

REGIONE PIEMONTE  
PROVINCIA DI TORINO

# COMUNE DI SANT'ANTONINO DI SUSÀ

OGGETTO

## PROGETTO ESECUTIVO

Progetto relativo alla realizzazione di costruzione  
da adibirsi a canile sanitario ed area parco



*Sede legale ed amministrativa:*

**Acsel s.p.a.** - Cap. soc. int. versato € 120.000 - P.IVA 08876820013

10057 SANT'AMBROGIO DI TORINO (TO) Italy - Via delle Chiuse, 21

Tel. +39 011 93 42 978 - Fax +39 011 93 99 213

segreteria@acselspa.it - **www.acselspa.it**

*Impianto di depurazione e canile:*

10090 ROSTA (TO) Italy - Strada comunale di Rivoli, 7

Tel. +39 011 93 42 978 int. 3 - Fax +39 011 95 67 906

FIRMA R.U.P.

FIRMA E TIMBRO  
AMM. DELEGATO DOTT. P. BORBON

INDIRIZZO

Via Susa n. 46

CONTENUTO

## RELAZIONE GEOLOGICA

STUDIO DI PROGETTAZIONE

Ing. Roberto CIMARELLA

Via Almese n. 33B  
10040 Villar Dora - TO  
Tel. 011.9352570

FIRMA E TIMBRO

RIFERIMENTI CATASTALI

NCT fg. 1 N. 492 -180

EMISSIONE:

Novembre 2014

REVISIONE:

SCALA ELABORATI

NUM. ELAB. GRAFICI

TAVOLA

# R13

**REGIONE PIEMONTE**  
**PROVINCIA DI TORINO**

**ACSEL S.p.A.**

Arrivato il

**24 SET 2010**

Prot. N. .... **2199** .....

## COMUNE DI SANT'ANTONINO DI SUSÀ

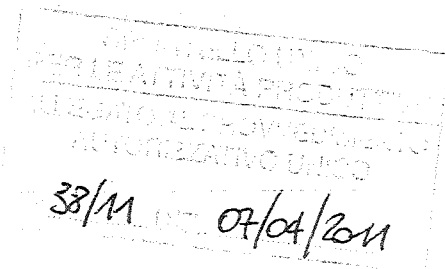
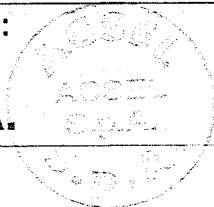
### Realizzazione del canile sanitario – Parco

#### Relazione geologica e geotecnica

Elaborato	Codice	Rev.	Data
G1		0	20/09/2010
		1	
		2	
		3	

Il Committente:

**ACSEL S.p.A.**



**Dott. Geol. Michelangelo DI GIOIA**

Via Pietrino Belli, 65 – Torino tel/fax 011/7495917 cell. 335 5898360

e-mail : [michelangelodigioia@fastwebnet.it](mailto:michelangelodigioia@fastwebnet.it)

## **1. PREMESSA E LOCALIZZAZIONE DELL'AREA**

La presente relazione illustra i risultati di un'analisi puntuale degli aspetti di natura geomorfologica, litostratigrafica, idrogeologica e geotecnica relativi al sito ove è prevista la realizzazione di un canile sanitario, presso il cimitero del Comune di Sant'Antonino di Susa, in adiacenza all'ecocentro esistente. Per le caratteristiche di tale intervento si rimanda all'esame delle tavole progettuali redatte dall'U.T. ACSEL.

Lo studio si è basato sui dati disponibili:

- gli elaborati geologici per il PRGC, redatti dal collega Dott. Geol. R. Nervo,
- alcune indagini eseguite nelle vicinanze (gentilmente fornite dall'ufficio sismico di Pinerolo dell'ARPA Piemonte),
- i dati reperiti nella Banca Dati Geologica della Regione Piemonte,
- le stratigrafie rilevate all'atto del sopralluogo, all'interno di tre pozzetti geognostici appositamente realizzati mediante escavatore.

Il Comune di S. Antonino è ancora attualmente compreso in zona sismica 2. Secondo la D.G.R. 19/01/10 n. 11-1358, che entrerà in vigore nel 2011, il Comune ricade in zona 3s. Si tratta quindi di un territorio particolarmente sensibile all'azione sismica.

Il lavoro è stato realizzato nel rispetto di quanto previsto dalla normativa di legge con particolare riferimento al D.M. 14 gennaio 2008, "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

L'ubicazione dell'area su mappa catastale è visibile in **Fig. 1.1.** mentre in **Fig. 1.2** è visibile l'area su foto aerea recente, tratta dal sito web "Ambiente Italia 3D".

## **2. INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO NEGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE VIGENTI**

Nella carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica, redatta nel dicembre 2005 per il progetto definitivo della variante strutturale di adeguamento al PAI (**Fig. 2.1**) che riporta una zonizzazione del territorio attraverso la quale viene visualizzata la pericolosità geomorfologica intrinseca dei vari settori comunali, e la conseguente idoneità all'utilizzazione urbanistica, il lotto interessato dall'intervento qui trattato è compreso in classe IIIb2.

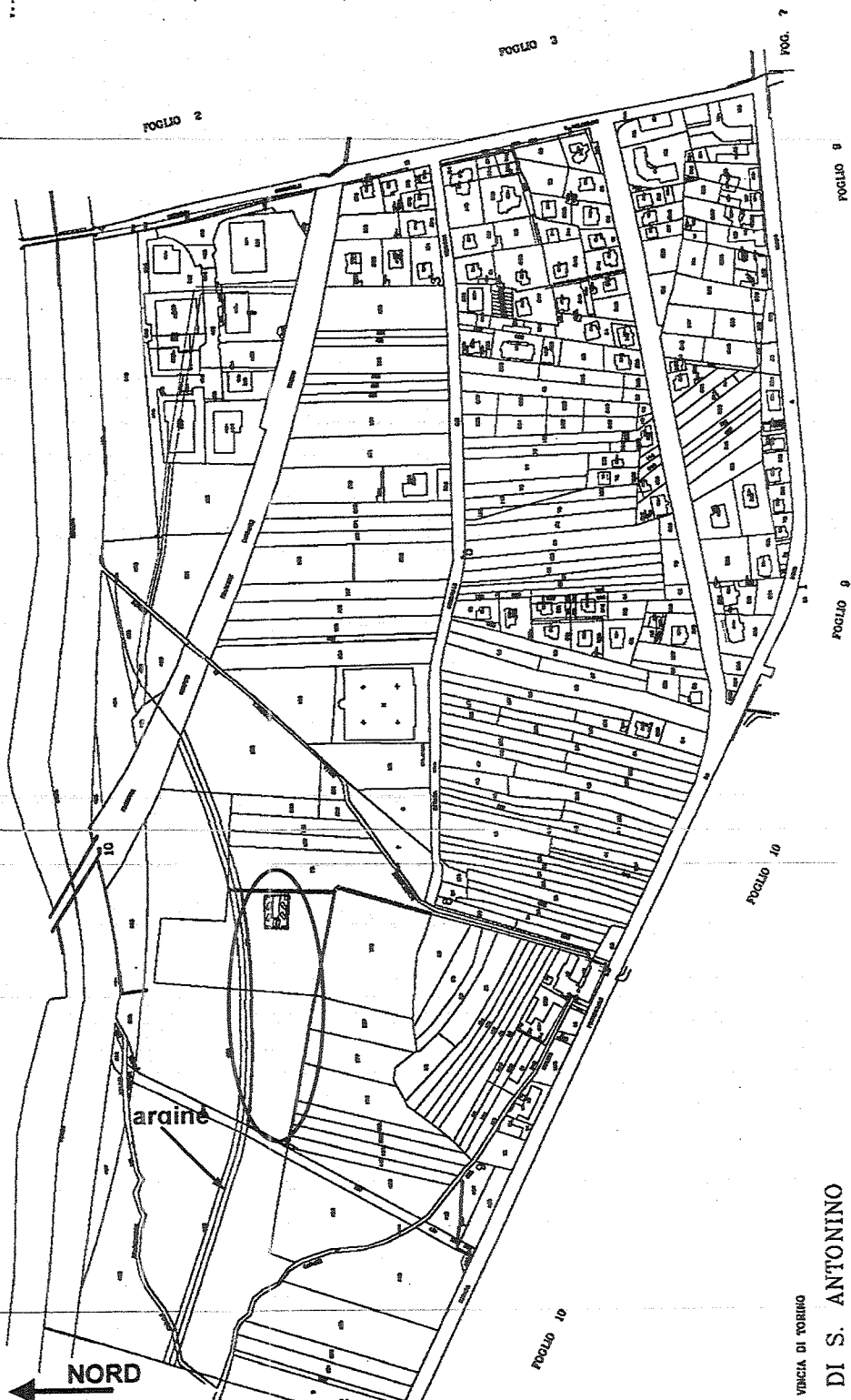
L'avvenuta costruzione dell'argine, il cui andamento è desumibile dalle varie figure (vedi ad esempio **Fig. 1.1**), consente la realizzazione di nuove opere in classe IIIb2, avendo eliminato il rischio di inondazioni dell'area per piene con tempo di ritorno inferiore a 200-300 anni.

