



Regione Basilicata - Comune di Rionero in Vulture

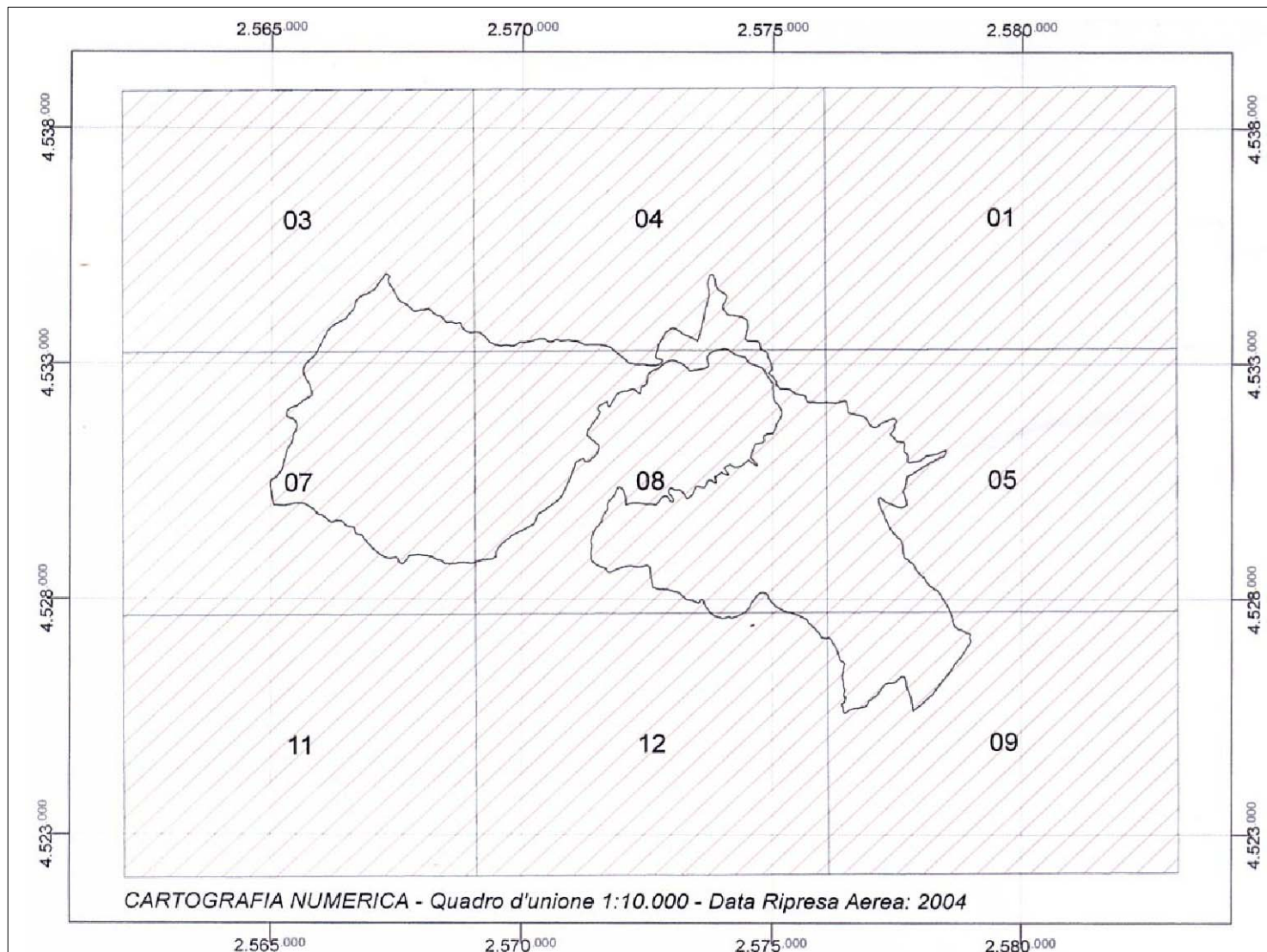
REGOLAMENTO URBANISTICO COMUNALE

aree di nuovo impianto

DISTRETTO PEREQUATIVO DP7

STUDIO GEOLOGICO-TECNICO DI DETTAGLIO

Rapporto geologico



Urbanistica

Arch. Lorenzo Di Lucchio
Ing. Luigi Di Toro
Arch. Leopoldo Strina

Geologia

Geol. Gennaro Di Lucchio
Geol. Gennaro Di Nitto
Geol. Donato Ramunno

Verifiche Idrauliche
Ing. Donato Nardoza

Restituzione Cartografica
Geom. Francesco Quaglietta



<u>N°</u>	<u>Paragrafo</u>	<u>Pag.</u>
1	INTRODUZIONE.....	3
2	ANALISI E STUDI CONDOTTI.....	4
3	COMPOSIZIONE DELLO STUDIO	5
4	GEOLOGIA DELL'AREA.....	5
4.1	<i>Inquadramento generale.....</i>	<i>5</i>
4.2	<i>Geologia di dettaglio area di studio.....</i>	<i>6</i>
5	CAMPAGNA GEOGNOSTICA INVESTIGATIVA.....	10
5.1	<i>Indagini sismiche di superficie – modalità esecutive.....</i>	<i>10</i>
5.1.1	<i>Sismostratigrafie risultanti dalle indagini</i>	<i>12</i>
5.1.1.1	<i>Caratterizzazione microsismica derivante</i>	<i>13</i>
5.2	<i>Perforazioni di sondaggio effettuate</i>	<i>15</i>
6	MODELLAZIONE LITOTECNICA SUOLI.....	15
7	ASSETTO GEOMORFOIDRAULICO.....	17
7.1	<i>Geomorfologia dell'area</i>	<i>17</i>
7.2	<i>Assetto idraulico-idrogeologico</i>	<i>18</i>
7.2.1	<i>Verifica Idraulica territorio urbano comunale.....</i>	<i>19</i>
7.3	<i>Assetto idrogeologico dell'area</i>	<i>20</i>
7.3.1	<i>Vincolo idrogeologico – L.R. n° 9/84.....</i>	<i>22</i>
8	MICROZONAZIONE SISMICA DELL'AREA	24
8.1	<i>Generalità.....</i>	<i>24</i>
8.2	<i>Indagine di caratterizzazione microsismica</i>	<i>29</i>
8.3	<i>Classi di rischio sismico derivanti</i>	<i>30</i>



9	SINTESI DELLE PERICOLOSITA' E CRITICITA' GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICHE DELL'AREA DP7	32
9.1	<i>Zonizzazione di progetto</i>	32
9.2	<i>Prescrizioni ulteriori sui singoli interventi previsti dal DP7</i>	34
10	NOTE CONCLUSIVE.....	34

ALLEGATI

<u>N°</u>	<u>Denominazione</u>	<u>scala</u>
1	<i>Carta geolitologica e di ubicazione delle indagini.....</i>	1:1000
2	<i>Carta geomorfologica.....</i>	1:1000
3	<i>Carta idrogeologica.....</i>	1:1000
4	<i>Sezioni geolitologiche.....</i>	1:1000
5	<i>Carta di microzonazione sismica.....</i>	1:1000
6	<i>Carta di sintesi delle pericolosità e criticità geologiche e geomorfologiche.....</i>	1:1000
7	<i>Stralcio della carta di pericolosità idrogeologica (ADB Puglia)</i>	
8	<i>Colonne stratigrafiche ed Analisi geotecniche di laboratorio</i>	
9	<i>Allegato fotografico</i>	



1. INTRODUZIONE

Nella progettazione del Regolamento Urbanistico Comunale di Rionero in Vulture, l'elevato dettaglio progettuale fornito ad alcune aree urbane classificate come Distretti Perequativi (DP) allo scopo di rendere le medesime immediatamente attuative, ha imposto la parallela verifica geologica di dettaglio per alcune di esse, quelle proposte come immediatamente esecutive, allo scopo di verificare la congruità delle scelte progettuali operate con l'assetto geologico e geologico-tecnico delle medesime.

La presente relazione geologico-tecnica, unitamente agli allegati alla presente, dettaglia le caratteristiche del **Distretto Perequativo n. 7**, localizzato nel settore centro-occidentale dell'abitato urbano, all'intorno del palazzetto dello sport.

Si è pertanto proceduto all'accertamento delle principali caratteristiche geologiche dell'area coincidente con il DP 7 con dettaglio cartografico in scala 1.1000 non escludendo la caratterizzazione microsismica dell'area in virtù della ricaduta della medesima in area sismica di I^a zona (DPCM n° 3274/2003).

Particolare attenzione è stata inoltre rivolta all'assetto idraulico dell'area per l'adiacente presenza di n. 2 incisioni naturali di cui una tombata. Il riferimento idraulico è stato naturalmente lo studio di verifica idraulica condotto sul territorio comunale e quindi anche sull'area di interesse.

