

INDICE

| | | |
|------------------------------------|------|----|
| 1. Premessa | Pag. | 2 |
| 2. Caratteristiche geomorfologiche | " | 5 |
| 3. Caratteristiche geologiche | " | 8 |
| 4. Idrologia ed idrogeologia | " | 13 |
| 5. Caratteristiche climatiche | " | 19 |
| 6. Caratteristiche sismiche | " | 21 |
| 7. Caratteristiche geotecniche | " | 30 |
| 8. Conclusioni | " | 31 |

1. PREMESSA

Per conto del Comune di Luzzi (Provincia di Cosenza), i sottoscritti dottori geologi Giovanni GRANATA e Ivan MERINGOLO, facenti parte dell'associazione temporanea di professionisti incaricati della redazione del *Piano Strutturale Comunale (PSC)*, hanno eseguito lo studio geologico di supporto al medesimo.

Lo studio, effettuato nel rispetto dell'art. 13 della Legge n.64 del 1974 e della più recente L.R. n° 19 del 16 aprile 2002, è stato finalizzato alla conoscenza degli elementi (geologici, geomorfologici, idrogeologici etc.) caratterizzanti il territorio in modo da fornire ai progettisti un valido supporto per una razionale pianificazione territoriale ed urbanistica, nel rispetto dei principi informativi generali fissati all'art. 3 della succitata legge regionale.

Lo studio, pertanto, si è articolato in una fase preliminare di consultazione della documentazione esistente (Carta Geologica della Calabria in scala 1:25000 redatta per conto della ex Casmez, studio geomorfologico di supporto al PRG, Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) approvato dalla Regione Calabria, studi geologico-tecnici relativi a singoli interventi. Dati, infine, sulla sismicità dell'area sono stati desunti dal *Catalogo dei forti*

terremoti in Italia (dal 461 a.C. al 1990) di E. Boschi et Alii, a cura dell'Istituto Nazionale di Geofisica.

Per una caratterizzazione geomeccanica di massima dei litotipi affioranti, infine, ci si è avvalsi di indagini in situ e prove eseguite nel corso degli anni sia per conto dell'Amministrazione Comunale che di privati cittadini.

A questa prima fase di ricerca bibliografica sono seguiti i rilievi di campagna ritenuti necessari per l'approfondimento di quegli aspetti (geologici, geomorfologici, idrogeologici, etc.) che, per le finalità del presente lavoro, ci hanno consentito una sufficiente conoscenza del territorio.

Quanto accertato è stato riportato in una serie di elaborati cartografici di analisi dalla sovrapposizione dei quali sono state ottenute le carte di sintesi indicanti i vari livelli di pericolosità (geomorfologica, sismica, idraulica) del territorio. Si è quindi pervenuti, dalla sovrapposizione di questi ultimi, all'elaborato finale (*Carta della Fattibilità*) in cui il territorio è stato suddiviso in "classi di fattibilità" caratterizzate da differenti livelli di limitazioni, da pressoché nulle a gravi, all'urbanizzazione o, più in generale, alla trasformazione d'uso del territorio.

Si allegano i seguenti elaborati cartografici:

- corografia (Tav. G-1);
- carta geomorfologica (Tav. G-2);
- carta geologica (Tav. G-3);
- carta delle pendenze (Tavv. G-4);
- carta litomeccanica (Tav. G-5);
- carta idrogeologica (Tav. G-6);
- carta della pericolosità idraulica (Tav. G-7);
- carta della pericolosità geomorfologica (Tav. G-8);
- carta della pericolosità sismica (Tav. G-9);
- carta di raffronto PAI (Tav. G-10);
- carta della fattibilità (Tav. G-11);
- carta degli interventi (Tav. G-12).

2. CARATTERI GEOMORFOLOGICI

Il territorio comunale di Luzzi ha una superficie di poco superiore a 77 Km² e si estende dal *F. Crati* fino alle propaggini occidentali dell'Altipiano Silano, da una quota minima attorno ai 100 metri s.l.m. ad una massima di circa 1300 metri.

Le forme del rilievo oggi osservabili, com'è noto risultato del modellamento ad opera di agenti naturali (fisici, chimici, tettonici) e della varietà litologica dei terreni affioranti su cui gli agenti stessi hanno esplicato la loro azione, variano da quelle proprie delle zone di pianura, praticamente la piana del *F. Crati*, e, passando per le collinari, a quelle tipiche delle zone montuose.

Uno degli agenti naturali che maggiormente contribuisce al modellamento del rilievo, ovviamente, come prima ricordato, è la gravità. Essa, in particolare, manifesta maggiormente la propria attività nelle zone a pendenza più accentuata che coincidono con la parte centrale ed orientale del territorio in esame.

Allo scopo di fornire una rappresentazione del territorio stesso, sono stati redatti due elaborati cartografici che ne evidenziano in modo agevole e sintetico le peculiarità morfologiche: la *Carta geomorfologica* (Tav.

G-2), che ha recepito anche le indicazioni fornite dal PAI (*Piano per l'Assetto Idrogeologico*), e la *Carta delle pendenze* (Tav. G-4).

È stata inoltre redatta una carta di raffronto con la cartografia PAI (Tav. G-10) nella quale si evidenzia come le aree ritenute urbanizzabili non contrastano con le indicazioni fornite dal PAI stesso sia a riguardo della franosità che della pericolosità idraulica.

Nella *Carta delle Pendenze*, poi, il territorio è stato suddiviso in sei classi di acclività, espresse in percentuale (0-5; 5-10; 10-20; 20-35; 35-50; >50).