OPERA DI S. ANTONINO

COROGRAFIA 1:5.000

COMUNE DI BORZONE

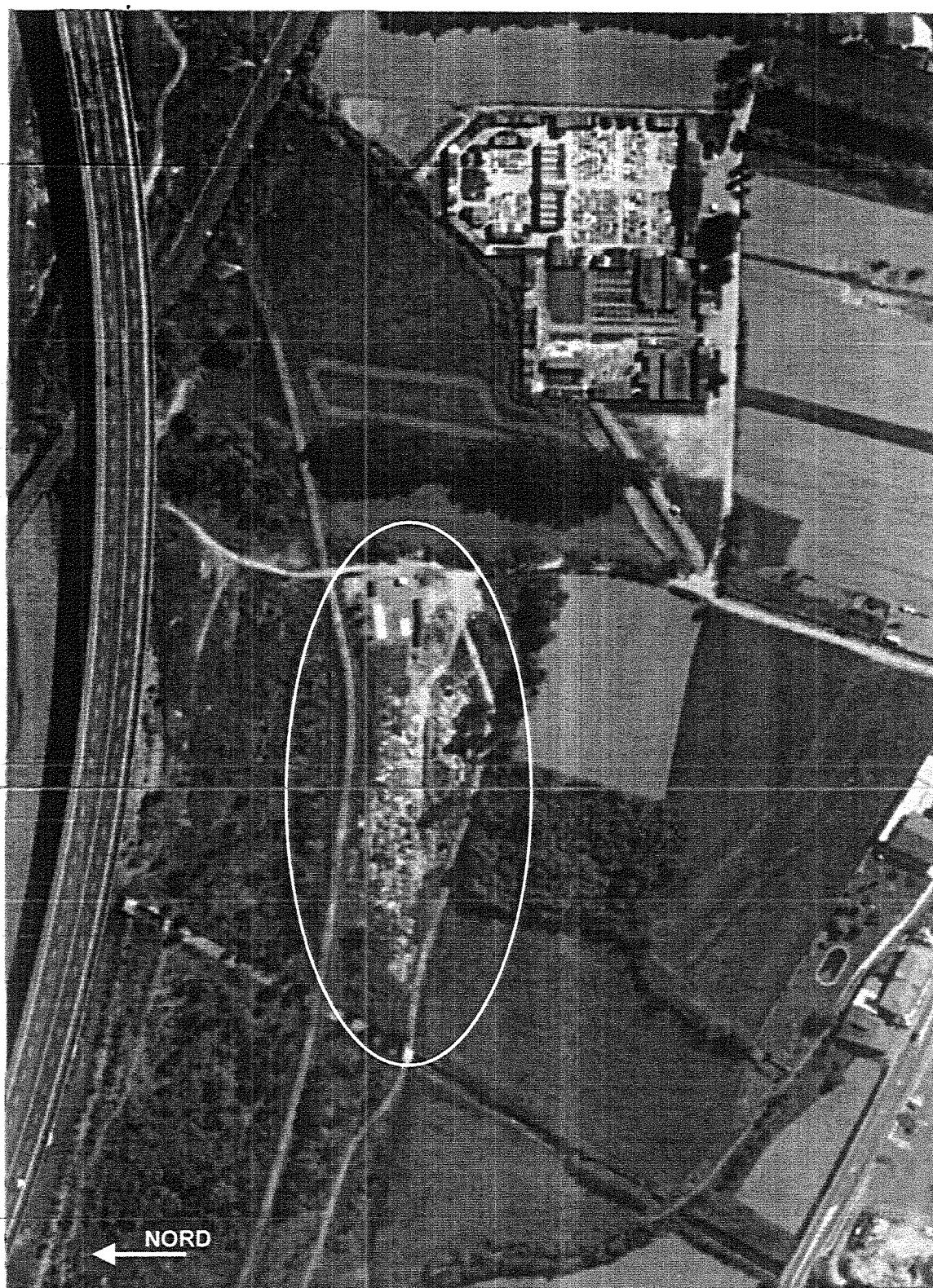
COMUNE DI BORZONE



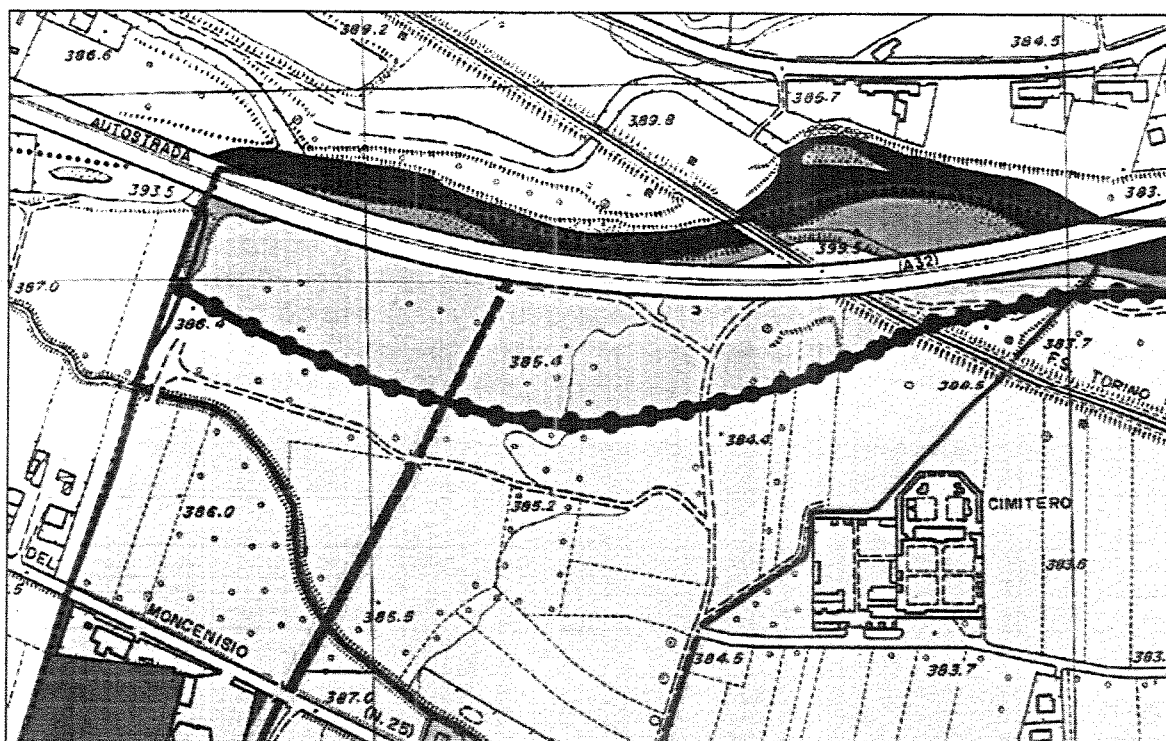
SCALA DI 1:5000

VINCIA DI TORINO  
DI S. ANTONINO  
FOGLIO N. 1

Fig. 1.1 - Localizzazione dell'area su catastale (scala libera)



**Fig. 1.2 - Localizzazione dell'area su foto aerea**



ELEVATA

**B** Porzioni di territorio edificate nelle quali gli elementi di pericolosità geologica e di rischio sono tali da imporre in ogni caso interventi di riassetto territoriale di carattere pubblico a tutela del patrimonio urbanistico esistente.

In assenza di interventi di riassetto territoriale di carattere pubblico, saranno consentite solo trasformazioni che non aumentino il carico antropico. Nuove opere o costruzioni saranno ammesse solo a seguito dell'attuazione degli interventi di riassetto e dell'avvenuta eliminazione e/o minimizzazione della pericolosità.

**\* b.** IIIb.: Aree in cui l'attuazione delle previsioni urbanistiche è sospesa sino alla verifica della validità delle opere esistenti con successiva prevista trasformazione in una delle Classi IIIb successive.

**b.** IIIb.: A seguito della realizzazione delle opere sarà possibile la realizzazione di nuove edificazioni, ampliamenti o completamenti. (IIIb s.s.)

**b.** IIIb.: A seguito della realizzazione delle opere di riassetto sarà possibile solo un modesto incremento del carico antropico. Da escludersi nuove unità abitative e completamenti.

**b.** IIIb.: Anche a seguito della realizzazione di opere di sistemazione, indispensabili per la difesa dell'esistente, non sarà possibile alcun incremento del carico antropico.