Per le simbologie, numerazioni e classificazioni adottate nella presente relazione, con specifico riferimento ad indagini, zonazioni microsismiche e di sintesi, analisi di verifica idrauliche, PAI dell'A.d.B. Puglia, si è fatto riferimento a quanto riportato nella relazione generale di R.U., a cui si rimanda per i dettagli del caso.



2. ANALISI E STUDI CONDOTTI

Le analisi condotte sull'areale di interesse hanno contemplato l'accertamento alla scala di dettaglio rappresentata delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, idrauliche, geologico-tecniche ed infine microsismiche.

Si è pertanto proceduto **alla esecuzione di una campagna di indagine diretta costituita da n° 3 sondaggi a carotaggio continuo**, al censimento, raccolta e valutazione dei precedenti studi ed indagini condotti sull'areale di interesse, ivi compresi quelli effettuati per la redazione dello strumento urbanistico generale in corso di approvazione contestuale (RUC). In particolare sono stati presi in considerazione ai fini dello studio presente i sondaggi S10, S11, S14.

Quanto emerso dallo studio e dalle sopra citate indagini geognostiche ha consentito di caratterizzare l'assetto geologico generale dell'area, evidenziando le principali criticità da considerarsi attentamente nelle previste urbanizzazioni future, prime tra tutte:

- l'assetto geolitologico e strutturale dei terreni, discretizzati per unità litologico-formazionali;
- i principali elementi geologici da considerare per preservare il complesso terreno-aree urbane da future evoluzioni geodinamiche dei pendii presenti nelle aree di interesse;
- i principali parametri geomeccanici dei terreni, necessari per stimare la predisposizione delle singole aree alla loro urbanizzazione.
- la classificazione microsismica delle aree con individuazione delle zone di maggiore potenziale rischio sismico.
- la classificazione idraulica-idrogeologica-geomorfologica con riferimento ai principali fattori di sensibilità ambientale sia in termini di georisorse (acque minerali) sia di dissesto idraulico-idrogeologico reale e/o potenziale delle aree.



3. COMPOSIZIONE DELLO STUDIO

Lo studio si compone della presente relazione tecnica e di una serie di allegati consistenti in tavole cartografiche ed elaborati tecnico-documentali contenenti il dettaglio delle analisi ed elaborazioni utilizzate per la caratterizzazione dell'area.

Pertanto, gli allegati al presente rapporto sono i seguenti:

All. 1 Carta geolitologica e di ubicazione delle indagini (scala 1:1000);

All. 2 Carta geomorfologica (scala 1:1000);

All. 3 Carta idrogeologica (scala 1:1000);

All. 4 Sezioni geolitologiche (scala 1:1000);

All. 5 Carta di microzonazione sismica (scala 1:1000);

All. 6 Carta di sintesi delle pericolosità e criticità geologiche e geomorfologiche (scala 1:1000);

All. 7 Stralcio della carta di pericolosità idrogeologica dell'AdB Puglia

All.8 Colonne stratigrafiche dei sondaggi eseguiti ed Analisi geotecniche di laboratorio

All. 9 Allegato fotografico.

4. GEOLOGIA DELL'AREA

4.1 INQUADRAMENTO GENERALE

L'areale interessato dalla presente caratterizzazione si colloca nella fascia centro-occidentale del territorio urbano di Rionero, collocato a sua volta nel settore pedemontano del rilievo vulcanico del Vulture, vulcano composito pleistocenico poggiato su un alto strutturale composto da terreni meso-cenozoici. Ubicato sul margine orientale lucano della catena sudappenninica, il Monte Vulture risulta edificato prevalentemente da depositi piroclastici a chimismo



alcalino-potassico, e limitatamente da depositi lavici legati ad episodi effusivi risalenti alla fase parossistica tardiva.

La successione delle vulcaniti è stata suddivisa in sei differenti unità vulcano-statigrafiche (UVS) separabili da superfici di discordanza angolare e/o da paleosuoli, ed inquadrabili cronologicamente in un arco temporale compreso tra i 730000 ed i 130000 anni fa. La successione sedimentaria derivante è caratterizzata dalla presenza prevalente di depositi piroclastici compresi tra le quote di vetta (1326 m.s.l.m.) e la quota di appoggio sui terreni prevulcanici pari a ca. 470 m.s.l.m..

Per quanto attiene ai terreni sedimentari del substrato, essi, di età prepliocenica, bordano e costituiscono il basamento del Complesso del Vulture; sono rappresentati da formazioni in facies di flysch tipiche dell'Appennino lucano. Si possono distinguere in essi con modalità di estensione varia, membri del Complesso delle argille varicolori, della formazione di Corleto Perticara, della formazione della Daunia, della formazione di Stigliano; del flysch di Gorgoglione, della formazione di Serra Palazzo, ed infine, depositi pliocenico-calabrianici, i quali sono rappresentati da argille, argille marnose grigio-azzurre e sabbie.

Principale agente morfogenetico del rilievo è stato il deflusso delle acque superficiali; l'attuale rete drenante superficiale presenta direzione azimutale circa radiale intorno all'edificio vulcanico con morfometria degli impluvi differente in funzione del settore di edificio vulcanico considerato; nel settore di interesse si osservano tipiche sezioni a V con pareti subverticali e profilo longitudinale sostanzialmente rettilineo.



4.2 GEOLOGIA DI DETTAGLIO AREA DI STUDIO

Le unità litologiche presenti nell'area investigata coincidono prevalentemente con **i depositi colluviali di origine vulcanica e limitatamente con i depositi vulcanici delle Piroclastiti con blocchi.**

Ambedue si inquadrano nelle seguente successione litostatigrafica:

UNITA' VULCANICHE

FORMAZIONE DEI TUFI SCURI DEL VULTURE

(Pleistocene medio-superiore 730-130 Ka)

UNITA' DELLE PIROCLASTITI IN STRATI E BANCHI (PSB)

Si tratta di successioni, in banchi e strati di spessore intorno al metro, composte da ceneri di colore dal giallastro al grigiastro a granulometria media. Si intercalano tipicamente, in forma di orizzonti o sottili livelli, i lapilli.

Anche in tale formazione, sono presenti, seppur in modo disordinato, frammenti lavici. Nella parte basale si trovano intercalati livelli di ceneri nerastre e al contatto con i terreni sedimentari non mancano frammenti di rocce di flysch. In tale formazione, su alcune pareti in cui è possibile effettuare osservazioni, si rilevano faglie di modesta entità, ed a carattere prevalentemente disgiuntivo.

Nell'insieme questi terreni risultano dotati di buona compattezza e coesione, non di rado è infatti possibile osservare in essi pareti verticali di 10-15 mt perfettamente stabili anche da lunghi tempi (spesso trattasi di fronti di cave abbandonate). Le caratteristiche geognostiche presentano valori di buon livello complessivo.

**UNITA' LAVICHE LAPIDEE (LV)**

Rappresentano la testimonianza dell'attività effusiva del Vulture, manifestatasi sotto forma di colate. Sono di natura foiditica, presentano struttura microporfirica e generale colore variabile nei toni del grigio. Risultano lapidee e quindi compatte e sono frequentemente interessate da fessurazione prismatica. In affioramento restano comprese entro le piroclastiti con blocchi o in strati e banchi. La potenza stratigrafica media dei singoli livelli, come testimoniato dagli affioramenti visibili spesso su pareti di cave e lungo le sponde dei fossi, non è superiore ai 4-5 metri, mentre in alcune perforazioni di sondaggio sono stati rilevati anche strati di spessore di oltre 10 metri.

Le caratteristiche meccaniche del materiale si rifanno a quelle di terreni lapidei e quindi risultano dotati di elevata qualità meccanica d'insieme, compatibilmente con il loro grado di fatturazione e la loro potenza stratigrafica.

UNITA' DELLE PIROCLASTITI CON BLOCCHI (PB)

Questi depositi affiorano in diverse aree del territorio, si trovano frequentemente lungo le falde e lungo i fossi dell'edificio vulcanico.

Denominati anche Lahar; Piroclastiti con blocchi secondo la più recente bibliografia, traggono origine da colate di fango frammiste a blocchi lavici sviluppatasi sui fianchi del vulcano in relazione ad un regime paleoclimatico piovoso o a piogge intense collegate agli episodi eruttivi. Sono composte da ceneri e da frammenti e/o elementi lavici e presentano assetto caotico con tipico aspetto terroso-grumoso; la stratificazione è generalmente in banchi di circa due metri e in strati di mezzo metro.

