



*Dipartimento Governo del Territorio e Politiche Ambientali  
Servizio Valutazioni Ambientali*

Istruttoria Tecnica

Verifica di Assoggettabilità V.I.A. – V.A.

<b>Titolo dell'intervento:</b>	Richiesta di ampliamento plano-volumetrico di una cava di inerti in località "Salara" autorizzata con determina n. DI3/93 del 18/11/2009.
<b>Descrizione sintetica del progetto fornita dal proponente</b>	Ampliamento della cava di ghiaia autorizzata con determina n. DI3/93 del 18/11/2009 riguardante le particelle 4, 55, 68 e 71 del Foglio di Mappa n. 2, nel Comune di Basciano. L'area di ampliamento ha una superficie complessiva di 27.860 mq ma la coltivazione interesserà una superficie utile di circa 26.189 mq con un volume estratto di circa 123.000 mc.
<b>Azienda Proponente:</b>	Di Sabatino F.Ili S.r.l.

**Localizzazione del progetto**

Comune:	BASCIANO
Provincia:	TERAMO
Altri Comuni Interessati:	-
Località:	Salara
Rif. catastali	Foglio n. 2 – Particelle n. 4, 55, 68, 71

**REGIONE ABRUZZO – L'AQUILA**

*DIPARTIMENTO GOVERNO DEL TERRITORIO E POLITICHE AMBIENTALI  
SERVIZIO VALUTAZIONI AMBIENTALI*

*COMITATO DI COORDINAMENTO REGIONALE PER LA V.I.A.  
(D.G.R. 660 DEL 14 NOVEMBRE 2017)*

**DOCUMENTAZIONE PROGETTUALE ALLEGATA**

AL

**PARERE 3045 DEL 06/06/2019**

**Esito: CONFERMATIVO DEL PARERE N. 3018 DEL 14/03/2019**

**Volume 02 Relazione Geologica (marzo 2019)**

*PER COPIA CONFORME ALLA DOCUMENTAZIONE IN ATTI,  
DI CUI ALL'ELENCO A PAGINA SEGUENTE, RIUNITA IN UN UNICO DOCUMENTO  
COMPOSTO DA N. 43 FACCIATE (COMPRESA QUESTA COPERTINA E LA PAGINA INDICE)*

IL DIRETTORE GENERALE  
Presidente del CCR-VIA  
(Dott. Vincenzo RIVERA)

D'ORDINE  
IL DIRIGENTE DEL  
SERVIZIO VALUTAZIONI AMBIENTALI





COMUNE DI BASCIANO



REGIONE ABRUZZO



PROVINCIA DI TERAMO

Località Salara

**DITTA**

**Di Sabatino F.Ili s.r.l.**

64020 Val Vomano  
Penna Sant'Andrea (TE)

**OGGETTO:**

**RICHIESTA DI AMPLIAMENTO PLANO-VOLUMETRICO  
DI UNA CAVA DI INERTI IN LOCALITA' SALARA  
AUTORIZZATA CON DETERMINA N. DI3/93 DEL 18/11/2009**

**RELAZIONE GEOLOGICA**

Antonio Di Antonio  
GEOLOGO  
Tel. 338 5922361  
diantonioantonio@gmail.com

## **INDICE della DOCUMENTAZIONE RIUNITA**

### **Volume 02 Relazione Geologica (marzo 2019)**

 dichiarazione falda cava Basciano.pdf	28/03/2019 14.52	Adobe Acrobat D...	531 KB
 relazione geologica SALARA.pdf	28/03/2019 15.04	Adobe Acrobat D...	8.789 KB

## DICHIARAZIONE

Il sottoscritto dott. geol Antonio Di Antonio dichiaro che quanto riportato a pagina 29 della mia relazione geologica relativa alla area di ampliamento di una cava nel comune di Basciano è frutto di uno spiacevole refuso e che i valori corretti della profondità della falda sono quelli da me descritti nelle stratigrafie e nelle sezioni stratigrafiche. Quindi **oltre -6,0 m e non -4,5 m -5, 0 m.**

Nella Relazione geologica, a pagg. 14-17 si riportano le stratigrafie delle tre trincee dove è evidenziato che la falda è posta a **-6,8 m nel S1, - 5,9 m in S2, -6,0 m in S3**, gli stessi dati sono riportati sulle conseguenti Sezioni stratigrafiche a pag. 20.

Si noti che sono state riportate a confronto anche le sezioni dei sondaggi eseguiti per il progetto della cava attualmente in esercizio.

Sono quindi un evidente **refuso** i valori di profondità **erroneamente** riportati nel paragrafo "Idrogeologia" pag 29 ("*falda posta alla profondità di -4,5m – 5,0 m*") visto che sono ampiamente NON congruenti con i valori stratigrafici rilevati e dichiarati.

Sottolineo inoltre che la relazione geologica è un atto tecnico di gran lunga più ampio e approfondito di quanto richiesto in precedenza da parte della commissione VIA poiché rappresenta il pieno rispetto delle indicazioni delle NTC 2008.

Dal punto di vista della raccolta dei dati idrogeologici ho ritenuto sufficienti le tre trincee indicate in relazione perché:

- a) Ho già redatto la relazione geologica e idrogeologica per la pratica di autorizzazione della cava ancora in esercizio, quindi ho già ampia conoscenza dell'area e i nuovi dati raccolti sono assolutamente congruenti con quelli precedenti;
- b) L'obiettivo dell'indagine conoscitivo è la caratterizzazione di un'area destinata all'ampliamento di una cava già in gran parte coltivata e quindi con le "stratigrafie" già a vista per gli scavi aperti;
- c) E' stato possibile raggiungere molto facilmente la quota della falda con l'escavatore presente in cava.

Il tecnico  
ANTONIO DI ANTONIO  
GEOLOGO

# RELAZIONE GEOLOGICA

**Studio geologico relativo ad un progetto per l'ampliamento di una cava di inerti**

**LOCALITA' SALARA  
Val Vomano  
BASCIANO**



**DI SABATINO F.LLI srl**

Antonio Di Antonio  
GEOLOGO  
Tel. 338 5922361  
diantonioantonio@gmail.com

PROVINCIA DI TERAMO

# **STUDIO GEOLOGICO RELATIVO AD UN PROGETTO PER L'AMPLIAMENTO DI UNA CAVA DI INERTI IN LOC. SALARA COMUNE DI BASCIANO, PROVINCIA DI TERAMO**

## **PREMESSA**

Su incarico della ditta F.lli DI SABATINO con sede legale in Val Vomano nel Comune di Penna S. Andrea, 64039 (TE), è stata eseguita una relazione geologica a supporto di un progetto per l'ampliamento di una cava di materiale ghiaioso sita in località SALARA in Comune di Basciano(TE), ricadente nelle p.lle catastali n° 4, 71, 85, 88 del Foglio di mappa n° 2.

Sono state svolte anche indagini stratigrafiche tramite pozzi eseguiti con escavatore.

L'incarico è stato svolto nel rispetto delle normative della L.R. 26.7.1983 n.54 e successive modifiche ed integrazioni. L'attività estrattiva interessa la Scheda n.2 della L.R.57/88.

## **METODOLOGIA DI LAVORO**

L'indagine, estesa a tutta la zona di possibile influenza degli interventi di progetto, è stata impostata con la finalità di caratterizzare il sito in relazione ai seguenti aspetti:

- ◆ inquadramento in un contesto geologico più ampio;
- ◆ successione stratigrafica;
- ◆ lineamenti geomorfologici;
- ◆ caratteristiche idrologiche ed idrogeologiche;
- ◆ valutazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni.



A tale fine sono state effettuate le fasi di studio di seguito specificate:

1. rilevamento geologico e geomorfologico;
2. realizzazione di indagini dirette ed indirette del sottosuolo;
3. analisi di dati relativi a litologie simili;
4. elaborazione dei risultati.

## UBICAZIONE DELL'AREA

L'area è ubicata a quota 151-152 m s.l.m., in destra idrografica del Fiume Vomano. La zona rientra nell'ambito di un ampio bacino di terreni agricoli di tipo seminativo irriguo; essa è riportata nel catasto dei terreni del Comune di Basciano nel F ° 2, p.lle n° 4 – 71 – 85 - 88 .

La zona è raggiungibile percorrendo la SS. 150 della Valle del Vomano Montorio-Roseto alla chilometrica KM 26 nelle vicinanze dell'agglomerato urbano di Val Vomano.

La zona si presenta pianeggiante moderatamente pendente verso ESE.

Il clima e il bilancio idrico dei suoli sono stati determinati elaborando i dati termopluviometrici della Stazione di Teramo.

La media totale di pioggia si aggira sui 760 mm.

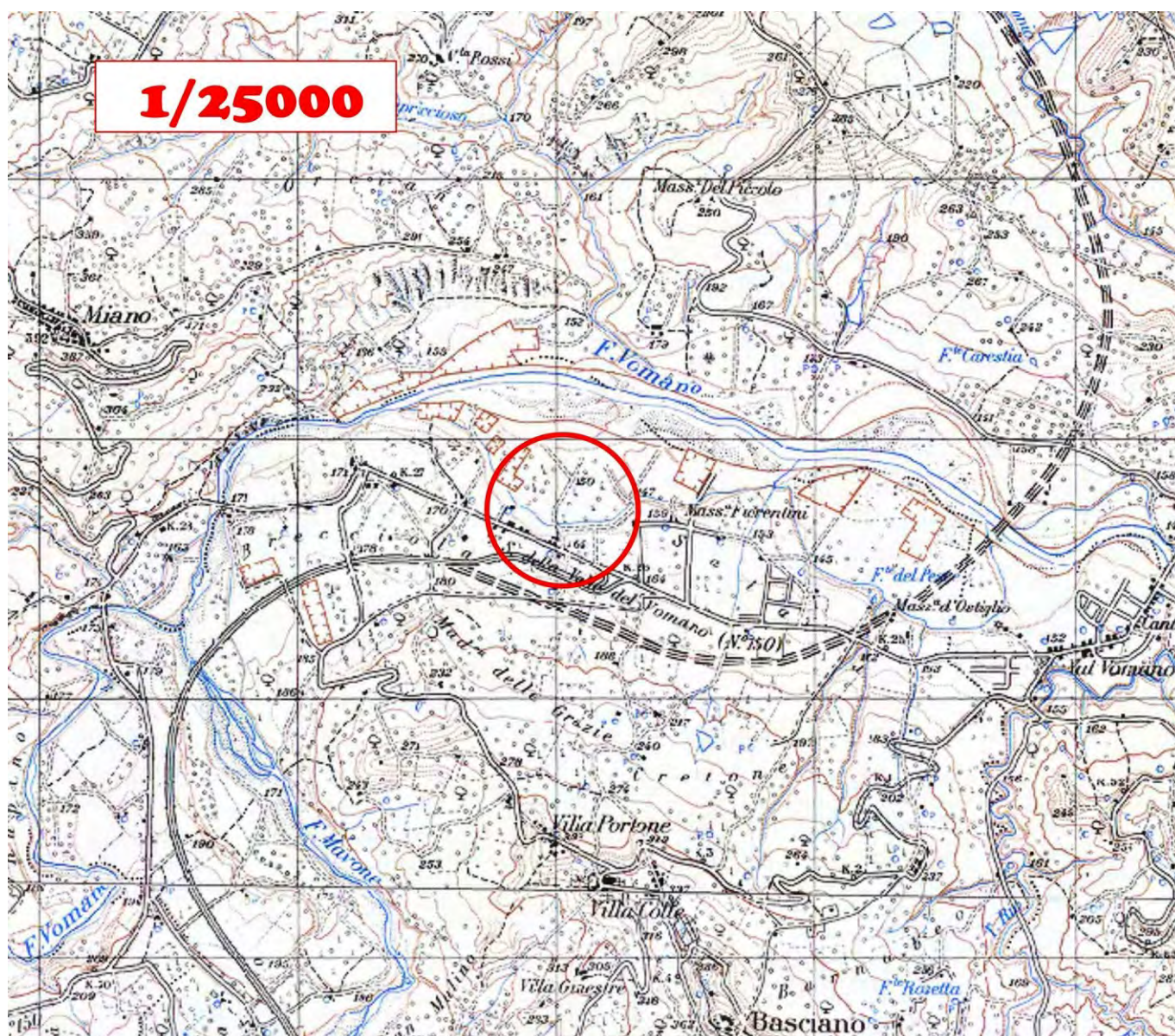
Le precipitazioni sono concentrate in autunno-inverno e sono legate principalmente a venti di scirocco che caratterizzano eventi meteorologici anche di forte intensità.

