



Citta' di

# MONTESARCHIO

(Bn)

## PUC

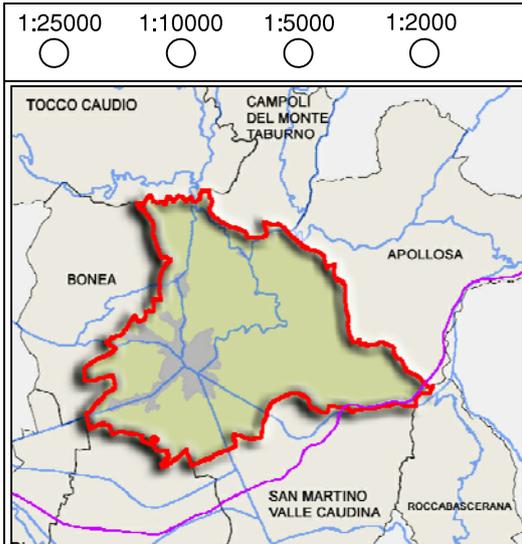
oggetto: **PIANO URBANISTICO COMUNALE**

*(L.R. 16 del 22/12/2004 e s.m.i. - Regolamento di Attuazione n° 5 del 04/08/2011 - BURC n° 53 dell' 08/08/ 2011)*

## STUDIO GEO - SISMICO

*(L.R. 9 del 07/01/1983 e s.m.i. - D.M. 14 /01 /2008 - DGR n.118 27/05/2013)*

SINDACO : Francesco Damiano  
ASS. all' URB. : avv. Giuseppe Izzo



— RELAZIONE

Sistema insediativo: <i>Citta' storiche della Valle Caudina</i>		SIGLA	ALLEGATO
		<b>GO</b>	<b>1</b>
PROGETTO URBANISTICO	: dr. arch. Pio CASTIELLO		
STUDIO GEOLOGICO	: dr. geol. Adriano Iachetta		
STUDIO AGRONOMICO	: dr. agr. Alberto Cecere		

dr. ing. Domenico Duilio  
(R.U.P.)

il geologo  
dr. Adriano Iachetta

dott. Adriano Iachetta - Via Fontana 16 Montesarchio (BN) - fax 0824 / 835216 - cell. 3383736871 - e-mail: adriano.iachetta1@virgilio.it

# **COMUNE DI MONTESARCHIO**

PROVINCIA DI BENEVENTO

*PIANO URBANISTICO COMUNALE  
P.U.C.*

**RELAZIONE GEOLOGICA**

## INDICE

1.PREMESSA	Pag.1
1.1 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	3
2.INQUADRAMENTO TERRITORIALE	9
3.INQUADRAMENTO GEOLOGICO	11
3.1 TETTONICA	20
3.2 CARTA GEOLOGICA	22
4.INDAGINI GEOGNOSTICHE, CARATTERIZZAZIONE LITOLOGICA, LITOTECNICA E GEOTECNICA DEI TERRENI	31
4.1 CARTA GEOLITOLOGICA	43
5.INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	45
5.1 CARTA GEOMORFOLOGICA	66
5.2 CARTA CLIVOMETRICA	52
5.3 CARTA DELLA STABILITÀ	54
5.4 ANALISI DEI DISSESTI ATTUALI	55
5.5 CARTA DELLA TRASPOSIZIONE IN SCALA 1:5000 DEL PROGETTO DI PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO	68
6. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO ED IDROGRAFICO	69
5.1 IDROGRAFIA	70
5.2 IGROGEOLOGIA	75
5.3 SORGENTI	81
5.4 ASPETTI CLIMATICI	82
7.INQUADRAMENTO SISMICO	84
7.1 MICROZONIZZAZIONE SISMICA	92
7.2 CARTA DELLA ZONAZIONE DEL TERRITORIO IN PROSPETTIVA SISMICA	96
8. CARTA DI SINTESI AI FINI DELL'UTILIZZAZIONE DEL TERRITORIO	104
9. NORME DI ATTUAZIONE GEOLOGICHE	108
10. CONCLUSIONI	113
BIBLIOGRAFIA	115
All.1 ELENCO DELLE MISURA DI CAMPAGNA DEI POZZI	
All.2 VERIFICHE ALLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI	

## **INDICE ALLEGATI CARTOGRAFICI**

G1 - CARTA UBICAZIONI INDAGINI

G2 - CARTA GEOLOGICA

G3 - CARTA GEOMORFOLOGICA

G4 - SEZIONI GEOLOGICHE

G5 – CARTA CLIVOMETRICA

G6 - CARTA DELLA STABILITÀ

G7 - CARTA IDROGEOLOGICA

G8 - CARTA DELLA ZONIZZAZIONE DEL TERRITORIO IN PROSPETTIVA SIMICA

G9 – CARTA DI SINTESI

G10 – CARTA DELLA TRASPOSIZIONE IN SCALA 1:5000 DEL PROGETTO DI  
PIANO STRALCIO PER ASSETTO IDROGEOLOGICO

G11 – CARTA GEOLITOLOGICA

## **ALLEGATI INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE E PROVE DI LABORATORIO**

- INDAGINI IN SITO E IN LABORATORIO PUC 2018
- INDAGINI IN SITO E IN LABORATORIO PUC 2007
- INDAGINI PIANI URBANISTICI PREGRESSI E OPERE PUBBLICHE

## 1. PREMESSA

Con determina dirigenziale n. 603 del 19 settembre 2017, l'Amministrazione Comunale di Montesarchio (BN) ha conferito al sottoscritto l'incarico professionale inerente l'adeguamento delle indagini e dello studio geologico per la redazione del Piano Urbanistico Comunale (P.U.C.) e delle varianti al P.R.G. ritipizzazioni urbanistiche, ai sensi della L.R. n. 16/2004 e s. m. e i. - regolamento di attuazione n. 5/2011.

L'adeguamento normativo dello studio in oggetto è stato espletato sia attraverso un nuovo piano di indagini in sito ed in laboratorio (eseguito con l'ausilio di ditte provviste di regolare autorizzazione ministeriale), sia attraverso l'adeguamento normativo degli elaborati consegnati nel 2008. Pertanto, il presente Studio geologico sostituisce integralmente il precedente lavoro ed integra le indagini già effettuate nell'anno 2007.

Tale integrazione di indagini è stata effettuata con sondaggi praticati sia in aree non indagate in precedenza, sia in prossimità delle aree già investigate nel 2007 allo scopo di confermare i dati di queste ultime indagini. Inoltre, sono state reperite ed allegate alla presente relazione, le indagini effettuate per la redazione dei precedenti piani urbanistici. Con la recente campagna di indagini integrative sono state effettuate le seguenti prove in sito e in laboratorio:

- n. 4 sondaggi a carotaggio continuo;
- n. 11 prelievi ed analisi di laboratorio di campioni indisturbati, di cui 7 prelevati in corrispondenza dei siti già investigati nel 2007;
- n. 2 prospezioni sismiche di superficie;
- n. 2 prove penetrometriche dinamiche superpesanti DPSH;
- n. 4 prove S.P.T. (Standard Penetration Test).

Per la caratterizzazione stratigrafica e sismica dei litotipi, presenti nel territorio comunale, sono stati utilizzati, unitamente alle suddette indagini, i dati geognostici di altre campagne di indagini effettuate sul territorio per un totale di:

- n. 44 sondaggi a carotaggio continuo;

- n. 18 prove sismiche in foro (*Down Hole*)
- n. 2 prospezioni sismiche di superficie;
- n. 3 prove penetrometriche dinamiche superpesanti DPSH;

Per la caratterizzazione geotecnica delle unità litologiche sono stati utilizzati i dati di laboratorio di n. 20 campioni indisturbati prelevati in presenza dello scrivente.

Lo studio geologico del territorio comunale è stato condotto approfondendo il quadro delle conoscenze già disponibili ed è stato integrato attraverso un dettagliato rilevamento di campagna, coadiuvato da fotointerpretazione. I rilievi geologici e geomorfologici sono stati effettuati con il massimo dettaglio possibile. Particolare attenzione è stata posta agli aspetti idrogeologici e sismici e, soprattutto, sono state individuate le situazioni di pericolosità del territorio.

Dalla correlazione di tutti i dati individuati sono state integrate e/o sostituite le carte tematiche che illustrano tematismi prettamente “fisici” ed altri da essi derivati e diretti per meglio definire le caratteristiche del territorio stesso in funzione dei futuri utilizzi. In alcuni casi, per praticità di rappresentazione e consultazione, in una stessa carta sono stati raggruppati più di un tematismo. In particolare, dall’omogeneizzazione dei dati stratigrafici è stato possibile individuare i vari modelli stratigrafici necessari per la individuazione delle aree suscettibili di amplificazione sismica locale, nella carta della zonazione del territorio in prospettiva sismica. Gli stessi dati, insieme all’acclività, alla geomorfologia, alle caratteristiche meccaniche, hanno permesso l’elaborazione della carta della stabilità dei versanti. Infine, le varie cartografie tematiche (vincoli AdB, stabilità, geologica, sismica, acclività, idrogeologica, ecc) hanno permesso la suddivisione del territorio comunale in quattro zone omogenee in base al loro grado di pericolosità geologica a cui corrispondono diversi usi condizionati del territorio.

Il presente lavoro esula da valutazioni di tipo puntuali su opere strutturali, fondazioni, scavi, difesa e consolidamento del suolo che formano oggetto di perizie geologico-geotecniche specifiche che dovranno effettuarsi distintamente per le

singole opere in progetto. Va, quindi, sottolineato che la cartografia di base espletata non può ritenersi esaustiva delle conoscenze geologiche e geotecniche puntuali e, perciò, non sostituisce gli studi geologici di dettaglio come dettato dal decreto ministeriale sulle "Norme tecniche per le costruzioni" (D.M. 14.01.2008) e successive Circolari.

### **1.1. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO**

Il presente studio è stato redatto in conformità e nel pieno rispetto delle leggi e normative vigenti nel territorio nazionale e regionale che regolano la pianificazione territoriale, appresso citate:

- **D.M. LL.PP. del 11/03/1988**

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Le indagini e le rappresentazioni cartografiche riguardanti le caratteristiche geomorfologiche del territorio, la consistenza ed i regimi di utilizzazione delle acque fluenti e della falda, lo sfruttamento esistente di cave e miniere, lo studio geologico-geotecnico prescritto dal decreto 11 marzo 1988, punto H, pubblicato S.O. G.U. n. 127/88.

- **D.M. 14/01/2008**

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche che definiscono i principi per il progetto, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni, nei riguardi delle loro prestazioni richieste in termini di requisiti essenziali di resistenza meccanica e di stabilità anche in caso di incendio e curabilità. Esse forniscono i criteri generali di sicurezza, precisano le azioni che devono essere utilizzate nel progetto e definiscono le caratteristiche dei materiali e dei prodotti e, più in generale, trattano gli aspetti attinenti alla sicurezza strutturale delle opere. Nello specifico si è fatto

esplicito riferimento a quanto riportato al paragrafo 6.1.2 delle NTC 2008 secondo il quale “le scelte progettuali devono tener conto delle prestazioni attese delle opere, dei caratteri geologici del sito e delle condizioni ambientali. I risultati dello studio rivolto alla caratterizzazione e modellazione geologica di cui § 6.2.1, devono essere esposti in una specifica relazione geologica.

- **Circolare CSLL.PP n. 617 del 02/02/09**

Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.

- **L.R. 16/2004 e regolamento di attuazione n. 5 del 04/08/201 “Norme sul governo del territorio”**

Ha per finalità quella di garantire la tutela, gli assetti le trasformazioni e le utilizzazioni del territorio, al fine di favorirne lo sviluppo, nel rispetto dei principi di sostenibilità, mediante un efficiente sistema di pianificazione territoriale ed urbanistica, articolata a livello regionale, provinciale e comunale”. La legge Regionale 16/04 persegue i seguenti principali obiettivi:

- a) promozione dell'uso razionale e dello sviluppo ordinato del territorio urbano ed extraurbano mediante il minimo consumo di suolo;
- b) salvaguardia della sicurezza degli insediamenti umani dai fattori di rischio idrogeologico, sismico e vulcanico;
- c) tutela dell'integrità fisica e dell'identità culturale del territorio attraverso la valorizzazione delle risorse paesistico-ambientali e storico-culturali, la conservazione degli ecosistemi, la riqualificazione dei tessuti insediativi esistenti e il recupero dei siti compromessi.

- **Delibera della Giunta Regionale n. 118 del 27/05/2013.**

Dispone che lo studio di microzonazione del territorio deve essere condotto almeno al livello 1, preliminare e propedeutico ai successivi livelli 2 o 3, secondo quanto

definito negli “Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica” (standard ICMS 2008).

- **L.R. N° 9 del 7/1/83 "Norme per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di difesa del territorio dal rischio sismico" coordinata e aggiornata fino alla Legge regionale n. 10 del 05/11/2016.**

Ha per oggetto le “modalità per la vigilanza sulle costruzioni, sopraelevazioni, ampliamenti e riparazioni, da eseguire, secondo i sistemi costruttivi dell'art. 5 e seguenti della legge 2 febbraio 1974, n. 64, nei Comuni della Regione Campania classificati sismici”. Per quanto riguarda il dettato normativo della L.R. 9/83 aggiornato dalle modifiche introdotte dall'art.10 della Legge regionale 28/12/2009 n. 19, esso, all'art.11 prevede che: “.....ogni comune della Regione dichiarato sismico o ammesso a consolidamento, è tenuto a predisporre indagini geologiche-geognostiche, ai fini della prevenzione del rischio. Le indagini dovranno reperire dati per la compilazione delle seguenti carte: Carta geolitologica-Carta della stabilità-Carta idrogeologica-Carta della zonazione del territorio in prospettiva sismica. Le previsioni urbanistiche degli strumenti generali non possono prescindere dai risultati di dette indagini”.

In particolare, per la redazione della cartografia tematica e la programmazione delle indagini geognostiche e sismiche si è fatto riferimento ai seguenti artt.:

Art. 11. Strumenti urbanistici generali.

Prima della formazione, revisione ed adeguamento degli strumenti urbanistici generali o loro varianti, ogni Comune della Regione dichiarato sismico o ammesso a consolidamento, è tenuto a predisporre indagini geologiche- geognostiche, ai fini della prevenzione del rischio.

Le indagini dovranno reperire dati per la compilazione delle seguenti carte:

- Carta geolitologica;
- Carta della stabilità;
- Carta idrogeologica;

- Carta della zonazione del territorio in prospettiva sismica.

La base cartografica sarà in scala 1:5.000 o maggiorata in base ad esigenze particolari. Le previsioni urbanistiche degli strumenti generali non possono prescindere dai risultati delle dette indagini.

Art. 12. Contenuti delle Carte.

### **Carta geolitologica**

Ai fini della compilazione della carta dovrà essere eseguito un rilevamento litologico di superficie, integrato dalle risultanze delle indagini dirette e indirette svolte nell'ambito del territorio, per la definizione della stratigrafia e delle strutture, nonché, per le caratteristiche tecniche generali. La situazione geologica locale dovrà essere inquadrata nel contesto geologico regionale e alla luce della storia sismica regionale. A corredo della carta dovranno essere compilate sezioni geologiche in numero sufficiente a dare una chiara visione delle caratteristiche geologiche e strutturali. Ove necessario saranno riportati, altresì, gli aspetti morfologici locali significativi sotto l'aspetto della risposta sismica.

### **Carta della stabilità**

Sulla base di rilevazioni geomorfologiche integrate da indagini specifiche dirette ed indirette saranno riportati i fenomeni di instabilità reali e potenziali antichi e recenti. In particolare, si dovranno classificare i dissesti in base al tipo, causa, evoluzione, importanza (fenomeni profondi o superficiali), dinamica (attivi, quiescenti o stabilizzati). Sulla base degli accertamenti eseguiti si dovrà esprimere un giudizio sulla possibilità di recupero del territorio. La carta della stabilità potrà essere corredata da una suddivisione del territorio per classi di pendenza.

### **Carta idrogeologica**

Lo studio per la compilazione della carta dovrà definire la situazione idrologica e idrogeologica, sia in prospettiva sismica, sia in funzione di eventuale utilizzazione e protezione delle risorse idriche.

### **Carta della zonazione del territorio di prospettiva sismica**

Attraverso l'elaborazione e l'esame dei dati ottenuti mediante le indagini di cui innanzi, e con l'ausilio, quando possibile, degli elementi ricavabili dalla carta del danno, si dovrà redigere una carta della zonazione del territorio, che ha per scopo la definizione di zone omogenee per quanto riguarda il comportamento in prospettiva sismica, specificando la natura del rischio. Per la compilazione della carta potranno essere effettuate ulteriori indagini specifiche per la definizione della rigidità degli orizzonti di interesse geotecnico.

Le carte di cui innanzi costituiscono degli allegati ad una relazione generale illustrativa nella quale verranno trascritte le metodologie e commentati i risultati ottenuti.

#### Art. 13.

Nei Comuni dichiarati sismici gli strumenti urbanistici generali vigenti devono essere adeguati sulla base delle disposizioni di cui agli articoli precedenti, entro il termine perentorio di dodici mesi. In mancanza, vi provvede l'Ente delegato all'approvazione dei detti strumenti urbanistici. Per gli strumenti urbanistici generali adottati e già presentati per l'approvazione, l'Amministrazione Comunale provvederà al loro adeguamento entro il termine perentorio di dodici mesi dall'intervenuta approvazione. Per quelli soltanto adottati per l'approvazione, il Comune dovrà provvedere al loro adeguamento prima della trasmissione per l'approvazione. In mancanza, vi provvede l'Ente delegato.

#### Art. 14. Strumenti urbanistici esecutivi.

Prima della formazione degli strumenti urbanistici esecutivi nei Comuni dichiarati sismici, devono disporsi indagini geologiche-tecniche e geognostiche ai fini della prevenzione del rischio. Devono essere rilevate:

- la giacitura degli strati e la loro potenza fino alla profondità di 20-40 metri, sulla base di indagini dirette e indirette;
- caratterizzazioni geotecniche dei terreni mediante prove di laboratorio in sito;

- andamento della falda idrica mediante indagine diretta;
- caratterizzazione sismica dei terreni.

Ove necessario deve effettuarsi una analisi della stabilità dei versanti con idonei controlli topografici, inclinometrici e piezometrici. La relazione generale, corredata da disegni e carte, illustra il piano delle indagini eseguite e le risultanze dando una chiara visione delle caratteristiche geologiche e geotecniche. Le precedenti disposizioni si applicano a tutti gli strumenti urbanistici esecutivi approvati alla data di entrata in vigore della presente legge per i quali non si è ancora iniziata l'attuazione.

#### Art. 15.

Le responsabilità per l'osservanza delle norme sismiche relative agli strumenti urbanistici di cui all'art. 1 - secondo comma - ricadono nei limiti delle rispettive competenze sul geologo e sul progettista. Le stesse responsabilità ricadono su coloro che hanno concorso a modificare, in sede di adozione, lo strumento urbanistico. Il parere dell'Organo Tecnico consultivo sugli strumenti urbanistici dei Comuni dichiarati sismici sostituisce quello di cui al primo comma dell'articolo 13 della legge n. 64/1974.

## 2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area considerata nel presente studio è rappresentata dall'intero territorio del Comune di Montesarchio (BN) che si estende con una superficie di 2.626 Ha.

In base al taglio della Cartografia I.G.M. (Carta Topografica d'Italia in scala 1:100.000), il Comune di Montesarchio ricade nel Foglio 173 "Benevento", Tavolette: III SE e III NE.

Sulla base del nuovo taglio della Cartografia I.G.M. (Carta d'Italia in scala 1:50.000), il Comune di Montesarchio ricade nel Foglio 431 "Caserta Est" e nel Foglio 432 "Benevento".

Il territorio del Comune di Montesarchio, come è visibile nella cartografia allegata, risulta ubicato ad oriente del Monte Taburno che si erge imponente ai confini del territorio comunale stesso.

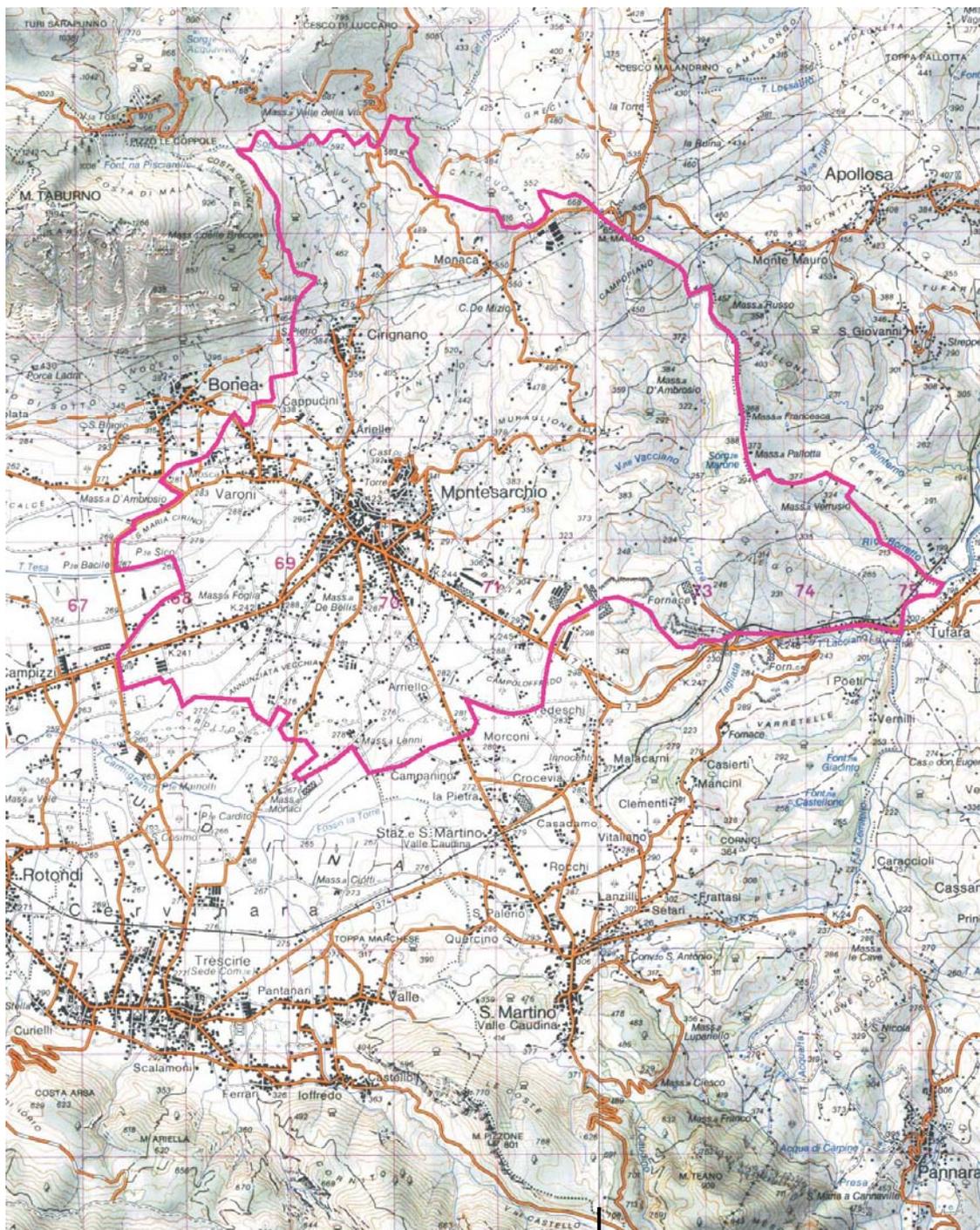
Dal punto di vista morfologico, il territorio può essere suddiviso in un paesaggio prettamente di collina ed in un paesaggio prettamente di pianura.

Nel primo paesaggio ricadono i rilievi collinari arenaceo-argillosi entro i quali si rinvencono di frequente blocchi calcarei (*olistoliti*) di dimensioni variabili. Il più grande di questi olistoliti si trova alla base dei rilievi collinari e su di esso è stato costruito il Castello Medievale, intorno al quale si è sviluppato il tessuto urbano.

Il secondo paesaggio si sviluppa su un'ampia piana che rappresenta il prodotto del riempimento di un antico bacino fluvio-lacustre, impostato su di una valle tettonica corrispondente a quella che oggi è chiamata la Valle Caudina.

La massima quota, che si rinviene nell'intero territorio comunale, è di circa 710 metri s.l.m., in prossimità della sorgente Rivullo; mentre la quota minima è di 191 metri s.l.m. e si ritrova in corrispondenza della confluenza del Rio Borretto con il Torrente Serretelle in località Tufara Valle.

COMUNE DI MONTESARCHIO (BN) - PIANO URBANISTICO COMUNALE (P.U.C.)  
RELAZIONE GEOLOGICA



FOGLIO 431 "CASERTA EST"

FOGLIO 432 "BENEVENTO"

**CARTA D'ITALIA (I.G.M.)**  
SCALA 1:50000

— LIMITE COMUNE

### 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il territorio comunale di Montesarchio ricade nel settore assiale del tratto campano dell'Appennino meridionale ed è posto ad oriente del massiccio carbonatico del Monte Taburno. L'Appennino meridionale è un complesso di falde di ricoprimento che derivano dalla deformazione e scollamento delle coperture sedimentarie di domini paleogeografici costituiti da bacini pelagici e piattaforme carbonatiche neritiche di età compresa fra il Trias medio ed il Miocene.

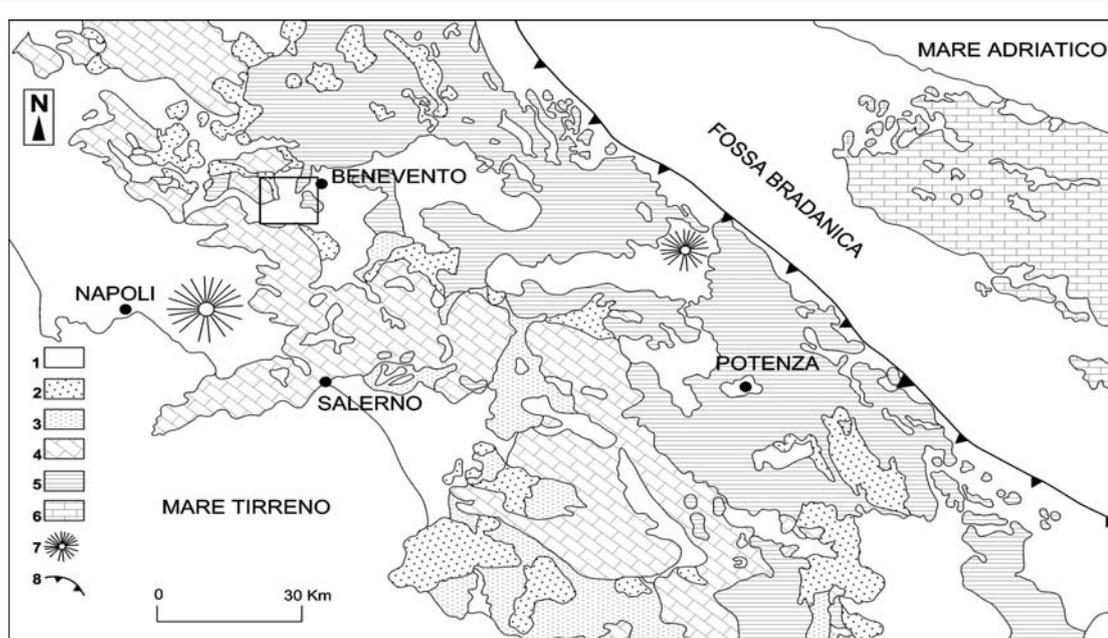
Le falde di ricoprimento, costituenti la catena, schematicamente possono essere ricondotte a tre:

- la falda geometricamente inferiore, posta più esternamente, è costituita dalle unità cenozoiche e mesozoiche del Bacino Lagonegrese-Molisano e dalle unità neogeniche riferibili a bacini di avanfossa e di avampaese. In superficie, la falda giace sui depositi plio-quadernari dell'avanfossa bradanica; in sottosuolo, essa è a contatto con la Piattaforma Apula strutturata;

- la falda intermedia è composta dai depositi carbonatici mesozoici di piattaforma (Unità Alburno-Cervati) e di peri-piattaforma (Unità dei Monti della Maddalena), riferibili alla Piattaforma Sud-Appenninica e dai depositi miocenici calcareo-clastici e silico-clastici, connessi all'annegamento della piattaforma e alla sua strutturazione in catena (primo e secondo ciclo di sedimentazione miocenico di Selli);

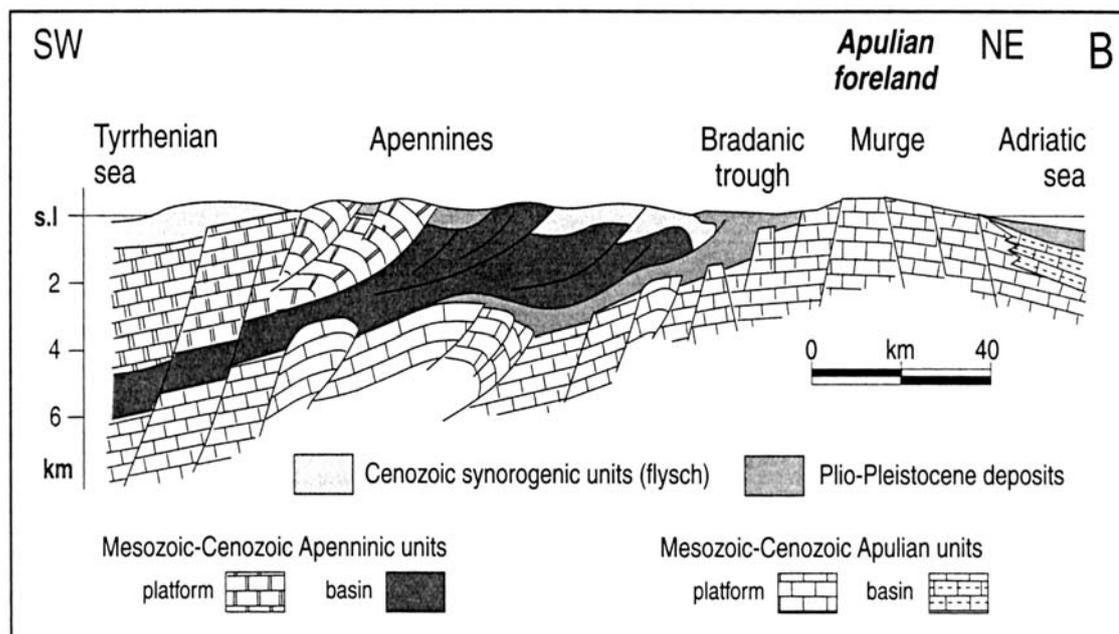
- la falda strutturalmente più elevata, situata in posizione più occidentale, è composta da alternanze arenaceo-pelitico-calcareo-marnose di ambiente marino profondo che nell'Appennino meridionale vengono spesso associate a successioni simili di copertura oceanica (Tetide) con ofioliti, ben definite al confine calabro-lucano (*Unità Liguridi* - OGNIBEN, 1969) e dalle successioni silico-clastiche di avanfossa infra-meso-miocenica (BONARDI *et alii*, 1988; PESCATORE *et alii*, 1996).

Al margine della catena, le falde giacciono in superficie sui depositi plio-quadernari dell'Avanfossa Bradanica; in profondità, esse poggiano direttamente sulla piattaforma Apula Interna strutturata (Mostardini e Merlini, 1986) (Fig. 1 e 2).



**Fig. 1** - Carta geologica schematica dell'Appennino meridionale con ubicazione dell'area studiata. (DI NOCERA *et alii*, 2006. mod.)

LEGENDA: 1. Depositi pliocenici e quaternari; 2. Depositi sinorogenici miocenici; 3. Unità Sicilide e Ligure; 4. Unità della piattaforma carbonatica sud-appenninica; 5. Unità del Bacino Lagonegrese-Molisano; 6. Unità Apula; 7. Edifici vulcanici; 8. Limite ipogeo della catena.



**Fig. 2** - Sezione schematica dell'Appennino meridionale che mostra i principali

elementi strutturali del sistema orogenico (da Pomar & Tropeano, 2001, modificato).

Lo sviluppo dell'orogenesi, determinando la nascita dell'Appennino meridionale, ha comportato la sovrapposizione delle tre falde.

La strutturazione è spiegata con modelli differenti; secondo alcuni autori (MOSTARDINI & MERLINI, 1986), lo scollamento è di tipo superficiale ed interessa solo la copertura sedimentaria dei domini paleogeografici pre-orogenici. Per questi autori il piano di sovrascorrimento sarebbe sub-orizzontale con una geometria di tipo "*ramp - flat - ramp*".

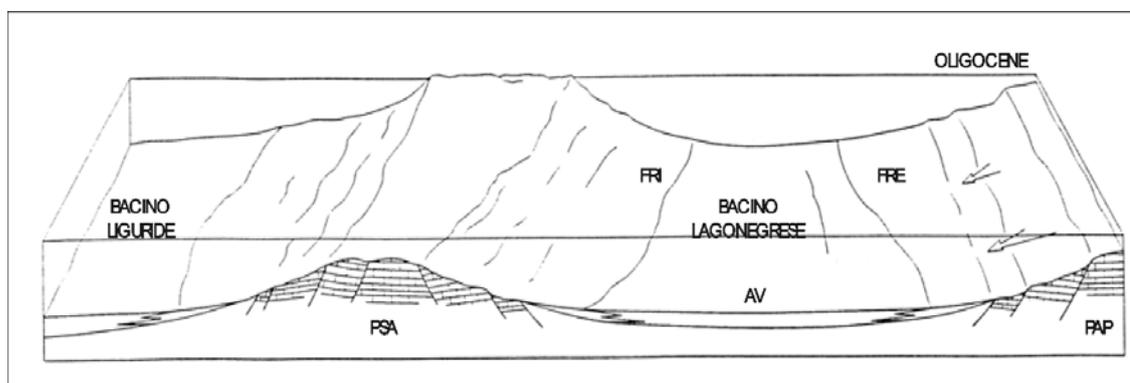
Altri autori (CELLO, 1987; PATACCA & SCANDONE, 1987; 1988; CARBONE *et alii*, 1988) ritengono, invece, che i piani di taglio (*thrust*) sarebbero molto profondi, tanto da coinvolgere anche l'avanpaese apulo strutturato alla base della catena o addirittura la Moho (CASERO *et alii*, 1988).

Nell'insieme, comunque, l'assetto è spiegato da una tettonica prevalentemente sequenziale e progradante verso i settori adriatici fino al Miocene superiore, mentre una tettonica fuori sequenza (PATACCA & SCANDONE, 1988; 1992; DI NOCERA *et alii*, 2006) sembra caratterizzare l'evoluzione post-miocenica della catena appenninica.

Il territorio comunale di Montesarchio si colloca in corrispondenza della fascia di sovrapposizione della falda intermedia (rappresentata nell'area dai depositi di piattaforma carbonatica del Monte Taburno) sulla falda inferiore (costituita dai depositi bacinali meso-cenozoici), sulle quali poggiano in discordanza i depositi sinorogenici miocenici e pliocenici riferibili a bacini di tipo *wedge top* (Unità del Sannio, PESCATORE *et alii*, 1994, 1996a).

Le successioni di piattaforma, affioranti sul Monte Taburno, rappresentano il prodotto della deposizione avvenuta in un dominio paleogeografico indicato nella letteratura scientifica come Piattaforma Sud-Appenninica (PESCATORE *et alii*, 1996a). La Piattaforma Sud-Appenninica, prima della sua strutturazione in catena, rappresentava un alto morfologico e strutturale che costituiva il margine interno

(occidentale) di un bacino pelagico, definito da vari autori Bacino Lagonegrese-Molisano (Fig. 3).



**Fig. 3** - Schema paleogeografico pre-orogeno proposto da PESCATORE *et alii*, 1996a.  
*Legenda:* **PSA** Piattaforma Sud-appenninica; **PAP** Piattaforma Apula; **FRI** Flysch Rosso interno; **AV** Argille Varicolori; **FRE** Flysch Rosso esterno.

I terreni, che si osservano in affioramento sul Monte Taburno, formano una successione di età liassica e sono costituiti in prevalenza da calcari compatti o detritici con intercalazioni di dolomie.

I termini bacinali sono, come sopra riferito, rappresentati dai terreni dell'Unità del Sannio; in particolare, nell'area di interesse sono presenti i terreni della *Formazione del Flysch Rosso interno* (Pescatore et alii, 1996); questa si compone di sedimenti calcareo-clastici intercalati a sedimenti argilloso-marnosi.