CLASSE

III

**A** Porzioni di territorio inedificate che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti.

Aree inidonee a nuovi insediamenti.

**a.** Settori di competenza della dinamica fluviale dell'asta principale: comprende il canale di deflusso (Ee) (dalla fotorestituzione) del T. Dora Riparia (a), i depositi fluviali recenti e attuali (Ee) (b), i depositi fluviali medio-recenti (Eb) (c).

**a.** Settori di competenza della dinamica fluviale del reticolo idrografico secondario sui versanti e, in particolare, nei settori di conoidi degli affluenti principali: sono compresi le aste torrentizie (Ee) con le fasce di rispetto (delimitate ai sensi del R.D. n.523/1904) ed i canali regimati (Ee) con le fasce di rispetto (delimitate ai sensi dell'art.14 delle N.d.A. del P.A.I.) (a), i depositi fluviali attivi (Ca) (b) o parzialmente protetti (Cp) (c) sulle superfici dei conoidi, i settori con diffusi ristagni d'acqua (Em) (d) e le aree ancora esondabili (Em) del fondovalle (e), a monte degli scaricatori e lungo il Canale Cantarana (a valle della SP 201).

Fig. 2.1 – Estratto dalla carta di sintesi. L'area ricade in classe IIIb2



### 3. Caratteristiche geomorfologiche

La zona ove è previsto l'intervento si colloca in una zona pressoché pianeggiante lungo il fondovalle del F. Dora Riparia, che scorre a breve distanza verso Nord. La carta tratta dal sito DISUW della Regione Piemonte (**Fig. 3.1**) riassume tutti gli elementi legati alla dinamica fluviale: il sito ricade in fascia C, ed è delimitato verso Nord da una fascia B di progetto (argine già realizzato). Come per la quasi totalità del territorio comunale l'esondazione in fascia C è definita a pericolosità media o moderata (Em).

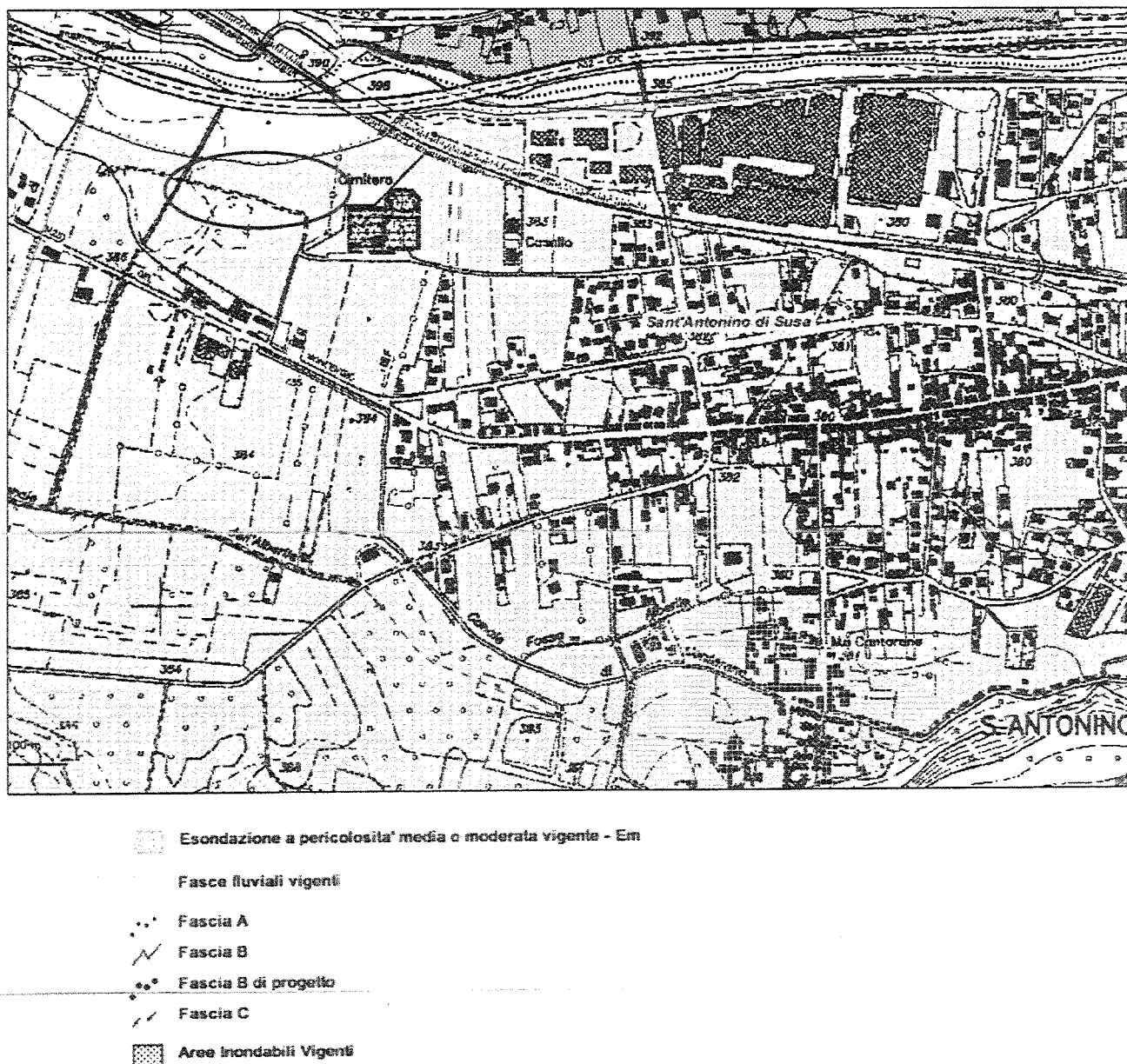
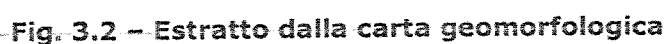


Fig. 3.1 – carta tratta dal sito DISUW della Regione Piemonte

La *carta geomorfologica e dei dissesti* (**Fig. 3.2**) evidenzia l'assenza di elementi geomorfologici.





Il lotto verso Ovest è delimitato da un canale scolmatore che giunge da Sud, realizzato per ridurre il deflusso idrico entro corsi d'acqua soggetti a frequenti esondazioni, mentre verso Nord, come già specificato, è delimitato dall'argine che costituisce il limite della fascia B. Il canale scolmatore ha una sua fascia di rispetto, della quale si è tenuto conto nella progettazione.

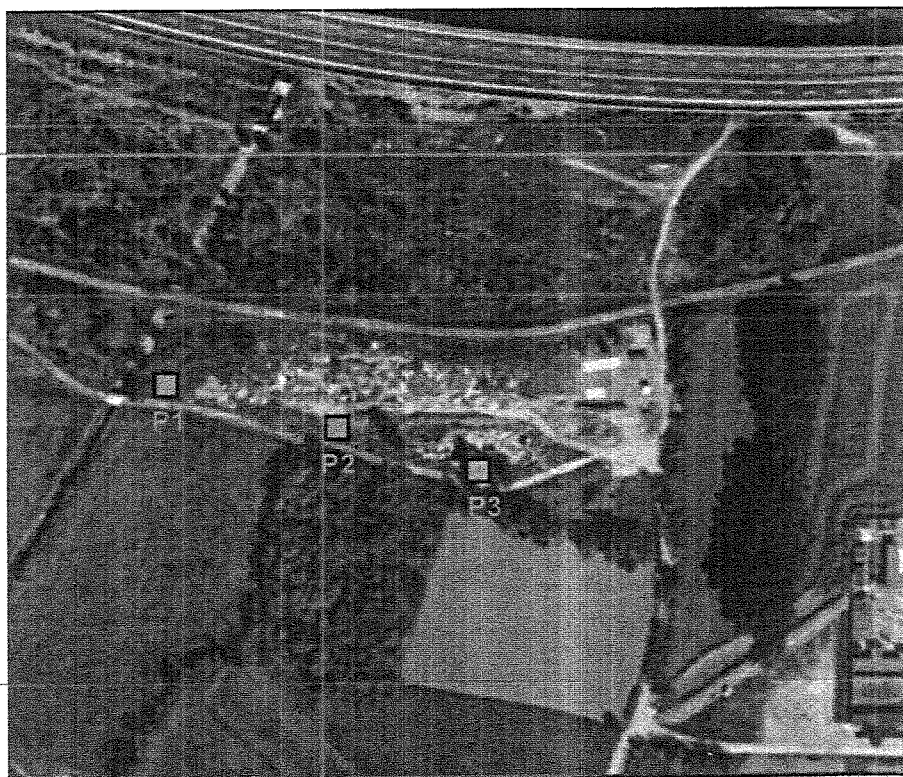
Attualmente l'area è occupata da una serie di accumuli di materiali vari di riporto (terreni e macerie di edilizia), effettuati a seguito dell'alluvione del 2000. Il volume stimato è di 10.000-12.000 mc. Per tali materiali è prevista la rimozione a carico del Comune di Sant'Antonino di Susa.