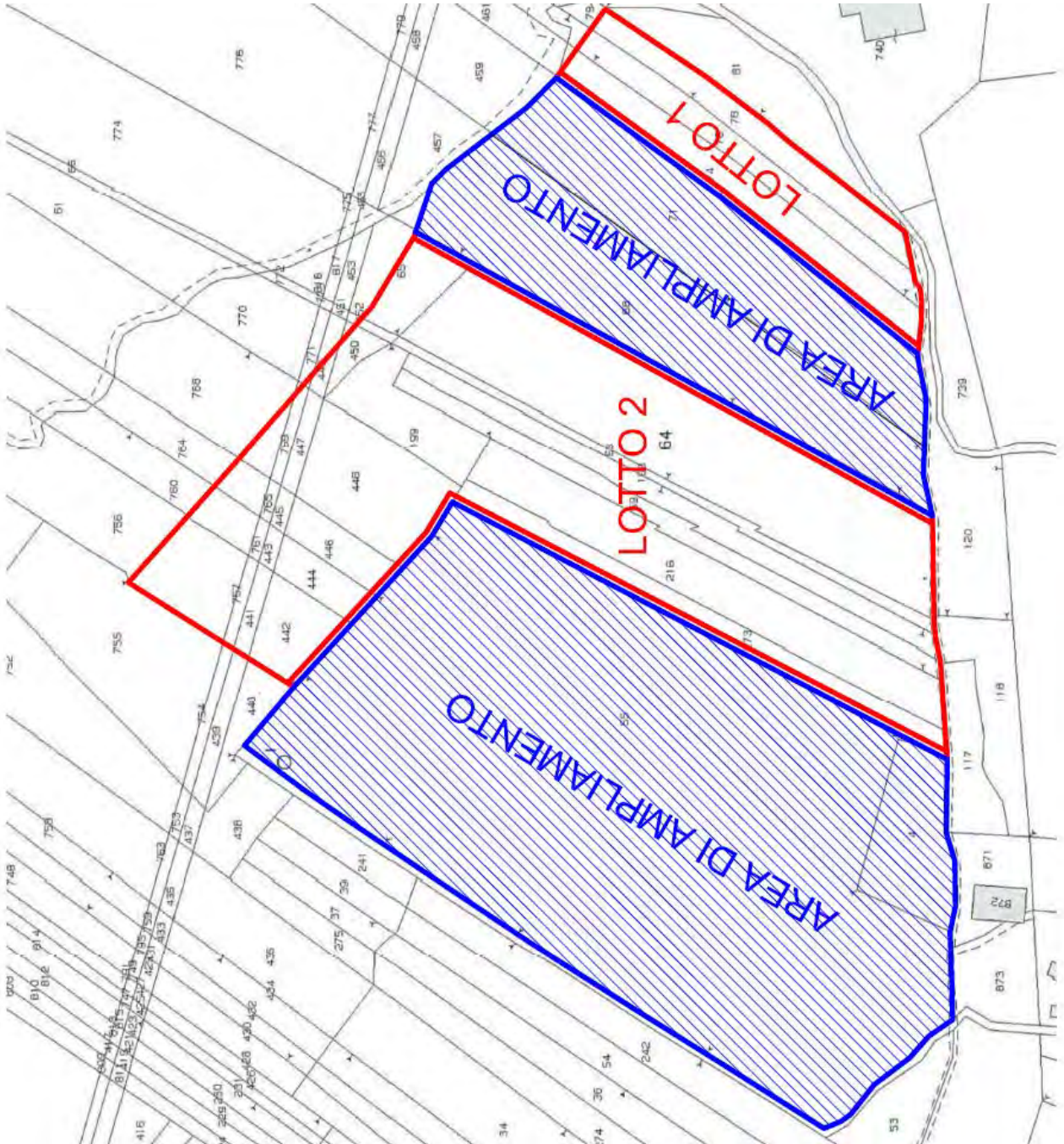
Il clima è di tipo mediterraneo con temperature medie annue pari a circa 15° ed escursioni termiche annue che raggiungono i 18°.

Per la redazione dello studio in oggetto sono state consultate le seguenti cartografie:



- Carta Geologica Regionale (Scala 1:100.000)
- IGM 1:25.000
- Carta Tecnica Regionale 1:5000
- DBT Regione Abruzzo multiscala
- Piano stralcio difesa dalle alluvioni - pericolosità
- F. Catastale n. 2 del Comune di Basciano







## INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area oggetto in esame è caratterizzata superficialmente dai depositi granulari recenti del F.Vomano costituiti da terrazzamenti ghiaiosi con ciottoli eterometrici e poligenici in matrice limoso-sabbiosa e da alluvioni fini limo-sabbiose (Pleistocene superiore – Olocene).

*A Sud del F. Vomano affiorano i terreni del Pliocene inferiore riferibili alla "Formazione Teramo" o meglio Membro Teramo, costituiti da argille e marne con intercalazioni arenacee.*

Questa formazione si rileva lungo l'allineamento Penne-Montefino-Cellino-S.Nicolò a Tordino -Floriano di Campi-S.Egidio alla Vibrata.

La giacitura degli strati, anche se mostra notevoli variazioni locali, è generalmente orientata ad E e/o NE.

La tettonica è distinta da faglie a basso rigetto e pieghe a scarso e medio raggio di curvatura.

A Nord dei terrazzamenti del F.Vomano affiorano, in continuità di sedimentazione sulla precedente formazione, argille ed argille marnose a stratificazione poco evidente con episodi siltosi ed arenacei in sottili livelli (Marne del Vomano).

La sommità di questa serie è caratterizzata da terreni a granulometria prevalentemente grossolana (sabbioso-conglomeratica), deposta durante una fase di innalzamento del livello marino nel Pliocene medio (trasgressione medio-pliocenica).

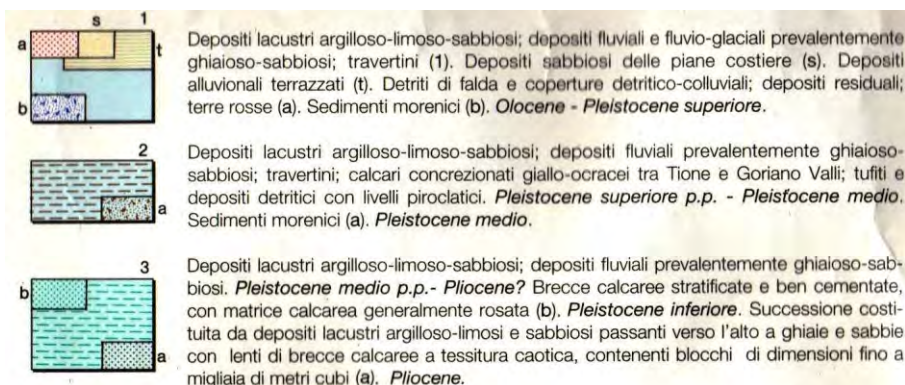
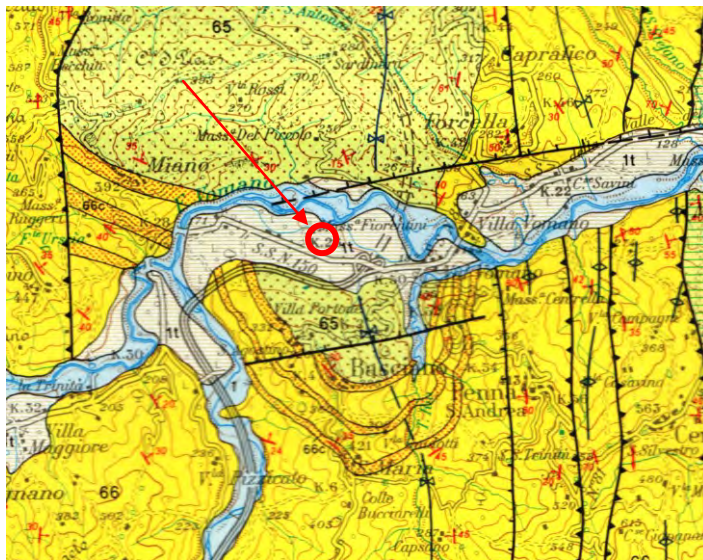
Questi litotipi hanno avuto origine, in condizioni di mare poco profondo, a causa del notevole apporto di sedimenti grossolani prodotti dall'erosione fluviale delle terre emerse circostanti; essi hanno spessore di poche decine di metri e sfumano, verso l'alto stratigrafico, a sedimenti di minore granulometria, in conseguenza dell'approfondimento marino.

Ne risulta che i depositi grossolani trasgressivi sono circoscritti ad aree relativamente ristrette, localizzate alle sommità dei crinali.



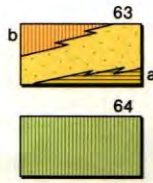
La stratificazione dei litotipi argilloso-marnosi, poco evidente, risulta disposta a monoclinale immergente ad E o NE di pochi gradi ed è relativamente poco disturbata da spinte tettoniche.

Anche i depositi della trasgressione medio-pleiocenica risultano stratificati, benché la giacitura sia, in questo caso, suborizzontale.



## CONTATTO TETTONICO

### 5b. Unita' di Tossicia

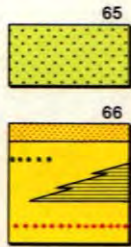


**Flysch della Laga.** Alternanza torbiditica di arenarie e argille con livelli risedimentati di gessareniti (a) e di calciruditi, conglomerati calcarei e calcareniti laminate, talora intercalati a marni bituminose (b). Spessore: > 1000 m. *Messiniano*.

**Marne con Cerrognà.** Calcari marnosi e marne arenacee bioturbate, con intercalazioni di calcareniti. Spessore: 80-100 m. *Miocene medio - inferiore*.

## CONTATTO TETTONICO

### 5c. Unita' di Farindola



**Marne del Vomano.** Marne argillose emipelagiche con sottili e rari livelli siltitici. Zona a *G. punctulata*. Spessore: 300-400 m. *Pliocene inferiore*.