Entro questo aggregato di materiali sono presenti blocchi lavici, di varia natura, in forme spigolose e tondeggianti e di volume variabile da pochi cm a 60-70 cm. Si intercalano più o meno frequentemente livelli di scorie, lapilli e di ceneri, distinguibili per il loro tipico colore grigio scuro. In particolare i blocchi lavici sono



più frequenti nella parte basale del deposito, la loro presenza coincide, di regola, con una maggiore qualità meccanica del deposito e con un grado di diagenesi più spinto. Lo spessore di questi depositi, nelle zone in studio è risultato variabile da 20 a 40 metri.

Tali terreni, sotto l'aspetto meccanico presentano, ad eccezione delle prima coltre di alterazione superficiale, caratteri discreti, in ogni caso da valutare puntualmente.

UNITA' COLLUVIALI (DC)

Trattasi di terreni di colore marrone più o meno scuro, grigio in alcuni casi, costituiti da una matrice sabbiosa con immersi elementi lavici pomicei e scoriacei di dimensione centimetrica. Risultano originati dagli agenti esogeni, tra tutti l'acqua, che ha eroso e trasportato le piroclastiti presenti alle quote più alte in corrispondenza della fascia pedemontana del rilievo vulcanico, laddove si verifica brusca variazione di pendenza con conseguente deposito dei materiali trasportati dalle acque. In tali terreni è frequente la presenza di elementi lavici di dimensione massima di 15-20 cm, in cui la particolare forma arrotondata degli elementi è indicativa dei processi di trasporto subiti dagli stessi. Il litotipo presenta generale assetto massivo in cui non sono presenti segni di stratificazione come risulta fisiologico in un deposito di siffatta origine, mentre numerosi sono gli indizi di alterazione con formazione di paleosuoli e episodi di argillificazione. La potenza del litotipo risulta variabile in base alla localizzazione geografica del deposito, risulta massima in corrispondenza dei settori occidentali dell'ambito urbano, nella fascia che dalla ex S.S. 167 attuale S.P., si sposta verso l'area PIP comunale

Trattasi di terreni che sotto l'aspetto geomeccanico presentano caratteri e comportamento riferibili a terreni alluvionali, quindi caratterizzati da parametri di addensamento modesti e potenzialmente passibili di cedimenti sia primari che secondari di entità da media a medio-alta.



5. CAMPAGNA GEOGNOSTICA INVESTIGATIVA

Nell'area investigata è stata condotta una campagna di indagine geognostica che è consistita nell'esecuzione di tre perforazioni di sondaggio a carotaggio continuo della profondità di 20 metri (sondaggi S32, S33, S34). Nel corso delle indagini sono stati prelevati campioni indisturbati di terreno sui quali successivamente si è provveduto ad eseguire analisi di laboratorio geotecnico, le cui risultanze sono riportate in allegato e sono state eseguite prove in foro consistenti in n° 2 SCPT.

5.1 INDAGINI SISMICHE DI SUPERFICIE - MODALITA' ESECUTIVE

Le indagini sismiche sono state eseguite nel corso dello studio geologico a corredo del regolamento urbanistico allo scopo di realizzare la carta di microzonazione sismica del territorio urbano comunale. Per l'area in studio, identificata come distretto perequativo DP7, si è considerato lo stendimento sismico Rionero SISM 2, eseguito nell'area di studio della presente.

Il principio della sismica a rifrazione si basa sulla misurazione del ritardo con cui un segnale prodotto da una sorgente energizzante viene registrato da vari sensori (geofoni) posti in superficie. Riportando su un diagramma tali ritardi in funzione delle distanze reciproche fra i geofoni è possibile tracciare degli involucri rettilinei che individuano una spezzata (dromocrona) in cui ogni segmento rettilineo rappresenta uno spessore di terreno con un valore medio della velocità delle onde P. La velocità di propagazione del segnale è funzione delle caratteristiche elastiche del terreno, queste proprietà derivano dalla densità e dalla compattezza (quindi dalla rigidità) di ogni singolo strato nel sottosuolo; in sintesi minore è lo stato di addensamento di un terreno e minore sarà la velocità dell'onda sismica che l'attraversa. La strumentazione registra l'onda rifratta dall'interfaccia fra due strati sovrapposti geometricamente l'uno all'altro e caratterizzati da un contrasto di rigidità.

L'indagine sismica condotta ha avuto geometria dello stendimento seguente:



STENDIMENTO SISMICO	N° Canali	Distanza intergeofonica	Lunghezza base sismica
Rionero SISM. 02	12	10 m	110 m

Sono state prese in considerazione le onde di compressione “ V_p ” generate da un energizzatore (energizzatore sismico Isotta – Esi) con l'utilizzo di cariche a salve da 8mm.

Gli scoppi sono stati effettuati secondo la seguente disposizione:

- Shot 1 e Shot 2 esterni al geofono 1;
- Shot 3 centrale;
- Shot 4 e Shot 5 esterni al geofono 12.

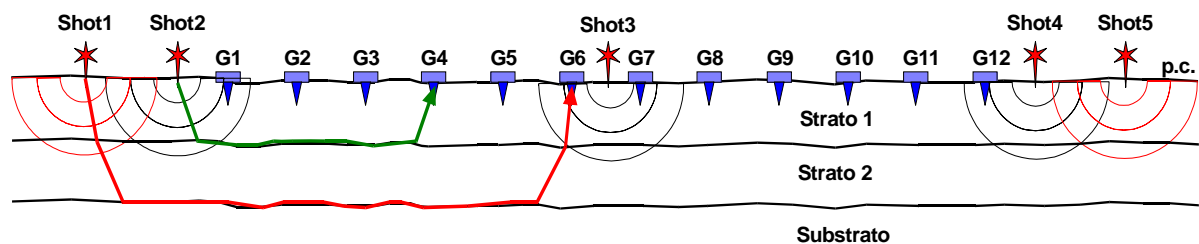


Fig. 1 - geometria dello stendimento.

La strumentazione utilizzata è stata il sismografo 16SG24 a 24 canali della PASI dalle seguenti caratteristiche tecniche: gestione a microprocessore, intervalli di campionamento 250 μ s, 500 μ s, 1 ms, 2 ms; tempo di campionamento da un min. di 0.2 ms ad un max. di 2 ms; lunghezza di acquisizione da un min. di 32 ms ad un max. di 4096 ms; filtri passa basso 250 Hz; notch 50/60 Hz; risoluzione a 24 bit; acquisizione dei dati e codifica dei file in formato Seg-2 elaborati successivamente con il software WinSism9 della GeoSoft; per la ricezione delle onde sismiche sono stati utilizzati dei geofoni verticali con frequenza propria di 14 Hz.

Le correlazioni proposte tra sismozone e litologie dei terreni sono state effettuate sulla base dei dati del rilievo geologico di campagna e delle indagini geognostiche condotte nelle prossimità dell'area indagata.



L'interpretazione dei dati di campagna è stata effettuata utilizzando il Delay Method, il quale consente di determinare la profondità al di sotto di ogni geofono attraverso l'analisi delle velocità e degli spessori degli strati, individuandone le variazioni laterali nell'elaborazione di un modello interpretativo.

Riportando su un grafico le distanze dal punto di scoppio dei geofoni ed i tempi dei primi arrivi (onde P) si ottengono rette spezzate chiamate dromocrone.

Dall'inclinazione di queste rette e mediante algoritmi al computer si risale al numero di sismostrati presenti nel sottosuolo, al loro spessore e alla velocità di ciascuno di essi.

Quest'ultima è funzione delle caratteristiche meccaniche del tipo litologico, in particolare dei moduli elastici (di Young, di Poisson) e della densità.

Le velocità delle onde sismiche nei sismostrati e le profondità dei rifrattori individuati sono leggibili graficamente nelle sezioni sismostratigrafiche allegate. Per comodità di lettura i dati registrati ed elaborati vengono riassunti di seguito.

5.1.1 SISMOSTRATIGRAFIE RISULTANTI DALLE INDAGINI

La **sismosezione RIONERO SIM. 02** evidenzia la presenza di tre sismostrati.

Il primo strato ha uno spessore variabile da 2 a 4 m. La velocità delle onde di volume risulta essere di circa 400 m/s, i valori della velocità delle onde P evidenziano caratteristiche geomeccaniche scadenti.

Il secondo sismostrato presenta spessore di circa 8 m e velocità delle onde di volume compresa fra 800 e i 1000 m/s. Questo sismostrato corrisponde ad un livello di terreni con discreto grado di addensamento.

Il terzo strato è collocato a profondità di circa 11 m dal p.c., ha una velocità delle onde sismiche di 1600 - 1800 m/s e corrisponde ad un livello di terreni con buone proprietà meccaniche quindi costituiti da rocce del substrato.



