



REGIONE BASILICATA  
COMUNE DI PISTICCI



## REGOLAMENTO URBANISTICO

Legge Regionale 11 agosto 1999 n° 23

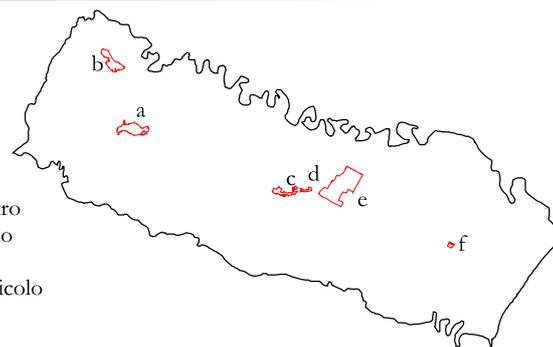
### STUDI GEOLOGICI

#### RELAZIONE GEOLOGICA

**G**

Elaborato

a - Pisticci centro  
b - Pisticci Scalo  
c - Tinchì  
d - Centro Agricolo  
e - Marconia  
f - Casinello



AMM. COMUNALE DI PISTICCI

Scala

Data

Maggio 2021

Proponente

REV. 05

Geol. Domenico LAVIOLA

Rev.

Data

Rev.

Data

Rev.

Data

Il Geologo

Rev.

Data

**INDICE**

PREMESSA.....	4
1 – ELEMENTI GENERALI SULLE INDAGINI .....	6
2 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE .....	7
3 – STRATIGRAFIA .....	9
3.1 - Pisticci Centro -Tavola G1a .....	9
3.2 – Marconia - Tavola G1b .....	13
3.3 – Tinchi e Centro Agricolo - Tavola G1c .....	14
3.4 – Pisticci Scalo - Tavola G1d .....	14
3.4 – Casinello - Tavola G1e .....	15
4 – CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE.....	17
4.1 - Pisticci centro - Tavola G4a .....	17
4.1.1 – Situazione morfologica di Rione Tredici .....	19
4.1.2 – Situazione morfologica del versante settentrionale – Località Patuglione .....	20
4.1.3 – Situazione morfologica del versante meridionale – Località Fornace.....	21
4.1.4 – Dissesto idrogeologico Rione “Marco Scerra” .....	22
4.2 – Marconia, Tinchi e Centro Agricolo .....	23
4.3 - Pisticci Scalo .....	23
4.4 – Casinello .....	24
5 – CARATTERISTICHE IDROLOGICHE E IDROGEOLOGICHE GENERALI.....	25
5.1 - Pisticci centro .....	25
5.2 – Marconia, Tinchi e Centro Agricolo.....	26
5.2.1 – Alluvione ottobre 2013.....	26
5.3 - Pisticci Scalo .....	27
5.4 – Casinello .....	27
6 – STRATIGRAFIA DEI SONDAGGI .....	29
6.1 – Sondaggi a corredo del R.U. - Allegato G1 .....	29
6.2 – Campagne geognostiche a corredo di progetti di opere pubbliche e/o private .....	31
7 - LIQUEFAZIONE DEI TERRENI IN CONDIZIONI SISMICHE.....	32
7.1 – Analisi del rischio di liquefazione .....	33
7.1.1 – Marconia, Tinchi e Centro Agricolo .....	34
7.1.2 – Pisticci Scalo .....	34
8 - MICROZONAZIONE SISMICA .....	38
8.1 - Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica -Livello 1 .....	43
8.1.1 - Pisticci Centro.....	44
8.1.2 – Marconia .....	45
8.1.3 – Tinchi e Centro Agricolo .....	45
8.1.4 – Pisticci Scalo .....	45
9 – CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI .....	47
9.1 - Pisticci centro.....	47
9.2 – Marconia, Tinchi e Centro Agricolo.....	49
9.3 - Pisticci scalo .....	51
9.4 - Casinello .....	51
10 – CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA' E CRITICITA' GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA .....	53
10.1 - Pisticci centro (Tavola G6a).....	53
10.2 - Marconia, Tinchi e Centro Agricolo (Tavole 5b e 5c) .....	56
10.3 - Pisticci Scalo (Tavola G5d).....	57
10.4 - Casinello (Tavola 5e) .....	58
11 – RACCOMANDAZIONI GENERALI .....	59
11.1 - Pisticci centro .....	59
11.1.1 – Dissesti idrogeologici.....	59
11.1.2 – Strutture di fondazione .....	59
11.2 – Marconia, Tinchi, Centro Agricolo e Casinello.....	60
11.2.1 – Alluvione ottobre 2013.....	60
11.2.2 – Strutture di fondazione .....	61

11.3 - Pisticci Scalo .....	61
11.3.1 – Strutture di fondazione .....	61
BIBLIOGRAFIA .....	62

## ALLEGATI

G1	Stratigrafia dei sondaggi
G2	Indagine sismiche
G3	Compatibilità geologica-geomorfologica di ambiti ad attuazione diretta
G4	Indagini sismiche con tecnica MASW (maggio 2021) e Sondaggi geognostici pregressi (Cantiere: Tinchi (MT) – Ospedale)

## TAVOLE

### Zona a - Pisticci centro

G1a	Carta geo-litologica con ubicazione dei punti d'indagine
G2a	Sezioni geologiche
G3a	Carta del Rischio (AdB)
G4a	Carta geomorfologica con reticolo idrografico
G5a	Carta di microzonazione sismica
G6a	Carta di sintesi della pericolosità e criticità geologica e geomorfologia

### Zona b – Marconia

G1b	Carta geo-litologica ubicazione dei punti d'indagine;
G1ba	Carta geomorfologica
G2b,c,d,e	Sezioni geologiche
G3b,c	Carta del Rischio (AdB)
G4b	Carta di microzonazione sismica
G5b	Carta di sintesi della pericolosità e criticità geologica e geomorfologia

### Zona c – Tinchi e Centro Agricolo

G1c	Carta geo-litologica con ubicazione dei punti d'indagine
G2b,c,d,e	Sezioni geologiche
G3b,c	Carta del Rischio (AdB)
G4c	Carta geomorfologica
G5c	Carta di microzonazione sismica
G6c	Carta di sintesi della pericolosità e criticità geologica e geomorfologia

### Zona d – Pisticci Scalo

G1d	Carta geo-litologica c dei punti d'indagine
G2b,c,d,e	Sezioni geologiche
G3d	Carta geomorfologica
G4d	Carta del Rischio e delle Aree soggette a rischio idraulico (AdB)
G5d	Carta di microzonazione sismica
G6d	Carta di sintesi della pericolosità e criticità geologica e geomorfologia

### Zona e – Casinello

G1e	Carta geo-litologica con ubicazione dei punti d'indagine
G2b,c,d,e	Sezioni geologiche
G3e	Carta geomorfologica
G4e	Carta del Rischio (AdB)
G5e	Carta di microzonazione sismica
G6e	Carta di sintesi della pericolosità e criticità geologica e geomorfologia

## PREMESSA

*La presente relazione fa seguito alla richiesta di aggiornamenti e integrazioni dell'Ufficio Geologico della Regione Basilicata del 22 febbraio 2021 – Prot. 45652.*

Il Regolamento d'Attuazione della Legge Urbanistica Regionale n°23 dell'11/08/1999 prescrive che, nella documentazione per il rilascio di pareri sui Regolamenti Urbanistici, Piani Attuativi, Piani Operativi e loro Varianti, debba essere prodotta una cartografia geologico-tecnica in scala non inferiore a 1:2.000 che rilevi le attitudini delle singole unità del terreno, con particolare riferimento al loro assetto geologico e morfologico e ai processi geodinamici in atto, e contenga una classificazione dei terreni ai fini della loro utilizzazione.

Il regolamento, per gli aspetti geologici, prevede la redazione delle seguenti tavole:

- carta geo-litologica e sezioni geologiche;
- carta geomorfologica;
- carta di microzonazione sismica;
- carta di sintesi della pericolosità e criticità geologica e geomorfologia.

Quest'ultima esprime una sintesi geo-applicativa derivante dalle carte di analisi e individua quattro classi di attitudine geologico-tecnica:

- I) - Aree non critiche,
- II) - Aree con criticità puntuali e moderate;
- III) - Aree con criticità di livello medio e diffuso;
- IV) - Aree con criticità di livello elevato sia puntuali che diffuso.

Lo studio geologico eseguito ha interessato l'ambito urbano di Pisticci centro, Marconia, Tinchì, Centro Agricolo, Pisticci Scalo e Casinello, e ed è stato redatto in ottemperanza a quanto previsto dalla Legge Urbanistica Regionale n°23

dell'11/08/1999, dal D.M. 14/01/08 "Norme tecniche per le costruzioni - NTC", L.R. 38 del 06/08/1997 "Norme per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di difesa del territorio dal rischio sismico", e s.m.i., L.R. n. 7 del 9 giugno 2001, nonché in accordo con quanto prescritto nel Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio idrogeologico redatto dall'Autorità Interregionale di Bacino della Basilicata.

Per la redazione delle carte tematiche è stato utilizzato il rilievo aerofotogrammetrico del novembre 2000 (scala 1: 2.000) fornito dall'Amministrazione Comunale di Pisticci.

Per una migliore rappresentazione grafica degli studi effettuati, il territorio investigato è stato così suddiviso:

- Zona **a** - Pisticci centro
- Zona **b** - Marconia
- Zona **c** – Tinchi e Centro Agricolo
- Zona **d** – Pisticci scalo
- Zona **e** - Casinello

## 1 – ELEMENTI GENERALI SULLE INDAGINI

La campagna geognostica per la redazione del presente Regolamento Urbanistico è stata eseguita tra i mesi di novembre e dicembre 2005 ed è consistita in:

- rilevamento geologico di dettaglio per la valutazione delle caratteristiche litologico-tecniche dei terreni superficiali e ad un rilevamento geomorfologico per la valutazione dei dissesti idrogeologici;
- esecuzione di n°5 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, di cui n°2 a Pisticci centro e n°3 a Marconia;
- esecuzione n°5 di indagini sismiche in foro tipo *Down-Hole*, di cui n°2 a Pisticci centro e n°3 a Marconia;
- n° 10 prospezioni sismiche a rifrazione;
- n° indagini sismiche con tecnica MASW eseguite a Tinchi e Centro Agricolo

Nel presente Studio, inoltre, si fa riferimento ad indagini geognostiche pregresse a corredo di progetti di opere pubbliche e private.

Più specificatamente sono state consultate le seguenti indagini:

- n° 19 sondaggi geognostici, di cui n° 5 nell'ambito urbano di Pisticci Centro, n° 9 a Marconia, n° 4 a Pisticci Scalo e n°1 a Casinello;
- n° 1 indagini sismiche con tecnica a "MASW" a Pisticci Centro;
- n° 20 prove di laboratorio eseguite su campioni prelevati nel corso delle perforazioni dei sopracitati sondaggi.

L'esatta ubicazione delle indagini è riporta nelle tavole con sigla G1.

## 2 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Il territorio comunale di Pisticci ricade nel settore sud-orientale della Fossa Bradanica, la quale si individua come dominio di avanfossa nel sistema catena-avanfossa-avampaese a partire dal Miocene superiore-Pliocene inferiore.

Nel corso del Pliocene e del Pleistocene Inferiore tale fossa viene colmata da sedimenti di natura in gran parte silicoclastica (provenienti dal progressivo smantellamento della Catena appenninica) e subordinatamente carbonatica nel settore nord-orientale (in relazione alla vicinanza con l'Avampaese apulo), riferibili ad ambienti francamente marini (Argille subappennine, nel settore studiato).

Successivamente l'area è stata interessata da un sollevamento dovuto alla interazione fra la generale spinta verso Est delle falde appenniniche ed il sollevamento isostatico di porzioni di placca apula finiti in subduzione; tale sollevamento ha prodotto un generale *trend* regressivo dei sedimenti della fossa, i quali si riferiscono ad ambienti sempre meno profondi. La regressione si conclude con la deposizione di sedimenti riferibili ad ambienti costieri, deltizi, e di piana alluvionale, riconosciuti nella letteratura più recente come "Depositi costieri di Irsina".

Successivamente, nel corso del Pleistocene medio e superiore, a causa della interazione fra effetti tardivi delle spinte ad impulsi delle falde appenniniche, ed alle oscillazioni talassoeustatiche, si sono prodotti, nei settori sud-orientali della fossa, ma anche sui terreni flisciodi dell'Appennino (a SW) e sui calcari dell'area apula (a NE), undici ordini di terrazzi marini, poggianti in trasgressione sulle formazioni sottostanti.

I terrazzi marini occupano una fascia ampia circa 20 km, sub-parallela all'attuale linea di costa, e delimitata sul lato sud-orientale dall'attuale pianura costiera, la quale mostra caratteri genetici affini a siffatti terrazzi. Secondo gli studi condotti dai vari *autori*, il terrazzo più antico (T11) avrebbe un'età compresa fra i 690 e 760 mila anni; il terrazzo T3 sarebbe il più recente di quelli riferibili al Pleistocene medio; il terrazzo T2 sarebbe correlabile al Tirreniano ed avrebbe un'età di 125 mila anni; mentre il terrazzo T1 sarebbe Neotirreniano ed avrebbe un'età di 90 mila anni.

È inoltre rilevante il fatto che il sollevamento di ogni singola Unità terrazzata sia avvenuto attraverso movimenti differenziati, poiché gli effetti sono maggiori verso SW

che verso NE, in accordo con la vicinanza con il bordo nord-orientale del margine appenninico.

Infine il progressivo spostamento delle foci dei corsi d'acqua (F. Bradano, F. Basento, F. Cavone, F. Agri, e F. Sinni) verso SW ha determinato la formazione dell'attuale pianura costiera, delimitata a monte dalla scarpata del terrazzo marino di primo ordine e a valle dall'attuale linea di costa.

### 3 – STRATIGRAFIA

#### 3.1 - Pisticci Centro - Tavola G1a

I terreni che costituiscono la collina sulla quale poggia l'abitato di Pisticci, appartengono alla formazione delle Argille marnose grigio-azzurre plio-pleistoceniche e alla formazione delle Sabbie gialle. Quest'ultima trasgredisce sulle Argille marnose grigio-azzurre con una discordanza angolare di una decina di gradi e costituisce un terrazzo di origine marina denominato T10.

La successione lito-stratigrafica del sottosuolo è stata dedotta dai dati dei sondaggi a carotaggio continuo e da un rilevamento geologico di dettaglio che ha interessato un'area ampia circa 300 ettari.

