

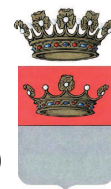
REGIONE



CAMPANIA



CITTA' di SOLOFRA
Provincia di Avellino

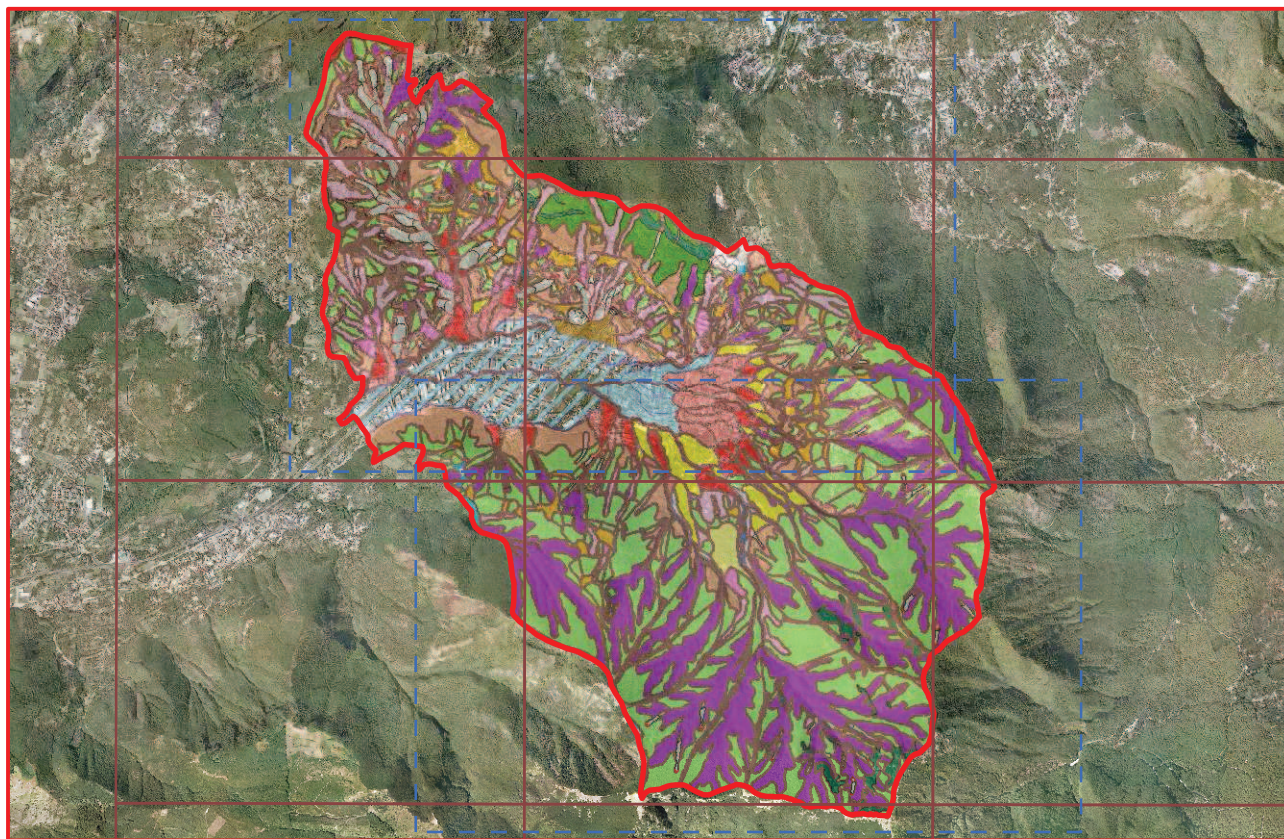


PIANO URBANISTICO COMUNALE

L.R. n. 16/2004 e s.m.i.

STUDIO GEOLOGICO TECNICO

L.R. n. 9/1983 e s.m.i.



RELAZIONE TECNICO - DESCRITTIVA

maggio 2015

Il Tecnico incaricato

geol. Roberto D'ORSI

Il SINDACO

Michele VIGNOLA

Il R.U.P.

ing. capo U.T.C.
Ennio TARANTINO



SOMMARIO

| | |
|---|-----|
| 1.0 - PREMESSA | 2 |
| 2.0 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO | 6 |
| 3.0 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO - STRUTTURALE | 7 |
| 3.1 - TETTONICA, FAGLIE SISMOGENETICHE E SISMA DEL 1980 | 21 |
| 3.2 - PALEOGEOGRAFIA E LIQUEFAZIONE..... | 29 |
| 4.0 - INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO | 33 |
| 4.1 - CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEL TERRITORIO | 37 |
| 5.0 - IL PIANO STRALCIO ASSETTO IDROGEOLOGICO..... | 41 |
| 5.1 - CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE..... | 46 |
| 5.2 - PRINCIPALI EVENTI STORICI..... | 57 |
| 6.0 - CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI | 63 |
| 7.0 - CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO | 77 |
| 7.1 - PERICOLOSITA' SISMICA DI SITO | 85 |
| 7.2 - ZONAZIONE SISMOGENETICA E STORIA SISMICA | 89 |
| 7.3 - PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE | 95 |
| 8.0 - ZONAZIONE SISMICA (MOPS) E GEOMORFOLOGICA | 109 |
| 8.1 - PERICOLOSITA' SISMICA (MOPS)..... | 115 |
| 8.2 - PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA | 120 |
| 9.0 - CONCLUSIONI | 125 |

1.0 - PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Solofra, a seguito di bando di gara per l'affidamento mediante procedura aperta, svoltasi nel 2008 ("*...incarico professionale per la redazione dello studio geologico finalizzato alla redazione del P.U.C. ai sensi della L.R. 16/2004...*") è stato eseguito, lo studio geologico dell'intero territorio comunale finalizzato all'aggiornamento ed adeguamento della cartografia geologica/geognostica/sismica annessi al P.U.C. in fase di realizzazione.

L'incarico affidato secondo apposita convenzione stipulata tra le parti interessate (rep. 54 del 30/09/2010 sulla base della delibera di G.M. 215 del 18/05/2010) è stato effettuato in ottemperanza alla Legge Regionale n. 9 del 7-01-83 e all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/3/2003 ed alle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14.01.2008 e s.m.i., che hanno introdotto un nuovo elemento metodologico nella stima della pericolosità sismica di base, la quale non risulta più associata alla zona sismica di appartenenza (criterio zona dipendente ex D.M. 14.09.2005), ma al valore di accelerazione massima orizzontale attesa su base probabilistica su uno specifico sito (criterio sito dipendente).

Lo studio geologico tecnico ha permesso di accertare e verificare le condizioni geologico tecniche, geomorfologiche, idrogeologiche e di microzonazione sismica per consentire la determinazione dei principali fattori condizionanti la tutela, l'uso e le trasformazioni del territorio comunale.

La complessa situazione geomorfologica, caratterizzata da ambienti geomorfologici differenti e dalla presenza di scenari di pericolosità caratterizzati da ambiti montani e pedemontani, ha richiesto, nel rispetto della normativa vigente, varie fasi di studio, al fine di inquadrare correttamente tutta la pianificazione urbanistica e di individuare le azioni necessarie per un idoneo utilizzo del territorio, il lavoro è stato espletato in tre fasi principali:

1° FASE: ANALISI E ACQUISIZIONE ELEMENTI BIBLIOGRAFICI

acquisizione di tutti i principali studi geologici pregressi sia a scala regionale che comunale, ed in particolare:

- A. articoli scientifici riguardanti la geologia, la geomorfologia, l'idrogeologia e la microzonazione sismica del territorio oggetto di studio;
- B. analisi della cartografia geologica del Servizio Geologico Nazionale 1:100.000 e relative note illustrative del foglio n. 185 (Salerno) e di quella in fase di allestimento della stampa, disponibile sul web (Fg. 449 - Avellino - scala 1:50.000);
- C. acquisizione cartografia geologica/geognostica/sismica relativa agli studi pregressi realizzati sul territorio comunale, sia a supporto di strumenti di pianificazione che di studi idrogeologici;
- D. consultazione indagini geognostiche eseguite nel corso degli ultimi anni finalizzate alla progettazione e costruzione di opere pubbliche;
- E. acquisizione censimento frane dalle cartografie ufficiali dell'APAT - CARTA INVENTARIO DEI FENOMENI FRANOSI - Progetto IFFI, e CARTOGRAFIA TEMATICA DEL P.A.I. Autorità di Bacino Regionale del Sarno, attualmente confluita nell'Autorità di Bacino Campania Centrale;
- F. esame delle foto aeree storiche;
- G. rilievi di campagna di controllo e verifica delle situazioni geologiche e morfologiche;

Al termine di questa prima fase è stato possibile redigere un modello geologico – evolutivo preliminare, che è servito come base per la programmazione delle indagini geognostiche, fatte eseguire da ditte specializzate dall'amministrazione comunale;

2° FASE: INDAGINI GEOGNOSTICHE:

Come riportato precedentemente è stata realizzata una campagna di rilevamento geologico, che unitamente a ricerche di dati bibliografici esistenti in letteratura, ha permesso, in fase preliminare, una definizione a grande scala dell'inquadramento geologico dell'area in studio e successivamente ha consentito di articolare una mirata campagna di indagini geognostiche finalizzate alla

determinazione di tutti quei parametri indispensabili per una corretta caratterizzazione dell'area, anche in chiave sismica.

La campagna d'indagine eseguita dall'Amministrazione Comunale, è stata definita in funzione dell'estensione del territorio ed in riferimento allo specifico obiettivo dello studio, è stata così articolata:

- ✓ esecuzione di n. 12 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, spinti per una profondità massima di ml 30.00 dal p.c., realizzati nel periodo Luglio-Agosto 2013 dall'impresa Trivel Sondaggi srl di Crispano (NA), azienda certificata in possesso di decreto ministeriale n. 1271 del 08.02.2011;
- ✓ esecuzione di n. 31 prove SPT in foro;
- ✓ esecuzione di n. 105 fiorettature;
- ✓ esecuzione di n. 10 trincee stratigrafiche;
- ✓ prelievo di n. 12 campioni indisturbati sottoposti a successive prove di laboratorio, eseguite presso il laboratorio geotecnico Ambiente e Territorio srl, autorizzato dal Ministero Infrastrutture con concessione n. 56825);
- ✓ esecuzione di n. 8 prospezioni sismiche in foro tipo Down-Hole, eseguite in fori di sondaggio opportunamente condizionati con tubo in PVC cementato a regola d'arte;
- ✓ esecuzione di n. 12 MASW;

Come, chiaramente, si rileva dalle indagini eseguite si è ritenuto utile, al fine di ottenere un' investigazione con maglia più significativa, delle caratteristiche di risposta sismica dei terreni, di effettuare prove di tipo MASW e DOWN-HOLE. Tale decisione è dettata dal fatto che dalla campagna di indagini effettuata è emersa una chiara distinzione degli ambiti geologici presenti sul territorio e dei relativi dati stratigrafici, anche rispetto a quanto acquisito da precedenti lavori e da quanto noto in letteratura, ulteriori approfondimenti per le porzioni del territorio rimaste scoperte fino ad oggi, non ha avuto risultanze geologicamente incoerenti o discordanti.

