



Regione Basilicata - Comune di Rionero in Vulture

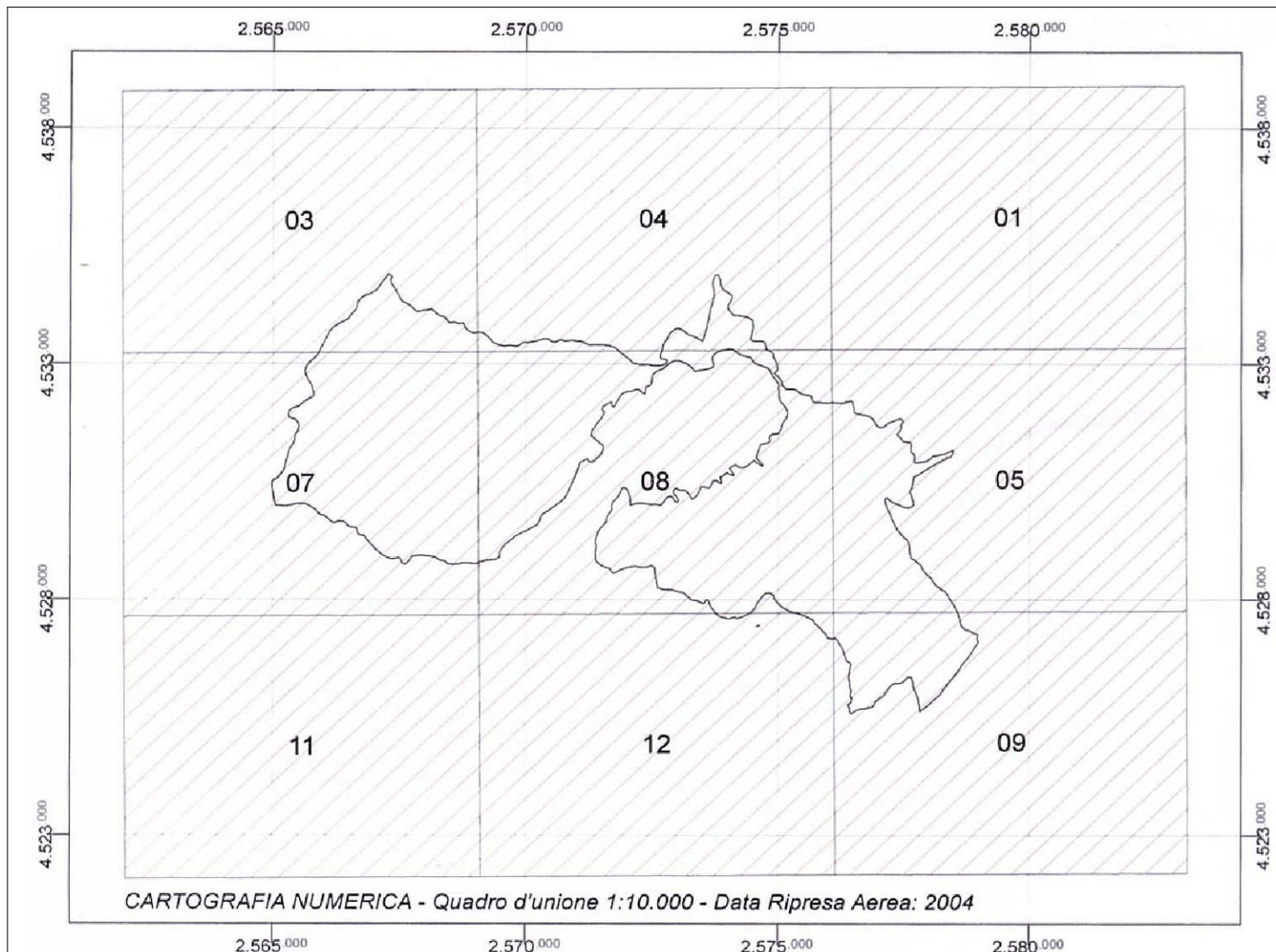
REGOLAMENTO URBANISTICO COMUNALE

aree di nuovo impianto

DISTRETTO PEREQUATIVO DP2

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.....	6
4.1	<i>Inquadramento generale.....</i>	<i>6</i>
4.2	<i>Geologia di dettaglio area di studio.....</i>	<i>7</i>
5	CAMPAGNA GEOGNOSTICA INVESTIGATIVA.....	9
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>14</i>
5.2	<i>Perforazioni di sondaggio effettuate</i>	<i>16</i>
6	MODELLAZIONE LITOTECNICA SUOLI.....	17
7	ASSETTO GEOMORFOIDRAULICO.....	19
7.1	<i>Geomorfologia dell'area</i>	<i>19</i>
7.1.1	<i>Verifiche analitiche di stabilità di versante</i>	<i>20</i>
7.2	<i>Assetto idraulico dell'area</i>	<i>21</i>
7.3	<i>Assetto idrogeologico dell'area</i>	<i>21</i>
7.3.1	<i>Vincolo idrogeologico – L.R. n° 9/84.....</i>	<i>22</i>
8	MICROZONAZIONE SISMICA DELL'AREA	22
8.1	<i>Generalità.....</i>	<i>22</i>
8.2	<i>Indagine di caratterizzazione microsismica</i>	<i>27</i>
8.3	<i>Categoria sismica suoli urbani</i>	<i>28</i>
8.4	<i>Classi di rischio sismico derivanti</i>	<i>30</i>



9	SINTESI DELLE PERICOLOSITA' E CRITICITA' GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICHE TERRITORIO URBANO	31
9.1	<i>Zonizzazione di progetto</i>	<i>31</i>
9.2	<i>Prescrizioni di dettaglio sui singoli interventi previsti dal DP2</i>	<i>34</i>
10	NOTE CONCLUSIVE.....	36