La successione, dall'alto verso il basso, può essere così schematizzata:

➤ *Terreni di riporto*

Detrito recente di origine antropica. Si tratta di materiale costituito da elementi litoidi e frammenti di scarto dell'edilizia urbana o materiale accumulato nella zona di testata dei fossi ad opera dell'Ex Genio Civile" al fine di ridurre il rischio idrogeologico. Lo spessore varia da pochi metri fino a circa 10 m;

➤ *Detrito di falda e/o di frana*

Provenienti dalla disgregazione per erosione e per frana dei depositi marini terrazzati, sono formati da ammassi sabbioso-argillosi di colore giallastro con ciottoli e blocchi calcarenitici;

➤ *Depositi colluviali*

Terreno detritico limoso-sabbioso di riempimento di un antico fosso impostatosi a partire dell'area di sedime del Palazzo ex Agenzia delle Entrate.

➤ *Depositi marini terrazzati*

- *Conglomerati rossastri della zona del Cimitero*

Si tratta di un'unità litostratigrafica costituita da clasti rotondeggianti, di dimensioni decimetriche, poco cementati e disposti in maniera perlopiù caotica in una matrice sabbioso-limosa di colore rossastro. Lo spessore è di circa 5 m, l'età Pleistocene medio - superiore.

Fig. 1

*Conglomerati rossastri della zona del Cimitero in uno scavo eseguito all'interno del cimitero*



- *Sabbie gialle*

L'unità delle Sabbie gialle giace per trasgressione sulle Argille marnose grigio-azzurre con discordanza angolare di una decina di gradi ed è costituita da diversi tipi litologici con frequenti eteropie laterali e verticali di facies, tipiche di un deposito litorale marino.

Alla base sono presenti sottili livelli di ghiaie a cui seguono per circa 20 m sabbie gialle a granulometria medio-grossa contenenti livelli centimetrici di calcarenite.

Verso l'alto, per circa 20-25 m, è presente un'alternanza di livelli di limo (spessore max di 5 m) e sabbia con sottili livelli di calcareniti e ghiaie.

La successione, la cui potenza massima si aggira intorno ai 40-45 m, termina a luoghi con sabbie rosse di origine continentale.

La superficie di contatto con le sottostanti Argille marnose grigio-azzurre, esposta soltanto in pochi punti, è situata ad una quota di circa 335 m s.l.m. (Fig. 2).

La deposizione di questi sedimenti inizia a partire dal Pleistocene Medio (Fig. 3).

Fig. 2

*Contatto Sabbie gialle /  
Argille marnose grigio-  
azzurre in uno scavo  
eseguito lungo via Olimpia*



➤ *Argille marnose grigio-azzurre*

Costituiscono il substrato della locale successione e sono costituite da argille più o meno marnose di colore grigio-azzurro (bianco-giallastro in superficie per l'alterazione), con intercalati alcuni livelli argillosi-sabbiosi. In genere si presenta compatta e disposta in grossi banchi omogenei.

I macrofossili sono saltuari e solo raramente sono ricorrenti in alcuni livelli, dove sono rappresentati da frammenti di Lamellibranchi e Gasteropodi.

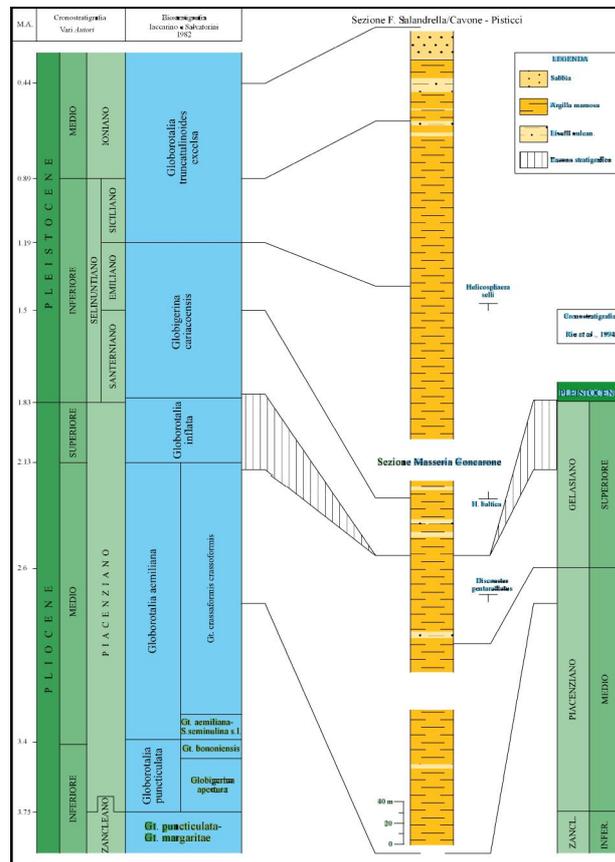
Nella parte bassa della formazione sono stati osservati alcuni livelletti di marne di colore grigio-rossastro, laminati sottilmente; ciascun livelletto presenta uno spessore di circa 10 cm.

All'interno della successione sono stati riconosciuti cinque livelli vulcanoclastici. Il primo di questi, osservato nella parte bassa (Mass. Concarone), presenta uno spessore medio di 7-8 cm ed è caratterizzato da una parte superiore più compatta di colore grigio e da una inferiore più friabile con sfumature giallastre e giallo arancio. Tale livello è stato datato con il metodo delle tracce di fissione e i risultati ottenuti hanno dato a questo livello un'età compresa tra 3 e 2,5 MA (*Bigazzi e Bonadonna, 1988*). I restanti livelli sono stati rinvenuti nella parte sommitale della successione; anche questi sono stati sottoposti a datazione radiometrica, la quale non ha dato risultati favorevoli.

Dalla Carta geologica del Bacino dell'Agri – Foglio 507 Pisticci (*Lentini, 1980*) risulta che la porzione inferiore della successione cade nelle Argille marnoso-sabbiose del Ciclo del Pliocene inferiore e la porzione medio-superiore nelle Argille con intercalazioni sabbiose del Ciclo del Pliocene medio-superiore. La parte sommitale ricade nelle Argille grigio azzurre del Ciclo del Pliocene superiore-Quaternario.

Sulla base di studi biostratigrafici l'intera formazione è stata attribuita ad un intervallo di tempo compreso tra il Pliocene inferiore (parte più alta dello Zancleano) e il Pleistocene medio. In particolare le unità biostratigrafiche riconosciute nelle argille immediatamente sottostanti al contatto con le Sabbie gialle, appartengono al Pleistocene medio (*Laviola D., 1995*).

Fig. 3  
*Inquadramento bio-cronostratigrafico della successione argillosa di Pisticci (da Tesi inedita, Laviola D. 1995)*



### 3.2 – Marconia - Tavola G1b

I terreni affioranti nell'abitato di Marconia appartengono ai Depositi marini terrazzati e più precisamente ai terrazzi marini denominati T5 e T4.

La successione lito-stratigrafica del terrazzo T4 è visibile lungo il fianco occidentale della valle del Fiume Basento in località Fronte San Pietro situata a circa 2 km a nord dell'abitato (*D'Onofrio F., 2000*).

Il tetto della successione è posto a circa 106 m s.l.m., il contatto con le Argille grigio-azzurre (substrato) è a circa 65 m s.l.m.

Al di sopra delle Argille marnose grigio-azzurre, in discordanza angolare, sono presenti sabbie medio-fini, a stratificazione incrociata, tipo *hummocky*; la stratificazione è inoltre visibile sulle numerose croste arenacee (di spessore 2-4 cm). Sono visibili *ripples* simmetrici a basso grado, *lag* a ciottoli, a ciottoli di fango armati e frammenti di gusci di piccole ostree e pectinidi.

La successione continua con sabbie aventi le stesse caratteristiche di quelle sottostanti, fino a 95 m di quota, ove affiora un livello di siltite, spesso 50 cm, i cui limiti sono marcati da sottili livelli ghiaiosi; si osservano ancora sabbie, con le stesse caratteristiche sopra descritte, ma con un leggero aumento della granulometria e della presenza dei rizoliti.

A partire da 99 m di quota è presente una facies conglomeratico-sabbiosa, che affiora fino a 102-103 m s.l.m.

Questa facies mostra cicliche alternanze, spesse al massimo 30 cm, di sabbie e conglomerati; lo spessore dei conglomerati aumenta verso l'alto.

Le sabbie sono medio-grossolane, ricche in croste arenacee, ad andamento ondulato (ordine del metro); i conglomerati sono costituiti da ghiaie e ciottoli (4-5 cm di diametro medio e classati), di forma rotondeggiante.

La successione termina con sabbie limose rosse alluvionali con rari ciottoli; lo spessore è di circa 2-3 m.

La successione lito-stratigrafica del terrazzo T5 è descritta nel paragrafo successivo.

### 3.3 – Tinchi e Centro Agricolo - Tavola G1c

Procedendo dalla frazione di Tinchi a quella di Centro Agricolo, sono stati rilevati terreni riferibili al terrazzo marino denominato T5.

Tale successione lito-stratigrafica è visibile lungo la strada provinciale che collega Tinchi alla S.S. 406 Basentana.

L'affioramento è ubicato nelle immediate vicinanze dell'ospedale di Tinchi, per la presenza di un taglio artificiale (*D'Onofrio F., 2000*).

La successione si estende per 20 m circa in senso sw-ne (parallelo alla linea di costa).

Il tetto della successione non coincide con la sommità del terrazzo marino. La copertura detritica nasconde il contatto del terrazzo marino con le sottostanti Argille grigio-azzurre; tale contatto si trova a circa 85 m s.l.m. ed è visibile sulle pareti della valle del Fosso La Canala.

Dalla base affiorano 4 m di sabbie; verso l'alto si riscontra un debole aumento delle dimensioni medie dei grani. Nella parte bassa si ha una generale laminazione incrociata, tipo *hummocky*; le superfici erosive sono presenti e talvolta molto marcate. Si osservano, per tutto lo spessore delle sabbie, sottili livelli orizzontali definiti dalla presenza di piccoli ciottoli e clasti di silt di colore biancastro.

Verso l'alto si riscontra la presenza di sottili croste arenacee e livelletti di siltite color grigio; le superfici erosive assumono un andamento più rettilineo.

Un contatto netto separa le sabbie sopradescritte da 2 m circa di conglomerati stratificati in livelli di 30-40 cm; i clasti che costituiscono tali conglomerati sono in genere di dimensioni piuttosto uniformi (7-8 cm di diametro medio), leggermente appiattiti, e contengono ghiaia e sabbia color rosso entro i vuoti; il volume dei vuoti sembra aumentare leggermente verso l'alto.

### 3.4 – Pisticci Scalo - Tavola G1d

L'abitato di Pisticci Scalo è situato in destra idraulica del tratto inferiore della valle del Fiume Basento, ove sono presenti terreni appartenenti ai Depositi alluvionali attuali, recenti e terrazzati e alle Argille marnose grigio-azzurre.

La successione lito-stratigrafica del sottosuolo è stata dedotta dai dati provenienti da campagne geognostiche pregresse e da un rilevamento geologico di dettaglio.

La successione che caratterizza l'area può essere così schematizzata:

➤ *Depositi alluvionali recenti*

Affiorano per ampi tratti lungo il fondovalle dell'area. Si tratta di depositi eterogenei a granulometria variabile dalle sabbie alle argille limose con assetto lentiforme.

La natura di tali sedimenti è legata all'apporto di materiale derivante dall'erosione dei depositi prevalentemente pelitici presenti nelle aree circostanti.

Lo spessore è mediamente di 15 m;

➤ *Depositi alluvionali terrazzati*

Nel settore settentrionale dall'abitato di Pisticci Scalo è presente alla sommità di un rilievo argilloso un piccolo lembo di deposito alluvionale terrazzato costituito da sabbie e ghiaie con intercalazioni limoso-argillose. L'età è Olocene.

➤ *Argille marnose grigio-azzurre*

vedasi paragrafo 3.1.

### 3.4 – Casinello - Tavola G1e

La successione stratigrafica che caratterizza l'area su cui sorge la frazione di Casinello può essere così schematizzata:

➤ *Depositi alluvionali attuali e recenti*

Come detto in precedenza, il progressivo spostamento delle foci dei corsi spostamento delle foci dei corsi d'acqua verso SW ha determinato la formazione dell'attuale pianura costiera. Questi depositi sono costituiti in prevalenza da materiali fini (sabbie, limo e argilla). Nell'area in esame affiorano immediatamente a valle delle S.S. n° 106 lungo la piana costiera. Ambiente continentale (Olocene).

➤ *Depositi marini terrazzati*

Affiorano nell'ambito urbano di Casinello ed appartengono al terrazzo marino denominato T1, riferibile al Neotirreniano.

Si tratta di depositi conglomeratici-sabbioso e sono costituiti da:

- ✓ ciottoli eterogenei immersi in una matrice sabbiosa. I ciottoli presentano diametro medio di 2 cm. Lo spessore massimo è intorno ai 5-6 m (Fig. 4);
- ✓ sabbie di colore giallo ocra, presentano granulometria medio-fine e stratificazione incrociata, alle quali sono variamente intercalati, sia lateralmente che verticalmente, livelli poligenici di ghiaie e livelli a maggior contenuto di limo. Lo spessore è di mediamente di 15 m.

Ambiente marino poco profondo.



*Fig. 4 – Affioramento dell'unità superiore del terrazzo marino T1 durante le operazioni di scavo per la realizzazione dello svincolo di Casinello.*

## 4 – CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE

### 4.1 - Pisticci centro - Tavola G4a

Il rilievo collinare di Pisticci, come tutta l'area della fossa bradanica, è sede di intensi processi evolutivi superficiali, che coinvolgono i pendii nel loro intero sviluppo, dai terrazzi sommitali ai raccordi con le valli fluviali.

Vaste sono le aree soggette a fenomeni erosivi tipo calanco. Soprattutto i versanti meridionali sono incisi dalle tipiche forme delle alte energie erosionali e, in stretta sequenza, creste a lame di coltello e forme ipogee si susseguono a fossi solcati profondamente a V. Verso la base dei versanti cupole e mammelloni sono i testimoni residui di un processo in via di esaurimento.

In genere, a fenomeni calanchivi si uniscono instabilità di massa, la cui frequenza temporale varia da luogo a luogo, principalmente in relazione alle diverse situazioni stratigrafiche e condizioni morfologiche.

Il rilievo su cui sorge Pisticci è attualmente interessato da accentuati fenomeni franosi ed erosivi, che determinano morfologie accidentate con fossi profondi, scarpate e corpi di frane aggrediti in superficie da fenomeni tipo calanchivo.

I meccanismi di frana prevalenti sono rappresentati da scorrimenti rotazionali suscettibili, nel tempo, di rimobilizzazioni secondo forme di scivolamento e/o di evoluzione in colate.