Pertanto, si è ritenuto quanto mai opportuno andare ad approfondire i dati relativi alla risposta sismica dei terreni per i quali non sussistono a tutto oggi approfondite investigazioni, anche alla luce delle nuove norme in materia sismica.

Bisogna, comunque, evidenziare che tutto quanto realizzato, compreso le prove S.P.T., che hanno consentito insieme alle fiorettature, di valutare lo spessore delle coltri, per il presente lavoro ha carattere indicativo, stante l'esiguità delle situazioni analizzate, trattasi infatti di uno studio di microzonazione di primo livello a supporto di una pianificazione territoriale e non rappresenta un'indicazione di sito specifica, che va invece verificata puntualmente prima di ogni opera a farsi, come richiesto dalla normativa.

3° FASE: ELABORATI FINALI E CARTOGRAFIA TEMATICA

L'elaborazione finale delle analisi effettuate ha permesso di redigere la seguente cartografia in scala 1:5.000 allegata, ogni tavola si compone di n. 2 fogli, come risulta dal quadro di unione, tranne che per le sezioni (1 tavola in scala 1:15.000):

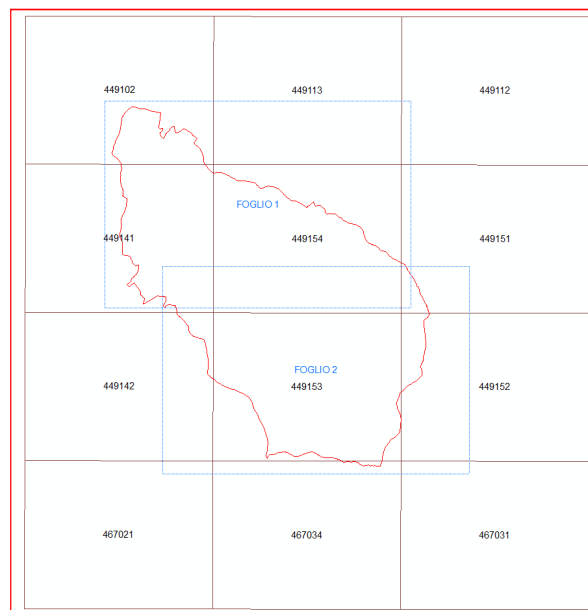
- TAVOLA 1.1/1.2: carta ubicazione indagini;
- TAVOLA 2.1/2.2: carta dell'acclività e/o delle pendenze;
- TAVOLA 3.1/3.2: carta geolitologica e delle coltri quaternarie;
- TAVOLA 4.1/4.2: carta dei complessi idrogeologici;
- TAVOLA 5.1/5.2: carta geomorfologica finalizzata al rischio idrogeologico;
- TAVOLA 6.1/6.2: carta Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica;
- TAVOLA 7.0: sezioni geologiche, idrogeologiche e sismiche;

Relazione illustrativa finale con sezioni geologiche-idrogeologiche e sismiche, oltre a stratigrafie, grafici e tabulati relativi alle indagini geognostiche che sono parte integrante della presente.

2.0 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'abitato di Solofra (400 m s.l.m.) ha una superficie di circa 22 Km², con una popolazione di circa 12.000 ab., questo sorge al margine meridionale delle pendici dei Monti Picentini, la conca risulta aperta, verso Montoro, nell'adiacente piana di Mercato San Severino, che costituisce un vitale nodo della pianura meridionale campana, che fa da collegamento tra il bacino dell'Irno e quello del Sarno, la conca è circondata a nord dal monte S. Marco (807 m s.l.m.) e dal M.te Pergola (853 m s.l.m.), ad est dal M.te Vellizzano (1032 m s.l.m.) e a sud dal M.te Garofano (1496 m s.l.m.) e dai M.ti Mai, a cui appartengono le cime Serre del Torrione (1415 m s.l.m.), Pizzo San Michele (1567 m s.l.m.) ed il Tuoppo dell'Uovo (1525 m s.l.m.).

Sotto il profilo geografico, il comune ricade completamente nel foglio 185 della carta topografica italiana I.G.M., relativamente alla cartografia di dettaglio, necessaria e indispensabile per redigere lo studio in oggetto, il comune di Solofra interessa i seguenti fogli in scala 1:5.000 della Carta Tecnica Regionale (449102-449141-449154-449151-449142-449153-449152-467034), fogli su cui sono state redatte tutte le elaborazioni in oggetto, a loro volte inquadrare su n. 2 fogli in formato A0+ in scala 1:5.000, con una zona di sovrapposizione nella fascia centrale del territorio.



inquadramento territoriale - CTR 1:5.000

3.0 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO - STRUTTURALE

L'evoluzione geologico-strutturale del territorio di Solofra è chiaramente condizionata dall'estrema variabilità dei materiali litologici, dalle condizioni strutturali e dalla resistenza dei terreni, in particolare dalle asperità morfologiche della dorsale carbonatica, alle cui pendici, nella fascia pedemontana sorge il centro abitato e le principali frazioni, e dall'incisioni del torrente Solofrana che scorre nel fondovalle principale e drena tutte le acque della conca verso il territorio di Montoro.

E' evidente il condizionamento diretto ed indiretto della litologia sulle forme del rilievo: ai termini prevalentemente lapidei, tipo i membri carbonatici in s.l., più resistenti all'erosione, sono associati versanti a notevole acclività e/o scarpate a forte pendenza, nonché fenomeni di crolli, ribaltamenti e scorrimenti localizzati, anche in corrispondenza delle litologie meno competenti e più soggette alla degradazione superficiale, inoltre la presenza di coperture detritico eluviali conseguenti alla degradazione delle placche lapidee e all'apporto vulcanoclastico degli apparati vulcanici Napoletani, comportano fenomenologie di frane rapide tipo colata di fango e/o colata detritica e detritica-alluvionale (flussi iperconcentrati).

Mentre, alla formazione prevalentemente argilloso, argilloso - marnosa, più facilmente erodibile, sono associate pendenze meno pronunciate, nonché forme blande e svasate interrotte da impluvi più o meno incisi con franosità lenta, tipo colate in argilla e/o scorrimenti rotazionali (vedi carta dell'acclività e/o delle pendenze).

Così i depositi argillosi, argilloso - limosi, le marne e i detriti, di origine eluviale e/o colluviale, in uno ai termini di frana hanno modellato pendii dolci a leggere ed ampie ondulazioni, con riempimento delle parti depresse, fino a raggiungere uno spessore anche delle decine di metri nelle zone a quota inferiore.

Dette pendici presentano pendenze mediamente inferiori ai 10° - 15°, ma alcuni tratti raggiungono anche i 30° (segnatamente ciò si verifica ove è in atto una notevole attività erosiva da parte delle incisioni torrentizie che provengono da tutta la conca di Solofra).

In definitiva l'evoluzione geomorfologica prevalente è di tipo erosionale, gravitativa e fluvio-torrentizia, differenziata per ambito geologico/morfologico di base.

Dalla legenda della carta geolitologica e delle coltri quaternarie si rileva che i litotipi sono stati inquadrati nell'ambito delle unità tettoniche, al fine di inserire l'area di interesse nel quadro evolutivo – geologico dell'Appennino Campano Lucano¹. Si tratta di una storia molto complessa, nell'arco di diverse decine e decine di milioni di anni, le cui fasi sono ricostruite a scala regionale soprattutto dai docenti dell'Università Federico II di Napoli: l'Appennino meridionale è un segmento del sistema orogenico circum-Mediterraneo, compreso tra l'Appennino centrale e l'Arco Calabro, la cui evoluzione tardo-miocenica e pliocenica si colloca in un contesto di tettonica post-collisionale, legato alla complessa interazione tra la zolla africana, la zolla europea e le altre microzolle interposte (ALVAREZ et alii, 1974; ROURE et alii, 1991; GUERRERA et alii, 1993).

L'attuale assetto strutturale dell'Appennino meridionale è il risultato di eventi, compressivi, distensivi e trascorrenti, connessi alla subduzione e al successivo arretramento flessurale della microplacca apulo-adriatica, cui si accompagna, sul bordo interno della catena, a partire dal Tortoniano, l'estensione connessa all'apertura del bacino di retroarco tirrenico (SARTORI, 1989; PATACCA et alii, 1990). La propagazione spazio-temporale dell'onda di compressione-estensione, iniziata a partire dai domini interni nel Miocene inferiore-medio, è proseguita fino al raggiungimento dell'attuale configurazione, che mostra la catena appenninica e l'avanfossa limitate dall'area tirrenica in distensione ad occidente e dall'avampese apulo-adriatico poco deformato ad oriente. Gli eventi compressivi sembrano essersi esauriti nel corso del Pleistocene (CINQUE et alii, 1993). E' da tener presente che in siffatte ricostruzioni, che, a differenza di quanto avviene nella matematica e nell'ingegneria sono tutt'altro che dimostrabili, i pareri nell'ambito di una stessa opinione possono essere divergenti anche su dettagli non insignificanti.

Il rilevamento svolto ha permesso di precisare meglio gli areali d'affioramento ed i loro rapporti di distribuzione. I terreni individuati nell'area presentano una struttura che ricorda il susseguirsi degli eventi tettonici che hanno portato alla formazione dell'Appennino Campano che, circa 200.000 anni fa, fu interessato da una fase tettonica che determinò rigetti d'alcune decine di metri.

1 - *L'Appennino centro-meridionale è una parte della catena appenninica la cui evoluzione neogenica si colloca in un contesto di tettonica a placche, legato alla complessa interazione tra la zolla africana, la zolla europea ed altre microzolle interposte.*

Così a partire dal Pliocene superiore si verifica un aggiustamento isostatico che dà luogo a varie fasi di sollevamento e distensione (fasi di neotettonica); queste ultime insieme alle condizioni climatiche controllano l'evoluzione dei cicli morfogenetici che conferiscono all'appennino campano - lucano la sua attuale fisionomia. La successiva stasi tettonica, caratterizzata solo da lievi sollevamenti rilevabili attraverso la sismicità della zona, ha favorito l'attività esogena che ha raccordato i dislivelli e le asperità d'origine tettonica.

