area in esame delle carte tematiche del P.R.G. vigente nel Comune di Sant'Arzenio (SA)

ALLEGATO  
N° 01/I

Scala  
1:2000



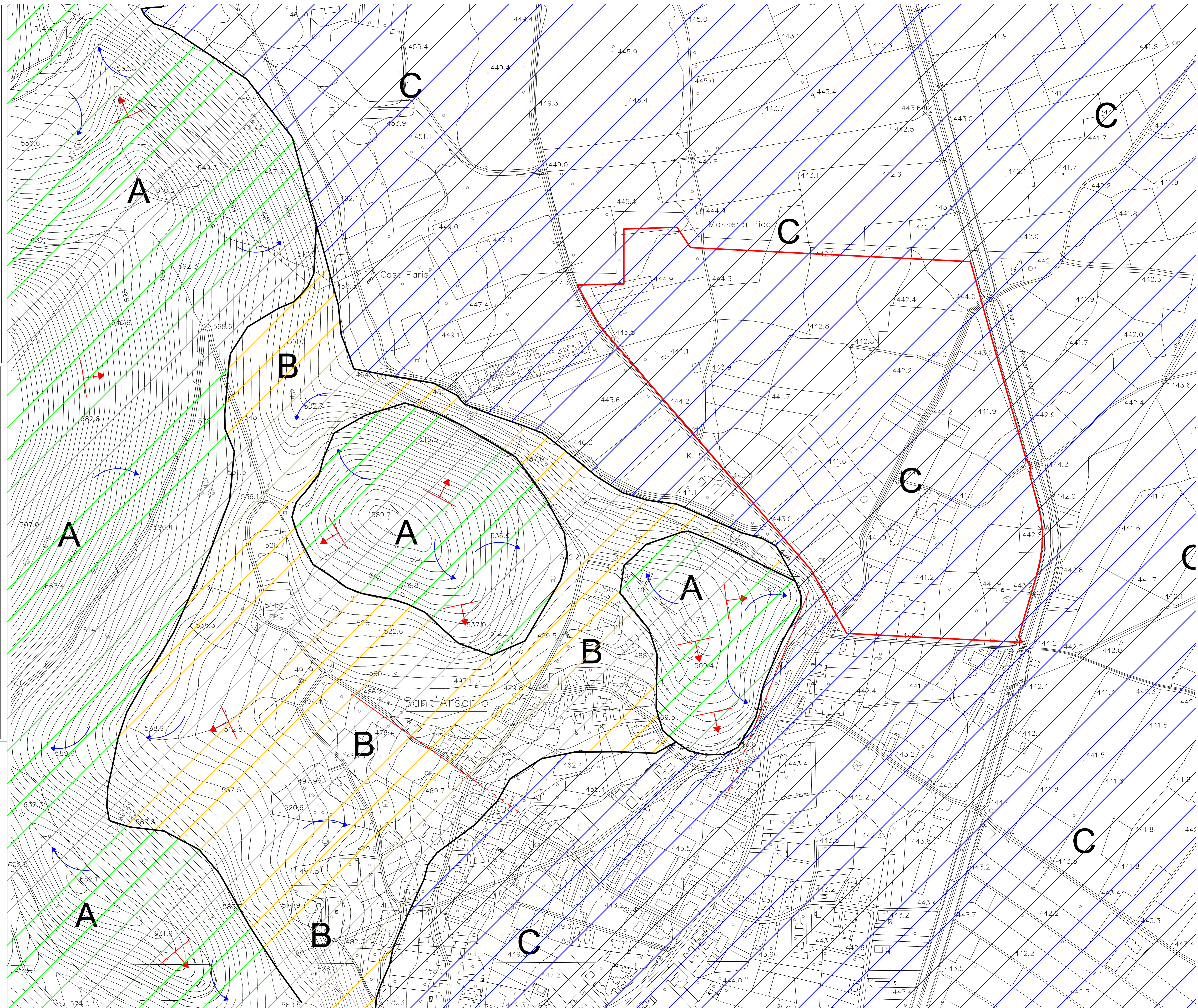
IL TECNICO

Dr. Geologo ANTONIO PETROCCELLI

DATA: LUGLIO 2006

## LEGENDA

- Contatto stratigrafico
- Direzione di flusso
- Sorgenti
- Direzione ed immersione degli strati
- Faglie e loro probabili prolungamenti
- Conoidi detritiche eterogranulari, attive solo in eventi di piena e per lo più artificialmente stabilizzate.
- Calcarei grigio-biancastri in strati e banchi associati a calcareniti e calciruditi ben stratificati. Unità acquifera di elevato spessore (centinaia di metri) con fenomeni carsici (gogei e superficiali). Elevata permeabilità per intensa tettonizzazione (possibilità di locale tamponamento ad opera di materiale piroclastico).
- Detrito di falda sciolto ad elementi calcarei a sgrigli vivi ed abbondante frazione argillo-limosa; lo spessore è di alcuni metri. Alta permeabilità.
- Limi argillosi e sabbiosi bruni con intercalazioni detritico-ciottolose e sabbiose di riempimento lacustre o palustre. ("Complesso alluvionale e lacustre recente"). Permeabilità variabile con la granulometria.
- Ubicazione Area P.I.P.





# AMPLIAMENTO AREA PIP

REGIONE CAMPANIA  
COMUNE DI SANT'ARSENIO

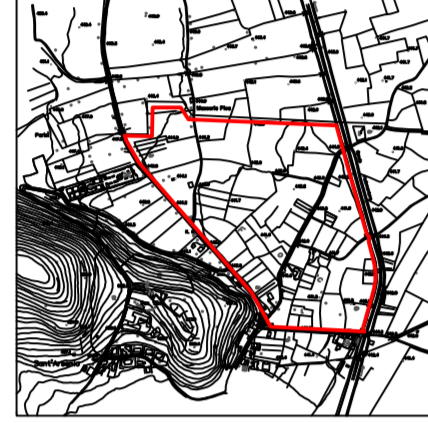
Salerno

CARTA DELLA STABILITA'

Stralcio planimetrico relativo all'area in esame delle carte tematiche del P.S.G. vigente nel Comune di Sant'Arsenio (SA)