5.1.1.1 CARATTERIZZAZIONE MICROSISMICA DERIVANTE

La nuova normativa sismica, contenuta nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003, "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" definisce cinque categorie principali di terreno di fondazione, individuate in base ai valori della velocità delle onde di taglio nei primi 30 metri del sottosuolo " V_{S30} ", ricavate dalla seguente relazione:

$$V_{S30} = 30 / \sum (h_i / V_i)$$

dove h_i e V_i sono lo spessore e la velocità nello strato i esimo degli N strati che formano i primi 30 metri di sottosuolo.

Categorie suolo di fondazione	
A	>800 m/s
B	>360 m/s
C	>180 m/
D	<180 m/
S₁	<100 m/s
S₂	Terreni liquefacibili o non ascrivibili alle altre categorie
E	Contiene alluvioni tra 5 e 20 metri su substrato rigido ($V_{S30} > 800$ m/s)

La caratterizzazione sismica del sottosuolo urbano comunale eseguita con indagini sismiche di superficie, ha permesso di definire il terreno di fondazione in corrispondenza dei siti di investigazione così come riportato in tabella.

RIONERO SISM 02						
Strati	Spessore strato in metri	Velocità onda P (m/s)	Coeff. Poisson ()	Velocità onda S (m/s)	Rapporto spessore velocità	Tempi parziali in secondi onda S
h_1	3.00	400	0.38	176	h_1/V_1	0.017048
h_2	8.00	900	0.35	432	h_2/V_2	0.018504
h_3	19.00	1600	0.31	840	h_2/V_3	0.02263
h_{totale}	30				h_i/V_i	0.0582
$V_{S30} = 30 / 0.0582 = 516$ m/s						
CATEGORIA DI SUOLO			B			

La velocità delle onde S è stata ricavata indirettamente attraverso la seguente relazione:

$$V_s^2 = V_p^2 * (1-2 \nu) / (2-2 \nu)$$



Dall'analisi della velocità delle onde sismiche V_P e V_S (m/s), considerando opportuni valori per il coefficiente di Poisson ν ed il Peso di volume γ (Kg/m³), sono stati ricavati i moduli dinamici del sottosuolo in esame relativamente ad ogni orizzonte sismico individuato.

Rapporto V_p/V_s

Questo parametro può fornire utili informazioni sullo stato di consolidazione. Alcuni autori (Gardner & Harris, 1968) affermano che rapporti maggiori di 2 si riscontrano in presenza di sabbie saturate non consolidate; alti rapporti risultano altresì per terreni incoerenti argillo-limosi ad alto grado di saturazione. Valori inferiori a 2 si registrano in presenza di rocce compatte.

Modulo di taglio dinamico

E' definito dalla seguente equazione:

$$G = \rho \cdot V_s^2$$

Dove ρ = densità

Tale parametro è fortemente dipendente dalla porosità e dalla pressione; assume valori più bassi in litotipi ad alta porosità, sottoposti a basse pressioni e saturati in acqua.

Modulo di compressibilità dinamica

E' definito dalla seguente equazione:

$$E_d = [V_p^2 * \gamma * (1 + \nu) * (1 - 2\nu)] / (1 - \nu)$$

$$R_s = \rho V_s$$

Tale modulo dipende dalla porosità e dalla pressione litostatica .

Gli altri parametri ricavabili sono: **Rigidità sismica** (R_s t/m²*sec), **coefficiente di fondazione** ε , **porosità strato** (P % dalla correlazione Rzheshvsky e Novik 1971).



5.2 PERFORAZIONI DI SONDAGGIO EFFETTUATE

Sull'areale investigato, come già accennato, sono state eseguite n. 3 perforazioni di sondaggio a carotaggio continuo, durante l'esecuzione delle quali sono stati prelevati tre campioni indisturbati di terreno ed eseguite delle prove penetrometriche in foro (SCPT).

Nella tabella seguente viene riportato uno schema sintetico delle perforazioni effettuate nell'area di interesse prese in considerazione ai fini dello studio, con la numerazione progressiva fornita nel RUC.

CAMPAGNE DI INDAGINI DIRETTE						
N° progressivo sondaggio	Profondità (mt)	N° analisi geotecniche su campioni	N° prove SPT	Quota mt slm	Ubicazione	Studio di riferimento-anno di esecuzione
<u>S32</u>	20	1	1	610	Zona Gaudio Nord Centro sportivo	RUC 2007-2008
<u>S33</u>	20	1	1	595	Zona gaudio ovest centro sportivo	RUC 2007-2008
<u>S34</u>	20	1	1	633	Via Puccini Sud centro sportivo	RUC 2007-2008
S10	20	-	3	609	Località Gaudio	Studio di microzonazione sismica - 1981
S11	20	1	3	595	S.S. 93- KM 81,800	Studio di microzonazione sismica - 1981
S14	20	1	3	633	Località Gaudio	Studio di microzonazione sismica - 1981

(sottolineati i sondaggi eseguiti dagli scriventi)

In allegato al presente rapporto vengono riportate le colonne stratigrafiche. La distribuzione areale delle indagini, insieme alle risultanze di prove di caratterizzazione geotecnica in foro SCPT e analisi di laboratorio condotte sui campioni di terra prelevati dalle perforazioni, ha consentito di caratterizzare, con sufficiente grado di dettaglio, la successione litostratigrafica e geomeccanica delle principali unità geolitologiche presenti.



6. MODELLAZIONE LITOTECNICA DEI SUOLI

Accertate le unità litologiche presenti nell'areale interessato dal DP7, si è proceduto alla loro classificazione litotecnica, con particolare riferimento alla loro supportabilità geotecnica in riferimento agli interventi di espansione urbana previsti.

Le caratteristiche geotecniche e fisiche delle unità litoidi affioranti sull'area DP7, non si differenziano dalle restanti medesime litologie affioranti sulla restante parte del territorio comunale. Si riportano di seguito i parametri geotecnici maggiormente significativi, ottenuti dalle prove di laboratorio effettuate sui campioni prelevati durante le terebrazioni dei sondaggi S32, S33, S34, eseguiti dagli scriventi.

DEPOSITI VULCANICI COLLUVIALI	
litologia	<i>Sabbie, sabbie ghiaiose e limose. Colore variabile nei toni del grigio e marrone. Presenza frequente di blocchi e trovanti lapidei di origine lavica, e di frequenti paleosuoli.</i>
Caratteri meccanici	<i>Caratteri nel complesso dotati di qualità meccanica bassa e medio-bassa, da verificare puntualmente con indagini specifiche sia in riferimento alla potenza stratigrafica che alle caratteristiche meccaniche. Cedimenti potenziali elevati anche di tipo differenziale.</i>
Peso di volume naturale (KN/m³)	Da 16,7 a 18,5
Angolo di attrito interno materiale (°)	Da 27,6° a 29,1 °
Coesione (Kpa)	Da 12,7 a 24,5
Caratteri Idrogeologici	<i>Assenza di acqua in livelli di falda per la loro superficialità stratigrafica.</i>



PIROCLASTITI CON BLOCCHI	
litologia	<i>Sono composte da ceneri e da frammenti e/o elementi lavici e presentano assetto caotico con tipico aspetto terroso-grumoso; la stratificazione è generalmente in banchi di circa due metri e in strati di mezzo metro. Entro questo aggregato di materiali sono presenti blocchi lavici, di varia natura, in forme spigolose e tondeggianti e di volume variabile da pochi cm a 60-70 cm. Si intercalano più o meno frequentemente livelli di scorie, lapilli e di ceneri, distinguibili per il loro tipico colore grigio scuro.</i>
Caratteri meccanici	<i>Caratteri nel complesso dotati di qualità meccanica media ad eccezione della coltre più superficiale. Da verificare puntualmente.</i>
Peso di volume naturale (KN/m³)	<i>Da 17,6 a 20,6</i>
Angolo di attrito interno materiale (°)	<i>Da 30,7° a 36,6°</i>
Coesione (Kpa)	<i>Da 9,9 a 33,5</i>
Caratteri Idrogeologici	<i>Assenza di acqua in livelli di falda per la loro superficialità stratigrafica.</i>

7. ASSETTO GEOMORFOIDRAULICO

L'areale oggetto di studio risulta collocato, unitamente all'abitato di Rionero, nella fascia pedemontana del rilievo vulcanico del Vulture, di altezza massima pari a 1326 mt. slm, sul basso versante sud-orientale dello stesso, a quote comprese tra 605 e 630 m.s.l.m..

Gli aspetti di maggiore vulnerabilità territoriale connessi a tale contesto geomorfologico presenti sul territorio analizzato vengono dettagliati nei paragrafi seguenti.