#### 4. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E LITOSTRATIGRAFICHE

Facendo riferimento al Foglio n. 154 "Susa" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 i terreni affioranti sono rappresentati da sedimenti ghiaiosi, costituiti da litotipi del substrato locale, con limi sabbiosi e livelli torbosi verso l'alto, debolmente stratificati, delle aree di esondazione fluviale.

La litostratigrafia superficiale è stata rilevata in corrispondenza del sito all'interno di tre pozzetti geognostici, ubicati (**Fig. 4.1**) a lato della strada campestre che delimita il lotto verso Sud (si tratta dell'unico settore privo attualmente di accumuli di riporto).

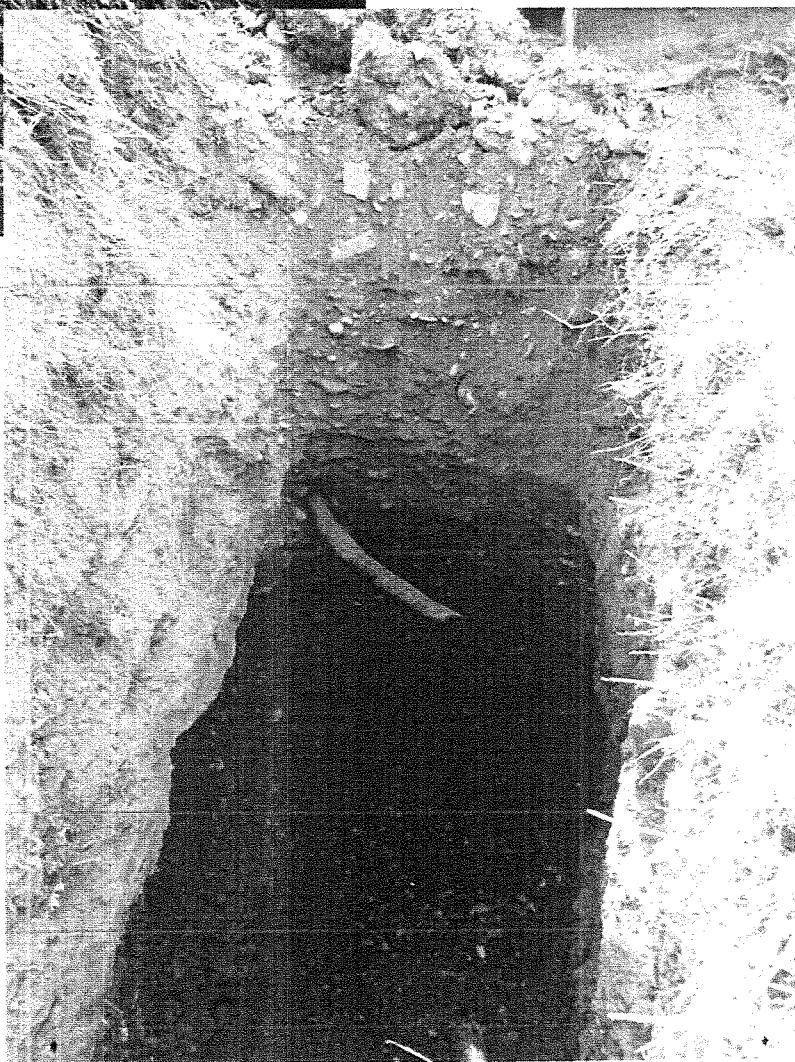
Le relative stratigrafie, unitamente alle foto, sono riportate nel seguito.



**Fig. 4.1 – Localizzazione dei pozzetti geognostici**

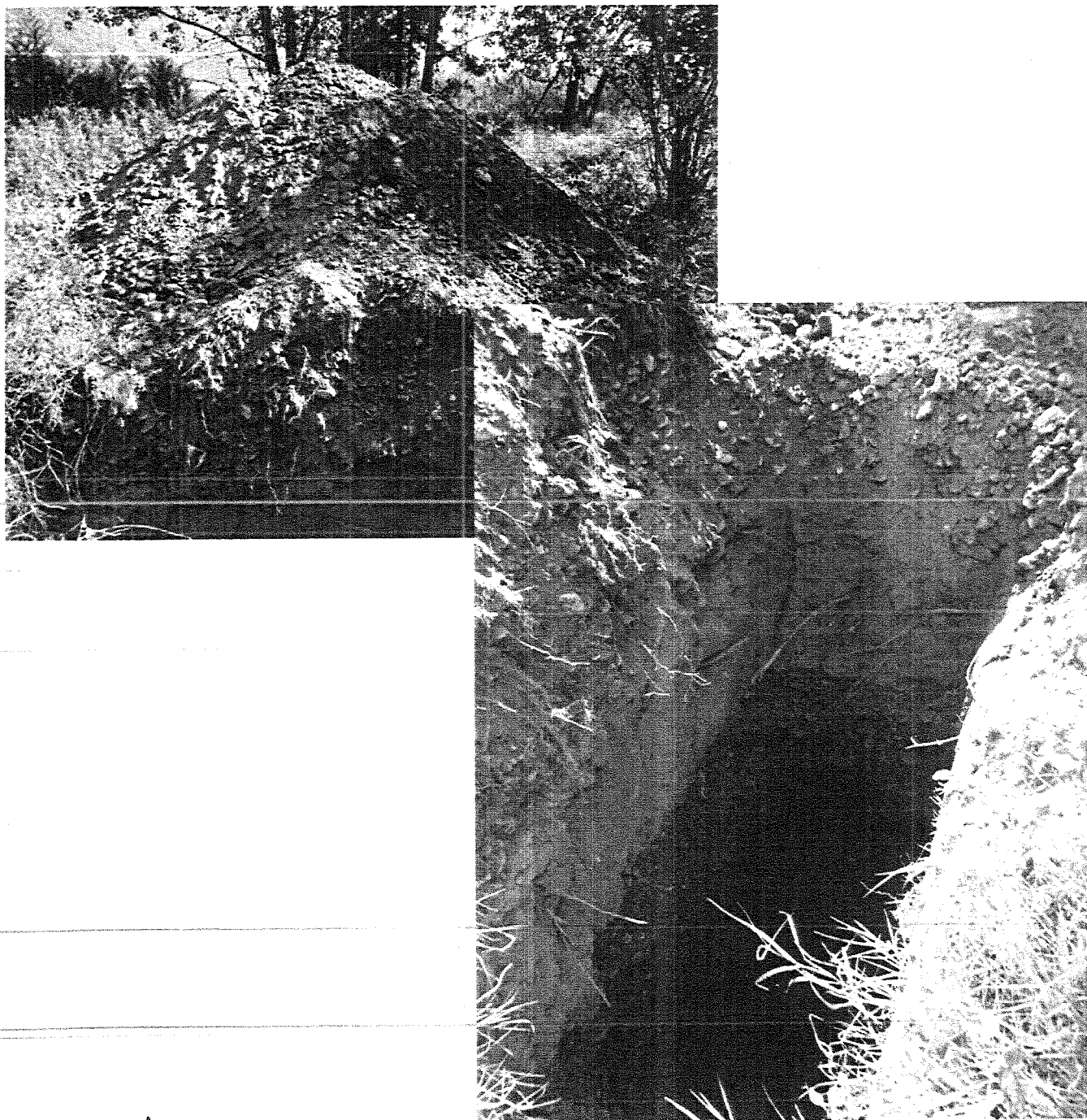
**P1**

0.00-1.50 m	Riporto ghiaioso con frammenti a spigoli vivi in abbondante matrice sabbioso.limosa. Presenza di qualche elemento estraneo (tubo PVC, pochissime macerie).
1.50-2.80 m	Ghiaie medie arrotondate in abbondante matrice sabbioso. Colore grigio. Addensamento medio-basso.