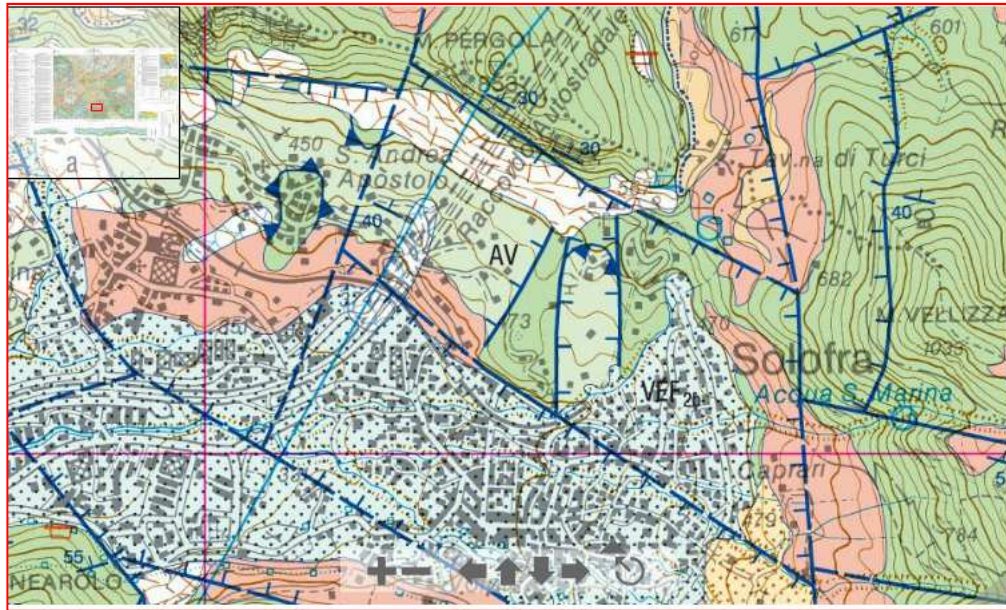
L'area in studio ricade nell'ambito della catena, nella porzione Irpina dell'orogene sud appenninico; esso ricadeva tra un margine deformato costituito dalle coltri e un margine non deformato costituito dalla Piattaforma Apula.

In tale aree, come riportato precedentemente, affiorano unità tettoniche che si strutturano secondo fasce orientate in senso appenninico, derivanti da successioni sedimentarie pelagiche di età Trias - Miocene medio, riferibili a domini bacinali ubicati lungo il margine continentale passivo della microzolla adriatico - apula, deformati a partire dal Tortoniano, e da successioni sinorogene e tardorogene di avanfossa del Miocene medio - Pliocene medio superiore.

Le successioni affioranti sono l'espressione di più cicli sedimentari condizionati da deformazioni interne rappresentate da sovrascorrimenti e pieghe rovesciate associate a faglie inverse con vergenza orientale e nord - orientale.

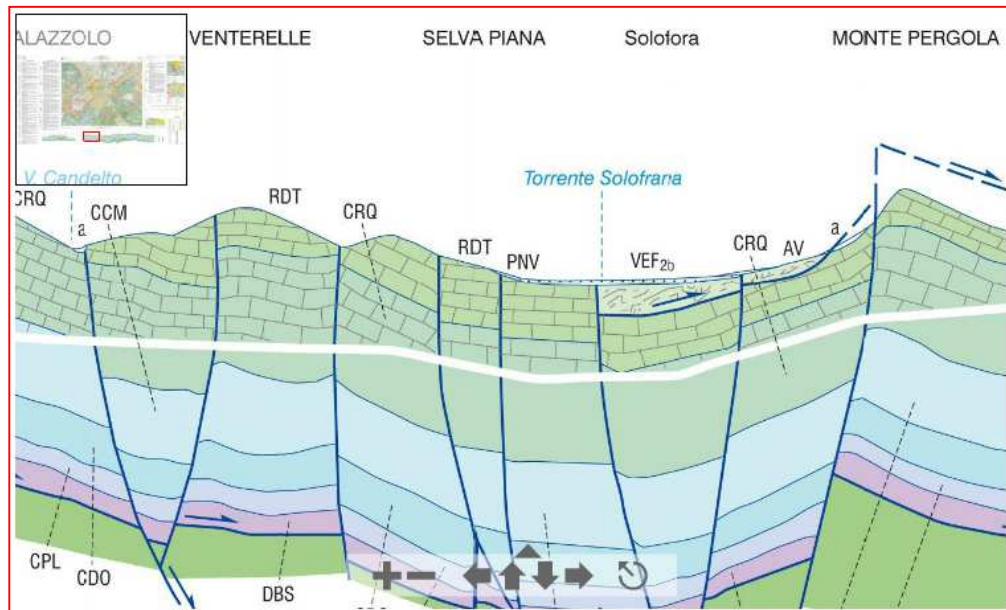
Detti sovrascorrimenti si caratterizzano per contatti del tipo "antico su giovane" e per l'accavallamento di unità più interne su unità più esterne mediante piani generalmente suborizzontali. Essi riflettono una strutturazione sequenziale e progressiva avvenuta tra il Tortoniano e la parte bassa del Pliocene inferiore.

Successivamente, nel Pliocene si producono i maggiori raccorciamenti, con traslazione delle tettoniche già individuate, con la traslazione delle unità tettoniche già individuate nelle fasi precedenti lungo importanti *thrust* fuori sequenza in direzione dell'avampaese.

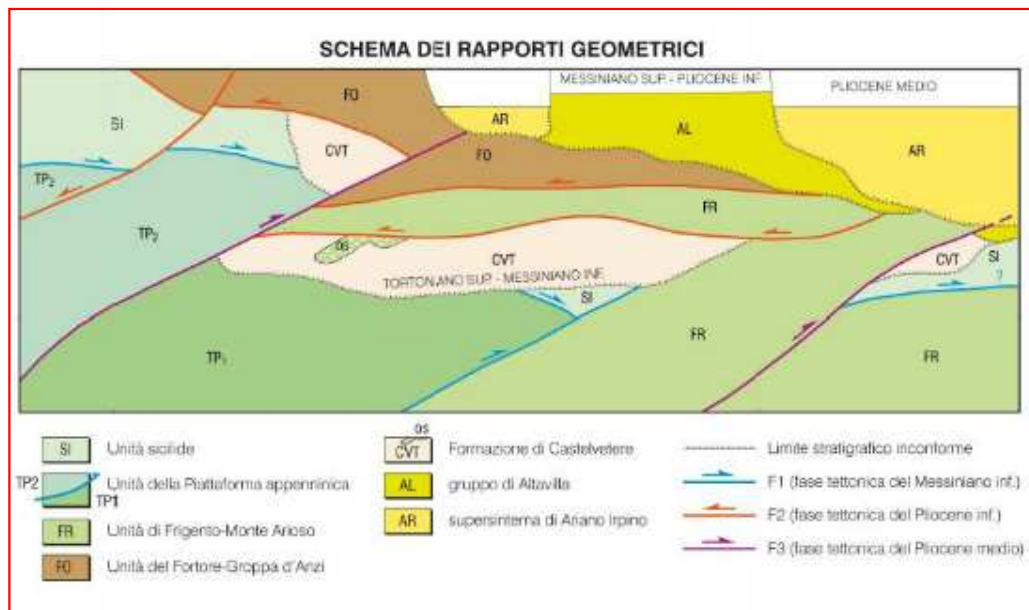


stralcio geologico conca di Solofra

FG. 449 - 1:50.000



sezioni geostrutturali



FG. 449 - schema rapporti geometrici

L'evoluzione dell'orogene appenninico va inquadrata in un contesto geodinamico caratterizzante l'area mediterranea occidentale e centrale, controllata dall'interazione tra la placca europea e quella africana ed in particolare, secondo alcuni autori, dalle microplacche Iberia, dominio europeo ad W, e Adria, promontorio settentrionale africano che avrebbe assunto solo dopo il Giurassico il ruolo di microplacca.

La storia cinematica di questa regione, con testimonianze nelle catene orogeniche perimediteranee, si concretizza in un ciclo tettonico, prima distensivo e poi compressivo, realizzatosi dall'inizio del Mesozoico (con la frammentazione del Pangea e successiva formazione della Tetide occidentale) fino alla fase di collisione continentale a partire dall'Eocene superiore.

La catena appenninica attualmente si sviluppa formando due grandi strutture arcuate: una che va dal Monferrato fino al Lazio-Abruzzo o secondo alcuni AA dalla linea tettonica Sestri-Voltaggio (limite appenninico settentrionale a contatto con terreni dei domini alpini) in Liguria fino alla linea tettonica Ancona-Anzio e l'altra, dal contatto con la prima fino alla Sicilia.

In Italia meridionale si è sviluppato un sistema orogenico adriatico-vergente con i relativi domini: catena (c. sud appenninica), avanfossa (a. bradanica) ed

avanpaese (a. apulo); tale sistema si configura come una struttura a falde con unità tettoniche sovrapposte durante le fasi deformative neogeniche.

Nel segmento sud-appenninico campano-lucano, relativamente al territorio amministrativo di Solofra si osserva la presenza di terreni, sia di origine marina sia di origine continentale, di età compresa fra il Cretacico inferiore ed il Quaternario; per tale area, sono state descritte schematicamente le principali unità tettoniche presenti e distinte nei seguenti complessi litologici:

Depositi continentali quaternari in formazione e/o formati

a - depositi di versante (brecce - talus detritico)

VEF_{2b} - ALL - Sintema Vesuviano-Flegreo (deposito di piana di esondazione)

PNV - Unità Piano delle Selve (depositi da caduta)

CND - Conoidi detritiche e alluvionali recenti e antiche

a_{3b} - detrito di falda antico (conoidi antiche)

Unità Sicilidi (unità interne)

AV - Argille Variegate

Unità della Piattaforma Appenninica (unità esterne)

Successione Monti Picentini

RDT - Calcari a Radiolitidi

CRQ - Calcari con Requenie e Gasteropodi

CDO - Calcari Oolitici ed Oncolitici

marginalmente nella zona nord-occidentale del territorio, a confine con Montoro/fraz. Banzano affiorano lembi delle seguenti litologie:

Unità del Fortore

CPA - Formazione di Corleto-Perticara

Unità Miocene medio - superiore (Sinorogenetiche)

CVT₁ - Formazione di Castelvetero (membro arenaceo-conglomeratico con olistoliti e olistostromi)

Depositi continentali quaternari

I depositi clastici del Quaternario ricoprono i termini del substrato e sono diffusi con spessori anche elevati di accumuli di ambiente continentale, talora con significative intercalazioni di prodotti vulcanici rimaneggiati. In contesti localizzati, sono presenti potenti accumuli di depositi clastici (coni detritici e conoidi di deiezione) che si sono formati in più momenti del Pleistocene alla base dei versanti a seguito dei rilevanti sollevamenti tettonici che hanno caratterizzato la regione.