Di seguito si descrivono, in sintesi, le principali frane che nel passato hanno interessato l'abitato:

#### Frana del 1555

É la prima frana registrata e documentata avvenuta a Pisticci. Franarono alcune case del Rione Casalnuovo a seguito di forti piogge.

#### Frana del 1688

É la frana più imponente e che ha influito di più sulla struttura dell'abitato. Dopo un'abbondante nevicata, la notte del 9 febbraio (rimasta nella memoria collettiva come la *notte di Sant'Apollonia*) il centro urbano di allora, costituito dai rioni

Terravecchia, Casalnuovo e Loreto, si spezzò letteralmente in due parti ben distinte: tutto il rione Casalnuovo franò sotto il rione Terravecchia. Morirono 400 persone.

La frana interessò un'area di circa 250 m di larghezza e 600 m di lunghezza; la scarpata si sviluppò tra le quote 390 e 360 m s.l.m.

L'attuale Rione Dirupo fu costruito sul corpo di tale frana.

L'area nel Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico (AdB) è stata qualificata come "area a rischio idrogeologico elevato – R4".

Frana 1972: avvenuta nei pressi di via Fiume interessò un'area di circa 250 m di larghezza e 800 m di lunghezza; la scarpata si sviluppò tra 358 e 330 m sl.m.

La frana è stata bonificata con i finanziamenti della Legge 120/1987 tramite drenaggio profondo e paratie di pali di grosso diametro.

L'area nel Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico (AdB) è stata qualificata come "area a rischio idrogeologico medio – R2".

Frana 1975 - Rione Croci: avvenuta nel novembre del 1975 diede luogo al crollo di gran parte del rione. La frana interessò un'area di circa 250 m di larghezza e 800 m di lunghezza; la scarpata si sviluppò tra 360 e 330 m sl.m.

La frana è stata bonificata mediante regolarizzazione della scarpata e del corpo di frana, drenaggi profondi e superficiale, paratie di pali e rivestimento della scarpata principale con *spritz-beton*.

L'area nel Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico (AdB) è stata qualificata come "area a rischio idrogeologico medio – R2".



#### 4.1.1 – Situazione morfologica di Rione Tredici

Rione Tredici comprende l'area delimitata a monte da Corso Regina Margherita di Savoia e a valle da via Magenta.

Il rione insiste su una scarpata di una vecchia frana ed è compreso tra le quote 376 e 340 m s.l.m.

Analizzando la situazione morfologica del versante, si evidenzia che la porzione inferiore è incisa da tre profondi fossi, due dei quali senza alcuna opera di regimazione idraulica.

Nella zona mediana, incisa trasversalmente da via Magenta, si evidenzia la presenza di un ripiano artificiale costituito da detriti di falda/frana e da un grosso spessore di Terreni di riporto.

Passando alla porzione superiore, dove insistono le abitazioni di Rione Tredici, le evidenze morfologiche più significative si osservano sulla pavimentazione delle strade e nei fabbricati esistenti.

In particolare lungo tutto il tratto di Corso Regina Margherita (da Piazza “Sant' Antuono” a Piazza Plebiscito), è presente un'importante frattura parallela all'asse della strada che corre per circa 200 m (Fig. 6).

Altri sintomi d'instabilità sono rappresentati dalle numerose fratture presenti nella pavimentazione delle strade sottostanti a Corso Margherita e dalle numerose lesioni presenti negli edifici e nel muro di sostegno di via Pascoli.



Fig. 6 – Frattura di trazione lungo Corso Margherita

Con i finanziamenti della Legge n°120 del 1987, nell'area sono stati realizzati due cunicoli drenanti e installati quattro dispositivi “frano-allarme”

Più precisamente sono stati realizzati due fori orizzontali a partire da via Magenta per una lunghezza di circa 60 m. Lo scavo è stato ottenuto mediante

l'infissione di un tubo di ferro forato superiormente mediante una spingitubo. Scopo del lavoro era quello di realizzare due drenaggi profondi orizzontali.

Con lo stesso finanziamento furono eseguiti alcuni sondaggi geognostici di cui quattro attrezzati con inclinometri fissi collegati a dispositivi frano-allarme, a loro volta, collegati ad un calcolatore elettronico situato nell'Ufficio Tecnico del Comune di Pisticci.

Le cause del dissesto appena descritto sono molteplici:

- 1) l'elevata pendenza della scarpata su cui insistono i fabbricati e il carico degli stessi fabbricati;
- 2) l'assenza di opere di regimazione idraulica lungo i fossi non fa che favorire un'erosione accelerata, con un conseguente decadimento delle caratteristiche geotecniche dei terreni, proprio nelle parti più basse del versante, lì dove maggiori sono le spinte attive di un potenziale corpo franoso;
- 3) le perdite delle condutture di acque bianche/nere con conseguente peggioramento delle caratteristiche meccaniche del substrato argilloso (Argille marnose grigio-azzurre).

#### 4.1.2 – Situazione morfologica del versante settentrionale – Località Patuglione

Analizzando la situazione morfologica del settore mediano del versante settentrionale, è stato rilevato il dissesto idrogeologico che interessa Fosso Patuglione.

Il fosso rappresenta, attualmente, uno dei principali fossi di smaltimento delle acque bianche/nere provenienti dall'area urbana dell'abitato di Pisticci.



Fig. 7 – Stato del dissesto di Fosso Patuglione

L'alveo del fosso si evolve secondo diverse modalità lungo il suo sviluppo. Il tratto più a monte si sviluppa su Depositi di falda e di frana, quello più a valle interessa le Argille grigio-azzurre, in condizioni di assenza di opere di regimazione idraulica.

L'intensa attività erosiva in atto nel tratto più a valle, ha provocato e provoca numerosi fenomeni franosi ("sfettamenti"). Infatti l'acqua proveniente da monte erode il fondo del fosso e provoca uno scalzamento al piede del versante con conseguente crollo di materiale dalla scarpata. Tali fenomeni interessano i contrapposti versanti, sono soggetti ad una dinamica rapidissima e hanno causato il dissesto delle opere d'arte realizzate nel passato (Fig. 7).

L'evoluzione del dissesto, da prevedere in tempi piuttosto brevi, è in funzione di periodi caratterizzati da copiose precipitazioni meteoriche.

L'area nel Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico (AdB) è stata qualificata come "area a rischio idrogeologico medio – R2".

#### 4.1.3 – Situazione morfologica del versante meridionale – Località Fornace

E' la zona a valle di via Vespucci e rappresenta il principale fosso di smaltimento degli scarichi fognari e delle acque bianche provenienti dall'area urbana. Le quote sono comprese tra 300 m e 210 m s.l.m.



Fig. 8 – Fenomeni di frana lungo il fosso

Si tratta di un fosso impostatosi in parte sulle Argille marnose grigio-azzurre e in parte su corpi di antiche frane, che nel passato è stato oggetto di sistemazioni idrauliche da parte del Genio Civile, come la realizzazione del cunettone in c.a., che parte dalla zona di testata del fosso e arriva all'area attualmente in dissesto, e di un sistema di drenaggi superficiali disposti a ritto-chino.

Attualmente la porzione medio-inferiore del fosso è sede di intensi processi erosivi e franosi, in genere superficiali, che interessano entrambi i fianchi. In

particolare in sinistra idraulica del fosso prevalgono scorrimenti di tipo rotazionale mentre in destra idraulica prevalgono fenomeni tipo creep e crolli.

E' stata rilevata, inoltre, un'enorme frana da crollo (Fig. 8).

Il dissesto ha distrutto le opere d'arte realizzate nel passato e può determinare la riattivazione dei corpi franosi presenti nell'area (Fig. 8).

L'evoluzione del dissesto, da prevedere in tempi piuttosto brevi, e in funzione di periodi caratterizzati da copiose precipitazioni meteoriche, comporterà un probabile arretramento e potrà interessare il settore orientale dell'abitato di Pisticci.

#### *4.1.4 – Dissesto idrogeologico Rione “Marco Scerra”*

Il giorno 3 agosto del 2014 poco dopo mezzanotte, parte della pavimentazione di due immobili ubicati ai civici 4 e 5 di via Ferrari, è sprofondata provocando il crollo parziale della struttura portante costituita da volte a botte in mattoni pieni.

Il crollo parziale della struttura portante, a sua volta, ha prodotto crolli, lesioni e crepe negli immobili sovrastanti di via Fanfani civici 1-3-5-9-11, oltre alla fuoriuscita di acqua e fango da un locale sottostante ubicato alla via Di Giulio n. 105. Il flusso di acqua e fango è terminato poco dopo a seguito della chiusura dell'erogazione idrica da parte di Acquedotto Lucano.

L'Amministrazione Comunale di Pisticci, al fine della salvaguardia della pubblica e privata incolumità, ha provveduto a eseguire opere provvisorie consistenti nel riempimento dei due immobili di via Ferrari con calcestruzzo leggero e argilla espansa.

Durante i suddetti lavori e i vari sopralluoghi congiunti di amministratori e tecnici è stata accertata, in prossimità dei civici 5-9 di via Fanfani, una rottura nella condotta idrica interrata la cui fuoriuscita di acqua ha prodotto nel tempo erosione sotterranea (*piping*) determinando il collasso parziale della pavimentazione dei due immobili di via Ferrari civici 4 e 5.

#### 4.2 – Marconia, Tinchi e Centro Agricolo

Nel complesso il paesaggio mostra le tipiche forme delle coste in sollevamento, con spianate sub-pianeggianti degradanti verso il mare, delimitate da scarpate di abrasione marina disposte parallelamente alla linea attuale di costa.

L'area è stata soggetta a fenomeni di erosione dovuta inizialmente all'imposizione del reticolo idrografico, costituito da piccoli corsi d'acqua a carattere torrentizio che scorrono parallelamente e/o perpendicolarmente alla linea di costa attuale, in relazione alla natura litologica del substrato, a fenomeni legati al sollevamento dell'area in scala regionale e a tardivi fenomeni di neotettonica (di minore entità) a carattere prevalentemente trascorrente. In seguito, interventi antropici succedutisi in varie epoche storiche hanno determinato alcune variazioni della morfologia.

Per quanto detto l'area è caratterizzata da spianate sub-pianeggianti delimitate da versanti con gli strati conglomeratici sporgenti, e quelli sabbiosi arretrati per la maggiore erodibilità, determinando, a luoghi, fenomeni di crollo e ribaltamento per scalzamento alla base.

In particolare gli abitati di Marconia, Tinchi e Centro Agricolo sono situati su porzioni di terrazzi marini non interessati, allo stato attuale, da fenomeni franosi in atto o potenziali.

#### 4.3 - Pisticci Scalo

Dal punto di vista geomorfologico, l'abitato di Pisticci Scalo ricade in destra idraulica del tratto inferiore della valle del Fiume Basento.

In questo tratto il fiume scorre lungo un canale meandiforme ben inciso che contiene le portate di magra e quelle ordinarie; il fondovalle presenta un'ampiezza di circa 3 km.

L'area dell'abitato, pianeggiante, è caratterizzata dalla presenza nel settore settentrionale di un modesto rilievo collinare che emerge dalla sottostante pianura alluvionale. Si tratta di un rilievo costituito da Argille marnose grigio-azzurre e caratterizzato da una pendenza media del 20%; le quote sono comprese tra 70 e 100 m s.l.m.

Nella porzione di piana alluvionale ove è situato l'abitato non stati rilevati fenomeni franosi in atto o potenziali.

#### 4.4 – Casinello

I caratteri geomorfologici più evidenti, procedendo dalla costa verso l'interno sono: la fascia litoranea (spiaggia e cordoni dunari), la piana costiera e i terrazzi marini.

La prima è caratterizzata dalla presenza di cordoni dunari (attuali e antichi), parzialmente smantellati dall'attività antropica, che si elevano fino a 7-8 m sul livello del mare e che sono intervallati da depressioni prosciugate con colmate iniziate nel 1950. La fascia dei terreni retrodunali è occupata da rimboschimenti a conifere risalenti al periodo della bonifica del Metapontino. All'esterno di essi si trova la spiaggia attuale.

La piana costiera, delimitata a monte dalla scarpata del terrazzo marino di primo ordine su cui corre per ampi tratti la S.S. n° 106, è in evoluzione ed ha la sua antica linea di costa immediatamente a circa 1 km da quella attuale (*Guerricchio A. e Melidoro G., 1986*). La piana è stata soggetta ad interventi antropici, succedutisi in varie epoche storiche, che hanno determinato l'incanalamento dei corsi d'acqua presenti<sup>1</sup>.

I terrazzi marini presentano caratteri geomorfologici alquanto monotoni; siamo in presenza di spianate sub-pianeggianti degradanti verso il mare, tipiche delle coste in sollevamento.

L'ambito urbano di Casinello, in leggero declivio verso SE, si sviluppa sulla scarpata di raccordo tra il terrazzo marino T1 e la piana costiera. Le quote sono modeste e sono comprese tra 25 e 15 m s.l.m.

---

<sup>1</sup>L'area del Metapontino era stata classificata come comprensorio di Bonifica già negli anni 1925-32, ma la maggior parte delle opere di trasformazione e di bonifica furono realizzate con la "Legge degli acceleramenti" del 1947.

## 5 – CARATTERISTICHE IDROLOGICHE E IDROGEOLOGICHE GENERALI

Il territorio comunale di Pisticci è soggetto ad un regime climatico di tipo marittimo-mediterraneo, con estati lunghe e calde ed inverni miti non particolarmente piovosi. Il clima può essere classificato come semiarido con eccedenza idrica modesta.

Le temperature minime invernali raramente scendono al di sotto 5-6°C; le massime estive possono superare i 30°C. Le piogge sono concentrate prevalentemente fra ottobre e marzo. La media delle precipitazioni oscilla fra 400 e 600 mm/anno.

Il territorio comunale appartiene in parte al bacino idrografico del Fiume Basento che scorre a nord-est e in parte al bacino del Fiume Cavone che scorre a sud-ovest.

### 5.1 - Pisticci centro

Essendo l'area completamente urbanizzata, le acque meteoriche vengono raccolte nelle condotte esistenti; l'abitato è attraversato dal limite di bacino idrografico F. Basento / F. Cavone.

Per quanto concerne le caratteristiche idrogeologiche si rileva che, in linea generale, le Sabbie gialle sono sedimenti a permeabilità variabile.

Il grado di permeabilità può risultare superiore specie in corrispondenza dei livelli ghiaiosi e dei livelli di sabbia medio-grossa, mentre i livelli di sabbia fine, ad elevato grado di uniformità ed i limi argillosi costituiscono dei setti orizzontali praticamente impermeabili.