**P2**

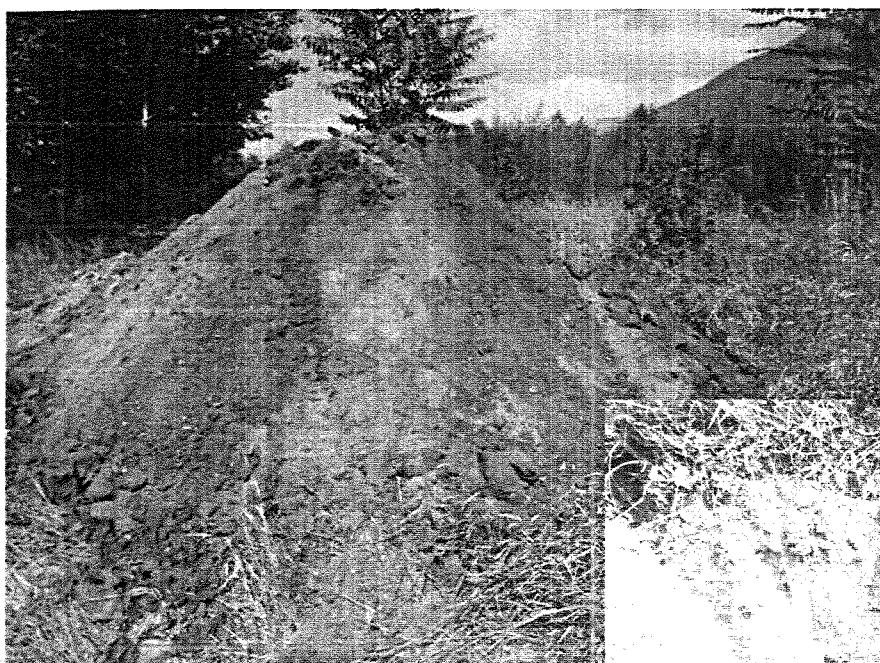
0.00-0.60 m	Riporto ghiaioso con frammenti a spigoli vivi in abbondante matrice sabbioso.limosa.
0.60-1.00 m	Limo sabbioso a bassa consistenza
1.00-3.00 m	Ghiaie medie arrotondate in abbondante matrice sabbioso. Colore grigio. Addensamento medio-basso.
Note	Il terreno è umido sul fondo scavo per cui il livello piezometrico della falda è collocato verosimilmente a breve distanza dal fondo scavo





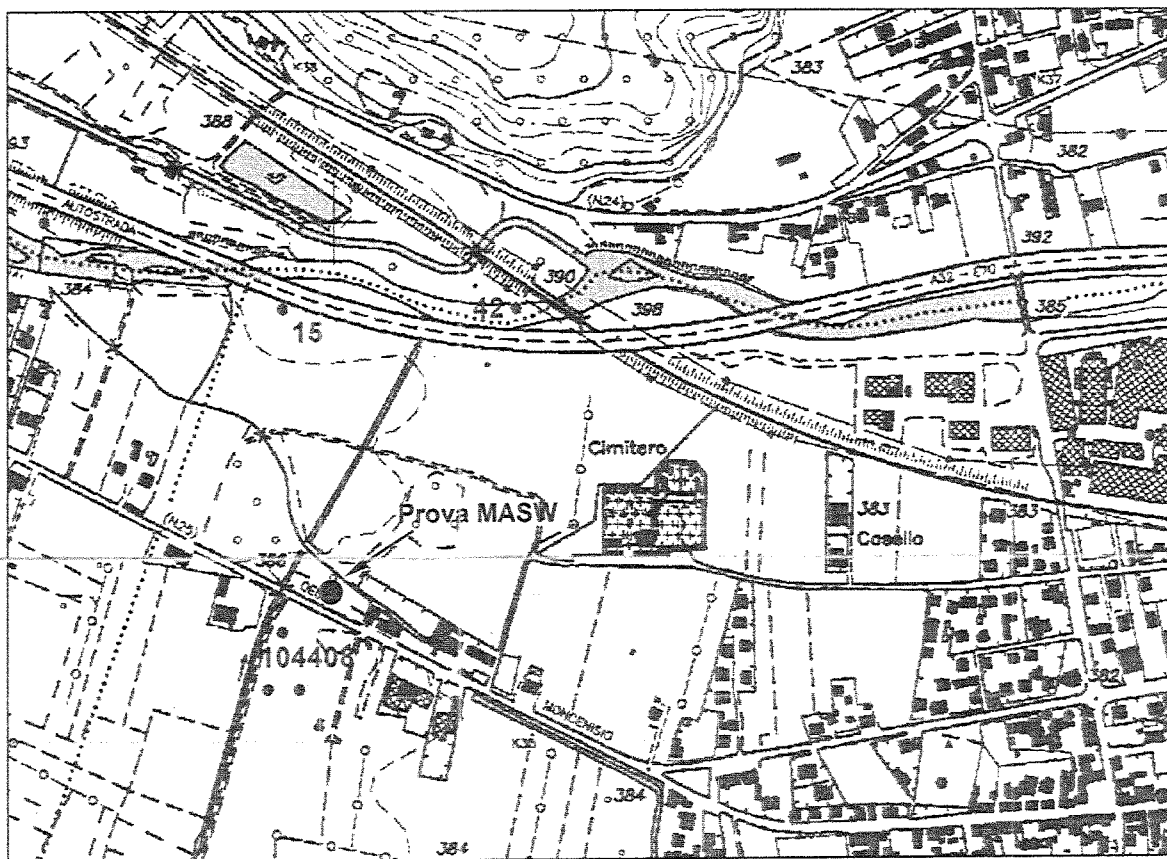
**P3**

0.00-0.70 m	Riporto ghiaioso con frammenti a spigoli vivi in abbondante matrice sabbioso.limosa.
0.70-1.90 m	Sabbie fini limose passanti localmente a limo con sabbia fine, a bassa consistenza. Colore grigio scuro (debolmente organici), presenza di resti vegetali.
1.90-2.90 m	Sabbie medio-fini prevalenti con ghiaietto. Addensamento medio-basso



Le stratigrafie profonde reperite nella Banca dati Geologica della Regione (**Fig. 4.2**) e nel fascicolo allegato al PRGC comprendente i dati geognostici e stratigrafici, indicano che verso l'alveo della Dora (sedimenti più recenti) esiste una sequenza di ghiaie prevalenti fin oltre i 20 m di profondità, mentre verso Sud (sondaggio 104408) sono frequenti livelli limoso-argilloso organici e torbe intercalati nella sequenza ghiaiosa. L'area del canile sembra collocarsi in quest'ultimo ambito formazionale, d'altronde in P3 sono stati riscontrati terreni sabbioso-limosi organici.

Nelle tre perforazioni sotto riportate la falda era stata riscontrata a 3-4 m di profondità.



**Fig. 4.2** - Localizzazione delle indagini a stratigrafia nota più vicine all'area in esame. Le relative stratigrafie, comprensive dei valori di  $N_{spt}$  misurati, sono riportate nelle pagine seguenti. E' indicata anche l'ubicazione di una prova MASW, richiamata in un successivo paragrafo.



Codice perforazione	Profondità (m)	Descrizione
15	0.70	terreno vegetale limoso sabbioso
15	1.00	ghiaie piccole e medie in matrice sabbiosa
15	3.00	ghiaie medie e grosse in matrice sabbiosa con ciottoli
15	4.00	sabbie grossolane
15	10.30	ghiaie medie e grosse in matrice sabbiosa con ciottoli
15	10.50	livello sabbioso con ghiaietto
15	22.50	ghiaie grosse con ciottoli

Codice Perforazione	Profondità (m)	N1	N2	N3	NSPT
15	1.50	6	8	15	23
15	3.00	12	18	31	49
15	4.50	15	21	36	57
15	6.00	18	27	36	63
15	7.50	6	9	18	27
15	9.00	10	19	22	41
15	10.50	8	9	18	27
15	12.00	19	37	48	85
15	13.50	20	27	31	58
15	15.00	22	20	32	52
15	16.50	17	34	34	68
15	18.00	22	28	30	58
15	19.50	20	33	36	69
15	21.00	36	27	32	59
15	22.50	25	29	34	63

NOTA: il valore -999 indica un rifiuto.

### Stratigrafia sondaggio 15 e valori di Nspt

Codice perforazione	Profondità (m)	Descrizione
42	1.50	terreno vegetale misto a riporto di ghiaie grosse e laterizi misto a limo sabbioso
42	11.50	ghiaie grosse e medie miste a sabbia grossolana e ghiaietto
42	17.00	ghiaie grosse e alcuni ciottoli con debole matrice sabbiosa grossolana
42	21.00	ghiaie grosse e medie con abbondante matrice sabbiosa grossolana e ghiaietto

Codice Perforazione	Profondità (m)	N1	N2	N3	NSPT
42	1.50	5	6	9	15
42	3.00	6	8	14	22
42	4.50	4	5	9	14
42	6.00	-999	0	0	-999
42	7.50	8	12	23	35
42	9.00	8	14	26	40
42	10.50	7	17	28	45
42	12.00	13	19	50	69
42	13.50	10	21	42	63
42	15.00	8	16	32	48
42	16.50	8	14	24	38
42	18.00	12	19	31	50
42	19.50	10	19	32	51
42	21.00	18	-999	0	-999

NOTA: il valore -999 indica un rifiuto.