7.1 GEOMORFOLOGIA DELL'AREA

L'area presenta assetto subplanare, esaminando le superfici, con particolare riferimento alla stabilità geomorfologica delle medesime, non si rilevano problematiche degne di nota, sia per le basse-nulle pendenze, sia per la generale qualità geomeccanica della coltre piroclastica vulcanica. In corrispondenza di



tale settore urbano non risultano pertanto presenti fenomeni di dissesto e non sono presenti aree classificate a rischio dall'A.d.B. di Puglia.

7.2 ASSETTO IDRAULICO-IDROGEOLOGICO

La sopra citata localizzazione dell'abitato urbano di Rionero e quindi dell'area del distretto analizzato nella fascia pedemontana di un rilievo montuoso, ha come fisiologica conseguenza che le acque di idroveicolazione meteorica superficiale transitino attraverso l'area urbana secondo una rete idrografica preesistente, la quale nel tempo risulta essere stata in vario modo antropizzata.

In corrispondenza dell'area del DP7, l'assetto geomorfologico areale comporta leggera interferenza dello spigolo nord-occidentale del limite di DP con il "*fosso del Colonnello*", incisione morfoidraulica, che, al pari di altre presenti sul territorio urbano, risulta interessata da transito di acque meteoriche in occasione di intense precipitazioni meteoriche. In aggiunta ad essa, tutta la fascia orientale dell'area in studio risulta sede di un'altra incisione morfologica naturale, che in quanto tombata risulta invisibile, il "*fosso della Signora*", ed in riferimento alla quale, la accertata insufficienza della sezione di deflusso interrata, ha comportato nello studio presente, la definizione di areali di rischio potenzialmente soggetti ad alluvionamento in occasione di eventi meteorici molto intensi.

Ambedue le citate situazioni idrauliche sono state oggetto per il RUC di puntuale studio di verifica idraulica, condotto con tempi di ritorno a 30, 200 e 500 anni, da cui sono emersi i relativi areali di rischio connessi alle aree attese come alluvionabili, e riportati nelle allegare cartografie. Lo studio di verifica idraulica risulta allegato anch'esso, come il presente, al RUC a cui si rimanda per i dettagli del caso, mentre nel paragrafo seguente ne vengono estratti i punti salienti in riferimento all'area DP7 oggetto della presente.



7.2.1 VERIFICA IDRAULICA TERRITORIO URBANO COMUNALE

L'assetto territoriale rilevato e descritto nei paragrafi precedenti ha imposto la verifica analitica delle conseguenze di un potenziale evento alluvionale di carattere eccezionale, così come ipotizzabile con un tempo di ritorno T_R di 30, 200, 500 anni, come previsto peraltro dalle norme tecniche di attuazione del PAI dell'A.d.B. Puglia.

La verifica, condotta partendo dalla dimensione dei sottobacini sottesi dalle varie aree urbane, ha analizzato i principali assi di naturale impluvio, con particolare attenzione a quelli tombati, compartecipanti alla rete di naturale smaltimento delle acque meteoriche impattanti con l'abitato urbano. Le verifiche, condotte su un adeguato numero di sezioni per ciascun fosso, hanno contemplato l'inserimento di adeguati fattori peggiorativi nell'intento di tenere conto di una serie di elementi critici dei fossi medesimi, tra cui: elevata presenza di vegetazione, presenza diffusa di materiali abbandonati, restringimenti d'alveo. Naturalmente, nelle verifiche condotte particolare attenzione è stata rivolta agli attraversamenti stradali e agli imbocchi/sbocchi dei tratti tombati, tutti elementi attentamente considerati nelle verifiche analitiche a seguito degli esiti dei sopralluoghi di accertamento puntuale.

SINTESI DELLA VERIFICA IDRAULICA

Dalla verifica idraulica condotta, dall'Ing. Donato Nardoza, sul territorio urbano comunale derivano le criticità seguenti per i fossi ubicati in adiacenza all'area DP7:

FOSSO COLONNELLO

Il fosso è caratterizzato da alveotipo monocursale sinuoso con tratti rettilinei. Nella parte apicale appare inciso e profondo.



Nella parte pedemontana del fosso si osservano tendenze all'approfondimento a valle delle opere d'arte, mentre la tendenza al deposito è evidenziata, solo localmente, a tergo dei restringimenti dove, l'innescarsi di fenomeni di rigurgito favorisce l'erosione spondale e la parzializzazione della sezione di deflusso. L'azione erosiva della corrente interessa, principalmente, le sponde; in ogni caso, le portate di magra non producono importanti instabilità, poiché le sponde presentano una fitta vegetazione cespugliosa e arbustiva che conferisce un benefico effetto stabilizzante e protettivo.

Attraversamento S.S.167

Nel tratto in esame l'alveo è abbastanza approfondito e ha una larghezza di circa 3,0 metri, con sponde ripide e sufficientemente stabili. L'attraversamento è ruotato rispetto alla direzione della corrente, influenzando l'evoluzione morfologica del fosso e contrastando il flusso della corrente. Il restringimento indotto dalla struttura è rilevante e, la capacità di smaltimento delle acque è minacciato dall'avanzamento delle colture e dalla vegetazione che, fino alla scorsa estate, ostruivano la sezione di deflusso quasi completamente.

Grazie all'intervento della Comunità Montana, la corretta delimitazione delle colture, associata ad operazioni di risagomatura dell'alveo nel tratto a monte del manufatto, e l'accurata rimozione dei sedimenti ha permesso di ripristinare l'officiosità idraulica dell'attraversamento.

Sebbene la rete di fognatura sia di intralcio, tali interventi hanno permesso di pervenire a condizioni di sicurezza e sufficienza idraulica della sezione.

In considerazione della ridotta estensione del bacino scolante che produce una modesta portata di piena a 200 anni (3,2 mc/s), i livelli idrici derivanti dal calcolo idraulico non sono tali da indurre criticità idrauliche o rischi di sormonto della struttura.



F.SSO DELLA SIGNORA

Il fosso risulta coperto e intubato già a partire dalla zona apicale, a monte della S.S.167, con l'ausilio di una tubazione in cemento vibrato del diametro di 1800 mm. Rispetto ai fossi sopra descritti è quello che presenta maggiori criticità, poiché la tubazione destinata allo smaltimento delle acque pluviali è assolutamente insufficiente; nell'ipotesi di portata duecentennale (19.7 mc/s) si avrebbe deflusso in pressione lungo l'intera tubazione e rigurgito in corrispondenza della sezione di imbocco, dove si avrebbe la formazione di un invaso con conseguente rischio di superamento dei cigli spondali.

Sebbene la sezione di imbocco si presenti pulita e sgombra da materiale detritico (grazie ai recenti interventi di manutenzione straordinaria), la presenza di vegetazione arbustiva lungo tutto il tratto montano è assai fitta, per cui la mancanza di opere di trattenuta trasversali non garantisce adeguata protezione dell'opera idraulica che, priva di grata, mostra un'ovvia propensione alla formazione di ostruzioni.

7.3 ASSETTO IDROGEOLOGICO DELL'AREA

L'intero abitato di Rionero, unitamente all'area in esame risulta caratterizzato dalla presenza di un acquifero multifalda con presenza di una diffusa falda idrominerale; la presenza, nella successione stratigrafica, di litologie piroclastiche con livelli a granulometria maggiore (strati di pomici e lapilli), rende possibile l'infiltrazione e l'accumulo, spesso notevole, di acque in livelli sotterranei, inoltre la presenza di paleosuoli nella successione stratigrafica, dotati di relativo minore grado di permeabilità rende possibile la coesistenza di livelli acquiferi "sospesi" a quote differenti ma in connessione idraulica tra loro.

In particolare, per quanto attiene la falda idrominerale profonda, essa presenta area di ricarica localizzata alle quote alte e medio-alte dell'edificio vulcanico, laddove la maggiore copertura vegetazionale ne facilita l'infiltrazione; l'acqua inizia quindi un lento movimento, dapprima verticale, fino alla saturazione



dell'acquifero, e poi suborizzontale, verso le aree di recapito finale ubicate al margine della copertura vulcanica. Strutture tettoniche sepolte ne condizionano inoltre i circuiti rendendo particolarmente fertili alcune aree a discapito di altre. La falda idrominerale presenta come acquicludes di base il substrato fliscioide impermeabile rappresentato da terreni in facies prevalentemente argillosa.

In aggiunta alla falda minerale, legata a circuiti profondi, vi è poi una circolazione superficiale e/o emisuperficiale, legata a circuiti e situazioni geomorfologiche locali che risulta anch'essa diffusa sul territorio in maniera più o meno continua.

L'assetto geomorfologico ed in particolare strutturale dell'area condiziona la circolazione delle acque; in particolare, il settore urbano centro-occidentale ed occidentale, presenta quote piezometriche ubicate a profondità minime di 30-40 di metri dalla superficie.