Di conseguenza la permeabilità per porosità in senso verticale è molto ridotta o nulla e quindi essa è dovuta necessariamente a sistemi di fratture. Invece, le Sabbie gialle rimaneggiate possono contenere acqua grafica o addirittura avere una circolazione idrica sotterranea. Infatti le uniche emergenze spontanee rilevate sono localizzate nei corpi di frana (Piazza La Salsa e San Donato).

Le Argille marnose grigio-azzurre a causa dell'elevata percentuale di componente pelitica risultano praticamente impermeabili.

Dai sondaggi geognostici eseguiti è stata rilevata la presenza di una falda acquifera al contatto tra Sabbie gialle/Argille grigio azzurre. Si tratta di piccole falde freatiche contenute in livelli decimetrici di ghiaia.

## 5.2 – Marconia, Tinchi e Centro Agricolo

Per quanto riguarda la circolazione delle acque superficiali, il reticolo idrografico è poco sviluppato sia per la buona permeabilità dei terreni affioranti che per la modesta entità dei dislivelli; è notevole invece l'azione antropica dell'uomo, evidenziata dalla intensa lavorazione dei campi.

Da un punto di vista idrogeologico, i Depositi marini terrazzati presentano una permeabilità legata alla sola porosità.

Gli acquiferi di tale formazione presentano una conducibilità idraulica da media ad elevata e sono in prevalenza freatici ma anche diffusamente in pressione. La limitata e non omogenea estensione dei livelli impermeabili posti al tetto degli stessi acquiferi favorisce l'infiltrazione delle acque pluviali e quindi la loro naturale ricarica. La continuità di questi acquiferi è interrotta dalle valli fluviali (*Polemio M. et al., 2003*).

Il regime delle acque in tali falde è direttamente influenzato dall'entità delle precipitazioni, e periodi particolarmente siccitosi possono portare ad un abbattimento notevole del livello freatico.

Dai tre sondaggi geognostici eseguiti a Marconia è stata rilevata la presenza di una falda acquifera il cui livello piezometrico è situato tra 20 e 24 m dal p.c.

I rilievi di superficie hanno evidenziato l'assenza di emergenze spontanee e/o di falde superficiali.

### 5.2.1 – Alluvione ottobre 2013

L'evento meteorico eccezionale del 7 ottobre 2013 ha interessato le province di Matera e Taranto, colpendo in modo particolare l'intera fascia jonica e specificamente gli abitati Marconia, Bernalda, Ginosa e Laterza.

L'evento ha causato l'esondazione dei fiumi Bradano e Basento e l'innescò di numerose frane superficiali.

L'evento pluviometrico critico ha avuto inizio, nello specifico, il giorno 06-10-2013 alle ore 10.00 locali ed è terminato il giorno 08-10-2013 alle ore 22.00 locali (*Manfreda S. et Al.*).

Le precipitazioni che hanno interessato principalmente la provincia di Matera hanno sfiorato localmente i 200 mm (189 mm in 6 ore alla stazione di Torre Accio).

Il nubifragio ha prodotto la “*sommersione temporanea*” dell’intero territorio di Marconia allagando centinaia di abitazioni, scantinati, depositi e attività commerciali, oltre all’interruzione di numerosi tratti di strade comunali e provinciali.

### 5.3 - *Pisticci Scalo*

L’area dell’abitato appartiene al bacino idrografico del F. Basento ed è drenata da alcuni fossi/canali che convogliano le acque nel fiume che scorre a circa 1.8 Km a est dello stesso abitato.

La circolazione delle acque meteoriche, essendo l'area ricoperta da depositi scarsamente permeabili, avviene esclusivamente in superficie con deflusso incerto fino al raggiungimento dei principali fossi.

Per quanto riguarda i caratteri idrogeologici, i terreni affioranti presentano una permeabilità legata alla sola porosità.

Gli acquiferi dei depositi alluvionali fluviali presentano una conducibilità idraulica variabile da bassa a media (*Polemio M. et al., 2003*). La loro struttura è riconducibile ad multifalda semiconfinato da intercalazioni pelitiche (*Perini P. e Valletta M., 1996*).

Le informazioni provenienti da campagne geognostiche pregresse (sondaggi ID\_P20, 21, 22 e 23), evidenziano la presenza di una falda acquifera ad una profondità tra 4 e 5 m dal p.c.

### 5.4 – *Casinello*

Nell’area in esame il reticolo idrografico è poco sviluppato per la modesta entità dei dislivelli; è notevole invece l'azione antropica dell'uomo, evidenziata dai numerosi canali artificiali di bonifica.

La circolazione delle acque meteoriche avviene esclusivamente con deflusso incerto fino al raggiungimento dei canali di bonifica.

Per quanto riguarda i caratteri idrogeologici, i terreni affioranti presentano una permeabilità legata alla sola porosità e possono essere raggruppati, sotto il profilo idrogeologico in 2 classi:

- la prima, che raggruppa i sedimenti dei depositi marini terrazzati, presenta permeabilità da media ad elevata;

- la seconda, che si identifica coi depositi sabbiosi-limosi-ghiaiosi della piana alluvionale, presenta un grado di permeabilità variabile;

La struttura dell'acquifero dei depositi alluvionali è riconducibile ad un multifalda semiconfinato da intercalazioni argillose mentre quelle dei terrazzi marini si identifica in falde freatiche.

In particolare gli acquiferi dei depositi marini terrazzati mostrano una conducibilità idraulica da media ad elevata e sono in prevalenza freatici ma anche diffusamente in pressione. La limitata e non omogenea estensione dei livelli impermeabili posti al tetto degli stessi acquiferi favorisce l'infiltrazione delle acque pluviali e quindi la loro naturale ricarica. La continuità di questi acquiferi è interrotta dalle valli fluviali.

Nei dintorni dell'abitato di Casinello vi sono numerosi pozzi d'acqua ad uso irriguo che si attestano nei depositi marini terrazzati e nei depositi alluvionali. I pozzi hanno portate variabili da 0.5 litro/sec fino a 25-30 litro/sec.

Il sondaggio ID\_P24 eseguito dall'ANAS non ha rilevato la presenza di falde acquifere.

## 6 – STRATIGRAFIA DEI SONDAGGI

### 6.1 – Sondaggi a corredo del R.U. - Allegato G1

#### **Sondaggio ID\_P1**

0 – 5.00 m	terreno di riporto;
5 – 15.50 m	limo sabbioso di colore verdastro;
15.50 – 30.00 m	argilla grigio-azzurra;

#### **Sondaggio ID\_P2**

0 – 1.20 m	massicciata stradale;
1.20 – 3.00 m	limo con sabbia di colore marrone;
3.00 – 24.50 m	sabbie di colore giallastro con livelli centimetrici di calcarenite e rari elementi di ghiaia
24.50 – 25.00 m	ghiaia ad elementi minuti ed eterogenei;
25.00 – 30.00 m	argilla grigio-azzurra;

#### **Sondaggio ID\_P3**

0 – 1.4 m	sabbia limosa di colore rossastro (suolo);
1.4 – 3.80 m	ciottoli di diametro medio di 2-3 cm, eterogenei, di forma arrotondata e in matrice sabbioso-limosa di colore rossastra.
3.80 – 18 m	sabbia poco addensata a granulometria medio-grossa di colore giallo-ocra con livelli centimetrici di calcarenite e limo;
18 – 18.70 m	ghiaia costituita da elementi eterogenei di diametro medio di 2-3 cm;
18.70 – 20.50 m	sabbia poco addensata a granulometria medio-grossa di colore giallo-ocra;
20.50 – 21 m	ghiaia costituita da elementi eterogenei di diametro medio di 2-3 cm;
21 – 26.50 m	sabbia poco addensata a granulometria medio-grossa di colore giallo-ocra con livelli decimetrici di argilla poco consistente di colore marrone;

26.50 – 26.70 m	ghiaia costituita da elementi eterogenei di diametro medio di 0.5 cm;
26.70 – 28.80 m	sabbia poco addensata a granulometria medio-grossa di colore giallo-ocra;
28.80 – 32 m	sabbia poco addensata a granulometria medio-grossa di colore grigio-azzurro;

#### **Sondaggio ID\_P4**

0 – 1.00 m	terreno agrario;
1.00 – 4.50 m	ciottoli di diametro medio di 2-3 cm, eterogenei, di forma arrotondata in matrice sabbioso-limosa di colore rossastra.
4.50 – 12.00 m	sabbia poco addensata a granulometria medio-grossa di colore giallo-ocra con livelli centimetrici di ghiaia;
12.00 – 12.70 m	argilla di colore marrone a bassa consistenza;
12.70 – 22.40 m	sabbia poco addensata a granulometria medio-grossa di colore giallo-ocra con livelli centimetrici di ghiaia;
22.40 – 23.60 m	argilla di colore marrone a bassa consistenza;
23.60 – 27.60 m	sabbia poco addensata a granulometria medio-grossa di colore giallo-ocra;
27.60 – 28.20 m	argilla di colore marrone a bassa consistenza;
28.20 – 31.50 m	sabbia poco addensata a granulometria medio-grossa di colore azzurro;
31.50 – 32.00 m	sabbia poco addensata a granulometria medio-grossa di colore giallo-ocra.

#### **Sondaggio ID\_P5**

0 – 0.8 m	terreno agrario;
0.8 – 4.80 m	ciottoli di diametro medio di 2-3 cm, eterogenei, di forma arrotondata in matrice sabbioso-limosa di colore rossastra.
4.80 – 8.80 m	sabbia poco addensata a granulometria medio-grossa di colore giallo-ocra con livelli centimetrici di calcarenite e limo;

8.80 – 9.00 m	argilla di colore marrone a bassa consistenza;
9.00 – 21.40 m	sabbia poco addensata a granulometria medio-grossa di colore giallo-ocra con livelli centimetrici;
21.40 – 21.80 m	ghiaia costituita da elementi eterogenei di diametro medio di 2-3 cm;
21.80 – 22.20 m	argilla di colore marrone a bassa consistenza;
22.20 – 26.50 m	sabbia poco addensata a granulometria medio-grossa di colore giallo-ocra con livelli centimetrici;
28.60 – 28.60 m	argilla di colore marrone a bassa consistenza;
28.60 – 29.50 m	ghiaia costituita da elementi eterogenei di diametro medio di 2-3 cm;
29.50 – 31.50m	sabbia poco addensata a granulometria medio-grossa di colore giallo-ocra.

#### *6.2 – Campagne geognostiche a corredo di progetti di opere pubbliche e/o private*

Per i dettagli delle successioni stratigrafiche terebrate nel corso di sondaggi eseguiti a corredo di progetti di opere pubbliche e/o private si rimanda all'Allegato G1.

## 7 - LIQUEFAZIONE DEI TERRENI IN CONDIZIONI SISMICHE

Il termine liquefazione indica tutti i fenomeni che danno luogo alla perdita di resistenza a taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni incoerenti e saturi, sollecitati da azioni transitorie e ripetute che agiscono in condizioni non drenate (*Kramer, 1996*).

Tali fenomeni sono legati allo sviluppo di sovrappressioni neutre che, se positive, causano una riduzione dello stato di confinamento efficace a cui il terreno è sottoposto.

La liquefazione si sviluppa con due meccanismi diversi. Il primo è definito “flow liquefaction” o fluidificazione, e avviene quando le tensioni richieste per assicurare le condizioni di equilibrio statico sono maggiori della resistenza a taglio del terreno. Ne consegue che una volta avviate, le deformazioni prodotte dal *flow liquefaction* possono essere causate da tensioni applicate staticamente.

Il secondo è quello della “mobilità ciclica” che si verifica quando le tensioni di taglio necessarie all’equilibrio statico sono minori della resistenza del terreno. Di conseguenza, le deformazioni si sviluppano in maniera incrementale durante un terremoto, perché causate da tensioni di taglio applicate in maniera statica e ciclica.

I fattori principali che predispongono un terreno alla liquefazione sono:

- ✓ fattori geologici-geotecnici;
- ✓ fattori legati all’evento sismico.

### Fattori geologici-geotecnici

Il verificarsi della liquefazione in determinato suolo dipende da numerosi fattori: granulometria, densità relativa, pressione interstiziale iniziale, condizioni di drenaggio e tensioni geostatiche di confinamento.

### Fattori legati all’evento sismico

Durante un terremoto, il terreno può essere visto come un corpo sottoposto ad una serie di cicli di carico variabili in intensità e numero, in funzione della magnitudo del evento sismico manifestatosi.

In terremoti di elevata magnitudo, è sufficiente un numero ridotto di cicli di carico per produrre la liquefazione del deposito, poiché ad ogni ciclo è associata una sollecitazione dinamica di maggiore intensità. In terremoti di minore magnitudo lo stesso effetto lo si ottiene con un numero superiore di cicli di carico.

In definitiva quindi un'elevata magnitudo del sisma (maggiore intensità degli sforzi di taglio applicati al terreno) e una lunga durata dello stesso (maggior numero di cicli di carico), rendono più probabile l'iniziarsi della liquefazione in un deposito sabbioso saturo<sup>2</sup>.

### 7.1 – Analisi del rischio di liquefazione

Il Decreto Ministeriale Infrastrutture del 17 gennaio 2018 “*Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni*”, stabilisce che la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc1N > 180$  dove  $(N1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (*Standard Penetration Test*) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc1N$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (*Cone Penetration Test*) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 9 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  e nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .

---

<sup>2</sup> [www.programgeo.it](http://www.programgeo.it)

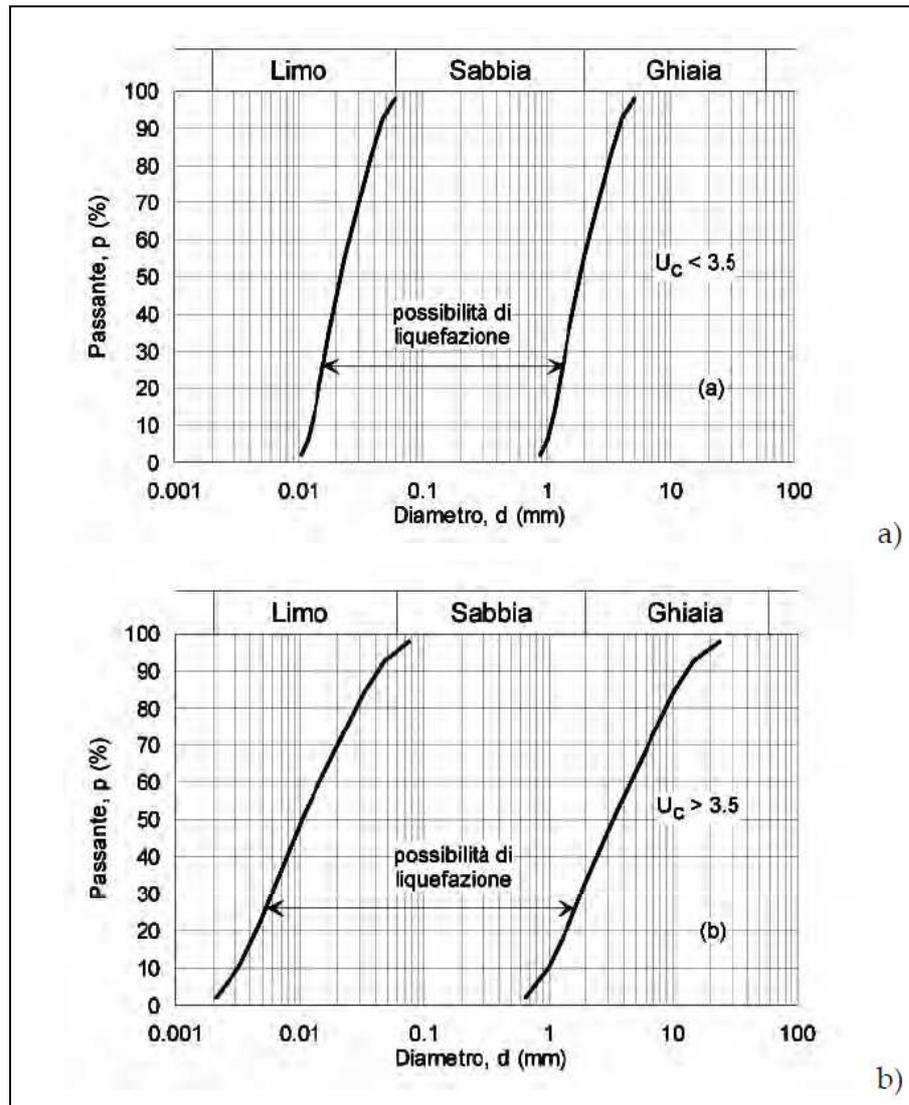


Figura 9 - Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione (da NTC 18)

### 7.1.1 – Marconia, Tinchi e Centro Agricolo

Per gli ambiti urbani di Marconia, Tinchi e Centro Agricolo non risultano soddisfatte le condizioni riportate nel *Punto "2"* delle NTC18 per l'assenza di falde acquifere fino alla profondità di 15 m dal p.c..

Per quanto detto si omette la verifica alla liquefazione dei terreni presenti negli ambiti urbani suddetti.

### 7.1.2 – Pisticci Scalo

I dati provenienti dai sondaggi geognostici eseguiti nell'ambito urbano di Pisticci Scalo evidenziano la presenza di una falda acquifera il cui livello piezometrico è posto a circa 4 m dal p.c.

Pertanto si è proceduto al confronto delle curve granulometriche dei campioni prelevati nel corso dei sondaggi ID\_P21 e ID\_P23 (Fig. 12 e 13), con le zone indicate nella Figura 9.

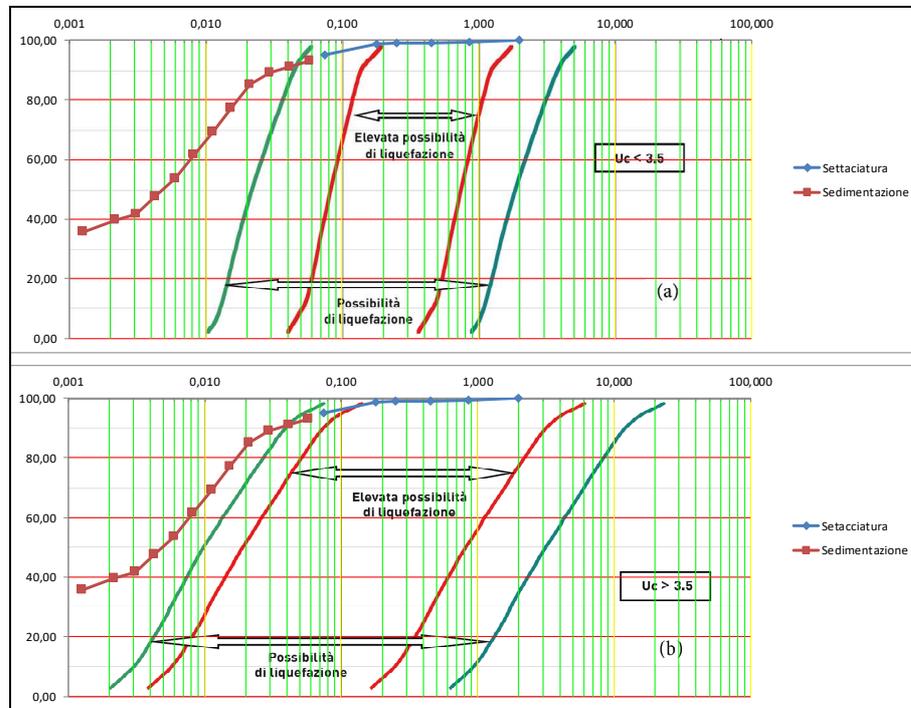


Figura 10 – Confronto curva granulometrica campione C1ID\_P21

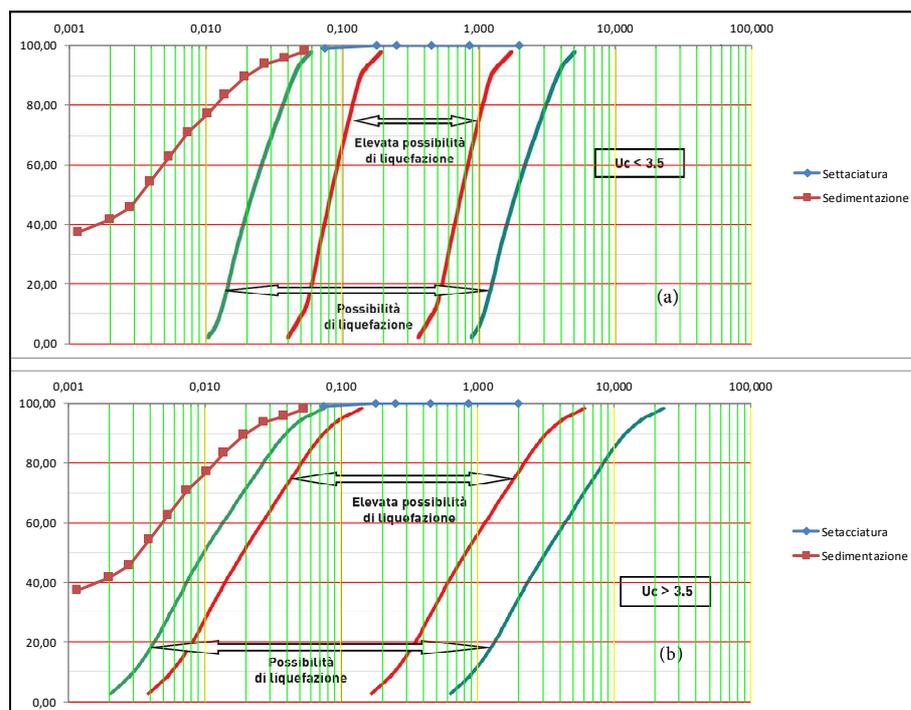


Figura 11 – Confronto curva granulometrica campione C1ID\_P23

Il confronto delle Figure 10 e 11 evidenzia che le curve granulometriche sono esterne alle zone di “Elevata possibilità di liquefazione” e di “Possibilità di liquefazione”

Per quanto detto si omette la verifica alla liquefazione dei terreni presenti nell’ambito urbano di Pisticci Scalo.

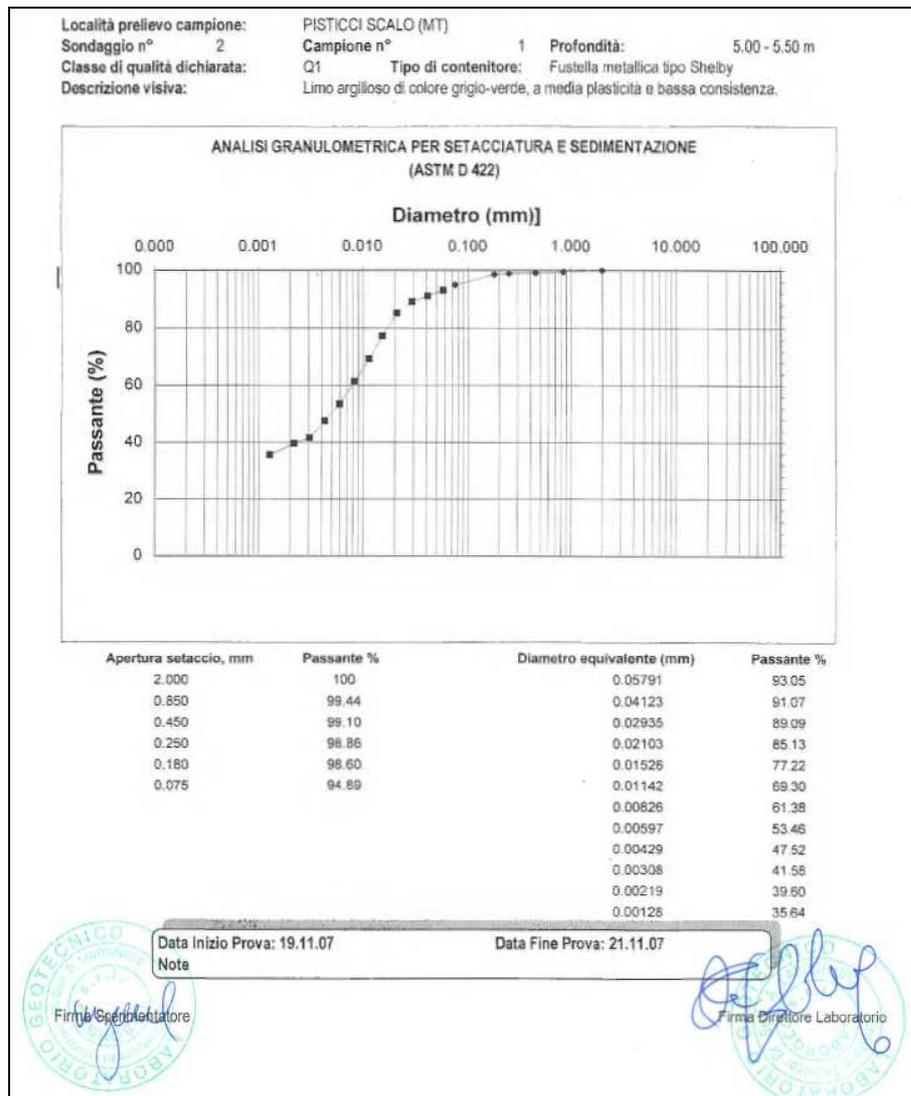


Figura 12 – Curva granulometrica campione C1ID\_P21

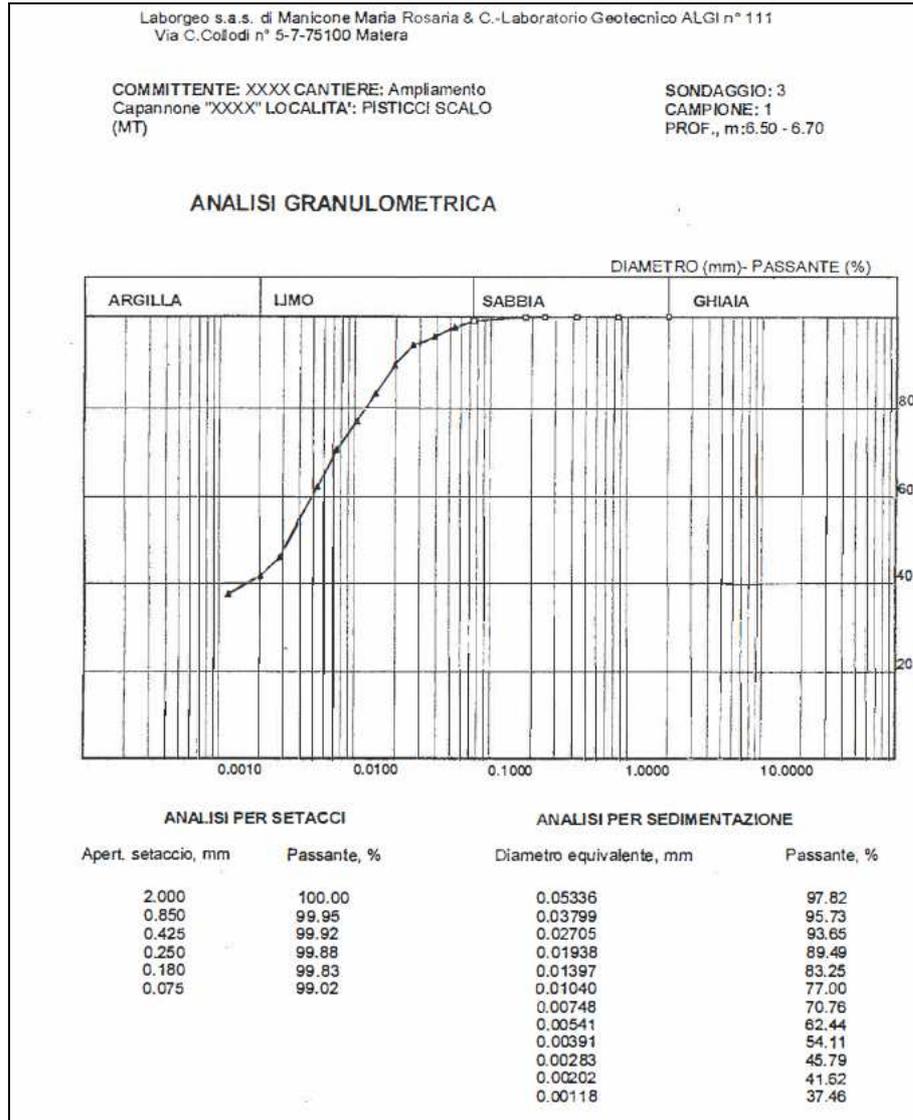


Figura 13 – Curva granulometrica campione C1ID\_P23

## 8 - MICROZONAZIONE SISMICA

La microzonazione sismica è volta ad individuare gli strumenti necessari a prevedere e a mitigare, attraverso idonei criteri d'uso del territorio, gli effetti sismici in una zona di dimensioni locali.

Fattori stratigrafici e geomorfologici locali possono modificare le caratteristiche del moto sismico, filtrando le onde nel passaggio dal bedrock alla superficie. L'effetto di filtraggio conduce ad una ridistribuzione dell'energia con l'amplificazione del moto vibratorio associato ad alcune frequenze.