I terreni della Formazione del Flysch Rosso rappresentano il prodotto della sedimentazione pre-orogenica avvenuta lungo il margine interno del Bacino Lagonegrese-Molisano dal Cretatico sup al Miocene inf. (PESCATORE *et alii*, 1996a).

La frazione calcareo-clastica costituisce il prodotto della risedimentazione dei materiali provenienti dal disfacimento del margine orientale della Piattaforma Sud-Appenninica; la frazione pelitica è, invece, il prodotto della sedimentazione emipelagica del bacino Lagonegrese-Molisano.

A seguito delle fasi tettoniche che si avviano nel Miocene inferiore-medio (secondo Pescatore et alii, 1996) e nel Miocene medio-superiore (secondo Di Nocera et alii, 2006), questi domini paleogeografici meso-cenozoici vengono deformati e strutturati nella catena appenninica.

La deformazione e, quindi, la strutturazione in catena, secondo gli stessi autori (Pescatore et alii, 1996a) avviene trasversalmente alle zone isopiche delle aree non ancora deformate (avanpaese). Ciò determina che uno stesso dominio paleogeografico meso-cenozoico assume un differente ruolo paleogeografico procedendo dalle aree meridionali verso quelle settentrionali; viceversa, uno stesso ruolo paleogeografico viene assunto dai vari settori meso-cenozoici in tempi diversi, più antichi nei settori meridionali a più recenti in quelli settentrionali (Fig. 4).

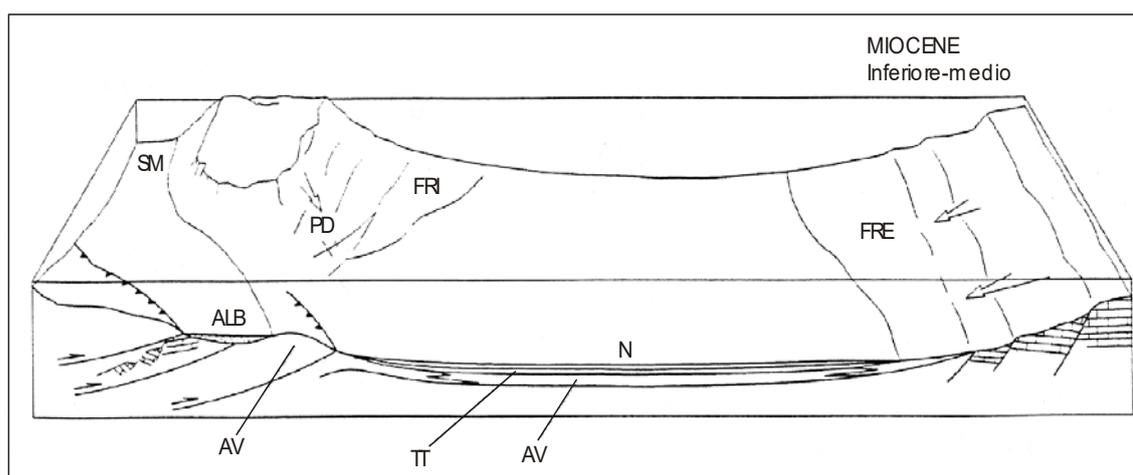


Fig. 4 - Schema dell'avanfossa sud-appenninica nel Miocene inferiore-medio (Bacino del Cilento - elaborato da PESCATORE *et alii*, 1996a). *Legenda*: **SM** Formazione di San Mauro; **ALB** Formazione di Albidona; **PD** Formazione di Paola Doce; **FRI** Flysch rosso interno; **AV** Argille Varicolori; **TT** Tufiti di Tusa; **N** Flysch Numidico; **FRE** Flysch rosso esterno.

Stante i dati riportati in letteratura per la zona di interesse è presumibile che a seguito della fase tettonica del Miocene medio-sup. (Serravalliano), che ha prodotto la strutturazione in catena dei terreni della Piattaforma Sud Appenninica e la sovrapposizione tettonica di questi materiali sui terreni del margine interno del Bacino Lagonegrese-Molisano, si sarebbe determinata la deformazione dei terreni



I depositi silico-clastici, trasgressivi e discordanti sia sui depositi della piattaforma che su quelli del bacino pelagico, sono costituiti in prevalenza da successioni arenaceo-conglomeratiche, prodotte da correnti di torbida o da *grain flow*. Nell'ambito di queste successioni, a diverse altezze stratigrafiche, nelle arenarie si rinvengono intercalazioni di terreni alloctoni appartenenti a successioni pelitiche meso-cenozoiche (Argille Varicolori s.s. e/o FLYSCH ROSSO) e olistoliti carbonatiche (Fig. 6).

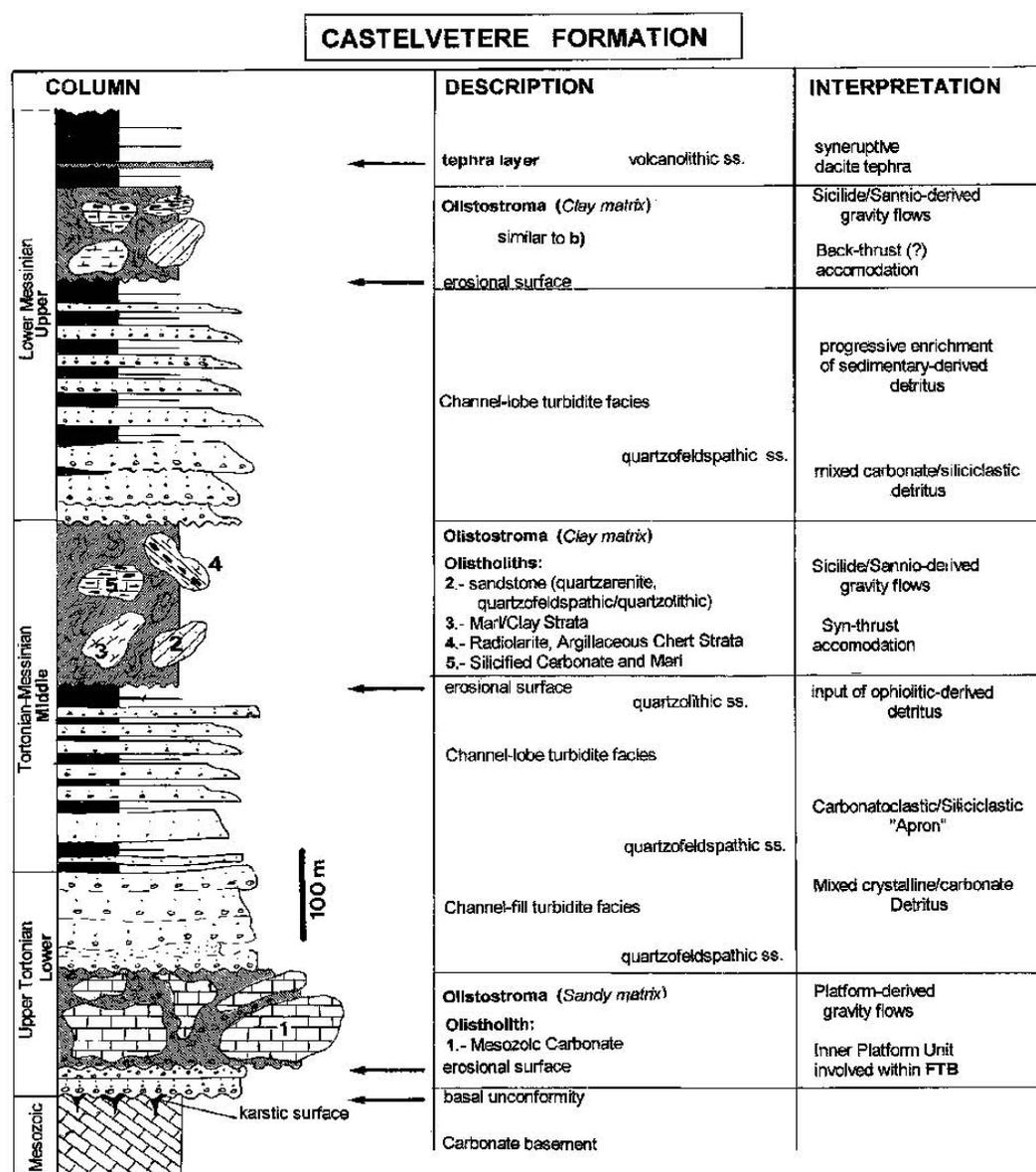


Fig. 6. Colonna stratigrafica della Formazione di Castelvete. (da Critelli, 1999)

La presenza di questi litosomi e la discordanza basale delle successioni testimoniano l'intensa attività tettonica che interessava questi settori durante la deposizione dei termini della Formazione di Castelvete; tutto ciò indica, infatti, che la deposizione avveniva quando la catena era in formazione e, dunque, lo stesso cuneo di accrezione forniva contributi al bacino attraverso il suo disfacimento.

Con lo sviluppo della deformazione, nel Miocene superiore, anche le Unità depostesi nei settori assiali ed orientali del bacino Lagonegrese-Molisano vengono deformate e strutturate in catena (Unità del Fortore, Dazzaro et alii, 1988; Pescatore et alii, 2000 - Unità della Daunia, Senatore, 1988; Pinto, 1993; Pescatore et alii, 1996a). Contestualmente anche le unità silico-clastiche, come la Formazione di Castelvete, vengono deformate ed incorporate nella catena in formazione. Questo processo si completa nel Pliocene quando le unità meso-cenozoiche e quelle silico-clastiche mioceniche vengono completamente incorporate nelle coltri.

Su questi terreni, deformati in coltri, si individuano nuovi bacini marini più o meno ristretti e poco profondi, in cui si depongono le successioni del Supersistema di Ariano Irpino, che corrispondono ai depositi pliocenici noti in letteratura come "Unità di Ariano" (Ippolito et alii, 1973; Pescatore e Ortolani, 1973; D'Argenio et alii, 1975); queste unità, infatti, poggiano in discordanza su tutte le unità tettoniche alloctone precedenti.

Nell'ambito del Supersistema di Ariano (CIARCIA *et alii*, 2003) si individuano tre differenti sistemi costituiti da sedimenti conglomeratici, sabbiosi ed argillosi depostisi in un ambiente da alluvionale, a litorale, a piattaforma neritica. In particolare, nei dintorni di Benevento (Ciarcià et alii, 2006), si individua una successione costituita da argille, sabbie e conglomerati che nell'insieme rappresenta un ciclo sedimentario completo (trasgressivo-regressivo) che raggiunge uno spessore complessivo di circa 400 mt. nella zona di Tufara Valle. La successione è correlata dagli autori al Sistema della Baronìa (Ciarcià et alii, 2003) ampiamente affiorante nelle aree dell'alta Irpinia.

Lo sviluppo della tettonica pliocenica condiziona l'evoluzione dei bacini nei quali si verifica prima un'ingressione marina (Pliocene inferiore) e poi un sollevamento (Pliocene medio) che determina un cambiamento della fisiografia del bacino e del tasso di sedimentazione, documentato dallo sviluppo di successioni con *trend* regressivo (si passa, infatti, dai materiali fini ai conglomerati). Il bacino si colma lasciando il posto ad un ambiente di tipo alluvionale (Ciarcia et alii, 2006).

Le successive fasi tettoniche pleistoceniche e quaternarie di tipo tensile ed i processi deposizionali ed erosivi determinano l'attuale conformazione fisiografica dei territori. In particolare, i movimenti tettonici distensivi nel Pliocene medio individuano grandi *graben* appenninici (D'Argenio et alii, 1988), in cui si impostano valli fluviali e bacini lacustri come la Valle Caudina.

Un'altra ipotesi attribuisce l'origine di questi bacini intramontani, tra cui la Valle Caudina, a movimenti destrorsi lungo un lineamento antiappenninico Valle Caudina-Benevento-Buonalbergo e lungo le faglie con orientazione est-ovest Faicchio-Cerreto Sannita, Pontelantolfo-Monte Falcone e Solopaca-Paupisi (Ortolani, 1992).

La Valle Caudina, divenuta sede di un bacino lacustre, è stata colmata da sedimenti provenienti dal modellamento dei versanti retrostanti e dai materiali vulcanoclastici pervenuti dal Somma-Vesuvio e dai Campi Flegrei. Infatti, nella valle si riconoscono sedimenti di ambiente lacustre e fluvio-lacustre alternati a livelli vulcanoclastici. In particolare, da un livello di argilla basale (substrato) caratteristico di un ambiente a deposizione tranquilla di età plio-pleistocenica, si succedono due episodi vulcanoclastici, uno fluvio-lacustre e due lacustri che si alternano ciclicamente. L'ultimo episodio lacustre si è estinto tra 5500 a 2000 anni circa B.P. per la tracimazione delle acque, in prossimità di Moiano, nell'antico corso d'acqua temporaneamente sbarrato dai depositi piroclastici. L'erosione della soglia è continuata poi nel tempo creando tra l'altro l'attuale morfologia, caratterizzata da due ordini di terrazzi e da aree topograficamente più depresse in cui attualmente scorrono le acque del Torrente Isclero e dei Torrenti Varco e Tesa.

### 3.1 TETTONICA

L'elemento morfo-strutturale principale, che si individua nel territorio di Montesarchio, è dato dalla Valle Caudina. La stessa Valle rappresenta un'area strutturalmente depressa (*graben*) che si è formata a seguito delle fasi tettoniche distensive pleistoceniche che hanno generato analoghe strutture nell'Appennino meridionale (D'ARGENIO *et alii*, 1988).

Per quanto concerne la tettonica delle aree di versante, il rilevamento di dettaglio ha permesso di ipotizzare sui versanti la presenza di diverse faglie normali per lo più ad andamento appenninico ed anti-appenninico che smembrano e dislocano la successione della Formazione di Castelvetere e che, nei settori sud-orientali dell'area studiata, la mettono a contatto con i termini Pliocenici dell'Unità di Ariano.

Più in particolare, l'analisi morfo-strutturale ha consentito di ipotizzare la presenza nella parte settentrionale del territorio di due lineamenti tettonici, rimarcati da corsi d'acqua sub-paralleli con andamento nord-ovest/sud-est.

Gli indizi, che indicano l'esistenza di questi lineamenti, sono sia di tipo morfologico che litologico. Più in particolare, nel settore nord-occidentale del territorio comunale e, precisamente, a nord di Cirignano, il rilievo eseguito ha evidenziato l'esistenza di una zona depressa (compresa tra le due faglie) nella quale si rinvengono potenti spessori di breccie e detrito di versante. Questi lineamenti, inoltre, sono probabilmente dislocati da una faglia normale avente direzione nord-est/sud-ovest che attraversa la frazione di Cirignano. Questa faglia, oltre ad avere un movimento distensivo, sembra avere anche una componente di movimento trascorrente sinistro; l'indizio principale, che suggerisce la sua esistenza, è il brusco cambiamento morfologico e litologico che caratterizza i versanti in destra e sinistra dell'asta torrentizia che si individua in località Paduli.

Il dislocamento verticale, prodotto dal movimento, potrebbe aver provocato un ribassamento del settore nord-ovest e avrebbe generato, quindi, un settore di basso morfologico in cui, nel Pleistocene e Olocene, si sarebbero accumulati i

depositi detritico-calcarei provenienti dalla disgregazione delle rocce carbonatiche del massiccio del Taburno.

Nella zona settentrionale, presso Monte Mauro, oltre all'allineamento delle aste torrentizie, si evidenzia un altro elemento di tipo litologico e, cioè, il presunto contatto laterale e lineare tra i termini arenacei della Formazione di Castelvete e i depositi argilloso-marnoso-calcarei dell'Olistostroma. Questi elementi consentono di ipotizzare la presenza di strutture tensili con direzione appenninica.

Altre importanti faglie, per le quali non sussistono evidenze di sviluppo areale, si individuano nel settore sud-orientale del territorio di Montesarchio.

In queste aree, infatti, si riconoscono lineamenti ortogonali con direzioni appenniniche e anti-appenniniche che mettono in contatto laterale i terreni miocenici della Formazione di Castelvete con quelli Pliocenici.

Tra questi, quello che presenta evidenze di campagna più chiare è dato dalla faglia con direzione nord-ovest/sud-est che divide il settore collinare della località Fiego (dove affiorano i terreni arenacei della Formazione di Castelvete) dalle aree prossime al Torrente Tora (dove sono presenti le numerose cave di estrazione dei materiali argilloso-siltosi della serie pliocenica).

Meno evidente, in quanto mascherato dalle coperture colluviali, è il rapporto tra i predetti termini nell'area posta a nord della località Tora. In questo settore, in relazione alla distribuzione areale delle suddette unità litostratigrafiche, è stato ipotizzato un contatto tettonico per faglia normale che va dalla ex discarica comunale di Montesarchio alla località Cantravo.

Va detto, inoltre, che in un contesto più generale ed in relazione agli stili tettonici che caratterizzano questo settore dell'Appennino meridionale, è ipotizzabile anche la presenza di lineamenti con andamento all'incirca nord-sud. L'andamento di alcuni corsi d'acqua (ad esempio Torrente Pontecane) mostrano, infatti, la possibile esistenza di elementi tettonici, la cui presenza può in certi casi essere solo ipotizzata per mancanza di evidenti indizi. È il caso, ad esempio, del lineamento tettonico con direzione nord-sud, ipotizzato nel settore orientale del

territorio di Montesarchio, in corrispondenza dell'asta torrentizia del Torrente Tora, che interessa sia il substrato miocenico che quello pliocenico.

Da quanto è emerso risulta chiaro che i rapporti attuali fra le varie formazioni non sempre sono di tipo stratigrafico.

### **3.2 CARTA GEOLOGICA**

La carta geologica allestita (Tavola G2) è stata redatta in scala 1:5.000. Si è, altresì, provveduto a ricostruire quattro sezioni geologiche (Tavola G3) per evidenziare i rapporti stratigrafici e tettonici delle varie formazioni geologiche, affioranti nell'area comunale. Per ciò che riguarda la loro stesura si è proceduto secondo il seguente schema: ricerca bibliografica preliminare, controllo di campagna dei dati e rilevamento di dettaglio *ex novo* del territorio. Nella carta geologica numerose sono le interpolazioni effettuate, specialmente in corrispondenza delle aree coperte da terreno agrario, da boschi e da insediamenti urbani. Appare opportuno precisare che questa carta tematica rappresenta uno strumento indispensabile per l'impostazione di studi sistematici e/o finalizzati a particolari problemi, come quello rappresentato dalla pianificazione urbanistica.

Nel territorio del comune di Montesarchio si individuano differenti unità litostratigrafiche rappresentate da terreni bacinali meso-cenozoici, depositi marini silico-clastici miocenici e pliocenici e depositi plio-quadernari di ambiente continentale.

#### ***Formazione del Flysch Rosso***

I terreni bacinali meso-cenozoici sono rappresentati dalla *Formazione del Flysch Rosso* che, nelle aree di affioramento, si presenta costituita da termini pelitici (argille, argille marnose e marne di colore rosso, verde e biancastre) e che si intercalano a strati e banchi, anche di notevole spessore, composti da calcari ricristallizzati, calciruditi, brecciole calcaree e calcareniti.

I termini del Flysch Rosso costituiscono il substrato dei depositi silico-clastici miocenici ed affiorano, in modo limitato, alla base del versante orientale del Monte Taburno ad ovest della frazione di Cirignano.

Nei rari affioramenti si riconoscono argille scagliose ed argille marnose rossastre, verdi e bianche intensamente tettonizzate con mesopieghe alla scala dell'affioramento. A questi litotipi, senza un ben preciso ordine giaciturale, sono associati strati di medio spessore e banchi costituiti da litotipi calcareo-clastici di colore grigiastro o biancastro. La frazione litoide si presenta più o meno fratturata ed, in particolare, i banchi di notevole spessore mancano di continuità laterale andando a costituire blocchi isolati con volumi anche di alcuni metri cubi, immersi nella matrice argillosa.

Per questa formazione dalla letteratura si ricava un'età che va dal Cretacico superiore al Miocene inferiore.

### ***Formazione di Castelvete***

La maggior parte delle aree di versante, che ricadono nel territorio comunale, è costituita dai termini di un'unità litostratigrafica silico-clastica di età miocenica che poggia sulle unità di substrato con contatto trasgressivo e discordante.

In relazione ai dati di letteratura (Sgrosso, 1988; Ciarcia et alii, 2006), i terreni, costituenti la successione silico-clastica e presenti nell'area, sono stati riferiti alla *Formazione di Castelvete* (Pescatore et alii, 1970; Critelli e Le Pera, 1995). Si tratta di una successione silico-clastica costituita dall'alternanza di arenarie, argille e conglomerati a struttura massiccia. I meccanismi deposizionali sono riferiti a torbiditi e flussi gravitativi di sedimenti.

Nell'ambito della successione e, precisamente, nelle aree di affioramento delle sezioni tipo, vengono distinti i seguenti membri (Servizio Geologico d'Italia, 2002).

a) Il "membro inferiore" (potente oltre 150 mt.) è costituito da spessi strati ruditico-arenitici, a geometria lenticolare, fortemente erosivi; questi strati

rappresentano paleocanali torbiditici. Gli strati arenitici sono più spessi e più grossolani nella parte alta del membro; carattere importante di questo membro è la presenza di depositi disorganizzati ruditici caotici, costituiti da flussi granulari, breccie ed olistoliti carbonatici di centinaia di metri cubi di volume, provenienti dal margine della Piattaforma sud-appennica (Pescatore et alii, 1995a).

- b) Il “membro intermedio” (spessore fino a 200 mt.) è formato da torbiditi pelitico-arenitiche e arenitico-pelitiche, sovente a geometria lenticolare con tetto dallo strato ondulato. Tali depositi si possono ascrivere a sistemi torbiditici associati a corpi canalizzati.
- c) Il “membro superiore” (spessore fino a 300 mt.) è rappresentato da pacchi pelitici e alternanze pelitico-arenitiche. Intercalato alle torbiditi sono presenti olistostromi includenti blocchi e clasti di argilliti variegata, areniti e calcari, i cui caratteri litologici hanno delle affinità con le unità Sicilidi.

Originariamente l'età di questa unità era riferita al Langhiano medio-superiore-Tortoniano inf. (Pescatore et alii, 1970); lavori più recenti (Critelle & Le Pera, 1995; Sgrosso, 1988; Amore et alii, 2003) le attribuiscono un'età Tortoniano sup.-Messiniano.

La Formazione di Castelvete è stata spesso associata alla Formazione delle Arenarie di Caiazzo, che presenta caratteri litostratigrafici molto simili alla prima (secondo Sgrosso, 1988); le due formazioni sono distinte e separate, in quanto esse rappresenterebbero il prodotto della sedimentazione sinorogenica avvenuta in due tempi differenti: Tortoniano per la Formazione di Castelvete e Messiniano per le Arenarie di Caiazzo.

Nei territori rilevati la Formazione di Castelvete, che costituisce quasi per intero il versante posto a monte del centro abitato, si presenta per lo più nella litofacies sabbioso-conglomeratica. Nei numerosi affioramenti individuati sui versanti si osservano banchi e strati di arenarie di colore grigio-avana quarzoso-

litiche e subordinatamente micacee, medio-grossolane con granuli e tessituralmente immature, da massive a straterellate; arenarie massive o mal gradate con nuvole conglomeratiche ed arenarie ciottolose in amalgamazione erosiva o deposizionale su arenarie medio-fini; raramente si individuano interstrati sottili di peliti e siltiti laminate.

Nel complesso i depositi arenacei si mostrano quasi sempre in strati e banchi spessi, amalgamati con stratificazione mal definita. In alcuni luoghi, ad esempio ad ovest di Monte Mauro ed in località Fiego, si rinviene una litofacies arenaceo-pelitica composta da arenarie fini e siltiti in strati sottili con intercalazioni di calcareniti grigiastre e strati argilloso-marnoso-siltoso.

Caratteristica peculiare della formazione è la presenza a più altezze stratigrafiche di corpi carbonatici (Olistoliti) di forma irregolare e di volume variabile da qualche metro cubo a migliaia di metri cubi. Litologicamente questi corpi carbonatici sono assimilabili ai depositi mesozoici, affioranti nei complessi montuosi che derivano dalla strutturazione dei depositi della Piattaforma sud-appenninica. Essi emergono imponenti sul paesaggio grazie ai processi di erosione differenziale.

Gli olistoliti di maggiore dimensione si rinvencono presso il centro urbano (sulla cui sommità sorge il Castello), presso Monte Mauro e ad est della frazione di Cirignano.

In diversi casi, ad esempio presso Monte Mauro, è stato possibile osservare, in associazione ai corpi carbonatici, la presenza di una litofacies calcareo pelitica (Olistostroma) costituita da calcari marnosi e calcareniti biancastre in strati sottili intercalate ad argille marnose e argille di colore rosso e policrome. Sebbene, le aree di affioramento siano scarse si è potuto dedurre che l'assetto giaciturale di queste litofacies è sempre caotico. Terreni analoghi si riconoscono in località Sperata, Pantano, Moione e Monaca. Altri affioramenti, non cartografati, si rinvencono in località Porrelle. Inoltre, piccoli lembi di terreni analoghi si riconoscono, sebbene

sub-affioranti o coinvolti in fenomeni franosi, in corrispondenza delle aree cartografate come materiali colluviali o in aree in frana.

Sulla base dei caratteri macroscopici, che si sono osservati, è possibile attribuire questi terreni ai depositi bacinali meso-cenozoici (Argille Varicolori del Complesso Sicilide, OGNIBEN - 1969 - e/o Flysch Rosso) provenienti da settori più interni (tirrenici) rispetto al loro definitivo depocentro di sedimentazione (bacino di tipo *wedge top*). Essi, infatti, hanno un'origine alloctona e provengono dal disfacimento del cuneo di accrezione della catena in formazione.

Per la frammentarietà delle esposizioni, non è stato possibile ricostruire con chiarezza il tipo di rapporto geometrico esistente tra gli olistostromi e gli olistoliti. In considerazione della modalità di messa in posto di questi terreni, che è avvenuta attraverso frane sottomarine probabilmente innescatesi a seguito di terremoti di notevole magnitudo, è plausibile ipotizzare che questo rapporto sia di tipo caotico sebbene sembra, almeno presso Monte Mauro, che le litofacies pelitico-calcaree siano sottoposte ai corpi cartonatici.

### ***Depositi Pliocenici***

I depositi Pliocenici, affioranti nell'area, sono riferibili all'unità litostratigrafica attualmente nota in letteratura come *Membro delle argille di Tufara Valle* (CIARCIA *et alii*, 2006).

Essi affiorano nel settore orientale del territorio di Montesarchio e, precisamente, da Tufara Valle a località Badia.

Gli stessi si compongono in prevalenza di argille ed argille siltose di colore grigio-azzurro a stratificazione indistinta. Tali litofacies sono ben affioranti nelle diverse aree di cava ubicate nei pressi del Torrente Tora e della Masseria Radice. Nella parte bassa della successione, alle argille si intercalano, più o meno frequentemente, strati di medio o piccolo spessore, di sabbie mediamente cementate, talvolta laminate. Intercalazioni arenacee sono state individuate ad esempio in corrispondenza di un'area di cava a sud della Masseria Pepicelli nei

pressi del Torrente Tora. Frequenti intercalazioni arenacee si rinvencono nella zona di medio e basso versante, nella località Fiego; limitati affioramenti sono stati individuati nei pressi della Masseria Covino. Litofacies sabbioso-arenacee sono presenti anche in località Cantravo ad est della ex discarica comunale di Montesarchio.

Caratteristica della successione è il rinvenimento di macrofossili, quali gasteropodi, lamellibranchi, echinidi ed ostreidi.

Questi depositi pelitici rappresentano il prodotto della sedimentazione in un ambiente marino a bassa energia al di sotto del livello di base delle onde (Ciarcia et alii, 2006).

L'età ad essi attribuita da recenti lavori scientifici è Pliocene inferiore (Ciarcia et alii, 2006).

### ***Depositi continentali***

Al di sopra delle unità di substrato fin qui descritte, si rinvencono differenti tipologie di depositi di origine continentale che, in modo più o meno rilevante, mascherano i terreni sottostanti.

### ***Depositi Vulcanoclastici***

In prossimità della linea ferroviaria Canello-Benevento ad ovest dell'abitato di Tufara Valle, si rilevano due piccoli affioramenti di materiali vulcanoclastici riferibili all'*Ignimbrite Campana*. Entrambi gli affioramenti sono stati sfruttati per l'estrazione del tufo grigio e, pertanto, attualmente si rinvencono piccoli lembi ai margini delle cave.

L'ignimbrite, di spessore compreso tra 4-20 mt., poggia sui depositi argillosi pliocenici. Essa è costituita da materiali provenienti da flusso piroclastico di colore grigio scuro, talora giallastro, con fessurazione colonnare a diverso grado di saldatura e litificazione e con contenuto variabile di pomice grigio scure. L'età radiometrica è di circa 37000 anni. (Pleistocene sup.)

### ***Depositi fluvio-lacustri della Valle Caudina***

Un'estesa porzione del territorio comunale di Montesarchio occupa un settore pianeggiante della nota Valle Caudina. Quest'ultima costituisce un bacino lacustre intramontano, delimitato a nord dal massiccio carbonatico del Taburno e a sud dalla catena del Partenio.

La valle si presenta sub-pianeggiante e, pertanto, la ricostruzione della natura dei terreni del substrato è stata desunta attraverso l'esame di alcuni lavori scientifici, presenti in letteratura, e tramite le analisi delle stratigrafie che sono state ricostruite attraverso i sondaggi geognostici realizzati nel corso del presente studio e durante campagne di indagini svolte in passato.

Nella piana, come sopra esposto, durante il quaternario, si sono sedimentati prodotti detritici accumulatisi in un ambiente lacustre o fluvio-lacustre. Si tratta per lo più di argille siltose che derivano dai processi di rideposizione dei depositi piroclastico-cinertici, provenienti dai versanti circostanti. Intercalati a questi terreni in facies fluvio-lacustre si rinvengono prodotti piroclastici in posizione primaria, la cui origine è da riferire alle fasi eruttive del sistema vulcanico Somma-Vesuvio e dei Campi Flegrei. Più in particolare, i depositi lacustri e fluvio-lacustri sono costituiti da sabbie fluviali, argille e ghiaie che costituiscono intervalli o lenti di varia estensione. Intercalati a questi terreni si rinvengono i prodotti vulcanoclastici in posizione primaria che sono costituiti da pomici (*Pomici di Avellino* - Lirer et alii, 1973; Scandone et alii, 1991; Cioni et alii, 1994), livelli cinertici e livelli tufacei (*Ignimbrite campana s.s.*) con grado di cementazione variabile. La piana, comunque, è colmata da depositi eterogenei come limi e argille di origine lacustre.

### ***Detrito di falda***

Esso costituisce un'unità litostratigrafica che si rinviene esclusivamente nel settore orientale del territorio comunale, in corrispondenza della frazione di Cirignano alle falde del Monte Taburno.

La copertura detritica, che raggiunge spessori anche notevoli (circa 35 mt.), si compone di pietrisco calcareo in matrice detritica limoso-sabbiosa, talora umificata, raramente cementata ed associata a materiale piroclastico rielaborato; la frazione calcarea deriva dall'azione disgregatrice, prodotta dagli agenti atmosferici sulle rocce del Monte Taburno, e si presenta in ciottoli a spigoli vivi che presentano dimensioni variabili da pochi centimetri ad alcuni metri cubi. In località Serre, alla base della formazione, si rinvengono breccie cementate.

Come innanzi esposto, questi terreni si individuano in corrispondenza della frazione di Cirignano e sono ben esposti in alcuni tagli antropici, presenti in località Cortile e lungo le incisioni torrentizie a nord di Cirignano.

L'età di questi terreni è Pleistocene - Olocene.

#### ***Depositi eluvio-colluviali***

Gli stessi costituiscono una coltre di ricoprimento e derivano dai prodotti dell'alterazione e degradazione dei terreni del substrato e dai materiali rielaborati da fenomeni gravitativi. In alcuni luoghi, alla base dei versanti, questi depositi si rinvengono frammisti a materiali piroclastici anch'essi colluviati dai versanti.

Essi si compongono di limo sabbio-argilloso di colore brunastro e bruno-giallastro con inclusi litoidi di natura calcarea o arenacea. Sono depositi generalmente alterati e poco addensati. Si rinvengono diffusamente nei settori di versante e, precisamente, nelle aree morfologiche depresse e alla base dei versanti. La loro presenza, sui versanti in genere, è associata a frane quiescenti o inattive e ai materiali degli olistostromi, i quali si presentano fortemente alterati. Lo spessore è variabile da alcuni decimetri a diversi metri.

#### ***Depositi piroclastici e colluviali***

Essi si rilevano nella fascia pedemontana del territorio comunale costituendo il raccordo tra i versanti ed il fondovalle.

Questi depositi sono caratterizzati da materiali piroclastici colluviati dai versanti o sono depositi in posizione primaria degli stessi materiali accumulati a seguito delle fasi eruttive del sistema Somma - Vesuvio e dei Campi Flegrei. Inglobati ai suddetti depositi si rinvengono materiali di natura terrigena o calcarea.

Tali depositi sono stati contraddistinti dai materiali eluvio-colluviali per la predominanza di materiali piroclastici e per la presenza di livelli vulcanoclastici in posizione primaria. In realtà, i due depositi nella fascia pedemontana risultano strettamente interconnessi con interdigitazioni dell'uno o dell'altro deposito. A valle, gli stessi materiali poggiano sui materiali fluvio-lacustri o sul substrato argilloso, presentando delle interdigitazioni sia con i materiali prettamente lacustri che con i depositi fluviali. Da quanto sopra esposto è evidente che i limiti stratigrafici dei tre depositi non sono ben definiti. Pertanto, i depositi colluviali e piroclastici costituiscono una fascia pedemontana di raccordo tra i materiali fluvio-lacustri della piana ed i materiali eluvio-colluviali.

### ***Depositi alluvionali***

In corrispondenza delle aste torrentizie si rinvengono ciottoli, limi-sabbiosi e sabbie di natura fluviale, prodotti dai processi di trasporto ad opera delle acque incanalate. I clasti sono di dimensioni variabili. I depositi alluvionali cartografati hanno un spessore massimo di qualche metro con alcune eccezioni in corrispondenza dei Torrenti Tesa e Serretelle, che raggiungono spessori fino a 10 metri.

### ***Depositi alluvionali attuali***

Tali depositi occupano esclusivamente l'alveo attivo dei torrenti e sono costituiti da prevalenti sabbie e ghiaie.

#### **4. INDAGINI GEOGNOSTICHE, CARATTERIZZAZIONE LITOLOGICA, LITOTECNICA E GEOTECNICA DEI TERRENI**

Nel territorio comunale di Montesarchio (BN) sono presenti una serie di sondaggi geognostici svolti per vari scopi dall'Amministrazione Comunale ed effettuati nel corso degli ultimi decenni. Nell'ambito del seguente studio geologico sono stati presi in esame i sondaggi eseguiti nel territorio comunale al fine di caratterizzare i vari litotipi affioranti e per correlare stratigraficamente le successioni geologiche affioranti.

A tale scopo sono stati raccolti tutti i dati geognostici, geotecnici e sismici disponibili a committenza pubblica. Per il presente studio, sono stati utilizzati i dati dei sondaggi effettuati per la redazione del P.R.G., i dati per lo studio geologico per la definizione del P.I.P. e i dati dei sondaggi effettuati nell'anno 2007 per la redazione del P.U.C.

Le indagini suddette, effettuate prima l'emanazione delle circolari attuative dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, risultano sprovviste delle certificazioni ministeriali. Pertanto, per la redazione del presente lavoro, le indagini pregresse sono state integrate con una nuova campagna di indagini.

Nella recente campagna di indagini, eseguita dal mese di settembre a dicembre dell'anno 2017 ed effettuata da ditte autorizzate, sono state realizzati n. 4 sondaggi a carotaggio continuo con prelievo ed analisi di laboratorio di n. 11 campioni indisturbati. Inoltre, sono state effettuate n. 4 prove SPT, n. 2 prospezioni sismiche e n. 2 prove penetrometriche dinamiche.

Ricapitolando per la verifica dell'assetto stratigrafico e per la caratterizzazione litologica sono stati reperiti ed effettuati le seguenti indagini in sito:

- n. 18 sondaggi a carotaggio continuo non certificati eseguiti per il P.R.G.;
- n. 6 sondaggi a carotaggio continuo non certificati effettuati per lo studio geologico a corredo del P.I.P.;

- n. 13 sondaggi a carotaggio continuo non certificati eseguiti nell'anno 2007 per la redazione del P.U.C.;
- n. 4 sondaggi a carotaggio continuo effettuati per la realizzazione di opere pubbliche;
- n. 3 sondaggi a carotaggio continuo effettuati nell'anno 2017 da una ditta fornita di autorizzazione ministeriale.