**Flysch di Teramo.** Alternanza pelitico-arenacea con intercalazioni di arenarie in banchi metrici e con all'apice i tre caratteristici orizzonti arenacei di Basciano (c). Nella parte alta della Formazione sono presenti conglomerati poligenici in banchi amalgamati da pochi m fino a 150 m, passanti ad arenarie grossolane e calcareniti in strati tabulari (b, **Conglomerati di M. Bertona**). Nella parte bassa è presente un livello di vulcanoclastiti acide dello spessore di circa 1 m (a). Zona a *Sphaeroidinellopsis*, a *G. margaritae* ed a *G. punctulata*. Spessore complessivo: >1500 m. *Pliocene inferiore - Messiniano post-evaporitico?*

L'area in esame è caratterizzata superficialmente dai depositi alluvionali attuali e recenti del F.Vomano costituiti da terrazzamenti ghiaiosi con ciottoli eterometrici e poligenici in matrice limoso-sabbiosa (Pleistocene superiore – Olocene).

A Sud del F. Vomano affiorano i terreni del Pliocene inferiore riferibili alla "Formazione Teramo" o meglio Membro Teramo, costituiti da argille e marne con intercalazioni arenacee.

Questa formazione si rileva lungo l'allineamento Penne-Montefino-Cellino-S.Nicolò a Tordino-Floriano di Campi-S.Egidio alla Vibrata.

La giacitura degli strati, anche se mostra notevoli variazioni locali, è generalmente orientata ad E e/o NE.

La tettonica è distinta da faglie a basso rigetto e pieghe a scarso e medio raggio di curvatura.

A Nord del F.Vomano affiorano, in continuità di sedimentazione sulla precedente formazione, argille ed argille marnose a stratificazione poco evidente con episodi siltosi ed arenacei in sottili livelli.

# CARTA GEOLITOLOGICA

**LEGENDA** scala 1/5000

 **ALLUVIONI MOBILI DEL GRETO DEL VOMANO**

 **ALLUVIONI RECENTI TERRAZZATE**

 **ARGILLE MARNOSE**



La sommità di questa serie è caratterizzata da terreni a granulometria prevalentemente grossolana (sabbioso-conglomeratica), deposta durante una fase di innalzamento del livello marino nel Pliocene medio (trasgressione medio-pliocenica).

Questi litotipi hanno avuto origine, in condizioni di mare poco profondo, a causa del notevole apporto di sedimenti grossolani prodotti dall'erosione fluviale delle terre emerse circostanti; essi hanno spessore di poche decine di metri e sfumano, verso l'alto stratigrafico, a sedimenti di minore granulometria, in conseguenza dell'approfondimento marino.

Ne risulta che i depositi grossolani trasgressivi sono circoscritti ad aree relativamente ristrette, localizzate alle sommità dei crinali.

La stratificazione dei litotipi argilloso-marnosi, poco evidente, risulta disposta a monoclinale immergente ad E o NE di pochi gradi ed è relativamente poco disturbata da spinte tettoniche.

Anche i depositi della trasgressione medio-pliocenica risultano stratificati, benché la giacitura sia, in questo caso, suborizzontale.

## GEOMORFOLOGIA

Dal punto di vista morfologico il motivo dominante della zona è la valle del F.Vomano caratterizzata da un profilo trasversale asimmetrico.




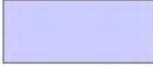



Il versante meridionale si presenta ad acclività maggiore rispetto a quello settentrionale, causa di ciò è l'erosione operata a S dal Vomano, che al contrario ha svolto prevalente azione di deposito a N con la formazione di vari ordini di terrazzo alluvionale.

Il F.Vomano, come altri corsi d'acqua abruzzesi e marchigiani, ha subito una traslazione da Nord verso Sud durante il Quaternario.

Lo spostamento a destra dell'alveo, con fenomeni di erosione e scalzamento alla base del versante meridionale, è riconducibile ad un sollevamento della zona settentrionale a quella meridionale.

# CARTA GEOMORFOLOGICA

**LEGENDA** scala 1/5000

- |  |   |   |
|--|---|---|
| <p><b>SETTORI IN EROSIONE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Alluvioni mobili del F.Vomano</li> <li> Erosione di fondo</li> <li> Erosione diffusa</li> </ul> | <p><b>COLTRI DI COPERTURA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Alluvioni terrazzate recenti</li> <li> Terrazzo alluvionale</li> <li> Colluvioni</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li> Orlo di terrazzo alluvionale</li> </ul> |
|--|---|---|



Attualmente il corso d'acqua è in fase erosiva, come è testimoniato dalla parziale asportazione delle alluvioni nel letto e dall'affioramento dei litotipi argillosi pliocenici.

L'alveo del fiume, nella zona, è confinato da scarpate di circa 2-3m di altezza in una fascia di larghezza variabile da un minimo di 100m ad un massimo di circa 700m.

In questa fascia il fiume è libero di esondare e di modificare il proprio corso soprattutto in occasione di piene.

Il pericolo di inondazioni nei terreni posti a quote più elevate è da ritenersi remoto per la scarsa portata degli affluenti del Vomano e per l'esistenza di alcune dighe che ne regolano la portata.

Il territorio interessato dal progetto di cava è caratterizzato da un terrazzo alluvionale in destra orografica con debole pendenza verso SSE e quote variabili da 152m a 149m s.l.m. Tale territorio non è interessato da vincolistica regionale.

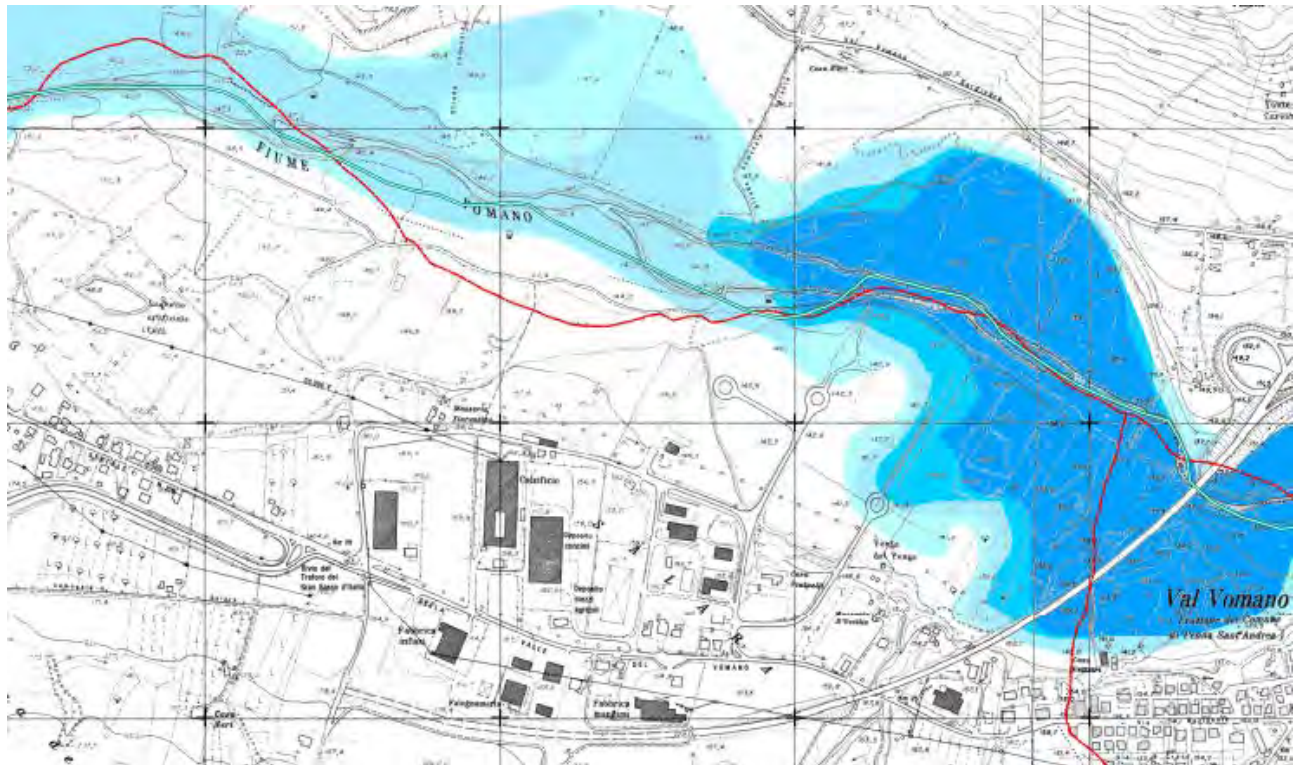
I caratteri geomorfologici osservati nel corso del rilevamento e riportati nell'allegata Carta Geomorfologica sono suddivisi in due temi:

👉 coltri di copertura;

👉 settori in erosione;

#### PIANO STRALCIO DIFESA DALLE ALLUVIONI –PERICOLOSITA'

	<b>Pericolosità molto elevata</b> $h_{50} > 1m$ $v_{50} > 1m/s$
	<b>Pericolosità elevata</b> $1m > h_{50} > 0.5 m$ $h_{100} > 1m$ $v_{100} > 1m/s$
	<b>Pericolosità media</b> $h_{100} > 0m$
	<b>Pericolosità moderata</b> $h_{200} > 0m$



## SUCCESSIONE STRATIGRAFICA LOCALE

La zona oggetto d'indagine è caratterizzata dalle alluvioni terrazzate (Pleistocene sup.) costituite dai prodotti dell'erosione della regione calcarea a W dell'area in esame che si è sollevata durante il Pliocene inf-medio.