Dalla sovrapposizione di quest'ultima con la *Carta Geomorfologica*, come accennato in premessa, si è pervenuti ad un documento di sintesi, la *Carta della Pericolosità Geomorfologica*, la quale, individuando fattori limitanti o addirittura escludenti la trasformazione d'uso del territorio, costituisce un primo elemento per l'attribuzione dei vari livelli di fattibilità.

Pertanto, sull'elaborato cartografico sopra citato (Tav. G-8), sono stati fissati cinque livelli di pericolosità geomorfologica, da pressoché nulla a molto elevata, attribuiti alle varie porzioni di territorio e la cui descrizione viene data di seguito e riportata, sinteticamente, sull'elaborato stesso.

1) - Pericolosità pressoché nulla:

Si è ritenuto non considerare pericolose, dal punto di vista geomorfologico, le aree caratterizzate da terreni igneo-metamorfici e sedimentari con pendenze preponderanti fino al 10%, comunque non superiori al 20%.

2) - Pericolosità bassa:

Si è attribuito basso livello di pericolosità a quelle porzioni di territorio con pendenze non superiori al 35%. Su tali aree, a meno della presenza di livelli fortemente alterati, non dovrebbero aversi fenomeni di instabilità dovuti alla gravità. Va comunque sottolineata, nelle operazioni di trasformazione del territorio, la necessità di indagini adeguate per accertare le locali caratteristiche geomeccaniche. Analogamente gli eventuali lavori di sbancamento dovranno essere di modesta entità per non turbare, soprattutto nei materiali sciolti, l'equilibrio esistente.

3) - Pericolosità notevole:

Le aree con questo livello di pericolosità sono caratterizzate da valori di pendenza non superiori al 50% comunque non interessate da fenomeni franosi. È evidente che con questi superiori valori di pendenza diventa più probabile l'innescarsi di fenomeni gravitativi, specialmente in caso di eventi sismici e con effetti più accentuati in coincidenza di periodi particolarmente piovosi.

4) - Pericolosità elevata:

Si è assegnato tale livello di pericolosità a quelle aree con pendenze superiori al 50%, comunque non interessate da fenomeni franosi, per le quali, ovviamente, la pendenza stessa non fa che esasperare i fenomeni prima descritti.

5) - Pericolosità molto elevata:

Questo livello di pericolosità è stato assegnato alle aree interessate da fenomeni franosi attivi o quiescenti. Su tali aree qualsiasi intervento di trasformazione del territorio potrebbe accelerare i fenomeni di instabilità attivi e rimettere in movimento quelli quiescenti. Il tutto, naturalmente diventa più problematico in concomitanza di eventi sismici.

Questi ultimi due livelli di pericolosità vanno considerati, di norma, fattori escludenti per l'urbanizzabilità del territorio.

3. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

Per quanto riguarda le caratteristiche geologiche del territorio in esame si osserva che, in linea generale, il settore orientale è caratterizzato dalla presenza di litotipi metamorfici paleozoici (gneiss e scisti), con spessori a luoghi considerevoli di copertura eluvio-colluviale di alterazione.

Il centro storico ricade sui depositi conglomeratici di chiusura del ciclo pliocenico. Tali depositi si trovano a diretto contatto dei litotipi igneo-metamorfici sopra citati.

Procedendo verso ovest si rinviene il contatto con le sabbie, anch'esse plioceniche, che a loro volta sono a contatto con le argille dello stesso ciclo sedimentario.

A quote inferiori, attorno ai 150 metri s.l.m., si rinvencono i depositi alluvionali olocenici, prevalentemente del *F. Crati*.

Il complesso sedimentario poggia sul substrato igneo-metamorfico già menzionato.

In sinistra orografica del *F. Mucone*, in prossimità della confluenza con il *F. Crati*, le formazioni sedimentarie plioceniche vanno a contatto con depositi conglomeratici e sabbiosi del Pleistocene.

Per le intense vicende tettoniche subite, associate ad avverse condizioni atmosferiche, il complesso metamorfico presenta, come già accennato, variamente diffusa, una coltre eluvio-colluviale di alterazione a matrice limoso-argillosa, di spessore variabile da qualche dm. fino a parecchi metri.

Diamo di seguito, dai termini più antichi ai più recenti, una descrizione dei litotipi affioranti.

- ***Gneiss e scisti biotitici***

Tale complesso roccioso, di età paleozoica, presenta un'ampia variazione di tipi litologici: da gneiss e scisti biotitici a pronunciata scistosità, a gneiss grossolani, granitoidi, con scistosità appena accennata. Le rocce sono di solito biotitiche e spesso contengono granati visibili ad occhio nudo. Iniezioni o segregazioni di materiale granitico, probabilmente verificatesi nel corso del metamorfismo, dal momento che formano parte integrante della roccia, hanno dato luogo a zonature di materiale acido parallele alla scistosità. Localmente detto materiale è tanto abbondante da dare origine a vere e proprie rocce miste, migmatitiche. Il complesso presenta di frequente vene e filoni granitici e pegmatitici post-metamorfici. Per quanto riguarda la sua origine essa è, probabilmente, dovuta al metamorfismo di un originario complesso sedimentario.

- ***Graniti-Rocce intrusive acide***

Si tratta di un complesso di rocce a composizione variabile dalla quarzo diorite alla granodiorite e fino ai graniti, questi ultimi per lo più grossolani, con aspetto scistoso per l'allineamento dei cristalli femici.

Si ritiene che rappresentino la facies marginale della principale intrusione granitica della Sila e che l'orientazione dei minerali femici sia da ritenere una

struttura primaria legata ai flussi magmatici che hanno preceduto la cristallizzazione finale.