L'ubicazione in sito dei suddetti sondaggi è riportata nella Carta Ubicazione Indagini (Tav. G1).

Si è cercato di semplificare l'analisi geologica del territorio raggruppando le unità litologiche in esso riconosciute in base alle loro caratteristiche fisiche e al comportamento meccanico. Sono stati raggruppati in "unità litotecniche" quei litotipi che presentano caratteristiche tecniche simili, indipendentemente dalla posizione stratigrafica, dai relativi rapporti geometrici e dall'appartenenza a formazioni geologiche diverse. Si riportano in seguito le unità litotecniche, le unità litologiche corrispondenti e le caratteristiche litotecniche corrispondenti (Tav. G11), i valori disaggregati e caratteristici per ogni unità corrispondente. Tali unità sono state riportate in Carta Geolitologica (Tav. G11). Inoltre, sono state riportate le stratigrafie "tipo" rappresentative delle caratteristiche stratigrafiche di ogni zona e la realizzazione delle rispettive colonne stratigrafiche tipo. Le colonne stratigrafiche tipo mostrano una successione di terreni semplificata, rappresentativa di una vasta area e, quindi, per sua natura, non rappresentativa di un sito specifico.

Per la caratterizzazione geotecnica dell'unità ricadenti nelle aree di probabile espansione urbanistica sono stati utilizzati n. 10 campioni prelevati ed analizzati per la redazione del P.U.C. nell'anno 2007. Tali campioni sono stati integrati con il prelievo ed analisi di laboratori di n. 11 campioni indisturbati. Questi ultimi campioni sono stati prelevati per integrare i dati dell'unità fluvio-lacustre della Valle Caudina, area di possibile espansione urbanistica, e per confermare i dati dei n. 9 campioni prelevati nella precedente campagna di indagini. In particolare, sono

stati prelevati n. 4 campioni in aree non indagate precedentemente e n. 7 campioni presso i siti di indagine del precedente studio geologico.

Nella seguente tabella si riportano le caratteristiche granulometriche e le caratteristiche geotecniche di ogni campione prelevato e analizzato in laboratorio nella campagna di indagine eseguita nell'anno 2007.

Tabella riassuntiva dei parametri geotecnici dei campioni analizzati per il PUC 2007											
Sondaggio	n.	S1	S3	S4	S6	S7	S8	S9	S10	S12	S12
Campione	n.	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C2
Profondità	m	1,8-2,3	2,5-3	3,0-3,5	2,5-3,0	3,0-3,5	2,5-3	1,5-2,0	9,5-10,0	2,2-2,7	9,0-9,5
Peso di vol. natur.	KN/mc	17,31	15,04	15,22	19,42	14,80	18,64	19,72	15,96	20,11	21,87
Peso di vol. secco	KN/mc	13,61	11,73	11,77	16,38	10,04	14,93	17,72	10,03	18,04	19,59
Peso di vo. Satur.	KN/mc	17,90	17,05	17,09	20,10	15,85	19,06	20,84	15,98	21,15	22,26
Class. Granulom.		Sabbia con limo debolmente argillosa	Sabbia con argilla e limo	Sabbia limo argillosa	Sabbia con limo e argilla	Sabbia con limo debolm. ghiaio - argillosa	Limo con sabbia argilloso	Limo con argilla e sabbia	Sabbia con ghiaia	Sabbia con argilla e limo debolmente ghiaiosa	Limo con argilla sabbioso debolmente
Angolo di attrito	$\phi^\circ$	29,9	33,4	35,0	27,6	32,0	32,0	30,0	35,40	19,10	15,60
Coesione	$C'$	0,43	9,62	2,57	10,58	4,28	11,76	10,69	5,77	15,07	41,90
Indice di compress.	KPa	0,176	0,301	0,309	0,154	0,240	0,121	0,107	0,344	0,055	0,081
Modulo Edometrico	KN/mq	9236	6307	6046	9142	8969	12980	11778	7544	21681	15000
Pressione Finale a Rottura	KPa	329,73	177,29	n.d.	91,88	109,60	545,98	478,33	n.d.	458,93	407,91

I suddetti campioni sono risultati utili per caratterizzare le unità dei materiali di copertura e le due maggiori unità, per estensione areale, del substrato.

Tali campioni sono stati opportunamente integrati con altri n. 11 campioni. Nella tabella seguente si riportano i parametri fisico-meccanici di questi ultimi campioni.

Tabella riassuntiva dei parametri geotecnici dei campioni analizzati per il PUC 2018												
Sondaggio	n.	S5	S6	S8	S9	S10	S12	S14	S15	S15	S16	S16
Campione	n.	C1b	C1b	C1b	C1b	C1b	C1b	C1	C1	C2	C1	C2
Profondità	m	6,5-7	2,5-3	2,5 - 3	2-2,5	2,5-2,7	2-2,5	3,5-4	2,5 - 3	5,5-6	3-3,5	8-8,5
Peso di vol. natur.	KN/mc	16,42	18,8	14,14	20,03	16,91	19,68	16,22	16,6	18,42	15,34	16,50
Peso di vol. secco	KN/mc	13,08	14,67	10,46	16,31	12,88	17,42	11,70	11,22	13,22	9,79	11,78
Peso di vo. Satur.	KN/mc	17,96	19,96	16,35	20,22	17,81	20,97	16,92	16,68	17,8	15,74	17,02
Class. Granulom.		Limo argilloso con sabbia	Limo argilloso con sabbia	Limi con sabbia debolmente argillosi	Argilla debolmente sabbiosa	Sabbie debolmente argillose	Argilla debolmente sabbiosa	Limo argilloso con sabbie	Limi sabbiosi debolmente argillosi	Limo sabbioso con argilla	Limo sabbioso con argilla	Limo sabbioso con argilla
Angolo di attrito	$\Phi^\circ$	29,1	33,2	31	32,6	34	31,6	30,1	32,9	25,5	29,6	26,8
Coesione C'	KPa	20,6	8,3	23,5	23,1	7,8	20,6	23,2	14,1	16,3	28,3	14,5
Indice di compress.	KPa	0,197	0,139		0,213	0,149		0,194	0,353		0,323	
Modulo Edometrico	KN/mq	8482	10519		6903	11481		9341	5557		6725	

Di seguito si calcolano i parametri caratteristici per le unità litotecniche su cui sono state effettuate le prove di laboratorio, per la loro ubicazione sul territorio si rimanda alla Carta Geolitologica (Tav. G11). Si è preferito caratterizzare la singola unità litologica (in seguito da intendersi anche come subunità litotecnica indicate con la lettera progressiva dell'alfabeto) per una migliore analisi dei litotipi presenti sul territorio comunale.

L'elaborazione statistica dei dati è stata effettuata mediante un foglio di calcolo. Secondo l'Eurocodice 7 e le NTC, i valori caratteristici  $X_k$  consistono in una stima cautelativa del valore che influenza l'insorgere dello stato limite. Il § C6.2.2.4 della Circolare illustra chiaramente come tali valori debbano essere scelti.

**Unità Litotecnica UL1:** Materiali rocciosi e/o terreni a comportamento litoide.

Rientrano in tale unità tutti gli ammassi rocciosi strutturalmente ordinati, stratificati e fratturati di origine carbonatica, gli ammassi strutturalmente ordinati costituiti da alternanza di livelli lapidei e livelli pelitici, gli ammassi rocciosi strutturalmente disordinati la componente pelitica è dominante e include grossi olistoliti calcarei e i depositi della successione pliocenica.

**UL1a** - Ammassi rocciosi del substrato di origine carbonatica ben stratificati, a tratti fratturati e carsificati, con spessore indefinito ma sicuramente superiore a 30 metri. Interessati da discontinuità primaria e secondarie organizzate in famiglie di varia orientazione e a spaziatura centimetrica e decimetrica. Le fratture risultano spesso riempite da materiale di alterazione superficiale. Molto consistenti, presentano una discreta resistenza all'erosione. In alcune aree presentano una coltre di materiali detritici e piroclastici di copertura. (Zona 1 e Zona 5 della Tav. G11)

**UL1b** - Si tratta di gli ammassi strutturalmente ordinati costituiti da alternanza di livelli di arenarie e livelli prettamente livelli pelitici. Sono riconoscibili arenarie a grana grossa (grovacche), rari livelli di puddinghe, siltiti argilliti (predominanti) e calcari marnosi. Rappresentano il substrato di buona parte del territorio comunale. Infatti si rinvencono nelle in affiatamento nella Zona 2 e come substrato nelle Zone 7, 9, 10, 11, 12 e 13.

Per la caratterizzazione di tale unità sono stati utilizzati n. 3 campioni indisturbati prelevati in corrispondenza del sondaggio S12.

**Elenco delle misure dei parametri geotecnici:**

	Angolo di resistenza al taglio [°]	Coesione drenata [kN/mq]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
1	31,60	15,07	15000	20,11	20,97
2	19,10	41,90	21681	21,87	21,15
3	15,60	20,60		19,68	22,26

**Valori caratteristici dei parametri geotecnici relativi all'unità UL1b**

	Angolo di resistenza al taglio [°]	Coesione drenata [kN/mq]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
<b>Valore caratteristico</b>	<b>22,10</b>	<b>25,86</b>	<b>18340</b>	<b>20,55</b>	<b>21,46</b>
Minimo	15,60	15,07	15000	19,68	20,97
Massimo	31,60	41,90	21681	21,87	22,26
Valore medio	22,10	25,86	18340	20,55	21,46
C.O.V.	0,38	0,55	0,26	0,06	0,03

**UL1c** - Si tratta di ammassi rocciosi strutturalmente disordinati la cui componente pelitica è dominante e include grossi blocchi calcarei per cui possono essere assimilati a terreni a comportamento litoide. Hanno spessore variabile e rinvennero inglobati nell'unità UL1b, nonché rappresentano i materiali delle Zone 3 e 6 (Tav. G11).

**UL1d** - Depositi di argille consistenti. Rientrano in questa sotto unità tutte le argille grigio-azzurre il cui spessore non è definito ma superiore a 300 metri (Zona 4 e Zona 15 della Tav. G11).

Per la caratterizzazione di tale unità sono stati utilizzati n. 2 campioni indisturbati prelevati in corrispondenza del sondaggio S9.

**Elenco delle misure dei parametri geotecnici:**

	Angolo di resistenza al taglio [°]	Coesione drenata [kN/mq]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
1	30,00	10,69	11778	20,03	20,84
2	32,60	23,10	6903	19,72	20,22

**Valori caratteristici dei parametri geotecnici relativi all'unità UL1d**

	Angolo di resistenza al taglio [°]	Coesione drenata [kN/mq]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
<b>Valore caratteristico</b>	<b>28,28</b>	<b>16,89</b>	<b>9340</b>	<b>19,88</b>	<b>19,81</b>
Minimo	30,00	10,69	6903	19,72	20,22
Massimo	32,60	23,10	11778	20,03	20,84
Valore medio	31,30	16,89	9340	19,88	20,53
C.O.V.	0,06	0,52	0,37	0,01	0,02

**Unità Litotecnica UL2:** Materiali a grana medio fine da mediamente addensati ad addensati e/o terreni a grana grossa da debolmente a moderatamente cementati.

**UL2a** - Detrito calcareo con clasti eterometrici a spigoli vivi in matrice e con buono stato di addensamento. Il detrito calcareo si compone di pietrisco calcareo in matrice detritica limoso-sabbiosa, talora unificata, raramente cementata ed associata a materiale piroclastico rielaborato. Inoltre, in tale unità, si rinvencono blocchi calcarei e brecce cementate di notevoli dimensioni. Spessore medio circa 21,00 mt. (Zona 10 e Zona 11 riportata in Tav. G3\*).

**UL2b** - Ghiaia e sabbia costituenti i depositi alluvionali antichi e recenti. Le ghiaie eterometriche e le sabbie risultano sciolte. La matrice è generalmente sabbiosa e raramente limosa. Lo spessore varia da pochi centimetri a circa 8 metri nella zona pedemontana del T. Rivullo. (Zona 8).

**UL2c** - Successioni di sabbia limosa o limo con sabbia da mediamente addensate ad addensate e riconducibili a depositi di tufo grigio campano. Il tufo assume un carattere litoide, solo lungo le scarpate, dal punto di vista geomeccanico, risulta alquanto mediocre. Dai prelievi dei campioni e dall'analisi granulometrica l'unità litologica è una sabbia debolmente limosa e una sabbia con limo e raramente argillosa. Lo spessore medio è di circa 4 metri e presenta una limitata estensione areale nella zona Est del territorio comunale (Zona 14 Tav. G11).

**UL2d** - Piroclastite terrose, di colore bruno-rossastro, da poco a mediamente consistenti. Si tratta di una sequenza piroclastica argillificata e/o humificata. Costituiscono i materiali di copertura della fascia pedemontana (Zona 12 e 13) e dei materiali fluvio-lacustri. I terreni appartenenti a quest'unità, sotto un criterio più propriamente geotecnico, possono essere definiti come: limo sabbio-argilloso. Classificazione AGI: materiale sciolto. Presentano discrete caratteristiche meccaniche in termini di elasticità, di deformabilità e di portanza.

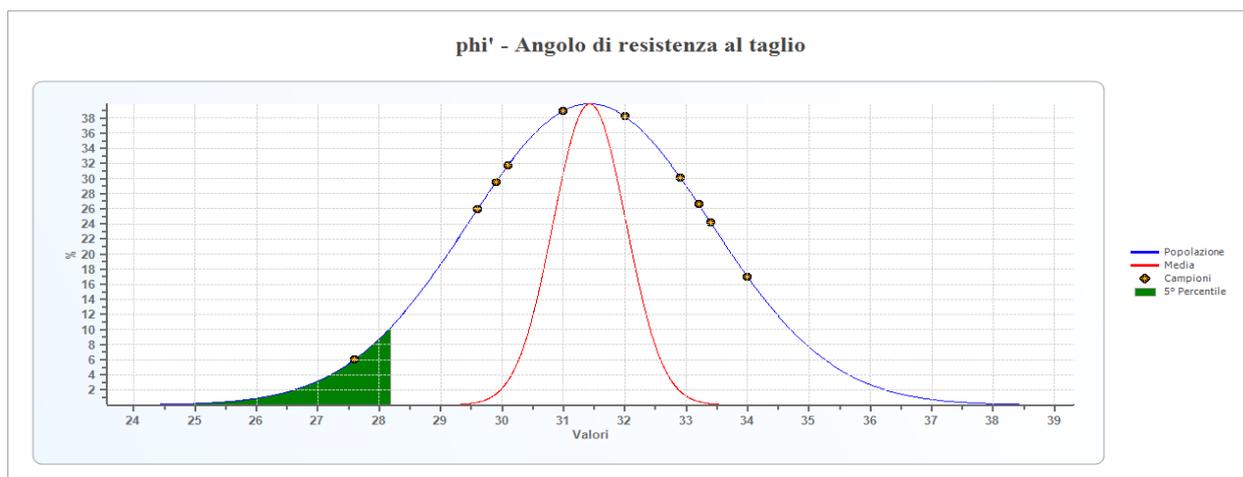
Tale unità rappresenta circa il 38% di estensione areale dei materiali di copertura del territorio comunale ed è l'unità litotecnica con oltre il 90% del carico urbanistico attuale e di possibile espansione. Per la caratterizzazione geotecnica di tale unità sono stati utilizzati n. 11 campioni indisturbati prelevati nel livello superficiale delle ZONE omogenee nn. 12, 13 e 14, sondaggi geognostici nn. S1, S3, S6, S7, S8, S10b, S14, S15 e S16.

**Elenco delle misure dei parametri geotecnici:**

	Angolo di resistenza al taglio [°]	Coesione drenata [kN/mq]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
1	29,90	0,43	9236	17,31	19,96
2	33,40	9,62	6307	15,04	16,35
3	27,60	10,58	9142	19,42	17,81
4	32,00	4,28	8969	14,80	16,92
5	32,00	11,76	12980	18,64	16,68
6	29,60	8,30	10519	18,80	15,74
7	33,20	23,50	11481	14,14	17,90
8	31,00	7,80	9341	16,91	17,05
9	34,00	23,20	5557	16,22	20,10
10	30,10	14,10		16,60	15,85
11	32,90	28,30		15,34	19,06

**Valori caratteristici dei parametri geotecnici relativi all'unità UL2d**

	Angolo di resistenza al taglio [°]	Coesione drenata [kN/mq]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
<b>Valore caratteristico</b>	<b>28,19</b>	<b>12,90</b>	<b>9281,33</b>	<b>16,66</b>	<b>17,58</b>
Minimo	27,60	0,43	5557,00	14,14	15,74
Massimo	34,00	28,30	12980,00	19,42	20,10
Valore medio	31,43	12,90	9281,33	16,66	17,58
C.O.V.	0,06	0,67	0,25	0,11	0,09



Esempio di elaborazione dei dati

**UL2e** - Materiali fluvio-lacustri. Si rinvencono nell'area valliva del territorio comunale e costituiscono i materiali di “colmamento” della Valle Caudina. Le analisi delle stratigrafie del sottosuolo, desunte dai sondaggi disponibili e dei rilievi di dettaglio, hanno consentito di riconoscere due livelli prettamente fluvio-lacustri intercalati da materiali piroclastici. In particolare, per quest'area (zona 14), si rinviene un primo livello di copertura costituito materiali piroclastici (spessore medio 2,5 mt) e una prima unità di materiali fluvio-lacustre (spessore variabile 3 ÷ 8 m.), nella quale sono presenti modeste lenti di torba e di sabbie mono granulari. Segue, procedendo in profondità, una secondo livello piroclastico e una seconda unità fluvio-lacustre costituita da depositi eterogenei (ghiaie, sabbie medio-fini e argille). Il substrato si rinviene a profondità maggiore di 30 mt.

La caratterizzazione geotecnica viene effettuata per il primo livello fluvio-lacustre con l'ausilio di n. 4 campioni indisturbati prelevati nella Zona 14, sondaggi geognostici nn. S4, S5b, S15 (C2) e S16 (C2).

**Elenco delle misure dei parametri geotecnici:**

	Angolo di resistenza al taglio [°]	Coesione drenata [kN/mq]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
1	29,10	20,10	8482	16,42	17,96
2	25,50	25,50		18,42	17,80
3	26,80	26,60		16,50	17,02
4	35,00	2,57		15,22	19,09

**Valori caratteristici dei parametri geotecnici relativi all'unità UL2e**

	Angolo di resistenza al taglio [°]	Coesione drenata [kN/mq]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
Valore caratteristico	29,10	18,69	8482,00	16,64	17,97
Minimo	25,50	2,57	8482,00	15,22	17,02
Massimo	35,00	26,60	8482,00	18,42	19,09
Valore medio	29,10	18,69	8482,00	16,64	17,97
C.O.V.	0,14	0,59	0,25	0,08	0,05

**Unità Litotecnica UL3:** Materiali coesivi a grana fine e finissima da mediamente consistenti a consistenti.

**UL3a** - Si tratta di argille alterate di colore grigio avana con intercalazioni di livelli e/o lenti di materiali detritici, di blocchi lapidei, di materiali piroclastici e di paleosuoli. Tale unità, con spessori variabili, è di copertura all'unità UL2a. I terreni appartenenti a questo livello sotto un criterio più propriamente geotecnico possono essere definiti come: limi argillosi con inclusi ghiaiosi. Infatti, sotto il profilo granulometrico, si passa da livelli a grana fine a livelli con assortimento granulometrico fortemente variabili (Zona 10 e 11 - Tav. G11).

Per la caratterizzazione di tale unità sono stati utilizzati i dati delle prove penetrometriche DPSH1 e DPSH3.

**Elenco delle misure dei parametri geotecnici:**

	Coesione non drenata [kN/mq]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	Modulo di Young [kN/mq]	N spt [n.]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
1	36,09	4324,73	2883,16	2,94	15,98	18,24
2	180,15	6487,10	14415,78	14,70	20,20	22,26
3	162,20	8649,47	12974,20	13,23	20,01	21,97
4	90,12	8649,47	7207,89	7,35	18,34	18,63
5	108,07	8649,47	8649,47	8,82	18,93	20,79
6	108,07	8649,47	8649,47	8,82	18,93	20,79
7	180,15	8649,47	14415,78	14,70	20,20	22,26
8	108,07	8649,47	8649,47	8,82	18,93	20,79
9	180,15	8649,47	14415,78	14,70	20,20	22,26
10	126,11	6487,10	10091,04	10,29	19,42	21,38
11	144,16		11532,62	11,76	19,71	21,67
12	54,03		4324,73	4,41	16,87	18,34
13	72,08		5766,31	5,88	17,75	18,53
14	72,08		5766,31	5,88	17,75	18,53
15	72,08		5766,31	5,88	17,75	18,53
16	72,08		5766,31	5,88	17,75	18,53
17	72,08		5766,31	5,88	17,75	18,53
18	72,08		5766,31	5,88	17,75	18,53
19	72,08		5766,31	5,88	17,75	18,53
20	54,03		4324,73	4,41	16,87	18,34

**Valori caratteristici dei parametri geotecnici relativi all'unità UL3a**

	Coesione non drenata [kN/mq]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	Modulo di Young [kN/mq]	N spt [n.]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
Valore caratteristico	<b>84,97</b>	<b>6998,02</b>	<b>6798,22</b>	<b>6,93</b>	<b>17,98</b>	<b>19,27</b>
Minimo	36,09	4324,73	2883,16	2,94	15,98	18,24
Massimo	180,15	8649,46	14415,78	14,70	20,20	22,26
Valore medio	101,80	7784,52	8144,91	8,31	18,44	19,87
C.O.V.	0,45	0,19	0,45	0,45	0,07	0,08

**UL3b** - In quest'unità vengono raggruppati tutti i materiali di copertura destrutturati ed alterati. Essi si presentano come un ammasso caotico di argilla siltosa, limo sabbioso, pietrisco calcareo, sabbie e arenarie (Zona 7 - Tav. G11).

**UL3c** - Depositi di argille di bassa consistenza con ciottoli e blocchi litoidi. Rientrano in questa unità i materiali di alterazione superficiale dell'unità UL1c. Lo spessore è variabile, da qualche metro a circa 9 metri nelle zone più depresse. (Zone 3 e 6 della Tav. G11).

**UL3d** - Depositi di argille con limo e sabbie argillose di medio-bassa consistenza. Derivano dall'accumulo (in posto o sui versanti) dei prodotti della degradazione esogena del substrato. Nel territorio comunale, essi costituiscono le coperture dei versanti in corrispondenza delle incisioni e/o depressioni morfologiche. Si ritrovano generalmente in affioramento e/o sottoposte a uno strato vegetale e/o di riporto di circa 1 metro con spessore variabile e medio di circa 6 metri nella Zona 9 e di qualche metro nella Zona 2. Tali terreni hanno caratteristiche fisico meccaniche mediocri ed ospitano una falda superficiale a carattere stagionale.

Per la caratterizzazione geotecnica di massima è stata utilizzata la prova penetrometrica DPSH2. Lo spessore dei materiali eluvio-colluviali nel sito in esame è di circa 6,20 mt.

**Elenco delle misure dei parametri geotecnici:**

	Coazione non drenata [kN/mq]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	Modulo di Young [kN/mq]	N spt [n.]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
1	9,02	1646,05	1441,58	1,47	14,91	18,14
2	9,02	1646,05	1441,58	1,47	14,91	18,14
3	9,02	1646,05	1441,58	1,47	14,91	18,14
4	18,04	3116,36	2883,16	2,94	15,98	18,24
5	18,04	3116,36	2883,16	2,94	15,98	18,24
6	68,16	10468,01	10091,04	10,29	19,42	21,38
7	27,07	4586,67	4324,73	4,41	16,87	18,34
8	18,04	3116,36	2883,16	2,94	15,98	18,24
9	18,04	3116,36	2883,16	2,94	15,98	18,24
10	27,07	4586,67	4324,73	4,41	16,87	18,34
11	18,04	3116,36	2883,16	2,94	15,98	18,24

42/118

COMUNE DI MONTESARCHIO (BN) - PIANO URBANISTICO COMUNALE (P.U.C.)  
 RELAZIONE GEOLOGICA

12	9,02	1646,05	1441,58	1,47	14,91	18,14
13	9,02	1646,05	1441,58	1,47	14,91	18,14
14	9,02	1646,05	1441,58	1,47	14,91	18,14
15	27,07	4586,67	4324,73	4,41	16,87	18,34
16	58,35	8997,70	8649,47	8,82	18,93	20,79
17	36,09	6056,98	5766,31	5,88	17,75	18,53
18	36,09	6056,98	5766,31	5,88	17,75	18,53
19	36,09	6056,98	5766,31	5,88	17,75	18,53
20	58,35	8997,70	8649,47	8,82	18,93	20,79
21	45,01	7527,29	7207,89	7,35	18,34	18,63
22	36,09	6056,98	5766,31	5,88	17,75	18,53
23	45,01	7527,29	7207,89	7,35	18,34	18,63
24	45,01	7527,29	7207,89	7,35	18,34	18,63
25	36,09	6056,98	5766,31	5,88	17,75	18,53
26	27,07	4586,67	4324,73	4,41	16,87	18,34
27	27,07	4586,67	4324,73	4,41	16,87	18,34
28	36,09	6056,98	5766,31	5,88	17,75	18,53
29	27,07	4586,67	4324,73	4,41	16,87	18,34
30	45,01	7527,29	7207,89	7,35	18,34	18,63
31	58,35	8997,70	8649,47	8,82	18,93	20,79

**Valori caratteristici dei parametri geotecnici relativi all'unità UL3d**

	Coesione non drenata [kN/mq]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	Modulo di Young [kN/mq]	N spt [n.]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
<b>Valore caratteristico</b>	<b>30,53</b>	<b>5060,97</b>	<b>4789,76</b>	<b>4,88</b>	<b>14,68</b>	<b>18,70</b>
Minimo	9,02	1646,05	1441,58	1,47	14,91	18,14
Massimo	68,16	10468,01	10091,04	10,29	19,42	21,38
Valore medio	30,53	5060,97	4789,76	4,88	16,99	18,70
C.O.V.	0,55	0,51	0,52	0,52	0,08	0,05

**4.1 CARTA GEOLITOLOGICA**

Per realizzare la realizzazione della Carta Geolitologica (Tav. 11) sono state considerate le linee guida della microzonazione della Regione Molise, opportunamente tarate sulle situazioni geologiche presenti nel territorio comunale di Montesarchio (BN).

Le unità litologiche (e/o subunità litotecniche), esposte nel precedente paragrafo, sono state individuate dal rilievo geologico di campagna e, dunque, sono riferibili ai depositi rappresentati nella Carta Geologica (Tav G2). Per la definizione delle diverse zone e per la definizione dello spessore medio sono stati utilizzati tutti i dati provenienti dalle stratigrafie dei n. 44 sondaggi allegati al presente lavoro e i dati di sondaggi in possesso dello scrivente.

Le unità litologiche sono state discretizzate sulla base delle caratteristiche fisico-meccaniche dei diversi litotipi affioranti nel territorio comunale. Per ogni unità sono state rappresentati gli spessori medi costituenti ogni zona omogenea. Dall'insieme di tutti i dati sono scaturite n. 15 Zone omogenee per spessori medi delle unità costituenti. La loro distribuzione areale è stata riportata e rappresentata con colori specifici di ogni Zona sul rilievo topografico del territorio comunale.

Avendo redatto anche la Carta Geologica (Tav. G2), nella Carta Geolitologica si riportano le Zone omogenee per spessore stratigrafico e per unità litologica. Quindi, gli altri elementi a carattere geologico riportati nella Tav. G2.

## 5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Dal punto di vista geomorfologico, nel territorio comunale si possono distinguere due unità: la fascia orientale e settentrionale e la fascia sud-occidentale. La prima mostra un rilievo continuo, interrotto solo da sistemi vallivi dovuti alle incisioni fluviali impostate su morfostrutture controllate da due lineamenti (faglie). La seconda unità sud-occidentale, invece, è contrassegnata da una morfologia pianeggiante lievemente terrazzata.

La prima unità è tipica di un paesaggio collinare con pendenze variabili, a volte accentuate e a volte più dolci ma, comunque, limitate. In generale, si osservano delle dorsali collinari allungate in direzione nord-sud e costituite da arenarie con versanti che degradano verso le linee di impluvio con forme morbide e, talvolta, ondulate. Inoltre, si identificano aree di tipo maturo stante l'assetto dei versanti e dei gradienti fluviali ed aree ove l'assetto morfologico è in fase giovanile. Un contrasto di forme, in questo paesaggio collinare, è dato dagli esotici calcarei (olistoliti) che si elevano in forme ardite con guglie o più semplicemente come grossi dossi o come rovine di enormi massi. Quindi, i lineamenti geomorfologici sono caratterizzati da un'evidente erosione differenziale che ha variamente modellato il paesaggio a seconda della diversa costituzione litologica delle rocce affioranti. Infatti, laddove affiorano i litotipi argillosi, la morfologia tende ad appiattirsi con un continuo susseguirsi di movimenti gravitativi; diversamente, dove affiorano le arenarie, i versanti si presentano più regolari e con pendenze maggiori; mentre, dove affiorano i calcari, i versanti presentano pendenze notevoli. Di conseguenza, sulle formazioni a prevalente composizione argillosa, anche i fianchi vallivi sono in genere poco acclivi e svasati, mentre nelle aree dove affiorano litotipi più resistenti, le valli hanno versanti con maggiore acclività.

Le fasi climatiche fredde del Quaternario sono state responsabili del modellamento dei versanti con produzione di grandi volumi di sedimenti (Brancaccio et al., 1979) che si andavano ad accumulare nella depressione costituita dall'attuale Valle Caudina. La stessa, colmata dai predetti sedimenti e dai

materiali vulcanoclastici, si è modellata, in tempi recenti, nell'attuale forma sub-pianeggiante.

## **5.1 CARTA GEOMORFOLOGICA**

Nella Carta Geomorfologia (tavola G4) realizzata vengono evidenziate le principali forme e caratteristiche morfologiche del territorio comunale.

L'indagine geomorfologica è stata eseguita con l'obiettivo di acquisire tutti gli elementi necessari per la conoscenza scientifica della geomorfologia del territorio ed è stata svolta con il lavoro di ricerca sul territorio e con l'osservazione di fotografie aeree.

Per quanto riguarda gli aspetti descrittivi (morfografico e morfometrico) delle forme, essi sono stati analizzati in funzione della base topografica utilizzata; a tal proposito, si fa rilevare che l'adozione di carte a curve di livello a grande scala e di recente elaborazione ha consentito il censimento e la dettagliata rappresentazione di tutte le forme, anche quelle più piccole, che a scala minore non avrebbero potuto essere adeguatamente evidenziate.

L'indagine geomorfologica è stata determinante per individuare i processi morfogenetici che agiscono nell'area e che nel loro insieme costituiscono la dinamica morfologica. Senza dubbio, questa carta fornisce un'ampia gamma di informazioni (dagli aspetti puramente fisici all'assetto delle forme naturali ed antropiche) ma, nell'ambito della pianificazione territoriale, lo scopo da perseguire è quello di valutare i processi di maggiore rilievo e la loro influenza sull'ambiente. È importante sottolineare, quindi, che dalla lettura geomorfologica del territorio si devono ricavare non solo le informazioni sulle situazioni di degrado in atto, ma anche le correlazioni fra i vari elementi del paesaggio che consentono di prevedere le dinamiche evolutive dell'ambiente. La potenzialità previsionale di questo tematismo deve essere usata e sviluppata nel modo più opportuno per ottenere una migliore gestione del territorio. Lo studio geomorfologico del territorio, infatti, fornisce una grande quantità di informazioni utili per valutare lo stato della

dinamica morfologica dell'area e per prevedere la sua evoluzione nel periodo immediatamente successivo allo studio stesso.

In base all'interpretazione genetica le forme individuate sono state distinte in:

1. principali forme di pendio;
2. forme, processi e depositi di versante;
3. forme e depositi dovuti alle acque superficiali;
4. forme di origine antropica.

Per l'esatta localizzazione delle forme individuate si rimanda alla Carta Geomorfologica (Tavola G4).

### **Principali forme di pendio**

Nella carta geomorfologica sono stati riportati i versanti sia regolari che irregolari, i crinali collinari, le creste dei rilievi isolati che per il nostro territorio corrispondono agli olistoliti ed i ripiani morfologici posti sui versanti e caratterizzati da bassa acclività e da una variazione di pendenza sia a valle che a monte.

Con il termine di pendio irregolare (Castiglione G.B., 1991) si indica, invece, quei versanti caratterizzati da un'alta densità di forme concave e convesse, irregolarmente o, meglio, caoticamente distribuite. Questo fenomeno è frequente nei terreni argillosi ed è spesso indicatore di antichi movimenti di massa. Spesso tali forme sono associate a brusche rotture di pendio e, cioè, improvvise e decise variazioni delle pendenze, generalmente dovute a variazioni litologiche oppure a faglie di interesse locale.

### **Forme dovute all'azione della gravità**

Nella formazione del paesaggio collinare un elemento fondamentale è determinato dalla gravità. Le principali forme di evoluzione gravitativa sono rappresentate dalle frane, dalle scarpate in arretramento, dai movimenti superficiali, ecc.

Da una prima analisi dei movimenti gravitativi verificatesi nel territorio comunale, si osserva che gli stessi si sono attivati nella quasi totalità in prossimità delle aste fluviali (piede o margine inferiore delle frane esistenti). Infatti, nel tempo i torrenti hanno inciso fortemente i propri letti determinando scarpate subverticali in precario equilibrio che si sono regolarizzate con movimenti di massa oppure con arretramento progressivo. Nel primo caso, si osserva un'azione scalzante alla base dei versanti con conseguente destabilizzazione degli stessi. Le frane, che si identificano in questo caso, sono riconducibili a fenomeni di colata dei materiali (tipiche dei materiali argillosi, delle colte superficiali alterate e delle coltri di frana precedenti) e a fenomeni di scorrimento (più tipici delle formazioni in sede, soprattutto, arenacee). Nel secondo caso, si osserva un arretramento progressivo delle scarpate determinando forti incisioni fluviali senza destabilizzare i versanti retrostanti. In quest'ultimo caso rientrano le scarpate fluviali subverticali generatesi nei materiali detritici in località Cirignano e nei materiali arenacei di alcuni tratti del Torrente Tora.

### **Frane**

Prima di passare all'analisi dei movimenti di massa e alle relative forme, è opportuno specificare la distinzione adottata in cartografia per quanto riguarda lo stato di attività dei fenomeni franosi. E' da sottolineare che la chiave interpretativa adottata è stata scelta in base agli obiettivi da raggiungere, ossia ottenere uno strumento valido per valutare lo stato del territorio ed individuare dove intervenire per risanare o prevenire eventuali dissesti e dove, invece, prevedere nuove espansioni urbanistiche.

Nell'area collinare del territorio comunale, in ragione della fragilità geologica e litotecnica, la presenza di fenomeni franosi fa parte delle caratteristiche dello stesso territorio e numerosissime sono le zone interessate. Per quanto riguarda lo stato di attività, i processi franosi cartografati sono stati distinti in **attivi e quiescenti**.

Le **frane attive** comprendono i fenomeni attualmente in movimento ed in continua evoluzione, le cui dinamiche e modificazioni possono essere registrate in un breve intervallo temporale; si tratta, quindi, di fenomeni che non hanno raggiunto condizioni di equilibrio. Queste frane possono alternare periodi di massima dinamica a periodi di inattività temporanea generalmente legati al ciclo stagionale.

Gran parte di tali frane non ha subito sostanziali evoluzioni negli ultimi anni, ma è facilmente prevedibile che, in concomitanza con precipitazioni superiori alla media, si possano verificare riprese nell'attività dinamica delle stesse frane. Durante il periodo di inattività, tali frane mostrano, comunque, indicatori idonei a far ritenere una più o meno prossima ripresa del movimento.

Le **frane quiescenti** sono quelle mobilizzate in condizioni morfologiche e climatiche simili alle attuali, ma che risultano in apparente stato di stabilità. Il movimento può riprendere, sia lungo la nicchia di distacco che nel cumulo della frana, in occasione di sensibili variazioni morfologiche, di eventi climatici anomali o in caso di adeguate sollecitazioni transitorie (interventi antropici, sisma, ecc.). Si tratta, quindi, di frane passive che possono essere riattivate dalle proprie cause originali; in sostanza, risultano fenomeni franosi per i quali permangono le cause di movimento.

Si precisa che non è da escludere che nelle frane quiescenti possono rientrare anche alcune frane attive che al momento del rilievo non presentavano manifesti indizi di attività e, viceversa, data la scala del rilievo, alcune frane probabilmente attive sono state incluse fra quelle quiescenti. Infine, non è da escludere che alcune frane stabilizzate sono state rilevate come quiescenti.