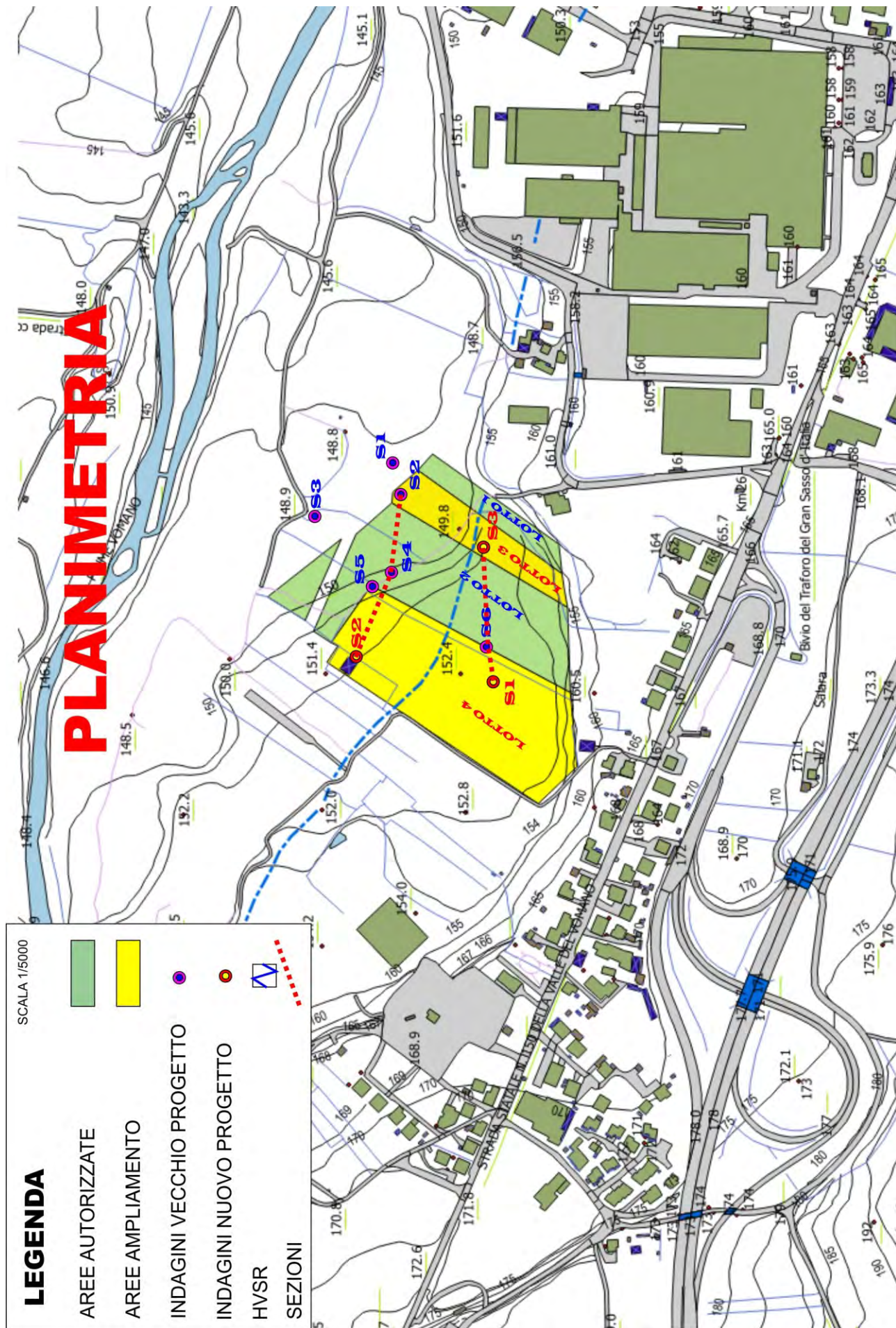
Si tratta di depositi alluvionali costituiti da ciottoli, ghiaia, sabbia e strati limo argillosi formati per il progressivo accumulo dei sedimenti lasciati dai corsi d'acqua nella fase finale della penultima glaciazione.

Sono di natura poligenica eterometrica ed hanno un andamento lenticolare e disposizione embriciata.

Tali depositi, soggetti a più riprese ad alluvionamenti e reincisioni, hanno dato luogo ad una serie di terrazzi posti a varie quote.

Il substrato geologico, che si rinviene a profondità variabili da 5.80m a 7.00m dal p.c., è costituito dalle argille marnose sottilmente stratificate intercalate da straterelli arenacei e/o livelli sabbiosi della Formazione Teramo.





**LEGENDA**

SCALA 1/5000

- AREE AUTORIZZATE
- AREE AMPLIAMENTO
- INDAGINI VECCHIO PROGETTO
- INDAGINI NUOVO PROGETTO
- HVSR
- SEZIONI



Nell'area oggetto di studio sono stati eseguiti dalla ditta F.LLI DI SABATINO n.3 sondaggi realizzati con Escavatore Meccanico e relazionati dalla stessa.

Essi hanno rilevato la seguente successione stratigrafica, descritta dall'alto verso il basso:



- da 0 m a 3 m: Terreno di copertura prevalentemente limoso-sabbioso, con ghiaia sparsa, di colore marrone scuro alterato ed ossidato, con inclusi frequenti noduli e sottili livelli carbonatici biancastri.
- da 3 m a 7 m: ghiaia e ciottoli in matrice prevalentemente sabbiosa, con piccole lenti sabbioso-limose, di colore avana. I clasti sono eterometrici, di forma sub-arrotondata e di natura prevalentemente calcarea. (depositi alluvionali)
- Falda rilevata a 6,8 m



- da 0 m a 1,2 m: Terreno di copertura prevalentemente limoso-sabbioso, con ghiaia sparsa, di colore marrone scuro alterato ed ossidato, con inclusi frequenti noduli e sottili livelli carbonatici biancastri
- da 1,2 m a 6,3 m: ghiaia e ciottoli in matrice prevalentemente sabbiosa, con piccole lenti sabbioso-limose, di colore avana. I clasti sono eterometrici, di forma sub-arrotondata e di natura prevalentemente calcarea. (depositi alluvionali)
- Falda rilevata a 5,9 m



- da 0 m a 2,7 m: Terreno di copertura prevalentemente limoso-sabbioso, con ghiaia sparsa, di colore marrone scuro alterato ed ossidato, con inclusi frequenti noduli e sottili livelli carbonatici biancastri
- da 2,7 m a 6,3 m: ghiaia e ciottoli in matrice prevalentemente sabbiosa, con piccole lenti sabbioso-limose, di colore avana. I clasti sono eterometrici, di forma sub-arrotondata e di natura prevalentemente calcarea. (depositi alluvionali)
- Falda rilevata a 6.0 m



# PROGETTO PRECEDENTE

## STRATIGRAFIA

SCALA 1 : 100 Pagina 1/1

Riferimento: DITTA INERTI DI SABATINO										Sondaggio: S.1				
Località: C.DA SALARA, ZAMPITTO, COMUNE DI BASCIANO										Quota:				
Impresa esecutrice: F.LLI DI SABATINO										Data: 6.4.2005				
Coordinate:										Redattore: ECOGEO				
Perforazione: escavatore mecc.														
Ø mm	R v	A f s	Pz	metri bat	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0-100	S.P.T. S.P.T.	N	RQD % 0-100	prof. m	DESCRIZIONE
				1									0,4	Terrano vegetale limo-argilloso
													1,0	Argilla limosa
														Argilla con sabbia
				2									1,8	Ghiaia con ciottoli in matrice limo-sabbiosa
				3										
				4										
				5										
				6									6,1	
													6,5	Argilla marnosa

## STRATIGRAFIA

SCALA 1 : 100 Pagina 1/1

Riferimento: DITTA INERTI DI SABATINO										Sondaggio: S.2.				
Località: C.DA SALARA, ZAMPITTO, COMUNE DI BASCIANO (TE)										Quota:				
Impresa esecutrice: Di Sabatino										Data: 6.4.2005				
Coordinate:										Redattore:				
Perforazione: escavatore meccanico														
Ø mm	R v	A f s	Pz	metri bat	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0-100	S.P.T. S.P.T.	N	RQD % 0-100	prof. m	DESCRIZIONE
				1									1,0	Terrano vegetale limo argilloso
														Argilla sabbiosa
				2									2,0	Ghiaia con ciottoli in matrice sabbiosa
				3										
				4										
				5										
				6									5,8	
													6,5	Argilla marnosa

# PROGETTO PRECEDENTE

## STRATIGRAFIA

SCALA 1 : 100 Pagina 1/1

Riferimento: DITTA INERTI DI SABATINO										Sondaggio: S.3.						
Località: C.DA SALARA, ZAMPITTO, COMUNE DI BASCIANO - TE										Quota:						
Impresa esecutrice: Di Sabatino										Data:						
Coordinate:										Redattore:						
Perforazione: escavatore meccanico																
Ø mm	R v	A r	S	Pz	metri bat.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0-100	S.P.T. S.P.T.	N	RQD % 0-100	prof. m	DESCRIZIONE	
					1									0,5	Terreno vegetale limo-argilloso-sabbioso Ghiaia, ciottoli e sabbie con lenti o strati decimetrici a lim	
					2											
					3											
					4											
					5											
					6										6,4	
														6,8	Argilla marnosa	

## STRATIGRAFIA

SCALA 1 : 100 Pagina 1/1

Riferimento: DITTA INERTI DI SABATINO										Sondaggio: S.4						
Località: C.DA SALARA, ZAMPITTO, COMUNE DI BASCIANO- TE										Quota:						
Impresa esecutrice: Di Sabatino										Data: 6.4.2005						
Coordinate:										Redattore:						
Perforazione: escavatore meccanico																
Ø mm	R v	A r	S	Pz	metri bat.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0-100	S.P.T. S.P.T.	N	RQD % 0-100	prof. m	DESCRIZIONE	
					1									1,0	Terreno vegetale limo-argillo-sabbioso	
					2											Limo con sabbia
					3										2,8	Ghiaia, ciottoli e sabbie talora limose
					4											
					5											
					6										6,3	
														6,6	Argilla marnosa	

# PROGETTO PRECEDENTE

## STRATIGRAFIA

SCALA 1 : 100 Pagina 1/1





Riferimento: DITTA INERTI DI SABATINO										Sondaggio: S.5.				
Località: C.DA SALARA, ZAMPITTO, COMUNE DI BASCIANO- TE										Quota:				
Impresa esecutrice: Di Sabatino										Data: 6.4.2005				
Coordinate:										Redattore:				
Perforazione: escavatore meccanico														
Ø mm	R v	A f	Pz	metri lun	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	PreL. % 0 - 100	S.P.T. S.P.T.	N	RQD % 0 - 100	prof. m	DESCRIZIONE
				1									0,5	Terreno limo-sabbioso organico Argilla sabbiosa
				2									3,3	Ghiaia con sabbia talora con livelli o tasche a limi sabbiosi
				3									6,4	
				4									6,7	Argilla marnosa

## STRATIGRAFIA

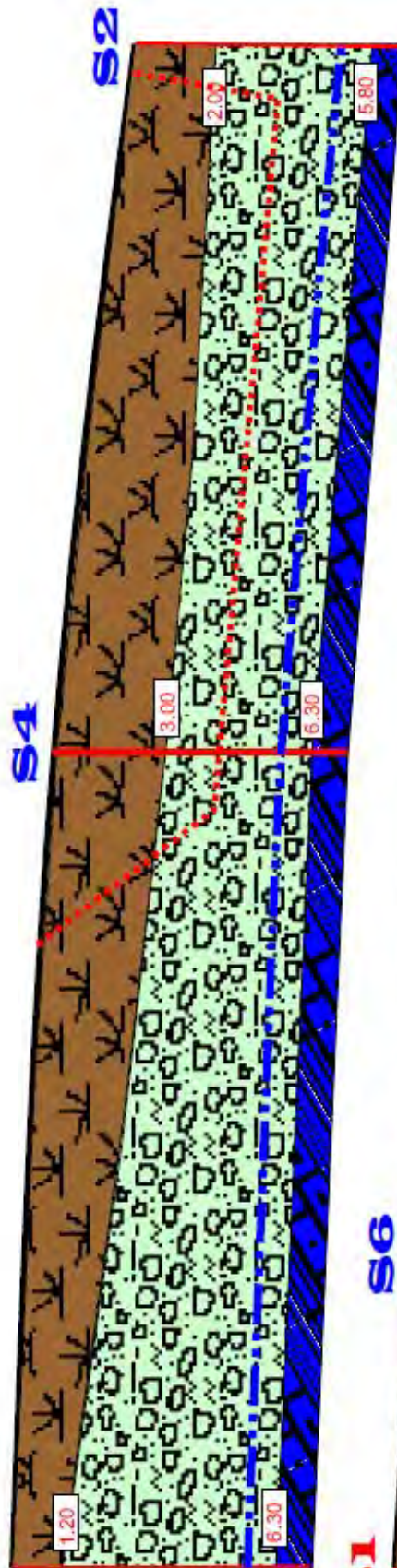
SCALA 1 : 100 Pagina 1/1

Riferimento: INERTI DI SABATINO										Sondaggio: S.6.				
Località: C.DA SALARA, ZAMPITTO, COMUNE DI BASCIANO- TE-										Quota:				
Impresa esecutrice: Di Sabatino										Data: 6.4.2005				
Coordinate:										Redattore:				
Perforazione: escavatore meccanico														
Ø mm	R v	A f	Pz	metri lun	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	PreL. % 0 - 100	S.P.T. S.P.T.	N	RQD % 0 - 100	prof. m	DESCRIZIONE
				1									0,5	Terreno vegetale limo argillo-sabbioso Limo-argilloso-sabbioso
				2									3,0	Ghiaia eterodimensionale in matrice sabbiosa e/o limosa
				3									6,6	
				4									7,0	Argilla marnosa