ALLEGATO  
N° 01/H

Scala  
1:2000



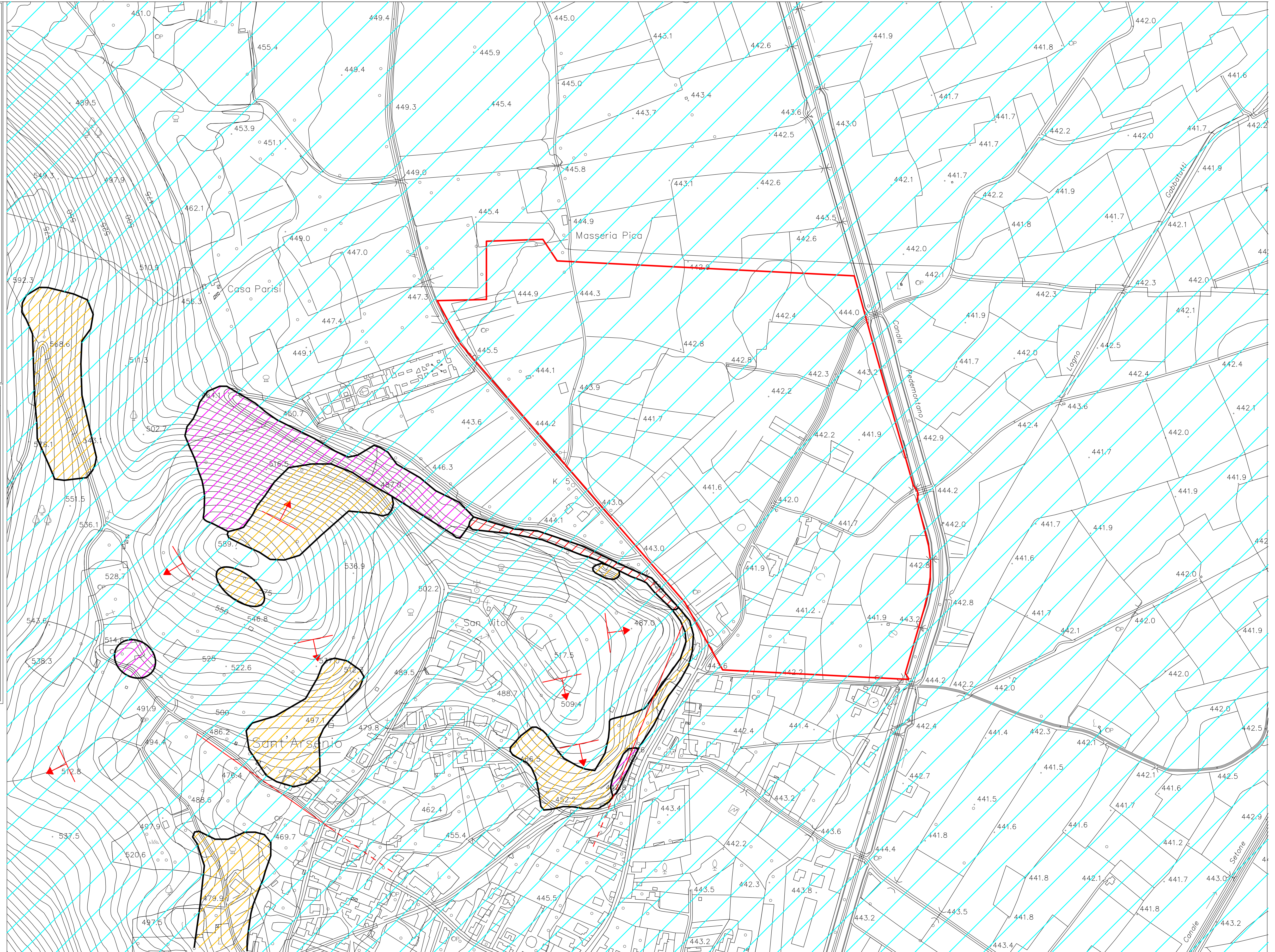
IL TECNICO

Dr. Geologo ANTONIO PETROCCELLI

DATA: LUGLIO 2006

## LEGENDA

- Direzione ed immersione degli strati
- Faglie e loro probabili prolungamenti
- Aree stabili
- Aree ad instabilità bassa
- Aree ad instabilità media
- Aree ad instabilità elevata
- Aree con evidenti fenomeni carsici superficiali
- Ubicazione Area P.I.P.