In riferimento al grado di permeabilità dei suoli, il territorio investigato è caratterizzato da permeabilità media per porosità e localmente medio-alta per fatturazione dovuta alla porosità per interstizi tipica di rocce che contengono numerosi e piccoli meati intergranulari tra loro intercomunicanti che consentono l'accumulo di acqua e, contemporaneamente, ne permettono il deflusso. Le vulcaniti piroclastiche, per la diversità di caratteristiche tessiturali, granulometriche e di fratturazione, presentano un grado di permeabilità da medio a medio-alto: la permeabilità "primaria", infatti, risulta media, mentre la permeabilità "secondaria" risulta medio-alta, laddove la concentrazione delle piccole fratture, legate alla tettonica distensiva agente su scala regionale, si mostra più elevata.

7.3.1 VINCOLO IDROGEOLOGICO – L.R. n° 9/84

Il territorio comunale per quanto esplicitato nel paragrafo precedente, rientra in area vincolata sotto l'aspetto idrogeologico per la diffusa presenza di risorse idrominerali di notevole valore socioeconomico.



La Legge Regionale n. 16.04.1984, n. 9 ha istituito il **Bacino Idrominerario del Vulture** per la tutela delle risorse idrominerali. L'area soggetta a vincolo presenta limite perimetrale concentrico intorno al massiccio vulcanico con suddivisione del territorio così delimitato in quattro aree caratterizzate da grado di vulnerabilità differente e definite rispettivamente: vulnerabilità alta, media, bassa e nulla in funzione della predisposizione delle varie aree alla *ricarica* della falda idrominerale.

In tale contesto l'area DP7 ricade nelle aree classificate a vulnerabilità media.

La presenza di una risorsa ambientale di siffatta valore, anche socioeconomico, ai fini del presente studio va attentamente valutato tramite osservanza, anche nelle aree urbane comunali, di quanto imposto dalla normativa regionale per le aree di vulnerabilità media, le quali impongono assoluto divieto per le seguenti opere e/o attività:

- a. *discariche, sia private che pubbliche, a meno che non ne sia dichiarata la pubblica utilità e ne sia dimostrata la impossibilità tecnico-economica di una collocazione alternativa;*
- b. *trivellazione di sondaggi geognostici o di pozzi per emungimento idrico;*
- c. *allevamenti intensivi di bestiame, se non dotati di idonei ed efficaci sistemi di smaltimento reflui;*
- d. *ogni altra attività o opera comportante produzione, convogliamento o emissione di sostanze potenzialmente inquinanti;*
- e. *apertura di nuove cave;*

Ai divieti di cui sopra possono essere concesse deroghe previa valutazione delle istanze debitamente motivate e tecnicamente documentate per la verifica della compatibilità con le esigenze di tutela del Bacino Idrominerario. Nei casi di cui alle lettere a, c, d, l'ufficio dovrà preventivamente acquisire il parere dell'Ufficio Regionale competente in materia di rifiuti, reflui o emissioni.

In riferimento al grado di permeabilità dei suoli, il territorio investigato è caratterizzato da permeabilità media per porosità e localmente medio-alta per fatturazione dovuta alla porosità per interstizi tipica di rocce che contengono



numerosi e piccoli meati intergranulari tra loro intercomunicanti che consentono l'accumulo di acqua e, contemporaneamente, ne permettono il deflusso. Le vulcaniti piroclastiche per la diversità di caratteristiche tessiturali, granulometriche e di fratturazione, presentano un grado di permeabilità da medio a medio-alto: la permeabilità "primaria", infatti, risulta media, mentre la permeabilità "secondaria" risulta medio-alta, laddove la concentrazione delle piccole fratture, legate alla tettonica distensiva agente su scala regionale, si mostra più elevata. L'eterogenità del tipo litologico e la sua conseguenza sulla distribuzione delle acque sotterranee nel sottosuolo viene confermata dalle numerose esperienze locali di captazione. Infatti le perforazioni, in genere, hanno evidenziato la presenza di diversi livelli idrici in corrispondenza di livelli litici a maggiore permeabilità relativa. Normalmente trattasi di falde sovrapposte definibili di tipo libero dal momento che non si registrano innalzamenti rispetto alla profondità di rinvenimento delle acque.

8. MICROZONAZIONE SISMICA DELL'AREA

8.1 GENERALITA'

A seguito dell'Ordinanza del Presidente dei Ministri n° 3274 del 20 Marzo 2003, pubblicata sulla G.U. n° 105 dell'8 Maggio 2003 e recepita con D.C.R.B. n° 731 del 19 Novembre 2003 il territorio del Comune di Rionero in Vulture è stato classificato sismico di Zona 1. Con successivo Decreto del 14 Settembre 2005 pubblicato sulla G.U. n° 222 del 23.09.2005 sono state inoltre approvate le "*Norme tecniche per le costruzioni*" che recepiscono integralmente, per quanto concerne la definizione delle azioni sismiche di progetto, l'O.P.C.M. n° 3274.

La pericolosità sismica locale rappresenta la misura dello scuotimento al sito; questo può differire anche di molto dalla scuotimento di base, in dipendenza dalle



caratteristiche geologiche, geomorfologiche e geotecniche locali. E' questo il motivo per il quale edifici strutturalmente molto simili, distanti anche poche decine di metri, possono subire danni anche molto diversificati. L'effetto sismico in superficie in una data area è quindi funzione, a parità di moto di base, sia di fattori geomorfologici (aree di cresta, valli, pendii etc.), sia della natura dei depositi presenti, i quali, sollecitati dall'azione sismica amplificano l'accelerazione massima in superficie rispetto a quella alla loro base, agendo al contempo da filtro del moto sismico, diminuendone l'energia complessiva, ma modificandone la composizione con accentuazione di alcune frequenze a discapito di altre.

Tanto premesso, nella valutazione dell'effettiva risposta sismica locale, grande rilievo rivestono:

- il modello reale del sottosuolo, la cui definizione è legata ad una precisa valutazione dei caratteri litologici, idrogeologici, geomorfologici, clivometrici del sito indagato e delle proprietà fisico-meccaniche dei terreni costituenti la parte di sottosuolo che risente delle tensioni indotte da un generico manufatto;
- il terremoto di riferimento, ossia i caratteri del moto sismico atteso al bedrock.
- la vulnerabilità sismica di un'area collegata alle caratteristiche combinate (all'azione combinata) dei due predetti elementi (caratteri).

Per la classificazione sismica di aree importanti sotto l'aspetto antropico, in riferimento alla densità urbana, è quindi necessario conoscere le caratteristiche stratigrafiche del sottosuolo, quali:

- 1) la velocità delle onde S negli strati di copertura;
- 2) il numero e lo spessore degli strati sovrastanti il bedrock.

Le norme tecniche allegare alla O.P.C.M. n° 3274/03 e fatte proprie dal decreto del 14.09.2005 hanno di fatto indicato la strada da percorrere per l'individuazione delle aree soggette ad amplificazione sismica.

**Decreto 14.09.2005 – Norme tecniche per le costruzioni.**

I valori dei parametri che definiscono la forma dello spettro di risposta al sito dovrebbero derivare da accurate indagini di risposta sismica locale: in mancanza di studi puntuali ed estesi, l'ordinanza contempla, per la definizione dell'azione sismica di progetto, cinque categorie principali di terreno di fondazione (A, B, C, D, E) più due (S1, S2) dotate di diversa rigidità sismica, individuate dai valori della velocità V_{S30} (definito come il valore medio della velocità di propagazione delle onde sismiche trasversali o di taglio nei primi 30 metri sotto la fondazione) decrescenti e quindi da effetti amplificativi crescenti:

- A) **Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi** caratterizzati da valori di V_{S30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.
- B) **Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti**, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (oppure $N_{SPT} > 50$ o coesione non drenata $C_u > 250$ kPa).
- C) **Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza**, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{S30} compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < N_{SPT} < 50$, $70 < C_u < 250$ kPa).
- D) **depositi granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti**, caratterizzati da valori di $V_{S30} < 180$ m/s ($N_{SPT} < 15$, $C_u < 70$ kPa).
- E) **Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali**, con valori di V_{S30} simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con $V_{S30} > 800$ m/s.

In aggiunta a queste categorie se ne definiscono altre due, per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare:

- S1 Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($PI > 40$) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di $V_{S30} < 100$ m/s ($10 < C_u < 20$ kPa).
- S2 Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

La velocità media V_{S30} viene calcolata con la seguente relazione:

$$(V_{S30}) = 30 / \sum (h_i / V_i)$$



Con h_i e V_i rispettivamente spessore e velocità dello strato esimo degli N strati presenti nei primi 30 metri di sottosuolo. In assenza di informazioni sulla velocità delle onde di taglio, potranno esser presi in considerazione i valori N_{SPT} (resistenza penetrometrica) o di C_u (coesione non drenata).