Tutto il complesso roccioso si presenta, in genere, profondamente alterato e con scarsa resistenza all'escavazione eccetto nelle incisioni vallive dove la roccia è più fresca.

La permeabilità è generalmente bassa con aumento, ovviamente, nelle zone intensamente fratturate.

- ***Conglomerati pliocenici***

Sono i conglomerati di chiusura del ciclo pliocenico. Di colore da bruno a bruno-rossastro sono costituiti da ciottoli ben arrotondati di rocce cristalline immerse in una matrice sabbiosa grossolana. Si presentano ben costipati, con una discreta resistenza all'erosione e con permeabilità generalmente elevata. Affiorano nella parte centrale del territorio e, su di essi, in particolare, poggia, come già detto, il nucleo storico del centro abitato.

- ***Sabbie plioceniche***

Si tratta di sabbie ed arenarie tenere di colore bruno chiaro. Procedendo verso Est si fanno più grossolane e divengono conglomeratiche. Il passaggio ai conglomerati è graduale. La permeabilità è elevata.

- Argille plioceniche

Questo litotipo è costituito da argille siltose di colore da grigio a grigio-azzurro. Il passaggio alle sabbie avviene spesso per interdigitazione. Sono fossilifere, presentano scarsa resistenza all'erosione e bassa permeabilità.

- Sabbie e conglomerati pliocenici

Si tratta di sabbie e conglomerati con occasionali lenti di argille siltose e silt. I depositi mostrano variazioni laterali e verticali molto brusche: da sabbie fini a sabbie grossolane e conglomerati.

- Depositi conglomeratici pleistocenici

Sono i depositi conglomeratici e conglomeratico-sabbiosi di antichi terrazzi fluviali.

- Depositi olocenici

Si tratta di conoidi di deiezione, alluvioni fissate dalla vegetazione o artificialmente e alluvioni mobili, ciottolose e sabbiose dei letti fluviali.

L'elaborato grafico allegato (Tav. G-3) riporta l'estensione areale dei litotipi testé descritti, alcune sezioni geologiche che mettono in evidenza la successione litostratigrafica nonché lo schema dei rapporti stratigrafici.

4. IDROLOGIA ED IDROGEOLOGIA

Da "Le Sorgenti Italiane" (Vol. VI, 1941), a cura del Servizio Idrografico del Ministero dei Lavori Pubblici, Sezione di Catanzaro, si rileva che il territorio calabrese è stato ripartito in dieci zone.

L'intero territorio comunale di Luzzi, appartenente alla Zona II, ricade nel bacino principale del *F. Crati*.

Sullo stesso è impostato un reticolo idrografico superficiale che può essere definito dendritico o sub-dendritico di media densità.

Una caratteristica molto ricorrente lungo tutta la fascia montana è l'esistenza di numerosi canali molto stretti e fortemente incisi.

I corsi d'acqua principali che interessano il territorio sono i già citati *Crati* e *Mucone*, numerosi torrenti (*Pescara, Gidora, Ilice, Risicoli*) e fossi di minore importanza.

Sulla *Carta della Pericolosità Idraulica* (Tav. G-7) sono riportate le aree di attenzione indicate dal *PAI* e le aree di attenzione ricavate, con le procedure stabilite nelle *Linee Guida*, da zone di attenzione, sempre indicate dal *PAI*.

Tali aree, in mancanza di studi di dettaglio, per come indicato all'art. 24 delle *Norme di Attuazione e*

Misure di Salvaguardia del PAI, sono da considerare a rischio R4, per cui valgono tutte le prescrizioni riportate all'art. 21 delle norme stesse che, in sintesi, vietano le attività di trasformazione dello stato dei luoghi e quelle di carattere urbanistico-edilizio.

Sulla stessa Tav. G-7 è inoltre delimitata l'area soggetta ad inondazione in caso di collasso della diga del *Lago Cecita*. Di tale area occorre tener conto nella redazione di piani di protezione civile.

Per quanto riguarda le caratteristiche idrogeologiche del territorio è da osservare che numerose sono le scaturigini naturali, alcune delle quali sono state captate per approvvigionamento idrico dei centri abitati.

La maggior parte di queste sorgenti possono essere classificate come sorgenti per limite di permeabilità in tutte le zone in cui si registra una copertura superficiale allentata o molto allentata rispetto al substrato o per differenti valori di permeabilità nei depositi sedimentari.

Nella pubblicazione sopra citata ne sono censite 103 ma solo di tre di esse vengono fornite notizie. Di seguito ne vengono indicate altitudine e portata.

| Denominazione Sorgente | Località | Altitudine m. s.l.m. | Portata lt/s |
|-----------------------------------|-----------------|---------------------------------|-------------------------|
| <i>Surientu</i> | <i>Ruviezzi</i> | <i>1030</i> | <i>1.5</i> |

| | | | |
|-----------------------------|----------------------|------------|------------|
| <i>Font. Linzi di Greco</i> | <i>Linzi e Greco</i> | <i>120</i> | <i>2.5</i> |
| <i>Sipio Grispo</i> | <i>Sipio Grispo</i> | <i>120</i> | <i>1.0</i> |

Osserviamo poi che gli ammassi rocciosi, a seconda delle loro condizioni, presentano permeabilità sia per porosità che per fratturazione. Per lo stesso motivo anche il grado di permeabilità risulta essere estremamente variabile.

Dall'analisi dei principali tipi litologici sono stati individuati, come riportato sulla *Carta Idrogeologica* allegata (Tav. G-6), 4 complessi idrogeologici in relazione al tipo e al grado di permeabilità relativa.