ALLEGATI

<u>N°</u>	<u>Denominazione</u>	<u>scala</u>
1	<i>Carta geolitologica e di ubicazione delle indagini con sezioni</i>	<i>1:500</i>
2	<i>Carta e sezioni litotecniche</i>	<i>1:500</i>
3	<i>Carta geomorfologica.....</i>	<i>1:500</i>
4	<i>Carta idrogeologica.....</i>	<i>1:500</i>
5	<i>Carta di microzonazione sismica.....</i>	<i>1:500</i>
6	<i>Carta di sintesi delle pericolosità e criticità geologiche e geomorfologiche.....</i>	<i>1:500</i>
7	<i>Carta stralcio PAI dell'A.d.B. Puglia</i>	<i>1:25000</i>
8	<i>Colonne stratigrafiche dei sondaggi eseguiti ed Analisi geotecniche di laboratorio</i>	
9	<i>Verifiche analitiche si stabilità di versante</i>	
10	<i>Documentazione fotografica</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 agli scriventi appropriati e relativi approfondimenti geologici di dettaglio, allo scopo di verificare la congruità delle scelte progettuali operate con l'assetto geologico e geologico-tecnico delle singole aree.

Con tale intento, la presente relazione geologico-tecnica, unitamente agli allegati alla presente, dettaglia le caratteristiche del **DISTRETTO PEREQUATIVO n. 2**, localizzato al limite nord-orientale dell'abitato urbano, in adiacenza alla linea ferroviaria FG-PZ, ad est del plesso ospedaliero.

Si è pertanto proceduto all'accertamento delle caratteristiche geologiche dell'area coincidente con il DP2, alla scala di dettaglio progettuale in scala 1.500, non escludendo la caratterizzazione microsismica dell'area in virtù della ricaduta della medesima in area sismica di I^a zona (DPCM n° 3274/2003).

Per le simbologie, numerazioni e classificazioni adottate nella presente relazione, con specifico riferimento ad indagini, verifiche di stabilità di versante, zonazioni microsismiche e di sintesi, 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 progettuale definita dai progettisti del relativo piano, delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, idrauliche, geologico-tecniche ed infine microsismiche.

Si è pertanto proceduto alla verifica di dettaglio 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), ritenendo necessario integrare le indagini ed approfondimenti geognostici pregressi già effettuati, con ulteriori indagini geognostiche le quali sono state poi riversate ed adottate anche nel RUC in corso di attuazione.

In dettaglio, in riferimento al DISTRETTO PEREQUATIVO n. 2, le indagini già effettuate all'interno del suo perimetro e consistite sia in indagini dirette, tramite perforazioni a rotazione con e senza distruzione di nucleo, trincee geognostiche esplorative, prove di caratterizzazione geotecnica di laboratorio su campioni di suolo prelevati, sia infine in indagini geofisiche indirette di superficie, **sono state integrate dalla esecuzione di ulteriori n. 3 perforazioni di sondaggio a carotaggio continuo** con prelievo e caratterizzazione geotecnica di laboratorio su campioni di suolo prelevati dai sondaggi stessi.

Quanto emerso dalle ulteriori analisi ed indagini geognostiche ha consentito di caratterizzare l'assetto geologico generale dell'area, evidenziando le principali criticità caratterizzanti il Distretto Perequativo 2 da considerarsi attentamente nelle previste urbanizzazioni future. Sono stati in tal modo caratterizzati:

- l'assetto geomorfologico, 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.
- Le caratteristiche microsismiche delle aree con individuazione delle zone di maggiore potenziale rischio sismico.
- Le caratteristiche idrauliche-idrogeologiche-geomorfologiche 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 indagini ed analisi utilizzate per la caratterizzazione dell'area.

Gli allegati al presente rapporto sono i seguenti:

All. 1 Carta geologica e di ubicazione delle indagini con sezioni geologiche (scala 1:500);

All. 2: Carta e profili litotecnici (scala 1:500);

All. 3: Carta geomorfologica (scala 1:500);

All. 4: Carta idrogeologica (scala 1:500);

All. 5: Carta di microzonazione sismica (scala 1:500);

All.6: Carta di sintesi delle pericolosità e criticità geologiche e geomorfologiche (scala 1:500);

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: Verifiche di stabilità dei versanti

All.10: Documentazione fotografica



4. GEOLOGIA DELL'AREA

4.1 INQUADRAMENTO GENERALE

Il territorio urbano di Rionero, al cui interno si colloca l'area investigata, si colloca sulla fascia pedemontana sud-orientale del complesso 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 plioceniche 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.



4.2 GEOLOGIA DI DETTAGLIO AREA DI STUDIO

Le unità litologiche presenti nell'area investigata coincidono con depositi di substrato fliscioide del complesso degli argilloscisti varicolori, rappresentati nell'area investigata dall'associazione argilloso-marnosa, e limitatamente dall'associazione argilloso-calcareo; sono inoltre presenti limitati lembi del Flysch numidico. E' altresì presente un limitato lembo di depositi vulcanici rappresentati dalle piroclastiti in strati e banchi.

La successione litostratigrafica riferita all'areale investigato, a partire dalle unità più antiche, è la seguente:

UNITA' DI SUBSTRATO PREVULCANICO

(oligo-miocene)

ASSOCIAZIONE ARGILLOSO-CALCAREA E MARNOSA

Principale complesso di substrato dell'area; è presente in superficie in alcune limitate aree dell'abitato a sud del fosso Fontanelle, a nord dell'estrema periferia dell'abitato, a est lungo una fascia a partire dalla linea ferroviaria Foggia-Potenza. Risulta scomponibile in due associazioni, che sono, dalla più antica:

- ***associazione argilloso-calcareo***, costituita da una fitta alternanza di strati di argille di colore rosso mattone, per lo più scagliettate e di calcari detritici biancastri e di brecciole calcaree. Vi sono associati, in via subordinata, sottili livelli di marnoscisti e di arenarie quarzose.
- ***associazione argilloso-marnosa***, costituita da un'alternanza di piccoli strati di argille, di argilloscisti di colore grigio e di marne grigio-verdastre, con intercalazioni di livelli di arenarie e subordinatamente di frammenti calcarei. La giacitura degli strati lungo gli affioramenti non è ben definibile. Nell'insieme non sono state rilevate giaciture ben definibili.