Riferimento nazionale e regionale per gli studi finalizzati alla caratterizzazione sismica del territorio sono gli: *"Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS)"* approvati dal Dipartimento della Protezione Civile e dalla Conferenza delle Regioni e delle Province autonome (*Gruppo di lavoro MS, 2008*), che sviluppando le istanze espresse in vario modo dalle Regioni e dagli Enti Locali, recependo quanto elaborato e sperimentato dalla comunità scientifica, definisce metodi d'indagine e criterio di utilizzo dei risultati degli studi di microzonazione sismica.

Gli studi di microzonazione sismica (MS) in generale si propongono di:

- identificare e perimetrare le aree a differente pericolosità sismica locale;
- stimare le risposte dei terreni delle diverse microzone, in modo da stabilire gerarchia di pericolosità e fornire elementi conoscitivi per una pianificazione del territorio e progettazione delle opere adeguate alla pericolosità sismica del sito.

I contenuti e la complessità di un'indagine di microzonazione sismica dipende dai livelli di approfondimento che si vogliono raggiungere, a cui naturalmente corrispondono risorse diverse, economiche e professionali, da mettere in campo.

I livelli di possibile approfondimento sono tre:

### **Livello 1**

Il livello 1 di MS è propedeutico ai veri propri studi di microzonazione e obbligatorio per affrontare i successivi livelli di approfondimento. Il quadro conoscitivo

necessario a realizzare tale livello si basa sulla raccolta dati attraverso rilievi geologi, geomorfologici e geologico-tecnici, sondaggi e indagini geofisiche. La sintesi dei dati permette di definire carte a tematismo diverso:

- Carta delle indagini;
- Carta geologico-tecnica e sezioni;
- Carta delle microzone omogenee in prospezione sismica (Mops).

In quest'ultima carta o Carta di MS Livello 1 saranno rappresentate:

- Zone stabili, senza effetti di modificazione del moto sismico rispetto ad un terreno rigido e/o bedrock sismico ( $V_s > 800$  m/s) e pianeggiante (pendenza  $< 15^\circ$ );
- Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali – amplificazioni litostratigrafiche  $V_s < 800$  m/s e spessore maggiore di 5 m, amplificazioni topografiche su rilievi in roccia;
- Zone suscettibili di instabilità (instabilità di versante, liquefazioni, faglie attive e capaci, cedimenti differenziali).

## **Livello 2**

Il Livello 2 attraverso l'esecuzione di indagini economiche e poco invasive consente di meglio definire il modello geologico del sottosuolo e di fornire per ciascuna microzona identificata una quantificazione numerica, con metodi semplificati (abachi e leggi empiriche), della modificazione locale del moto sismico in superficie. Le indagini su menzionale si riferiscono fondamentalmente ad indagini di tipo geofisico, quali la sismica a rifrazione, le analisi strumentali con tecniche attive e passive per la stima delle  $V_s$ , misurando microtremiti ed eventi sismici. Ad esse quanto è possibile vanno aggiunte anche indagini geofisiche in foro del tipo Down-Hole e Cross-Hole. Attraverso correlazioni e confronti con i risultati del Livello 1, si giunge ad una revisione del modello geologico e della realizzazione di una Carta di Microzonazione Sismica nella quale le zone a comportamento omogeneo sono caratterizzate anche da un parametro numerico descrittivo degli effetti attesi (fattore di amplificazione) ottenuto con metodi semplificati. Si distinguono, dunque:

- Zone stabili;
- Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, caratterizzate da fattori di amplificazione relativi a due periodi dello scuotimento (FA e FV);
- Zone di deformazioni permanente caratterizzate da parametri quantitativi (spostamenti e aree accumulo per frane, calcolo dell'indice del potenziale di liquefazione).

I parametri di FA e FV rappresentano il rapporto tra gli spettri di input e di output, rispettivamente in accelerazione e pseudovelocità calcolati in un intervallo intorno ai periodi TA e TV dove l'ampiezza è massima. L'intervallo di periodi considerato per FA varia tra 0.1 e 0.3 s (alta frequenze) mentre per gli FV l'intervallo varia tra 0.6 e 1.4 s (bassa frequenze).

Per definire il parametro di amplificazione del moto sismico (FA e FV) da attribuire a ciascuna microzona, sono stati realizzati degli abachi, riportati negli ICMS e sono stati costruiti adottando delle semplificazioni che li rendono applicabili all'intero territorio nazionale.

Essi sono stati ordinati per: litotipo (ghiaia, sabbia e argilla) e tipo di profilo delle Vs (costante, gradiente max e gradiente intermedio).

La stima di FA e FV è subordinata alla conoscenza di ag, litotipo prevalente della copertura, spessore stimato della copertura, Vs media della copertura.

**Nel caso in studio, per il calcolo di FA e FV degli ambiti ad attuazione diretta, invece, si è proceduto al calcolo dei Fattori di Accelerazione e Velocità tramite la risposta sismica locale 1D.**

L'analisi 1D permette definire una realistica risposta sismica stratigrafica di terreni non affetti da problematiche bidimensionali (sia sepolte sia topografiche). Questo approccio consente, in determinati casi e mediante il confronto con la relativa categoria di sottosuolo (Cap. 3.2.2 NTC2018), elementi di risparmio rispetto all'approccio semplificato di normativa (categorie di sottosuolo), poiché identifica l'amplificazione per intervalli di periodi solitamente più limitati rispetto a quelli di normativa.

La definizione dell'input sismico è innanzitutto definito dalla localizzazione spaziale e da alcune informazioni riguardanti le caratteristiche delle opere in progetto (fabbricati per civile abitazione), di seguito riportate:

COORDINATE DEL SITO (WGS84) : LAT.; LONG.
CLASSE D'USO: <b>II</b>
COEFFICIENTE D'USO: <b>1</b>
VITA NOMINALE: <b>50 ANNI</b>
PERIODO DI RIFERIMENTO: <b>50 ANNI</b>

I dati di disaggregazione sono forniti in allegato alla L.R. 9/2011 che per ogni Comune della Basilicata ha stabilito il relativo valore dell'accelerazione massima attesa al suolo PGA (g) e i dati di disaggregazione indicati sotto forma di coppia magnitudo e distanza:

Comune	Macrozona a pericolosità sismica	PGA (g)	Magnitudo	Distanza (km)
<b>Pisticci</b>	<b>3b</b>	<b>0.125</b>	<b>6.7</b>	<b>100</b>

È necessario poi selezionare accelerogrammi spettro compatibili e sismo compatibili registrati, il cui uso è ammesso, come disposto dalla normativa "... a condizione che la loro scelta sia rappresentativa della sismicità del sito e sia adeguatamente giustificata in base alle caratteristiche sismogenetiche della sorgente, alle condizioni del sito di registrazione, alla magnitudo, alla distanza dalla sorgente e alla massima accelerazione orizzontale attesa al sito. Gli accelerogrammi registrati devono essere selezionati e scalati in modo da approssimare gli spettri di risposta nel campo di periodi di interesse per il problema in esame.

Attualmente il metodo più utilizzato per estrarre da una banca dati accelerometrica eventi con caratteristiche ben definite è quello di ricorrere all'uso del software gratuito "REXEIte". Il software, utilizzabile online, permette l'estrazione di

accelerogrammi di input naturali per applicazioni ingegneristiche e di pianificazione territoriale, da più banche dati, quali: la banca dati PEER Ground Motion Database.

Inserendo le condizioni di sito di classe "A" (le condizioni free-field sono imposte dalla normativa), la magnitudo e distanza della sorgente sismogenetica per la "disaggregazione" dei dati, con una tolleranza di compatibilità della media del 10% inferiore e del 20% superiore, range di interesse dei periodi da  $T1 [s] = 0.15$  a  $T2 [s]=2$ , si ottengono 7 coppie di accelerogrammi compatibili con lo spettro di normativa che non necessitano di essere scalati.

Utilizzando un modello di analisi numerica monodimensionale secondo un'ipotesi di calcolo di modello equivalente lineare (STRATA), il cui codice numerico è simile a quello di SHAKE91, la risposta sismica locale è stata calcolata utilizzando gli accelerogrammi selezionati.

Definito l'input in termini di eventi sismici da sottoporre a simulazione, mediante indagini geognostiche e geofisiche, un'apposita funzione di STRATA permette di definire le tipologie di sismostrati omogenei e le relative proprietà non lineari dei differenti livelli litotecnici.

La profondità del bedrock sismico è stata ricavata direttamente dalle indagini sismiche o indirettamente quando il bedrock sismico non è stato intercettato fino alla profondità indagata. In quest'ultimo caso, essendo il rinvenimento del *bedrock sismico* elemento indispensabile per calcolo, esso è stato ricavato attraverso la ricostruzione del profilo lineare delle velocità considerando un aumento costante del gradiente della velocità registrato nell'ultimo sismostrato fino a quando è stata intercettata la velocità di 800m/s.

Per ciascun livello sono state inserite le coppie di valori Deformazione-G/Gmax e Deformazione-D% per descrivere le rispettive curve di non linearità, ricavate in base all'Indice di plasticità di plasticità derivante dalle prove di laboratorio eseguite.

Il comportamento dinamico sotto azioni sismiche (decadimento del modulo di taglio normalizzato  $G/G_0$  e dello smorzamento  $D$  con la deformazione) dei vari strati di sottosuolo identificati è stato determinato dalle curve di decadimento del modulo di deformazione al taglio normalizzato in funzione della deformazione tangenziale  $G/G_0-\gamma$

e le curve di decadimento del fattore di smorzamento in funzione della deformazione tangenziale D- $\gamma$ , derivanti da prove di laboratorio.

A seguito del calcolo, il programma restituisce lo spettro di Risposta in Accelerazione sia in corrispondenza del piano campagna che al substrato, dal rapporto dei valori medi tra un intorno del valore massimo registrato in corrispondenza del piano campagna con quello registrato in corrispondenza del bedrock si ricava il Fattore di Accelerazione come riportato nel paragrafo 3.2.3 degli *“Indirizzi e criteri per la Microzonazione sismica”*.

$$FA = SA(\text{sup})/SA(\text{bed})$$

Successivamente dai valori di accelerazione al bedrock e in superficie sono stati ricavati i corrispondenti valori di pseudovelocità secondo la seguente formula:

$$SV = (T*SA)/2\pi$$

In seguito è stato calcolato il Fattore di Velocità FV dal rapporto tra la pseudovelocità massima al suolo e quella registrata al bedrock:

$$FV = SV(\text{sup})/SV(\text{bed})$$

### **Livello 3**

Il Livello 3 è il livello di maggiore approfondimento per la definizione e caratterizzazione delle zone suscettibili di amplificazioni o d'instabilità, perché consente di risolvere le situazioni geologiche e geotecniche complesse, ad esempio inversioni di velocità, non risolvibili con abachi o metodi semplificati.

#### *8.1 - Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica -Livello 1*

L'analisi delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, geotecniche e sismiche, riportate sia nei capitoli precedenti che negli elaborati allegati al presente studio, ha permesso di individuare nelle aree esaminate microzone a comportamento sismico omogeneo nella categoria “Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali” e microzone nella categoria “Zone suscettibili di instabilità”. Di seguito vengono descritte le zone individuate.

### 8.1.1 - Pisticci Centro

#### **Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali**

Zona 1: dall'alto verso il basso è costituita da circa 20 m di alternanza di sabbie e limo, da circa 20 m di sabbie (Depositi marini Terrazzati) e dal substrato coesivo e sovraconsolidato (Argille marnose grigio-azzurre) caratterizzato almeno nei primi 15 m da velocità di propagazione delle onde di taglio ( $V_s$ ) inferiore a 800 m/s;

Zona 2: dall'alto verso il basso è costituita da circa 15 m di terreno detritico limoso-sabbioso (Depositi colluviali) e dal substrato coesivo e sovraconsolidato (Argille marnose grigio-azzurre) caratterizzato fino a 85 m da velocità di propagazione delle onde di taglio ( $V_s$ ) inferiore a 800 m/s.

Zona 3: dall'alto verso il basso è costituita da detrito sabbioso-argilloso (Detrito di falda e/o di frana) per uno spessore medio di 20 m e dal substrato coesivo e sovraconsolidato (Argille marnose grigio-azzurre) caratterizzato da velocità di propagazione delle onde di taglio ( $V_s$ ) di 1154 m/s.

Zona 4: costituita da 25 m di sabbie (Depositi marini Terrazzati) e dal substrato coesivo e sovraconsolidato (Argille marnose grigio-azzurre) caratterizzato da velocità di propagazione delle onde di taglio ( $V_s$ ) di 1215 m/s;

Zona 5: dall'alto verso il basso è costituita da circa 15 da detrito costituito da limo con argilla (Corpo di frana), dal substrato coesivo e sovraconsolidato (Argille marnose grigio-azzurre) caratterizzato da velocità di propagazione delle onde di taglio ( $V_s$ ) > 1000 m/s.

Zona 6: dall'alto verso il basso è costituita da circa 5 m di ciottoli in matrice sabbiosa (Conglomerati del Cimitero), 15 m di sabbie e dal substrato coesivo e sovraconsolidato (Argille marnose grigio-azzurre) caratterizzato da velocità di propagazione delle onde di taglio ( $V_s$ ) di 1102 m/s.

#### **Zone suscettibili di instabilità**

Sono state individuate n° 2 zone a comportamento sismico omogeneo appartenente alla categoria "instabilità di versante".

Corrispondono alle aree a rischio idrogeologico R4 (Rione Dirupo) e R3 perimetrate dall'Autorità di Bacino della Basilicata.

8.1.2 – Marconia

**Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali**

Zona 7 : costituita mediamente da 35 m di sabbie (Depositi marini Terrazzati) e dal substrato sismico caratterizzato da velocità di propagazione delle onde di taglio ( $V_s$ ) > 800 m/s.

8.1.3 – Tinchi e Centro Agricolo

**Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali**

Zona 8: costituita da 35-40 m di sabbie appartenenti ai Depositi marini terrazzati e da 10-15 m di terreni argillosi. Il substrato sismico caratterizzato da velocità di propagazione delle onde di taglio ( $V_s$ ) > 800 m/s si rinviene a partire da 49 m dal p.c. (Fig. 14).