Va notato che le suddette valutazioni circa le possibilità amplificative sono di tipo monodimensionale e non tengono quindi conto delle caratteristiche morfologiche dei siti che possono invece produrre importanti effetti amplificativi, soprattutto a causa dei fenomeni di focalizzazione delle onde sismiche.

Zone sismiche definite dal Decreto 14.09.2005

L'ordinanza suddivide il territorio nazionale in quattro zone sismiche caratterizzate da differenti valori dell'accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A:

Zona	Valore di a_g
1	0,35 g
2	0,25 g
3	0,15 g
4	0,05 g

Zone sismiche e valori dell'accelerazione orizzontale massima di riferimento

Per ogni categoria di suolo di fondazione l'Ordinanza indica un fattore S , variabile tra 1 e 1,35, moltiplicatore dell'accelerazione a_g relativa alla zona indagata.

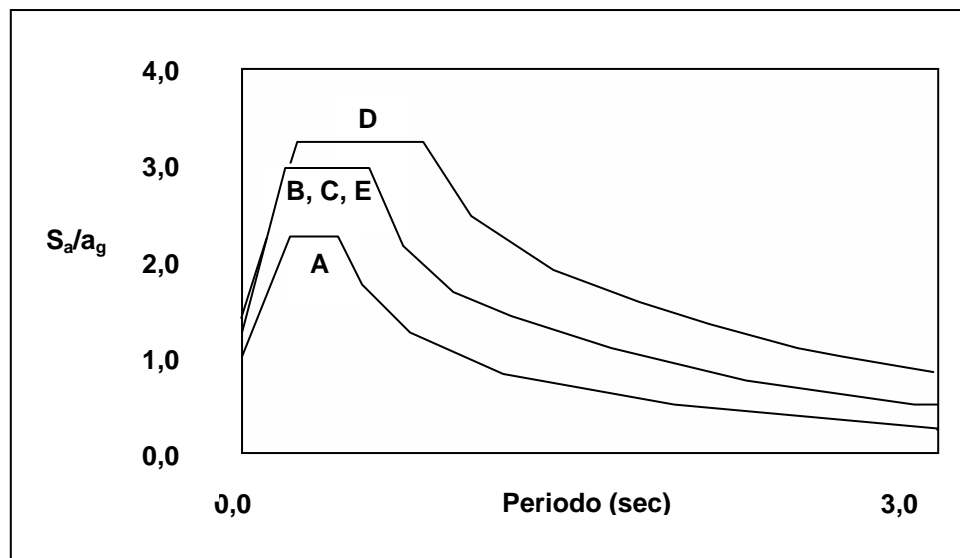
Categoria suolo	S	T_B	T_C	T_D
A	1,0	0,15	0,40	2,0
B,C,E	1,25	0,15	0,50	2,0
D	1,35	0,20	0,80	2,0

Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico della componente orizzontale.

Per le diverse categorie di terreno di sedime, il livello di sismicità di una specifica area viene caratterizzato attraverso il valore dell'accelerazione massima $a_g S$ e



vengono definiti anche i periodi $T_B - T_C - T_D$ che sono i tempi (durate) che individuano la forma dello spettro di risposta elastico della componente orizzontale e della componente verticale dell'azione sismica.



Dall'osservazione dagli spettri di risposta si desume che per la categoria tipo A non si hanno amplificazioni del moto sismico rispetto allo scuotimento di base ($S_a/a_g = 1$); per le categorie B, C ed E si ha un' amplificazione media, mentre quella tipo D (e ancor più per quelle tipo S1 e S2 che non appaiono ne in tabella ne tra gli spettri) si ha un' amplificazione ancora maggiore.

Generalizzando possiamo inoltre affermare che in situazioni tipo A sono maggiormente sollecitati dal moto sismico gli edifici fino a 4 piani di altezza; in situazioni tipo B, C, E sono quelli fino a 5-6 piani, mentre in situazioni tipo D sono gli edifici con periodo proprio più lungo (fino a 0,8 sec, cioè fino a 8 piani) a subire il maggiore incremento di accelerazione.

In definitiva, in un determinato sito il moto sismico è definito da uno spettro di risposta elastico la cui espressione dipende, tramite opportuni coefficienti numerici, dalle caratteristiche del terreno (fattore S e periodi $T_B - T_C - T_D$), dal periodo di vibrazione proprio della struttura (T_0), dall'accelerazione al suolo a_g e dal fattore η che tiene conto dello smorzamento viscoso della struttura.



Per l'individuazione del profilo stratigrafico del suolo di fondazione è quindi necessario misurare la V_{S30} , cosa che può essere ottenuta con prospezioni sismiche a rifrazione con onde P e onde Sh, con prospezioni sismiche in foro tipo downhole o crosshole, sia infine, indirettamente, dal numero di colpi SPT in fori di sondaggio, anche se tale ultima metodologia risulta in alcune Regioni (Toscana) sconsigliata per la elevata dispersione dei valori N_{spt}/V_s .

L'ordinanza assegna a ciascuna zona sismica un ben definito valore di a_g che può essere incrementato, a seconda della categoria del suolo di fondazione, tramite il parametro S sino ad un massimo del 35%. Pertanto, per la zona 1 (corrispondente in pratica alla I categoria della classificazione del D.M. 1996) il prodotto $a_g * S$ conduce ad un valore di:

$$0,35g * 1,35 = 0,4375 g.$$

In questo caso, quest'ultimo valore va ulteriormente definito tenendo conto dell'influenza dei T_c e T_D componenti i diversi rami dello spettro di risposta elastico e del periodo di oscillazione della struttura.

Nell'ambito di ciascuna zona occorrerà definire, se necessario, eventuali sottozone contraddistinte da caratteri geologico-tecnici simili, al fine di evitare generiche valutazioni che potrebbero indurre aggravii tecnico-costruttivi sotto il profilo economico, ma non necessariamente cautelativi dal punto di vista della sicurezza e della stabilità del sito.

8.2 INDAGINE DI CARATTERIZZAZIONE MICROSISMICA

Al fine di giungere ad un valore *oggettivo* della velocità delle onde S nel territorio investigato è stata utilizzata una prospezione sismica di superficie condotta, nell'area di interesse della presente, nel corso dello studio geologico a corredo del RUC. La lunghezza dello stendimento è stata di 110 m.



In base alle velocità delle onde S (V_{s30}) rilevate nei primi trenta metri di profondità il sito indagato è stato classificato in una delle 5 tipologie previste dalle *Norme tecniche per le costruzioni*.

8.3 CLASSI DI RISCHIO SISMICO DERIVANTI

Nel territorio investigato, sulla base di quanto specificato nei paragrafi precedenti, sono state accertate situazioni stratigrafiche riconducibili a suoli di categoria B. Nell'allegata carta di microzonazione verranno quindi indicate le aree che rientrano nelle singole tipologie di suoli.

Allo scopo di meglio definire l'effettiva situazione stratigrafica delle singole aree, sempre più o meno differente da quella standard proposta dalla normativa, a partire dai punti di indagine in corrispondenza dei quali il valore della V_{s30} era definito e certo, nelle altre aree territoriali urbane si è operato un riaggiustamento del parametro in base a: caratterizzazione sismica dei singoli livelli e loro potenza stratigrafica nei primi 30 m di profondità (spesso nota da dati di foro e/o tramite interpolazione).

In tal modo è stata proposta all'interno delle singole categorie di suolo una sottoclassificazione seguente che tiene conto delle caratteristiche geotecniche dei materiali e della presenza di anomalie geomorfologiche o strutturali.

ZONA SISMICA 1

SOTTOZONA B - SUOLI DI CATEGORIA "B"

MICROZONA B1

Deposito di sabbie addensate con spessore di diverse decine di metri caratterizzato da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_s 30$ attribuibili a suoli di categoria "B" con velocità delle



onde sismiche comprese tra 360 m/s e 800 m/s (oppure $N_{SPT} > 50$ o coesione non drenata $C_u > 250$ kPa).

Il fattore S rappresentativo del suolo di fondazione assume valore pari a 1,25, pertanto il prodotto $A_g \times S = 0,35g \times 1,25$ risulta uguale a 0,437g.

MICROZONA B3

Area caratterizzata dai medesimi terreni di cui alla microzona B1 ma con presenza di anomalie geomorfologiche rappresentate **da scarpate di fossi**, anche se tombati, i quali sono responsabili di incrementi sismici puntuali.

Terreni caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_s 30$ attribuibili a suoli di categoria "B" con velocità delle onde sismiche comprese tra 360 m/s e 800 m/s.