COMPLESSO DEL FLYSCH NUMIDICO

Trattasi di sabbie, sabbie limoso-argillose, arenarie quarzose, di colore giallo se alterate, chiaro se integre. Sono presenti solo nella fascia nord dell'abitato, subito ad est del complesso ospedaliero, con alcuni isolati affioramenti in corrispondenza della ex S.P. n. 8 attuale Via Padre Pio.

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.

DETRITO DI FALDA

Composto litologicamente dalle medesime litologie dell'Unità precedente, da cui deriva, deposto sia ad opera meteorologica che nel corso della realizzazione delle adiacenti Via ex Nazionale, attuale Via Padre Pio, e infrastrutture ospedaliere.



Tale deposito, in quanto soggetto ad una lunga fase di alterazione ed argillificazione, presenta elevata componente limoso-argillosa.

Le caratteristiche deposizionali del materiale conferiscono al medesimo modesti valori geotecnici.

RIPORTO

Deposito di riporto antropico accumulato nel corso degli anni nella realizzazione di opere urbane, sia pubbliche che private, e composto da materiale alquanto eterogeneo sotto l'aspetto granulometrico e compositivo.

Anche tale deposito risulta caratterizzato da modesti valori geotecnici.

5. CAMPAGNA GEOGNOSTICA INVESTIGATIVA

Nell'area investigata è stata condotta una campagna di indagine geognostica consistente nell'esecuzione di **tre perforazioni di sondaggio a carotaggio continuo della profondità di 20 metri (sondaggi S29, S36 e S37)**. Nel corso delle indagini sono stati prelevati campioni indisturbati di terreno sui quali successivamente si provveduto ad eseguire analisi di laboratorio geotecnico, le cui risultanze sono riportate in allegato e sono state eseguite prove in foro consistenti in alcune SCPT.

L'area investigata è stata oggetto di campagne di indagini geognostiche susseguites nel tempo, tra di esse rientrano anche le indagini sismiche finalizzate alla redazione del RUC. In dettaglio, le indagini condotte nell'area, ed in riferimento alle quali si rimanda agli allegati alla relazione generale di R.U., sono state le seguenti:

1. esecuzione di **n. 3 perforazioni di sondaggio**, di cui 2 di esse con sistema a carotaggio continuo, condotte, una nell'anno 1981 nel corso dello studio di



“Microzonazione sismica dell’abitato di Rionero” dai Proff. Radina & Baldassarre, l’altra nel corso dello studio attuale di RUC, ed infine 1 con sistema a distruzione di nucleo nel corso dell’ultima variante generale al PRG condotta nell’anno 1999-2000.

2. Esecuzione di **prove SPT** nel corso delle perforazioni, due per sondaggio.
3. Prelievo ed **analisi geotecnica di campioni di suolo** prelevati nei sondaggi in laboratorio geotecnico per le prove sulle terre.
4. esecuzione di **n. 2 prospezioni sismiche di superficie** con lunghezza stendimento pari a 110 metri, condotte nel corso dello studio attuale di RUC, necessarie ad investigare i primi trenta metri di sottosuolo ai fini microsismici.

5.1 INDAGINI SISMICHE DI SUPERFICIE - MODALITA' ESECUTIVE

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.



Le indagini sismiche effettuate nel DISTRETTO PEREQUATIVO 2, con denominazione pari riportata pari a quella del RUC, hanno avuto geometria di stendimento seguente:

STENDIMENTO SISMICO	N° Canali	Distanza intergeofonica	Lunghezza base sismica
<i>Rionero SISM. 05</i>	5	12	10.0 m
<i>Rionero SISM. 06</i>	5	12	10.0 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.

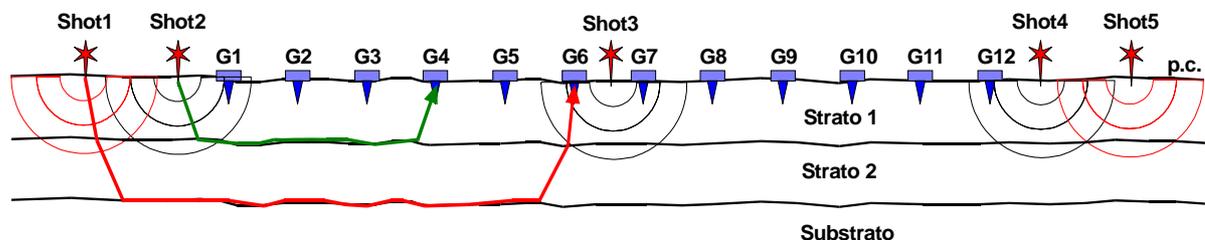


Fig. 1 - geometria dello stendimento.

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. 5** evidenzia la presenza di due sismostrati.

Il primo strato, quello più superficiale, ha uno spessore medio di 2.5 m. La velocità delle onde di volume relativa a questo sismostrato risulta essere di circa 300 m/s, i valori della velocità delle onde P sono tali da assimilare questo livello a terreni poco addensati con scadenti proprietà meccaniche.



Il secondo strato posto a profondità di circa 2.5 m dal p.c. ha una velocità delle onde sismiche di 2100 - 2200 m/s e corrisponde ad un livello di terreni con buone proprietà meccaniche, assimilabile verosimilmente ad argille sovraconsolidate.

La **sismosezione RIONERO SISM. 6** evidenzia la presenza di due sismostrati, inoltre dalla sismosezione è possibile individuare la presenza di una forte variazione laterale sia della velocità del substrato sia dello spessore dello strato superficiale. Pertanto si è ritenuto effettuare una ricostruzione sismostratigrafica dividendo la sezione in due parti “Lato Nord” e “Lato Sud”:

- **LATO NORD**

Il primo strato, quello più superficiale, ha uno spessore medio di 15 - 20 m. La velocità delle onde di volume relativa a questo sismostrato risulta essere di circa 600 m/s, i valori della velocità delle onde P sono tali da assimilare questo livello a terreni con caratteristiche geomeccaniche scadenti, attribuibili alla formazione del flysch numidico nella sua componente rocciosa ad elevata fatturazione, come compatibile con il rilevamento geologico di superficie.