Il censimento di 32 punti d'acqua (tra piezometri e pozzi) ha permesso localmente la rappresentazione grafica della morfologia piezometrica effettuata tramite curve isopieziche.

Queste ultime sono state costruite interpolando le quote dei livelli di falda dei vari punti d'acqua.

La morfologia piezometrica, pur se realizzata da misure non riferite ad un unico periodo dell'anno idrologico, consente di trarre indicazioni per quanto concerne le condizioni idrodinamiche esistenti all'interno dei complessi idrogeologici definiti dei quali, di seguito, ne diamo la descrizione.

a) Complesso alluvionale

Si tratta di un complesso caratterizzato da permeabilità medio-alta per porosità.

Gli acquiferi alluvionali sono generalmente caratterizzati dalla giustapposizione disordinata di termini litologici di varia granulometria che si traduce in una circolazione idrica per falde sovrapposte, con deflusso preferenziale dell'acqua nei litotipi a più alto grado di permeabilità relativa. Le diverse falde possono essere quasi sempre ricondotte ad un'unica circolazione idrica sotterranea, perché il particolare tipo di deposizione lenticolare dei sedimenti lascia moltissime soluzioni di continuità tra depositi permeabili e depositi relativamente meno permeabili. A ciò bisogna aggiungere gli interscambi in senso verticale o sub-verticale dovuti al fenomeno di drenanza. Nell'area di studio si osserva spesso che le varie falde, nonostante siano tra loro generalmente intercomunicanti, presentano quote di livellamento differenti dovute al diverso carico piezometrico originario (riferito all'area di alimentazione), alle diverse caratteristiche degli strati acquiferi (con conseguenti perdite differenziate di carico), alle diverse condizioni di alimentazione (con perdite di carico concentrate, per esempio, in corrispondenza dei fenomeni di drenanza), etc.

Nell'area in esame la circolazione idrica sotterranea è infine condizionata dalla giacitura dei termini alluvionali su rocce poco o niente permeabili (limi argillosi) che individua un marcato limite di permeabilità. Tali livelli impermeabili consentono l'esistenza di falde acquifere relativamente superficiali la cui potenzialità è notevolmente influenzata dalla profondità e dalla morfologia di detto substrato. Esse inoltre risentono notevolmente degli eventi meteorici stagionali che provocano fluttuazioni periodiche dei suoi livelli.

b) Complesso argilloso-limoso

Tali formazioni sono da considerare in genere a bassa permeabilità per porosità, sia pure con variazione da punto a punto in funzione della frequenza dei litotipi costituenti; di norma si realizza una scarsa o modesta circolazione interna con localizzazione massima nei livelli più permeabili. La loro natura litologica, quindi, non favorisce la presenza di acquiferi veri e propri, bensì una diffusa umidità delle argille.

c) Complesso sabbioso-conglomeratico

Si tratta di sabbie e conglomerati con permeabilità elevata per porosità generalmente caratterizzati da una sedimentazione regolare. I depositi possono raggiungere spessori maggiori di 100 metri. Tale situazione favorisce la formazione di acquiferi nei quali la circolazione i-

drica è prevalentemente basale e posta, in genere, a notevoli profondità.

d) Complesso delle metamorfite d'alto grado e delle rocce intrusive acide

Tale complesso è caratterizzato generalmente da bassa permeabilità per fessurazione mentre la coltre di alterazione che lo ricopre presenta permeabilità medio-alta per porosità.

La circolazione idrica sotterranea è piuttosto lenta nelle fratture che, in genere, risultano costantemente sature; è più veloce nella zona porosa superficiale ed è particolarmente attiva in prossimità del tetto di quella fratturata per la minore permeabilità di quest'ultima e per la minore accentuazione dei fenomeni di argillificazione. Poiché la circolazione idrica è relativamente superficiale, la piezometrica si adatta alla morfologia esterna. Ciò provoca l'emergenza delle acque in modo molto diffuso, con recapito preferenziale nei fondivalle dove la piezometrica stessa può essere intercettata dalla superficie topografica.

5. CARATTERISTICHE CLIMATICHE

I dati sul clima, relativi ad un periodo di circa 60 anni (1921-1980), sono stati desunti dalla pubblicazione "*Le Precipitazioni in Calabria*" di D. Caloiero - R. Niccoli - C. Reali, del Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.) e dell'Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica (I.R.P.I.) di Cosenza.

Il territorio di Luzzi, per la sua posizione geografica e per la sua topografia, mostra evidenti contrasti di clima tra la parte occidentale e la parte montuosa orientale. Qui gli inverni sono sensibilmente freddi con estati non eccessivamente calde e con qualche precipitazione. La temperatura media annua presenta valori compresi tra $12^{\circ} \div 14^{\circ}$.