I tipi di frana identificati sono stati raggruppati secondo le loro caratteristiche in: frane di scorrimento e frane di colamento. Tale schematizzazione si è resa necessaria ai fini cartografici, ma le frane che sono state rilevate sono, per la maggior parte, di tipo complesso e, in molti casi, sono delle riattivazioni parziali

all'interno del sistema di frane. In generale, si rileva che le frane di scorrimento evolvono in colamento.

Per quanto riguarda l'ubicazione dei fenomeni franosi, questi sono distribuiti nella zona collinare (vedi Carta Geomorfologica).

### **Creep ss. ed alti fenomeni gravitativi superficiali**

Nella carta geomorfologica con tali forme vengono indicati tutti i movimenti gravitativi superficiali. Ai fini del presente lavoro, tale raggruppamento è giustificabile per la sovrapposizione di più fenomeni superficiali in aree ristrette.

In generale, si tratta di creep o soliflusso interessato da piccole colate superficiali, di erosione calanchiva inframmezzata a movimenti di massa e di scorrimenti traslativi superficiali. Quindi, in tale categoria vengono inclusi i movimenti lenti della porzione più superficiale che si manifestano con la deformazione dei versanti e la creazione delle tipiche ondulazioni delle coltri superficiali; spesso, in ragione dell'attività antropica, questi fenomeni evolvono in modeste e locali frane di colamento.

Questi fenomeni interessano pochi metri di spessore e generano le tipiche ondulazioni osservabili in un'ampia porzione del territorio; frequentemente se è presente una copertura erbosa essa rimane intatta e si deforma insieme al terreno. Questi fenomeni spesso vengono mascherati dall'attività agricola.

### **Scarpate in arretramento**

Nella carta geomorfologica le scarpate non sono state distinte singolarmente, ma esse sono state inglobate all'interno di un areale più esteso che si allarga dai cigli della stessa scarpata fino a comprendere le aree circostanti, prive di rotture di pendenza ma, comunque, significativamente acclivi. In ogni caso, quando all'interno di tali zone sono individuati fenomeni gravitativi di versante più estesi, sia attivi che quiescenti, questi sono stati sempre cartografati come frane.

Queste forme si rinvengono nei materiali del detrito di falda e nei materiali arenacei della Formazione di Castelvetere.

### **Forme e depositi dovuti alle acque superficiali**

I depositi, dovuti alle acque superficiali, caratterizzano buona parte del territorio comunale. In particolare, il settore sud-occidentale è caratterizzato da terrazzi di origine fluvio-lacustre inattivi. Sul territorio comunale è possibile individuare due ordini (forse anche ordini superiori) di terrazzi fluvio-lacustri che attualmente sono mascherati o oblitterati dalle opere antropiche e, pertanto, in cartografia sono stati delimitati come un unico terrazzo interrotto unicamente dai terrazzi fluviali degli attuali torrenti.

Questi ultimi terrazzi caratterizzano diverse zone limitrofe ai torrenti e si presentano in differenti stati di attività. Le indagini hanno evidenziato terrazzi fluviali completamente inattivi ai margini del Torrente Paduli; terrazzi quiescenti nelle zone vallive dei Torrenti Varco, Tesa, Badia, Pontecane, Tora e Serretelle e, in ultimo, terrazzi fluviali attivi nel tratto medio-vallivo del Torrente Tora. In merito ai terrazzi quiescenti, si precisa che gli stessi sono stati classificati come tali anche per le condizioni morfologiche di degrado e la riduzione, ad opera dell'uomo, della sezione fluviale dei rispettivi torrenti.

Altre forme generatesi ad opera delle acque superficiali e dal colluvionamento dei materiali, sono alcune piccole conoidi sia quiescenti che inattive. In riferimento a queste ultime, si precisa che per la conoide che si sviluppa allo sbocco del Torrente Varco necessitano ulteriori studi per definire il reale stato di attività della stessa.

### **Forme di origine antropica**

Tra le attività antropiche, che generano processi morfogenetici sul territorio, devono essere ricordate: le attività agrarie, le cave attive o dismesse e le discariche.

Le attività agrarie, con le frequenti arature delle coltri argillose, spesso incidono ed innescano fenomeni erosivi come i ruscellamenti diffusi che evolvono spesso in solchi di erosione. Inoltre, gli agricoltori, soprattutto in passato, hanno realizzato terrazzamenti dei versanti, di cui rimane ancora traccia. Tra le diverse

scarpate morfologiche rinvenute, alcune di esse sono di origine antropica ed altre sono scarpate naturali rimodellate dall'uomo. Rari sono i casi di scarpate prettamente naturali.

Attualmente l'attività, che incide maggiormente sui processi morfogenetici, è rappresentata dalle cave, di cui risultano attive solo due nei materiali argillosi, mentre molti sono i segni di antiche estrazioni che spesso sono oramai rinaturalizzate e di difficile identificazione.

In particolare, il settore orientale del territorio comunale è stato fortemente rimodellato dalle attività connesse all'estrazione delle argille plioceniche grigio-azzurro. Tali materiali sono stati oggetto di sfruttamento fin dall'antichità con piccole cave alle quali si sono sovrapposte le attuali cave.

Altre cave dismesse si rinvergono nei tufi grigi in località Tufara, nei detriti di falda in località Cirignano, nei materiali arenacei in località Sperata e nei materiali lapidei di alcuni olistoliti.

## 5.2 CARTA CLIVOMETRICA

L'importanza di questa carta viene messa in evidenza dalla considerazione che l'aumento progressivo della pendenza di un versante corrisponde, in molti casi, ad un aumento del suo grado di instabilità.

La carta è stata allestita col metodo della distanza in modo tale da fornire la pendenza P (%) fra due curve di livello contigue in funzione dell'equidistanza D e della distanza L fra le due isoipse, secondo la seguente formula:

$$P = 100 D/L$$

Ovviamente, la scelta delle classi non è casuale, ma deriva dal riconoscimento sperimentale di alcuni valori limite in funzione di specifiche finalità operative.

In particolare, si definiscono le seguenti soglie:

- fino al 5% non si hanno difficoltà morfologiche;
- fino al 15% non si hanno, in genere, controindicazioni in termini di stabilità dei versanti;

- dal 15% al 25% si possono verificare stati di instabilità dinamica in litologie costituite dalle argille, sabbie sciolte e detrito con la presenza di falda superficiale;
- dal 25% al 35% si possono verificare dissesti nelle litologie sopra elencate anche in assenza di acqua e rappresentano l'estremo limite per l'impiego di mezzi meccanici in agricoltura;
- un'acclività maggiore al 35% deve essere considerata a decremento della stabilità di tutti i versanti e ciò inciderà negativamente sulla valutazione finale della pericolosità del pendio in maniera progressiva con l'aumentare della pendenza.

Da quanto sopra esposto, si deduce che la carta delle pendenze rappresenta uno strumento di primaria importanza per la realizzazione della carta della stabilità perché con il progressivo aumento delle pendenze (a parità di condizioni litotecniche e giacaturali) si ha un aumento del grado di instabilità di una pendice.

Una maggiore inclinazione del versante favorisce, inoltre, l'erosione superficiale con trasporto a valle del materiale detritico asportato da parte delle acque di corrivazione; al contrario, un'inclinazione minore della pendice favorisce i processi chimico-fisici di alterazione del substrato con formazione di suolo, data la maggiore permanenza delle acque di ristagno.

Il criterio adottato consente di avere un quadro più ampio e meglio rappresentativo della morfologia di tutto il territorio comunale con evidente possibilità di individuare in modo puntuale le unità morfologiche più appariscenti.

Si possono identificare, innanzitutto, forme nelle aree corrispondenti all'unità collinare. Nell'ambito di quest'ultima sono distinguibili i pianori sommitali, le aree di versante e le zone di impluvio. In tale unità si contraddistinguono le zone di affioramento dei litotipi calcarei (olistoliti) che emergono, dal contesto della morfologia, con pendenze elevate e le zone di affioramento degli olistostromi che tendono a ridurre le pendenze. Inoltre, in tale

unità si evidenziano con basse pendenze le zone di affioramento dei materiali rimaneggiati dai movimenti gravitativi.

L'incidenza della litologia sulla distribuzione dell'acclività è più evidente nella zona pedemontana che nel complesso si distacca completamente con pendenze comprese tra il 5÷15%, dalle colline e dalla Valle Caudina; qui, invece, il rapporto della pendenza diventa più sfumato fino a diventare del tutto irrilevante tale da costituire un'unità morfologica di pianura.

### **5.3 CARTA DELLA STABILITÀ**

La carta della stabilità (Tavola G6) è il risultato della sovrapposizione della carta geologica, della carta geomorfologia e della carta delle pendenze, unitamente alle considerazioni scaturite dalle osservazioni sul terreno, dalle indagini in sito e dalle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni.

Nell'elaborato grafico, le aree a diverso grado di stabilità sono state così definite:

- a. aree stabili;
- b. aree di media stabilità;
- c. aree potenzialmente instabili;
- d. aree instabili.

Le aree definite “stabili” sono quelle in cui non si rilevano forme di dissesto in atto o potenziale. Le stesse non sono soggette agli effetti di fenomeni di dissesto, presenti in aree adiacenti, e laddove non si rilevano fattori predisponenti al dissesto.

Le aree definite “di media stabilità” sono caratterizzate da scarse evidenze di fenomeni di dissesto potenziale. In tali aree l'incremento dell'acclività costituisce un fattore predisponente al dissesto in funzione dei litotipi (acclività, spessori consistenti in depositi sciolti di copertura, caratteristiche strutturali del substrato roccioso, caratteristiche idrogeologiche e contrasti di permeabilità, condizioni attuali di uso del suolo, prossimità ad aree interessate da dissesto).

Le aree definite “potenzialmente instabili” sono caratterizzate dalla presenza di fenomeni di dissesto attualmente quiescenti, ma con elevata probabilità di riattivazione per la presenza di evidenti manifestazioni di fenomeni di dissesto potenziale o per la concomitanza di più fattori con caratteristiche fortemente predisponenti al dissesto. Nell’elaborato grafico le diverse zone sono state suddivise in base ai fenomeni gravitativi che concorrono all’instabilità dell’area stessa. Le diverse aree potenzialmente instabili sono state ordinate dall’alto verso il basso in funzione del grado di instabilità potenziale.

Le aree definite “instabili” sono caratterizzate dalla presenza di fenomeni di dissesto attivo o di fenomeni di dissesto con elevata probabilità di riattivazione.

#### **5.4 ANALISI DEI DISSESTI ATTUALI**

Di seguito si riporta l’elenco dei dissesti attivi o di recente riattivazione rilevati in questo studio, successivamente cartografati e numerati nella Carta della Stabilità (Tavola G6).

I dissesti riportati, nella quasi totalità dei casi, rientrano in sistemi di frane più estesi (concettualmente definito in Guida et al., 1988) che attualmente si presentano quiescenti o inattivi. In molti casi, si tratta di riattivazioni parziali dei suddetti sistemi di frane.

Nella presente analisi non vengono riportati i dissesti superficiali, i dissesti lungo le scarpate in arretramento e le fenomenologie riconducibili a crolli e/o ribaltamento dei materiali lapidei. Per l’ubicazione di quest’ultimi si rimanda alla Carta Geomorfologica e alla Carta della Stabilità.

Si precisa che l’elenco dei dissesti costituisce il punto di partenza per ulteriori analisi sulla pericolosità da frana del territorio comunale e rappresenta la base per implementare corretti e razionali processi decisionali di pianificazione territoriale.

##### ***Dissesto n. 1***

Esso è ubicato sulla sponda sinistra del Torrente Varco ai confini con il territorio comunale di Bonea. Il dissesto di recente riattivazione è inserito in un

55/118

sistema di frane che si sviluppa a limite dei due territori comunali. Il fenomeno si presenta di tipo colata e si è sviluppato nei materiali mobilizzati da precedenti frane. In tale sistema di frane sono osservabili diverse frane di tipo colata, impostate su frane di maggiori dimensioni di tipo scorrimento traslativo dei materiali argillosi e calcarei del Flysh Rosso.

#### ***Dissesto n. 2***

Tale dissesto, situato sulla sponda destra del Torrente Rivullo, è composto da una colata attiva (2b), da uno scorrimento di recente attivazione (2a) e da una colata quiescente ubicata più a monte. Le due colate suddette, riportate in cartografia come colate singole, traggono origine da un insieme di attivazioni e/o riattivazioni parziali. La famiglia di frane (concettualmente definita in Guida et al., 1988) è stata generata dall'azione di erosione e scalzamento al piede del versante, unitamente alle condizioni litologiche ed idrogeologiche. Viceversa, lo stesso fenomeno erosivo dell'alveo, sulla sponda opposta ha determinato una scarpata subverticale nei materiali detritici.

#### ***Dissesto n. 3***

Si tratta di una colata singola quiescente con diversi fenomeni di riattivazione parziale della stessa colata. Tale colata è ubicata sul versante destro del Torrente Rivullo. Il piede della frana si rileva in prossimità di un tributario di destra dello stesso torrente a quota 385 mt. s.l.m. e la zona di distacco della frana si rinviene nel territorio di Bonea a circa 515 mt. Il dissesto si è attivato nei materiali argillosi-marnosi di un olistostroma che affiora nella zona. Tale olistostroma non è stato cartografato perché è stato obliterato dai materiali della colata stessa e dai materiali colluviali.

#### ***Dissesto n. 4***

Si tratta di un sistema di frane che si sviluppa sul versante destro del Torrente Rivullo da quota 415 mt. a quota 525 mt. s.l.m. circa. In tale sistema si osservano diversi fenomeni di riattivazioni attuali o recenti. Non mancano fenomeni di primo distacco e, quindi, di ampliamento dello stesso nelle zone di monte. Il sistema è

caratterizzato dalla predominanza di frane da scorrimento nella zona sud e dalla predominanza di frane da colamento nella zona nord. Tale differenziazione è dovuta alla diversa natura litologica delle due zone. In cartografia è stato delimitato un primo movimento gravitativo (4a), caratterizzato da più riattivazioni parziali di tipo scorrimento su una frana quiescente impostata, a sua volta, su uno scorrimento rotazionale più antico. Un secondo movimento gravitativo attuale (4b) con caratteristiche di tipo colata si rileva nell'area centrale del sistema. Infine, in cartografia è stato riportato un gruppo di frane (4c) di tipo colata che si sono mobilizzate a nord del sistema suddetto in materiali prettamente argillosi. In tale zona si rilevano diverse frane attive di primo distacco e diverse riattivazioni di frane quiescenti.

#### ***Dissesto n. 5***

Vengono raggruppate tre frane attive inserite in un ampio sistema di frane che si rileva su entrambi i versanti del Torrente Rivullo ed ha coinvolto il torrente stesso. In particolare, nel 1940 si è attivato uno scorrimento-colata di circa 1300 metri di lunghezza che si estende dai territori comunali di Bonea e di Tocco Caudio fino a quota 530 mt. L'evento franoso, innescatosi in litologie argillose-marnose, nel suo percorso verso valle ha obliterato i precedenti movimenti di massa del sistema. Attualmente, il suddetto evento si mostra quiescente ed il sistema nel suo insieme risulta attivo nelle zone della nicchia di distacco. Nel territorio comunale di Montesarchio, attualmente, risultano attive alcune frane di ampliamento del sistema sui fianchi dello stesso. Di tali attivazioni laterali merita particolare attenzione il dissesto (5b) che in forma di frana complessa (roto-traslativa) minaccia di coinvolgere il Torrente Rivullo.

#### ***Dissesto n. 6***

Esso è ubicato in destra orografica del Vallone Sperata. Si tratta di due piccoli scorrimenti alla base di un sistema di frane che si sviluppa nel territorio comunale di Tocco Caudio. Le litologie coinvolte sono le argille scagliose e, limitatamente, le arenarie della Formazione di Castelvetere.

***Dissesto n. 7***

Tale dissesto si rinviene in località Sperata. Si tratta di un'associazione di due frane, di cui una di recente riattivazione. Quest'ultima presenta le caratteristiche di una colata di tipo superficiale. A nord di tale colata si rilevano altri fenomeni di tipo superficiale.

***Dissesto n. 8***

Esso si rileva sulla sponda destra del Torrente Paduli da quota 483 mt. a quota 505 mt. s.l.m. Si tratta di più frane complesse che hanno mobilizzato i materiali argillosi e calcareo marnosi dell'olistostroma ivi affiorante. La prima frana, posta a valle (8a), è caratterizzata da movimenti prevalenti di tipo colata con diverse riattivazioni parziali. Il limite della frana non è ben definibile perché alla stessa si sovrappongono diversi movimenti di tipo plastico-viscoso (superficiali) difficilmente delimitabili. La seconda frana (8b) di tale versante è riconducibile ad uno scorrimento con prevalente spostamento rotazionale. Anche per tale frana si osservano diverse attivazioni parziali. L'ultima area attiva (8c) su questo versante si rileva più a monte con due piccoli scorrimenti con maggiore componente rotazionale. La retrocessione della corona, per fenomeni secondari, attualmente investe anche Via Sperata.

***Dissesto n. 9***

Si tratta di una frana singola che si rileva a nord di Via Paduli. Tale frana, a cinematisma lento, presenta le caratteristiche di uno scorrimento traslativo con locali attivazioni parziali.

***Dissesto n. 10***

Si rileva in prossimità di Via Paduli sulla sponda sinistra dell'omonimo torrente. Si tratta di uno scorrimento rotazionale con rapporto larghezza/lunghezza prossimo ad 1 (tipo "*spoon shaped*"). Tale movimento si inserisce in un contesto morfologico caratterizzato da una notevole incisione fluviale con scarpata in forte arretramento.

### ***Dissesto n. 11***

Si tratta di una frana singola di tipo colata a cinematiso rapido. Essa è impostata su terreni prevalentemente argillosi-marnosi ed è ubicata in sinistra orografica del Torrente Paduli a quota 420 mt. circa.

### ***Dissesto n. 12***

Il dissesto è ubicato in località Moione in un sottobacino di sinistra del Torrente Paduli. Il fenomeno si caratterizza con una sequenza di frane, con nicchie di distacco parallele ed adiacenti, che confluisce in un unico canale di flusso. Il movimento dei diversi corpi di frana è di tipo scorrimento/colata per divenire, nel canale di flusso adagiato ai margini della linea di impluvio, una colata vera e propria.

### ***Dissesto n. 13***

Questo fenomeno di dissesto è costituito da un sistema di frane con diversi scenari di riattivazioni. In generale, si assiste ad una progressiva retrogressione verso monte del sistema e ad un rigonfiamento-disarticolazione verso valle dello scorrimento rotazionale centrale più antico, innescatosi in successioni pelitico-arenacee, le quali prima si rigonfiano e, poi, si evolvono in frane secondarie complesse (scorrimento-colate) che, a loro volta, si sovrappongono ai corpi deposizionali più antichi. Il versante opposto, rispetto al sistema suddetto, è dissestato da una colata singola (13b) attivatosi nell'argille marnose appartenenti alla Formazione delle Argille Varicolori (Olistostroma).

### ***Dissesto n. 14***

Tale dissesto, di dimensioni areali piccolo, si rileva ad est dell'abitato di Cirignano in destra orografica del Torrente Paduli. Si tratta di una frana con diverse riattivazioni parziali di un evento singolo precedente. Le riattivazioni di età recente hanno le caratteristiche di colate viscosi. L'attivazione e le diverse riattivazioni di tale dissesto sono da mettere in correlazione alle particolari condizioni idrogeologiche. Localmente, infatti, si osserva il travaso della falda che si rinviene

nei materiali detritici di monte. Il susseguirsi degli eventi gravitativi hanno determinato l'arretramento della nicchia di distacco e, quindi, anche della scarpata detritica.

#### ***Dissesto n. 15***

Sul versante sinistro del Torrente Paduli a quota 330 mt. s.l.m. si rileva un insieme di eventi in successione spaziale e temporale di tipo scorrimento/colata. Sono osservabili sul versante movimenti sia rotazionali che traslativi sui quali, per l'evoluzione degli stessi, si sono sviluppate delle colate. Tali frane sono in parte riattivazioni parziali al piede di un complesso sistema di frane ed in parte collocate in zone di primo distacco di ampliamento verso sud del sistema di frane. Nella zona di monte non è stato possibile delimitare correttamente il sistema poiché si rinvengono forme morfologiche di indubbia genesi.

#### ***Dissesto n. 16***

Sul versante nord del Castello si rilevano due colate (16a) di recente riattivazione. Spostandosi verso monte, nella zona a valle di Via S. Cappetto, si rileva una riattivazione di un movimento gravitativo di tipo scorrimento con carattere prevalentemente traslativo (16b). Nella zona di coronamento, tale fenomeno ha generato negli ultimi anni una scarpata di circa un metro. A nord, rispetto a tali dissesti, si rinviene una colata di recente attivazione (16c). I suddetti dissesti sono inseriti in un sistema di frane che si sviluppa su tutto il versante compreso da Via S. Cappetto a Via V. Bellini. Infatti, in tale area si rilevano diverse frane quiescenti di riattivazione parziale o di ampliamento del sistema di frane. In particolare, in località Pantano è possibile osservare una colata quiescente plurisorgente che si sviluppa dallo spartiacque superficiale alla base del versante condizionando fortemente l'assetto morfologico ed idrografico del versante stesso. Si osservano, inoltre, su tale versante, altre frane quiescenti e fenomeni superficiali di tipo creep sia all'interno dei cumuli di frane che al margine sud del sistema di frane. Si precisa che in tale sistema di frane si rinvengono aree interessate da frane da ritenere inattive.

### ***Dissesto n. 17***

Nel bacino di monte del Torrente Pontecane e, precisamente, da quota 320 mt. s.l.m. fino allo spartiacque superficiale in prossimità della Masseria Frattaro, si rinviene una colata plurisorgente quiescente con tre aree di riattivazione parziale attuali. La prima area attiva interessa la zona di piede della frana (17a). In realtà, si tratta di una frana complessa adiacente (successiva) alla suddetta frana con periodiche riattivazioni parziali ben osservabili in prossimità della S. P. Vitulanese e di Via F. Quarantiello. Una seconda zona attiva (17b), caratterizzata da un movimento di tipo colata, si rinviene sul versante destro del torrente. La terza area attiva interessa la zona della nicchia principale di distacco. Quest'ultima con movimenti a carattere traslativi ha dissestato fortemente Via Monaca 3.

Nel suo insieme il fenomeno gravitativo, la cui lunghezza è di circa 1450 metri, ha fortemente modellato il versante ed ha influito sul sistema drenante. Infatti, si osservano mammellonature, rigonfiamenti, depressioni e adattamento del sistema drenante ai fianchi della frana stessa. Attualmente, i materiali di frana sono interessati da *creep* superficiale.

### ***Dissesto n. 18***

Collocato in località Porretta ad est della Masseria Crisci, si compone di una frana complessa, ubicata in sinistra orografica del torrente, e di una frana singola sul versante opposto. La prima frana coinvolge il versante fino allo spartiacque superficiale che nella zona è rappresentato da Via Porretta.

### ***Dissesto n. 19***

Si tratta di una frana singola di tipo scorrimento traslativo che evolve in colata. Tale dissesto risulta di recente attivazione e mostra evidenti segni di attività. Il dissesto è ubicato a valle di Via Fievo 2 sul versante sinistro della locale incisione torrentizia.

### ***Dissesto n. 20***

Esso è ubicato in località Muraglione e coinvolge la S. P. Vitulanese da quota 390 mt. a quota 400 mt. s.l.m. Si compone di più colate adiacenti (gruppo di frane)

con diversi stati di attività. Il gruppo di frane attualmente è caratterizzato da un cinematisma lento che localmente per riattivazioni parziali può divenire rapido.

#### ***Dissesto n. 21***

Si tratta di un sistema di frane ubicato in località Porrelle. Tale sistema di frane coinvolge l'intero bacino di monte del Torrente Badia nell'area compresa da Casa Parente alla S.P. Vitulanese.

Su tale versante si rilevano dei caratteristici “*terrazzetti di frana*”. Si tratta di piccole aree con pendenze ridotte e, comunque, vicine all'orizzontale, limitate a monte ed a valle da due rotture di pendenza. Queste zone, disposte a diverse altezze lungo il pendio, sono particolarmente evidenti in aree di recente attivazione degli spostamenti in massa. Tali movimenti di massa si manifestano soprattutto con fenomeni di tipo colamento con superfici di scorrimento non ben definibili geometricamente. I movimenti sono generalmente lenti ed avvengono presumibilmente lungo tante superfici di scorrimento relative senza mai raggiungere una netta separazione tra la massa in movimento e quella in quiete.

Il sistema in oggetto risulta particolarmente attivo nella zona di valle (21a e 21b) e nella zona di alimentazione (21c). Date le condizioni geomorfologiche, litologiche ed idrogeologiche è anche plausibile un arretramento progressivo del sistema di frane verso monte. Si precisa, inoltre, che in quest'ultima zona non è stato possibile delimitare e, quindi, cartografare le forme morfologiche riconducibili all'azione della gravità.

#### ***Dissesto n. 22***

Esso è ubicato in località Tora. Si tratta di frane singole attive di tipo colate “viscose” a carattere stagionale. Sono colate di tipo superficiali con superficie di scorrimento all'interno della coltre di alterazione superficiale. Tali fenomeni sono osservabili nella zona di valle del versante e, precisamente, nella zona dove affiorano le argille grigio-azzurro del Pliocene.

***Dissesto n. 23***

Con tale dissesto si intendono tre frane singole ubicate in un sottobacino di destra del Torrente Tora. Dette frane si inseriscono in un sistema geomorfologico caratterizzato da una notevole erosione lineare e da scarpate fluviali in arretramento.

***Dissesto n. 24***

Si tratta di un sistema di frane ubicato nel bacino del Vallone Vacciano. Attualmente, questo sistema di frane si presenta particolarmente attivo nella zona di valle e, precisamente, con una colata attiva ubicata in destra orografica (24a), con una riattivazione parziale di tipo scorrimento/colata del cumulo di frana (24b) e con una riattivazione di tipo colata sul versante sinistro (24c). Si osservano, inoltre, sia all'interno che all'esterno del sistema, diversi fenomeni superficiali di tipo creep.

***Dissesto n. 25***

Esso è ubicato in sinistra orografica del Vallone Vacciano. Le caratteristiche dei movimenti gravitativi sono di tipo complesso con predominanza di movimenti traslativi. Nel suo insieme la frana si presenta di recente attivazione con aree particolarmente attive. Il movimento gravitativo è inserito in un contesto geomorfologico caratterizzato da una profonda incisione fluviale con scarpate in forte arretramento.

***Dissesto n. 26***

Lo stesso è inserito nel medesimo contesto geomorfologico del precedente dissesto, ma ubicato in destra orografica del predetto vallone. Il dissesto si compone di due frane adiacenti di tipo colate traslative di recente attivazione.

***Dissesto n. 27***

Sono stati riuniti tre dissesti attivi ubicati in un sottobacino di destra del Torrente Canne. Il primo dissesto, caratterizzato da movimenti di tipo traslativi, si rileva a monte del sottobacino e si deve considerare come riattivazione parziale di una frana complessa arealmente più estesa. Attualmente la zona attiva (27a) di tale dissesto si rinviene immediatamente a valle della S. P. Vitulanese. Il secondo

dissesto attivo, che coinvolge la Strada Vic. Fievo (27b), è di tipo scorrimento/colata. L'ultimo dissesto attivo (27c) con caratteristiche di tipo colata traslativa dei materiali superficiali si rinviene sul versante destro. È da precisare che tale sottobacino, caratterizzato da una notevole erosione areale, è sede di evidenti e diffusi dissesti (superficiali e/o profondi) sia attivi che quiescenti (vedasi Carta Geomorfologia).

#### ***Dissesto n. 28***

In tale dissesto si raggruppano due colate attive che rientrano in un sistema di frane ubicato sul versante destro del Torrente Canne a valle dell'omonima strada. Le due colate sono delle riattivazioni parziali con movimenti di tipo traslativo che evolvono in colate. All'interno del sistema di frane sono osservabili, inoltre, diversi movimenti attivi di piccole dimensioni e fenomenologie di tipo plastico-viscose.

#### ***Dissesto n. 29***

Si tratta di una frana attiva di tipo complessa bilobata, nel senso che si osservano due aree di alimentazione principali. La frana risulta particolarmente attiva ed ha dissestato anche il tratto di valle di Via Canne. Adiacente a tale frana si rileva un piccolo scorrimento rotazionale attivo.

#### ***Dissesto n. 30***

Si tratta di due dissesti recenti inseriti in un vasto sistema di frane ubicato in destra orografica del Torrente Canne. La prima frana attiva del sistema (30a), ubicata a sud di Casa Damiani, si presenta con movimenti prevalenti di tipo traslativi e subordinatamente con movimenti rotazionali. La seconda, ubicata a nord di Casa Damiani, risulta di recente attivazione ed è caratterizzata da movimenti prevalentemente rotazionali. Nei cumuli di frana a valle del sistema si osservano fenomeni superficiali e riattivazioni parziali di piccole aree.

#### ***Dissesto n. 31***

Esso è ubicato in destra orografica del Torrente Canne sul versante est di Colle Monaca. Tale movimento gravitativo è caratterizzato da movimenti

prevalentemente traslativi che evolvono in colata. Il dissesto si compone di due frane adiacenti, di cui una attiva.

***Dissesto n. 32***

Questo dissesto è ubicato immediatamente ad ovest di Monte Mauro ed è inserito in un sistema di frane caratterizzato da movimenti gravitativi di tipo colate con superficie di scorrimento impostate nella coltre superficiale. Il sistema di frane è caratterizzato da diverse riattivazioni parziali e da fenomeni plastico-viscoso arealmente non delimitabili.

***Dissesto n. 33***

Esso si compone di due frane singole con caratteristiche simili. Si tratta di due colate a cinematismo, talvolta rapido, con movimenti prevalenti di tipo traslativo nella zona di distacco. Le due colate si sviluppano per circa 400 mt. sul versante sinistro del Vallone degli Zingari in località Campopiano.

***Dissesto n. 34***

Esso è ubicato sul versante opposto al precedente, versante destro, ed è caratterizzato da una frana di primo distacco adiacente ad un movimento gravitativo quiescente più vasto.

***Dissesto n. 35***

Tale dissesto è ubicato in sinistra orografica del Vallone degli Zingari. Esso è composto da un insieme di frane adiacenti e variamente giustapposte ed interconnesse (associazione di frane) con caratteristiche di tipo scorrimento/colata. L'associazione di frane mostra evidenti fenomeni di attività.

***Dissesto n. 36***

Questo dissesto si sviluppa nel territorio comunale di Apollosa ed invade il territorio comunale di Montesarchio, in prossimità di Via Vic. Capriate, con la zona di accumulo della frana stessa. Il movimento gravitativo attivo si caratterizza con un movimento di tipo colata. Su tale versante, inoltre, si segnalano fenomeni di tipo plastico-viscoso ed altri movimenti gravitativi quiescenti.

***Dissesto n. 37***

Lo stesso si compone di due piccole colate adiacenti ubicate in destra orografica del Vallone degli Zingari.

***Dissesto n. 38***

Esso è caratterizzato da una frana singola di tipo scorrimento/colata. Il movimento prevalente è di tipo traslativo. La frana è ubicata in sinistra orografica del Vallone degli Zingari.

***Dissesto n. 39***

Tale dissesto si sviluppa sull'intera altezza del versante e, precisamente, da Via Fiego, zona della nicchia di distacco, fino al Vallone degli Zingari. Il dissesto si compone di una frana singola con caratteristiche tipiche di una colata.

***Dissesto n. 40***

Esso è caratterizzato da una frana singola di tipo scorrimento/colata di recente attivazione. Tale dissesto è ubicato immediatamente ad est della Masseria Supino.

***Dissesto n. 41***

Tale dissesto è ubicato sul versante, posto dirimpetto al precedente dissesto, in sinistra orografica del Vallone degli Zingari ed è caratterizzato da una frana singola di tipo scorrimento/colata con prevalenti movimenti traslativi.

***Dissesto n. 42***

Esso è posizionato in sinistra orografica del Torrente Canne sul versante ovest rispetto alla Masseria Supino. In tale dissesto sono state accorpate due frane singole sviluppatesi sullo stesso versante. La frana, contraddistinta con il numero 42a, dissestando il versante dallo spartiacque superficiale alla linea di impluvio, si caratterizza con una frana singola di tipo scorrimento-colata con movimenti predominanti di tipo traslativo e limitatamente di tipo rotazionale che verso valle si trasforma in colata. Il secondo dissesto, denominato 42b, si genera nella zona intermedia del versante ed è caratterizzato da movimenti prettamente traslativi.

***Dissesto n. 43***

In tale dissesto sono state riunite due frane inserite in un ampio sistema di frane ubicato sul versante sinistro del Torrente Tora in prossimità della sorgente Marone. Il sistema di frane è caratterizzato da diverse riattivazioni parziali e da frane di primo distacco per arretramento progressivo verso monte del sistema stesso. Le caratteristiche del movimento delle diverse frane sono da ricondurre a scorrimenti sia rotazionali che traslativi. Le due frane attive (43a e 43b) sono delle riattivazioni parziali ai piedi del sistema ed hanno un movimento prevalente di tipo traslativo. I materiali coinvolti sono prevalentemente le arenarie della Formazione di Castelvete.

***Dissesto n. 44***

Questo dissesto, di piccole dimensioni e di recente attivazione, è situato in sinistra orografica del Torrente Tora. Esso si compone di due frane adiacenti con movimenti prevalentemente traslativi.

***Dissesto n. 45***

Esso è ubicato a monte dell'abitato di Tufara Valle in località Fiego. Il dissesto è costituito da un gruppo di frane particolarmente attive con movimento prevalente di tipo scorrimento-colata.

***Dissesto n. 46***

Anch'esso è ubicato a monte dell'abitato di Tufara Valle, ma con caratteristiche differenti. Infatti, in questo caso, si tratta di una colata singola con cinematismo da lento a rapido.

***Dissesto n. 47***

Tale dissesto è inserito in un ampio sistema di frane quiescente che coinvolge entrambi i versanti del Rio Borretto. All'interno del sistema, i movimenti gravitativi sono stati generalmente di tipo scorrimento evolutesi in colate, ma episodicamente si sono verificate delle riattivazioni parziali a cinematismo rapido. Il dissesto attivo è ubicato sulla sponda sinistra del suddetto Rio ed è caratterizzato da un movimento complesso di tipo scorrimento-colata.

## **5.5 CARTA DELLA TRASPOSIZIONE IN SCALA 1:5000 DEL PROGETTO DI PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (TAV. G10)**

Il Comune di Montesarchio rientra nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno.

La suddetta Autorità ha redatto ed approvato, ai sensi della Legge n. 183/89 e s.m.i., il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico [PSAI-Rf], quale strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso del territorio relative all'assetto idrogeologico del bacino idrografico.

Detto PSAI-Rf contiene l'individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico, le norme di attuazione, le aree da sottoporre a misure di salvaguardia e le relative misure.

Nell'ambito del PSAI-Rf dell'Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno sono state individuate e perimetrare classi di rischio e classi di attenzione (queste ultime relative ad aree non urbanizzate nelle quali sono stati riconosciuti scenari di franosità significativi) sulla base di una serie di analisi e studi sviluppati a scala 1:25.000.

In merito al piano stralcio redatto dall'AdB ed essendo un piano sovraordinato in scala 1:25000, si è proceduto alla trasposizione dello stesso in scala 1:5000 (scala di elaborazione del PUC) senza apportare nessuna modifica. Quindi, le aree perimetrare vengono conservate fedelmente rispetto al piano stralcio per l'assetto idrogeologico. Nella trasposizione si è provveduto unicamente all'adattamento morfologico e geomorfologico eliminando gli errori cartografici che solo un rilievo topografico di maggior dettaglio può evidenziare. L'adattamento geomorfologico è stato effettuato con l'ausilio del rilevamento di campagna e mediante fotointerpretazione.

## **6. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO ED IDROGRAFICO**

La Carta Idrogeologica, in scala 1:5.000 - TAV. G7, è stata redatta prendendo in considerazione il sistema idrografico, idraulico ed idrogeologico del territorio. Ad integrazione di ciò è stato condotto un rilievo idrogeologico che ha consentito di effettuare punti di misura della falda, ove possibile, e di individuare le sorgenti nell'area di studio. Lo studio idrologico è stato finalizzato alla conoscenza della distribuzione delle risorse idriche del territorio comunale e alla salvaguardia delle stesse. A tale scopo sono stati effettuati diversi sopralluoghi per chiarire le situazioni specifiche e per verificare, dal punto di vista idrogeologico, le distribuzioni areali ed i rapporti di giacitura tra litofacies a contatto.