Il secondo strato posto a profondità di circa 20 m dal p.c. ha una velocità delle onde sismiche di 1400 - 1500 m/s e corrisponde ad un livello di terreni mediamente addensati.

- **LATO SUD**

Il primo strato, quello più superficiale, ha uno spessore medio di 5 m. La velocità delle onde di volume relativa a questo sismostrato risulta essere di circa 600 m/s, i valori della velocità delle onde P sono tali da assimilare questo livello a terreni alterati ed areati ad opera antropica per l'alloggiamento temporaneo di prefabbricati a seguito dell'evento sismico del 1980.

Il secondo strato posto a profondità di circa 5 m dal p.c. ha una velocità delle onde sismiche di 2500 - 2600 m/s e corrisponde ad un livello di terreni molto addensati, assimilabili alla medesima litologia del livello soprastante ma dotata di scarso grado di alterazione.



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 05						
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	2.50	300	0.45	90	h_1/V_1	0.027639
h_2	27.50	2200	0.40	898	h_2/V_2	0.030619
h_{totale}	30				h_i/V_i	0.0583
$V_{S30} = 30 / 0.0583 = 515$ m/s						
CATEGORIA DI SUOLO				B		

RIONERO SISM 06-lato nord						
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	20.00	600	0.45	181	h_1/V_1	0.110554
h_2	10.00	1500	0.40	653	h_2/V_2	0.015309



h_{totale}	30				h_i/V_i	0.1259
$V_{S30} = 30 / 0.1259 = 238 \text{ m/s}$						
CATEGORIA DI SUOLO				C		

RIONERO SISM 06-lato sud						
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	7.00	600	0.45	181	h_1/V_1	0.038694
h_2	23.00	2600	0.40	1061	h_2/V_2	0.021669
h_{totale}	30				h_i/V_i	0.0604
$V_{S30} = 30 / 0.0604 = 497 \text{ m/s}$						
CATEGORIA DI SUOLO				B		

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

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

Dall'analisi della velocità delle onde sismiche V_P e V_S (m/s), considerando opportuni valori per il coefficiente di Poisson μ 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:

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

$$R_s = \square V_s$$

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 Rzhesvky e Novik 1971).

5.2 PERFORAZIONI DI SONDAGGIO EFFETTUATE

Sull'areale investigato sono state eseguite n. 4 perforazioni di sondaggio a carotaggio continuo, di cui 3 eseguite nel corso del presente studio ed 1 nell'anno 1981 nel corso dello studio di micro zonazione sismica dell'abitato di Rionero.

In aggiunta alle perforazioni sopra indicate sono state eseguite, sempre nel corso di precedenti studi, una serie di trincee geognostiche esplorative a quote di 4-5 mt dal p.c..

Nella tabella seguente viene riportato uno schema sintetico delle perforazioni effettuate nell'area di interesse con la numerazione progressiva fornita nel RUC.

CAMPAGNE DI INDAGINI DIRETTE CONDOTTE NEL TERRITORIO INVESTIGATO E RITENUTE VALIDE AI FINI DEL PRESENTE STUDIO						
N° progressivo sondaggio	Profondità (mt)	N° analisi geotecniche su campioni	N° prove SPT	Quota mt slm	Ubicazione	Studio di riferimento-anno di esecuzione
S4	21	1	3	658	Ex SP n° 8 –	Zonazione Sismica



					prossimità Ospedale	abitato –1981/82
S29	15	2	2	651	Località 16 Ponti	“Regolamento urbanistico comunale 2007-08
S36	20	2	2		Area DP2-est plesso Ospedaliero	“
S37	20	1	1		Area DP 2-Est centro sociale	“
TG1	4	1	-	649	Zona C16-V15	Variante assestamento PRG 2000
TG2	4,3	1	-	655,5	Zona C16-V15	Variante assestamento PRG 2000
TG4	4,5	1	-	653	Zona C16-V15	“

S: sondaggio a carotaggio continuo (sottolineati i sondaggio eseguiti dagli scriventi); **TG:** trincee geognostiche esplorative;

In allegato al presente rapporto vengono riportati i profili stratigrafici di tutti i sondaggi esplorativi condotti, tramite perforazione, sul territorio investigato e sopra riportati. La distribuzione areale delle indagini, insieme alle risultanze di prove di caratterizzazione geotecnica in foro con prove 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 DP2, si è proceduto alla loro classificazione litotecnica. I parametri geotecnici sono desunti dalle prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati durante le perforazione dei sondaggi n. S29-S36-S37.

Riporto	
Caratteri meccanici	
Peso di volume naturale (gr/cm^3)	1,743
Angolo di attrito interno materiale ($^{\circ}$)	16
Coesione (Kg/cm^2)	0,02



Detrito di falda	
Caratteri meccanici	
Peso di volume naturale (gr/cm^3)	1,50
Angolo di attrito interno materiale ($^\circ$)	19
Coesione (Kg/cm^2)	0,08

Piroclastiti in strati e banchi	
Caratteri meccanici	
Peso di volume naturale (gr/cm^3)	1,519
Angolo di attrito interno materiale ($^\circ$)	27,1
Coesione (Kg/cm^2)	0.122

Flysch Numidico	
COMPONENTE ARENACEO-LAPIDEA	
Caratteri meccanici	
Peso di volume naturale (gr/cm^3)	2,0
Angolo di attrito interno materiale ($^\circ$)	40
Coesione (Kg/cm^2)	0.15
COMPONENTE TERRIGENA	
Peso di volume naturale (gr/cm^3)	1,73
Angolo di attrito interno materiale ($^\circ$)	16,7
Coesione (Kg/cm^2)	0,45