Altri depositi clastici del Quaternario sono rappresentati da depositi detritici di frana che si rinvengono variamente diffusi a più altezze lungo i versanti; si tratta di terreni sciolti prevalentemente caotici che possono essere caratterizzati da una prevalente componente limoso-argillosa e subordinatamente lapidea, ovvero da materiali marnoso-argillosi.

Detriti di falda (a)

Questi depositi clastici raggiungono, talvolta, spessori di qualche decina di metri e sono ricoperti in maniera discontinua da depositi piroclastici; si rilevano, inoltre, intercalazioni di depositi colluviali derivanti in gran parte dal rimaneggiamento delle stesse piroclastiti.

Dalle indagini eseguite, la coltre detritica risulta costituita da elementi di natura calcarea a granulometria variabile da ghiaia fine, ai ciottoli, ai blocchi ed ai megablocchi, quasi sempre in assetto clinostratificato e con diverso grado di cementazione.

Sono quasi sempre immersi in una matrice limo-sabbiosa di origine piroclastica, talvolta detto materiale costituisce livelli e/o lenti anche di spessore superiore al metro. In alcuni sondaggi geognostici, oltre ai livelli piroclastici sono stati rilevati anche dei paleosuoli dal caratteristico colore nerastro.

Gli spessori e la lunghezza della placca detritica, che si estende ai piedi dei versanti carbonatici, sono alquanto variabili, in generale nella zona a monte lo spessore è dell'ordine dei metri e si assottiglia fino a scomparire verso valle.

L'addensamento del litotipo spesso risulta elevato, lo dimostra la presenza di affioramenti a parete subverticali, ove sono presenti dislivelli anche di alcuni metri, ciò è dovuto alla presenza di una discreta cementazione, infatti l'asportazione dei ciottoli è possibile solo con l'ausilio di un martello geologico.

Depositi alluvionali (VEF2b - ALL)

Lungo le aste del torrente Solofrana e dei valloni principali sono presenti i depositi alluvionali, trattasi sostanzialmente di sequenze detritiche sciolte costituite sempre da pezzame lapideo di natura calcarea, calcareo-marnosi e arenitici in matrice limo-sabbiosa. A differenza dei precedenti, gli elementi lapidei sono più arrotondati, presentano una pezzatura più omogenea e delle intercalazioni limo sabbiose, frutto del trasporto e della fluitazione delle sequenze piroclastiche e dei detriti di falda.

La differenziazione del litotipo precedente spesso è difficile, i terreni alluvionali in senso stretto sono poco distinguibili dai terreni delle conoidi alluvionali e delle piroclastiti rimaneggiate, anche perché la zona di affioramento è quasi tutta urbanizzata ed edificata.

In definitiva, poiché presentano sostanzialmente le stesse caratteristiche dei terreni precedenti, non si è ritenuto fondamentale arrivare a stabilire con esattezza i limiti di passaggio fra i due litotipi, perché esso avviene in zone a morfologia dolce, non interessate da movimenti franosi e/o suscettibili di franosità in s.s..

Vulcanoclastiti (PNV - Depositi da Caduta)

Trattasi di depositi costituiti da materiali sciolti di origine vulcanica costituiti da un'alternanza irregolare di ceneri, lapilli e pomici, che assumono un ruolo importante poiché ricoprono in maniera continua il substrato. Sono riferibili, per la maggior parte, all'attività del Somma-Vesuvio, in particolare all'eruzione avvenuta 17.000 anni e successive. Le nubi eruttate, dalle stime eseguite da ricercatori italiani e stranieri, hanno raggiunto anche un'altezza di circa 17 km, conseguentemente hanno distribuito i prodotti piroclastici su di una superficie di diverse centinaia di chilometri quadrati. In particolare sul territorio in studio sono presenti prodotti correlabili all'eruzione di Sarno di 17000 anni fa, di Ottaviano di 8000 anni fa, di Avellino di 3700 anni fa, del 79 d.C., l'eruzione del 472 d.C. è dell'ultima fase eruttiva del marzo 1944.

La deposizione delle piroclastiti, quasi sempre è stata immediatamente incalzata da attività erosiva, di dilavamento e di trasporto solido che hanno

rimescolato e quindi ridepositato i prodotti piroclastici, fino al punto che verso le zone di valle risultano difficilmente distinguibili dal litotipo alluvionale.

Secondo l'habitus sedimentario possono essere classificate come piroclastiti in sede e piroclastiti rimaneggiate per trasporto trattivo e /o per trasporto di massa.

Oltre l'evoluzione fisica i prodotti in parola hanno subito un processo più o meno spinto di caolinizzazione della massa, ciò è avvenuto segnatamente ove vi è stata una maggiore circolazione e presenza di acqua.

La distribuzione di questo materiale si presenta estremamente variabile, come si evince dai punti di indagine riportati sia nella carta indagini che in quella geolitologica, tale approfondimento eseguito dalla Trivel Sondaggi srl nella campagna del Luglio 2013, consiste di n. 105 fiorettature atte a definire un valore medio della copertura e n. 10 trincee stratigrafiche, per comprendere anche la tipologia dei depositi presenti sulle pendici carbonatiche di Solofra.

Anche l'ignimbrite campana, nota col vecchio termine di "tufo grigio campano" o "tufo pipernoide", è da ascrivere ai prodotti di origine vulcanica, trattasi di una cinerite di colore grigio cenere, con fessure colonnari prismatiche, è ascrivibile al primo periodo flegreo con una età assoluta di circa trentasettemila anni. Essa è stata rilevata nella conca di Solofra, in alcuni sondaggi geognostici (S9, S11) e in qualche zona del centro urbano, fino a quota 400 metri s.l.m.. E' la formazione vulcanica di gran lunga più importante della Campania rinvenendosi in tutte e cinque le province su un'area, di affioramento discontinuo, di circa 10.000 kmq.. Lo spessore è di circa 40 - 60 metri nella pianura campana, essa si rinviene, nell'area in studio per uno spessore massimo di circa una decina di metri.

Litologicamente è caratterizzata da pomice nere in una matrice grigiasta. A seconda della consistenza e della tessitura si distinguono, dall'alto in basso del banco più tipi che secondo i termini locali vengono detti: cinerazzo, tufo, tufo pipernoide, piperno. La sua consistenza litoide diminuisce gradualmente verso l'alto, in dipendenza del diverso grado di autometamorfismo della roccia, fino a dare alla vulcanite l'aspetto di un tufo polverulento (cinerazzo).

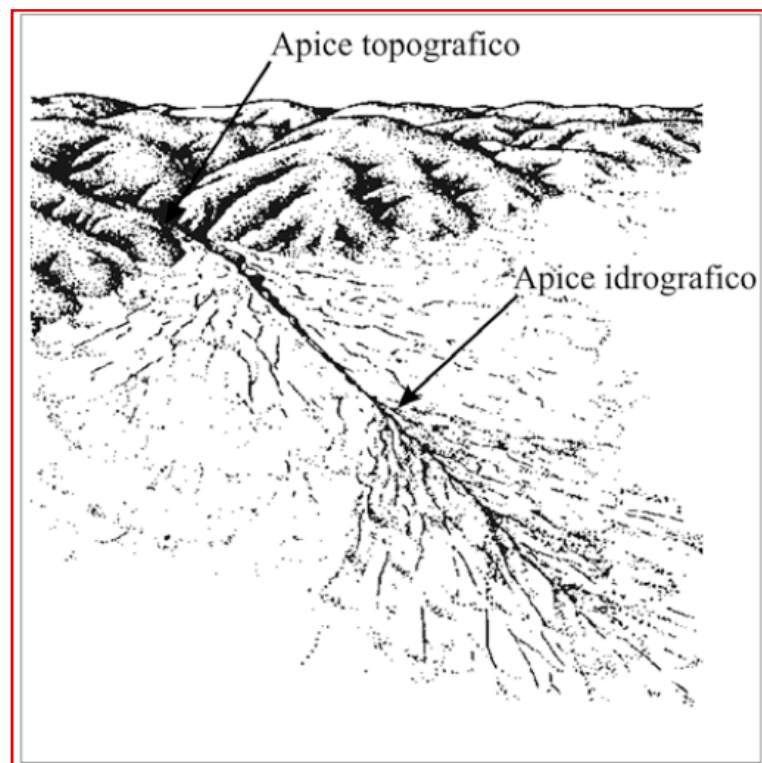
Nella conca di Solofra, il ciclo sedimentario degli ultimi trentamila anni, successivo al tufo grigio, è caratterizzato da piroclastiti rimaneggiate, dilavate dai versanti e risedimentate, intercalate con livelli alluvionali di natura calcarea. Tutto ciò testimonia il susseguirsi di fasi di alluvionamento con fasi di maggiore apporto di

materiale piroclastico, che hanno prodotto un periodico e graduale sollevamento del livello topografico della conca, con un tasso di sedimentazione di circa 0.25 mm/anno.

CND - Conoidi detritiche e alluvionali recenti e antiche

a_{3b} - detrito di falda antico (conoidi antiche)

Lungo l'ampia fascia pedemontana che fa da raccordo tra i M.ti carbonatici ed il fondovalle principale sono stati rinvenuti diversi sistemi di conoidi alluvionale coalescenti, a luoghi detritici e di età antica nella zona sommitale e recenti verso il fondovalle, con un tipico accrescimento a "*cannocchiale*".



schema accrescimento conoidi, con ubicazione apice topografico e apice idrografico, la conoide attiva è localizzata in zona distale rispetto al fronte montuoso

All'interno, di queste conoidi, delle quali sono state riconosciute diverse generazioni di corpi sedimentari, le più antiche sono attribuite al Pleistocene medio - superiore e sono ormai da considerare inattive (reincise lungo i bordi) mentre

quelle recenti (Pleistocene superiore - Olocene) costituiscono il raccordo con l'attuale fondovalle.

Chiaramente risulta complesso distinguere l'età assoluta di ogni singolo evento, ma da una buona ricostruzione del modello evolutivo e dell'interpretazione geomorfologica è possibile almeno distinguere le età relative tra eventi prossimi, e comunque solo delle campagne geomorfologiche e geognostiche intensive sulle singole aree potrebbero portare a una migliore distinzione di tali processi, che non rientrano nella dinamica del presente studio, ricadendo in un campo di applicazione specialistico.