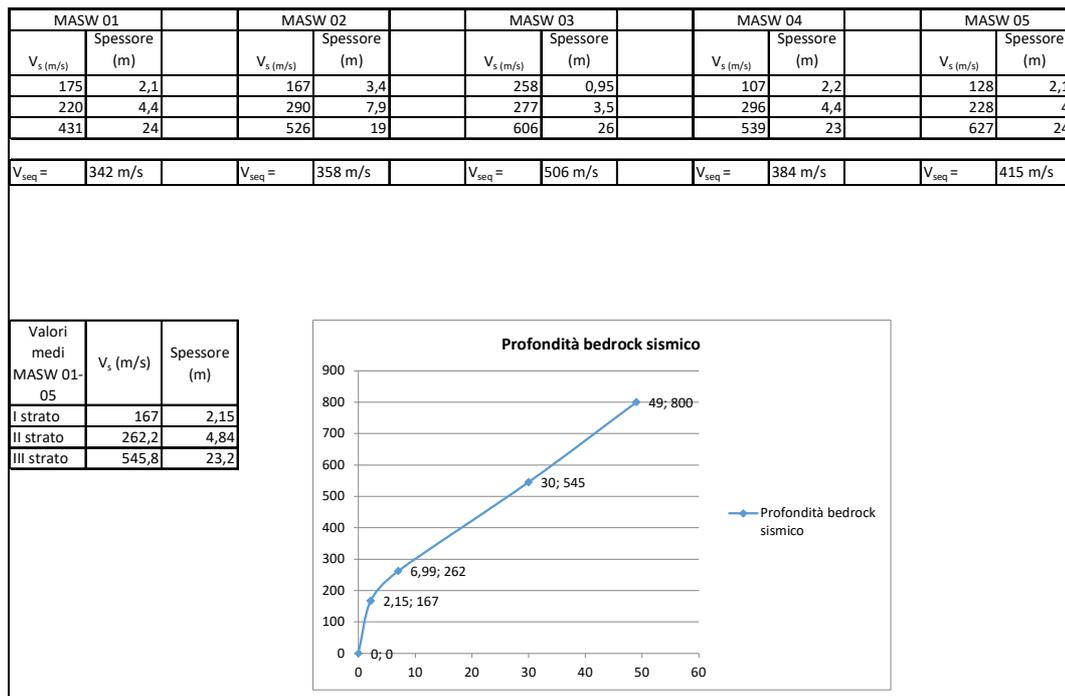


Fig. 14 – Risultati delle indagini MASW eseguite e profondità del bedrock sismico

8.1.4 – Pisticci Scalo

**Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali**

Zona 9: costituita da 15 m da depositi alluvionali (Depositi alluvionali recenti) e dal substrato sismico (Argille marnose grigio-azzurre) caratterizzato da velocità di propagazione delle onde di taglio ( $V_s$ ) > 800 m/s.

### 8.1.5 – Casinello

#### **Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali**

Zona 10: costituita da 15 m di sabbie (Depositi marini terrazzati) e dal substrato sismico caratterizzato da velocità di propagazione delle onde di taglio ( $V_s$ )  $> 800$  m/s.

## **9 – CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI**

### *9.1 - Pisticci centro*

La caratterizzazione geotecnica dei terreni affioranti nell'ambito urbano di Pisticci scaturisce da dati provenienti da campagne geognostiche a corredo di progetti di opere pubbliche e/o private e da riferimenti bibliografici.

Più precisamente si fa riferimento a prove geotecniche di laboratorio eseguite su campioni indisturbati prelevati nel corso dei sondaggi geognostici indicati con la sigla ID\_P6, ID\_P7, ID\_P8 e ID\_P10.

Le prove hanno fornito i seguenti dati:

Sond.	Camp.	Profondità m	W %	$\gamma_v$ KN/m <sup>3</sup>	$\gamma_d$ KN/m <sup>3</sup>	$\gamma_{sat}$ KN/m <sup>3</sup>	$\gamma_s$ KN/m <sup>3</sup>	e	n %	Sr %	Ghiaia %	Sabbia%	Limo %	Argilla %	LL %	LP %	IP %	Taglio CD c KN/m2	Taglio CD $\phi^\circ$	Taglio CD residuo c KN/m2	Taglio CD residuo $\phi^\circ$
ID_P6	1	6,30-6,80	6,00	15,69	14,80	19,02	26,08	0,762	43,25	20,94	0,00	84,90	11,65	3,42				4,71	30,71		
ID_P7	1	7,50-8,00	21,23	20,30	16,50	20,50	27,50	0,667	40,01	87,54	0,00	4,57	54,28	41,15	41	25	13	21,94	23,4	17,04	16,5
ID_P7	2	26,00-26,40	7,73	19,60	15,98	19,86	23,10	0,633	38,76	31,86	0,53	78,64	16,83	4,00				8,8	28,4	4,26	23,3
ID_P8	1	6,00 - 6,20	11,50	14,70	13,20	18,00	26,08	0,980	49,50	31,30	0,00	90,70	8,90	0,40				4,2	29,5		
ID_P7	3	49,00-49,50	21,69	19,70	14,87	19,26	26,50	0,782	43,87	73,53	1,38	54,73	32,96	10,93	29	22	7	16,67	27,4	12,96	22,4
ID_P10	3	21,50-22,00	21,91	19,70	16,16		27,60	0,708	41,45	85,41	0,00	1,46	55,39	43,16	41	27	14	10,09	23,83	0,22	20,28
ID_P10	1	1,20-1,80	16,28	20,30	17,46		26,80	0,535	34,85	81,53	0,27	29,36	42,78	27,59	30	19	11	13,27	29,08	3,46	28,53
ID_P10	2	11,00-11,50	23,74	19,60	17,59		27,50	0,541	36,04	80,06	0,00	1,96	59,68	38,36	44	27	17	21,2	26,25	0,78	25,21

**FORMAZIONE LITOLOGICA**

Sabbie gialle

Argille marnose grigio-azzurre

Detrito di falda e/o di frana

### *9.2 – Marconia, Tinchi e Centro Agricolo*

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni di queste centri (Depositi marini terrazzati), si fa riferimento a campagne geognostiche effettuate nell'abitato di Marconia a corredo di opere private.

Le caratteristiche meccaniche sono state ottenute da prove geotecniche di laboratorio eseguite su campioni indisturbati prelevati nel corso dei sondaggi geognostici indicati con la sigla ID\_P11, ID\_P12, ID\_P13, ID\_P14, ID\_P15, ID\_P16, ID\_P18 e ID\_P19.

Nella tabella che segue sono riportati i valori ottenuti dalle prove effettuate.

Sond.	Camp.	Profondità m	W %	$\gamma_v$ KN/m <sup>3</sup>	$\gamma_d$ KN/m <sup>3</sup>	$\gamma_{sat}$ KN/m <sup>3</sup>	$\gamma_s$ KN/m <sup>3</sup>	e	n %	Sr %	Ghiaia %	Sabbia%	Limo %	Argilla%	Taglio CD c KN/m <sup>2</sup>	Taglio CD $\phi^\circ$
ID_P11	C1	7,00-7,40	30,67	19,40	14,85	19,39	27,20	0,832	45,40	100,00	3,70	12,44	46,40	37,46	11,07	20,15
ID_P12	C1	10,00-10,40	28,20	19,10	14,90	19,42	27,20	0,826	45,24	92,86	0,64	10,36	52,60	36,40	21,05	15,63
ID_P13	C1	7.60-8.00	5,74	17,00	16,08	19,92	26,10	0,623	38,40	24,03	6,09	82,31	11,60		5,44	35,6
ID_P14	C1	7.00-7.40	8,95	16,75	15,37	19,51	26,20	0,704	41,32	33,30	8,33	78,45	10,71	2,51	4,25	34,8
ID_P15	C1	7.60-8.00	11,82	19,61	17,54	20,92	26,50	0,511	33,92	61,29	9,65	56,25	26,09	8,01	12,98	29
ID_P16	C1	7.00-7.30	8,81	17,74	16,30	20,13	26,40	0,619	38,24	37,56	13,56	62,21	19,25	4,97	10,17	28
ID_P18	C1	7,60-8,00	11,82	19,61	17,54	20,92	26,50	0,511	33,82	61,29	9,65	56,25	26,09	8,01	12,98	29
ID_P19	C1	7,00-7,30	8,81	17,74	16,30	20,13	26,40	0,619	38,24	37,56	13,56	62,21	19,25	4,97	10,17	28

### 9.3 - Pisticci scalo

La caratterizzazione geotecnica dei terreni scaturisce da dati provenienti da campagne geognostiche precedenti e più precisamente da prove di laboratorio effettuate su n°2 campioni indisturbati prelevati dai sondaggi.

Le caratteristiche meccaniche sono state ottenute mediante prove di compressione triassiale non consolidata non drenata.

I valori misurati sono riassunti nelle tabelle seguenti:

#### Depositi alluvionali - Limo argilloso debolmente sabbioso

peso specifico dei grani ( $\gamma_s$ )	2.75 g/cm <sup>3</sup>
peso dell'unità di volume ( $\gamma_n$ )	2.04 g/cm <sup>3</sup>
peso dell'unità di volume secco ( $\gamma_d$ )	1.66 g/cm <sup>3</sup>
peso di volume saturo ( $\gamma_{sat}$ )	2.06 g/cm <sup>3</sup>
indice dei pori (e)	0.658
porosità (n)	39.64 %
coesione non drenata (Cu)	1.09 kg/cm <sup>2</sup>

#### Argilla grigio-azzurra – Limo con argilla

peso specifico dei grani ( $\gamma_s$ )	2.76 g/cm <sup>3</sup>
peso dell'unità di volume ( $\gamma_n$ )	2.03 g/cm <sup>3</sup>
peso dell'unità di volume secco ( $\gamma_d$ )	1.62 g/cm <sup>3</sup>
peso di volume saturo ( $\gamma_{sat}$ )	2.03 g/cm <sup>3</sup>
indice dei pori (e)	0.699
porosità (n)	41.14 %
coesione non drenata (Cu)	1.41 kg/cm <sup>2</sup>

### 9.4 - Casinello

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni di sedime è fatto riferimento ai dati provenienti dal sondaggio geognostico ID\_P24 e relative prove di laboratorio geotecnico, eseguito dall'ANAS nel giugno 1998 a corredo del "Progetto per l'Adeguamento al Tipo III C.N.R./80 – VIII Lotto").

Le prove eseguite su un campione indisturbato prelevato alla profondità di 7.5 m dal p.c. hanno fornito i seguenti valori:

peso specifico dei grani ( $\gamma_s$ )	2.64 g/cm <sup>3</sup>
peso dell'unità di volume ( $\gamma_n$ )	1.95 g/cm <sup>3</sup>
peso dell'unità di volume secco ( $\gamma_d$ )	1.53 g/cm <sup>3</sup>
indice dei pori (e)	0.72
porosità (n)	41.87 %
Coesione (c')	0.2 kg/cm <sup>2</sup>
angolo di attrito interno ( $\phi$ )	25°

## **10 – CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA' E CRITICITA' GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA**

La carta costituisce l'elaborato a cui bisogna far riferimento per la pianificazione del territorio.

Essa deriva dalla sovrapposizione analitica e critica dei vari tematismi geologici (geologia, geomorfologia e microsismicità).

Tenuto conto del Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico dell'AdB, e utilizzando lo schema di legenda proposto nel Regolamento di Attuazione della L.R. 23/1999, sono state individuate le seguenti aree.

### *10.1 - Pisticci centro (Tavola G6a)*

#### **I – Aree non critiche**

In questa classe rientrano le parti del territorio in cui non sono presenti problemi di stabilità, e quindi risultano, dal punto di vista geologico-geotecnico, idonee ai fini edilizi.

#### **Ib – Aree utilizzabili ai fini edilizi**

Aree con pendenze medio-basse ( $p < 15^\circ$ ) caratterizzate dalla presenza, in affioramento, di terreni appartenenti ai Depositi marini terrazzati e Argille marnose grigio-azzurre.

Aree già edificate ed urbanizzate e/o di completamento.

Ricade all'interno il centro abitato di Pisticci.

In base al livello di sismicità sono state distinte le sub-aree:

<b><i>Sub-area</i></b>	<b><i>Microzona Sismica</i></b>
<b>lb a</b>	Zona 1
<b>lb c</b>	Zona 3
<b>lb d</b>	Zona 4
<b>lb f</b>	Zona 6

Su queste aree ricadono gli interventi progettuali riportati nella *Tavola P1b*:

- *Articolo 19 – Complessi edilizi soggetti a progettazione unitaria;*
- *Articolo 20 - Edilizia storica ad un piano incrementabile conformemente agli schemi tipo allegati alle norme tecniche d'attuazione;*
- *Articolo 21 - Edilizia corrente interna al tessuto a trasformazione condizionata;*
- *Articolo 23 – Area per attività produttive;*
- *Articolo 24 – Aree di riqualificazione n° 1 in parte, 2 in parte e 3 in parte.*

Per la realizzazione degli interventi suddetti potranno essere adottate fondazioni superficiali.

### **II - Aree con criticità puntuale e moderate**

Appartengono a questa classe le parti di territorio globalmente stabili in cui sono presenti, o possibili, dei modesti fenomeni di instabilità puntuale.

#### **IIb 1 – Aree utilizzabili ai fini edilizi purché siano realizzate idonee strutture fondali**

Aree con pendenze medio-basse ( $p < 15^\circ$ ) caratterizzate dalla presenza, in affioramento, di terreni appartenenti ai Depositi colluviali.

Aree già edificate ed urbanizzate e/o di completamento.

Ricade all'interno parte del Rione Loreto dell'abitato di Pisticci.

Per le aree incluse in questa classe le indagini geologiche dovranno essere svolte per ogni singolo intervento ed avranno come obiettivo la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo. Nel dimensionamento e nella scelta dei tipi di indagine si dovrà fare riferimento a quanto riportato nelle NTC18.

In base al livello di sismicità l'area appartiene alla Zona 2.

Su queste aree ricadono gli interventi progettuali riportati nella *Tavola P1b*:

- *Articolo 20 - Edilizia storica ad un piano incrementabile conformemente agli schemi tipo allegati alle norme tecniche d'attuazione;*
- *Articolo 21 - Edilizia corrente interna al tessuto a trasformazione condizionata;*
- *Articolo 24 – Aree di riqualificazione n° 4 in parte*

Per la scelta del tipo di fondazione si rimanda al paragrafo 12.2.1.

### **IIb 2 – Aree utilizzabili ai fini edilizi**

Si tratta di un lotto edificatorio ricadente in area a rischio idrogeologico R2 dell'AdB con parere preliminare di compatibilità idrogeologica ai sensi dell'art. 18 delle norme di attuazione del PAI.

In base al livello di sismicità il lotto appartiene alla Zona 5.

### **III - Aree con criticità di livello medio e diffuso**

Aree non utilizzabili allo stato attuale. In tali aree qualsiasi intervento edilizio è subordinato ad indagini geognostiche dettagliate ed approfondite, estese ad un ambito morfologico significativo, nonché a successive verifiche delle condizioni di stabilità.