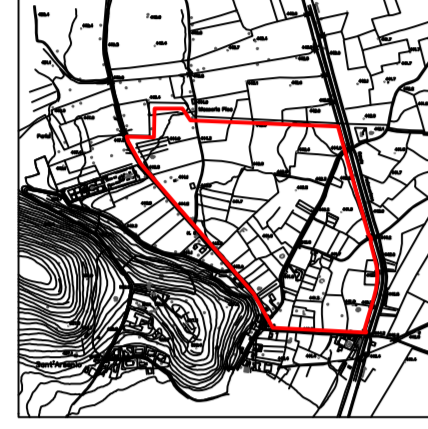
# AMPLIAMENTO AREA PIP

REGIONE CAMPANIA  
COMUNE DI SANT'ARSENIO  
Salerno

CARTA DELLA ZONIZZAZIONE SISMICA

ALLEGATO  
N° 01/L

Scala  
1:2000



IL TECNICO

Dr. Geologo ANTONIO PETROCCELLI

DATA: LUGLIO 2006

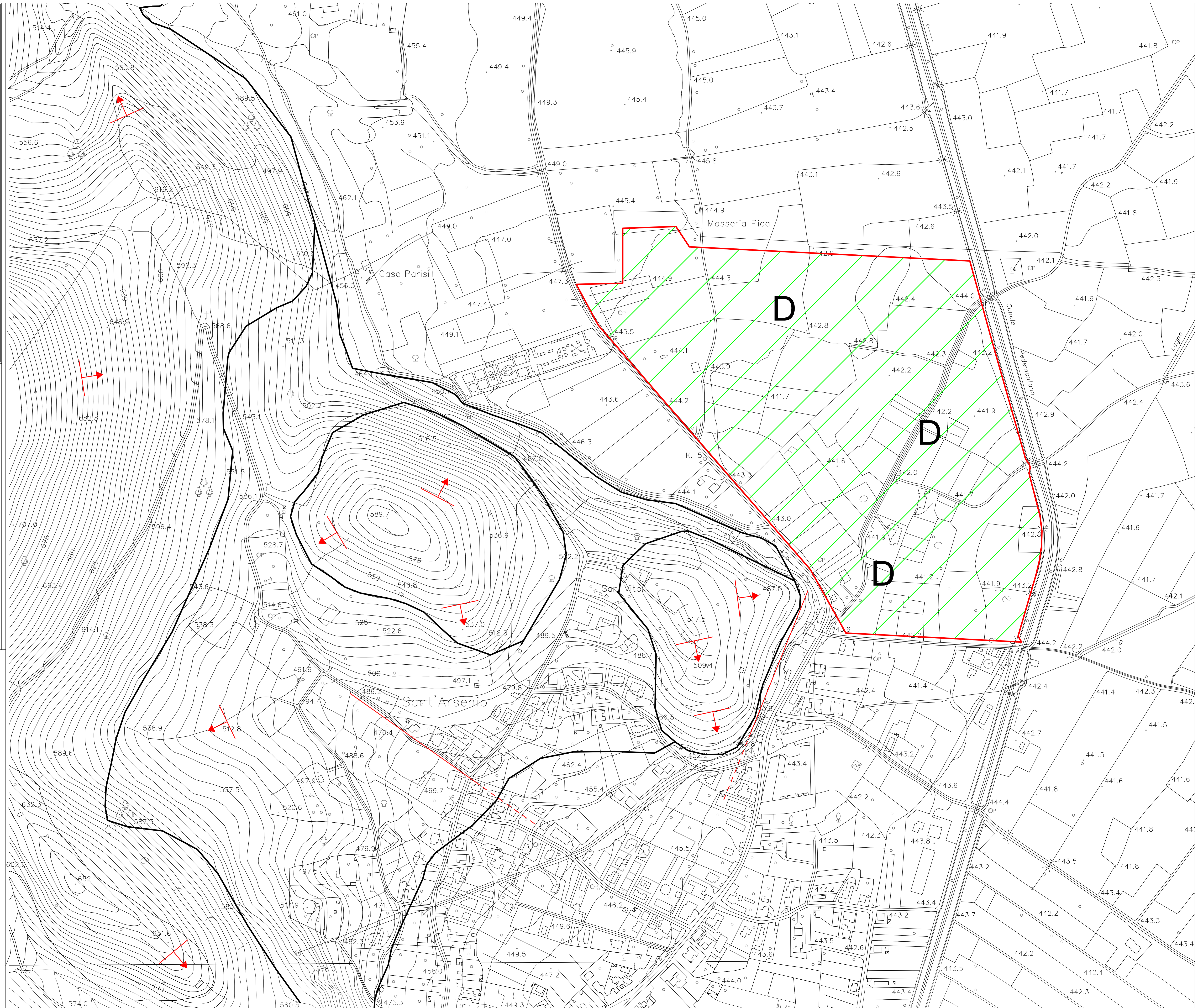
## LEGENDA

- Contatto stratigrafico
- Direzione ed immersione degli strati
- Faglie e loro probabili prolungamenti

Categoria di suolo ( O.P.C.M. 3274/2003 )



TIPO "D"





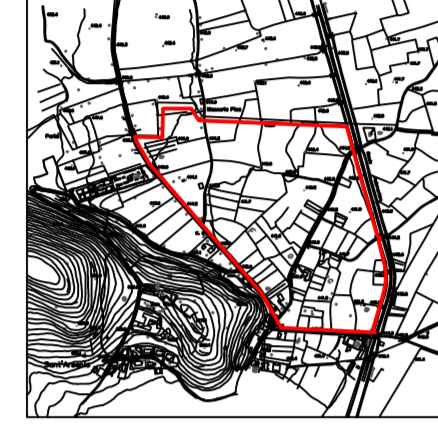
# AMPLIAMENTO AREA PIP

REGIONE CAMPANIA  
COMUNE DI SANT'ARSENIO  
Salerno

CARTA UBICAZIONI INDAGINI

ALLEGATO  
N° 01/M

Scala  
1:2000



IL TECNICO

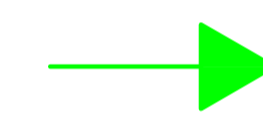
Dr. Geologo ANTONIO PETROCCELLI

DATA: LUGLIO 2006

## LEGGENDA



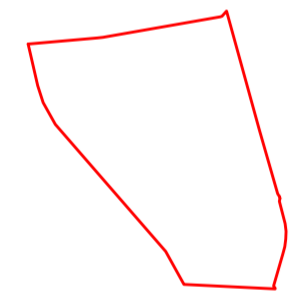
SONDAGGIO GEOGNOSTICO CON  
SISMICA IN FORO  
(MET. DOWN-HOLE)