### Stratigrafia sondaggio 42 e valori di Nspt

Codice perforazione	Profondità (m)	Descrizione
104408	0.40	terreno vegetale
104408	3.00	sabbia eterometrica con ghiaia e sparsi ciottoli poco addensata
104408	5.80	ghiaia eterometrica a livelli ciottolosa con sabbia da debolmente limosa a limosa moderatamente addensata
104408	7.00	ghiaia prevalentemente medio fine e sabbia limosa da moderatamente addensata a addensata
104408	7.60	torba con intercalati livelli argilloso siltosi
104408	10.00	argilla organica e/o debolmente torbosa da debolmente siltosa a siltoso sabbiosa

Codice Perforazione	Profondità (m)	N1	N2	N3	NSPT
104408	3.00	18	21	25	46
104408	6.00	19	32	23	55
104408	10.00	2	3	6	9

NOTA: il valore -999 indica un rifiuto.

### Stratigrafia sondaggio 104408 e valori di Nspt

## 5. IDROGEOLOGIA

Le previste semplici strutture sono tutte fuori terra, per cui non sussistono problemi di interferenza con la falda idrica, il cui livello piezometrico medio si colloca a circa 3 m di profondità, sulla base dei vari dati disponibili.

## 6. GEOTECNICA

### 6.1 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

Sulla base della locale litostratigrafia, desumibile dai dati a disposizione e dalle prospezioni eseguite, si può affermare che il terreno di sottofondo sia costituito da una sequenza di terreni ghiaioso-sabbiosi prevalenti, ad addensamento da medio-basso ad elevato (in profondità), con intercalazioni, anche superficiali, di terreni limoso-sabbiosi organici localmente torbosi.

Sulla base del minimo valore di  $N_{spt}$  rilevato (vedi tabelle in paragrafo 4), pari a 15, si ricava una densità relativa del 50%, utilizzando ad esempio la correlazione di Skempton.

Per quanto riguarda la caratterizzazione geotecnica di tali terreni, essi possono essere inseriti cautelativamente tra il gruppo SM e il gruppo ML della classificazione USCS, sulla base della litologia riscontrata nel pozzetto geognostico P3. Utilizzando ad esempio il diagramma NAVFAC (uno fra i più cautelativi), è possibile assegnare a tali terreni un valore di resistenza al taglio  $\phi'$  pari a  $32^\circ$  (Fig. 6.1).

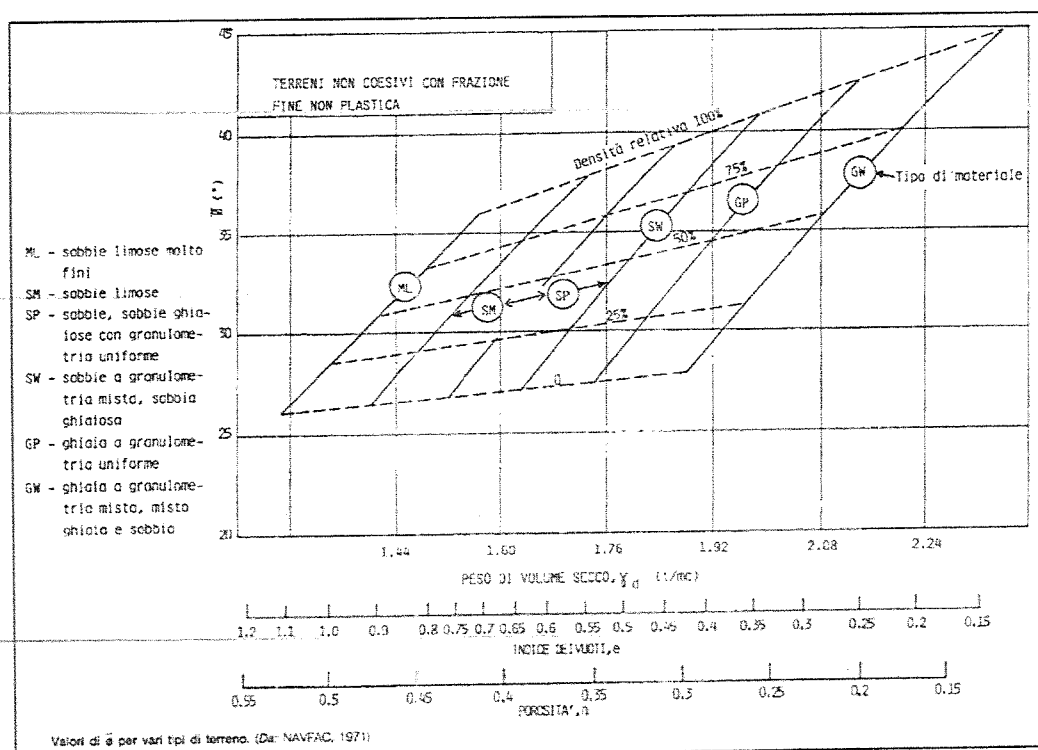


Fig. 6.1 - Determinazione dell'angolo d'attrito interno (da : NAVFAC Manual - 1971)

Relativamente ai parametri caratteristici, si può cautelativamente ipotizzare una riduzione del parametro  $\phi'$  da 32 a 30°.

La coesione è nulla e la densità naturale corrisponde a 19 kN/m<sup>3</sup>.

## **6.2 OSSERVAZIONI CIRCA IL RISCHIO SISMICO LOCALE - AZIONE SISMICA**

Con il D.M. 14 gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni" sono state introdotte nuove normative tecniche per le costruzioni in zona sismica. Il riferimento è rappresentato dalla "Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale" (Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n. 3519, All. 1b), a cura dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, nella quale sono riportati, su un reticolo di maglie quadrate di 4 km di lato, i valori del parametro  $a_g$  che definisce l'accelerazione orizzontale massima su suoli molto rigidi con probabilità di eccedenza del 10 % in 50 anni (categoria A,  $V_{s30} > 800\text{m/s}$ , formazioni litoidi o suoli molto rigidi) e a superficie topografica orizzontale. Tale valore risulta, per il sito in esame, pari a **0.127g**. La definizione puntuale dell'accelerazione sismica deve però tenere conto di fenomeni di amplificazione o smorzamento locali, legati alle caratteristiche geologiche e topografiche del sito, e alla tipologia e alle caratteristiche strutturali della costruzione in progetto. Tali fenomeni sono definibili come:

- amplificazione stratigrafica
- amplificazione topografica
- amplificazione e smorzamento dovuto alle caratteristiche della struttura

Questi fenomeni, identificati nel D.M. 14 gennaio 2008 per mezzo di appositi coefficienti, modificano il valore di  $a_g$ , che viene determinato tramite l'utilizzo di spettri di risposta (elastici o di progetto a seconda della finalità) le cui formule sono riportate nel suddetto DM e le cui elaborazioni sono state riportate in appositi fogli di calcolo, i più utilizzati dei quali sono stati redatti dal Consiglio Superiore dei lavori Pubblici e dagli Ingg. Redshift & Afazio.

### **6.2.1 AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA**

L'amplificazione stratigrafica di  $a_g$  (§ 3.2.3.2.1 NTC-08), rispetto ai valori desunti dalla sopracitata mappa, dipende dai litotipi presenti in corrispondenza del sito in esame, che devono essere identificati in una delle categorie riportate nella sottostante **tabella 6.1**:

**Tabella 6.1 – Categorie di sottosuolo di fondazione**

Categoria	Descrizione
A	<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	<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).
C	<i>Depositi 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).
D	<i>Depositi 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).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Tali categorie vengono definite sulla base della determinazione di  $V_{s,30}$  "average shear wave velocity", che è una sorta di velocità equivalente (e non media) di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 metri di sottosuolo.

La formulazione :

$$V_{s,30} = 30 / \sum_{i=1}^N (h_i / v_i)$$

privilegia il contributo degli strati più deformabili, fornendo una velocità equivalente  $V_{s,30}$  sensibilmente condizionata dalle velocità più basse dei primi 30 metri di sottosuolo che devono essere indagati a partire dal piano di posa delle fondazioni.

Relativamente all'area indagata, facendo riferimento alla *carta litotecnica* del PRGC (tav. n. 6) il sottosuolo è classificato nella categoria C. La legenda descrive tali litotipi come "depositi fluviali medio-recenti di conoide, costituiti da ghiaie e sabbie grossolane sciolte con spessore 20-30 m, che presentano caratteristiche geomeccaniche buone ( $N_{spt} > 15$ )."

Sono disponibili anche i risultati di una prova MASW eseguita a breve distanza verso Sud (vedi Fig. 4.2), per il progetto di un PEC in Via Moncenisio (relazione a cura del collega Dott. Geol. A. Perotto del novembre 2009). I risultati di tale prova hanno evidenziato un sottosuolo di categoria sismica C, con valore del parametro  $V_{S30}$  pari a 337 m/s.



Pertanto l'amplificazione stratigrafica che influisce su  $a_g$  è quella relativa alla categoria di sottosuolo di **tipo C**, così come riportato nel D.M. 14 gennaio 2008.