#### **IIIb 1 – Aree non utilizzabili allo stato attuale**

Terreni situati in prossimità di aree a rischio idrogeologico e/o aree a pendenza medio-alta ( $p > 15^\circ$ ). In base al livello di sismicità sono state distinte le sub-aree:

<b><i>Sub-area</i></b>	<b><i>Microzona Sismica</i></b>
<b>IIIb 1a</b>	Zona 1
<b>IIIb 1c</b>	Zona 3
<b>IIIb 1d</b>	Zona 4
<b>IIIb 1e</b>	Zona 5
<b>IIIb 1f</b>	Zona 6

#### **IIIb 2 - Aree non utilizzabili allo stato attuale**

Aree caratterizzate da pendenze medio-alte ( $p > 15^\circ$ ).

In base al livello di sismicità sono state distinte le sub-aree:

<b><i>Sub-area</i></b>	<b><i>Microzona Sismica</i></b>
<b>IIIb 2a</b>	Zona 1
<b>IIIb 2c</b>	Zona 3
<b>IIIb 2d</b>	Zona 4
<b>IIIb 2f</b>	Zona 6

**Aree a rischio idrogeologico perimetrate dall'Autorità di Bacino della Basilicata**

Per l'utilizzo e/o gestione delle aree a rischio idrogeologico R2, R4 e ASV si rimanda alle norme di attuazione del piano stralcio per la difesa dal rischio idrogeologico.

*10.2 - Marconia, Tinchi e Centro Agricolo (Tavole 5b e 5c)***I – Aree non critiche**

In questa classe rientrano le parti del territorio in cui non sono presenti problemi di stabilità, e quindi risultano, dal punto di vista geologico-geotecnico, idonee ai fini edilizi.

**Ia1 – Aree utilizzabili ai fini edilizi**

Aree pianeggianti caratterizzate dalla presenza, in affioramento, dei Depositi marini terrazzati. Su queste aree ricadono la maggior parte degli interventi progettuali di Marconia, Tinchi e Centro Agricolo riportati nella *Tavola P3 e P04*.

**II - Aree con criticità puntuale e moderate**

Appartengono a questa classe le parti del territorio globalmente stabili in cui sono presenti, o possibili, dei modesti fenomeni di instabilità puntuale:

**Ila1 - Aree utilizzabili ai fini edilizi solo dopo studi geologici specifici per valutare le soluzioni progettuali più idonee.**

Si tratta di aree sub-pianeggianti situate in prossimità della zona di testata dei fossi e caratterizzate dalla presenza, in affioramento, dei Depositi marini terrazzati.

**III - Aree con criticità di livello medio e diffuso****IIla1 – Aree non utilizzabili allo stato attuale**

Aree non utilizzabili allo stato attuale. Aree di pianura esondabili per piene straordinarie. In tali aree qualsiasi intervento edilizio è subordinato alla redazione di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica.

### **IIIb3 – Aree non utilizzabili allo stato attuale**

Aree caratterizzate da pendenze medio-alte ( $p > 15^\circ$ ) e dalla presenza, in affioramento, dei Depositi marini terrazzati. Sono ubicate all'interno di fossi in approfondimento. In tali aree qualsiasi intervento edilizio è subordinato ad indagini geognostiche dettagliate ed approfondite, estese ad un ambito morfologico significativo, nonché a successive verifiche delle condizioni di stabilità.

#### *10.3 - Pisticci Scalo (Tavola G5d)*

### **I – Aree non critiche**

In questa classe rientrano le parti del territorio in cui non sono presenti problemi di stabilità, e quindi risultano, dal punto di vista geologico-geotecnico, idonee ai fini edilizi.

#### **Ia2 – Aree utilizzabili ai fini edilizi**

Aree pianeggianti caratterizzate dalla presenza, in affioramento, dei Depositi alluvionali recenti. All'interno ricade l'abitato di Pisticci Scalo.

Su queste aree ricadono gli interventi progettuali riportati nella *Tavola P02*:

Tessuti di recente formazione a prevalente uso residenziale

- *Tessuto consolidato;*
- *Tessuto non consolidato;*

Tessuti di recente formazione a prevalente uso residenziale

- *Tessuto consolidato;*

Tessuti in corso di formazione

- *Tessuto ad uso produttivo ad intervento indiretto;*
- *Tessuto ad uso produttivo e logistico ad intervento indiretto;*
- *Aree Complesse di Riqualificazione Urbanistica (Stazione FS);*

Suoli riservati all'armatura urbana (SRAU)

- *Articolo 52 – Distretto urbano di nuovo impianto;*
- *Aree per verde attrezzato.*

### **II - Aree con criticità puntuale e moderate**

Appartengono a questa classe le parti del territorio globalmente stabili in cui sono presenti, o possibili, dei modesti fenomeni di instabilità puntuale.

**Ila2 - Aree utilizzabili ai fini edilizi solo dopo studi geologici specifici per valutare le soluzioni progettuali più idonee.**

Aree costituite da un rilievo argilloso ubicate nel settore settentrionale dell'abitato.

Aree caratterizzate, in affioramento, da Argille marnose grigio-azzurre.

Su queste aree ricadono gli interventi progettuali riportati nella *Tavola P02 come "Aree per verde attrezzato"*.

### **III - Aree con criticità di livello medio e diffuso**

**IIIa2 – Aree non utilizzabili allo stato attuale**

*Aree non utilizzabili allo stato attuale. Aree di pianura esondabili per piene straordinarie. In tali aree qualsiasi intervento edilizio è subordinato alla redazione di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica.*

### **Aree a rischio idrogeologico perimetrate dall'Autorità di Bacino della Basilicata**

Aree perimetrate dall'AdB come aree a rischio idrogeologico medio indicate con la sigla R2. Per l'utilizzo e/o gestione di queste aree si rimanda alle norme di attuazione del piano stralcio per la difesa dal rischio idrogeologico.

Su queste aree ricadono piccole porzioni di aree riportate nella *Tavola P02 con destinazione "Tessuto ad uso produttivo ad intervento indiretto"*.

#### *10.4 - Casinello (Tavola 5e)*

### **I – Aree non critiche**

In questa classe rientrano le parti del territorio in cui non sono presenti problemi di stabilità, e quindi risultano, dal punto di vista geologico-geotecnico, idonee ai fini edilizi.

**Ia3 – Aree utilizzabili ai fini edilizi**

Aree in leggero declivio verso SE caratterizzate dalla presenza, in affioramento, dei Depositi marini terrazzati. Su queste aree ricadono tutti gli interventi progettuali di Casinello riportati nella *Tavola P05*.

## 11 – RACCOMANDAZIONI GENERALI

### 11.1 - Pisticci centro

#### 11.1.1 – Dissesti idrogeologici

- Rione “Tredici” - Necessitano indagini geognostiche a supporto di un piano di monitoraggio mirante a ricostruire i meccanismi di innesco, l'entità dei movimenti e la geometria del corpo di frana.
- Versante settentrionale - Per poter far fronte al dissesto idrogeologico lungo Fosso Patuglione, la cui evoluzione minaccia la stabilità di Rione Cammarelle, è necessario una regimazione delle acque defluenti nel fosso, riducendone la velocità con modifiche del profilo del fosso attraverso l'inserimento di briglie (fondate su pali) e interventi di sistemazione dell'alveo. Inoltre sono necessarie sistemazioni delle pendici mediante risagomature e sistemazioni idraulico-forestali.
- Versante meridionale – Il dissesto idrogeologico presente lungo il fosso situato a valle di via Vespucci, è da attribuirsi alla scarsa protezione dei fianchi dall'azione sia delle acque di precipitazione e sia delle acque che vi giungono, per lo più selvagge, da monte. E' necessario una regimazione delle acque defluenti nel fosso e il ripristino delle opere d'arte realizzate in passato.
- Rione “Marco Scerra” - Al fine della salvaguardia della pubblica e privata incolumità e al fine di escludere ulteriori concause di natura geomorfologica (movimenti franosi in atto), è necessario un monitoraggio geotecnico dell'area oggetto del dissesto.

*Il ripristino del profilo di equilibrio dei fossi e la regimazione delle acque bianche e/o nere consentiranno di mitigare quanto più possibile l'azione cinetica delle acque e i conseguenziali fenomeni franosi.*

#### 11.1.2 – Strutture di fondazione

Le caratteristiche meccaniche dei terreni di fondazione (Sabbie gialle e Argille marnose grigio-azzurre) rendono possibile la realizzazione di una fondazione diretta, avendo eventualmente cura di ripartire adeguatamente elevati carichi concentrati.

Si consiglia:

- di attestare il piano di posa delle fondazioni a non meno di -1 m di profondità dal p.c. e comunque non nella porzione di terreno superficiale (*terreno di colore rossastro*), in modo da trasmettere il carico delle fondazioni direttamente sulle Sabbie gialle;
- di prevedere la realizzazione di opportuni drenaggi per evitare eventuali infiltrazioni o ristagni al di sotto delle fondazioni che potrebbero produrre ammolimenti e determinare il peggioramento delle caratteristiche tecniche dei terreni di fondazione con gravi danni per le strutture;
- di accertare la presenza e lo stato di pozzi-cisterna per la raccolta d'acqua, di locali interrati ed eventuali infiltrazioni delle acque bianche/nere.

Nel caso di consolidamento delle fondazioni (sottomurazione), l'altezza dello scavo della sottofondazione dovrà raggiungere il tetto della formazione delle Sabbie gialle. In questo caso sarà necessario mettere in opera una struttura provvisoria di protezione.

Per quanto riguarda gli interventi ricadenti nell'area a criticità "Ilb 1", sono necessarie indagini geologiche che dovranno essere svolte per ogni singolo intervento ed avranno come obiettivo la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo. Nel dimensionamento e nella scelta dei tipi di indagine si dovrà fare riferimento a quanto riportato nelle NTC18.

## 11.2 – Marconia, Tinchi, Centro Agricolo e Casinello

### 11.2.1 – Alluvione ottobre 2013

Le cause predisponenti dell'alluvione ottobre 2013 a Marconia sono da ricercarsi nella crescita esponenziale del grado di impermeabilizzazione dell'abitato (aumento dei deflussi generati in tempo di pioggia) e soprattutto nell'assenza di una rete di collettamento e smaltimento delle acque bianche.

È necessario, quindi, avviare in tempi brevi i lavori di realizzazione della rete di collettamento e smaltimento delle acque meteoriche (acque bianche), così come riportato nel "*Progetto per la realizzazione della rete delle acque bianche abitato Marconia di Pisticci*" agli atti del Comune di Pisticci.

*Inoltre per la realizzazione di volumi interrati è necessario prevedere opportuni accorgimenti e presidi tecnici al fine di eliminare possibili rigurgiti provenienti dal collettore fognario principale e quindi potenziali allagamenti del piano interrato.*

#### *11.2.2 – Strutture di fondazione*

Le caratteristiche meccaniche e le condizioni morfologiche di tali aree rendono possibile la realizzazione di una fondazione diretta (travi rovesce). Si sconsiglia l'utilizzo di fondazioni puntiformi (plinti).

È necessario curare particolarmente il deflusso delle acque di precipitazione fino al collettore più vicino, si limiteranno in questo modo i rischi che si manifestino cedimenti di tipo differenziale e/o fenomeni di allagamento.

Le pareti di eventuali scavi devono essere opportunamente armate con strutture temporanee ed il tempo di esecuzione dei lavori in trincea deve essere breve.

### *11.3 - Pisticci Scalo*

#### *11.3.1 – Strutture di fondazione*

In relazione alla qualità del terreno (Depositi alluvionali recenti), il sistema fondale (travi rovesce o platea) potrà avere un piano di posa a circa -1 m dal p.c., in modo da asportare i terreni di copertura, recenti e sciolti.

Volendo evitare l'influenza della falda, occorrerà non andare al di sotto della citata quota, a meno che non si voglia ricorrere a metodologie di drenaggio per l'abbattimento della falda stessa.

Se per ragioni strutturali sarà necessario il ricorso a pali, quest'ultimi dovranno essere attestati ad almeno 18 m dal p.c. nelle Argille marnose grigio-azzurre che, a quelle quote, sono ampiamente diffuse in zona.

Pisticci, maggio 2021

Il Geologo  
Dott. Domenico Laviola

## BIBLIOGRAFIA

- ANAS (1998)** - Progetto per l'Adeguamento al Tipo III C.N.R./80 – VIII Lotto” S.S. 106, Jonica;
- Autorità di Bacino di Basilicata** - Piano stralcio per la difesa dal rischio (PAI)
- Bigazzi G. e Bonadonna F. P. (1988)** – Fission track dating of a volcanic ash layer near Pisticci (Basilicata, Italy). *Il Quaternario 1*.
- D’Onofrio F. (2000)** - Terrazzi marini medio- e suprapleistocenici nell’area compresa tra i fiumi Cavone e Basento (Basilicata meridionale). Università degli Studi di Roma “La Sapienza”. Tesi inedita
- Guerricchio M. e Melidoro G. (1979)** - Fenomeni franosi e neotettonici nelle Argille grigio-azzurre calabriane di Pisticci (Lucania) con saggio di cartografia. *Geologia applicata e Idrogeologia - Volume XIV Parte I, Bari*.
- Guerricchio M. e Melidoro G. (1986)** - Problematiche di geologia applicata lungo la fascia costiera ionica del Golfo di Taranto. Atti del Convegno organizzato dal Centro Ricerche Energia della Trisaia (Rotondella) a Policoro.
- Manfreda S., Sole A. e De Costanzo G. (2015)** - Le precipitazioni estreme in Basilicata.
- Laviola D. (1995)** - I foraminiferi planctonici della sezione plio-pleistocenica di Pisticci (Basilicata). Università degli Studi di Siena. Tesi inedita
- Lentini, F. (1980)** - Carta geologica del Bacino dell’Agri alla scala 1:50.000, Foglio 507-Pisticci. Regione Basilicata, Firenze.
- NTC18 (2018)** - Norme tecniche per le costruzioni - D.M. 17 Gennaio 2018
- Perini P. e Valletta M. (1996)** - Inquinabilità ed inquinamento di acquiferi alluvionali in aree a prevalente utilizzazione agricola: l’esempio della bassa valle dei fiumi Basento e Bradano. Studio preliminare. *Memorie Società Geologica Italiana – 729-737*.
- Polemio M., Dragone V., Limoni P.P., Mitolo D., Santaloia F. (2003)** - Caratterizzazione idrogeologica della Piana di Metaponto, qualità e rischi di degrado delle acque sotterranee. *Acque Sotterranee - Fascicolo 83*.