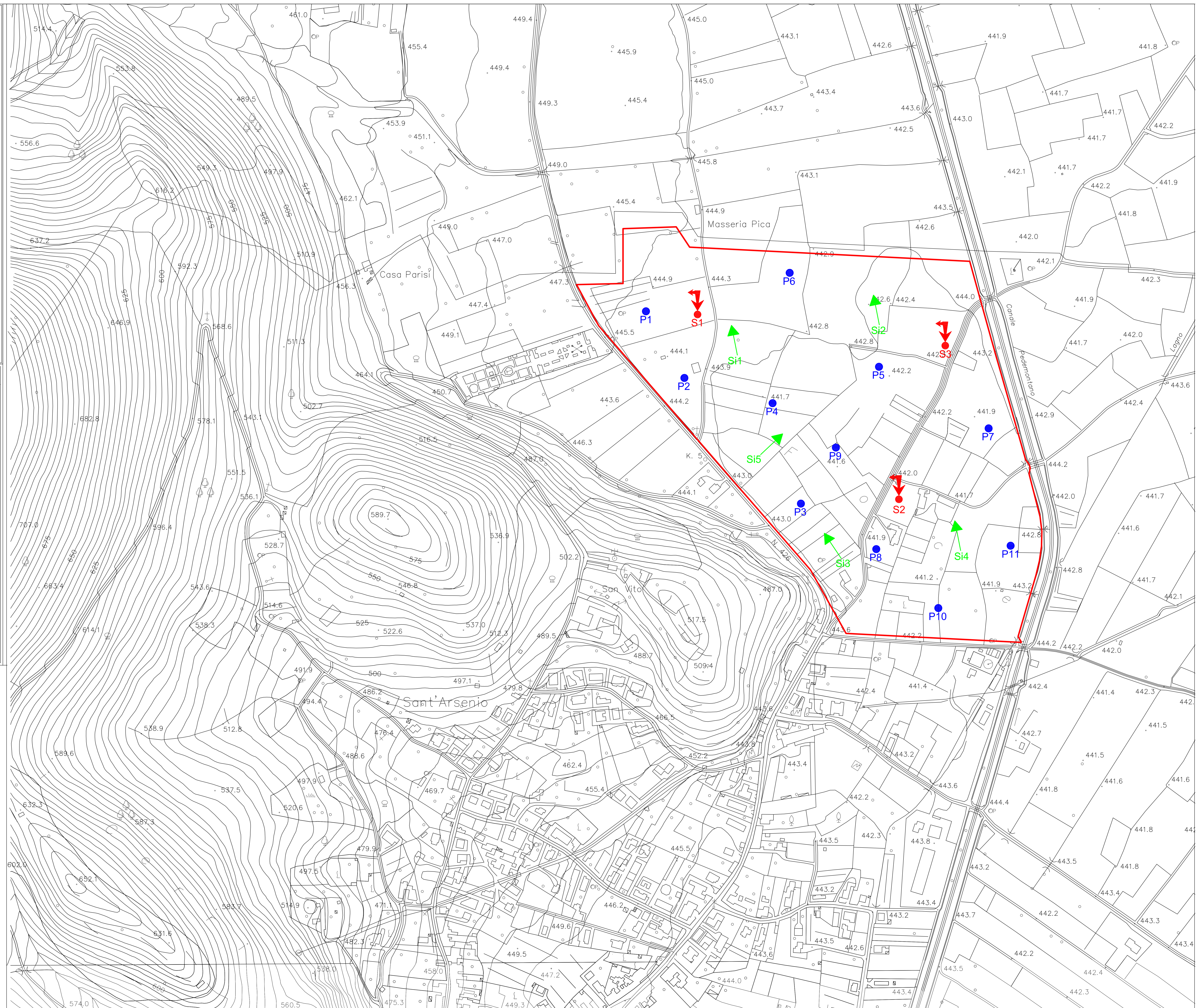
SISMICA DI SUPERFICIE  
(MET. A RIFRAZIONE)



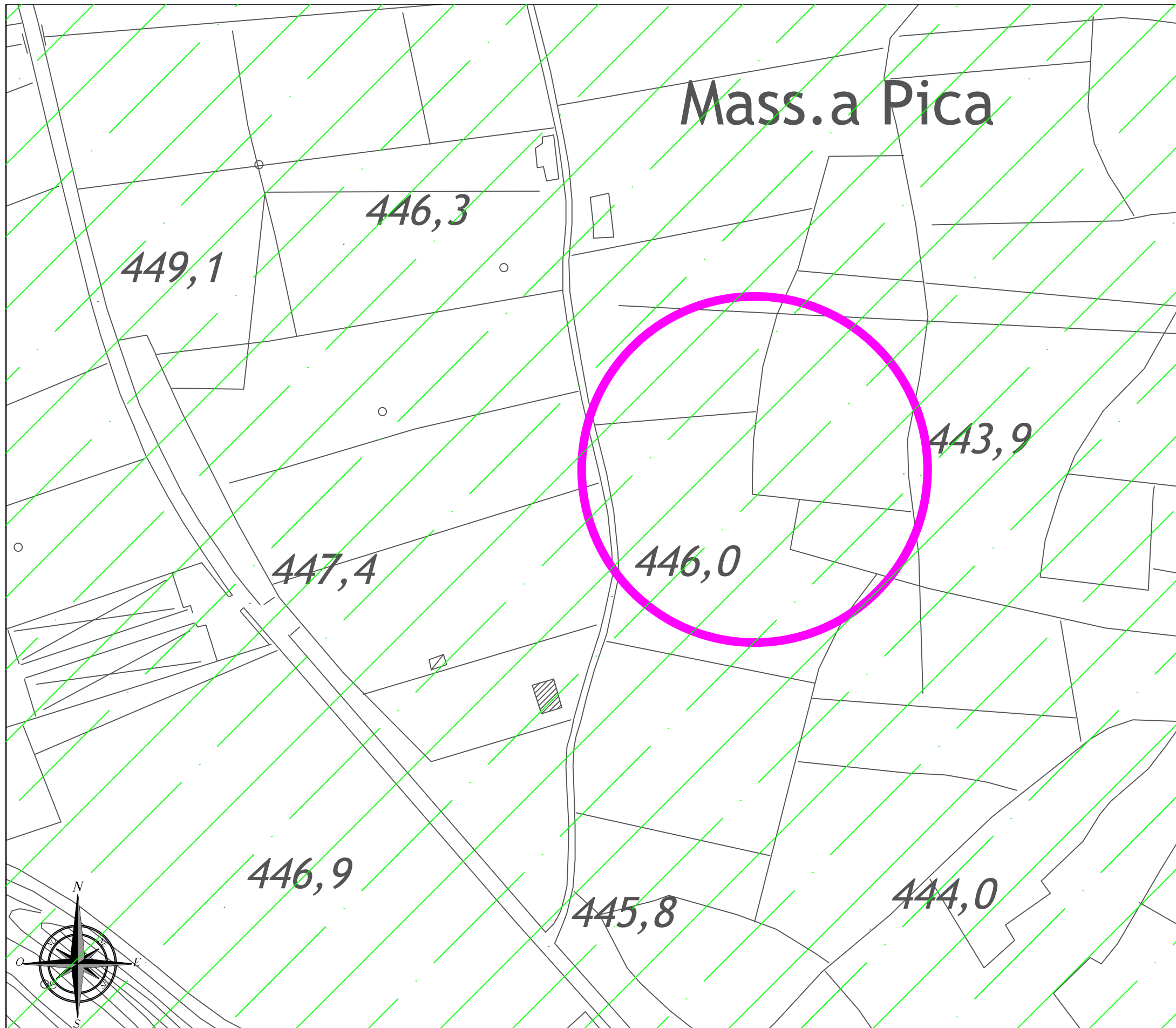
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
CON STRUMENTO  
(DL030)




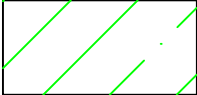
UBICAZIONE AREA P.I.P.