ASSOCIAZIONE ARGILLOSO-CALCAREA	
litologia	<i>Costituite da una fitta alternanza di strati di argille di colore rosso mattone, per lo più scagliettate e di calcari detritici biancastri e di brecciole calcaree. Vi sono associati, in via subordinata, sottili livelli di marnoscisti e di arenarie quarzose.</i>
Caratteri meccanici	<i>Da valutare nel contesto geomorfologico in cui si collocano data la loro vulnerabilità all'acqua ed all'innesco di scivolamenti gravitativi. Sotto l'aspetto geotecnico presentano qualità discreta.</i>
Peso di volume naturale (gr/cm^3)	2,00
Angolo di attrito interno materiale ($^\circ$)	22
Coesione (Kg/cm^2)	0,23

ASSOCIAZIONE ARGILLOSO-MARNOSA	
litologia	<i>Costituite da una fitta alternanza di strati di argille di colore rosso mattone con, sottili livelli di marnoscisti e di arenarie quarzose.</i>
Caratteri meccanici	<i>Da valutare nel contesto geomorfologico in cui si collocano data la loro vulnerabilità all'acqua ed all'innesco di</i>



	<i>scivolamenti gravitativi. Sotto l'aspetto geotecnico presentano qualità discreta.</i>
Peso di volume naturale (gr/cm^3)	2,049
Angolo di attrito interno materiale ($^{\circ}$)	17,4
Coesione (Kg/cm^2)	0,27
Indice di plasticità	<i>Totale assenza di acqua ad eccezione della componente grafica.</i>

7. ASSETTO GEOMORFOIDRAULICO

L'areale oggetto di studio risulta collocato nella fascia nord-orientale dell'abitato comunale, a quote comprese tra 660 e 640 m.s.l.m..

Nei paragrafi seguenti vengono riportati gli aspetti di maggiore vulnerabilità territoriale connessi a tale aspetto dell'areale analizzato.

7.1 GEOMORFOLOGIA DELL'AREA

L'area investigata coincide la fascia urbana territoriale di relativa maggiore fragilità nel contesto urbano di riferimento, ciò sia per la presenza di pendenze superficiali anche superiori al 20%, sia per la consistente variazione geolitologica che in tale area si registra, con passaggio dalle litologie piroclastiche vulcaniche a litologie di tipo argilloso e limoso di qualità geomeccanica mediocre. Tale aspetto non rappresenta impedimento alle urbanizzazioni previste, ma impone cautele ed accorgimenti finalizzati al miglior utilizzo del territorio medesimo.

Infatti, pur non essendo presenti anomalie o dissesti gravitativi, sarà opportuno tenere conto degli intrinseci fattori di debolezza caratterizzanti tale area tramite adozione di fondazioni profonde e strutture di contenimento delle pareti di taglio/scavo eventualmente lasciate libere. Ciò consentirà di trasferire la preponderanza dei carichi urbani previsti in profondità, evitando disequilibri geomorfologici alle superfici.



7.1.1 VERIFICHE ANALITICHE DI STABILITA' DI VERSANTE

Nell'area investigata, la presenza di pendenze medie e medio-alte ha imposto la elaborazione di verifiche analitiche di stabilità dei versanti condotte in corrispondenza dei profili di progetto in cui erano previsti incrementi di carico. L'area è stata pertanto oggetto di complessive n. 14 verifiche analitiche di stabilità di versante condotte in condizioni di pendio originario e modificato in base ai dettagli progettuali.

Delle verifiche condotte in condizioni di pendio naturale, quattro di esse hanno fornito valore del coefficiente di sicurezza compreso tra 1,10 e 1,20, mentre tre superiore a 1,30; le verifiche condotte in condizioni di pendio modificato prevedono interventi di consolidamento dei versanti allo scopo di garantire idonea stabilità all'area e fornendo in tal caso valore del coefficiente di sicurezza superiore a 1,30.

Si precisa che gli interventi di consolidamento, indicati nell'elaborato n. 2 – Carta e sezioni Litotecniche, come derivanti dalle verifiche di stabilità di versante di cui nello specifico allegato, dovranno prevedere la realizzazione, lì dove previsto ed indicato, di paratie di pali, muri di contenimento, e fondazioni di tipo profondo.

I parametri geotecnici inseriti nelle verifiche elaborate derivano dalle analisi di laboratorio geotecnico effettuate sui campioni di suolo prelevati dalle indagini condotte nelle aree (sondaggi n.ri 36-37). Per quanto attiene invece le componenti litologiche litoidi, rappresentate dal flysch numidico, sono stati adottati valori di letteratura ritenuti congrui all'assetto morfostrutturale locale.

Per quanto attinente al materiale definito "stabilizzato", da utilizzarsi nella riprofilatura dei versanti, si precisa che esso dovrà avere caratteristiche geotecniche almeno pari a quelle adottate nelle verifiche condotte: $\phi = 28^\circ$, $\gamma = 1600 \text{ Kg/m}^3$ e $c = 0,05 \text{ Kg/cm}^2$.



Le verifiche condotte sono state elaborate con la nuova normativa di cui al D.M. 2005 mediante software GEOSTRU 2006 ed applicando come sistema di calcolo il **metodo di Jambu**.

Per i dettagli delle verifiche, nonché per i particolari della metodologia di calcolo adottato e delle risultanze ottenute, si rimanda agli specifici allegati alla relazione generale di RU.

7.2 ASSETTO IDRAULICO DELL'AREA

Al contrario di altri distretti perequativi previsti dal RUC, il DP2 non pone particolari criticità sotto l'aspetto idraulico per la sua collocazione geomorfologica a ridosso e/o in corrispondenza di alti topografici, e per la conseguente assenza di incisioni morfo-idrauliche naturali in corrispondenza dell'area o nelle sue immediate vicinanze.

7.3 ASSETTO IDROGEOLOGICO DELL'AREA

Nell'area, nel corso delle indagini condotte, sia superficiali che profonde, e fino alle quote massime esplorate, non è emersa la presenza di livelli idrici sotterranei.