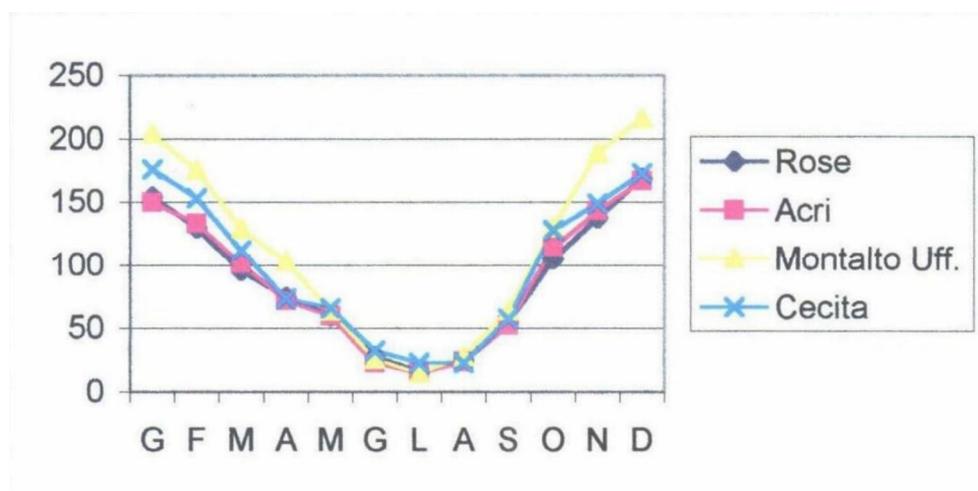
Per quanto riguarda le precipitazioni, non esistendo una stazione pluviometrica nel Comune di Luzzi, sono stati considerati i valori misurati nelle stazioni limitrofe indicate nella tabella della pagina seguente la quale riporta, per ogni singola stazione, i valori medi mensili ed annui dell'altezza delle precipitazioni (mm) ed il numero dei giorni piovosi (gp).

TABELLA 1
PRECIPITAZIONI MEDIE MENSILI
(1921 + 1980)

| MESE | STAZIONE PLUVIOMETRICA | | | | | | | |
|--------------------|------------------------|-----------|-------------|-----------|---------------|-----------|-------------|------------|
| | Rose | | Acri | | Montalto Uff. | | Cecita | |
| | mm | gp | mm | gp | mm | gp | mm | gp |
| Gennaio | 154 | 12 | 150 | 13 | 204 | 12 | 176 | 14 |
| Febbraio | 130 | 11 | 133 | 11 | 175 | 11 | 153 | 11 |
| Marzo | 96 | 10 | 101 | 11 | 129 | 10 | 112 | 11 |
| Aprile | 75 | 9 | 72 | 9 | 103 | 9 | 74 | 9 |
| Maggio | 60 | 7 | 60 | 7 | 64 | 7 | 66 | 4 |
| Giugno | 28 | 4 | 23 | 3 | 26 | 4 | 33 | 4 |
| Luglio | 16 | 2 | 15 | 2 | 15 | 2 | 23 | 3 |
| Agosto | 25 | 3 | 24 | 2 | 28 | 3 | 23 | 3 |
| Settembre | 55 | 5 | 53 | 5 | 64 | 6 | 58 | 6 |
| Ottobre | 105 | 9 | 114 | 9 | 130 | 9 | 128 | 9 |
| Novembre | 138 | 10 | 143 | 11 | 189 | 12 | 149 | 11 |
| Dicembre | 169 | 13 | 167 | 14 | 216 | 3 | 173 | 13 |
| MEDIA ANNUA | 1049 | 94 | 1054 | 97 | 1326 | 97 | 1169 | 103 |

E' da aggiungere che con l'altitudine aumentano notevolmente le precipitazioni nevose.

Il grafico della figura della pagina seguente illustra, per le singole stazioni pluviometriche, l'andamento, nel corso dell'anno, delle medie mensili tabulate.



6. CARATTERISTICHE SISMICHE

Come è noto, i comuni italiani, sulla base dei dati di sismicità storica, sono stati classificati, con decreti emanati fino al 1984, di 1^a, 2^a e 3^a categoria.

Ad ognuna di tali categorie veniva assegnato un "grado di sismicità *S*" pari rispettivamente a 12, 9 e 6.

Il "coefficiente di intensità sismica *c*", posto a base del calcolo del "coefficiente sismico *K*", si ricava dalla relazione:

$$c = (S - 2)/100$$

dalla quale si ottengono, quindi, valori pari a 0.10, 0.07 e 0.04 rispettivamente per la 1^a, la 2^a e la 3^a Categoria.

Il Comune di Luzzi, già classificato di 2^a categoria, sulla base della proposta del 1996 del Gruppo di Lavoro

ro della Commissione Grandi Rischi è stato riclassificato ed inserito nella 1^a Categoria.

Inoltre, con l'Ordinanza n° 3274 del 20.03.2003 (*Normativa tecnica per le costruzioni in zona sismica e connessa classificazione sismica del territorio nazionale*) si ha una nuova suddivisione del territorio in quattro zone contrassegnate ciascuna da un diverso valore del parametro a_g/g (accelerazione orizzontale massima al suolo).

Il territorio comunale di Luzzi, sempre ai sensi dello stesso documento, sulla base del rischio sismico stimato, è stato assegnato alla Zona 1, alla quale compete il valore $a_g = 0.35g$.

Ai fini dell'azione sismica di progetto, inoltre, il terreno è stato suddiviso in cinque *Categorie di suolo di fondazione*, contrassegnate dalle lettere A, B, . . . , E, sulla base dei valori di velocità delle onde sismiche di taglio V_{s30} propagantisi entro 30 metri di profondità ovvero della resistenza penetrometrica N_{SPT} (numero di colpi della prova penetrometrica standard) ovvero ancora della coesione non drenata c_u del terreno alla probabile profondità del piano di posa delle fondazioni delle strutture che si intendono realizzare.

Aggiungiamo inoltre che i valori di a_g/g assegnati alle varie zone sono riferiti a suoli di Categoria A.

La risposta locale è legata oltre che, ovviamente, all'intensità dell'evento sismico, anche alle condizioni morfologiche, litologiche, stratigrafiche ed idrogeologiche della zona considerata. Ne conseguono, pertanto, differenti livelli di pericolosità che si è ritenuto opportuno illustrare su un apposito documento: la *Carta della Pericolosità Sismica* (Tav. G-9).