Il fattore S rappresentativo del suolo di fondazione viene assunto pari a 1,30, pertanto il prodotto $A_g \times S = 0,35g \times 1,30$ risulta uguale a 0,455g.



9. SINTESI DELLE PERICOLOSITÀ E CRITICITÀ GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE DELL'AREA DP7

Dalla sovrapposizione delle caratteristiche geolitologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, idrauliche e geotecniche deriva la sintesi delle pericolosità e criticità ambientali per l'area investigata. Essa risulta essere stata classificata in 3 aree a criticità variabile, con definizione dell'utilizzabilità ai fini della urbanizzazione.

9.1 ZONIZZAZIONE DI PROGETTO

Le 3 aree, in base alle direttive emanate dalla Regione Basilicata con la Legge N°23 del 1999, vengono così classificate:

I) AREE NON CRITICHE

I.a)

Area utilizzabile ai fini urbanistici, caratterizzata dalla presenza di terreni dotati di buone caratteristiche geotecniche, e con pendenze morfologiche inferiori al 15%, stabili gravitativamente e prive di criticità idrauliche. Litostratigraficamente i terreni sono attribuibili alle unità dei "Depositi colluviali" e delle "Piroclastiti con blocchi". Ambedue hanno evidenziato caratteri geotecnici del tutto sufficienti all'assorbimento delle tensioni indotte dalle realizzazioni di progetto.

Tali aree risultano idonee alla urbanizzazione senza particolari prescrizioni, previa asportazione della coltre alterata superficiale per uno spessore minimo di un metro.

In tale area rientrano suoli di categoria "B" ai sensi della O.P.C.M. 3274/2003 e successive modificazioni. Il fattore S risulta pari a 1,25, pertanto il prodotto $A_g \times S = 0,35g \times 1,25$ risulta uguale a 0,437g.



IV) AREE A CRITICITA' DI LIVELLO ELEVATO SIA PUNTUALE CHE DIFFUSO

Aree di tutela e rispetto non utilizzabili ai fini urbanistici. Contraddistinte dalla presenza di anomalie morfologiche naturali costituiti da **alvei attivi** della rete idrografica superficiale seppure comprensivi di aree golenali. Tali aree prevedono una distanza di rispetto pari a 20 mt dal ciglio esterno delle sponde dei fossi. In tali aree risulta vietata la edificazione, fatta eccezione per interventi di manutenzione e sistemazione idraulica dei fossi, per interventi di ristrutturazione di manufatti esistenti senza incremento di volume o superficie, per opere di attraversamento e/o di messa in sicurezza.

Al fine di assicurare la salvaguardia idraulica delle aree urbane, si prescrive la costante vigilanza e manutenzione degli alvei attivi dei fossi, la realizzazione di interventi puntuali finalizzati alla mitigazione dei deflussi idrici superficiali con idonee opere di ingegneria naturalistica, la stabilizzazione delle sponde lungo i tratti in erosione/arretramento. In tale area rientrano suoli di categoria "B" ai sensi della O.P.C.M. 3274/2003. Il fattore S da adottare risulta pari a 1,30 (si veda microzonazione sismica), pertanto il prodotto $Ag \times S = 0,35g \times 1,30$ risulta uguale a 0,455g

Aree sottoposte alla normativa dell'Autorità di Bacino della Regione Puglia

Aree interessabili, in base alla verifica idraulica opportunamente eseguita, **da allagamenti** con tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni. In base alle norme del P.A.I. dell'A.d.B. Puglia, in tali aree, che comprendono anche i fossi interrati ed intubati, rientrano quindi aree ad alta (TR 30), media (TR 200) e bassa (TR 500) pericolosità idraulica.



Tali aree risultano caratterizzate dalla presenza di terreni dotati di buone caratteristiche geotecniche, litologicamente costituite da piroclastiti con blocchi e depositi colluviali addensati.

L'utilizzabilità di queste aree ai fini urbanistici e di conseguenza la fattibilità dei progetti proposti, è subordinata alle norme di attuazione dell'autorità di Bacino della Regione Puglia.

9.2 PRESCRIZIONI ULTERIORI SUI SINGOLI INTERVENTI PREVISTI DAL DP7

L'area di progetto, collocata all'intorno del centro polisportivo comunale, si colloca quasi per intero sull'unità dei Depositi Colluviali e subordinatamente sull'unità delle Piroclastiti con Blocchi.

In dettaglio, la realizzazione dei lotti L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7, L8, L9, L10, L11, L12, L13, L14, L15, L16, L17, L18, L19, L20, L21, L22, L23, L24, L25, L26, L27, L28, L29, L30, **considerando le condizioni geomeccaniche del sito**, discrete e con generale incremento delle qualità con la profondità, **è possibile mediante l'adozione di fondazioni dirette senza suggerire ulteriori particolari prescrizioni.**

Le caratteristiche geologico-tecniche delle aree e l'assetto tabulare dell'area non impongono l'adozione di ulteriori particolari prescrizioni. Laddove la progettazione prevede l'esecuzione di un piano interrato e comunque per gli scavi superiori a 2 mt dal p.c., è opportuno prevedere, lungo i fronti di scavo, adeguate opere di sostegno.



10. NOTE CONCLUSIVE

Il presente rapporto, unitamente agli allegati che ne rappresentano parte inscindibile, dettaglia le caratteristiche del Distretto Perequativo n. 7, così come definito nell'ambito del RUC cui il presente studio risulta allegato.

Lo studio ha analizzato, anche sulla base di approfondimenti investigativi di tipo geognostico, le principali caratteristiche geologiche e geologico-tecniche dell'areale.

Schematicamente, le principali caratteristiche emerse dal presente studio per il settore di territorio investigato, così come dettagliate nello specifico allegato cartografico di sintesi, risultano le seguenti:

L'assetto geomorfologico dell'area, così come perimetrata in cartografia, non ha evidenziato anomalie, ad eccezione della presenza di due fossi morfo-idraulici naturali, di cui uno, ubicato al limite est dell'area, risulta tombato nel tratto adiacente l'area di piano e sostituito con tubazione di insufficiente diametro, con possibilità di potenziali futuri allagamenti.

In riferimento a questo aspetto è stata condotta una verifica idraulica e forniti i limiti delle aree allagabili con tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni, che dovranno essere rispettati nella progettazione presente, in base alle norme di attuazione dell'Autorità di Bacino della regione Puglia. L'altro fosso interferisce invece con lo spigolo nord-ovest dell'area di progetto e non comporta scompensi particolari alle progettazioni previste.

In riferimento a quanto prescritto dall'A.d.B.P., la verifica puntuale di quanto prescritto dal PAI, non ha evidenziato la presenza di aree a pericolosità geomorfologica, mentre in riferimento alle aree a rischio idraulico sono stati perimetrati gli areali di rischio in base alla sopra citata verifica idraulica.

Non si ritenuto opportuno eseguire verifiche di stabilità dei versanti data la morfologia subplanare dell'area.



La litostratigrafia dell'area ha evidenziato la presenza di materiali omogenei quali sabbie a medio grado di addensamento sin dai primi metri di suolo con sovrapposizione di una sottile coltre di alterazione superficiale.

Per ciò che è relativo all'assetto idrogeologico, i sondaggi eseguiti nell'area non hanno evidenziato la presenza di falde, anche di valore minerario, a quote superficiali. I dati di pozzo presenti in aree limitrofe evidenziano una soggiacenza della falda non inferiore a 30-40 m, quindi tale da scongiurare sia eventuali *contaminazioni* antropiche della stessa, sia *conflitti*, sotto l'aspetto geotecnico e microsismico, con i bulbi di carico generati dai fabbricati.

La ricaduta dell'area all'interno di area di bacino idrominerario, vigilata e tutelata da apposita normativa regionale (L.R. n° 9/84), impone inoltre il rispetto della stessa nelle opere che saranno realizzate, con particolare riferimento alle aree definite di *vulnerabilità media* cui l'area in progetto risulta appartenere.

Sulla base di quanto sopra sintetizzato i lotti L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7, L8, L9, L10, L11, L12, L13, L14, L15, L16, L17, L18, L19, L20, L21, L22, L23, L24, L25, L26, L27, L28, L29, L30, le strade e i parcheggi a servizio all'area possono essere realizzati, così come proposto dai progettisti, mediante l'adozione di fondazioni di tipo diretto e senza suggerire ulteriori particolari accorgimenti.

Rionero in Vulture, Gennaio 2009

I geologi redattori

Dott. Gennaro Di Lucchio
*Iscritto al n. 194 Ordine dei Geologi
di Basilicata*

Dott. Gennaro Di Nitto
*Iscritto al n. 63 Ordine dei Geologi
di Basilicata*

Dott. Donato Ramunno
*Iscritto al n. 323 Ordine dei Geologi
di Basilicata*