I depositi degli antichi conoidi, ormai sospesi, sono conservati soltanto nella loro porzione apicale e sono costituiti in parte anche da *conglomerati* ben cementati a clasti carbonatici, spesso ricoperti da suoli limo-argilloso e localmente sabbiosi fortemente alterati. Le conoidi delle generazioni successive, al contrario, rappresentate da "ventagli sovrapposti e spesso infilati nelle aree di reincisione", sono di estensione molto diversa in funzione dei loro bacini di alimentazione e nel complesso presentano un gradiente di pendio medio, sono costituite da ghiaie e detrito meno o poco cementati a clasti carbonatici che contengono, lenti di sabbie ed argille di colore marrone - rossastro a volte prevalente.

Localmente sono presenti anche conoidi alluvionali in s.s., legate a processi più tipicamente fluviali o iperconcentrati, le cui caratteristiche granulometriche e litologiche sono funzione del bacino di alimentazione (energia) e dei litotipi affioranti, anche per queste è possibile distinguere fenomeni più antichi, legati alle vecchie condizioni morfoclimatiche, da eventi più recenti prossimi all'attuale idrografia superficiale (alvei torrentizi e relative fasce di esondazione).

Unità Sicilidi (unità interne)

AV - Argille Variegate

I depositi di questa Unità affiorano nel settore nord-occidentale del territorio comunale, in contatto tettonico, ascrivibile alla fase Messiniano inf., con i termini di piattaforma carbonatica di M.te Pergola, in particolare nelle fraz. di S. Agata Irpina e S. Andrea Apostolo e fino alla loc. Banzano del comune di Montoro, anche in piccoli tagli lungo il Vallone Rialvo e presso il Vallone Scuro.

Essa è caratterizzata da due litofacies i cui rapporti non sempre sono di facile individuazione, la prima "*argilloso-marnoso-calcareo*" è costituita da argille ed argilliti grigio plumbee, verdastre e raramente rossastre; marne, marne argillose e marne calcaree di colore variabile dal verde, al grigio chiaro, al giallino; a luoghi è riconoscibile la presenza di calcari detritici e calcareniti con varie tonalità di grigio e tracce di organismi limivori, subordinatamente affiorano calcisiltiti e calcilutiti nocciola con laminazione piano parallela ed arenarie grigie con mica bianca.

La seconda litofacies "*arenaceo-calcareo-marnosa*" è invece costituita da alternanze di arenarie grigio brune e/o giallastre e in misura minore da calcari e marne con una componente argillosa variabile.

Entrambe le associazioni litologiche si presentano in affioramento generalmente in giacitura caotica, in blocchi e frammenti litoidi minori per lo più sparsi nei terreni superficiali, raramente sono esposti pacchi di strati di spessore significativo.

Il gruppo delle Argille Variegate, hanno un ambiente deposizionale di piana abissale sottoalimentata e raggiunta sporadicamente da torbide provenienti dalla scarpata, questa poggia in contatto tettonico sulle successioni carbonatiche dell'Unità dei M.ti Picentini.

Unità della Piattaforma Appenninica (unità esterne)

Successione Monti Picentini

Questa unità tettonica è composta quasi interamente da successioni di piattaforma carbonatica di età mesozoica e limitatamente da depositi terrigeni di età miocenica, nell'ambito delle successioni carbonatiche in relazione ai caratteri sedimentologici e biostratigrafici, sono state riconosciute ventuno unità litostratigrafiche con un ampio intervallo temporale (Carnico - Senoniano).

Nell'area studiata i contrafforti carbonatici bordano perimetralmente quasi l'intera conca in cui sorge l'abitato di Solofra ed affiorano prevalentemente con i termini cretacei: del Cretacico inferiore nel settore meridionale (Pizzo S. Michele, M. Garofano, etc.) e del Cretacico superiore nei quadranti nord-orientali (M. Pergola, etc.) ed orientali (M. Vellizzano, M. Faito, etc.).

Nel territorio di Solofra, non sono noti in letteratura i termini più antichi della successione, di età triassica e giurassica, mentre affiorano gli intervalli cretacici, ed in particolare lungo i rilievi di Monte Mai e Monte Monna è visibile una successione di rampa carbonatica passante a scarpata, che prende proprio il nome di successione "*M.te Monna - M.ti Mai*", all'interno della quale sono riconoscibili almeno sei unità litostratigrafiche caratterizzate da slumping, slump-breccia e da liste e noduli di selce.

RDT - Calcari a Radiolitidi

I calcari a radiolitidi affiorano in modo diffuso nella conca di Solofra, e rappresentano la porzione a giorno dei rilievi carbonatici, la successione è costituita da calcari e calcari dolomitici fango-sostenuti di colore grigio chiaro o bianco, in strati di spessore da 5-10 cm ad 1-2 m., occasionalmente sono presenti calcilutiti nerastre, frequentemente laminate e/o in strati sottili.

Lo spessore della successione è stimato in 300-400 m., ambiente di piattaforma interna con facies lagunari, passaggio stratigrafico superiore con i termini da caduta vulcanoclastici (PNV) o brecce (b2), mentre di tipo tettonico con le argille variegatae (AV), chiaramente il limite inferiore è stratigrafico con CRQ.

CRQ -Calcari con Requenie e Gasteropodi

L'unità dei calcari con requenie e gasteropodi affiora nella porzione bassa della conca di Solofra, in loc. Scorza o lungo il vallone delle Grotticelle, essendo il termine stratigrafico più antico questo risulta in gran parte del territorio ribassato e/o mascherato dai depositi quaternari e/o comunque recenti.

La successione cretacica appare abbastanza monotona e risulta costituita da alternanze irregolari di calcari e dolomie a foraminiferi, calcilutiti a foraminiferi ed alghe verdi, calcari laminati talvolta stromatolitici e subordinatamente livelli centimetrici di argille marnose grigiastre e verdi, in base alle associazioni di microfacies è possibile inoltre individuare almeno tre intervalli distinti.

Lo spessore della successione raggiunge anche i 500 m. e si trova in passaggio stratigrafico sui calcari di piattaforma interna a *Cladocoporis* e *Clypeina* di età giurassica, l'ambiente deposizionale è di tipo lagunare-peritidale.

CDO - Calcarei Oolitici ed Oncolitici

I calcari oolitici ed oncolitici affiorano in un settore limitato del comune di Solofra, in particolare un'esposizione significativa di tali termini è presente nella porzione medio-alto del v.ne Scorza di Tuoppo dell'Uovo, trattasi di calcari grigi, granulo sostenuti ed in minor misura fango sostenuti, con ooliti e subordinatamente pisoidi. La stratificazione è alquanto sottile con strati dello spessore di 20-30 cm., con radioli e frammenti di echinidi e di gusci di molluschi pelagici.

L'ambiente deposizionale è tipicamente di piattaforma aperta, è la successione ha una potenza media di 400-450 m., si trova in passaggio stratigrafico sui calcari a Lithiotis (CPL) che non affiorano nel territorio di Solofra.

Come già accennato in precedenza, nel lembo nord-occidentale del territorio, affiorano lembi di termini ascrivibili all'Unità del Fortore e della formazione di Castelvetero, di cui di seguito si fa una breve descrizione litologica.

Unità del Fortore

CPA - Formazione di Corleto-Perticara

Trattasi di calcari marnosi e/o marne calcaree di colore bianco e giallognolo, grigio e verde chiaro, con tracce di bioturbazioni e concentrazioni di minerali; calcilutiti bianche, fini, torbiditiche, alternate a spessi strati di argilla di colore verde scuro, marroncino chiaro e giallognolo; sottili strati di calcilutiti biancastre alternati a strati spessi di marne di colore bianco o rosa con laminazione piano-parallela sfaldabile tipo marna fogliarina e argille e argille marnose laminate di colore verde, grigio scuro scuro e marrone o marne bianche grigie a fratturazione concoide.

Lo spessore della formazione è stimato in circa 450 m. e l'ambiente deposizionale è di tipo marino pelagico con apporti torbiditici di scarpata, poggia tettonicamente sui calcari a Radiolitidi (RDT).

Unità Miocene medio - superiore (sinorogenetiche)

CVT₁ - Formazione di Castelvetero

Membro arenaceo-conglomeratico con olistoliti ed olistostromi, trattasi di arenarie quarzoso-feldespatiche a grana medio-grossolana con frammenti litici (calcari di piattaforma; arenarie micacee a grana medio-fine, di colore avana); arenarie grigio-avana quarzoso litiche e subordinatamente micacee, medio-grossolane con granuli e tessituralmente immature, intercalate a orizzonti di calcari bioclastici in genere discontinui e costituiti da *grainstones* ed arenarie ciottolose in amalgamazione erosiva o deposizionale su arenarie medio-fine.

A diverse altezze stratigrafiche sono presenti grossi corpi calcarei di piattaforma neritica e brecce e calciruditi di ambiente di scarpata carbonatica, immersi come clasti dentro le associazioni litologiche terrigene, il limite inferiore è di tipo stratigrafico, discordante sui calcari a Radiolitidi (RDT) e su argille variegate (AV).

Riporto e materiali antropici

Trattasi di terreni costituiti da materiali argillosi, limi - sabbiosi e macerato proveniente dalle demolizioni dei fabbricati abbattuti anche a seguito del sisma dell'80.

Generalmente nell'ambito del territorio comunale le aree ricoperte dal riporto sono alquanto ristrette e con spessori variabili da pochi metri a qualche metro; come risulta nelle colonne stratigrafiche dei vari sondaggi.

3.1 - TETTONICA, FAGLIE SISMOGENETICHE E SISMA DEL 1980

Nell'ambito dei terreni esaminati, i caratteri stratigrafici delle successioni ed i rapporti geometrici ricostruiti sul terreno, nonché le osservazioni compiute nel contesto regionale, hanno evidenziato la presenza di due principali unità tettoniche alquanto deformate ed impilate con vergenza orientale a partire dal Miocene superiore. Tali unità risultano sovrastate da diverse successioni bacinali sinorogene, di età supra-miocenica e pliocenica, accumulate in depositi di tipo *thrust-top* e separate da superfici di inconformità sia a carattere regionale che locale. Le associazioni di sovrascorrimenti e di pieghe-faglie a componente inversa

costituiscono le principali tipologie di rapporti tra le due unità tettoniche, e si sviluppano, al di fuori dell'area esaminata, per alcuni chilometri secondo orientamenti appenninici. In tali strutture risiedono mesostrutture sia plicative che di taglio ma anche forme più evolute come retroscorrimenti (*back-thrusts*).