Nella valutazione della pericolosità particolare importanza assume l'inclinazione dei pendii. Infatti lo stesso progetto "Geodinamica" del CNR, a seguito di indagini e studi effettuati su zone della Campania e della Basilicata colpite dal terremoto del 23 novembre 1980, sconsiglia la costruzione in condizioni geomorfologiche con pendii a inclinazione media i° maggiore di un valore limite che dipende dal tipo di terreno e che oscilla fra un minimo di 10° , per le argille molto tettonizzate ed un massimo di 25° per le sabbie e le ghiaie semicoerenti con falda a profondità maggiori di dieci metri.

Tali valori corrispondono, rispettivamente, a pendenze del 18% e del 50% circa. Per i detriti incoerenti, con falda a profondità sempre maggiore di dieci metri, il valore limite dell'inclinazione del pendio è di 20° , corrispondenti ad una pendenza del 36%.

Tali valori si riducono notevolmente nel caso di falda a profondità inferiore a dieci metri.

Sull'elaborato sopra citato sono state individuate sette tipologie di terreno a cui sono stati associati sei livelli di pericolosità. A ciascuna tipologia è stato associato, con intensità decrescente, un determinato livello di pericolosità, come di seguito descritto e sinteticamente riportato sull'elaborato citato.

1) - Pericolosità molto elevata

Aree in frana. Si è assegnato a tali tipologie di terreno il livello di pericolosità più elevato in quanto, in occasione di eventi sismici, si può avere l'accentuazione dei fenomeni d'instabilità in atto, il riattivarsi di quelli quiescenti o ancora, nelle aree eccessivamente acclivi, l'innescarsi di fenomeni nuovi a carico della eventuale coltre detritica. Nelle aree in frana sede di circolazione idrica, poi, le vibrazioni sismiche incrementano notevolmente le pressioni interstiziali che, pertanto, favoriscono la riattivazione delle frane stesse.

2) - Pericolosità elevata

Aree con pendenze superiori al 50%. Si è assegnato tale livello di pericolosità in quanto in tali aree si superano i valori di inclinazione critica di cui sopra. Il progetto "Geodinamica" raccomanda l'adozione di un coefficiente correttivo S_p , dipendente dall'inclinazione del terreno, che, a sua volta, va moltiplicato per il coefficiente sismico c , pari, com'è noto, a 0,10 nelle zone di 1^a Categoria quale quella in esame. Il valore di tale coefficiente correttivo è dato dalla formula:

$$S_p = 1 + 1,5 \times i$$

dove i esprime l'inclinazione media in percentuale.

3a) - Pericolosità medio-alta

Aree di dorsale stretta. In tali aree si riscontra una sensibile focalizzazione delle onde sismiche con conseguente incremento dell'intensità del terremoto. Un ulteriore incremento si ha nel caso di coperture detritiche incoerenti o semicoerenti poggianti su substrato rigido. Tale incremento è dovuto a riflessioni multiple delle vibrazioni in arrivo. In depositi con caratteristiche geotecniche scadenti si possono comunque avere gravi cedimenti o addirittura perdita della capacità portante del terreno.

3b) - Pericolosità medio-alta

Depositi alluvionali. Si tratta dei depositi del *F. Crati*, del *F. Mucone* ed, in subordine, dei torrenti minori. Sono costituiti da materiale eterogeneo con granulometria variabile dal limo alla ghiaia con elementi di origine cristallina immersi in una matrice sabbiosa. Lo spessore del deposito influenza la pericolosità sismica indotta in quanto ne può determinare un'amplificazione dell'intensità.

Altro fattore importante è costituito dalla granulometria del deposito, che determina incrementi di intensità sismica anche notevoli. In caso di utilizzo di tali aree vanno esperite accurate indagini geognostiche per l'accertamento delle caratteristiche locali. La possibile

presenza di sacche di materiale sabbioso con determinata granulometria, infatti, può dar luogo, in caso di sisma, a fenomeni di liquefazione.

4) - Pericolosità media

Depositi sedimentari marini. Le caratteristiche granulometriche determinano incrementi di intensità sismica, rispetto al granito di riferimento, anche notevoli. I valori possono variare da 1,6, per le ghiaie, a 2,1 per le argille. Valori intermedi si hanno per le sabbie. Se impregnati d'acqua questi depositi possono far registrare incrementi anche di 4.

Ricordando a tale proposito che il nucleo storico del centro abitato risulta edificato su una formazione conglomeratica, sarebbe opportuno eseguire appropriate indagini in modo da accertare i valori reali di incremento sismico locale per la messa in sicurezza degli edifici di interesse storico nonché per eventuali ristrutturazioni e nuovi interventi.

5) - Pericolosità notevole

Aree con pendenze tra il 35% ed il 50%. Possibilità di incremento sismico sia per l'inclinazione dei pendii (per cui valgono le considerazioni fatte al punto 2), sia per la possibile presenza di una coltre di alterazione all'interno della quale può verificarsi, come precedentemente detto, amplificazione dello scuotimento per differente comportamento rispetto al substrato.

6) - Pericolosità bassa

Aree caratterizzate da terreni igneo-metamorfici con pendenze non superiori al 35%. Si è ritenuto attribuire a tali aree un basso livello di pericolosità per le favorevoli condizioni morfologiche e litologiche. Laddove lo spessore di alterazione dovesse assumere significativo spessore, si potrebbero registrare amplificazioni degli effetti sismici.

È da ritenere comunque importante che indagini vengano esperite, al fine di stabilire i reali valori di incremento sismico locale, in tutte le aree indicate.