La presenza nell'area investigata di litologie a granulometria limosa ed argillosa comporta permeabilità dei suoli di tipo basso-nullo, ciononostante siffatte litologie impongono, nella realizzazione delle urbanizzazioni previste, la raccolta e l'allontanamento delle acque meteo climatiche superficiali, le quali andranno drenate dalla rete fognaria urbana o "accompagnate" a valle della linea ferroviaria fino ai recettori naturali presenti.

In ogni caso viene riportata, nella carta idrogeologica allegata alla presente, stralcio della carta idrogeologica del Bacino Idrominerario del Vulture, con le isopieze e relative quote piezometriche definite dal Piano Regionale, e con indicati i vincoli derivanti dalla L.R. n. 9/84.



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 DP2 ricade nelle aree **classificate a vulnerabilità media, bassa e nulla**.

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 allegate 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 i -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

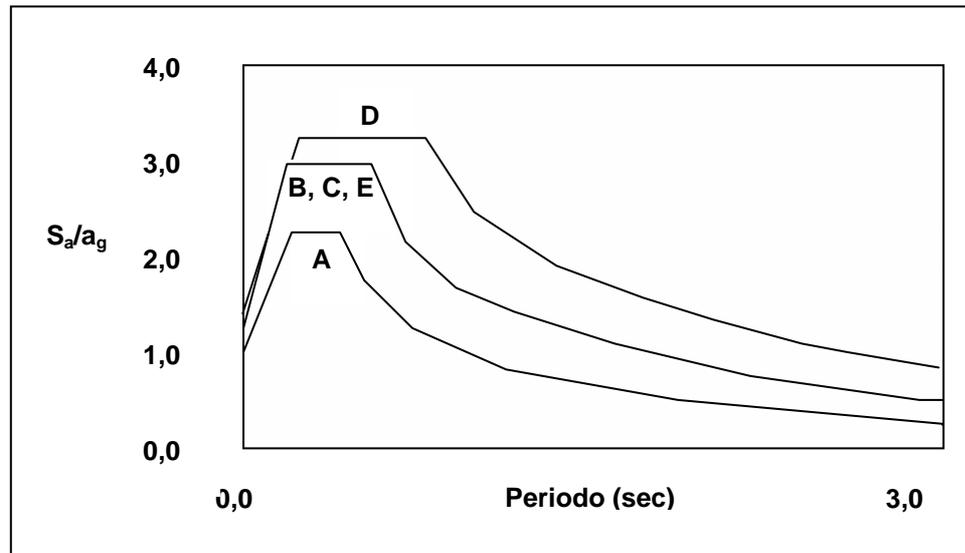
Zone sismiche e valori dell'accelerazione orizzontale massima di riferimento

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 $a_g \cdot S$ conduce ad un valore di:

$$0,35g \cdot 1,35 = 0,4375 g.$$

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 nel corso del RUC, e ritenuta sufficiente a caratterizzare l'area anche in base al confronto con altre indagini simili condotte in aree contermini. 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*.



Si sottolinea che la metodologia proposta non costituisce una microzonazione sismica in senso strictu; questa necessiterebbe infatti di approfondimenti sismologici e sismici di impegno economico molto elevato, con definizione dell'accelerogramma di riferimento (terremoto di progetto), esecuzione di indagini geotecnico-dinamiche per la valutazione del fattore di smorzamento del terreno e degli altri parametri geomeccanici, misura di dettaglio delle onde S ed infine valutazione dell'amplificazione locale con modelli numerici monodimensionali e bidimensionali. Le misure di Vs eseguite per il presente lavoro potranno in ogni caso essere utilizzate per valutazioni del reale fattore amplificativo locale, cioè per confrontare il reale spettro di risposta al sito con quello previsto dalla normativa in base alla categoria di suolo di fondazione rilevato.

8.3 CATEGORIA SISMICA SUOLI URBANI

In riferimento al comma 2 dell'art. 3.2.2.1 contenuto nel Decreto 14 Settembre 2005 dal titolo "Norme tecniche per le costruzioni", le Zone 1, 2 e 3 possono essere suddivise in sottozone caratterizzate da valori di a_g intermedi rispetto a quelli che caratterizzano le zone stesse ed intervallati da valori non minori di 0,025. Per la Zona 1, alla quale risulta attribuito il comune di Rionero, si può quindi attuare la sottoclassificazione seguente:

Zona	Sottozona (intervallo 0,025)	Range acceleraz.	A_g max
1	A	0,35 – 0,325	0,350
	B	0,325 – 0,30	0,325
	C	0,30 – 0,275	0,300
	D	0,275 – 0,25	0,275

Sempre nel medesimo Decreto, all'art. 3.2.2.3.1 è specificato che il coefficiente S potrà assumere valori superiori a quelli indicati per ogni categoria di suolo per tenere conto della morfologia del sito: inclinazione dei pendii, dimensione dei cigli, etc.. In tal senso, allo scopo di tenere conto di anomalie geomorfologiche particolari presenti sul territorio comunale, si effettua una sottoclassificazione del



fattore S per le categorie di suolo B, C, E cui sono attribuibili la totalità dei suoli presenti nell'area.

Categoria suolo	S	situazione	effetti
B,C,E	1,25	Assenza di particolari anomalie sia superficiali che sotterranee.	Nessuno in particolare
	1,275	Presenza di vuoti/cavità sottoposti a strutture con spessore della volta < 10 m.	Amplificazione sismica dovuta ad effetti antropici.
	1,30	Scarpata con parete subverticale > 10 m, bordo di cava, orlo di terrazzo.	Amplificazione sismica dovuta ad effetti topografici.
	1,325	Zona di contatto tra litologie con caratteri meccanici differenti, faglie, fratture, contatti tettonici.	Amplificazione differenziata del moto del suolo, cedimenti, focalizzazione delle onde sismiche.