### 6.2.2 AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

L'amplificazione topografica di  $a_g$  (§ 3.2.3.2.1 NTC-08) dipende dalle condizioni topografiche del sito, inquadrare in categorie (**Tab. 6.2**), ed è espressa tramite un coefficiente, riportato in **Tab 6.3**.

Per il sito in esame il coefficiente  $S_T$  risulta pari a 1.0, trattandosi di una superficie pressoché pianeggiante; nel caso in esame l'accelerazione sismica pertanto non subisce nessuna amplificazione legata alla topografia del luogo.

**Tabella 6.2 – Categorie topografiche**

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 $i > 30^\circ$

**Tabella 6.3 – Coefficienti di amplificazione topografica**

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

### 6.2.3 AMPLIFICAZIONE E SMORZAMENTO DOVUTO ALLE CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA

Per quanto concerne la struttura, le caratteristiche da prendere in considerazione in quanto agenti su  $a_g$  sono le seguenti:

1) vita di riferimento  $V_R$ : le azioni sismiche vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento che si ricava dal prodotto della vita nominale per il coefficiente d'uso  $C_U$ . In particolare:

- vita nominale della costruzione  $V_N$  (§ 2.4.1. NTC-08) : si tratta del numero di anni nel quale l'opera, purché soggetta a manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo per la quale è destinata; poiché la costruzione in esame è un'opera strutturale contemplata alla voce "*opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute e di importanza normale*", la vita nominale prevista dal DM 14/01/2008 risulta:  **$V_N \geq 50$  anni**;

- coefficiente d'uso  $C_U$ : dipende dalla classe d'uso, riferita alla conseguenza di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso (§ 2.4.2. NTC-08): la costruzione in esame appartiene alla **classe II**, "costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali", per la quale il  $C_U = 1$ ;

Pertanto nel caso in esame  $V_R = 50$  anni

- 2) probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{V_R}$  (§ 3.2.1. NTC-08): si tratta della probabilità di superamento del valore di  $a_g$  rispetto a quello valutato, nel periodo di riferimento  $V_R$ : dipende dallo stato limite considerato; nel caso in esame, lo stato limite considerato nel calcolo della capacità portante corrisponde allo stato limite SLU denominato SLV "stato limite di salvaguardia della vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali e impiantistici e significativi dei componenti strutturali a 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 orizzontali".

Nel caso in esame  $P_{V_R} = 10\%$ , corrispondente a un  $T_R = 475$  anni.

- 3) fattore di struttura  $q$  (§ 7.3.1. NTC-08): il fattore di struttura dipende dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità e dai criteri di progettazione adottati e prende in considerazione le non linearità dei materiali. Il fattore di struttura, in questa fase di progettazione, è stato posto indicativamente pari a **2** (valore cautelativo).

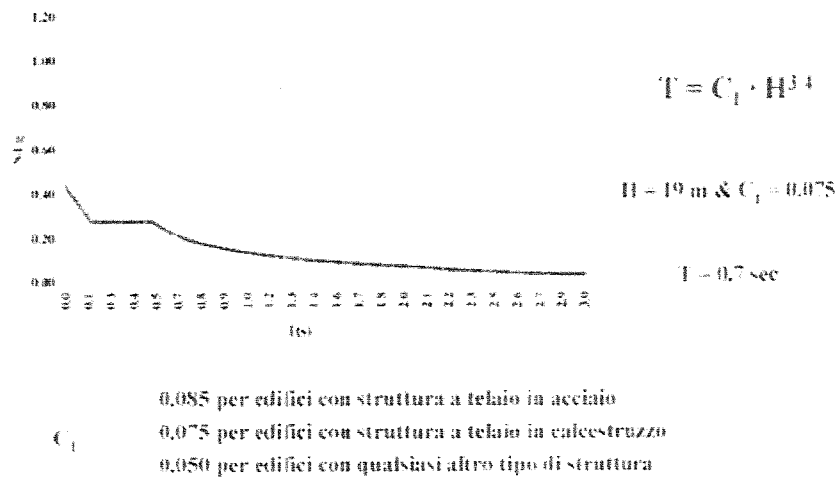
#### 6.2.4 CONCLUSIONI AZIONE SISMICA

L'applicazione dei fattori di amplificazione o smorzamento citati nei precedenti paragrafi sono stati inseriti nel foglio di calcolo elaborato dall'Ing. Afazio, citato al paragrafo 6.2, al fine di ottenere gli spettri di elastici e di progetto agli SLV e agli SLD e ricavare quindi i valori dei fattori di inerzia orizzontali ( $K_{h_k}$ ) del terreno e orizzontali e verticali della struttura ( $K_{h_i}$ ,  $k_v$ ); in particolare, il valore di  $K_{h_k}$  da una parte e di  $K_{h_i}$  e  $K_v$  dall'altra, da leggere sui rispettivi diagrammi spettrali, sono quelli corrispondenti al valore  $T=0$  nel primo caso e  $T =$  "periodo fondamentale della struttura" nel secondo, ove  $T$  rappresenta il tempo trascorso dall'inizio del fenomeno di accelerazione sismica.

Il periodo fondamentale della struttura (il più lungo periodo posseduto da una struttura per compiere un'oscillazione completa) è stato determinato sulla base della formula elaborata da Massimino e Maugeri (1994) e riportata in **Fig. 6.2**, con riferimento a un caso esemplificativo; tale periodo dipende dall'altezza totale dell'edificio e dal coefficiente  $C_1$  relativo al materiale di cui è costituita la struttura medesima. Relativamente al caso in esame, ponendo  $H=4m$  e  $C_1 = 0.050$  (cautelativo), il valore del periodo fondamentale risulta pari a  **$T = 0.14$  s.**

Da Massimino e Maugeri, 2004

### Progettazione struttura



**Fig. 6.2 - Periodo fondamentale della struttura**

I valori del parametro di accelerazione sismica orizzontale determinati, visibili nelle **Figg. 6.3 e 6.4** (pagina successiva), sono i seguenti :

**$Kh_k = 0.190$**  (valore della funzione con  $T=0$ ), **Fig 6.3**

**$Kh_i = 0.230$**  (valore della funzione in corrispondenza di  $T=0.14 \text{ s}$ ), **Fig 6.4**

Tali parametri corrispondono ai valori di  $a_g$  relativi al sito in esame a cui sono state effettuate tutte le correzioni riportate nei paragrafi precedenti.