COMUNE DI SAN'ARSENIO (SA)  
CARTA GEOLITOLOGICA TAV. 01  
scala 1:2.000

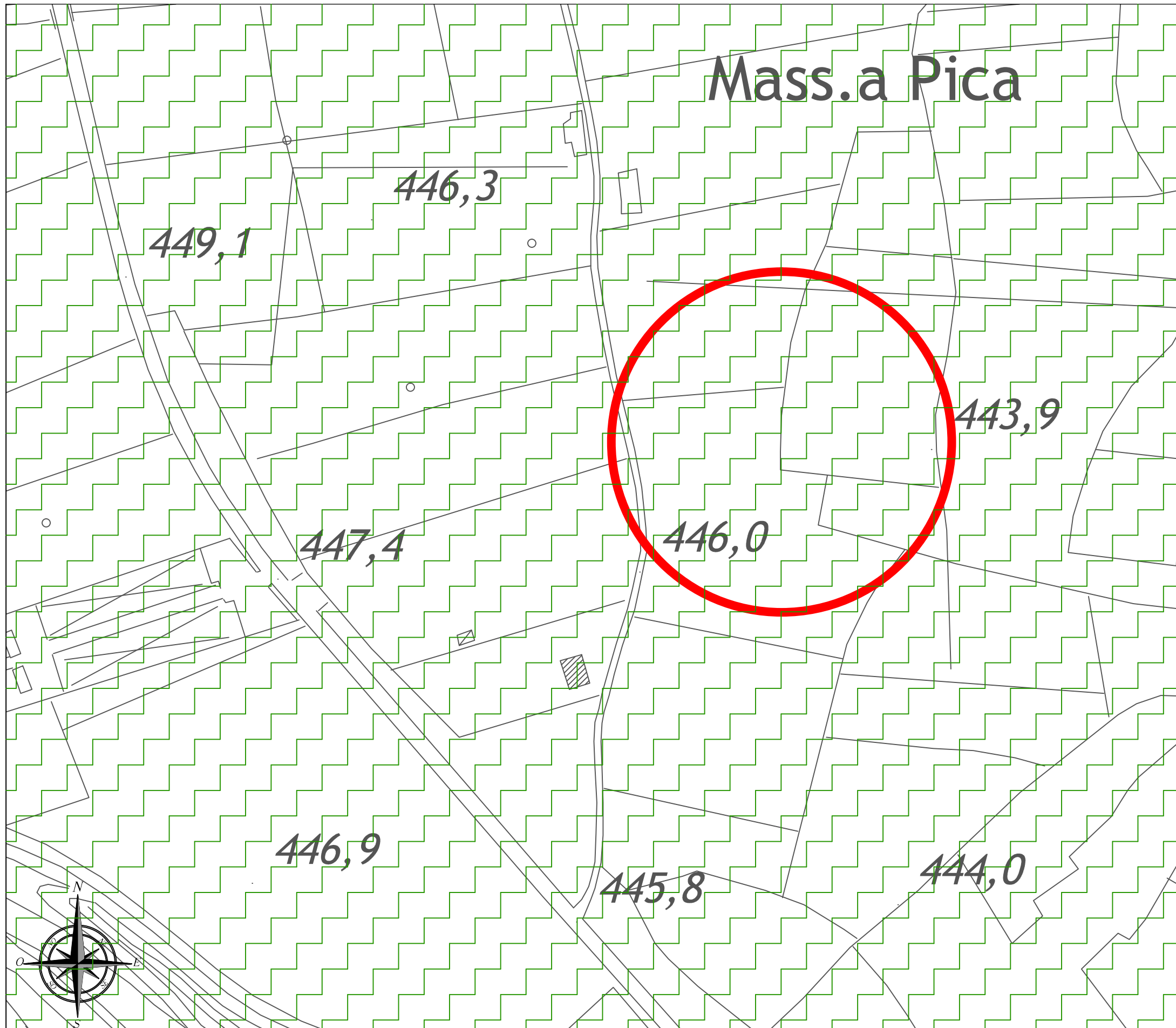
-  AREA DI STUDIO
-  *b* - Deposito alluvionale (Olocene attuale)

AUTORITA' DI BACINO  
CAMPANIA SUD - INTERREGIONALE SELE

Data: Ottobre 2016

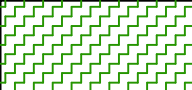
**GEOLOGIA APPLICATA  
ALL'INGEGNERIA  
ED ALL'AMBIENTE**