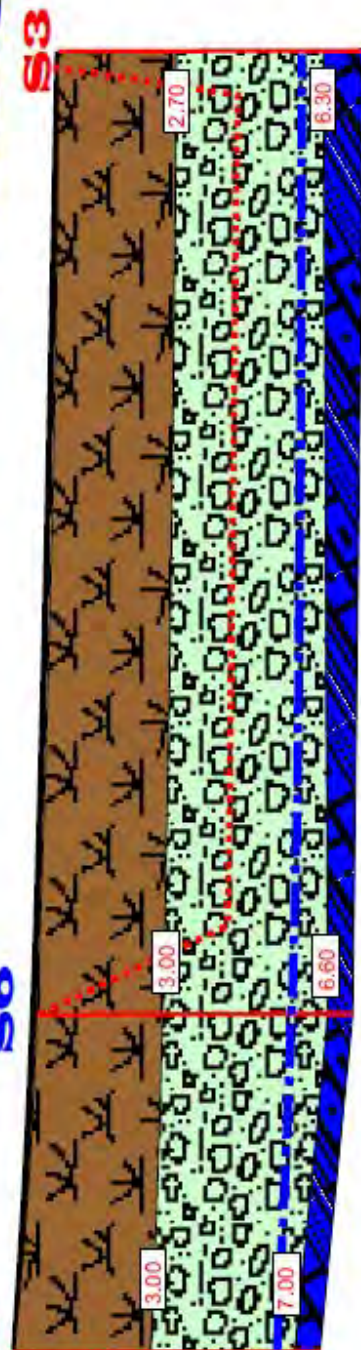
# SEZIONI STRATIGRAFICHE

- LEGENDA** scala orizzontale 1/500 - scala verticale 1/100
-  Terreno di copertura limo-sabbioso, con ghiaia dispersa, coble marone e argilli ossidate con inclusi noduli e concrezioni calcaree.
  -  Ghiaia eterometrica prevalentemente calcarea, subarrotondata in matrice sabbio-silicea, presenti formazioni lenticolari limoso-sabbiose di colore antrace (Auvioni recenti).
  -  Substrato argilloso-marnoso flyschivide - (Membro Teramo)
  -  Piezometrica

**S2**



**S1**





## Prova sismica HVSR

La caratterizzazione sismica del sito in esame è stata eseguita tramite la tecnica di indagine sismica passiva H.V.S.R. (Horizontal to Vertical Spectral Ratio – Metodo di Nakamura) che è finalizzata all'individuazione delle frequenze caratteristiche di risonanza di sito, correlabili ai cambi litologici presenti sia all'interno della copertura che nell'ammasso roccioso. L'utilizzo di algoritmi di calcolo, volti ad una modellizzazione sintetica dello spettro H/V, permette di correlare ogni picco spettrale con le discontinuità presenti nel sottosuolo (per es. cambi litologici). I dati che si possono ricavare all'interno del sismostrato individuato sono:

- ✓ spessori
- ✓ profondità
- ✓ velocità di propagazione delle onde di taglio

Tramite l'elaborazione di modi superiori e l'analisi dell'andamento delle tre componenti del moto, è possibile distinguere i picchi di origine naturale da quelli generati dai modi superiori o da "artefatti", al fine di garantire una corretta interpretazione dello spettro sismico registrato. Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un *tromometro digitale* della ditta Micromed S.p.A. modello "*Tromino*" che rappresenta la nuova generazione di strumenti ultra-leggeri e ultra-compatti in alta risoluzione adatto a tali misurazioni. I risultati che si possono ottenere da indagini sismiche HVSR sono quelle qui di seguito elencate.

- **Frequenza caratteristica di risonanza del sito** che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici antisismici, adottando adeguate precauzioni nell'edificare strutture aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno, per evitare l'effetto di "doppia risonanza", fenomeno estremamente pericoloso per la stabilità delle costruzioni.
- **Velocità media delle onde di taglio  $V_s$**  che può essere stimata tramite un apposito codice di calcolo per la creazione di curve H/V sintetiche purché, per l'affidabilità del risultato, si conosca la profondità di un riflettore noto dalla stratigrafia (prova penetrometrica, sondaggio, ecc.) e riconoscibile nella curva H/V. Il modello, opportunamente applicato, può essere considerato uno stimatore del profilo di  $V_s$ , con errori confrontabili con quelli di metodi più tradizionali, per lo meno nei primi 30 m di profondità e consente quindi possibile di definire la **Categoria del suolo di fondazione** come esplicitamente richiesto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14 gennaio 2008.
- **Stratigrafia del sottosuolo** con un range di indagine compreso tra 0.5 e 700 m di profondità, con dettaglio maggiore nei primi 100 metri. Il principio su cui si basa la tecnica HVSR, in

termini di stratigrafia del sottosuolo, è rappresentato dalla definizione di strato, inteso come unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto d'impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

Nel dominio della frequenza, quattro sono gli spettri coinvolti: le componenti orizzontali e verticali del moto in superficie (HS e VS) e alla base dello strato (HB e VB). La tecnica di Nakamura si basa sulle seguenti ipotesi:

- le sorgenti dei microtremori sono locali, trascurando qualsiasi contributo dovuto a sorgenti profonde;
- le sorgenti dei microtremori in superficie non influenzano i microtremori alla base;
- la componente verticale del moto non risente di effetti di amplificazione locale.

Sotto queste ipotesi, il rapporto fra le componenti verticali del moto in superficie ed alla base contiene solo termini delle sorgenti locali  $A_S(\omega)$  e delle sorgenti alla base  $A_B(\omega)$  ed è pari a:

$$R_V(\omega) = \frac{V_S(\omega)}{V_B(\omega)} = \frac{A_S(\omega)}{A_B(\omega)}$$

mentre il rapporto fra l'ampiezza dello spettro della componente orizzontale del moto in superficie ( $H_S$ ) e alla base dello strato ( $H_B$ ), contiene oltre che il termine di sorgente anche il termine di amplificazione di sito in superficie  $S(f)$  e può essere espresso nel seguente modo:

$$R_H(\omega) = \frac{H_S(\omega)}{H_B(\omega)} = \frac{S(\omega)A_S(\omega)}{A_B(\omega)}$$

Per rimuovere l'effetto di sorgente dai segnali, Nakamura divide i due rapporti R fra loro ottenendo così la seguente espressione per la funzione trasferimento di sito:

$$\frac{R_H(\omega)}{R_V(\omega)} = S(\omega) = \frac{H_S(\omega) V_B(\omega)}{H_B(\omega) V_S(\omega)}$$

Ipotizzando infine che alla base dei sedimenti l'ampiezza spettrale della componente verticale e di quella orizzontale siano uguali e cioè:

$$\frac{V_B(\omega)}{H_B(\omega)} = 1$$

il fattore di amplificazione del moto orizzontale in superficie potrà essere valutato direttamente nel seguente modo:

$$S(\omega) = \frac{H_S(\omega)}{V_S(\omega)}$$

Le varie ipotesi sono state verificate dallo stesso Nakamura (1989) con misure di microtremori in superficie e in pozzo. Le stesse assunzioni sono state verificate anche da altri autori confrontando i risultati ottenuti con modelli di propagazione di onde di Rayleigh, modelli di propagazione 1-D di

onde S e con modelli di generazione sintetica di rumore. Le conclusioni a cui sono giunti gli studi suddetti sono che il picco visibile nei rapporti H/V ottenuti con il rumore simulato è indipendente dalle caratteristiche della sorgente del rumore e che dipende invece fortemente dalla stratigrafia del terreno. Tale picco è inoltre ben correlato con la frequenza fondamentale di risonanza del terreno soggetto alla propagazione di onde S verticali e con il picco fondamentale delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh. La misura riportata nel presente rapporto è stata eseguita con un apparecchio portatile compatto (Tromino Micrormed) che alloggia in un unico contenitore rigido metallico tre sensori sismometrici, un digitalizzatore a 24 bit ed il sistema di archiviazione su *flash memory*. Per il punto di misura è stata acquisita una registrazione della durata di 16 minuti, campionata ad una frequenza di 128 Hz.

I segnali acquisiti sono stati quindi:

1. corretti per la linea di base (sottraendo a ciascun punto la media effettuata sull'intera traccia);
2. corretti da andamenti (trend) anomali (sottraendo la retta della regressione lineare effettuata su tutti i punti della traccia);
3. filtrati con un passa banda tra 0.1 e 64 Hz,

Per ogni segnale si calcola quindi la trasformata di Fourier e successivamente si è effettuato il rapporto spettrale fra le componenti orizzontale e verticale. Tale rapporto è stato smussato con una finestra triangolare al 10% ed il risultato di tale operazione è stato assunto come stima delle funzioni di amplificazione locale di Nakamura. Tutte le operazioni descritte sono state eseguite mediante un programma applicativo appositamente implementato (**Grilla**).

Strumento: TEP-0028/01-09

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 06/04/16 17:56:20 Fine registrazione: 06/04/16 18:12:21

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN; TRG + TRG -

Durata registrazione: 0h16'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.

Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

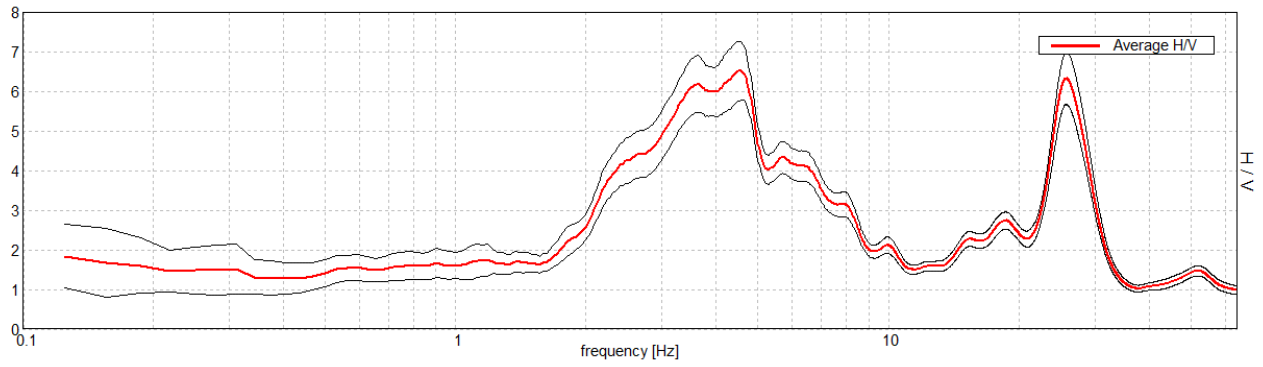
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

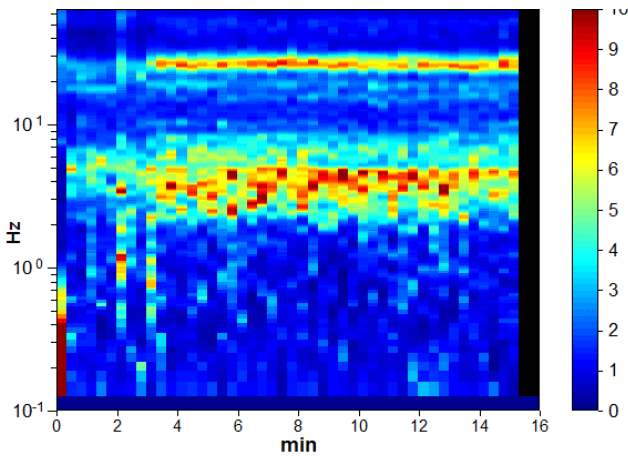


## RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

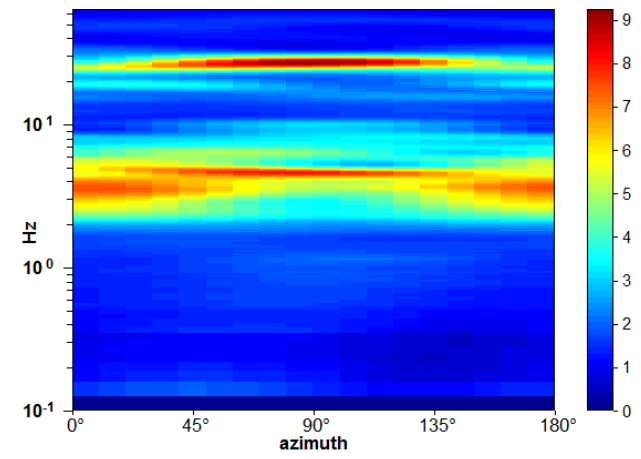
Max. H/V at  $4.56 \pm 1.87$  Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



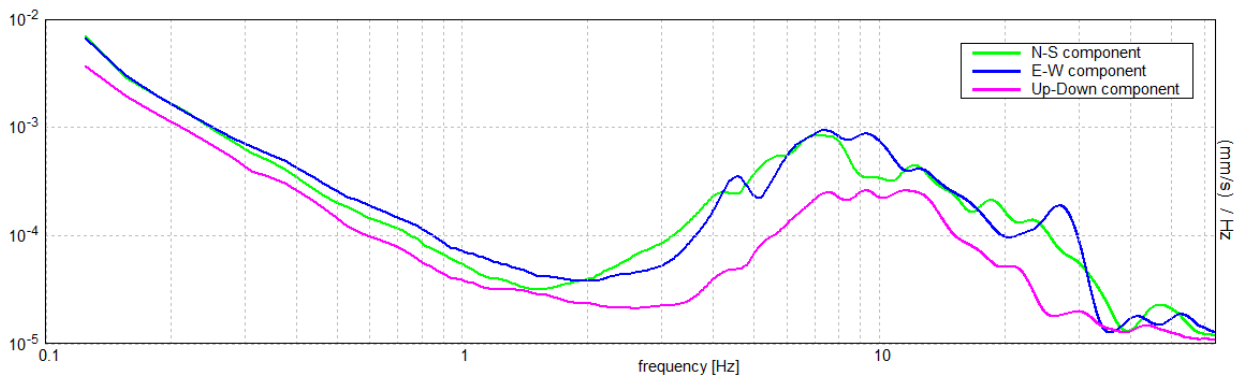
## SERIE TEMPORALE H/V



## DIREZIONALITA' H/V

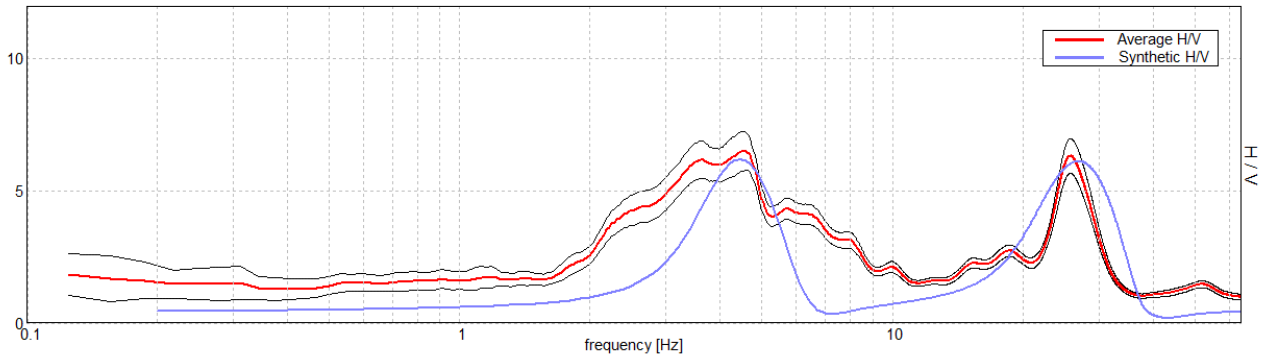


## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



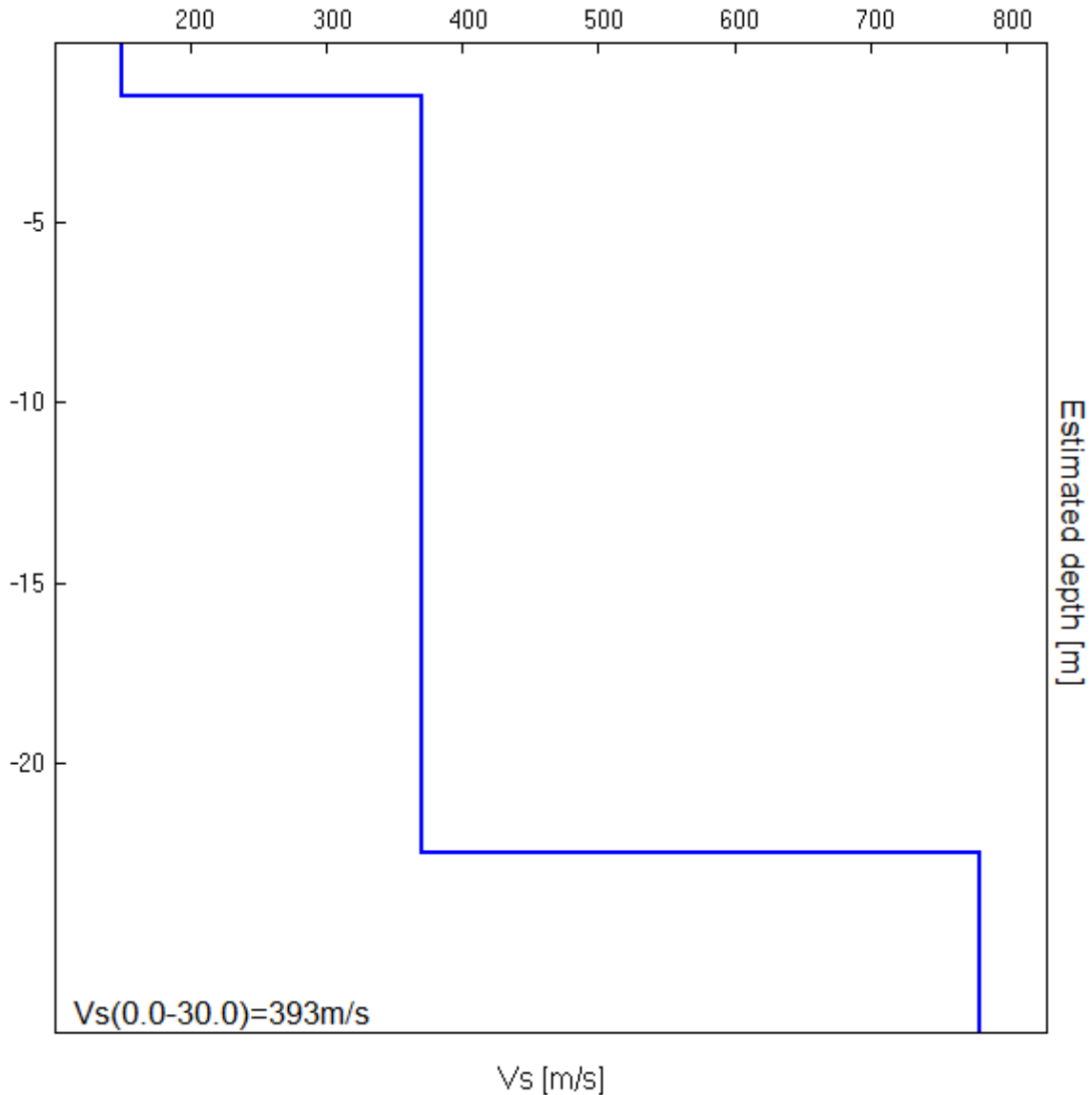
## H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Max. H/V at 4.56 ± 1.87 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
1.50	1.50	150	0.42
22.50	21.00	370	0.42
inf.	inf.	780	0.42

Vs(0.0-30.0)=393m/s



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente].

**Picco H/V a  $4.56 \pm 1.87$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$4.56 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$4380.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 220	OK	

**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	2.125 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	7.313 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$6.51 > 2$	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.40946  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$1.86815 < 0.22813$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.7373 < 1.58$	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

**Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$**

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

NOTA: I primi 3 criteri della tabella SESAME indicano se la registrazione è stata condotta per un tempo sufficientemente lungo rispetto alla frequenza del picco considerata.

E' necessario che questi criteri siano **tutti** soddisfatti.

I secondi 6 criteri della tabella SESAME indicano se il picco è significativo da un punto di vista statistico. E' bene che ne siano soddisfatti il maggior numero possibile, ma eventuali NO anche su tutte le righe non implicano necessariamente che la registrazione è stata effettuata male, bensì stanno a significare che non ci sono picchi significativi (una registrazione su roccia sana darebbe NO su tutti questi criteri).



## IDROLOGIA SUPERFICIALE

Il fiume Vomano ha un bacino imbrifero che si sviluppa su una superficie di circa 782 km<sup>2</sup>, con quota massima di 2912 m s.l.m. in corrispondenza del Corno Grande, e quota media di 808 m s.l.m.; il bacino per quasi la sua totalità è parte della provincia di Teramo.

Il Vomano ha origine dal versante nordoccidentale del Monte San Franco (Massiccio del Gran Sasso) più precisamente dalle sorgenti del Gallo le cui acque si immettono nella valle dell'Acqua Santa, ricevendo poco a valle il Fosso Giannotti in sx orografica e il Fosso dell'Orso ed il Rio del Colle in dx orografica; da qui il suo corso si espande per circa 68 km, di cui 22 in pianura, fino a immettersi nel mare Adriatico tra i territori comunali di Roseto degli Abruzzi e Pineto.