Nella Carta Idrogeologica sono stati riportati i vari complessi idrogeologici, il cui coefficiente di permeabilità non è stato definito in maniera, ovviamente, rigorosa, in quanto gli stessi complessi sono costituiti da formazioni non omogenee. Nella stessa carta sono stati riportati in evidenza sostanzialmente il reticolo idrografico principale e minore, con i corsi d'acqua e gli spartiacque superficiali. Inoltre, i diversi corsi d'acqua sono stati distinti per ordine gerarchico.

Sono state, infine, individuate le sorgenti e le opere di captazione dei privati (pozzi) attualmente funzionanti sul territorio comunale.

Al fine di valutare anche la vulnerabilità degli acquiferi, dal rilevamento geologico sono state dedotte le principali informazioni per quanto concerne la classe di permeabilità dei litotipi presenti. L'elaborazione dei dati ha consentito di determinare la soggiacenza della falda idrica al fine di valutarne, con maggior dettaglio, anche la vulnerabilità idrogeologica delle aree. Attraverso il metodo di interpolazione lineare è stato possibile ricostruire l'andamento della piezometrica in quasi tutto il territorio, prendendo come punti di misura i livelli piezometrici dei pozzi.

### ***Rilevamento dei punti d'acqua nel territorio comunale***

Nel corso del rilevamento sono stati censiti n. 128 pozzi, presenti nel territorio comunale.

Di seguito si riportano le letture della profondità del pelo libero della falda dal boccaforo, l'altezza del boccaforo e la soggiacenza della falda rispetto al piano campagna. Nella Carta Idrogeologia si riporta l'ubicazione dei pozzi rilevati, la soggiacenza per ogni pozzo e le quote piezometriche rilevate nel mese di gennaio 2018.

Durante i rilievi e le misure della piezometrica sono state individuate aree, la cui soggiacenza della falda risulta prossima al piano campagna (vedasi Carta Idrogeologica). Queste condizioni di rischio idrogeologico non limitano l'uso di questa parte del territorio comunale ma devono essere prese in attenta valutazione negli interventi edilizi prevedendo, in presenza di interrati o seminterrati, soluzioni di impermeabilizzazione delle strutture interrate mediante tecniche adeguate onde evitare spiacevoli infiltrazioni nei locali e nelle fondazioni. In calce alla seguente relazione si riportano le letture di campagna (Allegato 1).

## **6.1 IDROGRAFIA**

La rete idrografica del territorio comunale è tributaria per intero del Fiume Volturno, tramite il Fiume Isclero ed il Torrente Serretelle. Il primo riceve le acque dei torrenti occidentali e, in particolare, procedendo da ovest verso est, i seguenti Torrenti: Varco, Tesa e Pontecane. Il secondo, tributario di destra del Fiume Calore, riceve le acque del Torrente Tora e dei valloni ubicati nella zona collinare a monte dell'abitato di Tufara Valle.

Dalla ricostruzione dell'andamento delle linee di impluvi, i bacini idrografici risultano stretti ed allungati con aste drenanti sub parallele e con un grado di gerarchizzazione piuttosto basso. Infatti, tali torrenti non superano il quarto ordine. I corsi d'acqua hanno un regime essenzialmente torrentizio con portate di piena che

si registrano in occasione di eventi pluviometrici eccezionali che, per i nostri climi, corrispondono ai due massimi di novembre e di marzo.

Il rilevamento geologico, eseguito direttamente sul terreno, ha messo in luce l'esistenza di faglie che seguono prevalentemente le direzioni NO-SE (direzione appenninica) e NE-SE (direzione antiappenninica). L'ubicazione delle stesse faglie è la sede anche di alcuni corsi d'acqua e, quindi, analogamente orientati. Il controllo strutturale sulla rete idrografica si rileva in particolar modo per il Torrente Varco, per i tributari di monte del Torrente Tesa e per il Torrente Tora.

Il reticolo idrografico del territorio comunale si suddivide in tre grandi bacini torrentizi (Tesa, Pontecane e Tora) ed in tre bacini minori che si rinvengono nelle propaggini occidentali ed orientali del territorio comunale.

### **Bacino del Torrente Tesa**

Il bacino del Torrente Tesa si estende con una superficie complessiva di 11,4 kmq, di cui 8,3 kmq ricadono nel territorio comunale di Montesarchio e 3.1 kmq nei territori dei comuni di Bonea e di Tocco Caudio. Esso risulta il più esteso bacino torrentizio e drena le acque del versante est del Monte Taburno e delle colline a Nord-ovest dell'abitato di Montesarchio.

Il Torrente Tesa si genera a quota 312 mt. dalla confluenza dei Torrenti Rivullo e Paduli, i cui sottobacini idrografici si estendono rispettivamente per 4,1 e 3,25 Km<sup>2</sup>. Il Torrente Rivullo trae le sue origini dall'omonima sorgente posta a quota 660 mt. ed il suo bacino idrografico si sviluppa (da quota 312 mt.) con una forma stretta ed allungata in direzione SE-NO, fino alla vetta del Monte Taburno (quota 1394 mt.). Il Torrente Paduli, con una forma semicircolare, si estende dalla confluenza con il Torrente Tesa fino allo spartiacque morfologico con il bacino del Torrente Ienga, costituito da una dorsale collinare. I Torrenti Rivullo e Paduli sono caratterizzati da bacini idrografici asimmetrici a causa della natura dei litotipi affioranti. Infatti, la linea di impluvio dei due torrenti costituisce il limite dei materiali detritici ed i versanti sinistro e destro rispettivamente dei Torrenti Rivullo e Paduli sono costituiti dai predetti materiali. In prossimità dei torrenti, tali

71/118

materiali formano una scarpata più o meno subverticale in arretramento. Viceversa, per i versanti destro e sinistro rispettivamente dei Torrenti Rivullo e Paduli si rilevano materiali terrigeni miocenici con evidenti e diffusi fenomeni gravitativi che, in diversi tratti, tendono a deviare l'asta fluviale verso i materiali detritici della sponda opposta con conseguente destabilizzazione degli stessi. Lungo l'asta fluviale del Torrente Paduli si rilevano diversi lembi di terrazzi torrentizi ormai inattivi.

Il Torrente Tesa si sviluppa completamente nella zona di piana con un decorso da nord verso sud per il tratto di monte e, successivamente, da quota 290 mt. con un decorso est-ovest. Le stratigrafie della zona ed i terrazzi fluviali evidenziano che il torrente ha cambiato diverse volte il suo corso naturale. I terrazzi fluviali, che si rilevano, sono di tipo quiescente con una maggiore possibilità di attivazione per quelli posti più a valle.

### **Bacino del Torrente Pontecane**

Questo torrente drena le acque delle colline immediatamente ad est del centro abitato. Il bacino del Torrente Pontecane si sviluppa con una forma regolare ed allungata in direzione NE-SO, dallo spartiacque morfologico di Colle Monaca (595 mt.) fino al confine del Comune di Cervinara per immettersi in tale territorio nel Torrente Carmignano.

La superficie del bacino imbrifero è di circa 5,7 Km<sup>2</sup>, mentre l'asta fluviale presenta una lunghezza di circa 4,7 Km.

Il Torrente Pontecane presenta un grado di gerarchizzazione molto basso e non supera il terzo ordine fluviale. I sottobacini principali (Torrenti Pisciarrello e Badia) si presentano di primo ordine fluviale. In generale, si osservano dei sottobacini di primo ordine (paralleli nel settore collinare) che si raccordano nella zona della piana. Nel settore collinare, l'asta fluviale è fortemente influenzata dai movimenti gravitativi e, talvolta, con adattamento della stessa asta ai movimenti gravitativi.

Nella zona della piana, sull'intero percorso del torrente compreso il sottobacino del Torrente Badia, si rilevano dei terrazzi fluviale quiescenti che, in alcuni tratti, date le condizioni della sezione fluviale, possono riattivarsi anche in presenza di eventi meteorologici non particolarmente intensi.

### **Bacino del Torrente Tora**

Il bacino del Torrente Tora si genera su una dorsale collinare con massimi topografici in corrispondenza delle cime di Colle Monaca e Monte Mauro (667 mt).

Il bacino del Torrente Tora ha una forma allungata in direzione N-S con adattamento della rete idrografica alla struttura. Nel bacino si rileva un sistema di faglie (con andamento di tipo *appenninico*) che nel tratto montano dà origine a due valli susseguenti con direzione di tipo appenninico (Vallone Cave e Vallone degli Zingari). Alla confluenza dei due valloni suddetti, il torrente continua la sua corsa verso valle su una direttrice di tipo tettonica. Si rilevano, inoltre, altri rami fluviali, di ordine inferiore, impostati anch'essi su direttrici tettoniche.

Il bacino imbrifero, sotteso dal Torrente Tora, è formato da una superficie di 6,44 Km<sup>2</sup> e la sua asta fluviale ha una lunghezza complessiva di circa 5,48 Km in direzione NO-SE. Il bacino presenta una larghezza uniforme eccetto per il primo inferiore ove si rileva una maggiore larghezza (~ 2 Km).

L'asta fluviale del Torrente Tora, che si genera a quota 270 metri dalla confluenza dei Valloni Cave e degli Zingari, attraversa il bacino in posizione molto spostata verso lo spartiacque sinistro rispetto alla posizione assiale. Ciò comporta che il profilo del versante sinistro assume pendenze maggiori rispetto a quelle del versante destro. Tale diversa pendenza dei due versanti influisce, a parità di condizioni litologiche, sulla gerarchizzazione del reticolo idrografico e sulla stabilità dei versanti.

La morfologia del bacino è aspra ed articolata solo nel settore nord-orientale, occupato dagli olistoliti calcarei, e va gradualmente addolcendosi verso sud dove gli affioramenti risultano meno resistenti all'erosione.

La rete idrografica presenta una buona densità di drenaggio (fittezza) e una buona frequenza areale. Si individua un numero d'ordine pari a 4 del sistema fluviale per il tratto medio-vallivo del torrente e un numero d'ordine pari a 3 per entrambi i valloni di monte.

Il bacino è caratterizzato da un tratto tipicamente montano, composto dai due affluenti: Vallone Cave e Vallone degli Zingari, con sezioni fluviali strette e profonde. Le scarpate, in precario equilibrio, si presentano da verticali a subverticali. L'alveo dei due affluenti, caratterizzato da pendenze dell'ordine dell'11-16%, mostra un'evidente erosione progressiva del letto. Da quota 270 mt. s.l.m., area di confluenza dei due segmenti di terzo ordine, il Torrente Tora presenta, gradualmente, le caratteristiche di un tratto medio-vallivo unicamente per le pendenze. Infatti, l'andamento di tipo meandriforme del torrente è dovuto all'azione dei movimenti di massa, rilevabili sui due versanti, che deviano il torrente a più altezze.

Nel tratto medio-vallivo si rilevano fenomeni esondativi in corrispondenza dei terrazzi fluviali attivi. Nello stesso tratto, inoltre, si rilevano piccole conoide detritico-alluvionali.

### **Bacini Idrografici Minori**

Il Rio Borretta, con un bacino imbrifero di ~ 0.9 Km<sup>2</sup>, drena la parte più ad est del territorio comunale e costituisce, per un tratto, il limite fisico con il territorio di Apollosa. Tale vallone, affluente di sinistra del Torrente Serretelle, è a carattere prettamente torrentizio e presenta una forte incisione fluviale. Alla confluenza con il Torrente Serretelle si genera una piccola conoide che periodicamente può essere riattivata dal torrente stesso.

Il Torrente Serretelle, confine est con il Comune di Roccabascerana, influenza il territorio comunale con un terrazzo fluviale di tipo quiescente. Tale terrazzo, ubicato in sinistra orografica del torrente, può essere oggetto di fenomeni esondativi delle aree prossime al torrente stesso.

Proseguendo verso ovest, immediatamente a monte dell'abitato di Tufara Valle, si rileva un piccolo vallone con un bacino imbrifero di ~ 0.6 Km<sup>2</sup>. Tale vallone è impostato su due direttrici tettoniche. Infatti, il primo tratto a monte, segue una direttrice di tipo appenninica e il tratto a valle, da quota 250 mt. s.l.m., è impostato su una direttrice di tipo antiappenninica. L'alveo presenta fenomeni di erosione progressiva e si mostra incassato con sponde subverticali. I versanti, fortemente asimmetrici, presentano pendenze maggiori del 25% e sono sede di evidenti fenomeni gravitativi sia attivi che quiescenti. Attualmente il versante destro del vallone risulta fortemente modificato dalle attività antropiche, tali da compromettere in futuro, unitamente ai fenomeni gravitativi, il decorso naturale del vallone stesso.

In ultimo, fra i bacini minori, è da annoverare il bacino del Torrente Varco, ubicato nella propaggine ovest del territorio comunale. Il Torrente Varco, con un'asta fluviale di primo ordine, drena le acque del versante est del Monte Taburno. Esso nasce nel territorio del Comune di Bonea ed attraversa il territorio del Comune di Montesarchio da quota 338 mt. a quota 291 mt. s.l.m., divenendo successivamente il limite fra i due comuni da quest'ultima quota fino a quota 279 mt. s.l.m., per immettersi, infine, nel territorio comunale di Bonea. La porzione di torrente, che attraversa il Comune di Montesarchio, presenta l'alveo fortemente manomesso dalle opere antropiche tali da compromettere la dinamica fluviale. Detto torrente, inoltre, allo sbocco con la piana, in passato ha dato origine a fenomeni esondativi che non hanno modificato la direzione del corso d'acqua. Infatti, lo stesso torrente è impostato anch'esso su due direttrici tettoniche. Ad ogni modo, questo torrente necessita di studi particolareggiati per definire il livello di rischio.

## **6.2 IDROGEOLOGIA**

La definizione delle caratteristiche degli acquiferi, presenti nel sottosuolo del territorio del Comune di Montesarchio, è stata effettuata avvalendosi di una serie di

75/118

stratigrafie che forniscono un quadro reale dell'assetto idrogeologico dell'area indagata. In base alle caratteristiche litologiche e sedimentologiche dei terreni e al risultato del censimento dei pozzi, è stato possibile individuare sette complessi idrogeologici. Per ognuno di essi vengono descritte le principali peculiarità geologico-strutturali e litostratigrafiche e, per grandi linee, vengono definiti gli schemi di circolazione idrica sotterranea.

Nel territorio comunale si individuano i seguenti complessi idrogeologici in funzione delle diverse permeabilità.

### **Complesso carbonatico**

Rientrano in tale complesso i calcari ed i calcari dolomitici degli olistoliti di maggiore dimensioni. Gli olistoliti presi in considerazione e cartografati come complesso idrogeologico, data l'elevata permeabilità per fatturazione, accumulano discreti quantitativi idrici che vengono travasati nelle formazioni circostanti o emergono con piccole sorgenti. Viceversa, gli olistoliti di piccole dimensioni, nonostante l'elevata permeabilità, non racchiudono corpi idrici significativi. Per i "blocchi" carbonatici la fratturazione è articolata in più sistemi di discontinuità strutturale e forme carsiche.

### **Complesso arenaceo-argilloso-calcareo**

In tale complesso sono stati riuniti i litotipi della formazione di Castelvete e del Flysch Rosso. Nel suo insieme, almeno rispetto alle altre formazioni, questo complesso si può considerare di permeabilità bassa; tuttavia, la varietà delle rocce che lo costituiscono e la loro giacitura caotica determinano un comportamento idrologico complesso che va dalla impermeabilità più tipica alla permeabilità più elevata.

Le argille e argille marnose, che predominano in modo assoluto nella formazione delle Argille Varicolori e del Flysch Rosso, sono tipicamente impermeabili; le alternanze di arenarie, siltiti e argilliti risultano impermeabili; le sabbie sciolte o le più frequenti molasse, poco coerenti, sono permeabili per

porosità o addirittura per fessurazione. I calcari, inglobati alla formazione, risultano permeabili e possono facilitare la percolazione idrica in profondità.

Per la caoticità di questi tipi litologici, per la presenza di tutti i possibili passaggi verticali ed orizzontali e per l'assenza di orizzonti permeabili costanti, ben definiti e continui, la circolazione idrica è quanto mai saltuaria ed irregolare. Solo quando i complessi arenacei sono potenti e con estesi affioramenti, si può avere una circolazione idrica sotterranea non trascurabile. Nella zona di alterazione superficiale si rinviene una falda idrica di tipo stagionale con adattamento della superficie piezometrica alla morfologia.

In tale complesso le opere di captazione sono state realizzate in prevalenza per intercettare la falda superficiale che, a luoghi, è alimentata dai travasi degli olistoliti o degli ammassi di arenarie. Non mancano pozzi di maggiore profondità impostati negli ammassi arenacei. In generale, il potenziale dell'acquifero è limitato.

### **Complesso argilloso-sabbioso**

Esso è costituito da argille ed argille sabbiose di colore grigio azzurre, da siltiti ed argille e da sabbie mal cementate in strati alternate ad argille. Tale complesso idrogeologico è impermeabile. La circolazione idrica è limitata nella zona di alterazione superficiale o nei materiali eluvio-colluviali di copertura. I pochi pozzi, che si rinvengono nella zona, hanno una produttività di tipo stagionale e sono impiantati nella zona di alterazione superficiale.

Nell'insieme i materiali di tale complesso, pur caratterizzati da una scarsissima permeabilità, sono regolati nel loro comportamento meccanico dal contenuto in acqua. La loro reazione alle sollecitazioni, che comportano incremento di sforzi, è sempre molto modesta, per cui piccoli incrementi possono creare situazioni di squilibrio con facile possibilità di dissesti.

### **Complesso fluvio-lacustre**

Tale complesso idrogeologico comprende i depositi fluvio-lacustre della Valle Caudina. Come innanzi esposto, questi depositi sono costituiti da limi argillosi, da sabbie fluviali e da ghiaie. Intercalati a questi terreni si rinvencono ceneri, lapilli e pomice vulcaniche. In generale, il complesso idrogeologico si caratterizza con materiali argillosi alla base, confine sud del territorio comunale, risultano intercalati a sottili livelli sabbiosi che evolvono verso l'alto in una potente coltre di sabbie fluviali. Seguono, sempre ai margini sud del comune, depositi vulcanoclastici costituiti da prodotti essenzialmente ceneritici, i quali si alternano a livelli a granulometria più grossolana. Su tali materiali con un'estensione maggiore si rinvencono materiali prettamente lacustri che sono costituiti da argille e limi argillosi con intercalazioni di torbe. Tale sequenza lacustre degrada verso l'alto in materiali più grossolani di origine fluvio-lacustre. Sui precedenti materiali si rinvencono nuovamente materiali vulcanoclastici (ignimbrite) che coprono, in profondità, l'intera zona valliva del territorio comunale. Su tali materiali si rinvencono nuovamente depositi sabbiosi, ghiaiosi e argillosi riconducibili ad un nuovo periodo lacustre e fluvio-lacustre. Alla luce della suddetta esposizione, si evince che esiste un maggiore spessore dell'acquifero nella zona centrale della valle con l'alternanza dei materiali in senso verticale. Alle alternanze dei materiali in senso verticale si sovrappongono le variazioni laterali dovute sia al livello di base (argille basali) che alla diversificazione laterale degli ambienti di sedimentazione.

In generale, il deposito è caratterizzato da una permeabilità medio-bassa cioè in relazione, soprattutto, alla natura ed alle condizioni stratimetriche. In dettaglio, comunque, è possibile distinguere per gli stessi specifiche caratteristiche di permeabilità: da molto bassa (praticamente impermeabili) per i livelli argillosi e ceneritici; a medio-bassa per i livelli sabbio-argillosi e limo-sabbiosi; a medio alta per i livelli pomiceo e ghiaiosi.

L'acquifero, che ha sede nei livelli permeabili del complesso, ha interscambi con corsi d'acqua superficiali; pertanto, l'alimentazione dello stesso avviene sia per apporti diretti ad opera delle acque meteoriche che per infiltrazione delle acque dei torrenti. Da ciò discende l'alta vulnerabilità dell'acquifero stesso.

La profondità della falda, rispetto al piano campagna, mostra una certa variabilità con valori massimi che non superano i 8,0 metri dal piano campagna e valori medi che generalmente oscillano tra i 3,0 ed i 4,0 metri. Mentre, si registrano valori minimi, in concomitanza con periodi pluviometrici intensi, di circa 1 metro dal piano campagna e, in molte zone, raggiunge lo stesso livello del piano campagna. Questa condizione può creare difficoltà nella realizzazione di locali seminterrati e provocare fenomeni negativi sulle caratteristiche geotecniche dei terreni.

Tutti i pozzi, riportati in carta, sono superficiali e la maggior parte di essi sono scavati a mano con rivestimenti in muratura e non superano generalmente la profondità di 7-8 metri. I pozzi di recente costruzione generalmente hanno una profondità maggiore e sono rivestiti con anelli in cemento vibrocompresso.

Per definire se la falda di fondovalle sia ancora in grado di supplire alla ulteriore richiesta di acqua da parte di privati e di attività produttive, occorrerebbero dati ulteriori per definire un bilancio idrogeologico, soprattutto relativi ai periodi di maggiore siccità.

### **Complesso detritico**

Esso è costituito da detrito calcareo con granulometria marcatamente eterogenea e con grado di permeabilità da medio ad elevato, in funzione dell'abbondanza della matrice limoso-sabbiosa. La potenza di tale complesso idrogeologico può raggiungere anche 30 metri. Si rinvia sul versante di Cirignano ed è delimitato, da monte a valle, dai Torrenti Paduli e Rivullo, i quali sono alimentati con emergenze diffuse o cedono, in determinate zone,

considerevoli aliquote d'acqua. Le sorgenti alimentate dall'acquifero sono numerose anche se in genere presentano portate piuttosto ridotte; la loro ubicazione corrisponde di solito al contatto con il sottostante basamento argilloso-arenaceo o ad intercalazioni di livelli impermeabili all'interno del detrito calcareo stesso. L'acquifero, oltre all'infiltrazione diretta delle acque meteoriche e dei torrenti, è alimentato anche dall'acquifero carbonatico di Pizzo Le Coppole, il quale alimenta anche la sorgente Rivullo. È evidente che, date le caratteristiche dell'acquifero (falda libera superficiale e alta permeabilità), lo stesso risulta fortemente vulnerabile.

### **Complesso alluvionale**

Lungo tutto il corso dei torrenti si notano alluvioni attuali, nonché alluvioni recenti. Le alluvioni recenti sono costituite da materiale poligenico mal classato (sabbia, ghiaia e blocchi), mentre quelle attuali hanno granulometria mediamente più fine.

Si tratta, in genere, di ghiaie, anche grossolane, con matrice siltosa abbondante nei sedimenti più antichi e, del tutto assente, in quelli più recenti o attuali, intervallate ad orizzonti sabbiosi. Lo spessore del complesso è piuttosto variabile e passa da alcuni metri nelle zone pedemontane a pochi decimetri nei settori più distali in prossimità dei rilievi collinari. Il valore della permeabilità è in genere elevato, tuttavia esistono aree in cui i sedimenti si presentano con abbondante matrice siltosa e conseguente diminuzione della permeabilità.

Il complesso ospita diversi acquiferi di piccola estensione areale che, in genere, sono liberi e sono alimentati sia dalle precipitazioni che dalle ingenti perdite dei principali corsi d'acqua. Nelle stagioni asciutte sono evidenti i fenomeni di prosciugamento totale dei corsi d'acqua e della circolazione idrica sotterranea ad essi collegati. Fanno eccezione i piccoli acquiferi collegati ai Torrenti Serretelle, Tesa e Paduli.

Si precisa che i materiali alluvionali, presenti nella Valle Caudina, sono stati inglobati nel complesso fluvio-lacustre.

### **Complesso piroclastico colluviale**

Questo complesso comprende i depositi colluviali e piroclastici dell'area pedemontana di raccordo tra i rilievi collinari ed il fondovalle. I predetti depositi sono costituiti prevalentemente da una matrice a scheletro sabbioso e, talora, sabbioso-limoso o sabbioso-argilloso con frequenti commistioni di materiale piroclastici in posizione primaria (lapilli e, talvolta, pomici) e, più raramente, da elementi clastici. Le caratteristiche litostratigrafiche e litologiche (pur se variabili da punto a punto) e l'assortimento granulometrico essenzialmente gravitativo (con prevalenza dei materiali da fini a molto fini) condizionano verso il basso la permeabilità che risulta, nel complesso, scarsa.

Lo spessore di tali materiali è di circa una decina di metri nella zona di valle, dove si presentano interdigitati con i materiali fluvio-lacustri, e di qualche metro nella zona di monte, dove degradano nei materiali prettamente eluvio-colluviali della coltre superficiale dei rilievi collinari.

## **6.3 SORGENTI**

Le sorgenti censite e documentate nel territorio del comune di Montesarchio non sono numerose e la maggioranza di esse sono di tipo effimero. Invece, molte sono le opere di captazione delle acque sotterranee mediante pozzi e, limitatamente, da cunicoli drenanti. Questi ultimi sono stati realizzati in passato per captare la falda dei materiali detritici.

Gli affioramenti argillosi del pliocene non presentano emergenze sorgive; qualche emergenza idrica si rinviene nei materiali della Formazione di Castelvetero sia in corrispondenza delle arenarie che in alcuni olistoliti; una piccola sorgente effimera si rinviene anche nei materiali fluvio-lacustre presso la Masseria Abate;

81/118

mentre, diverse piccole emergenze idriche, sia puntuali che di tipo diffuso con carattere prevalentemente stagionale, sono collegate ai materiali detritici.

In questo quadro idrogeologico fa eccezione la Sorgente Rivullo che attualmente è captata e convogliata nella rete idrica del comune. Tale sorgente, ubicata a quota 685 mt. s.l.m. sulla sponda sinistra dell'omonimo torrente, è alimentata dal rilievo carbonatico di Pizzo Le Coppole che si rinviene nel territorio comunale di Tocco Caudio. Date le caratteristiche di portata e gli usi idropotabili della sorgente, la stessa e l'acquifero devono essere sottoposti alle prescrizioni dettate dal D. Lgs. n. 152/06 e successive modificazioni ed integrazioni.

#### **6.4 ASPETTI CLIMATICI**

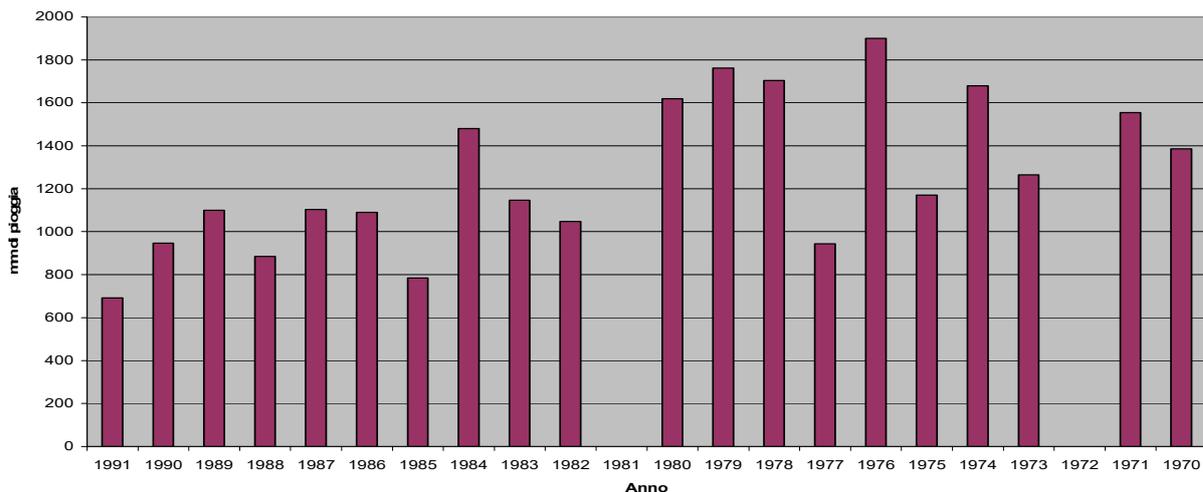
L'andamento pluviometrico della zona è caratterizzato da una piovosità media annua di circa 1049 mm. concentrata nel semestre novembre-aprile (circa il 65% del totale annuo) con un massimo di apporti nel periodo novembre-dicembre ed un minimo in luglio-agosto (vedasi tabella). Per quanto attiene la termometria, sulla base dei dati disponibili nelle varie stazioni termometriche, la temperatura media annua presenta valori di circa 14 °C; nel periodo invernale, le temperature minime scendono al di sotto dello 0 °C nei mesi di gennaio e di febbraio. Le punte di temperatura estiva oscillano tra i 30 ed i 35 °C.

L'evapotraspirazione raggiunge valori del 60-65%, quindi, rappresenta la maggiore aliquota di dispersione delle acque meteoriche. La rimanente parte delle precipitazioni vanno a costituire le acque superficiali e sotterranee. Di seguito si riportano i dati pluviometrici mensili ed annuali rilevati dalla Stazione di Montesarchio relativi al periodo dal 1970 al 1991 e reperiti presso gli Annali Idrologici.

COMUNE DI MONTESARCHIO (BN) - PIANO URBANISTICO COMUNALE (P.U.C.)  
 RELAZIONE GEOLOGICA

Anno	Genn	Febb	marz	april	magg	giug	lugl	ago	sett	ott	mov	dic	tot
1991	20,2	6	19,9	152,1	79	14,4	17	27	22,4	29,6	273,8	30,6	692
1990	25,6	30,2	65	179,2	24,2	1,8	17	59,2	53,2	165	157	169	946,4
1989	20,2	120,4	64	109,2	37,2	116	151	44,6	78,6	109,6	168,4	80,4	1099,6
1988			127,4	72,8	87,6	78,4	0	13,4	142,8	76,8	129,2	156,2	884,6
1987	249	153	53	34	83	46	15	65	25	71	217	92	1103
1986	224	317	62	59	27	42	71	11	73	26	159	19	1090
1985	74,4	53,8	168,2	43,4	16,4	10,2	1,2	8,2	11,4	88,6	279	30,2	785
1984	167,8	194,4	119,8	135,6	147	48,4	1,2	77,2	178,8	112	193,2	104,4	1479,8
1983	30	226	84	101,8	120	105	37	61	34	82	69	197	1146,8
1982	2	31	210,4	55,4	23	5,3	27	3	96,3	200,4	153	241,4	1048,2
1980	172,2	92,5	161	61,7	192,9	56,4	0	32,7	13	275,8	393,1	168,5	1619,8
1979	290,9	215,6	107,1	163	39	128,7	25,2	112,4	58,7	209	250,1	162,7	1762,4
1978	158,8	145,6	198,7	460	100,2	70,6	0	22	113,4	160,2	80,6	193,6	1703,7
1977	174,9	94,3	40,5	53,6	39,7	75,4	0	106,4	75,3	46,6	113	124,1	943,8
1976	77,2	81,8	241,1	151,5	96,3	120,5	93	53,8	119	257,7	310	298,1	1900
1975	16	34	133,6	49,8	93,6	45,6	29,4	115,2	61,8	193	298,2	99,8	1170
1974	108	299,4	62,5	192,4	176,6	19,2	7,5	54,5	287	326,8	95,4	50,4	1679,7
1973	225,6	201,2	113,4	77,8	23,6	84,2	27,4	73,6	143	50,6	64	180,4	1264,8
1971	295,6	140,4	148,5	104,2	37,3	46,1	8,5	69,5	103	120,1	375,3	105,9	1554,4
1970	210,2	122	202,4	39,6	46,4	57,4	17,6	85,5	73,2	121,6	201,4	209,2	1386,5

Precipitazioni annue Montesarchio



## 7. INQUADRAMENTO SISMICO

Il territorio Comunale di Montesarchio, ubicato in una zona sismicamente attiva dell'Appennino meridionale, è stato interessato nelle epoche passate e recenti da sismi di varia intensità. Dall'analisi di questi sismi, si evidenzia che i terremoti più catastrofici si sono generati al confine Campania-Molise e Campania-Puglia-Basilicata ed, in particolare, nelle aree del Matese, del Beneventano e dell'Irpinia, per cui le stesse risultano a più elevata pericolosità (Alessio et al., 1993). Stime statistiche effettuate sulla base dei cataloghi sismici storici e recenti hanno fornito un valore di magnitudo dell'ordine di 6.9 per il massimo terremoto possibile nell'Appennino Campano (De Vivo et alii, 1979). Dalle aree sismogenetiche sopra menzionate, l'energia sismica s'irradia a distanze anche notevoli provocando effetti catastrofici legati innanzitutto alle caratteristiche della sorgente sismica dell'evento e al meccanismo di liberazione dell'energia, nonché alla legge di attenuazione tra la sorgente sismica ed il territorio comunale.

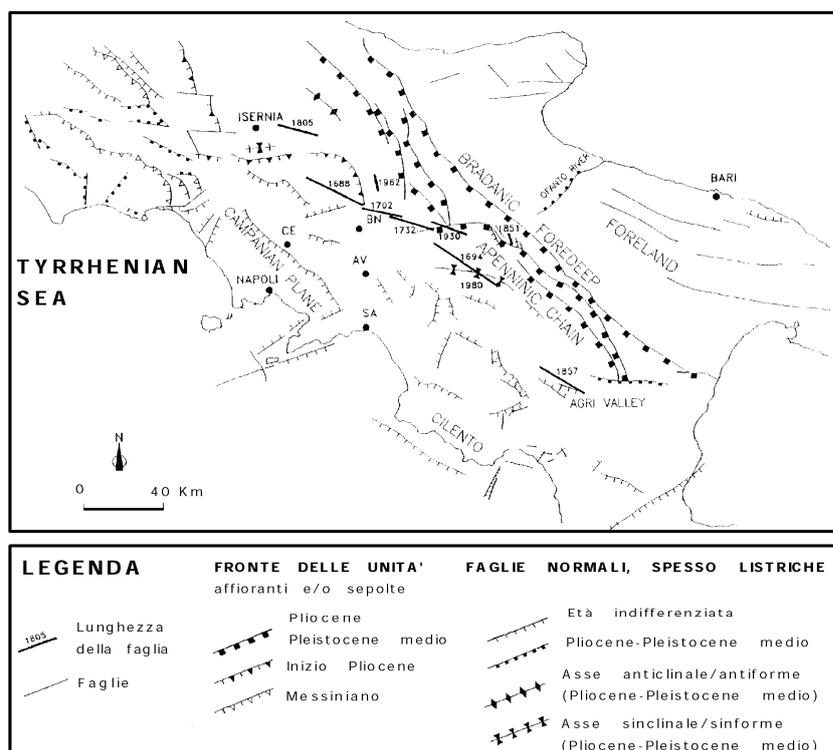


Fig. 7: Principale elementi strutturali dell'Appennino meridionale tratti dalla carta cinematica-strutturale d'Italia (Modello Strutturale - C.N.R., 1992)

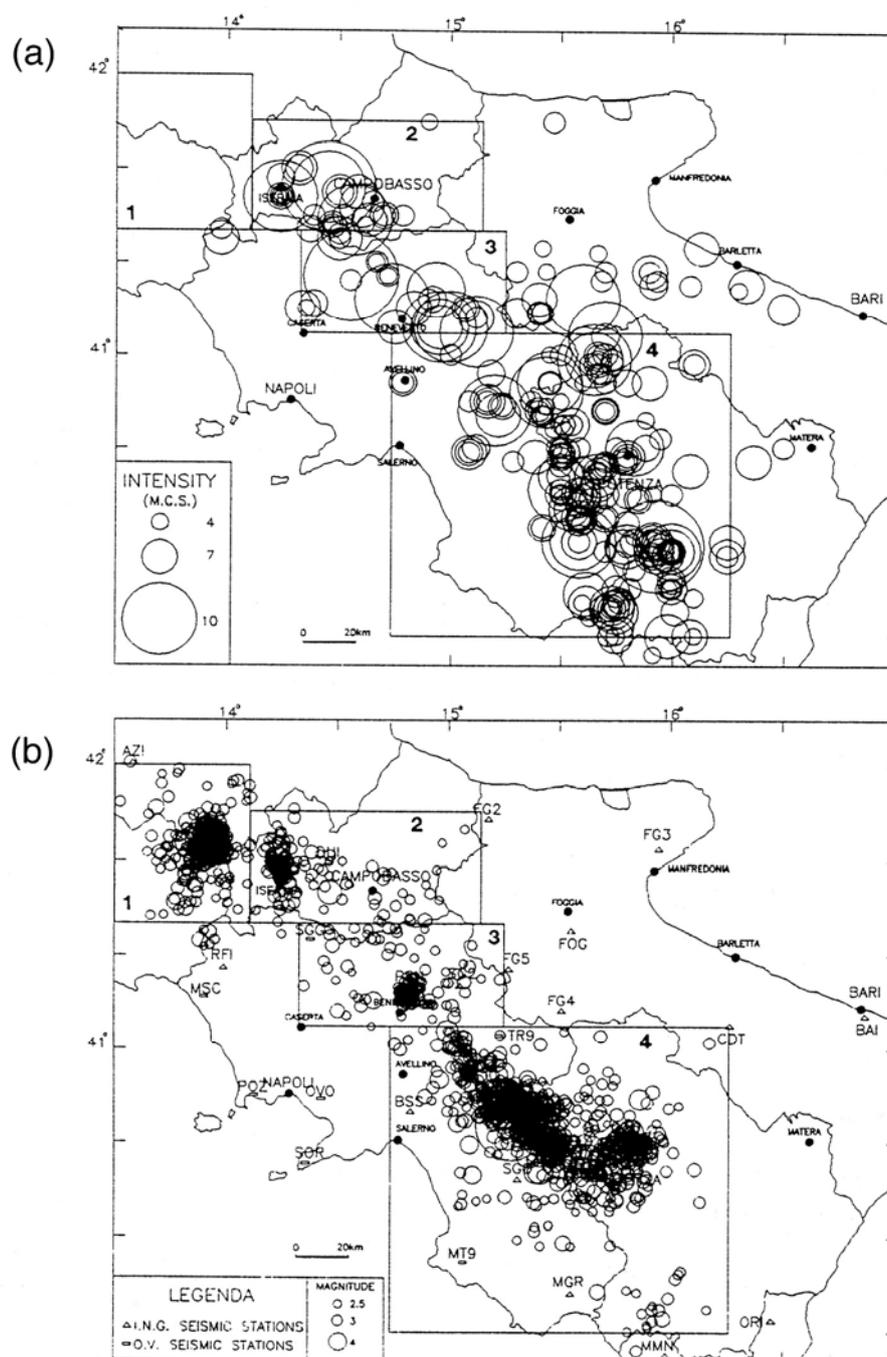


Fig. 8:

- a) Distribuzione degli epicentri macrosismici per i terremoti dal 1000 al 1980 nell'Appennino meridionale;
- b) Distribuzione epicentrale degli eventi sismici dal novembre 1980 al 1991 nell'Appennino meridionale. Nei 4 rettangoli è mostrata una zonazione per aree sismogenetiche.