L'unione delle 2 tabelle precedenti da luogo alla tabella successiva, utilizzata per la classificazione microsismica del territorio comunale di Rionero;

Zona sismica	Sottozona (intervallo 0,025)	Range acceleraz.	A _g max	Categoria suolo	Sottocateg. suolo	S
I	a	0,35 – 0,325	0,350	Z (B, C, E)	Z1	1,25
	b	0,325 – 0,30	0,325		Z2	1,275
	c	0,30 – 0,275	0,300		Z3	1,30
	d	0,275 – 0,25	0,275		Z4	1,325

in essa, allo scopo di meglio stabilire la classificazione sismica standard predefinita per le aree A, B, C, D, E, nelle "Norme tecniche per le costruzioni", alla effettiva situazione stratigrafica e geotecnica delle singole aree comunali, si è operata la scelta di attribuire alle singole unità litoidi presenti la rispettiva velocità sismica accertata, mediando, a partire dai punti di indagine, il valore della Vs₃₀ per le varie aree comunali in base all'assetto stratigrafico locale delle singole aree. In tal modo, in base alla definizione delle velocità sismiche delle unità litologiche, è stato possibile tenere conto dell'elevato contributo fornito dalle



numerose indagini stratigrafiche (fori di sondaggio) presenti sul territorio elevando sensibilmente la definizione microsismica del territorio comunale.

8.4 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" e "C"**. 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 geologiche caratterizzanti le singole aree.

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 $Ag \times S = 0,35g \times 1,25$ risulta uguale a 0,437g.

SOTTOZONA C - SUOLI DI CATEGORIA "C"

MICROZONA C1

Aree caratterizzate dalla presenza di 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 Vs 30 compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < N_{spt} < 50$, $70 < C_u < 250$ kPa) attribuibili a suoli di categoria "C".

Il fattore "S" rappresentativo del suolo viene considerato pari a 1,25, pertanto il prodotto $Ag \times S = 0,35g \times 1,25$ risulta uguale a 0,437g.

9. SINTESI DELLE PERICOLOSITÀ E CRITICITÀ GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE DEL TERRITORIO URBANO

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 4 aree a criticità variabile, riferite alla zonazione generale di R.U., 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.b

Aree utilizzabili ai fini urbanistici, caratterizzate dalla presenza di terreni dotati di buone caratteristiche geotecniche, e con pendenze morfologiche inferiori al 15%,



stabili gravitativamente e prive di criticità idrauliche. Litostratigraficamente attribuibili alle unità delle "Piroclastiti in strati e banchi".

Tali aree risultano idonee alla urbanizzazione senza particolari prescrizioni, previa puntuale verifica dello spessore della coltre superficiale alterata, necessaria allo scopo di attestare i manufatti su terreni dotati del giusto grado di addensamento e qualità meccanica.

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

II) AREE CON CRITICITA' PUNTUALI E MODERATE

II.b1

Aree utilizzabili ai fini urbanistici, caratterizzate dalla presenza di suoli di substrato sedimentario a litologia argillosa e limosa in facies di flysch, localmente ricoperti da una coltre di alterazione superficiale con spessore fino a 2 metri, e ricadenti in aree con pendenze morfologiche superficiali inferiori al 20% con assenza di fenomeni gravitativi in atto.

In tale contesto litotecnico sarà necessario fondare i manufatti su fondazioni profonde allo scopo di evitare alterazioni geomorfologico-strutturali ai suoli e alle infrastrutture preesistenti. Sarà inoltre necessario prevedere un'adeguata regimazione delle acque meteoriche superficiali che dovranno essere raccolte dalla rete fognaria cittadina o in alternativa portate a valle della linea ferroviaria esistente. Le variazioni morfologiche ai profili di versante originari, in tale area dovranno prevedere opere di consolidamento dei versanti (vedi verifiche di stabilità ed allegati litotecnici), unitamente agli scavi che dovranno prevedere anch'essi la realizzazione di adeguate opere di sostegno, in particolare se effettuati a ridosso di infrastrutture preesistenti.

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 1,25, pertanto il prodotto $Ag \times S = 0,35g \times 1,25$ risulta uguale a 0,437g.



II.b2

Aree utilizzabili ai fini costruttivi, caratterizzate dalla presenza di suoli di substrato sedimentario a litologia argillosa e limosa in facies di flysch, localmente ricoperti da una coltre di alterazione superficiale con spessore fino a 2 metri, e ricadenti in aree con pendenze morfologiche superficiali comprese tra il 20 ed il 35%, con assenza di fenomeni gravitativi in atto.

In tale contesto litotecnico l'utilizzo del territorio risulta preordinato ad interventi di consolidamento della Via Padre Pio a mezzo di paratie di pali a valle della sede stradale. In aggiunta a tali interventi i manufatti dovranno trasferire i carichi in profondità evitando di sovraccaricare il versante; la realizzazione di soli muri di sostegno, in alternativa alla paratie di pali, risulta fortemente sconsigliata, necessitando la medesima di sbancamento preventivo dell'area. Le acque meteoriche andranno adeguatamente drenate ed "accompagnate" a valle della linea ferroviaria, in corrispondenza di incisioni idrauliche naturali.

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 1,25, pertanto il prodotto $Ag \times S = 0,35g \times 1,25$ risulta uguale a 0,437g.

III) AREE CON CRITICITA' DI LIVELLO MEDIO E DIFFUSO

III.b1

Aree non utilizzabili ai fini costruttivi, caratterizzate dalla presenza di terreni argillosi e limosi in facies Flyscioide ubicati su versanti dotati di pendenze superiori al 35% e collocati a ridosso di infrastruttura ferroviaria.

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



9.2 PRESCRIZIONI DI DETTAGLIO DEGLI INTERVENTI PREVISTI NEL DP2

L'area di progetto prevede 9 comparti edificatori e risulta collocata sull'associazione argilloso-marnosa e sul Flysch Numidico.

Vengono di seguito forniti i criteri geotecnici da adottarsi per la edificazione delle aree, precisando che le opere di presidio e consolidamento di seguito citate risultano necessarie sia per la edificazione dei lotti che per la realizzazione della strada di piano prevista.