Il geologo  
dott. Antonio Petroccelli



**COMUNE DI SANT'ARSENIO (SA)**  
**CARTA DISTRETTI LITOLOGICI TAV. 02**  
*scala 1:2.000*

 AREA DI STUDIO

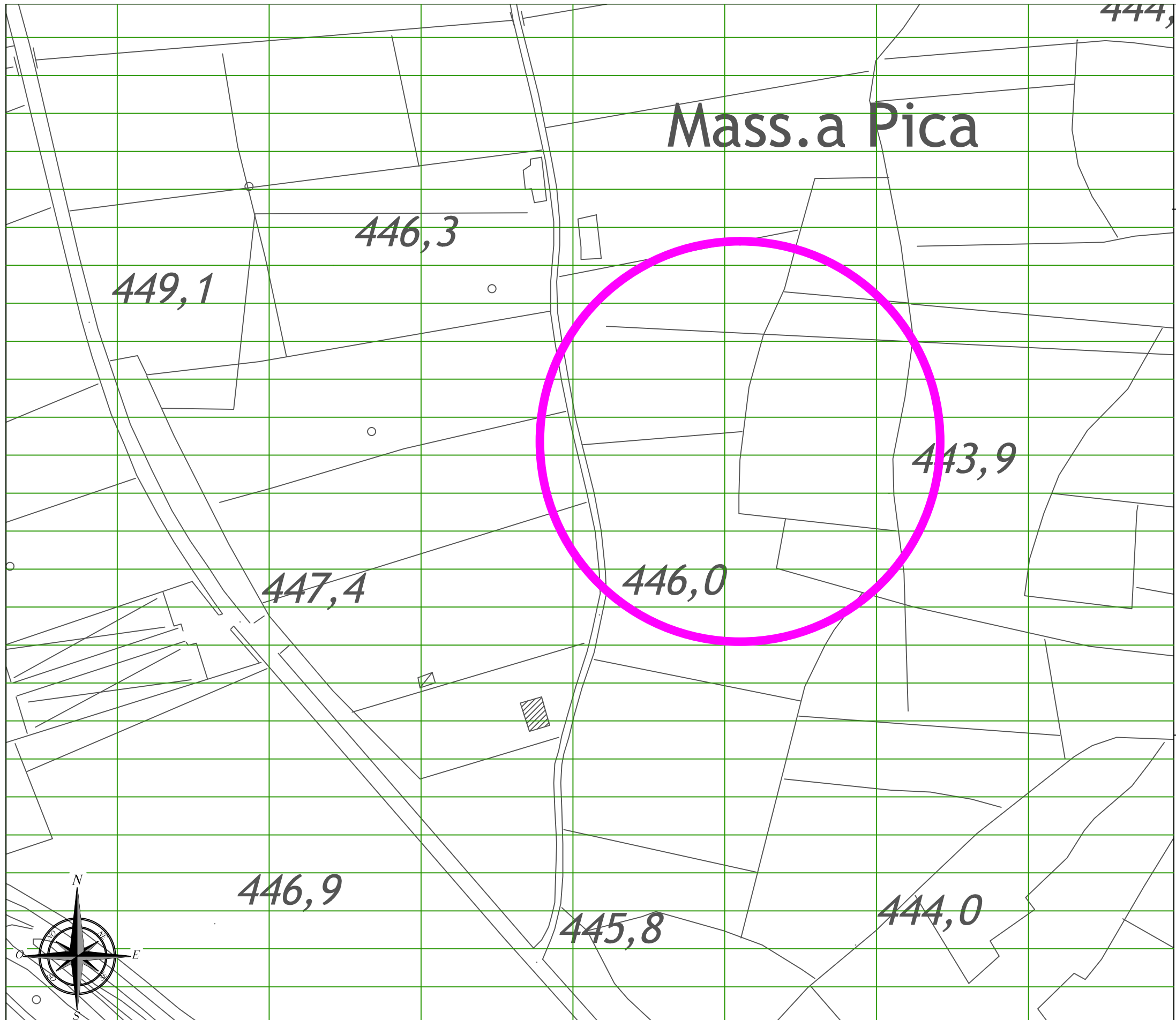
 1. - Unità quaternarie di copertura (b)

**AUTORITA' DI BACINO  
CAMPANIA SUD- INTERREGIONALE SELE**


*Data: Ottobre 2016*

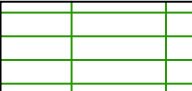
**GEOLOGIA APPLICATA  
ALL'INGEGNERIA  
ED ALL'AMBIENTE**

Il geologo  
*dott. Antonio Petroccelli*



COMUNE DI SANT'ARSENIO (SA)  
CARTA GEOMORFOLOGICA TAV. 03  
scala 1:2.000

 AREA DI STUDIO

 F\_PA - Pianura alluvionale.

AUTORITA' DI BACINO  
Campania Sud - Interregionale Sele

Data: Ottobre 2016

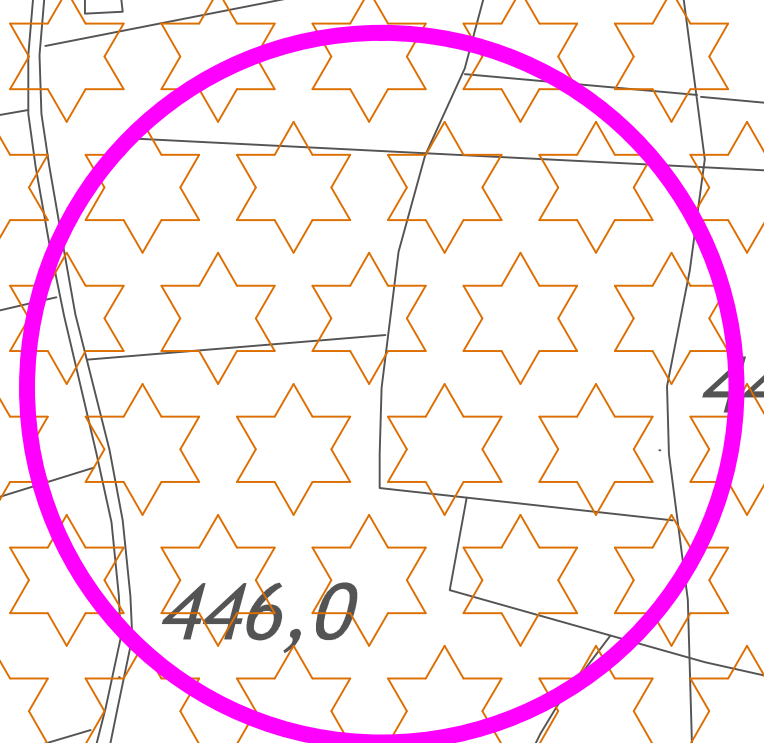
**GEOLOGIA APPLICATA  
ALL'INGEGNERIA  
ED ALL'AMBIENTE**