Il settore irpino della catena è stato interessato da un'evoluzione tettonica contrazionale polifasica con evidenze (*thrust*, pieghe, faglie inverse, ecc.) di una o più fasi deformative che coinvolgono i depositi alto miocenici-infrapliocenici, restituendo così un quadro cinematico che ne vincola i movimenti successivamente al Pliocene medio. Al momento non si hanno dati per chiarire la corretta cronologia e il numero di eventi deformativi a scala locale, se non in termini di evoluzione tettono-sedimentaria dei depocentri sedimentari tipo *piggy-back basin* (ogni nuova sequenza sinorogena risulta preceduta e seguita da un evento deformativo) e di cronologia relativa dei piegamenti, meglio osservabile a scala regionale.

Nello stadio evolutivo Plio/Quaternario si perviene allo sradicamento delle strutture e delle unità tettoniche e alla loro sovrapposizione ai depositi pliocenici dell'avanfossa bradanica, come discende dall'interpretazione di profili sismici a riflessione e dalle perforazioni per ricerche di idrocarburi.

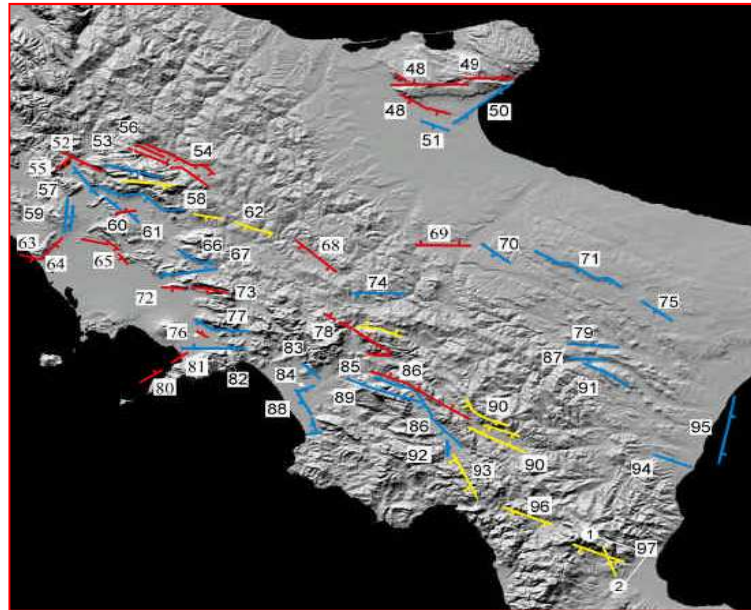
Le **faglie** (certe o presunte), cartografate nel territorio di Solofra, sono lineamenti strutturali legati alle vicende tettoniche del territorio. Per quanto riguarda la loro ubicazione questa è stata ricavata soprattutto dallo studio delle ortofoto e dei morfoblocchi ricostruiti, integrate da alcune evidenze di campo.

Oltre a ciò si è tenuto conto dei dati bibliografici pubblicati in merito, l'orientazione prevalente NNO-SSE risente delle vicine faglie "Monti di Sarno, lunga 22 Km (77)", "Monti Lattari nord, 23 Km (82)", "Irpinia, 30 Km (78)" e "S. Vito, 9 Km (83), che sono importanti faglie che condizionano l'Appennino Irpino-Salernitano, con "*slip/rate*" verticali compresi tra 0.1-1 mm/a, come si evince dall'allegato stralcio planimetrico frutto del progetto 5.1.2 "Inventario delle faglie attive e dei terremoti ad esse associabili" eseguito da *F. Galadini*², *C. Meletti*³, *E. Vittori*⁴

2 - CNR, Istituto di Ricerca sulla Tettonica Recente, Roma

3 - Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pisa

4 - ANPA (Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente), Roma



carta delle faglie attive dell'Appennino meridionale
 (elementi geologici di superficie)

I passaggi litologici, riportati nella carta geolitologica, possono subire degli spostamenti in quanto spesso i passaggi reali sono mascherati da una coltre di terreni eluviali e/o colluviali costituenti il prodotto dell'alterazione chimico-meccanica superficiale (lo spessore è mediamente di circa 3,00 – 5,00 metri, mentre nelle aree di concavità morfologica e di piedimonte raggiunge valori anche di decine di metri). In altri casi, le formazioni confinano fra di loro per eteropia di facies, cioè sono caratterizzate da passaggi graduali e molto sfumati, spesso difficilmente riconoscibili e cartografabili, in questi casi è stato possibile individuare solo un limite indicativo.

I dissesti, di tipo frana complessa nei termini terrigeni, presenti lungo il margine occidentale e settentrionale del territorio, riportati in planimetria, sono imputabili principalmente allo stato di imbibizione dei terreni, alla situazione geomorfologica in cui si trovano i versanti, all'erosione ed allo scalzamento operato dalle acque nelle incisioni torrentizie. L'agente modellatore principale che ha sgrossato e condizionato la morfologia dei luoghi è da ricercare nell'erosione subarea, che ha aggredito i terreni, attraverso una "tettonica non violenta", molto vulnerabili agli agenti atmosferici. In tal modo i terreni teneri (argille, sabbie,

marne, ecc..) evolvono, verso l'alto, in depositi di origine eluviale e/o colluviale, destrutturati, sabbioso – limosi, di colore bruno, intensamente alterati e degradati, sulla cui porzione più superficiale è attivo, quasi sempre, un evidente processo superficiale di creep e/o soliflusso. Infatti, la maggior parte dei versanti in parola, così come riportato sulla carta geomorfologia, sono aggrediti in tratti significativi da movimenti franosi, da un'erosione diffusa e/o incanalata e da una serie di scollamenti ascrivibili al soliflusso che, per la loro lentezza, sono considerati "movimenti striscianti".

Essi si manifestano, come abbiamo detto precedentemente, sulla coltre alterata e degradata, interessata dalla circolazione idrica superficiale; infatti, quando il livello della piezometrica oscilla all'interno di questi versanti, gli elementi di terreno e roccia in precario equilibrio possono muoversi a causa di tensioni capillari e/o a causa di altre situazioni che accompagnano la imbibizione o il disseccamento. In ogni caso, il soliflusso in tema di frana può essere considerato come una deformazione che avviene senza apprezzabili variazioni dello stato tensionale. Pertanto, in queste zone, caratterizzate da piccole colate lente, lobi, ondulazioni e increspature del terreno, si impone comunque la necessità di interventi di mitigazione del rischio idrogeologico.

Analizzando la catena appenninica da un punto di vista sismico, dal margine costiero tirrenico a quello adriatico, in senso ortogonale alle principali strutture tettoniche presenti emerge un quadro generale in cui sono presenti tre aree a differente mobilità verticale. Nella fattispecie, procedendo da SW verso NE, troviamo:

1. l'area compresa tra la costa tirrenica e il margine dei rilievi carbonatici, caratterizzata da fasi di abbassamento nel Pliocene inferiore (o inferiore – medio) seguite nel Pleistocene inferiore da sollevamento o stabilità; ed aree di limitata estensione con sollevamento quasi continuo nel Pliocene e nel Quaternario, inoltre sono presenti altre aree caratterizzate da abbassamento fino al Pliocene medio o superiore seguito da sollevamento o stabilità e abbassamento prevalente (con fasi di stabilità) nel Pliocene e nel Quaternario, localmente con fasi di sollevamento nel Pliocene;

2. l'area compresa tra il margine orientale dell'area precedente ed i fronti orientali della catena, caratterizzata da sollevamento quasi continuo nel Pliocene e nel Quaternario; all'interno di questo settore sarebbero inoltre presenti aree di limitata estensione corrispondenti ai bacini tettonici sviluppatisi durante il Pliocene e il Quaternario o solamente durante il Quaternario;
3. l'area compresa tra il margine orientale dell'area precedente e la costa adriatica, caratterizzata ad occidente da fasi di abbassamento prevalente fino al Pliocene medio seguite da sollevamento e ad oriente da fasi di abbassamento fino al Pleistocene inferiore seguite da sollevamento.

Detti movimenti, chiaramente, si accentuano in occasione dei forti terremoti, che avvengono quando lo sforzo accumulato in tempi lunghissimi all'interno della crosta terrestre, causato dal moto delle placche che costituiscono lo strato più superficiale della Terra, supera la soglia di resistenza alla rottura delle rocce, che costituiscono tali placche. La rottura avviene lungo un piano, detto piano di faglia, e l'energia immagazzinata nella crosta viene istantaneamente rilasciata. Parte di questa energia viene spesa per generare le onde sismiche responsabili dello scuotimento del terreno, e quindi dei danni prodotti dall'evento, mentre il resto viene speso per deformare in modo permanente il paesaggio circostante: vale a dire che un evento sismico è in grado di innalzare o abbassare, così come spostare orizzontalmente, un punto della superficie terrestre.

Poiché un evento sismico deforma ovviamente anche la zona circostante la faglia sismogenetica, esso è in grado di alterare lo stato di sforzo delle porzioni di crosta adiacenti. In questo modo un terremoto trasmette informazioni alle faglie attive circostanti, potremmo definire questo processo come il modo in cui le faglie comunicano tra di loro. Questa percentuale di sforzo aggiunto dal terremoto (lo possiamo definire correttamente sforzo indotto) si somma allo sforzo tettonico che con continuità carica le faglie sismogenetiche che già esistono (note o non note che siano) in una certa porzione di crosta. La possibilità di stabilire se una faglia sismogenetica è prossima al raggiungimento delle condizioni di innesco della frattura dipende dalla conoscenza dell'energia totale accumulata nel tempo, ed eventualmente di quella aggiunta dai terremoti avvenuti in precedenza, e dalla conoscenza delle caratteristiche delle rocce della zona di faglia.

I processi geodinamici (moto delle placche, di microplacche o cunei) sono responsabili degli accumuli di energia nella crosta terrestre. Siccome questi processi sono studiati solo tramite ricostruzioni cinematiche, vale a dire che non definiscono le quantità di energia in gioco ma solo le direzioni di movimento relativo delle placche, è impossibile, almeno allo stato delle conoscenze attuali, stabilire il valore assoluto dell'energia accumulata. In altre parole, non conosciamo il livello di sforzo totale che agisce su una faglia in un preciso istante di tempo.

I ricercatori dell'Istituto Nazionale di Geofisica hanno stimato, attraverso modellazioni numeriche e tecniche teoriche complesse, che lo scambio di energia tra gli eventi superficiali e quello profondo è più di 30 volte inferiore all'energia trasferita tra gli eventi crostali (nei primi 8 km di profondità). Queste misure ci portano a concludere che le perturbazioni allo stato di sforzo delle faglie crostali da parte di eventi profondi sono trascurabili. Infine, queste valutazioni ci permettono di sottolineare che solo analisi a posteriori ci consentono di stabilire l'entità di questi fenomeni.