Per quanto attiene i **lotto n. 1**, la sua edificazione inerente i due fabbricati previsti da piano risulta consentita solo tramite fondazioni di tipo profondo. Per tale lotto la risagomatura del versante prevista da progetto per le urbanizzazioni, sulla base delle risultanze delle verifiche di stabilità di versante, risulta possibile solo tramite realizzazione di opere di contenimento consistenti in paratia di pali a sostegno della strada via Padre Pio, nonché di muri di contenimento a monte e valle delle aree da edificare.

Per quanto attiene il **lotto n. 2**, esso prevede la realizzazione di sagoma ubicata parzialmente su gradino morfologico esistente. Sarà necessario procedere, o al livellamento del piano di posa fondale fino alla quota morfotopografica più depressa, o, in alternativa, alla realizzazione del piano di posa fondale su due livelli giuntando in tal caso il fabbricato. L'edificabilità del lotto risulta comunque subordinata oltre all'adozione di fondazioni profonde per il fabbricato previsto, alla realizzazione di un muro a valle del fabbricato medesimo, e di una paratia di pali a sostegno della strada di piano prevista.

Per quanto attiene invece il **lotto n. 3**, composto da un comparto edificatorio, esso risulta realizzabile solo con adozione di fondazioni profonde, nonché tramite adozione di un muro di contenimento fondato su pali immediatamente a valle della strada di piano prevista.

Il **lotto n. 4** necessita, oltre che di fondazioni profonde per il fabbricato previsto, pari modo ai lotti precedenti, di muro di contenimento immediatamente a valle del lotto edificabile a salvaguardia del medesimo e dell'infrastruttura ferroviaria.

I **lotti n.ri 5 e 6** non prevedono incrementi volumetrici e quindi di carico.



Il **lotto n. 7** necessita per la edificazione dei tre fabbricati previsti di fondazioni profonde, con aggiunta un muro di contenimento a valle del lotto 7C.

Il **lotto n. 8** non prevede incrementi volumetrici e quindi di carico.

Il **lotto n. 9** necessita, oltre che di fondazioni profonde per il fabbricato previsto, di due muri di contenimento, di cui uno fondato su pali aventi funzione strutturale, collocati ambedue a monte del fabbricato.

Per quanto attiene la **strada prevista dal piano**, essa prevede sviluppo nord-sud ed è composta da due tratti, il primo a partire dalla Via Potasso fino al lotto n. 5 con immissione sulla adiacente Via Fiera, il secondo a ripartire da Via Fiera poco più a nord e prosegue fino al limite sud del lotto n. 1. A partire da tale lotto 1, la strada rientra nell'ambito privato del medesimo lotto ed è asservita di conseguenza al servizio privato dei due fabbricati ivi presenti.

Il tracciato stradale citato è stato oggetto di verifiche geologiche di dettaglio nel corso delle indagini ed accertamenti geologici condotti ed è stata considerata nelle verifiche di stabilità di versante effettuate. Le risultanze derivanti dagli studi e verifiche condotte hanno evidenziato la fattibilità della strada che si sviluppa quasi per intero a mezzacosta seguendo un tracciato morfologico privo di particolari anomalie, fatta eccezione per il tratto ubicato immediatamente ad est del lotto n. 8, in corrispondenza del quale risulta presente un salto morfologico che rende necessaria la realizzazione di un ponte dotato di fondazioni profonde.

In aggiunta all'intervento sopra citato e di maggiore importanza relativa, la strada di piano rende necessaria la realizzazione dei seguenti interventi di presidio:

muro di sostegno da realizzarsi in corrispondenza della sezione a valle del lotto n. 7C;

muro su pali a presidio della sezione stradale coincidente con parte del lotto n.3;

paratia di pali in corrispondenza della sezione stradale coincidente con il lotto n.2;

muro di sostegno a presidio di parte della sezione stradale coincidente con il lotto n.1.

Inoltre tutto il tracciato stradale, unitamente alle opere di presidio citate, dovrà essere adeguatamente drenato con "accompagnamento" delle acque meteoriche a valle dell'asse ferroviario in corrispondenza dei recapiti morfoidraulici naturali.



Nelle sezioni stradali in trincea, con approfondimento superiore ai 2 metri, sarà necessario realizzare opere di contenimento dotate anch'esse di adeguati drenaggi; invece, nelle sezioni stradali in rilevato, dotate di altezze superiori a 3 metri, sarà necessario prevedere la realizzazione di muri di sottoscarpa.

10. NOTE CONCLUSIVE

Il presente rapporto, unitamente agli allegati che ne rappresentano parte inscindibile, dettaglia le caratteristiche del DISTRETTO PEREQUATIVO n. 2, 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, pur non evidenziando anomalie o scompensi gravitativi, impone, in riferimento alla pendenza delle superfici ed alla litologia argillosa e limosa dei suoli, il trasferimento dei sovraccarichi urbano-edilizi al sottosuolo tramite fondazioni profonde. Non sono presenti nell'area DP2, aree classificate a rischio, geomorfologico o idraulico, dall'A.d.B.P.,

La litostratigrafia dell'area ha evidenziato la presenza di materiali alquanto eterogenei in virtù della loro origine fliscioide, e consistenti in alternanze di sabbie limose ed argillose in vario modo alternate.

L'assetto idrogeologico areale non ha evidenziato la presenza di falde sotterranee di interesse geotecnico, anche per la granulometria argillosa e limosa preponderante nell'area, per lo stesso motivo risulterà necessario dotare tutte le



opere infrastrutturali previste, anche di consolidamento e presidio, di adeguata regimentazione delle acque meteoriche superficiali, tramite la rete fognaria cittadina o tramite “accompagnamento” delle acque fino a valle della linea ferroviaria esistente. 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.

La microzonazione sismica condotta nell’area non ha evidenziato anomalie e/o particolari situazioni di incremento sismico.

Sulla base di quanto sopra sintetizzato circa l’assetto geomorfologico, geotecnico e microsismico l’area risulta urbanizzabile secondo quanto previsto dai progettisti e nel rispetto delle prescrizioni fornite nella presente relazione (fondazioni profonde ed adozione di strutture appropriate a garantire la stabilità dei versanti).

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*