Il geologo  
dott. Antonio Petroccelli



# Mass.a Pica

COMUNE DI SANT'ARSENIO (SA)  
CARTA AMBITI MORFOLOGICI TAV. 04  
scala 1:2.000



AREA DI STUDIO



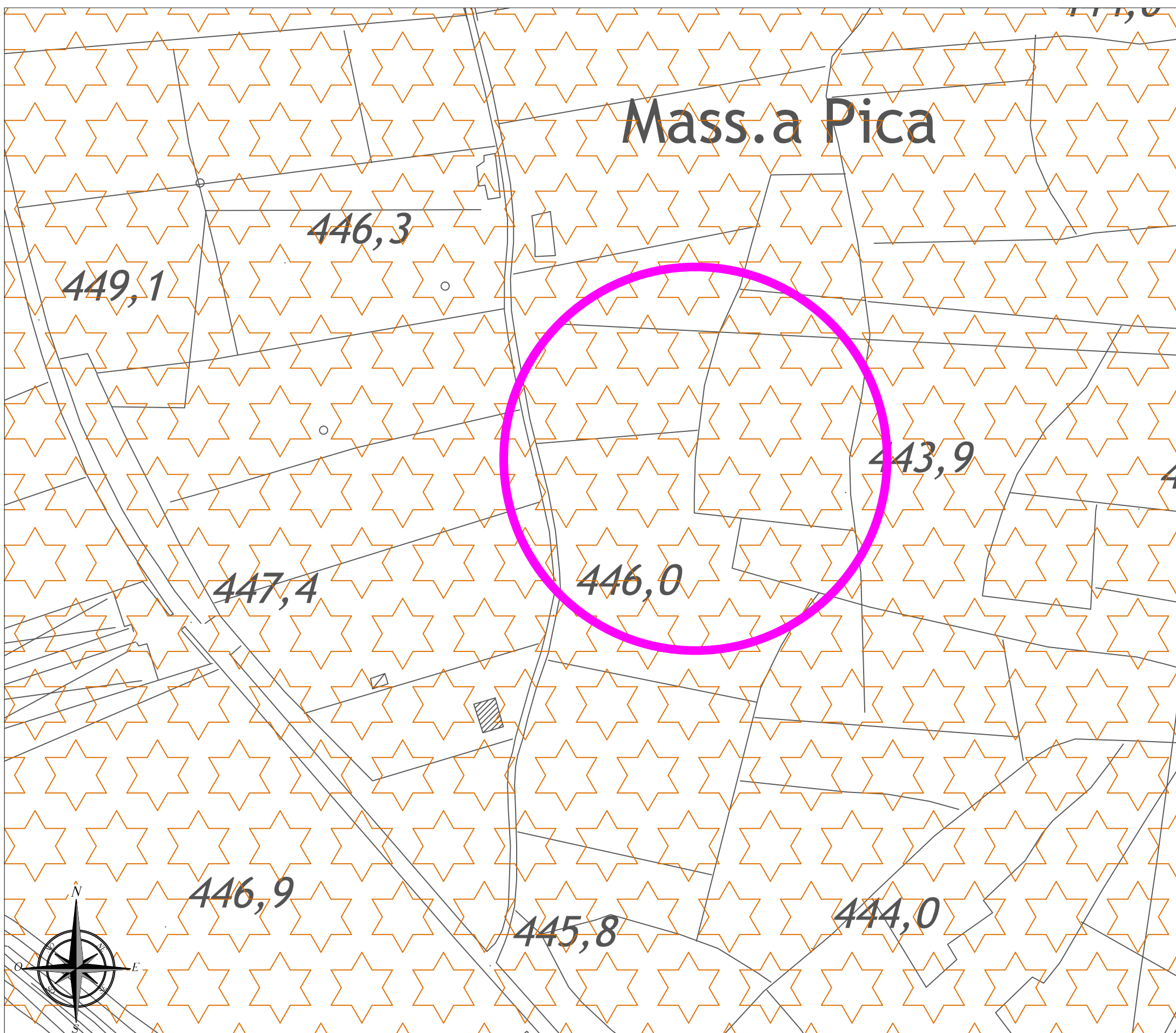
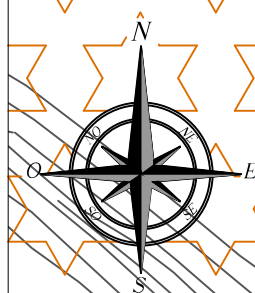
f.- Pianura alluvionale