L'impossibilità di conseguire la previsione di un evento catastrofico come il terremoto non riduce il valore della ricerca. Lo stabilire dove un terremoto può colpire e quale sarà la massima energia liberata sono requisiti fondamentali per proteggersi e convivere con un fenomeno naturale che di sicuro avverrà nuovamente nel futuro. Fornire gli strumenti necessari per la pianificazione delle opere di prevenzione è lo scopo principale, per questo motivo il lavoro di ricerca continua con la stessa importanza anche fuori i periodi di emergenza dettati da crisi sismiche.

Inoltre, a causa dell'impossibilità di eseguire misure dirette sul comportamento delle rocce sepolte a 10-20 km di profondità, non siamo in grado di conoscere a priori il comportamento meccanico di una faglia: vale a dire non siamo in grado di stabilire con quale modalità la faglia sismogenetica rilascerà l'energia ricevuta. Si tenga presente, inoltre, che i sismologi studiano processi che si ripetono su scale di tempo lunghissime (dell'ordine dei secoli o di millenni): non deve quindi stupire se oggi noi conosciamo la posizione e la geometria solo di un limitato numero di faglie sismogenetiche che hanno manifestato la propria attività solo in tempi relativamente recenti. Queste considerazioni ci portano a concludere

che il comportamento meccanico delle faglie sismogenetiche può essere ricostruito solo a posteriori.

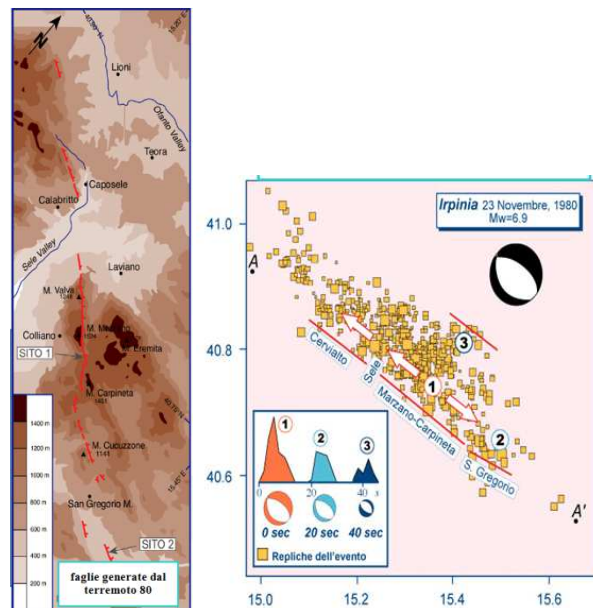
Inoltre, appare chiaro che qualsiasi tentativo di stabilire un rapporto di causa ed effetto tra eventi sismici deve essere il risultato di valutazioni scientifiche serie eseguite con metodi fisici che includano considerazioni sulle energie in gioco e sui processi di rilascio dell'energia sismica.

Terremoto dell'Irpinia – 23 novembre 1980

Gli Appennini, come riportato precedentemente, sono una catena montuosa a pieghe e sovrascorrimenti sviluppatasi in seguito ai movimenti relativi delle placche Africa, Adria e Europa. Il loro settore meridionale consiste di un sistema doppio di rocce carbonatiche mesozoiche e terziarie sovrascorse, ricoperto a sua volta da una spessa pila di falde derivanti da ambienti deposizionali di piattaforma o di bacino. A partire dal Neogene e durante il Quaternario, l'accrescimento della catena è stato guidato da:

- 1) subduzione di litosfera ionica in direzione ovest;
- 2) ritiro progressivo della cerniera dell'avanarco adriatico;
- 3) contemporanea estensione del bacino tirrenico di retroarco.

Secondo molti autori, il piegamento appenninico ha migrato verso est. Nel suo settore settentrionale è stato ricoperto da sedimenti marini dell'inizio del Pleistocene; nel settore meridionale questi stessi sedimenti hanno subito una deformazione compressionale.



Terremoto dell'Irpinia del 1980: segmenti di faglie lungo i quali sono avvenute le rotture e repliche degli eventi sismici

A partire da 0.7 – 0.5 Ma fa, anche a causa dello spostamento verso NNO e della rotazione della placca Adria, la catena ha subito una estensione in direzione NE-SO, con le massime deformazioni, i terremoti e i sistemi di faglie dirette soprattutto concentrati lungo l'asse della catena.

Il 23 novembre 1980 un forte terremoto ($M_s = 6.9$) colpì una zona dell'Appennino Campano -Lucano seminando morte e distruzione, i cui effetti si sono fatti sentire anche nella valle dell'Irno e della Solofrana e nel territorio di Solofra. L'evento sismico è stato studiato utilizzando tutti i dati disponibili, allo scopo di conoscere le caratteristiche fisiche e geometriche delle faglie responsabili. Esso è stato caratterizzato da tre distinti fenomeni di rottura lungo differenti segmenti di faglia succedutisi in circa 40 secondi. La rottura si è propagata dall'ipocentro interessando segmenti di faglia lungo i Monti Marzano, Carpineta e Cervialto. Dopo circa 20 secondi la rottura si è propagata verso SE in direzione della Piana di San Gregorio.

L'ultimo segmento di faglia ad essere stato interessato dal processo di rottura, dopo 40 secondi, è localizzato a NE del primo segmento. Le repliche del terremoto si sono distribuite lungo tutta la lunghezza di faglia ed hanno interessato un esteso volume focale compreso tra le quattro faglie coinvolte. La frattura ha

raggiunto la superficie terrestre generando una scarpata di faglia ben visibile per circa 35 km.

Le registrazioni delle repliche dell'evento hanno permesso di studiare l'andamento della velocità di propagazione delle onde sismiche nella zona circostante la faglia sismogenetica. I risultati di questi studi hanno messo in evidenza una struttura crostale molto eterogenea come dimostrato dalle variazioni della velocità delle onde P mostrata a differenti profondità.

Studi di paleosismologia eseguiti mediante l'escavazione di trincee lungo la scarpata di faglia hanno consentito il riconoscimento e la datazione dei forti terremoti predecessori del 1980, avvenuti sulla faglia irpina. Questi risultati dimostrano che la faglia responsabile del terremoto dell'Irpinia ha generato in passato terremoti simili a quello del 1980 e che tali eventi, così severi, si succedono nel tempo con una certa frequenza.

La successione di rotture che si sono susseguite durante il terremoto del 1980 suggerisce l'esistenza di forti fenomeni di interazione tra i diversi segmenti di faglia. Una misura del grado di interazione tra le faglie è data dalle variazioni del loro stato di sforzo misurate mediante il parametro di Coulomb. Lo stato di sforzo di una faglia sismogenetica può essere interpretato come la quantità di energia accumulata precedentemente al terremoto: maggiore è lo sforzo accumulato, più prossima è la faglia al raggiungimento delle condizioni necessarie all'innesco della rottura.

Le variazioni dello sforzo elastico nella zona circostante la faglia sismogenetica influenzano la distribuzione spaziale delle repliche: le faglie sismogenetiche adiacenti risentono delle perturbazioni dello stato di sforzo causate dal terremoto e quindi possono influenzare le probabilità che si verifichino forti terremoti lungo tali segmenti di faglia. In altre parole, un forte terremoto altera le probabilità di occorrenza di altri terremoti nelle zone circostanti la faglia sismogenetica.

3.2 - PALEOGEOGRAFIA E LIQUEFAZIONE

La ricostruzione paleogeografica del sottosuolo, la cui attendibilità è strettamente correlata alla rarefazione dei punti di controllo, effettuata attraverso uno studio geomorfologico di dettaglio, tarato dalla bibliografia locale ed il

patrimonio storico delle indagini geognostiche eseguite sul territorio individua, la presenza di modeste aree, a ridosso delle zone di esondazione storiche della Solofrana, dotate di probabilità di liquefazione, in quanto la propensione dei sedimenti alla densificazione/liquefazione è maggiore.

La carta geolitologica e quella della microzonazione riporta il contesto paleogeografico ricostruito sulla scorta delle prove effettuate ed anche di nuove acquisizioni nella banca dati di sottosuolo, utilizzata per l'elaborazione del PUC.

L'area prossima al fondovalle principale, con potenzialità alla liquefazione, all'indagine diretta è risultata priva di sedimenti granulari dotati delle caratteristiche di tessitura (sabbie pulite), potenza (maggiore di almeno 1 metro), profondità (minori di 15 metri dal piano campagna) tali da essere considerati nel campo della liquefacibilità. Inoltre non sono state rilevate presenze di un'attività fluviale locale imputabile ad altri paleoalvei e/o altri siti interessati da possibile variazione di volume dei sedimenti in presenza di impulsi sismici (ciclici) che potrebbero riflettere i loro effetti in superficie.

Resta inteso che tali indagini sono puntuali e pertanto l'approfondimento si rende necessario ogni qualvolta venga utilizzato territorio che ricade nelle aree alluvionali antiche e storiche del territorio comunale, che possono essere localmente suscettibili di liquefazione.

I sondaggi eseguiti in prossimità dei valloni (S4, S5, S7, S11), più in generale hanno evidenziato livelli assimilabili a fenomenologie alluvionali e falda idrica anche a pochi metri dal p.c., comunque le colonne stratigrafiche mostrano alternanze di limi, ghiaie e sabbie a luoghi anche cementate, localmente poggianti su tufo grigio e presenza di paleosuoli anche a grosse profondità (S7), comunque raramente sono state individuate sabbie monogranulari, come si evince anche dalle prove granulometriche eseguite su alcuni dei campioni indisturbati prelevati.

La suscettibilità alla liquefazione dei sedimenti rappresenta un parametro importante da valutare nella cartografia di pericolosità sismica in particolare nelle zone di piana alluvionale, anche a piccola scala.

Per questo motivo dovrà essere verificata, tale possibilità con molta attenzione, anche in occasione delle analisi geologiche dei PUA ed in occasione dell'insediamento dei singoli manufatti, come d'altronde richiesto dalla normativa vigente.