Il territorio comunale risente della sismicità originatasi all'interno delle zone sismogenetiche, presenti nella catena appenninica e disposte lungo una fascia orientata NW-SE. Questa fascia è definita dalla distribuzione degli epicentri dei terremoti sia storici che recenti (Fig. 8). Gli addensamenti degli epicentri, le modalità di rilascio energetico, in correlazione con l'assetto geologico-strutturale, permettono di individuare nella fascia aree sismogenetiche a diverso comportamento sismico. Per tale motivo sono state identificate quattro aree sismogenetiche principali, in cui vengono successivamente riconosciute le strutture sismogenetiche attive (Fig. 8), (Alessio et alii, 1993).

L'analisi dei terremoti storici, a partire dall'XI secolo, evidenzia che il Comune di Montesarchio è stato coinvolto ciclicamente dagli effetti prodotti dai terremoti con intensità maggiore dell'VIII grado. Di seguito si riporta l'elenco dei terremoti estratti dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani che si sono verificati in un'area circolare di 100 Km rispetto al territorio comunale.

Anno	AREA	lo	Lat	Lon
1125	Sannio-Molise	80	41.6	15
1293	Sannio	85	41.3	14.55
1349	Lazio merid.-Molise	100	41.48	14.07
1361	Ascoli Satriano	90	41.23	15.45
1456	Molise	100	41.302	14.711
1456	Beneventano	100	41.15	14.867
1517	Ariano Irpino	80	41.15	15.08
1561	Vallo di Diano	95	40.52	15.48
1688	Sannio	110	41.28	14.57
1694	Irpinia-Basilicata	105	40.88	15.35
1702	Beneventano-Irpinia	95	41.12	14.98
1731	Foggiano	90	41.27	15.75
1732	Irpinia	105	41.08	15.05
1805	Molise	100	41.5	14.47
1828	Casamiciola Terme	80	40.75	13.9
1851	Basilicata	95	40.95	15.67
1853	Irpinia	90	40.82	15.22
1881	Isola d'Ischia	80	40.75	13.917
1883	Casamiciola Terme	90	40.75	13.88
1910	Irpinia-Basilicata	85	40.9	15.42
1930	Irpinia	100	41.05	15.37
1962	Irpinia	90	41.13	14.97
1980	Irpinia-Basilicata	100	40.85	15.28

Per il territorio comunale, i terremoti più devastanti si sono verificati: nel dicembre 1456, il 5 giugno 1688, l'8 settembre 1694 ed il 29 novembre 1732. Le distruzioni, conseguenti a tali eventi sismici, hanno modificato l'assetto urbanistico del territorio comunale. Infatti, diverse abitazioni dei nuclei storici risalgono al suddetto periodo. Il quadro complessivo del danneggiamento, ricavato analizzando sempre la sismicità storica e recente, mostra che, a parità del valore di intensità epicentrale, la città di Montesarchio soffre in misura maggiore per gli eventi sismici provenienti dalle zone sismogenetiche localizzate ad E e a NE.

Il territorio comunale, oltre ad essere influenzato dai terremoti che derivano dalle suddette strutture sismogenetiche, può essere coinvolto anche da alcune strutture sismogenetiche, probabilmente di tipo antiappenninico, che hanno già generato terremoti con epicentro proprio nel territorio comunale. In passato tali terremoti, perlomeno dai dati disponibili, non hanno superato il VI grado di intensità. Di seguito si riportano i sismi, storicamente documentati dal 1700, con epicentro non oltre i 30 Km di raggio dal Comune di Montesarchio.

Anno	Mese	Giorno	Area	lo	Lat	Lon
1702	3	14	Beneventano-Irpinia	95	41.12	14.98
1782	1	12	VITULANO	60	41.167	14.667
1805	10	13	CAIAZZO	70	41.167	14.333
1885	9	17	BENEVENTO	70	41.133	14.8
1895	2	1	MONTESARCHIO	60	41.017	14.617
1902	12	16	MONTESARCHIO	55	41.033	14.6
1903	5	4	VALLE CAUDINA	70	41.034	14.557
1903	12	7	BENEVENTO	60	41.1	14.767
1904	7	18	APICE	60	41.1	14.9
1905	3	14	BENEVENTANO	65	40.951	14.805
1924	3	26	SANNIO	50	41.267	14.764
1927	5	25	CERRETO	65	41.25	14.624
1936	4	3	VALLE CAUDINA	55	41.04	14.586
1950	1	1	PIETRELCINA	60	41.2	14.9
1962	8	21	IRPINIA	90	41.13	14.97
1981	2	14	BAIANO	70	40.985	14.613

Dalla tabella, unitamente ad altri sismi non riportati di intensità minore, si evince che, nel periodo fine diciannovesimo secolo inizio ventesimo secolo, è stata

registrata una crisi sismica con terremoti non superiori al VI grado di intensità e con epicentro nel territorio comunale o prossimale ad esso.

Da quanto sopra esaminato, si può ritenere che il Comune di Montesarchio potrà attendersi terremoti provenienti dalle strutture appenniniche con intensità massima compresa tra il IX ed il X grado e terremoti localizzati nell'area comunale o limitrofa ad essa con intensità del VI grado.

Per quanto attiene l'aspetto normativo, il territorio comunale di Montesarchio nel rispetto della Legge n. 64/74 è stato classificato sismico di seconda classe, media sismicità, cui corrisponde un coefficiente sismico  $S = 9$ .

Con delibera n. 5447 del 07/11/02, la Regione Campania ha confermato la sismicità del comune, comprendendo il territorio comunale in Zona 2 di sismicità.

Con l'entrata in vigore dell'O.P.C.M. n. 3274/03, viene cambiato il livello energetico attribuito alle classi sismiche a scala nazionale. La suddetta ordinanza definisce il GRADO DI SISMICITÀ con riferimento ai valori delle accelerazioni al suolo. Pertanto, il territorio nazionale è stato suddiviso in QUATTRO ZONE (*ex categorie*), in relazione ai valori delle accelerazioni di picco (o *accelerazione massima*) del suolo, con probabilità di un superamento del 10% in 50 anni. In base a tale ordinanza al territorio comunale di Montesarchio viene assegnata un'accelerazione orizzontale massima pari a 0.25g.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 viene abbandonato il criterio delle zone sismiche. La stima dei parametri spettrali, necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto, viene effettuata calcolando gli stessi parametri direttamente per il sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento.

Tale reticolo di riferimento è costituito da 10.751 nodi (distanziati non più di 10 km) che coprono l'intero territorio nazionale (tabella 2 nell'allegato B del D.M. 14 gennaio 2008).

Per ciascuno dei nodi della griglia vengono forniti, per 9 valori del periodo di ritorno (da 30 anni a 2.475 anni), i valori dei parametri  $a_g$  (espresso in g/10),  $F_0$

(adimensionale) e  $T^*c$  (espresso in secondi) necessari per la definizione dell'azione sismica. Inoltre, ad ogni nodo è assegnato l'ID identificativo e le coordinate.

Il territorio comunale di Montesarchio ricade nei quadranti che hanno per vertice i nodi del reticolo di riferimento contrassegnati dai seguenti ID: 31874, 31875, 32096, 32097, 32098, 32318, 32319 e 32320.

Nella Tabella 1 dell'allegato B del D.M. 14 gennaio 2008 è possibile reperire i valori di  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T^*c$ , per i diversi tempi di ritorno, dei suddetti nodi del *reticolo di riferimento*.

Per un qualunque punto del territorio comunale non ricadente nei nodi del *reticolo di riferimento*, i valori dei parametri  $p$  ( $a_g$ ,  $T_0$ , e  $T^*c$ ) di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del *reticolo di riferimento* contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici, attraverso la seguente espressione:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

nella quale:

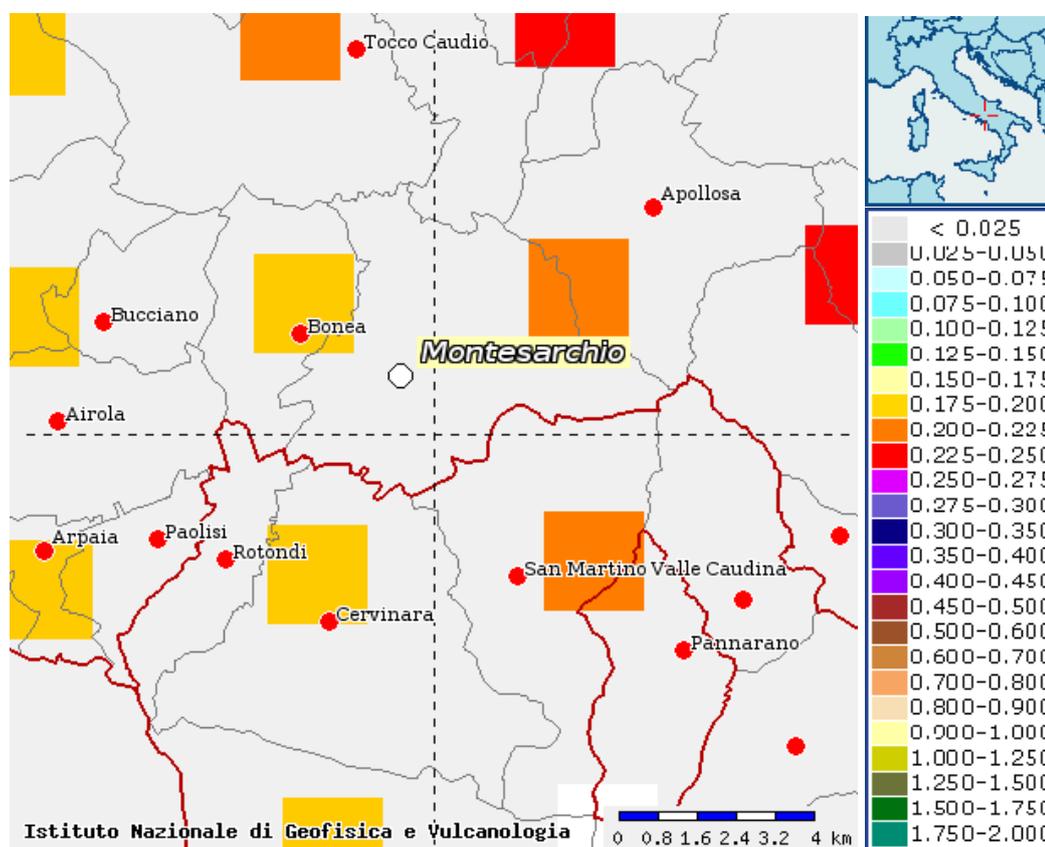
$p$  = è il valore del parametro di interesse nel punto in esame;

$p_i$  = è il valore del parametro di interesse nell' $i$ -esimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame;

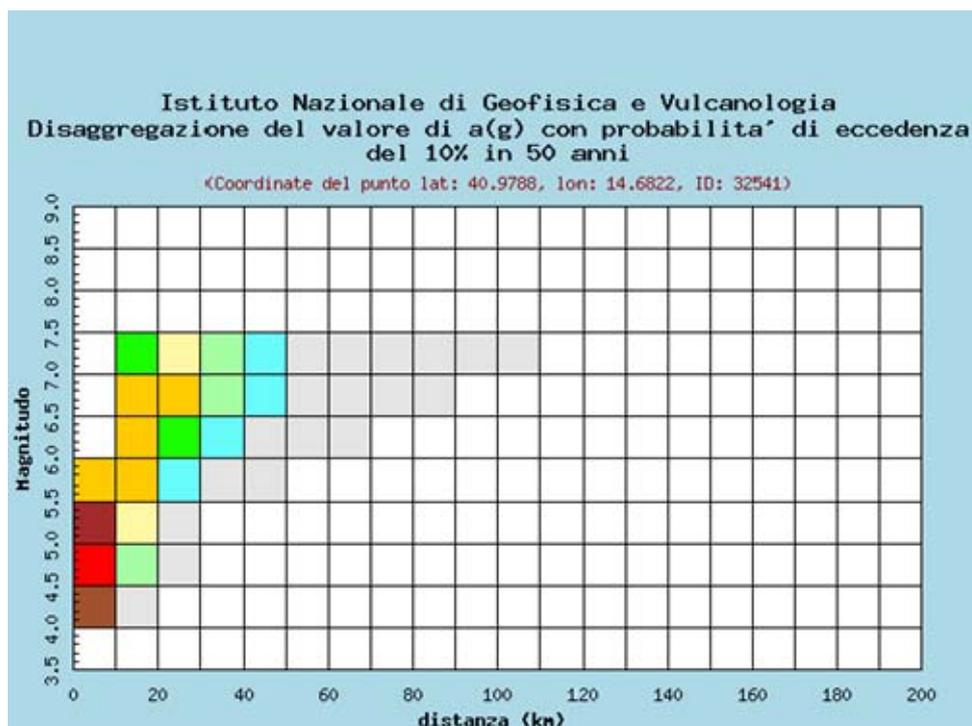
$d_i$  = è la distanza del punto in esame dell' $i$ -esimo punto della maglia suddetta.

Dal sito <http://esse1-gis.mi.ingv.it/> (Mappe interattive di pericolosità sismica) è stato possibile calcolare la pericolosità sismica dell'area di Montesarchio in funzione dell'accelerazione massima attesa  $a_g$  con una probabilità di eccedenza del 10% in 50

anni (SLV). I valori di accelerazione sono compresi tra 0.175g e 0.225g (vedasi mappa sotto).



Il passo successivo è quello della disaggregazione che, essendo un'operazione, consente di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito. La forma più comune di disaggregazione è quella bidimensionale in magnitudo a distanza (M-R) che permette di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M. Espresso, in altri termini, il processo di disaggregazione in M-R fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario) inteso come l'evento di magnitudo M a distanza R dal sito oggetto di studio che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso. Dal grafico di disaggregazione (vedasi grafici sotto riportati), in cui nodi delle griglie hanno 4 Km di lato, risultano per il territorio di Montesarchio i seguenti valori medi:



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 40.9788, lon: 14.6822, ID: 32541)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	9.430	19.400	12.500	5.240	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	0.415	2.370	4.400	5.440	5.430	6.060	3.990	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.003	0.370	1.620	3.270	5.090	4.290	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.217	1.210	2.670	2.800	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.274	1.060	1.190	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.024	0.353	0.465	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.105	0.202	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.019	0.078	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.023	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.700	14.100	1.190

**Valori riferiti allo stato limite SLV**

L'elaborazione è stata eseguita anche imponendo la probabilità in 50 anni del 5% ottenendo i seguenti valori della magnitudo corrispondente allo **stato limite SLC**:

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
6.160	13.600	1.200

## 7.1 MICROZONAZIONE SISMICA

La microzonazione sismica ha come scopo l'identificazione, ad una scala di P.U.C., delle condizioni locali che possono modificare sensibilmente le caratteristiche del moto sismico atteso o, comunque, produrre deformazioni permanenti rilevanti per le costruzioni e le infrastrutture. In sostanza, lo studio di microzonazione sismica viene sintetizzato in una carta del territorio nella quale sono indicate:

- le zone in cui il moto sismico non viene modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida e pianeggiante e, pertanto, gli scuotimenti attesi sono equiparati a quelli forniti dagli studi di pericolosità di base;
- le zone in cui il moto sismico viene modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida e pianeggiante, a causa delle caratteristiche litostratigrafiche del terreno e/o geomorfologiche del territorio;
- le zone in cui sono presenti o suscettibili di attivazione fenomeni di deformazione permanente del territorio indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, liquefazioni, fagliazione superficiale, cedimenti differenziali, ecc.).

Relativamente agli aspetti normativi, le valutazioni in merito alle caratteristiche di sismicità del territorio vanno effettuate avendo come riferimento sia l'OPCM 3274/03 e s.m.i. comprese nelle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni, sia la normativa regionale, attualmente vigente in Regione Campania, rappresentata dalla L.R. 9/83 e dalla L.R. 16/2004. Pertanto, sulla base della normativa vigente, per la microzonazione sismica del territorio comunale, è necessario definire la velocità di propagazione delle onde di taglio nei diversi livelli stratigrafici che compongono il

sottosuolo fino ad una profondità di 30 m ( $V_{s30}$ ). Il parametro  $V_{s30}$  rappresenta la velocità equivalente delle onde sismiche di taglio nei primi 30 m di sottosuolo ed è pari a:

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

$h_i$  = Spessore in metri dello strato  $i$ -esimo  
 $V_i$  = Velocità dell'onda di taglio  $i$ -esima  
 $N$  = Numero di strati

Dai valori rilevati si determina la categoria di suolo sismico secondo la tabella sotto illustrata:

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m., caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m., caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sotto suolo non classificabile nei tipi precedenti.

Classificazione dei suoli (D.M. 14 gennaio 2008)

In riferimento a quanto riportato negli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica 2008, di seguito riportata come ICMS 2008, (paragrafo 1.6.4 della Parte I e II e capitolo 3.4.5 della Parte III), nella seguente relazione

93/118

illustrativa verranno definiti i vari aspetti che sono intervenuti nella definizione della Microzonazione Sismica del Comune di Montesarchio (BN). In particolare, verranno esplicitate e commentate tutte quelle che sono le condizioni ed i fattori direttamente osservabili dalla documentazione di archivio esistente ed *ex novo* prodotte, che hanno supportato le scelte interpretative per la definizione del modello geologico, così come previsto dall'IMCS 2008.

### ***Terreni costituenti il substrato geologico***

Sono rappresentati da tre litotipi formazionali correlabili direttamente con le unità litotecniche (ULT1) esposte ed illustrate nel § 4 e sono direttamente correlabili con la Formazione di Castelvenere e alla Successione Pliocenica ampiamente illustrate nel § 3.

Le Formazione di Castelvetero rappresenta il substrato geologico e simico della quasi totalità del territorio comunale. Affiora ampiamente nella zona collinare del territorio comunale approfondisce, con profondità via via maggiori, verso valle. Essa è caratterizzata da diverse litologie ma tutte riconducibili ad arenarie cementate ed a materiali pelitici litoidi e/o sovraconsolidati. Data la distribuzione areale, stratigrafica e sismica, da tale formazione non è stata scorporata l'unità ULT1c, il comportamento sismico è verosimilmente lo stesso.

Viceversa, da tale Formazione sono stati scorporati gli olistoliti calcari (Unità Litologica ULT1a) per il loro comportamento sismico e per le velocità delle onde di taglio. Tali blocchi calcari con caratteristiche litologiche, meccaniche e sismiche potrebbero anche indurre uno smorzamento dell'onda sismica.

L'altra unità litologica del substrato è rappresentata dalla successione Pliocenica, ampiamente affiorante in Località Tre Ponti - Tufara Valle. Tale Unità Litologica (ULT1d) del substrato si compone, nella zona di riferimento, di argille sovraconsolidate ed intercalate da siltiti e arenarie cementate.

### ***Terreni di copertura***

Fanno parte dei depositi di copertura le Unità Litotecniche UL2 e UL3 già definite nel § 4. Di tali unità litotecniche sono state accorpate alcune unità litologiche con comportamento sismico simile.

Per i materiali incoerenti (ULT2) sono state determinate tre classi litologiche a comportamento omogeneo. In particolare, nella prima classe è stato inserito il detrito calcareo etrometrico, nella seconda tutti i materiali alluvionali costituita da ciottoli arrotondati in matrice sabbio limosa e nella terza classe i limi sabbio-argillosi, limi argillosi e le sabbie limo-argillose dei materiali piroclastici e fluvi lacustre.

Una successiva classe deriva da tutti i materiali dell'Unità Litotecnica ULT3. Si tratta di materiali di copertura a comportamento coesivo, costituita da materiali argillosi e sabbio-limosi di medio-bassa consistenza con inclusi di varia natura.

### ***Dati e geofisici***

Nel territorio Comunale di Montesarchio (BN) sono stati eseguiti o rinvenuti n. 44 sondaggi a carotaggio continuo, n. 20 campioni indisturbati, n.18 Down Hole in foro, n. 4 prove SPT in foro e n. 2 indagini lineari di sismica di superficie attiva tipo MASW. Tutti i dati sono stati verificati e riportati sulla carta delle indagini (Tav. G1).

Ogni indagine sismica è stata controllata e confrontata con le colonne stratigrafiche di riferimento. Nei sondaggi di rinvenimento del substrato è stato possibile verificare le caratteristiche sismiche e la profondità dello stesso. Per i materiali di copertura si è proceduto ad un'attenta valutazione delle velocità e alle loro caratteristiche. Il substrato sismico è stato rinvenuto in tutte le zone litologiche omogenee, tranne nella zona litologica 14. In questa zona, il substrato si rinviene a profondità maggiore di 30 metri.

Per la caratterizzazione delle varie zone sismiche omogenee sono state utilizzate tutte le indagini sismiche disponibili, anche quelle in possesso dello

scrivente, nelle varie zone sismiche omogene (tranne la zona sismica omogenea 6) si riscontra una buona correlazione dei dati.

Nell'area della Valle Caudina (zona sismica 6) sono state riscontrate alcune inversioni della velocità delle Vs dell'ordine di grandezza di alcune decine di m/s. Quindi, nella pianificazione dei comparti per la zona sismica 6 necessitano ulteriori indagini sismiche. Allo stato attuale sarebbe inutile e dannoso procedere con la limitazione sismica dell'intera area, anche perché la maggior parte delle indagini sismiche indicano un suolo di tipo C. Quindi, per la zona sismica 6 e negli studi di approfondimento, unitamente alle problematiche di liquefazione dei terreni, vanno verificate le zone di inversione delle velocità.

## **7.2 CARTA DELLA ZONAZIONE DEL TERRITORIO IN PROSPETTIVA SISMICA**

La Carta in oggetto è stata redatta sulla base di tutte le informazioni raccolte ed, essendo inerente alla pianificazione urbanistica, individua la geometria delle aree potenzialmente caratterizzate da specifici effetti sismici locali (amplificazione, instabilità di versante, ecc.). Ciò permette, quindi, di guidare i necessari approfondimenti di indagini nelle successive fasi della pianificazione urbanistica e/o per gli interventi diretti sul territorio.

Quindi, la Carta Della Zonazione del Territorio in Prospettiva Sismica (Tavola G8) rappresenta uno studio propedeutico per affrontare i successivi livelli di approfondimento, attraverso l'individuazione di microzone a comportamento sismico omogeneo, nell'ambito del quadro conoscitivo dei dati reperiti e delle verifiche effettuate. In questa carta sono state, quindi, individuate le microzone ove, sulla base di osservazioni geologiche e geomorfologiche e della valutazione dei dati litostratigrafici reperiti, è stata prevista la presenza di diversi e specifici tipi di effetti prodotti dall'azione sismica (amplificazioni, instabilità di versante, liquefazione, ecc.).

Le microzone individuabili sono suddivise in tre categorie:

- zone stabili, nelle quali non si ipotizzano effetti locali di rilievo di alcuna natura (substrato geologico in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata - pendii con inclinazione inferiore a circa 15°).
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto dell'assetto litostratigrafico e morfologico locale; tale categoria è quella maggiormente rappresenta all'interno dell'area esaminata.
- zone suscettibili di instabilità, nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio (non sono esclusi per queste zone anche fenomeni di amplificazione del moto).

Inoltre, sulla base di tutte le indagini sismiche reperite per ogni zona sismica è stata determinata la classe di suolo (Tab. 3.2.II DM 14/01/08) predominante e le forme sepolte e di superficie.

### **Zone stabili**

Sul territorio comunale non sono state individuate vere e proprie zone stabili. Date le caratteristiche geologiche e sismiche sono stati inseriti in questa categoria i maggiori (per dimensioni) olistoliti calcarei. Essi presentano pendenze maggiori del 15% (amplificazione topografica) ma date le loro caratteristiche geologiche (blocchi calcarei di grandi dimensioni inglobati in materiali terrigeni), gli stessi olistoliti dovrebbero avere un comportamento sismico tale da ridurre gli effetti del terremoto (smorzamento delle onde in profondità). Ovviamente, tale comportamento non può essere considerato per gli olistoliti con piccola "radice".

I calcari Mesozoici (olistoliti) presentano una velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$ , superiori ai 800 m/sec, pertanto è stato assegnato un Suolo di Tipo A. Per essi in cartografia (Tav. G8) è stata assegnata la Zona sismica 1.

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

In tali zone sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto della situazione litostratigrafica e morfologica locale.

La quasi totalità del territorio del Comune di Montesarchio è caratterizzato dalla presenza di terreni di copertura, natura e spessore, e da substrato affiorante di natura prevalentemente arenaceo-pelitico. Detti terreni costituiscono l'elemento predominante, comprese le coltri di alterazione del substrato, molto tettonizzato o caratterizzato, comunque, da velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s > 600$  m/s.

Dalle geometrie del substrato (predominante la Formazione di Castelvete) e delle caratteristiche dei materiali di copertura sono state definite n. 9 colonne stratigrafiche rappresentative delle diverse zone sismiche. Accanto ad ogni litologia è riportato orientativamente lo spessore massimo e minimo più rappresentativo del litotipo e il tipo di suolo. Le microzone diverse microzone (in cartografia definite Zone) presentano differenti tipi di suoli, come definiti dalla Tab. 3.2.II DM 14/01/08.

### **Zone stabili suscettibili di amplificazione locale per topografia**

Per gli effetti morfologici e/o topografici, in assenza di specifici studi, si adattano dei fattori correttivi in base all'inclinazione dei pendii e alla forma del rilievo (Lanzo, 2005). Sulla base di numerose esperienze, lo stesso autore propone di adottare i seguenti fattori correttivi:

- pendii, terrazzi o rilievi isolati con inclinazione  $\beta > 15^\circ$ ;  $\gamma_Q = 1,2$ ;
- rilievi con larghezza in cresta molto inferiore a quella di base e  $\beta$  compreso tra  $15^\circ$  e  $30^\circ$ ;  $\gamma_Q = 1,2$ ;
- creste vere e proprie con  $\beta > 30^\circ$ ;  $\gamma_Q = 1,4$ .

In cui  $\beta$  è l'inclinazione del versante e  $\gamma_Q$  è il coefficiente di penalizzazione utilizzato nell'espressione per il calcolo di  $E_d$  (forza sismica orizzontale). Tale indirizzo tecnico è in linea con i contenuti del D.M. 14 gennaio 2008, il quale prevede l'utilizzo di coefficienti correttivi (amplificazioni) in funzione di particolari condizioni morfologiche (effetto di sito o topografico).

La norma prevede che, in assenza di studi specifici, si potranno utilizzare per ST i seguenti valori:

- $ST = 1,2$  per siti in prossimità del ciglio superiore di pendii scoscesi isolati;
- $ST = 1,4$  per siti prossimi alla sommità di profili topografici aventi larghezza in cresta molto inferiore alla larghezza di base e pendenza media  $>30^\circ$ ;
- $ST = 1,2$  per siti corrispondenti alla lettera b ma con pendenza media inferiore.

Il prodotto ( $S \cdot ST$ ), che può essere assunto per il calcolo della forza sismica orizzontale, non dovrà mai essere superiore ad 1,6.

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare a partire dalla sommità del pendio o della cresta fino alla base dove  $ST$  assume valore unitario.

Nella Carta della Zonazione del Territorio in Prospettiva Sismica sono state delimitate le aree soggette a tali amplificazioni del moto sismico. In particolare, per il territorio comunale sono state perimetrati i pendii con inclinazione maggiore di  $15^\circ$ .

### **Zone suscettibili di instabilità**

Nella Carta della Zonazione del Territorio in Prospettiva Sismica sono state delimitate le aree che potranno essere sede di fenomeni franosi innescati dai terremoti. Si precisa che per il territorio comunale non è stato possibile reperire dei dati relativi a terremoti e frane da questi attivate o riattivate. In assenza di tali dati sono state utilizzate le correlazioni, solitamente espresse in forma grafica, tra la massima distanza epicentrale di attivazione o riattivazione dei movimenti franosi e la magnitudo  $M_s$  del sisma. Dai grafici si evince che per il territorio comunale sono possibili attivazioni e/o riattivazioni di movimenti franosi ad opera dei terremoti.

Di seguito si riporta un grafico (fig.10) pubblicato nel 1999 dal Comitato Tecnico TC4 (*Technical Committee for Earthquake Geotechnical Engineering*) che mette in relazione l'instabilità dei versanti in funzione dei valori di magnitudo e delle distanze epicentrali.

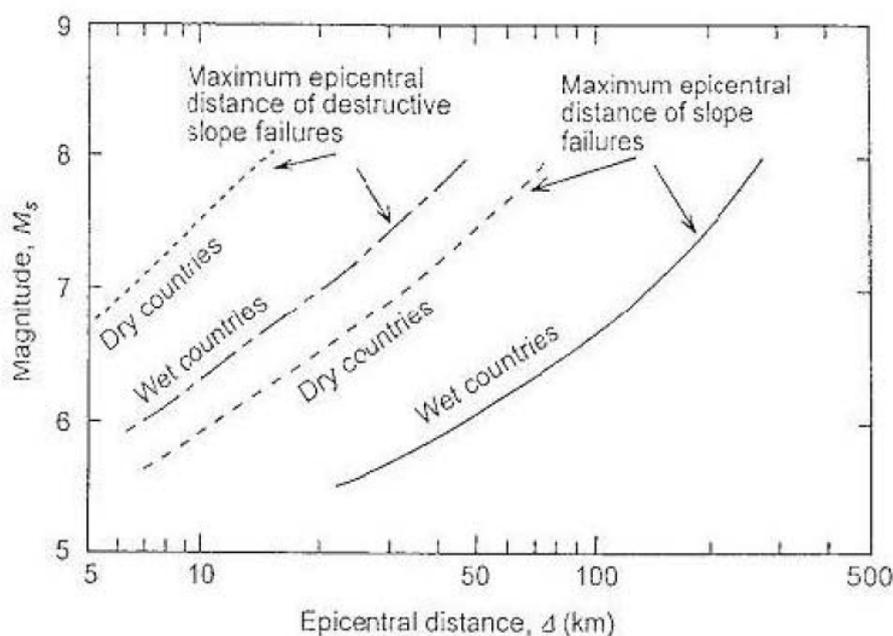


Fig. 10 Relazione tra la Magnitudo del sisma e la massima distanza epicentrale di attivazione di fenomeni franosi (TC4, 1999).

Dal grafico si evince che nel territorio comunale, data l'ubicazione rispetto alle sorgenti sismogenetiche (vedasi inquadramento sismico), si possono verificare fenomeni di instabilità connessi ad un evento sismico.

La zonizzazione delle aree è stata effettuata sulla base delle frane e delle aree a precario equilibrio geologico, rilevate sul territorio comunale. Infatti, si ritiene che le zone potenzialmente instabili in caso di sisma siano le frane attive e quiescenti ed eventualmente le zone prossimali ad esse.

È evidente che tale metodo va bene per lo scopo del presente lavoro, ma presenta dei limiti rispetto alle diverse risposte locali dei versanti.

Sono state incluse in queste zone anche le aree di scarpata e i movimenti gravitativi superficiali.

### **Suscettibilità alla liquefazione**

Da quanto sopra esposto e considerando le condizioni litostratigrafiche ed idrogeologiche della piana della Valle Caudina, in caso di eventi sismici ed in zone

ristrette, ci potranno essere probabili fenomeni di liquefazione dei terreni sabbiosi superficiali del secondo periodo lacustre o in corrispondenza dei paleoalvei.

È opportuno precisare che l'eventuale liquefazione dei terreni può interessare ristrette aree della Valle Caudina. Pertanto, si rimanda, per la definizione della suscettibilità alla liquefazione di tali aree, ad indagini mirate e puntuali da effettuarsi preventivamente agli interventi a farsi.

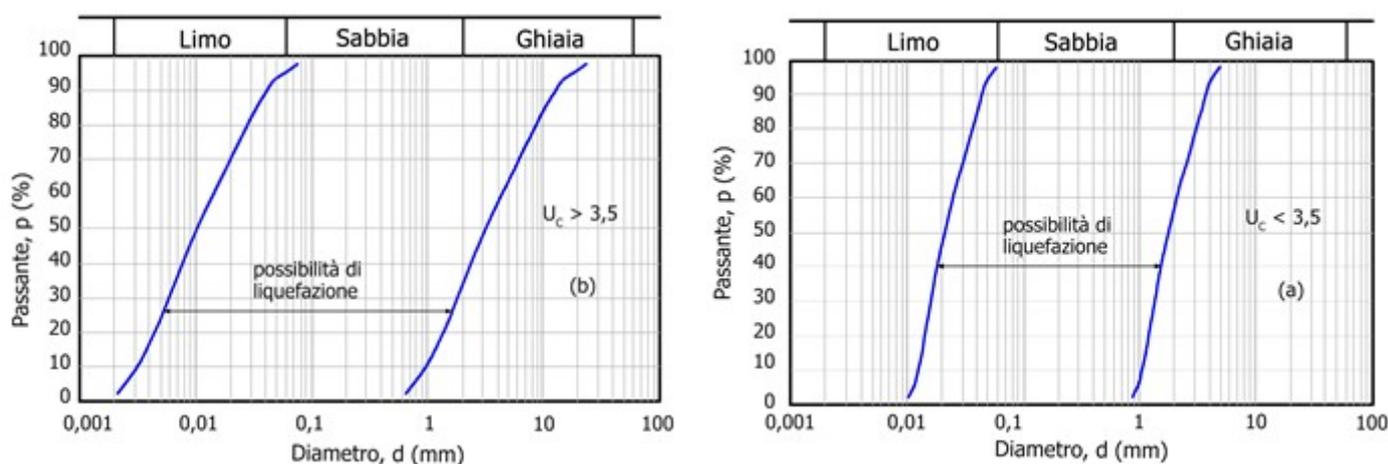
Nel presente lavoro sono state effettuate due verifiche alla liquefazione nell'area immediatamente a valle del centro abitato di Montesarchio. Si è scelta tale area perché contestualmente alla realizzazione dei sondaggi S15 e S16 sono state eseguite n. 4 prove SPT e sono stati prelevati n. 4 campioni indisturbati per le analisi di laboratorio. I dati permettono di discretizzare correttamente il primo livello piroclastico superficiale e il secondo episodio fluivo-lacustre fino alla profondità 15 m.

Le attuali NTC e la revisione in corso delle stesse, al punto 7.11.3.4.2 "Stabilità nei confronti della liquefazione" affermano che si può omettere la verifica alla liquefazione quando si manifesti almeno una delle seguenti cinque circostanze:

- 1) eventi sismici attesi di magnitudo  $M$  inferiore a 5;
- 2) accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di  $0,1 g$  ( $a_{g_{max}}$ );
- 3) profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali (misura riferita al valore medio stagionale). Nell'EC 8, invece, si fa riferimento alle condizioni prevalenti durante il periodo di vita dell'opera;
- 4) depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc_{1N} > 180$  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  $qc_{1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche

statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

- 5) distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c^* < 3,5$  ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .



\* $U_C$  rapporto  $D_{60}/D_{10}$ , dove  $D_{60}$  e  $D_{10}$  sono il diametro delle particelle corrispondenti rispettivamente al 60% e al 10% del passante sulla curva granulometrica cumulativa

Per il sito in esame e per l'intera Zona 6 (area della Valle Caudina) non si possono escludere i primi quattro punti, in quanto sono condizioni verificabili nella Valle Caudina.

Per l'esclusione o la conferma del quinto punto, sui n. 4 campioni prelevati e analizzati in laboratorio sono state effettuate anche le analisi granulometriche con vagli (ASTM) e le analisi densitometriche (ASTM D 422/63). Dalle relative curve granulometriche sono stati calcolati i valori di  $U_C$  con i seguenti risultati:

- $S_{15}C_1$   $U_C = D_{60}/D_{10} = 14,5$
- $S_{15}C_2$   $U_C = D_{60}/D_{10} = \text{Indeterminato}^*$
- $S_{16}C_1$   $U_C = D_{60}/D_{10} = 90$
- $S_{16}C_2$   $U_C = D_{60}/D_{10} = \text{Indeterminato}^*$

\*Dalle curve granulometriche si evince che non è ricavabile il valore di  $D_{10}$  poiché il minimo valore delle ordinate è pari a 22% in  $S_{15}C_2$  e del 23,5% in  $S_{16}C_2$ . Quindi, risulta impossibile determinare  $U_C$ .

Dai risultati si evince che nemmeno il quinto punto risulta soddisfatto per il secondo livello litologico. Pertanto, non si può omettere la verifica alla liquefazione. Dagli stessi risultati, inoltre, si può escludere dalla verifica alla liquefazione solo il primo livello litologico (materiali piroclastici) ma non per il secondo livello litologico (materiali fluvio-lacustri; secondo periodo lacustre).

Le NTC al punto 7.11.3.4.3 (metodologie di analisi) precisano: *“quando nessuna delle condizioni..... risulti soddisfatta e il terreno di fondazione comprende strati estesi e lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, occorre valutare il coefficiente alla liquefazione alla profondità in cui sono presenti terreni potenzialmente liquefacibili”*.

Nel presente lavoro, avendo a disposizione i dati completi (sondaggio S15 e S16) per effettuare le verifiche alla liquefazione con i metodi semplificati, sono stati utilizzati più metodi, riferibili a diversi autori, per valutare il rischio alla liquefazione.

La determinazione dell'azione di progetto è stata determinata sulla base dai dati INGV. Per i valori della magnitudo media per il sito in esame si rimanda alle pagg. 91 e 92.

L'accelerazione massima  $a_{max}$  (SLC) è stata calcolata con la seguente formula:

$$a_{max(SLC)} = S_s * S_t * a_g$$

Parametri generali:

$$M_w = 5,7$$

$$a_{max} = 0,286$$

$$R \text{ (Km)} = \text{distanza epicentrale} = 14,1 \text{ Km}$$

$$H \text{ falda} = 1,5 \text{ mt.}$$

Parametri adottati per la verifica alla liquefazione:

Secondo livello – sondaggio S15:	Secondo livello -sondaggio S16:
Hspt = 6,3 mt (prof. prove SPT)	Hspt = 8,8 mt (prof. prove SPT)
$\gamma = \gamma_{\text{sat.}} = 1,85 \text{ g/cm}^3$	$\gamma = \gamma_{\text{sat.}} = 1,73 \text{ g/cm}^3$
NSPT = 17	NSPT = 10
D50 = 0,012 mm	D50 = 0,012 mm
Fc = > 35%	Fc = > 35%

Per il calcolo è stato utilizzato un foglio elettronico e le verifiche sono state effettuate con il metodo di Boulanger and Idriss (2004), con il metodo di Seed et al. (1985) e con il metodo di Rauch (1998). Con tali metodi di calcolo e con i dati riportati in precedenza, è stato verificato (vedasi allegato 2 in calce alla relazione) il RISCHIO, la PROBABILITA' e la SUSCETTIBILITA' alla liquefazione.

Le verifiche effettuate escludono i fenomeni di liquefazione dei terreni.

## 8. CARTA DI SINTESI AI FINI DELL'UTILIZZAZIONE DEL TERRITORIO

Lo studio geolitologico, geomorfologico, idrogeologico e geosismico del territorio di Montesarchio ha consentito di avere un quadro generale, sufficientemente valido, per definire con buona approssimazione una carta dell'utilizzazione dello stesso territorio ai fini dello sviluppo urbanistico.

A tal fine è stata redatta la Carta di Sintesi (Tav. G10) che deriva dalla sovrapposizione degli elaborati di base (carta geologica, geomorfologica, di stabilità, di microzonizzazione sismica ed idrogeologica, ecc.) e dalle caratteristiche geotecniche dei terreni. Questa carta è il risultato della valutazione mediata di tutti gli elementi studiati, in sintesi, del rischio geologico del territorio comunale.

All'interno del Comune di Montesarchio sono state riconosciute quattro zone con caratteristiche geomorfologiche e sismiche simili ai fini dell'utilizzazione delle stesse.

Tale cartografia riassuntiva restituisce le indicazioni necessarie al pianificatore per effettuare le dovute scelte urbanistiche nel rispetto delle problematiche geologiche intrinseche del territorio. Per la redazione della suddetta cartografia, il territorio è stato suddiviso in quattro classi di pericolosità alle quali corrispondono diversi gradi di pericolosità e di conseguenza diverse suscettibilità d'uso del territorio.

*Si precisa che i dati geotecnici riportati nel § 4 sono da considerarsi qualitativi e solo indicativi delle caratteristiche tecniche dei terreni affioranti; questi dati non possono, quindi, essere utilizzati nei calcoli geotecnici, ma essi devono essere verificati e confrontati con dati derivanti da analisi di laboratorio e da indagini in sito da effettuarsi in modo puntuale nelle zone di intervento.*

Di seguito vengono riassunte le varie zone:

### **8.1 Aree con suscettività d'uso non condizionata (ZONA 1)**

In questa zona ricadono le aree nelle quali NON sono state rilevate condizioni limitative alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni. Sono comprese in questa zona quelle aree caratterizzate da una struttura geologica favorevole alla realizzazione e allo sviluppo del tessuto urbanistico.

Quindi, sono porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geologica sono tali da non imporre limitazioni alle scelte urbanistiche; gli interventi sia pubblici che privati sono consentiti nel rispetto delle prescrizioni del D.M. 14/01/2008 e Circolare del CSLL.PP n. 617 del 2/02/09 e nel rispetto del D.M. LL.PP. del 11/03/1988 e s. m. e i.

Inoltre, ricadono in questa zona le area di territorio dove:

- NON sono presenti vincoli idrogeologici dell'AdB Liri, Garigliano e Volturno;
- NON sono presenti vincoli idraulici;

- generalmente sono caratterizzate da suoli di tipo B;
- ricadono in aree di versante stabili con acclività compresa tra 0 e 15° gradi.

## **8.2 Aree con suscettività d'uso parzialmente condizionata (ZONA 1)**

Ricadono in questa zona le aree di affioramento dei materiali fluvio-lacustri della Valle Caudina. Si tratta di una zona in cui la situazione lito-stratigrafica presenta un quadro leggermente problematico, tuttavia con l'applicazione di opportuni accorgimenti e/o introducendo qualche eventuale limitazione d'uso la stessa può essere ricondotta ad un utilizzo normalmente soddisfacente.

Le condizioni geomorfologiche sono tali da non limitare l'eventuale sviluppo urbanistico. Le condizioni stratigrafiche, sismiche ed idrogeologiche (falda sub-affiorante) determinano un incremento sismico tale da far ricadere la zona in una categoria di suoli di fondazioni di tipo C e limitatamente di tipo D ed S2. In ristrette aree si rilevano lenti sabbiose tali da indurre la liquefazione dei terreni e/o da generare un'inversione delle velocità delle onde sismiche.

Quindi, la pericolosità geologica può essere superata con l'adozione di accorgimenti tecnici tali da non imporre limitazioni alle scelte urbanistiche.

Inoltre, in tale zona, oltre all'applicazione D.M. del 14/01/2008, va approfondito il livello della conoscenza del modello geologico e va valutato il grado di amplificazione sismica locale.

Per la pianificazione di dettaglio dei comparti e/o per gli usi del territorio non si può prescindere dalle due problematiche geologiche individuate in ristrette aree di detta zona.

Lo stesso discorso si applica per i materiali pliocenici affioranti in località Tora - Tre Ponti per essi, in caso di utilizzo, bisogna verificare la stabilità delle aree in seguito all'attività estrattiva.

### **8.3 Aree con suscettività d'uso mediamente limitata (ZONA 3)**

Questa zona comprende le aree nelle quali sono state rilevate ridotte condizioni di stabilità. Sono aree da mediamente acclive a molto acclive ed ubicate in prossimità delle aree a rischio geologico.

L'utilizzo di questa zona è, pertanto, subordinato alla realizzazione di supplementi d'indagine per acquisire una maggiore conoscenza geologico-tecnica dell'area e del suo intorno, mediante campagne geognostiche, prove in sito o di laboratorio, nonché mediante studi tematici specifici di varia natura (idrogeologici, geomorfologici, ecc.). Ciò consentirà di precisare le idonee destinazioni d'uso, le volumetrie ammissibili, le tipologie costruttive più opportune, nonché le opere di sistemazione ed eventualmente di bonifica. Quindi, il loro utilizzo, anche per strutture di limitata importanza, deve tenere conto dei caratteri fisiografici e dell'incidenza geologica.

Per i terreni compresi in questa zona è ipotizzabile un'edificazione di basso impatto geologico; in genere, l'acclività dei terreni richiede la scelta di edificazioni più aderenti al profilo stesso del pendio con la minimizzazione degli scavi al fine di non alterare le condizioni statiche del pendio stesso.

Per le zone ricadenti nel vincolo da frane dell'A.d.B. Liri, Garigliano e Volturno si rimanda alle relative Norme Tecniche di Attuazione.

### **8.4 Aree con suscettività d'uso limitata e/o condizionata all'adozione di cautele specifiche (Zona 4)**

Tale zona comprende le aree nelle quali si sono riscontrate consistenti limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni per entità e natura dei rischi geologici individuati.

Appartengono a questa zona le aree interessate da fenomeni franosi attivi o quiescenti, le aree di conoide, le scarpate in arretramento, i terrazzi fluviali attivi, creep ed altri fenomeni gravitativi.

Si dovrà, pertanto, escludere detta zona da eventuali espansioni urbanistiche in mancanza di idonee opere di sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Cautelativamente, quindi, visto che eventuali interventi antropici, legati alla modifica dei terreni, possono generare dissesti anche agli immobili confinanti, si dovrà procedere in questa zona con prudenza e cautela, eseguendo tutto quanto risulti necessario per delineare un modello geotecnico del sottosuolo il più aderente alla realtà.

Per eventuali interventi sull'edificato già esistente dovranno essere fornite tutte le indicazioni per la progettazione di opere di difesa e per la sistemazione idrogeologica al fine di scongiurare eventuali effetti negativi sull'edificato stesso. Potranno essere, inoltre, predisposti idonei sistemi di monitoraggio geologico che permettano di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto o indotti dall'urbanizzato.

## **9. NORME DI ATTUAZIONE GEOLOGICHE**

Le Norme Geologiche di Attuazione traducono in termini pratici le valutazioni relative all'effettiva fruibilità del territorio comunale, così come sono state determinate attraverso gli appositi studi geologici e sintetizzate nella Carta di Sintesi (Tav. G9). Di seguito vengono esposte le seguenti norme tecniche di attuazione a carattere esclusivamente geologico attuabili sul territorio comunale di Montesarchio (BN).

- 1) Alla presentazione delle istanze di Permesso a Costruire è necessario allegare uno Studio di Fattibilità Geologica.
- 2) Per la richiesta di autorizzazione sismica, il progetto esecutivo dovrà contenere la "Relazione Geologica" redatta secondo quanto prescritto dalle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 14 gennaio 2008 e alla Circolare 2 febbraio 2009 n.617 del C.S.LL.PP. Le N.T.C. 2008. Tali norme

si applicano indistintamente sia ai progetti pubblici che ai progetti privati poiché esse forniscono i criteri generali di sicurezza.

- 3) Le relazioni specialistiche (v. § C 10.1, punto 5.1 della Circolare) sono:
- la relazione geologica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione geologica del sito (§ 6.2.1 delle NTC e § C 6.2.1 della Circolare);
  - la relazione sulle indagini, caratterizzazione e modellazione del volume significativo di terreno (§ 6.2.2 delle NTC e § C 6.2.2 della Circolare);
  - la relazione sulla modellazione sismica concernente la “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione (§ 3.2 delle NTC e § C 3.2 della Circolare).
- 4) Per le Opere Minori elencate nel Decreto dirigenziale n. 65 del 3 agosto 2010 - *Lavori minori di cui all'art. 12, comma 3 del regolamento regionale n. 4/2010. Definizione delle tipologie, della modulistica e delle attività istruttorie, di competenza dei Settori provinciali del Genio Civile, ai fini del rilascio dell'autorizzazione sismica (art. 4, commi 1 e 2, L.R. 9/83) e dell'effettuazione dei controlli sulla progettazione (art. 4, comma 3, L.R. 9/83)* - si può semplificare lo studio geologico e può essere presentato contestualmente all'istanza di Permesso a Costruire. In rapporto alla stabilità globale dell'insieme opera-terreno che ricadono in zone già note (ad esclusione delle zone ricadenti nelle Zone 3 e 4 della carta di sintesi (Tav. G9), la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo (effettuata attraverso indagini in sito ed in laboratorio) sui terreni di fondazione può essere ridotta, sempreché sia possibile procedere alla caratterizzazione dei terreni sulla base di dati e di notizie raccolti mediante indagini precedenti, eseguite su terreni simili ed in aree immediatamente adiacenti, sui quali possa essere responsabilmente basata la progettazione. In tal caso, dovranno essere precisate, specificate ed allegate le fonti dalle quali si è pervenuti alla caratterizzazione fisico-meccanica del sottosuolo. Per le aree individuate e

perimetrate dall'AdB (Vedi Tav. G10) si applicano le norme di attuazione del PSAI.

- 5) Nel caso di interventi di scavo all'interno del tessuto urbano consolidato, la documentazione a corredo del progetto dovrà comprendere uno studio finalizzato alla verifica delle ripercussioni dell'intervento, sia in corso d'opera, sia a fine lavori, sul comportamento statico e sulla funzionalità dei manufatti limitrofi.
- 6) Relativamente alla cartografia PSAI (Rischio Frane) redatta dall'Autorità di Bacino Liri-Garigliano-Volturno e riportata come Tav. G10 "Carta della trasposizione in scala 1:5000 del progetto di piano stralcio per l'assetto idrogeologico", le attività edilizie e di trasformazione territoriale previste dal Piano Urbanistico Comunale dovranno essere attuate conformemente agli studi geologici e nel rispetto del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico.
- 7) La Carta di sintesi (Tav. G9) individua zone omogenee dal punto di vista della fruibilità geologica del territorio, con particolare riferimento al loro comportamento prevedibile nel campo delle sollecitazioni dinamiche. La Carta di sintesi suddivide il territorio comunale in 4 zone, corrispondenti ad altrettante situazioni geologiche con diverse problematiche geologico-tecniche. Nei punti seguenti vengono descritte le diverse zone, riportando per ognuna l'elenco delle indagini geologico-tecniche da eseguirsi per la realizzazione di attività edilizia o per movimenti terra con modifiche della superficie morfologica.

**Zona 1** - Aree con suscettività d'uso non condizionata - In questa zona si applica D.M. 14/01/08 e la circolare CSLL.PP n. 617 del 2/02/09.

**Zona 2** - Aree con suscettività d'uso parzialmente condizionata - In tali aree, oltre all'applicazione D.M. del 14/01/2008 e la circolare CSLL.PP n. 617 del 2/02/09, va approfondito il livello della conoscenza del modello

geologico e va valutato il grado di amplificazione sismica locale. Ai fini della sicurezza dei cittadini bisogna:

- escludere eventuali fenomeni di liquefazione;
- escludere eventuali inversioni delle velocità delle onde sismiche.

Qualora, il sito non escludesse i suddetti fenomeni bisogna procedere:

- alla verifica della liquefazione dei terreni con metodi di analisi avanzate o con metodologie storico-empiriche;
- all'analisi di Risposta Sismica Locale (RSL) con indagini specifiche.

Per tale zona si applicano gli standard, per il terzo livello di approfondimento, disposti dalla Commissione tecnica per la microzonazione sismica (articolo 5, comma 7, OPCM 13 novembre 2010, n. 3907).

**Zona 3** - Aree con suscettività d'uso mediamente limitata (ZONA 3) - di pericolosità geologica media riguarda porzioni di territorio dove le condizioni di media pericolosità geologica possono essere superate con l'adozione di opportuni accorgimenti tecnici tali da non imporre limitazioni alle scelte urbanistiche. Per tale zona, oltre alle indagini geologico-tecniche previste dal D.M. 14/01/08 e la circolare CSLL.PP n. 617 del 2/02/09, bisogna procedere:

- alle indagini in sito estese oltre il volume significativo di suolo interessato dall'opera;
- al rilevamento geologico dell'ambito significativo in cui ricade l'opera;
- al rilevamento geomorfologico finalizzato alle ricostruzioni di dettaglio dei processi gravitativi del versante;
- alla ricostruzione del modello geologico esteso all'area limitrofe.

**Zona 4** - Aree con suscettività d'uso limitata e/o condizionata all'adozione di cautele specifiche - Tale zona è caratterizzata da pericolosità geologica elevata e pone in evidenza criticità di una certa rilevanza, che condizionano

la trasformabilità del territorio. In essa dovranno essere interdette modificazioni rilevanti dell'assetto morfologico del suolo con elevati volumi di scavo e di riporto.

Sono permessi interventi insediativi di interesse pubblico non delocalizzabili previa autorizzazione delle autorità sovracomunali, a seguito presentazione dello studio di compatibilità idrogeologica come esposto nelle norme d'attuazione Titolo III art. 23 dell'autorità di bacino Liri, Garigliano e Volturno.

Per eventuali interventi sull'edificato già esistente dovranno essere fornite tutte le indicazioni per la progettazione di opere di difesa e per la sistemazione idrogeologica al fine di scongiurare eventuali effetti negativi sull'edificato stesso.

Potranno essere, inoltre, predisposti idonei sistemi di monitoraggio geologico che permettano di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto o indotti dalle opere.

Sono permessi interventi insediativi di interesse pubblico non delocalizzabili previa autorizzazione delle autorità sovracomunali, a seguito presentazione dello studio di compatibilità idrogeologica come esposto nelle norme d'attuazione Titolo III art. 23 dell'autorità di bacino Liri, Garigliano e Volturno.

- 8) Nelle aree instabili (frane attive e quiescenti) riportati nella Carta della Stabilità (Tav. G6), ma che non ricadono nelle aree di vincolo dell'A.d.B., ogni attività insediativa o modificativa dell'assetto del suolo dovrà essere preceduta da uno studio di compatibilità idrogeologica, seguendo i dettami delle norme di attuazione del PSAI.

## 10. CONCLUSIONI

Nel rispetto delle Leggi Regionali nn. 9/83 e 16/2004, del D.M. 14/01/08 e della Delibera della Giunta Regionale n. 118 del 27/05/2013, sono stati esaminati gli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici e sismici del territorio comunale sia nell'ottica di realizzare una prima e complessiva caratterizzazione di riferimento (da utilizzarsi eventualmente anche per ulteriori approfondimenti specifici in materia) e sia nella prospettiva di costituire i presupposti di indirizzo per lo sviluppo dell'azione urbanistica e della gestione delle risorse territoriali.

Sulla base del rilevamento geologico e dei dati bibliografici, unitamente a tutti i sondaggi effettuati, si è ricostruito l'assetto geologico del territorio comunale. Le caratteristiche geologiche sono state esplicitate nella presente relazione (Cap. 3) ed illustrate nella Carta Geologica (Tavola G2). Per evidenziare i rapporti stratigrafici e tettonici delle varie formazioni geologiche, affioranti nell'area comunale, sono state realizzate quattro sezioni geologiche (Tavola G3). Nella Carta Geolitologica si riportano le zone omogenee per spessore stratigrafico e per unità litologica (Tavola G11).

Il rilievo geomorfologico, coadiuvato da fotointerpretazione, ha permesso la ricostruzione dei principali fenomeni e/o forme morfologiche del territorio comunale (vedasi Cap. 4), i quali sono stati cartografati nella Carta Geomorfologica allegata (Tavola G4). Tale carta tematica, unitamente alla Carta Geologica e alla Carta Clivometrica (Tavola G5), ha permesso di realizzare la Carta della Stabilità (Tavola G6) del territorio comunale. In quest'ultima carta si evidenziano le aree con grado di stabilità differente e si riportano i dissesti attuali opportunamente numerati e, comunque, descritti nella presente relazione.

Gli aspetti idrogeologici ed idrografici del territorio comunale sono stati rappresentati nella Carta Idrogeologica (Tavola G7).

Dal punto di vista geosismico e sempre nel rispetto della normativa vigente in materia, si è provveduto a zonare il territorio comunale in prospettiva sismica (Tavola G8), individuando le microzone a diverso fattore di amplificazione e le

zone suscettibili di effetti cosismici. Il territorio è stato esaminato anche sotto l'aspetto della sismicità storica (Cap. 6) prestando particolare attenzione all'individuazione dei sismi di maggiore intensità che hanno coinvolto il territorio comunale stesso.

Infine, sulla base dei dati e delle carte tematiche suddette è stata realizzata la Carta di Sintesi (Tavola G9). Questa carta raccoglie i dati sulle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, geotecniche, sismiche e, più in generale, sul "rischio geologico" al fine di valutare il potenziale sviluppo urbanistico del territorio comunale.

Il Geologo  
Dott. Adriano IACHETTA

## BIBLIOGRAFIA

- ABATE D., DE PIPPO T., MASSARO E. & PENNETTA M. (1998) – *Evoluzione morfologica tardo-quadernaria della Valle Caudina (Benevento, Italia)*. Il Quaternario, Italian Journal of Quaternary Sciences, **11**, 255-264.
- Alessio g., e. Esposito, g. Luongo, a. Gorini, s. Porfido (1993). Identification of seismogenic areas in the Southern Apennines, Italy. Annali di Geofisica vol. XXXVI.
- AMORE O., BONARDI G., CIAMPO G., DE CAPOA P., PERRONE V. & SGROSSO I. (1988) - *Relazioni tra "flysch interni" e domini appenninici: reinterpretazione delle formazioni di Pollica, San Mauro e Albidona e il problema dell'evoluzione inframiocenica delle zone esterne appenniniche*. Mem. Soc. Geol. It., **41**, 285-299.
- AMORE O., CIAMPO G., MORABITO S., RUGGIERO E., SANTINI U. & SGROSSO I. (2003) – *Datazione biostratigrafica e inquadramento regionale di alcuni depositi miocenici discordanti dell'Appennino campano-lucano*. GEOITALIA, 4° Forum FIST, Bellaria 16-18 settembre 2003, 286-288.
- BOIANO U., (2000) – *La Formazione torbiditica di San Bartolomeo (Appennino Meridionale): revisione litostratigrafica, analisi sedimentologica ed implicazioni sui caratteri dei bacini legati a prismi di accrezione*. Boll. Soc. Geol. It., **119**, 39-62.
- BONARDI G., D'ARGENIO B. & PERRONE V. (1988) - *Carta geologica dell'Appennino meridionale*. Mem. Soc. Geol. It., **41**, Tav. all. in scala 1: 250.000.
- BRANCACCIO L. & CINQUE A. (1988)
- *L'evoluzione geomorfologica dell'Appennino campano-lucano*. Mem. Soc. Geol. It., **41**, 83-86.
- CASERO P., ROURE F., ENDIGNOUX L., MORETTI I., MULLER C., SAGE L. & VIALLY R. (1988) - *Neogene geodynamic evolution of the Southern Apennines*. Mem. Soc. Geol. It., **41**, 109-120.
- CIARCIA S., DI NOCERA S., MATANO F. & TORRE M. (2003) – *Evoluzione tettono-sedimentaria e paleogeografica dei depocentri wedge-top nell'ambito del foreland basin system pliocenico dell'Appennino meridionale (settore irpino-dauno)*. Boll. Soc. Geol. It., **122**, 117-137.
- CIARCIA S., DI DONATO V., MITRANO T. & TORRE M. (2006) – *I depositi del bacino di Benevento (PLiocene inferiore, Appennino meridionale): nuovi vincoli stratigrafici e paleoambientali*. Boll. Soc. Geol. It., **125**, 147-162.

- CINQUE A (1992) – *Verso una reinterpretazione delle evidenze geomorfologiche di neotettonica in un'area di tettonogenesi recente: l'Appennino campano-lucano*. Il Quaternario, **5**, 2, 299-304.
- CIONI R., CIVETTA L., D'ANTONIO M., DE VITA S., FISHER R.V., MARIANELLI P., MARINONI L., ORSI G., PAPPALARDO L., PIOCHI M., ROSI M., SANTACROCE R., SBRANA A. (1994) – *Volcanoes of the Neaoplitan Area: Vesuvio, Ischia, Campi Flegrei*. Guide-book Field excursion B4. International Mineralogical Association. 16th General meeting 1994, Pisa (Italy).
- Crespellani T. (1999) - *Effetti di sito e fenomeni di instabilità indotti dai terremoti nei depositi e nei pendii*. - Atti del Corso "Problemi di ingegneria geotecnica nelle aree sismiche" coord. T. Crespellani CISM - International Centre for Mechanical Sciences, pp. 341-396, Udine
- CRITELLI S., LE PERA E., PERRONE V. & SONNINO M. (1995) - *Le successioni silico-clastiche nell'evoluzione tettonica cenozoica dell'Appennino meridionale*. St. Geol. Camerti, vol. sp. 1995, **2**, 155-165.
- CRITELLI S. & LE PERA E. (1995) – *La Formazione di Castelvetere nell'evoluzione petrostratigrafica del'avanfossa del Tortoniano-Messinianno dell'Appennino meridionale*. Boll. Soc. Geol. It., **114**, 615-634.
- D'ARGENIO B. (1988) – *L'Appennino campano-lucano. Vecchi e nuovi modelli geologici tra gli anni sessanta e gli inizi degli anni ottanta*. Mem. Soc. Geol. It., **41**, 3-15.
- D'ARGENIO B., PESCATORE T. & SCANDONE P. (1973) - *Schema geologico dell'Appennino meridionale (Campania e Lucania)*. Atti del Conv. "Moderne vedute sulla geologia dell'Appennino" Acc. Naz. dei Lincei, Quaderni, **183**, 49-72.
- D'ARGENIO B., PESCATORE T. & SCANDONE P. (1975) – *Structural pattern of the Campania-Lucania Apennines* Quad. Ric. Scient., **90**, 313-327.
- De Vivo B., D. Dietrich, I. Guerra, G. Iannaccone, G. Luongo, P. Scandone, R. Scarpa, E. Turco (1979). Carta sismotettonica preliminare dell'Appennino Meridionale. Pubbl. n.166, C.N.R. Progetto Finalizzato Geodinamica.
- DI NOCERA S., TORRE M. & VITI P. (1993) - *Le Arenarie di Caiazzo nell'evoluzione Tortoniano-Messiniana dell'Appennino Campano*. Atti Ticinensi di Scienze della Terra, Pavia, **36**, 165-182.
- DI NOCERA S., MATANO F. & TORRE M. (2002) – *Le unità "sannitiche" Auct. (Appennino centro-meridionale): rassegna delle correnti interpretazioni stratigrafiche e paleogeografiche e nuove ipotesi con l'introduzione dell'Unità di Frigento*. Studi Geologici Camerti, nuova serie, **1**, 1, 87-102.

- Di Nocera S., Matano F., Pescatore T.S., Pinto F., Senatore M.R. Quarantiello R. & Torre M. (2003) - *Schema geologico del transetto Monti Picentini orientali – Monti della Daunia meridionali: unità stratigrafiche ed evoluzione tettonica del settore esterno dell'Appennino meridionale*. Boll. Soc. Geol. It., **125**, 39-58.
- GUIDA D., Iaccarino, G. e Perrone, V., 1988. *Nuovi dati sulla successione del Flysch del Cilento a M. Centaurino: relazioni fra Unità Litostratigrafiche, Unità Litotecniche e principali Sistemi Franosi*. Mem. Soc. Geol. 41 (1988).
- LANZO G. (2005). Risposta sismica locale. In: *Linee Guida AGI su Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica*. Patron Editore, Bologna, Marzo 2005
- LIRER L., PESCATORE T.S., BOOTH B., WALKER G.P.L.. (1973) – *Two plinian pumice fall deposits from Somma-Vesuvius, Italy*. Geol. Soc. Am. Bull., **84**.
- MOSTARDINI F. & MERLINI S. (1986) - *Appennino centro meridionale. Sezioni geologiche e proposta di modello strutturale*. Mem. Soc. Geol. It., **35**, 177-202.
- OGNIBEN L. (1969) - *Schema introduttivo alla geologia del confine calabro-lucano*. Mem. Soc. Geol. It., **8**, 453-763.
- PATACCA E. & SCANDONE P. (1989) - *Post-Tortonian mountain building in the Apennines. The role of the passive sinking of a relict lithospheric slab*. In: A. Boriani, M. Bonafede, G.B. Piccardo and G.B. Vai (Eds.), *The lithosphere in Italy. Advances in Earth Science Research*. It. Nat. Comm. Int. Lith. Prog., Mid-term Conf. (Rome, 5-6 May 1987), Atti Conv. Lincei, **80**, 157-176
- PATACCA E. & SCANDONE P. (2001) - *Late thrust propagation and sedimentary response in the thrust-belt – foredeep system of the Southern Apennines (Pliocene – Pleistocene)*. In: VAI G.B. & MARTINI I.P. (eds), *Anatomy of an Orogen: the Apennines and adjacent Mediterranean Basins*, 401-440, Kluwer Academic Publ., Great Britain.
- PESCATORE T.S., (1978) – *Evoluzione tettonica del bacino Irpino durante il Miocene*. Boll. Soc. Geol. it., **97**, 783-805.
- PESCATORE T.S. (1988) – *La sedimentazione miocenica nell'Appennino campano-lucano*. Ren. Acc. Sc. Fis. Mat. Napoli, **55**, 85-105.
- PESCATORE T.S. & ORTOLANI F. (1973) – *Schema tettonico dell'Appennino campano-lucano*. Boll. Soc. Geol. It., **92**, 453-472.
- PESCATORE T.S., SGROSSO I. & TORRE M. (1970) - *Lineamenti di tettonica e sedimentazione nel Miocene nell'Appennino campano-lucano*. Soc. Natur. In Napoli, suppl. al Boll., **78**, 37-406.

- PESCATORE T., PINTO F., RENDA P., SENATORE M.R., TRAMUTOLI M. & VALENTE A. (1996a) - *Avanfosse mioceniche dell'Appennino meridionale (Italia)*. Rend. Acc. Sc Fis. Mat. Napoli, **63**, 85-121.
- SCANDONE P. (1967) - *Studi di geologia lucana: la serie calcareo-silico-marnosa e suoi rapporti con l'Appennino calcareo*. Boll. Soc. Nat. in Napoli, **76**, 1-175.
- SCANDONE P. (1972) - *Studi di Geologia lucana: carta dei terreni della serie calcareo-silico-marnosa e note illustrative*. Boll. Soc. Natur. in Napoli, **81**, 225-300.
- SCANDONE R., BELLUCCI F., LIRER L., ROLANDI G. (1991) - *The structure of the Campanian plain and the activity of the Neapolitan volcanoes (Italy)*. Journal of volcanology and Geothermal Research, **48**, 1-31.
- SELLI R., (1962) - *Il Paleogene nel quadro della geologia dell'Italia centro-meridionale*. Mem. Soc. Geol. It., **3**, 737-789.
- SGROSSO I. (1986) - *Criteri ed elementi per una ricostruzione paleogeografica delle zone esterne dell'Appennino centro-meridionale*. Mem. Soc. Geol. It., **35**, 203-219.
- SGROSSO I. (1988) - *Nuovi elementi per un più articolato modello paleogeografico nell'Appennino centro-meridionale*. Mem. Soc. Geol. It., **41**, 225-252.
- SGROSSO I. (1998) - *Possibile evoluzione cinematica miocenica nell'orogene centro-sud appenninico*. Boll. Soc. Geol. It., **117**, 679-724.
- Stucchi et alii. (2007). *DBMI04, il database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04*. Quaderni di Geofisica, Vol 49, pp.38.