AUTORITA' DI BACINO  
CAMPANIA SUD-INTERREGIONALE SELE

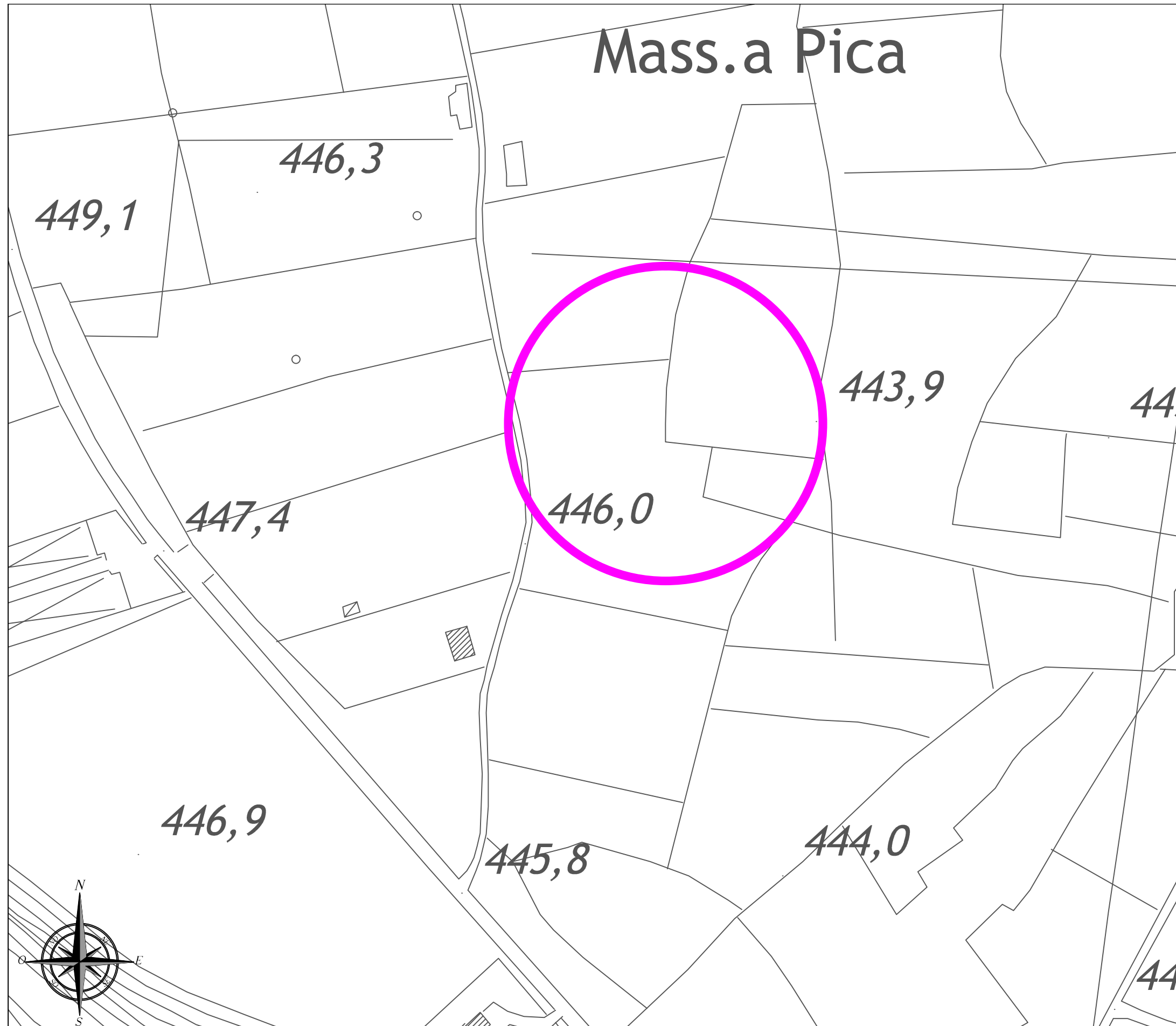
Data: Ottobre 2016

**GEOLOGIA APPLICATA  
ALL'INGEGNERIA  
ED ALL'AMBIENTE**

Il geologo  
dott. Antonio Petroccelli



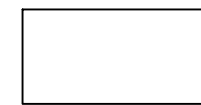
# Mass.a Pica



COMUNE DI SANT'ARSENIO (SA)  
CARTA FENOMENI FRANOSI TAV. 05  
scala 1:2.000



AREA DI STUDIO



Assenza di dissesti

Carta ABI Sele ridisegnata

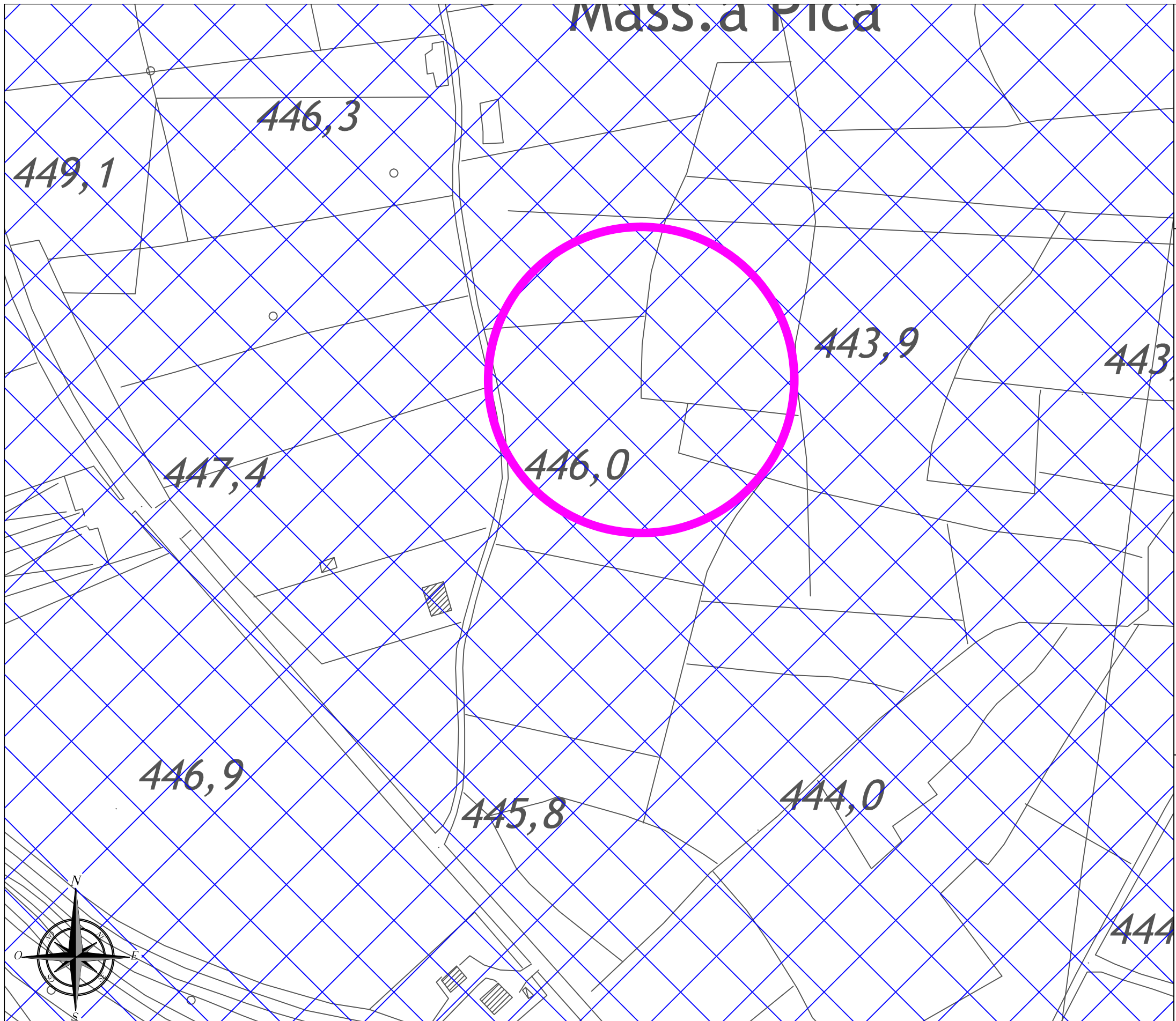
AUTORITA' DI BACINO  
CAMPANIA SUD - INTERREGIONALE SELE

Data: Ottobre 2016

**GEOLOGIA APPLICATA  
ALL'INGEGNERIA  
ED ALL'AMBIENTE**

Il geologo  
dott. Antonio Petroccelli

# Mass. a Pica



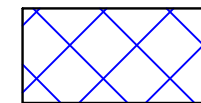
COMUNE DI SANT'ARSENIO (SA)

CARTA DELLE UTR TAV. 06

scala 1:2.000



AREA DI STUDIO



f1. - Pianura alluvionale su unità quaternarie di copertura costituite da depositi prevalentemente sciolti

AUTORITA' DI BACINO  
CAMPANIA SUD - INTERREGIONALE SELE

Data: Ottobre 2016

**GEOLOGIA APPLICATA  
ALL'INGEGNERIA  
ED ALL'AMBIENTE**

Il geologo  
dott. Antonio Petroccelli





SS426

Strada Statale 426

Via Vicinale Pozzo Caprini  
Via S. Vito

Via Vicinale Pozzo Caprini  
Tecno Mania Store

SS426

SS426

Via Alfonso Gatto