Ricordiamo, infine, gli eventi sismici più significativi che, nel corso dei secoli, hanno interessato il territorio di Luzzi (i dati sono ricavati dal catalogo già citato in premessa).

Per ogni evento vengono riportati la data, il tempo origine ridotto al *Greenwich Mean Time* (GMT), l'area epicentrale, l'intensità sismica epicentrale (I_0) e l'intensità sismica locale (I) in gradi MCS, la magnitudo equivalente macrosismica (M_e), nonché una sintetica descrizione dei risentimenti sul territorio di nostro interesse.

Data: 24.05.1184 Ora: - - I_0 : 9.0 I : 9.0 M_e : 5.9

Area epicentrale: Valle del Crati.

Risentimenti: Danni al castello descritti dall'autore seicentesco Calepino: " tutte le chiese e tutti gli edifici in muratura crollarono, e l'Arcivescovo di Cosenza Rufo e molti altri furono soffocati sotto il crollo dei muri".

Data: 27.03.1638 Ora: 15:05 I_0 : 11.0 I : 9.0 M_e : 6.9

Area epicentrale: Calabria

Risentimenti: La scossa del 27 marzo causò gravi distruzioni. Secondo una relazione a stampa morirono 200 persone.

Data: 14.07.1767 Ora: 01:05 Io: 8.5 I: 8.5 Me: 5.7

Area epicentrale: Cosentino

Risentimenti: La scossa causò il crollo di numerose abitazioni e lesionò gravemente le altre molte delle quali divennero inabitabili. Numerosi furono i morti e i feriti.

Data: 12.10.1835 Ora: 22:35 Io: 9.0 I: 7.0 Me: 5.8

Area epicentrale: Cosentino

Risentimenti: Il terremoto danneggiò notevolmente l'abitato.

Data: 12.02.1854 Ora: 17:50 Io: 10.0 I: 6.5 Me: 6.1

Area epicentrale: Cosentino

Risentimenti: Il terremoto causò lievi fenditure nei fabbricati ma le due chiese di Sant'Angelo San Giuseppe furono più danneggiate. Danneggiata anche la chiesa dell'Immacolata nella quale cadde un muro.

Data: 04.10.1870 Ora: 16:55 Io: 9.5 I: 7.0 Me: 6.1

Area epicentrale: Cosentino

Risentimenti: Il terremoto causò il crollo della parte alta del campanile dell'Immacolata e lesionò le navate della chiesa. Il campanile precipitò su una casa danneggiandola gravemente. Gli altri edifici pubblici e privati furono danneggiati ma non modo da risultare inabitabili.

Data: 03.12.1887 Ora: 03:45 Io: 8.0 I: 6.0 Me: 5.5

Area epicentrale: Calabria settentrionale

Risentimenti: Tutta la popolazione si svegliò e abbandonò le case. Nell'altare maggiore della chiesa dell'Immacolata si staccarono alcune cornici di stucco e caddero pezzi di calcinaccio nella connessione dei travi con i muri. Non si registrarono lesioni alle case.

Data: 08.09.1905 Ora: 01:43 Io: 10.0 I: 7.5 Me: 6.8

Area epicentrale: Calabria

Risentimenti: Il terremoto produsse danni. Furono demolite parzialmente 6 case, puntellate 4 e riparate 195. Danneggiato anche l'ufficio postale, la chiesa matrice di Santa Maria, quella rettorale di Sa Michele e quella di Sant'Angelo.

Data: 28.06.1913 Ora: 08:53 Io: 8.0 I: 7.5 Me: 5.7

Area epicentrale: Calabria settentrionale

Risentimenti: La scossa fu violenta; moltissime case divennero pericolanti, una persona fu ferita. I danneggiati furono 372 di cui 44 poveri e meritevoli di sussidio secondo il parere del comitato comunale, la caserma dei Carabinieri fu danneggiata e resa pericolante.

Data: 21.08.1962 Ora: 18:19 Io: 9.0 I: 6.0 Me: 6.2

Area epicentrale: Irpinia

Risentimenti: Il terremoto causò danni ai fabbricati.

Data: 23.11.1980 Ora: 18:34 Io: 10.0 I: 4.5 Me: 6.8

Area epicentrale: Irpinia - Basilicata

Risentimenti: Una recente revisione scientifica attribuisce un valore d'intensità pari al IV-V grado MSK, senza fornire descrizione degli effetti.

La lettura dei dati ci consente di affermare che il territorio di Luzzi, pur non essendo mai stato area epicentrale dei più forti terremoti storici, ha però risentito con gravi danni e perdite, anche umane, degli eventi sismici che hanno colpito la Calabria. Questo dato, fa ritenere che il Comune di Luzzi, sia interessato, come l'intera regione, da attività di tipo sismico ed è quindi sede di fenomeni sismotettonici ancora in atto.

Non è casuale che la legislazione vigente assegni il Comune di Luzzi alla categoria più elevata.

7. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Per una caratterizzazione geotecnica di massima dei terreni in studio ci si è avvalsi di indagini (stendimen-

ti di sismica a rifrazione, sondaggi meccanici, prove penetrometriche) esperite nel corso di svariati lavori, sia pubblici che privati, eseguiti nel corso degli anni e variamente distribuiti sul territorio.

Per le nostre finalità si è ritenuta sufficiente la densità di dati ottenuta.

È stata quindi redatta la *Carta Litomeccanica* (Tav. G-5) sulla quale i terreni sono stati identificati e raggruppati in zone omogenee riguardo al comportamento meccanico.