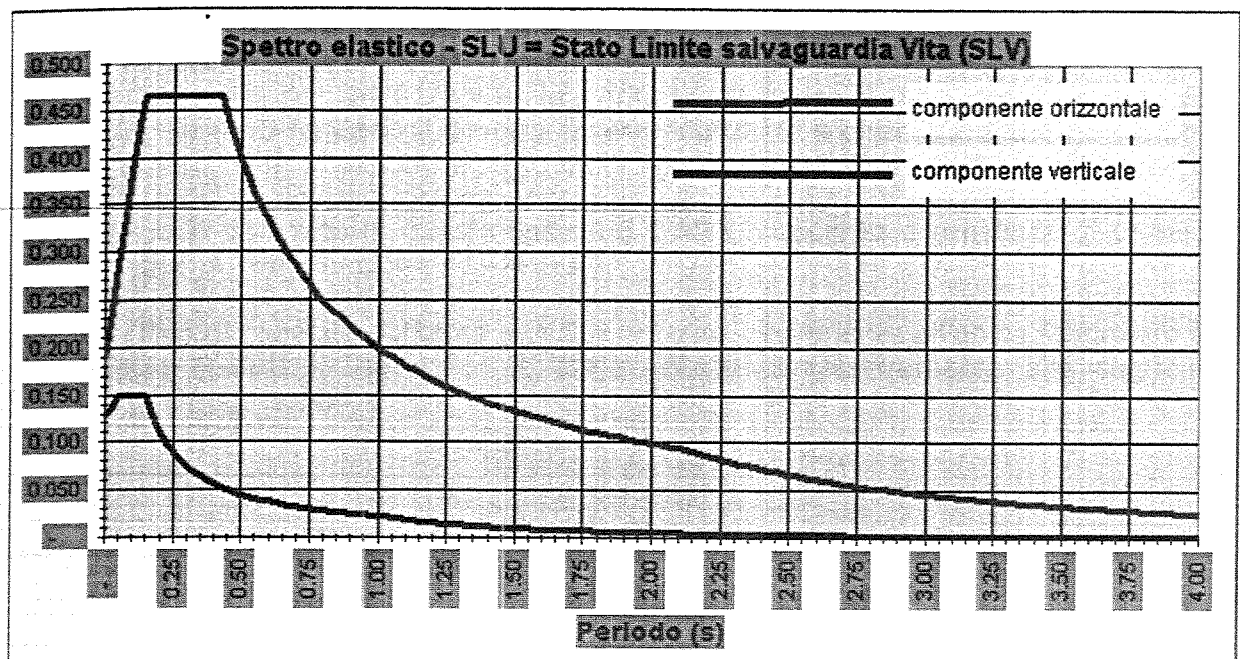


Fig. 6.3

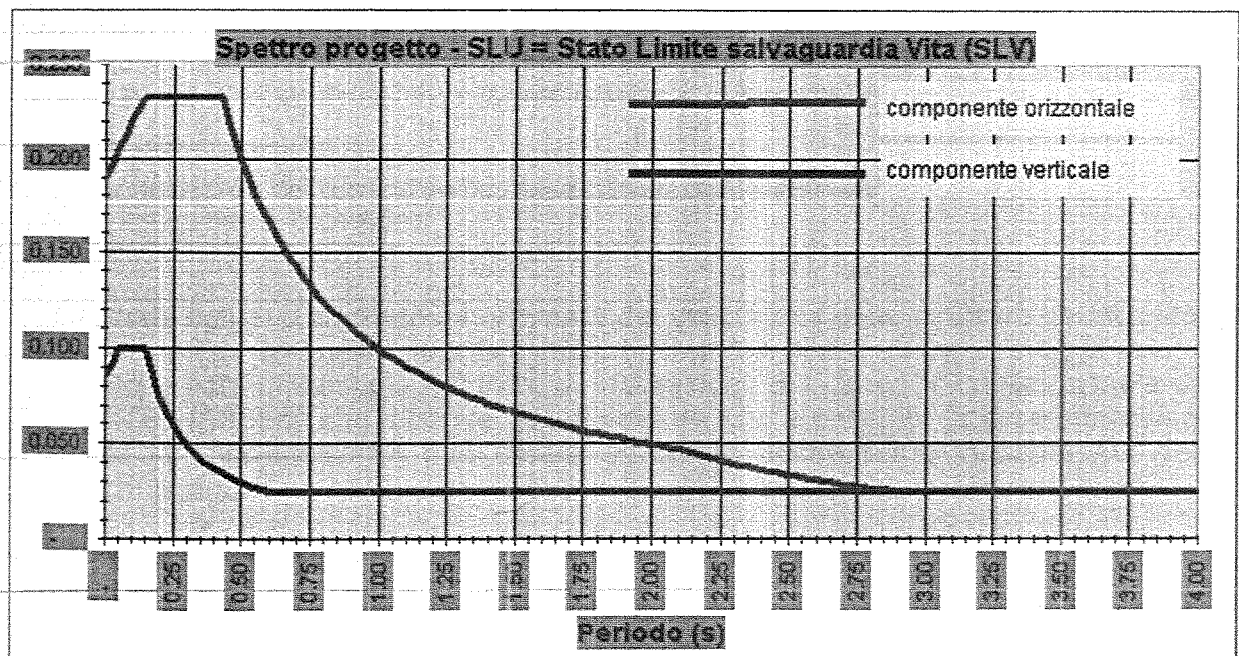


Fig. 6.4

### 6.3. DETERMINAZIONE DELLA CAPACITÀ PORTANTE AGLI SLU

Sulla base del DM 14/01/2008, le verifiche di capacità portante agli SLU del sistema terreno-fondazioni devono essere finalizzate a dimostrare che  $E_d$  (azione di progetto, cioè pressione agente della struttura) è minore di  $R_d$  (resistenza di progetto del complesso terreno-opera).

L'approccio utilizzato in questa sede è il **DA2** (in assenza e presenza di sisma), che segue la combinazione **A1+M1+R3**.

La verifica di capacità portante agli SLU, riferita ovviamente all'unico fabbricato in progetto (palazzina servizi), è stata effettuata relativamente alle seguenti tipologie fondazionali:

Dimensioni dell'elemento di fondazione
Trave largh 0.60 m
Trave largh 0.80 m
Trave largh 1.00 m

La verifica in questione è stata effettuata utilizzando i parametri caratteristici determinati al paragrafo 6.1 e ponendo le seguenti condizioni:

- il terreno di fondazione possiede un valore caratteristico di angolo resistenza al taglio pari a  $\phi = 30^\circ$ ; tale valore non è stato ridotto da coefficienti parziali;
- la coesione è nulla;
- la falda non interferisce, a livello di capacità portante, con l'intervento in progetto;
- il terreno di posa delle fondazioni possiede una densità naturale pari a  $19 \text{ kN/m}^3$ ; il terreno di riinterro possiede una densità di  $18 \text{ kN/m}^3$ ;
- il piano di posa delle fondazioni si colloca a una profondità indicativa di 1.0 m al p.c.;
- la profondità di interramento è posta pari a 1.0;
- la resistenza del terreno viene divisa per un coefficiente parziale di 2.3;
- il carico non è eccentrico.

Le azioni agli SLU saranno determinate dal progettista delle strutture verificando che  $R_d > E_d$ . In questo specifico caso, trattandosi di terreni incoerenti, le azioni sismiche non influenzano il fattore di inclinazione del carico "i" nella formula di BRINCH-HANSEN (che dipende quindi solo da  $K_h$ ) e pertanto la determinazione di  $R_d$  in chiave sismica può essere effettuata anche senza l'inserimento dei carichi agenti.

L'entità di  $R_d$  è stata determinata utilizzando l'espressione generale di BRINCH-HANSEN (1970) che ha la forma:

$$R_d = [0.5 \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma \cdot z_\gamma \cdot r_\gamma + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q \cdot z_q + c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c \cdot z_c] / 2.3$$



nella quale:

$R_d$	resistenza di progetto agli SL
$C'$	coesione drenata
$\gamma$	densità naturale del terreno di posa delle fondazioni
$B$	larghezza della fondazione
$q'$	profondità di interrimento della fondazione
$N_q, N_c, N_y$	fattori di capacità portante, funzioni dell'angolo di resistenza al taglio, ove $N_y$ è calcolato cautelativamente col metodo di Hansen
$s_q, s_c, s_y$	fattori di forma dipendenti dalla geometria della fondazione (pari a 1 nel caso in esame)
$d_q, d_c$	fattori dipendenti dalla profondità del piano di posa
$i_q, i_c, i_y$	fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione del carico, dipendono da $N$ (carico verticale) e da $K_h$
$b_q, b_c, b_y$	fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione della base della fondazione (pari a 1 nel caso in esame)
$g_q, g_c, g_y$	fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione del piano campagna (pari a 1 nel caso in esame)
$z_q, z_c, z_y$	fattori correttivi che tengono conto dell'inerzia del terreno (Paolucci e Pecker, 1997); dipendono da $K_h$
$r_y$	fattore di riduzione per fondazioni con $B > 2\text{m}$ (Bowles, 1991), pari a 1 nel caso in esame

I risultati sono i seguenti:

B (m)	<b>Rd SLU (kN/m<sup>2</sup>)</b>
0.6	<b>102</b>
0.8	<b>104</b>
1.0	<b>110</b>

Data la granulometria prevalente dei terreni di sottofondo non è stata eseguita la verifica a liquefazione.

## 7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'indagine ha consentito di delineare le condizioni geologiche e geotecniche del sito ove è previsto il canile sanitario parco.

In particolare si è potuto accertare che :

- l'area, pianeggiante, compresa in fascia C del PAI, ricade in classe IIb2. L'avvenuta costruzione dell'argine, verso Nord, consente la realizzazione di nuove opere in classe IIb2, avendo eliminato il rischio di inondazioni dell'area per piene con tempo di ritorno inferiore a 200-300 anni;
- i terreni di sottofondo sono rappresentati da ghiaie prevalenti ad addensamento medio-basso con locale presenza di livelli limoso-argilloso organici in superficie in particolare verso il limite SE del lotto;
- la falda idrica si colloca mediamente a 3 m di profondità. Nessun intervento previsto interferisce comunque con le acque di falda;
- i parametri sismici del sito sono stati definiti sulla base dei vari dati a disposizione;
- la verifica di capacità portante agli SLU del sistema terreno-fondazioni ha condotto a valori di  $R_d$  di circa 100 kPa (1 kg/cm<sup>2</sup>), tenendo conto di tutte le azioni sismiche.

Sotto il profilo geologico e geotecnico non sussistono quindi condizioni negative che possano impedire o quanto meno limitare gli interventi previsti, fatto salvo l'uso delle corrette regole costruttive.

Si raccomanda unicamente di controllare in fase esecutiva e a scavi aperti la condizione del terreno di sottofondo, al fine di verificare, su tutta l'estensione dell'area di intervento, la corrispondenza tra il reale stato del terreno e il modello litostratigrafico delineato con la presente indagine, o la presenza di eventuali anomalie non prevedibili nella fase conoscitiva.

**Dott. Geol. Michelangelo DI GIOIA**  
N. 145 Ordine dei Geologi del Piemonte

*Michelangelo Di Gioia*