Intercetta le acque di molteplici torrenti, tra i primari il Fucino, che nei pressi di Tottea immette le sue acque in sinistra, il Rio Arno che confluisce sulla destra prima dell'invaso di Piaganini e poi il Mavone che è il più rilevante avendo un ampio bacino idrografico e che si immette sulla destra nei pressi di Villa Vomano.

Il bacino imbrifero del Vomano nel settore superiore si presenta abbastanza aspro con un alveo ben incassato, mentre nella parte inferiore è diversificato da colline con pendenze poco rilevanti e da una più grande estensione del letto.

Il bacino si estende dal monte Camicia (massiccio del Gran Sasso) al versante meridionale del monte Gorzano, sulla catena della Laga.

A valle del Fiume Mavone il bacino si restringe assumendo un andamento all'incirca sub-parallelo all'asta principale del fiume.

In relazione alla litologia che contraddistingue il bacino del fiume Vomano si definiscono le caratteristiche del reticolo idrografico, della erodibilità dei terreni e quindi del risultante trasporto solido del fiume.

Dalla permeabilità dei terreni tipici del bacino del fiume Vomano possiamo ricavare le seguenti considerazioni:



-le rocce calcareo-dolomitico delle aree montuose sono molto permeabili per fratturazione quindi lo scorrimento superficiale è alquanto scarso di carattere torrentizio;

-le litologie che invece costituiscono l'area dell'Alto Vomano sono costituite dalle arenarie e dalle argilliti della Formazione della Laga, la cui bassa permeabilità genera un scorrimento considerevole per cui il drenaggio superficiale si presenta sotto forma di molteplici incisioni torrentizie caratterizzate da elevata pendenza.

-il settore collinare, costituito dalle formazioni argilloso-marnoso-arenacee (Formazione della Laga, Formazione di Cellino, Formazione pelitica di Mutignano), è caratterizzato da una bassa permeabilità, con un reticolo idrografico suddiviso in limitati corsi d'acqua a regime torrentizio.

La zona della piana in esame è parte integrante del Bacino del Vomano a sua volta suddiviso in bacini parziali relativi ad aste direttamente influenti nel collettore principale.

Dall'analisi della carta 1:25.000 e dal CTR 1:5.000 si rileva che il bacino di piccole dimensioni esaminato, ubicato sul lato destro del F. Vomano, è interessato da un pattern particolarmente disorganizzato in corrispondenza dei litotipi argillosi o flyscioidi a marcata componente argillosa.

L'area è delimitata sul lato Ovest dal Fiume Mavone, ad est da due fossi secondari i cui corsi sono stati tombati, entrambi fuori del perimetro di progetto.



## IDROGEOLOGIA

Le alluvioni ghiaiose attuali (Olocene) di fondovalle sono caratterizzate da una elevata permeabilità per porosità ( $10^{-2} \leq K \leq 1$  m/sec) e danno luogo all'acquifero di subalveo; le alluvioni recenti (Pleistocene) dei vari ordini di terrazzi sono meno permeabili ( $10^{-4} \leq K \leq 10^{-2}$ ); il tutto poggia su di un substrato costituito da unità praticamente impermeabili.

Le acque sotterranee scorrono verso il corso d'acqua che drena la falda alluvionale.

Il profilo di depressione è una curva parabolica la cui quota inferiore è determinata dalla superficie d'acqua libera (livello di base).

Le linee di corrente convergono verso il corso d'acqua, le isopieze descrivono archi di cerchio a concavità orientata verso valle.

Nell'area in studio, dai sondaggi eseguiti, si rileva una falda posta alla profondità -6.80m(S1), -5,90(S2) e -6,00(S3) dal p.c al contatto con il substrato argilloso-marnoso che costituisce, per la sua impermeabilità, la base della falda freatica.

E' da considerare che la superficie piezometrica presenta, in funzione del tempo, fluttuazioni di livello.

Le variazioni dovute principalmente a fattori meteorologici presentano un carattere ciclico sia stagionale che di corta durata.

Queste ultime hanno per origine le precipitazioni, l'evapotraspirazione e la pressione atmosferica.

### **Permeabilità delle formazioni locali:**



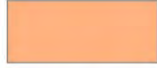
☞ formazioni con permeabilità elevata con K variabile tra 1 e  $10^{-2}$  m/sec, costituite da depositi alluvionali attuali del greto dei torrenti;

☞ formazioni con permeabilità medio-alta con K variabile tra  $10^{-2}$  e  $10^{-4}$  m/sec, costituite da depositi alluvionali terrazzati, costituita da ghiaie e sabbie addensate;

La formazione argillosa, impermeabile ( $K < 10^{-9}$  m/sec), costituisce il substrato della zona in esame.

# CARTA DELLE PERMEABILITA'

**LEGENDA** scala 1/5000

	<b>ALLUVIONI MOBILI DEL GRETO DEL VOMANO</b>	$10^{-2}$ m/sec $\leq K \leq 1$ m/sec
	<b>ALLUVIONI RECENTI TERRAZZATE</b>	$10^{-4}$ m/sec $\leq K \leq 10^{-2}$ m/sec
	<b>ARGILLE MARNOSE</b>	$10^{-9}$ m/sec $> K$



## VEGETAZIONE NATURALE

La forte pressione antropica ha totalmente trasformato la gamma vegetazionale. Allo stato attuale l'area si presenta quasi esclusivamente caratterizzata da colture agrarie che hanno soppiantato la vegetazione spontanea, quest'ultima relegata alle fasce ristrette delle zone lungofiume Vomano con querceto caducifoglio xerofilo, arbusteti, cespuglieti e pioppeti.

## PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI

L'area in esame è caratterizzata da una successione stratigrafica formata da 4 termini principali, che sono a partire dall'alto:

- *strato di copertura superficiale;*
- *alluvioni attuali;*
- *alluvioni terrazzate;*
- *Membro Teramo (Formazione della Laga).*

Prove in situ e di laboratorio, eseguite nel corso di sondaggi effettuati nelle vicinanze sugli stessi litotipi, hanno consentito di determinare i caratteri geomeccanici più rappresentativi.

Sono stati considerati, inoltre, i parametri rilevati dalla bibliografia esistente.

### -- *copertura superficiale*

E' il prodotto dell'intensa alterazione di natura chimico-fisico-biologica e meccanica dei terreni sottostanti, i quali ne influenzano la composizione litologica.

Sotto l'aspetto pedologico il suolo è costituito da terreno agrario e sottosuolo inerte. Il terreno di copertura ha uno spessore variabile da 100 ad 300 cm, con tessitura di medio impasto, tendente al sabbioso ed abbondante presenza di scheletro talora ghiaioso.

### -- *alluvioni attuali;*

A N del complesso terrazzato, lungo il letto del Vomano affiorano in superficie

ghiaie e sabbie, poco addensate, debolmente limose.

La potenza di questa formazione di età olocenica è definita ad alcuni metri.

#### -- *alluvioni terrazzate*

La formazione alluvionale è formata da ghiaie addensate ad elementi prevalentemente calcarei ed in minor misura arenacei e silicei, eterometrici, subarrotondati, con più o meno abbondante frazione sabbiosa o sabbiosa-limosa tra i clasti; sono presenti talora intercalazioni di strati e lenti di sabbie fini e limi sabbiosi o argillosi.

Questo litotipo, inoltre, è caratterizzato da un minimo di cementazione carbonatica che conferisce nell'insieme un più alto grado di risposta geomeccanica.

Si può assimilare il grado di cementazione ad una coesione equivalente  $C_e$ .

- peso di volume	$\gamma = 19-20 \text{ KN/m}^3$
- angolo d'attrito interno cd	$\phi = 30^\circ - 40^\circ$
- coesione equivalente	$C_e = 10- 30 \text{ KPa}$

#### -- *Membro Teramo*

Costituisce il substrato geologico dell'area ed è caratterizzato da sottili strati di argille marnose intercalate da strati arenacei e/o da livelli sabbiosi.

La stratificazione è sempre netta, i giunti sono serrati talora con patina di ossidazione.

La formazione offre ottime garanzie di tenuta al carico, si tratta , infatti, di depositi sovraconsolidati di notevole consistenza ed omogeneità.

- peso di volume	$\gamma = 19 - 20 \text{ KN/m}^3$
- coesione non drenata	$c_u = 150 - 200 \text{ KPa}$

## NORME SISMICHE

Per la classificazione dei terreni di fondazione dell'area oggetto nelle categorie di suolo descritte nelle N.T.C. 2018 si è fatto riferimento alle prove sismica HVSR eseguita in loco dalla quale si rileva una  $V_{s,eq}$  di 393 m/sec corrispondente ad un tipo di suolo di categoria B

La  $V_{s,eq}$  è calcolata in modo perfettamente analogo alla  $V_{s30}$ , ma invece di estendere la media pesata fino ai rigorosi 30 m di profondità, adesso viene portata fino ad una profondità H (che può essere pari a 30 m, ma anche ad un valore minore). A decretare il valore di questa profondità H è il raggiungimento del "substrato", caratterizzato da velocità superiori agli 800 m/s.

Per velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio si intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati nei primi metri di profondità dal piano di posa della fondazione, secondo la relazione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{V_s(strato)}}$$

Dove N è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore  $h(strato)$  e dalla velocità delle onde S  $V_s(strato)$ . Per H si intende la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s. Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

### CATEGORIE DI SOTTOSUOLO

Il D.M. 17 gennaio 2018 (nuove NTC) entrato in vigore il 22/03/2018 riporta le seguenti definizioni:

- **A – Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi** caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3m.

- **B – Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti**, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360m/s e 800m/s.
- **C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti**, con profondità del substrato superiori a 30 metri, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180m/s e 360m/s.
- **D - Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti**, con profondità del substrato superiori a 30m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180m/s.
- **E - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D**, con profondità del substrato non superiore a 30m.

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

La seguente tabella sintetizza le distinte Categorie di suolo di fondazione in base alle  $V_{S\text{eq}}$  :

Categorie suolo	Velocità onde S (m/s)
<b>A</b>	<b><math>V_{S\text{eq}} &gt; 800</math></b>
<b>B</b>	<b><math>360 &lt; V_{S\text{eq}} &lt; 800</math></b>
<b>C</b>	<b><math>180 &lt; V_{S\text{eq}} &lt; 360</math></b>
<b>D</b>	<b><math>100 &lt; V_{S\text{eq}} &lt; 180</math></b>
<b>E</b>	<b>Terreni superficiali di tipo C o D soprastanti substrato a profondità non superiore a 30m</b>

Il terreno di sedime dell'area in esame può essere riferito alla categoria **B**.

Per quanto riguarda le condizioni topografiche esiste la seguente classificazione in *categorie topografiche* in funzione delle caratteristiche della superficie topografica, a ciascuna delle quali corrisponde un *coefficiente di amplificazione topografica ST* che concorre alla determinazione dello spettro di risposta:

- **Cat. T1:** Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ; per tale categoria  $ST = 1.0$ .
- **Cat. T2:** Pendii con inclinazione media  $i > 15^\circ$ ; per tale categoria  $ST = 1.2$  in corrispondenza della sommità del pendio.
- **Cat. T3:** Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media  $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$ ; per tale categoria  $ST = 1.2$  in corrispondenza della cresta del rilievo.
- **Cat. T4:** Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media  $i > 30^\circ$ ; per tale categoria  $ST = 1.4$  in corrispondenza della cresta del rilievo.