Sulla carta stessa sono state puntualmente indicate le indagini sopra citate ed è stato riportato un quadro riassuntivo dei parametri geotecnici.

8. CONCLUSIONI

Quanto esposto ci ha consentito di pervenire alla redazione della *Carta della Fattibilità* (Tav. G-11) sulla

quale sono state fissate, come già accennato, delle classi di fattibilità caratterizzate da differenti livelli di limitazione all'urbanizzabilità e, più in generale, alla trasformazione d'uso del territorio. La descrizione di tali classi è illustrata di seguito e sinteticamente riportata sull'elaborato grafico stesso.

Classe 1 - Fattibilità senza particolari limitazioni

Aree caratterizzate dalla presenza di terreni igneo-metamorfici con pendenze fino al 20% per le quali non sono emerse controindicazioni alla trasformazione d'uso del territorio per i già illustrati bassi livelli di pericolosità sia geomorfologica che sismica.

Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni:

Aree caratterizzate dalla presenza di terreni sedimentari con pendenze fino al 20%. Si è ritenuto assegnare un livello superiore di limitazione rispetto al punto precedente per la diversa risposta sismica dei materiali sedimentari rispetto agli igneo-metamorfici, come precedentemente spiegato.

Classe 3 - Fattibilità con sensibili limitazioni

Terreni igneo-metamorfici e sedimentari con pendenze fino al 35%. Sono aree generalmente caratterizzate da una bassa pericolosità geomorfologica e da una maggiore pericolosità sismica dei terreni sedimentari legata, come già illustrato, alla loro granulometria e densità.

Classe 4 - Fattibilità con considerevoli limitazioni

Aree di dorsale stretta e allungata. Alla pericolosità legata all'acclività dei versanti si associa una pericolosità sismica medio-alta tipica delle aree di cresta e dalla quale non si può prescindere negli interventi di trasformazione del territorio. In caso di sisma, inoltre, si può verificare arretramento dell'orlo di scarpata.

Classe 5 - Fattibilità con notevoli limitazioni

Depositi alluvionali, talvolta in presenza di falda. Le limitazioni sono essenzialmente legate alla pericolosità sismica in quanto, sia lo spessore del deposito che la granulometria influenzano la pericolosità sismica indotta in quanto ne possono determinare un'amplificazione anche notevole dell'intensità.

In caso di utilizzo di dette aree vanno esperite accurate indagini geognostiche per l'accertamento della stratigrafia e per l'individuazione di eventuali sacche di materiale sabbioso che, con determinata granulometria, possono subire, in caso di sisma, fenomeni di liquefazione.

Classe 6 - Fattibilità con rilevanti limitazioni

Aree di versante con valori di pendenza non superiori al 50%. Le limitazioni sono dovute ad un notevole li-

vello di pericolosità sia sismica che geomorfologica, entrambe legate all'acclività.

Si sottolinea l'importanza che assume l'inclinazione dei pendii, come già esposto nell'illustrazione della *Carta della Pericolosità Sismica*.

L'eventuale utilizzo di queste aree, comunque da giustificare, deve essere subordinato ad approfonditi studi ed indagini finalizzati all'accertamento del comportamento sismico derivante dalla morfologia, dalla potenza dell'eventuale copertura di alterazione nonché dalle proprietà meccaniche dei materiali.

Va inoltre tenuto conto del coefficiente correttivo S_p per il quale moltiplicare il coefficiente di intensità sismica c , come illustrato al punto 2 di pagina 23.

Classe 7 - Fattibilità con consistenti limitazioni

Aree con notevoli valori di pendenza (>50%) ma non interessate da fenomeni franosi. Tale limitazione è legata agli elevati livelli di pericolosità sia morfologica che sismica. È evidente che valori di pendenza elevati possono altresì causare l'innescarsi di fenomeni gravitativi, specialmente in caso di eventi sismici e con effetti più accentuati in coincidenza di periodi particolarmente piovosi.

Maggiormente in questo caso valgono le considerazioni riguardo all'importanza che assumono la valutazione sia del coefficiente S_p già più volte citato, la litologia nonché i valori critici dell'inclinazione dei pendii, come ampiamente illustrato a pagina 22.

Tali aree sono da considerare, praticamente, non urbanizzabili.

Classe 8 - Fattibilità con serie limitazioni

Aree suscettibili di inondazione. Sono da considerare non urbanizzabili in quanto, *nel Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)*, sono assimilate ad aree a rischio idraulico R4.

Classe 9 - Fattibilità con gravi limitazioni:

Aree interessate da fenomeni gravitativi attivi e quiescenti e da fenomeni erosivi. Presentano un elevato grado di pericolosità sia sismico che geomorfologico e pertanto sono da ritenere non urbanizzabili. Sulle stesse dovranno essere realizzate quelle opere finalizzate al consolidamento e alla sistemazione idrogeologica per la loro messa in sicurezza.

Si è ritenuto opportuno, pertanto, a conclusione del nostro lavoro, indicare su apposito elaborato (Tav. G-12) quelle aree che, a nostro avviso, necessitano di inter-

venti per la salvaguardia di strutture esistenti e per l'incolumità di vite umane.

Carattere di estrema urgenza, a tal proposito, riveste l'intervento sulla strada comunale che porta in località *Boccalupo*. Tale strada, infatti, per un certo tratto, ricade su n ciglio di scarpata in arretramento per la continua erosione ad opera delle acque non regimate, erosione che costituirà pericolo anche per i fabbricati vicini.

Spezzano Sila, 5 maggio 2008

dr. geol. Giovanni Granata

dr. geol. Ivan Meringolo

d.ssa geol. Bombina Gencarelli