# ALLEGATO 1

## ELENCO DELLE MISURA DI CAMPAGNA

### DEI POZZO

<b>N. POZZO</b>	Profondità della falda dal boccaf. (mt)	Altezza boccaforo (mt)	Soggiacenza falda dal p.c. (mt)	<b>N. POZZO</b>	Profondità della falda dal boccaf. (mt)	Altezza boccaf. (mt)	Soggiacenza falda dal p.c. (mt)
1	2,92	1,05	1,87	39	2,70	0,96	1,74
2	2,96	0,80	2,16	40	1,20	0,52	0,68
3	1,76	0,90	0,86	41	1,78	1,02	0,76
4	0,54	0,30	0,24	42	2,85	0,90	1,95
5	1,12	0,75	0,37	43	2,34	1,04	1,30
6	1,93	0,40	1,53	44	2,10	0,70	1,40
7	1,84	0,80	1,04	45	1,95	1,15	0,80
8	1,94	0,90	1,04	46	3,80	1,05	2,75
9	1,46	0,70	0,76	47	3,93	1,08	2,85
10	1,46	0,65	0,81	48	3,20	0,58	2,62
11	1,74	1,35	0,39	49	3,16	0,95	2,21
12	2,42	0,70	1,72	50	3,30	0,40	2,90
13	2,63	0,70	1,93	51	3,98	0,95	3,03
14	0,98	0,70	0,28	52	4,22	0,80	3,42
15	1,31	0,75	0,56	53	2,73	0,80	1,93
16	1,36	0,55	0,81	54	1,85	0,38	1,47
17	1,60	0,70	0,90	55	2,15	0,80	1,35
18	1,90	1,10	0,80	56	4,05	1,72	2,33
19	1,40	0,80	0,60	57	2,95	1,02	1,93
20	1,50	0,85	0,65	58	2,60	1,32	1,28
21	1,50	0,45	1,05	59	1,75	0,92	0,83
22	1,80	0,75	1,05	60	2,90	0,55	2,35
23	2,80	1,45	1,35	61	0,96	0,60	0,36
24	2,10	0,40	1,70	62	0,97	0,76	0,21
25	2,05	1,40	0,65	63	1,82	0,84	0,98
26	1,60	0,90	0,70	64	0,78	0,40	0,38
27	1,80	0,95	0,85	65	1,28	0,76	0,52
28	2,10	0,50	1,60	66	2,30	1,35	0,95
29	2,08	0,56	1,52	67	2,80	0,95	1,85
30	2,40	0,85	1,55	68	3,90	0,01	3,89
31	2,60	0,82	1,78	69	2,20	0,50	1,70
32	1,30	0,83	0,47	70	2,28	1,02	1,26
33	1,08	0,78	0,30	71	3,30	1,00	2,30
34	1,55	1,30	0,25	72	2,63	0,52	2,11
35	1,70	0,97	0,73	73	2,82	0,86	1,96
36	1,32	0,74	0,58	74	3,25	0,70	2,55
37	1,26	0,78	0,48	75	2,23	0,80	1,43
38	6,64	1,10	5,54	76	2,60	1,15	1,45

82	2,70	0,60	2,10	106	2,80	1,25	1,55
83	4,62	0,70	3,92	107	3,30	1,35	1,95
84	3,30	0,60	2,70	108	3,80	1,85	1,95
85	2,95	0,65	2,30	109	2,10	0,90	1,20
86	4,40	0,76	3,64	110	2,15	0,70	1,45
87	3,15	0,75	2,40	111	2,65	2,05	0,60
88	3,80	0,85	2,95	112	2,25	0,90	1,35
89	2,25	0,70	1,55	113	1,55	0,70	0,85
90	2,35	0,90	1,45	114	3,25	0,75	2,50
91	1,90	0,80	1,10	115	1,45	0,80	0,65
92	1,95	0,70	1,25	116	2,52	1,15	1,37
93	1,97	1,00	0,97	117	1,94	0,80	1,14
94	1,65	0,45	1,20	118	2,32	1,25	1,07
95	2,70	0,85	1,85	119	1,65	0,80	0,85
96	1,75	0,65	1,10	120	2,15	0,70	1,45
97	2,52	0,30	2,22	121	2,65	0,70	1,95
98	1,55	0,45	1,10	122	2,15	1,00	1,15
99	1,85	0,80	1,05	123	2,10	0,00	2,10
100	3,10	0,80	2,30	124	3,05	0,80	2,25
101	2,95	0,70	2,25	125	4,05	2,20	1,85
102	2,62	1,30	1,32	126	4,20	0,80	3,40
103	1,85	0,94	0,91	127	7,60	0,80	6,80
104	2,85	1,05	1,80	128	8,20	0,80	7,40
105	2,65	0,80	1,85				
106	2,80	1,25	1,55				
107	3,30	1,35	1,95				

## ALLEGATO 2

### VERIFICHE ALLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI

Area sondaggio S15

e

Area sondaggio S16

$M_w = 5,7$

**VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE**

(DA PROVE DINAMICHE SPT)

**METODO DI IDRIS AND BOULANGER (2004)**

**RISULTATI:**

**FORMULE:**

	1° STRATO	2° STRATO
Spessore	3,5	11,5

$CRR = \exp \left\{ \frac{N1(60)}{14.1} + \left( \frac{N1(60)}{126} \right)^2 - \left( \frac{N1(60)}{23.6} \right)^3 + \left( \frac{N1(60)}{25.4} \right)^4 - 2.8 \right\}$	<b>CRR</b>	0,140	0,324
---	------------	-------	-------

$CSR = \frac{\tau_{av}}{\sigma'_{vo}} = 0,65 \cdot \frac{a_{max}}{g} \cdot \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} \cdot r_d \cdot \frac{1}{MSF}$	M = 5,7	<b>CSR</b>	0,104	0,111
--	---------	------------	-------	-------

$r_d$		0,9487	0,8781
-------	--	--------	--------

1	< $F_s = CRR/CSR$	Mw = 5,7	<b><math>F_s</math></b>	1,344	2,915
				Verificato	Verificato

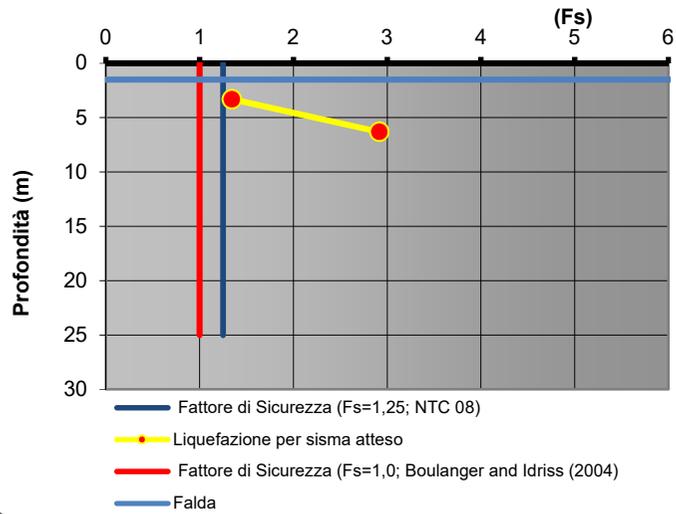
1,25	< $F_s = CRR/CSR$	Mw = 5,7	<b><math>F_s</math> (NTC 08)</b>	1,344	2,915
				Verificato	Verificato

RISCHIO di Liquefazione (Iwasaki et.al.,1978)	Molto Basso	
PROBABILITA' di Liquefazione (Juang et. al., 2001) [ $P_L$ (%)]	0,11	0,01
SUSCETTIBILITA' di Liquefazione (Juang et. al., 2001)	Quasi certa	Quasi certa

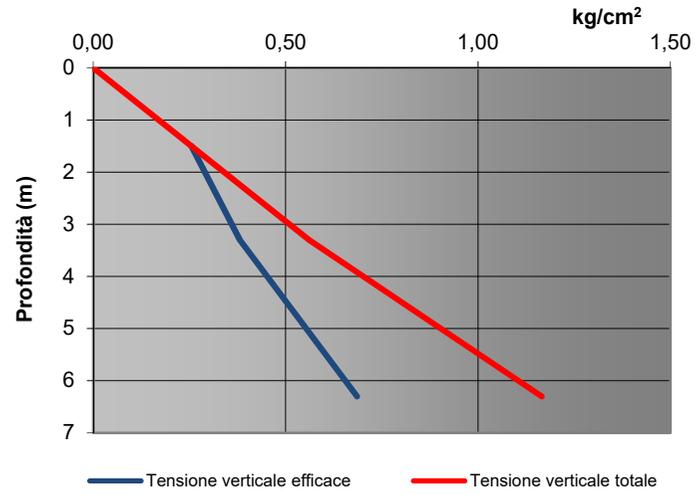
<b>Committente:</b>	COMUNE DI MONTESARCHIO		
<b>Riferimento:</b>	RITIPIZZAZIONE URBANISTICA		
<b>Località:</b>	MONTESARCHIO	<b>Prov.:</b>	BN
<b>Oggetto:</b>	STUDIO GEOLOGICO		

STRATIGRAFIA 2

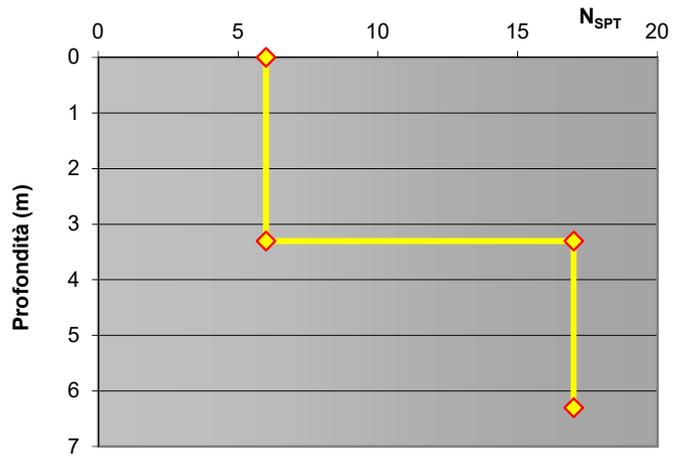
### TEORIA DI BOULANGER AND IDRIS (2004)



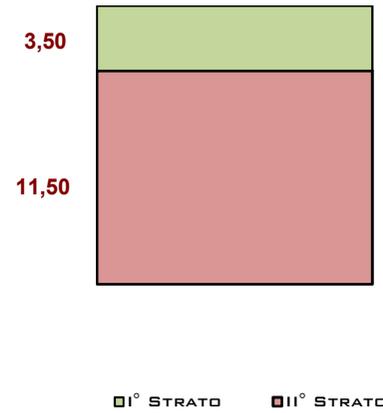
### CARICO LITOSTATICO



### DIAGRAMMA PROVA SPT



### COLONNA STRATIGRAFICA



## VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

(DA PROVE DINAMICHE SPT)

METODO DI RAUCH (1998)

FORMULE:

$$CRR = \frac{1}{34 - (N_1)_{60}} + \frac{(N_1)_{60}}{135} + \frac{50}{[10 \cdot (N_1)_{60} + 45]^2} - \frac{1}{200}$$

$$CSR = \frac{\tau_{av}}{\sigma'_{vo}} = 0,65 \cdot \frac{a_{max}}{g} \cdot \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} \cdot r_d \cdot \frac{1}{MSF}$$

 $r_d$ 

1

<  $F_s = CRR/CSR$ 

M = 5,7

 $F_s$ 

1,312

Verificato

2,655

Verificato

1,25

<  $F_s = CRR/CSR$ 

M = 5,7

 $F_s (NTC08)$ 

1,312

Verificato

2,655

Verificato

RISCHIO di Liquefazione (Iwasaki et.al.,1978)

Molto Basso

PROBABILITA' di Liquefazione (Juang et. al., 2001) [ $P_L$  (%)]

0,12

0,01

SUSCETTIBILITA' di Liquefazione (Juang et. al., 2001)

Liquef. incerta

Liquef. incerta

Committente: COMUNE DI MONTESARCHIO

Riferimento: RITIPIZZAZIONE URBANISTICA

Località: MONTESARCHIO

Prov.: BN

Oggetto: STUDIO GEOLOGICO

RISULTATI:

	1° STRATO	2° STRATO
Spessore	3,5	11,5

CRR	0,140	0,320
-----	-------	-------

M = 5,7	CSR	0,107	0,120
---------	-----	-------	-------

$r_d$		0,97	0,95
-------	--	------	------

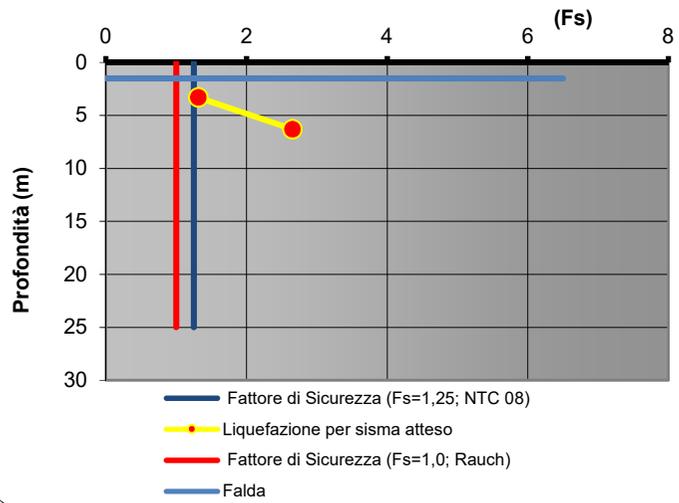
1	< $F_s = CRR/CSR$	M = 5,7	$F_s$	1,312	2,655
				Verificato	Verificato

1,25	< $F_s = CRR/CSR$	M = 5,7	$F_s (NTC08)$	1,312	2,655
				Verificato	Verificato

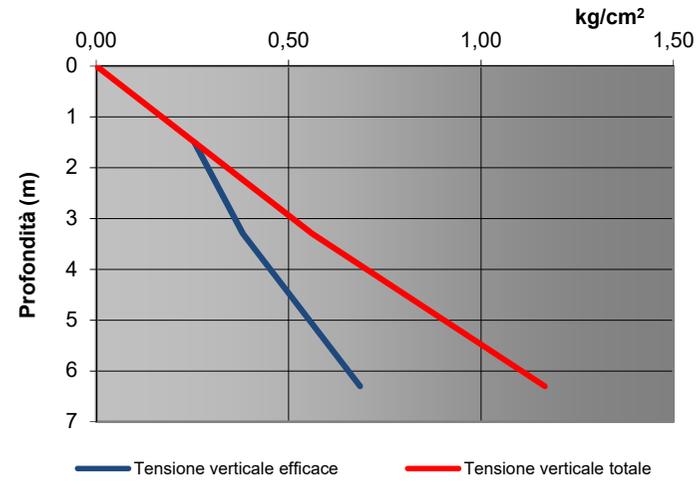
RISCHIO di Liquefazione (Iwasaki et.al.,1978)		Molto Basso	
PROBABILITA' di Liquefazione (Juang et. al., 2001) [ $P_L$ (%)]		0,12	0,01
SUSCETTIBILITA' di Liquefazione (Juang et. al., 2001)		Liquef. incerta	Liquef. incerta

STRATIGRAFIA 2

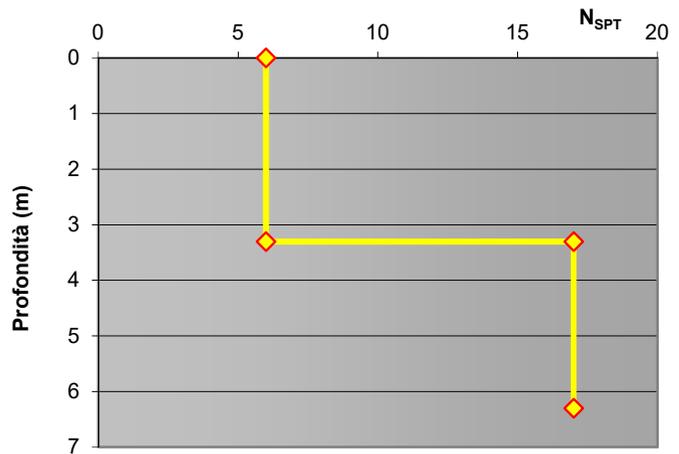
### TEORIA DI RAUCH (1998)



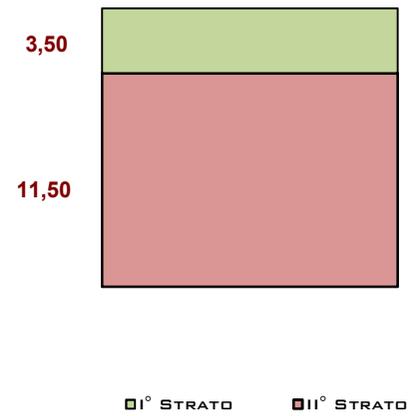
### CARICO LITOSTATICO



### DIAGRAMMA PROVA SPT



### COLONNA STRATIGRAFICA



## VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

(DA PROVE DINAMICHE SPT)

METODO DI SEED ET AL. (1985)

FORMULE:

$$CRR = \frac{a + c \cdot N + e \cdot N^2 + g \cdot N^3}{1 + b \cdot N + d \cdot N^2 + f \cdot N^3 + h \cdot N^4}$$

$$CSR = \frac{\tau_{av}}{\sigma'_{vo}} = 0,65 \cdot \frac{a_{max}}{g} \cdot \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} \cdot r_d \cdot \frac{1}{MSF}$$

RISULTATI:

	1° STRATO	2° STRATO
Spessore	3,5	11,5

	1° STRATO	2° STRATO
CRR	0,141	0,308

	1° STRATO	2° STRATO
M <sub>w</sub> = 5,7 CSR	0,107	0,120

r<sub>d</sub>

0,97

0,95

1

< F<sub>s</sub> = CRR/CSRM<sub>w</sub> = 5,7F<sub>s</sub>

1,324

2,559

Verificato

Verificato

1,25

< F<sub>s</sub> = CRR/CSRM<sub>w</sub> = 5,7F<sub>s</sub> (NTC 08)

1,324

2,559

Verificato

Verificato

RISCHIO di Liquefazione (Iwasaki et.al., 1978)

Molto Basso

PROBABILITA' di Liquefazione (Juang et. al., 2001) [P<sub>L</sub> (%)]

0,12

0,01

SUSCETTIBILITA' di Liquefazione (Juang et. al., 2001)

Liquef. incerta

Liquef. incerta

Committente: COMUNE DI MONTESARCHIO

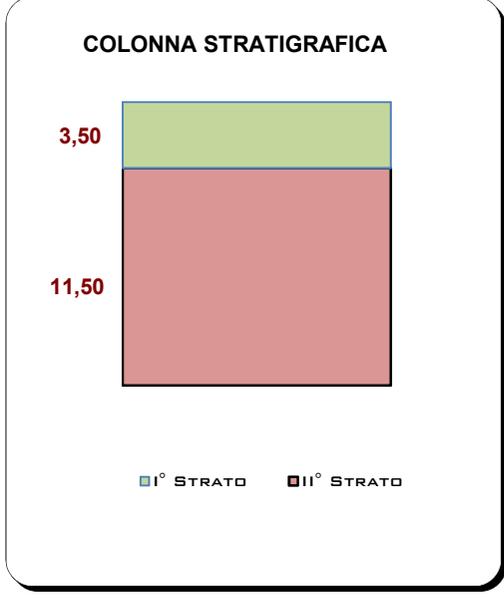
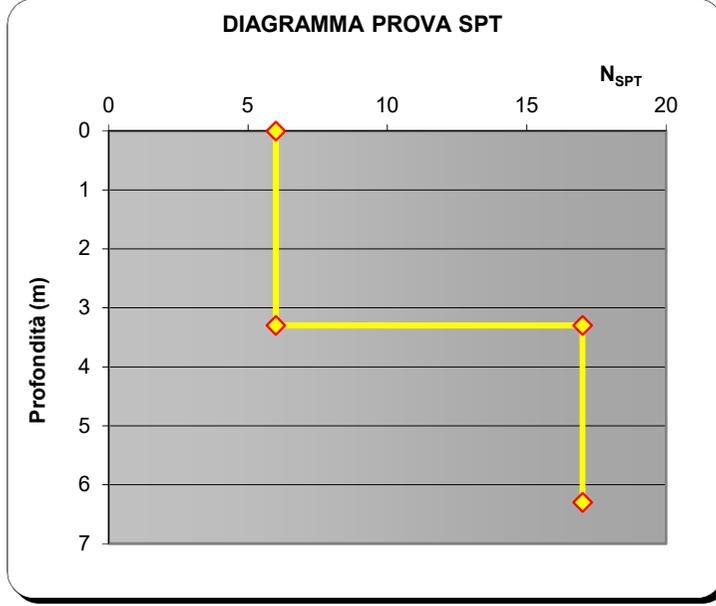
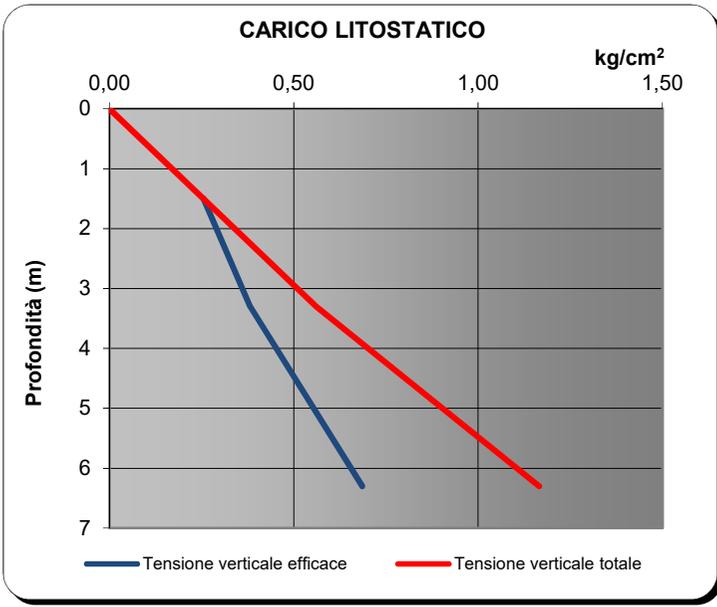
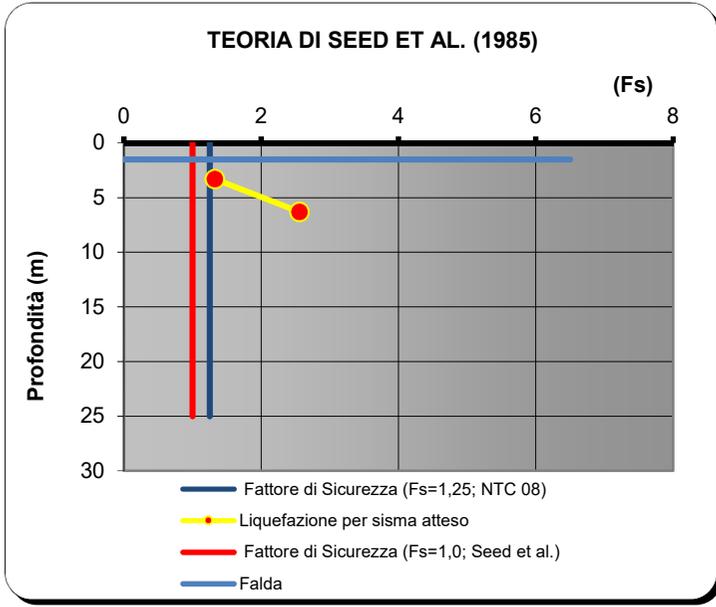
Riferimento: RITIPIZZAZIONE URBANISTICA

Località: MONTESARCHIO

Prov.: BN

Oggetto: STUDIO GEOLOGICO

STRATIGRAFIA 2



## VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

(DA PROVE DINAMICHE SPT)

## METODO DI IDRIS AND BOULANGER (2004)

## RISULTATI:

## FORMULE:

	1° STRATO	2° STRATO
Spessore	4	9,2

$$CRR = \exp \left\{ \frac{N1(60)}{14.1} + \left( \frac{N1(60)}{126} \right)^2 - \left( \frac{N1(60)}{23.6} \right)^3 + \left( \frac{N1(60)}{25.4} \right)^4 - 2.8 \right\}$$

	1° STRATO	2° STRATO
CRR	0,136	0,171

$$CSR = \frac{\tau_{av}}{\sigma'_{vo}} = 0,65 \cdot \frac{a_{max}}{g} \cdot \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} \cdot r_d \cdot \frac{1}{MSF}$$

	1° STRATO	2° STRATO
M =	5,7	
CSR	0,102	0,117

 $r_d$ 

	1° STRATO	2° STRATO
$r_d$	0,9550	0,8131

1 <  $F_s = CRR/CSR$ 

Mw = 5,7

 $F_s$ 

	1° STRATO	2° STRATO
$F_s$	1,339	1,453
	Verificato	Verificato

1,25 <  $F_s = CRR/CSR$ 

Mw = 5,7

 $F_s$  (NTC 08)

	1° STRATO	2° STRATO
$F_s$	1,339	1,453
	Verificato	Verificato

RISCHIO di Liquefazione (Iwasaki et.al.,1978)

Molto Basso

PROBABILITA' di Liquefazione (Juang et. al., 2001) [P<sub>L</sub> (%)]

0,11 0,09

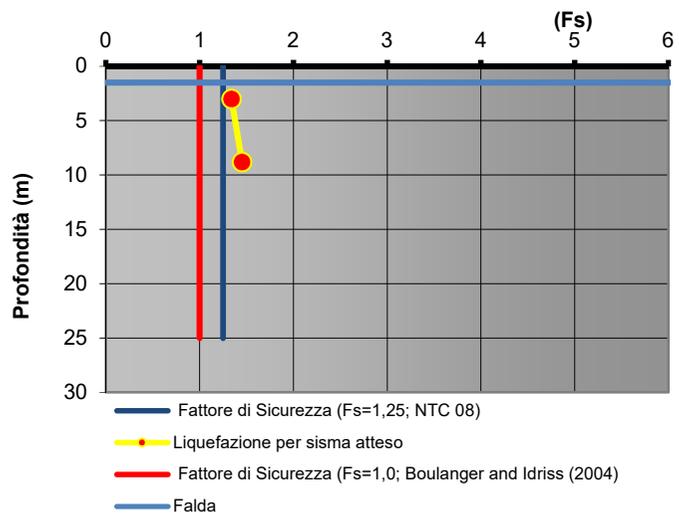
SUSCETTIBILITA' di Liquefazione (Juang et. al., 2001)

Quasi certa Quasi certa

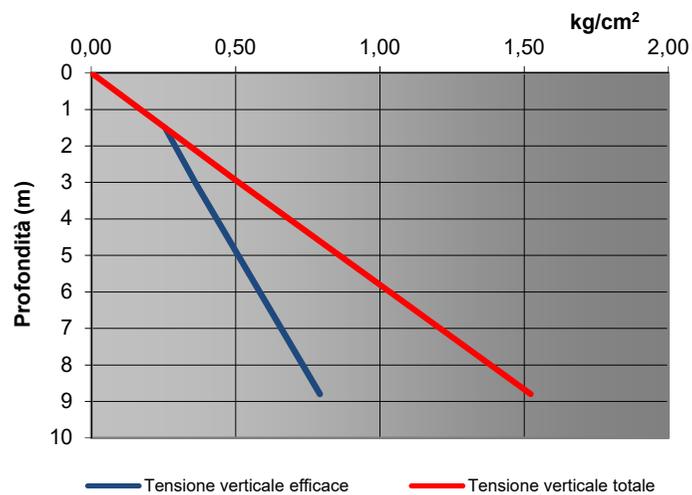
**Committente:** COMUNE DI MONTESARCHIO  
**Riferimento:** RITIPIZZAZIONE URBANISTICA  
**Località:** MONTESARCHIO **Prov.:** BN  
**Oggetto:** STUDIO GEOLOGICO

STRATIGRAFIA 2

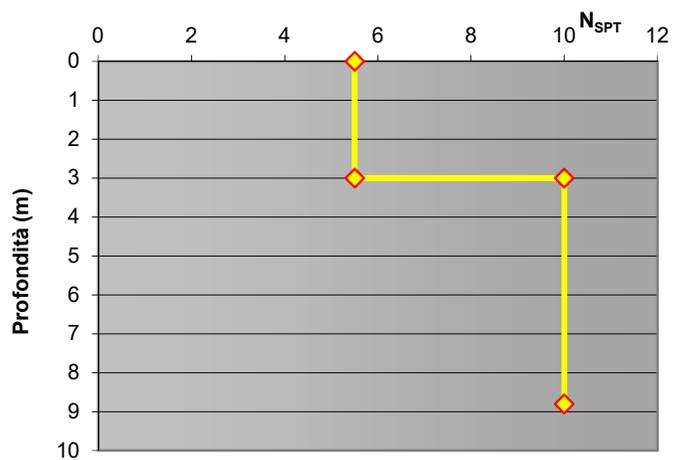
### TEORIA DI BOULANGER AND IDRIS (2004)



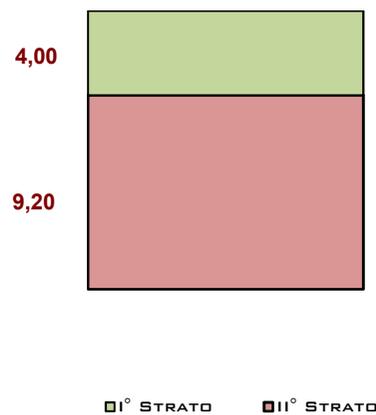
### CARICO LITOSTATICO



### DIAGRAMMA PROVA SPT



### COLONNA STRATIGRAFICA



## VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

(DA PROVE DINAMICHE SPT)

METODO DI RAUCH (1998)

FORMULE:

$$CRR = \frac{1}{34 - (N_1)_{60}} + \frac{(N_1)_{60}}{135} + \frac{50}{[10 \cdot (N_1)_{60} + 45]^2} - \frac{1}{200}$$

RISULTATI:		
	1° STRATO	2° STRATO
Spessore	4	9,2

CRR	0,136	0,177
-----	-------	-------

$$CSR = \frac{\tau_{av}}{\sigma'_{vo}} = 0,65 \cdot \frac{a_{max}}{g} \cdot \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} \cdot r_d \cdot \frac{1}{MSF}$$

M =	5,7	CSR	0,104	0,135
-----	-----	-----	-------	-------

r<sub>d</sub>

	0,98	0,93
--	------	------

1

< F<sub>s</sub> = CRR/CSR

M = 5,7

F<sub>s</sub>

1,306

1,314

Verificato

Verificato

1,25

< F<sub>s</sub> = CRR/CSR

M = 5,7

F<sub>s</sub> (NTC08)

1,306

1,314

Verificato

Verificato

RISCHIO di Liquefazione (Iwasaki et.al.,1978)

Molto Basso

PROBABILITA' di Liquefazione (Juang et. al., 2001) [P<sub>L</sub> (%)]

0,12

0,12

SUSCETTIBILITA' di Liquefazione (Juang et. al., 2001)

Liquef. incerta

Liquef. incerta

Committente: COMUNE DI MONTESARCHIO

Riferimento: RITIPIZZAZIONE URBANISTICA

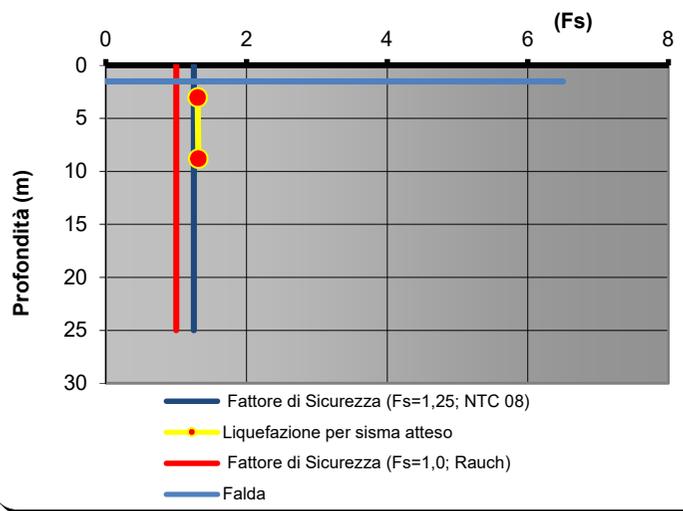
Località: MONTESARCHIO

Prov.: BN

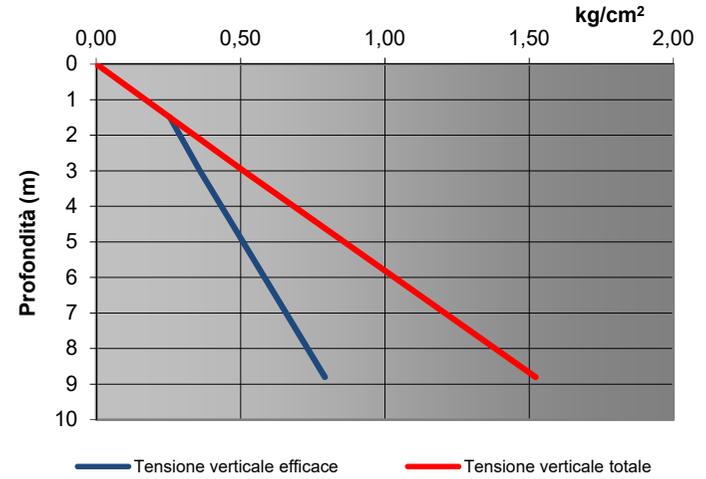
Oggetto: STUDIO GEOLOGICO

STRATIGRAFIA 2

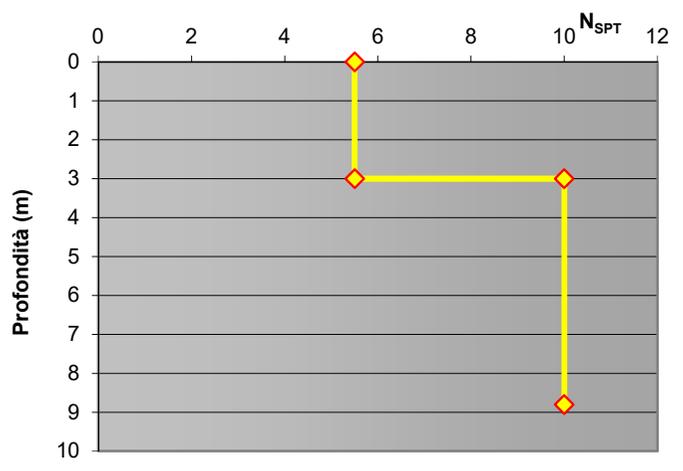
### TEORIA DI RAUCH (1998)



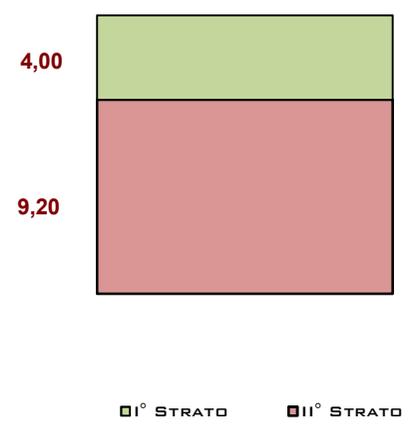
### CARICO LITOSTATICO



### DIAGRAMMA PROVA SPT



### COLONNA STRATIGRAFICA



**VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE**  
 (DA PROVE DINAMICHE SPT)  
 METODO DI SEED ET AL. (1985)

FORMULE:

$$CRR = \frac{a + c \cdot N + e \cdot N^2 + g \cdot N^3}{1 + b \cdot N + d \cdot N^2 + f \cdot N^3 + h \cdot N^4}$$

$$CSR = \frac{\tau_{av}}{\sigma'_{vo}} = 0,65 \cdot \frac{a_{max}}{g} \cdot \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} \cdot r_d \cdot \frac{1}{MSF}$$

RISULTATI:

	1° STRATO	2° STRATO
Spessore	4	9,2

	1° STRATO	2° STRATO
CRR	0,136	0,181

M <sub>w</sub> = 5,7	CSR	0,104	0,135
----------------------	-----	-------	-------

r <sub>d</sub>	0,98	0,93
----------------	------	------

1	< F <sub>s</sub> = CRR/CSR	M <sub>w</sub> = 5,7	F <sub>s</sub>	1,312	1,343
				Verificato	Verificato

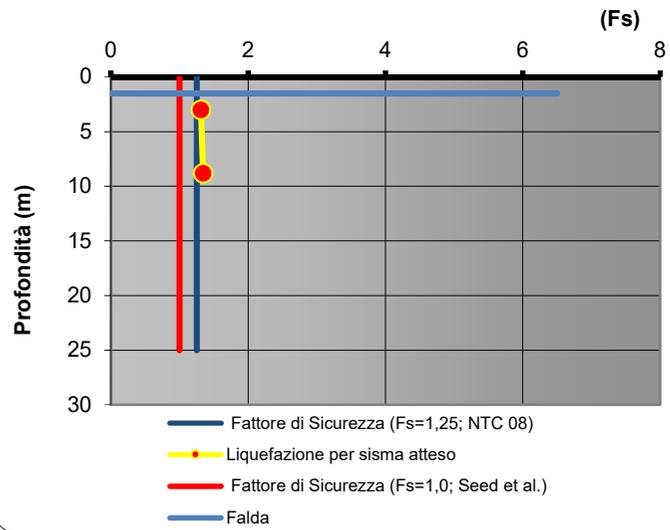
1,25	< F <sub>s</sub> = CRR/CSR	M <sub>w</sub> = 5,7	F <sub>s</sub> (NTC 08)	1,312	1,343
				Verificato	Verificato

RISCHIO di Liquefazione (Iwasaki et.al., 1978)	Molto Basso	
PROBABILITA' di Liquefazione (Juang et. al., 2001) [P <sub>L</sub> (%)]	0,12	0,11
SUSCETTIBILITA' di Liquefazione (Juang et. al., 2001)	Liquef. incerta	Liquef. incerta

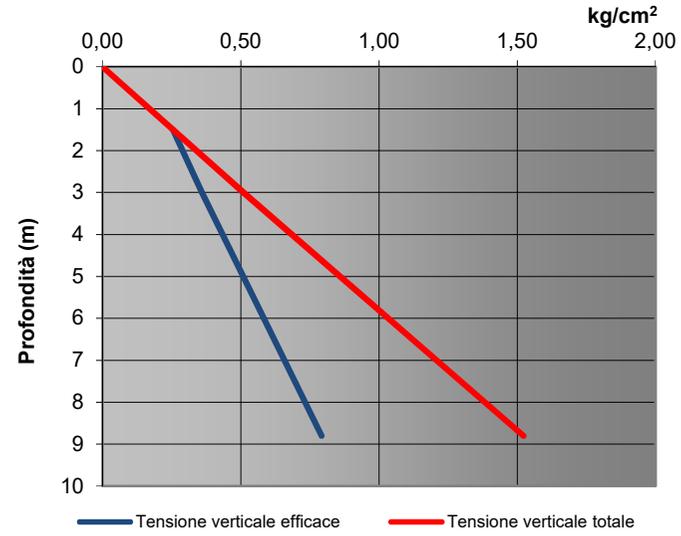
Committente: COMUNE DI MONTESARCHIO  
 Riferimento: RITIPIZZAZIONE URBANISTICA  
 Località: MONTESARCHIO Prov.: BN  
 Oggetto: STUDIO GEOLOGICO

STRATIGRAFIA 2

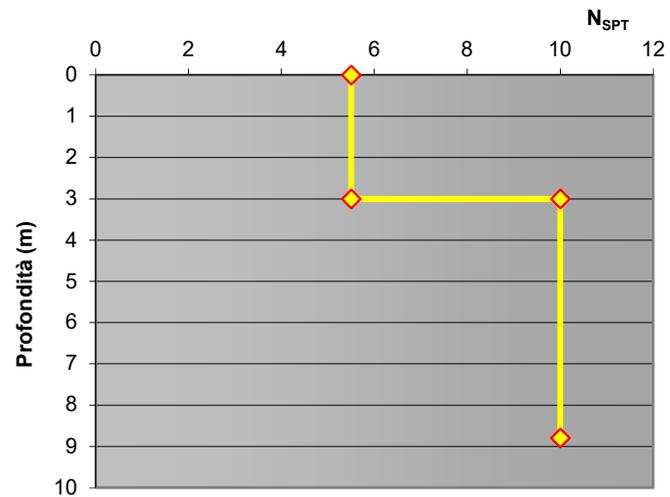
### TEORIA DI SEED ET AL. (1985)



### CARICO LITOSTATICO



### DIAGRAMMA PROVA SPT



### COLONNA STRATIGRAFICA