Le caratteristiche topografiche dell'area in esame può essere riferito alla categoria **T1**.

**Coordinate geografiche**  
**42.612**  
**13.731**

## RISCHIO SISMICO .

Le N.T.C. 2018 prevedono una procedura di calcolo del rischio sismico in 3 fasi:

- 1.- si acquisisce la pericolosità sismica di base propria del sito;
- 2.- si determina la risposta sismica locale;
- 3.- si valuta l'azione sismica di progetto.

Fermo restando la competenza del Progettista per quanto concerne l'ultima fase, si sviluppa il procedimento per le altre.

### *Pericolosità sismica di base.*

I parametri che la determinano sono i seguenti:

- 1.-  $a_g$  = accelerazione massima del terreno su suolo rigido orizzontale con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, espressa in frazione di  $g$  (accelerazione di gravità);



- 2.-  $F_0$  = fattore di amplificazione spettrale massimo in accelerazione orizzontale;  
 3.-  $T_c$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I valori dei parametri citati sono tabellati (All. B delle N.T.C.) per ognuno dei nodi del reticolo sismico di riferimento prodotto dall'I.N.G.V. (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia); per i punti intermedi si procede ad interpolazione.

**Tipo costruzione (Art. 2.4.1)**

Tipo 1 ( $V_n \leq 10$  anni)

Tipo 2 ( $V_n \geq 50$  anni)

Tipo 3 ( $V_n \geq 100$  anni)

Vita Nominale  $V_n$  (anni):

**Classe d'uso (Art. 2.4.2)**

Classe I

Classe II

Classe III

Classe IV

Periodo di riferimento per l'azione sismica ( $> 35$  anni):  $VR = V_n * C_u = 50.00 * 1.00 = 50.00$  anni

**Pvr % (Art. 3.2.1)**

SLO	81.00
SLD	63.00
SLV	10.00
SLC	5.00

**Periodo di ritorno  $T_r$  (anni)**

SLO	30.00
SLD	50.00
SLV	475.00
SLC	975.00

**Posizione del sito**

Comune:

Longitudine

Latitudine

Isola:

**Nodi intorno al sito**

ID	Longitudine	Latitudine	Dist. sito (Km)
25201	13.7620	42.6350	3.6053
25200	13.6940	42.6350	3.9667
25422	13.6940	42.5850	4.2685
25423	13.7620	42.5850	3.9346

**Parametri di pericolosità sismica**

	$a_g$ (g/10)	$F_0$ (adim)	$T_C^*$ (sec)
SLO	0.5991	2.4654	0.2800
SLD	0.7554	2.4452	0.2927
SLV	1.8508	2.4967	0.3500
SLC	2.3819	2.5344	0.3600

N.B. Dal valore tabellato, per ottenere  $a_g$  in (g), dividerlo per 10; per ottenerlo in  $m/sec^2$ , moltiplicarlo per 0.9806

Per il sito in esame il calcolo è stato effettuato allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV) con Tempo di ritorno (TR) 475 anni, Vita nominale (VN) 50 anni, classe d'uso I, coefficiente d'uso (CU) 1 (1), ottenendo i seguenti parametri sismici:

$$a_g = 0,1851 \times g$$

$$F_0 = 2,4967$$

$$T_c = 0,3500 \text{ sec}$$





### *Risposta sismica locale.*

E' il prodotto di due coefficienti: si esprime con la formula:

$$S = S_S \times S_T$$

dove:

1.-  $S_S$  = coefficiente di amplificazione stratigrafica, che assume valori diversi a seconda della categoria di sottosuolo;

2.-  $S_T$  = coefficiente di amplificazione topografica, che assume valori diversi a seconda della morfologia di superficie.

Il sottosuolo è rappresentato dal litotipo "B" ( $VS_{30}$  360-800 m/sec), cui corrisponde un coefficiente di amplificazione stratigrafica:

$$S_S = 1,10$$

L'area è ubicata in zona moderatamente pendente:

$$S_T = 1,0$$

L'accelerazione massima attesa è perciò:

$$a_{max} = S \times a_g = 1,1 \times 0,1851 = 0,203 \times g$$

I parametri di riferimento sopra elencati subiscono tuttavia variazioni significative a seconda della strategia di progettazione, e sono pertanto di competenza del Progettista la scelta di questa e la conseguente valutazione dei parametri suddetti.

## **ANALISI DELLA STABILITÀ DEI FRONTI DI SCAVO**

Come già evidenziato i terreni costituenti il terrazzo in esame appartengono ad una serie sedimentaria del Pleistocene sup. depostasi in un ambiente continentale.

Successivamente è stata modellata e incisa da una normale fase erosiva spesso accelerata da dissesti di vario tipo e natura.

Essa presenta caratteristiche geomeccaniche che possono essere definite buone ed in conseguenza a ciò l'aspetto morfologico che si riscontra è quello con scarpate quasi verticali stabili anche per alcuni metri.

C'è da considerare, comunque, che la scarpata si sviluppa naturalmente con piccoli crolli sommitali ed erosione al piede.

Oltre a ciò concorrono ad accelerare l'erosione normale cause di natura antropica che talora aggravano l'equilibrio precario determinando vere e proprie situazioni d'instabilità.

Riassumendo gli elementi che concorrono al deterioramento dell'instabilità, siano essi naturali che artificiali, in alcuni punti della scarpata, sono:

- scalzamento al piede ad opera dei corsi d'acqua;
- degradazione meteorica da parte degli atmosferici;
- infiltrazioni d'acqua causate da pozzi di raccolta delle acque meteoriche, da perdite dell'acquedotto, da perdite fognarie e da zone non impermeabili come orti e giardini;
- carichi e sovracarichi indotti dagli edifici, siti sul bordo delle scarpate, con fondazioni non adeguate;
- vibrazioni impresse dal traffico e dai terremoti.

Si è anche provveduto ad ipotizzare un calcolo per un eventuale sbancamento con riprofilatura del pendio a 45°.

Il metodo impiegato per determinare la stabilità del pendio in esame si basa sul procedimento dell'equilibrio limite, che determina l'equilibrio sulla base del rapporto fra la resistenza disponibile e quella mobilitata lungo una determinata superficie di rottura.

Affinché si verifichi la stabilità questo rapporto deve essere superiore all'unità sia per effetto dei carichi permanenti che temporanei.

Il fattore di sicurezza si suppone costante lungo la superficie di scivolamento e si individua imponendo condizioni di equilibrio globale; in particolare si è utilizzato il metodo di Bishop applicato a superfici di scorrimento circolari in assenza di falda.

Il pendio ipotizzato con altezza di 3.00m, pendenza di circa 45° e con caratteristiche geomeccaniche pari a  $C_e=10$  Kpa e  $\phi=30^\circ$ , risulta essere stabile verificando un coefficiente di sicurezza superiore a 1.5.

E' anche da evidenziare che le aree di scavo saranno completamente tombate.

## Verifica Stabilità Pendio

Metodo di Bishop Semplificato

La verifica alla stabilità di una scarpata è ottenuta attraverso il calcolo del coefficiente di sicurezza (Fs) inteso come rapporto fra le forze stabilizzanti e quelle instabilizzanti.

Dette forze derivano dai parametri geotecnici, dalla geometria del profilo topografico, dalla conformazione dei vari strati e dalle azioni esterne.

I calcoli si eseguono in corrispondenza di determinate porzioni dell'ammasso, nelle quali si può, responsabilmente, ipotizzare l'insorgenza di superfici di scorrimento.

Il rapporto di queste forze, come precedentemente affermato, definisce il coefficiente di sicurezza che, in condizioni di stabilità, deve risultare maggiore dell'unità (stato di equilibrio limite).

E' giusto pertanto accertare, specialmente nel caso di ubicazione nella zona di nuovi insediamenti, che tale parametro risulti superiore al limite anzidetto con un margine di sicurezza sufficientemente elevato (la normativa italiana impone  $F_s > 1,30$ ).

In aderenza a quanto precedentemente esposto si procederà alla verifica del pendio in esame con la metodologia semplificata di **Bishop**:

Parametri Geotecnici	
$\gamma$	19 [KN/m <sup>3</sup> ]
$c'$	10 [KN/m <sup>2</sup> ]
$\phi'$	30 [°]
Cu	0 [KN/m <sup>2</sup> ]

Incl. Pend. $\alpha$	45 [°]
Altezza pendio	3 [m]
Falda	Assente
Terreno	Granulare

Raggio	18 [m]
Centro	
CX	1.50
CY	17.94

Sovraccarico	Assente
--------------	---------

concio	b	$h_{med}$	W	$\beta$	$\sin\beta$	$\cos\beta$	$W\sin\beta$	$W\cos\beta$	$l = b/\cos\beta$	$Q_{somm}$	u	ul	$W\cos\beta - ul$	$\Sigma T$	$\Sigma N$
n.	[m]	[m]	[KN/m]	[°]	[°]	[°]	[KN/m]	[KN/m]	[m]	[KN/m <sup>2</sup> ]	[Kpa]	[KN/m]	[KN/m]	[KN/m]	[KN/m]
1	2	2,06	39,06	-2	-0,028	0,9996	-1,08	39,04	2,00	0,00	0	0	39,04	-1,08	39,04
2	2	3,89	112,93	5	0,0839	0,9965	9,47	112,53	2,01	0,00	0	0	112,53	9,47	112,53
3	2	5,49	178,20	11	0,1969	0,9804	35,09	174,72	2,04	0,00	0	0	174,72	35,09	174,72
4	2	6,85	234,44	18	0,3114	0,9503	73,00	222,79	2,10	0,00	0	0	222,79	73,00	222,79
5	2	0,93	147,77	25	0,4274	0,9041	63,15	133,59	2,21	0,00	0	0	133,59	63,15	133,59
6	2	-0,32	11,63	33	0,5449	0,8385	6,34	9,75	2,39	0,00	0	0	9,75	6,34	9,75
7	2	-1,99	-43,75	42	0,664	0,7478	-29,05	-32,72	2,67	0,00	0	0	-32,72	-29,05	-32,72
8	2	-4,27	-118,89	52	0,7847	0,6199	-93,29	-73,70	3,23	0,00	0	0	-73,70	-93,29	-73,70
9	-4,46	0,00	180,86	31	0,5179	0,8554	93,67	154,71	-5,21	0,00	0	0	154,71	93,67	154,71
							157,28	740,72	13,44	0,00	0		740,72	157,28	740,72

Legenda	
b	larghezza del concio da impostare
h	altezza del concio
W	peso della porzione di terreno inclinazione del concio rispetto all'orizzontale
$\beta$	
l	larghezza reale del concio
u	pressioni neutre
$Q_{somm}$	sovraccarico
$\Sigma T$	sommatoria sforzi instabilizzanti
$\Sigma N$	sommatoria sforzi stabilizzanti

Coeff. Di Sicurezza	<b>Fs</b>	<b>3,57</b>
	<b>Pendio Stabile</b>	