Molti Autori hanno evidenziato una correlazione positiva tra età e tipo di deposito alluvionale continentale, riguardo la propensione alla liquefazione:

1. Youd e Perkins, 1978 – hanno composto una tabella che sintetizza i dati raccolti durante terremoti "strong motion" dell'area di S. Diego (California), da cui risulta che i sedimenti deposti da corsi d'acqua (piana alluvionale di esondazione, canale fluviale, delta fluviali, estuari) dimostrano una probabilità di liquefazione da alta a molto alta se di età minore di 500 anni o Olocenica, gli stessi depositi se di età pleistocenica o pre-pleistocenica hanno invece una "bassa" probabilità di liquefarsi. Cioè, l'osservazione dimostra che sono solamente i sedimenti di deposizione recente (olocene) e recentissima (meno di 500 anni) a presentare un'alta pericolosità per la liquefazione;

2. Mori et Al, 1978 – dimostrano che la suscettibilità alla liquefazione decresce nei sedimenti di età maggiore di 500 anni, con scarti anche molto alti (maggiori del 50%). Tolno, 1975 dimostra l'incremento di densità secca (stato di addensamento) del sedimento in relazione all'aumento di vetustà (dall'Olocene al terziario);

3. Iwasaki et Al, 1982 – dimostra per terremoti giapponesi la correlazione diretta tra probabilità di liquefazione e letti di fiumi recenti e antichi;

4. CNR, 1983 – ripropone la correlazione diretta tra sedimenti fluviali e deltizi continentali ed età del deposito (i più recenti sono più suscettibili alla liquefazione).

In conclusione la letteratura geologica, ormai ben consolidata e verificata, indica che le maggiori probabilità di liquefazione si hanno nei sedimenti granulari saturi recenti e recentissimi. Ciò significa che gli alvei abbandonati e sepolti dei torrenti/valloni o dei tratti in prossimità della Solofrana possono costituire fonte di pericolo di liquefazione (e pertanto vanno verificati) anche per sismi di magnitudo medio - alto come quelli previsti per il territorio di Solofra.

In genere, la ricostruzione delle geometrie dei paleoalvei viene realizzata sulla scorta delle conoscenze di sottosuolo già acquisite, in particolare derivate dagli archivi di prove geognostiche eseguite su un determinato territorio.

La carta dei morfotipi omogenei (carta geomorfologica), propone un'ipotesi di ricostruzione paleogeografia dell'alveo storico: risulta un'area territoriale ben definita, facilmente distinguibile grazie al rilievo geomorfologico. Il territorio

comunale esterno ai percorsi ricostruiti degli antichi alvei del fiume appare ad oggi, sulla scorta delle informazioni finora note, privo di sabbie sature in cui possano verificarsi processi reologici e quindi anche di possibile liquefazione locale.

In conclusione, l'insieme delle prove e delle analisi effettuate mostra un quadro coerente di risultati, che ipotizza la *non liquefacibilità* dei sedimenti saturi compresi nell'intervallo di 15 metri di profondità dal p.c, sottoposti ad impulsi ciclici sismici. Solamente le informazioni stratigrafiche e paleogeografiche non risolvono la questione, pertanto le sabbie, qualora presenti e prevalenti, che non sono state campionate e studiate e la loro verifica a liquefazione è delegata all'esecuzione dei PUA e/o dei singoli interventi, per tale ragione, le aree alluvionali in s.s., risultano classificate come aree soggette ad elevata *suscettibilità morfoevolutiva* e nella carta delle MOPS come aree *suscettibili a liquefazione* dove è necessario predisporre specifiche analisi per la definizione della suscettibilità alla liquefacibilità e delle relative azioni sismiche di progetto.

4.0 - INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

L'assetto idrogeologico dell'area è una diretta conseguenza delle litologie affioranti e dei principali lineamenti strutturali, per alcuni caratteri, brevemente descritti più avanti, nella conca di Solofra si verificano delle condizioni idrogeologiche particolari, che la rendono una zona importante sotto il profilo idrogeologico, della Provincia di Avellino.

I Monti di Solofra, alimentano alcune importanti sorgenti e falde profonde, che in parte risultano captate e vanno ad alimentare l'acquedotto comunale (almeno 3 sorgenti e 5 pozzi), il grosso della riserva, quindi la falda principale, alimenta, mediante travasi idrici sotterranei, l'acquifero piroclastico-alluvionale dell'alta valle del Solofrana, dove tra l'altro si rinvencono numerosi pozzi, di cui alcuni a scopo idropotabili, la gran parte ad uso industriale e/o irriguo (vedi figura).

Dal punto di vista del chimismo, trattasi in generale, di acque tipiche di facies bicarbonatica-alcalina-terrosa chiaramente influenzate dalla natura della roccia che funge da serbatoio, hanno temperature mediamente di 10° - 12° C, ed in particolare tra le emergenze in quota e quelle basali si osserva una diversa salinità e differente contenuto di solfati e cloruri, con un maggiore contenuto ovviamente per quelle profonde.

L'intero territorio comunale, è solcato da una serie di incisioni, che dalla fascia carbonatica montuosa, attraversano il centro urbano e vanno ad alimentare il torrente Solofrana, nella porzione medio alta l'idrografia è impostata sulla roccia carbonatica, mentre nella zona urbana, questa risulta approfondita all'interno dei termini detritici/alluvionali meno competenti del substrato calcareo.

Spesso l'idrografia principale, risulta interrotta e/o canalizzata con opere antropiche anche di notevoli dimensioni, sono in effetti presenti significativi tombamenti proprio nel centro cittadino, che richiedono una costante manutenzione e un continuo monitoraggio, in quanto in caso di precipitazioni intense e prolungate, sono suscettibili di intasamento, tali tratti incombono su grandi aree urbanizzate e abitate.

Una parte delle acque piovane che precipitano nell'area in studio è smaltita per ruscellamento superficiale attraverso una rete idrografica caratterizzata da una serie di valloni, rii e torrenti aventi un regime prevalentemente torrentizio, essi

confluiscono nel fondovalle principale costituito appunto dal torrente Solofrana, un'aliquota importante si infiltra nella zona dei carbonati, che come noto in letteratura presentano elevati coefficienti di infiltrazione potenziale (C.I.P. 80-90%).

I litotipi permeabili, oltre ad essere alimentati dall'infiltrazione diretta delle piogge, ricevono anche apporti laterali (dai versanti settentrionali del monte Pergola e da quello orientale di Monte Faggeto), rappresentando dei veri e propri acquiferi con flussi sotterranei importanti, la cui direzione principale è riportata nella tavola dei Complessi Idrogeologici, dove tra l'altro sono riportate anche le principali piezometriche riferite al complesso idrogeologico profondo.

I limiti idrogeologici sono rappresentati dalla presenza delle ampie fasce detritiche che bordano le rocce calcaree dei Monti di Solofra, i rilievi carbonatici risultano dislocati tettonicamente, e pertanto nell'area di piana si rinviene un substrato profondo anche oltre 300 m. dal p.c., a tetto del quale, a profondità variabili (50-100 m.) si rinvergono placche argillose e arenaceo-marnose, su cui poggiano in chiusura i depositi detritico-alluvionali nella porzione medio-bassa del territorio e misti ai litotipi vulcanoclastici nella fascia pedemontana.

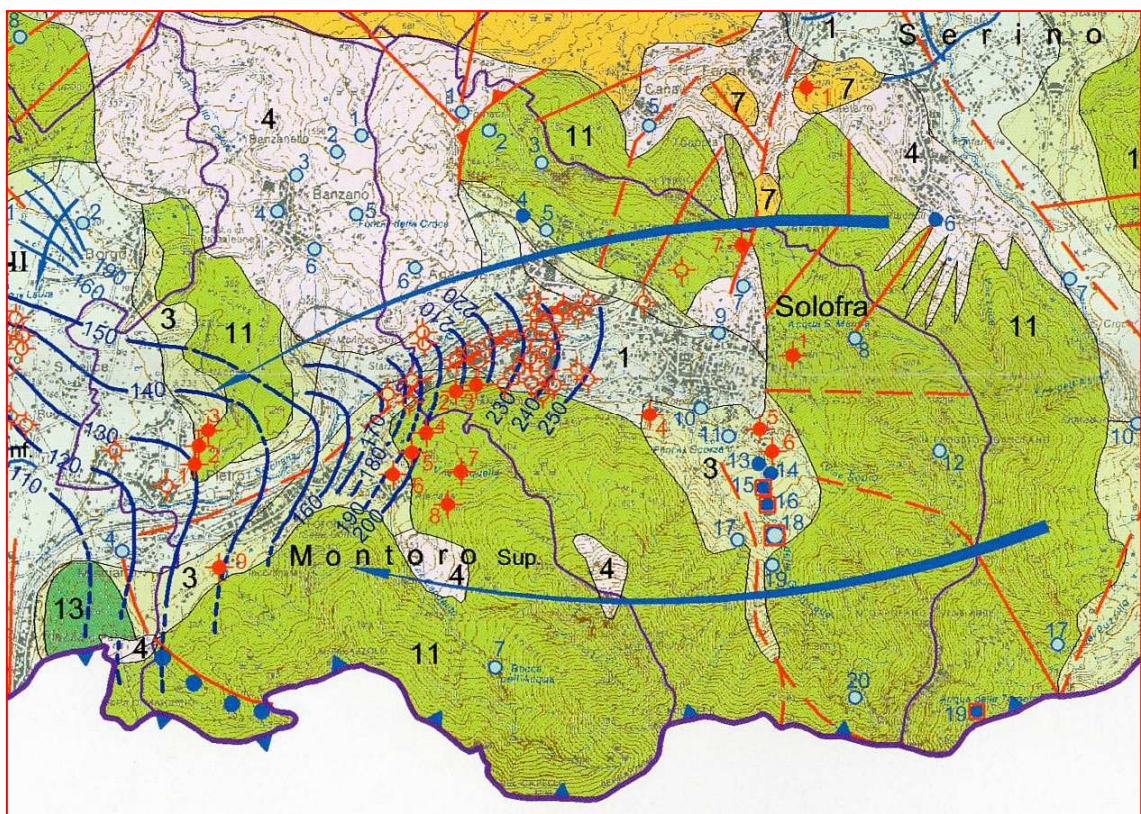
L'eterogeneità lito-stratigrafica dei depositi e dei rapporti tra i termini della piana e la fascia pedemontana, riflette sullo schema di circolazione sotterranea, che è complessivamente di tipo basale, connessa con il substrato carbonatico sepolto, infine i M.ti di Solofra, come già detto in precedenza risultano in interconnessione idrogeologica con le porzioni meridionali dei Monti di Avella-Partenio-Pizzo d'Alvano.

Lungo il margine nord del territorio sono invece presenti litotipi a minore permeabilità, prevalentemente argillosi e/o arenaceo-marnosi, i cui rispettivi complessi hanno una potenzialità modesta e la falda idrica ha un significato di carattere locale, in questa zona affiorano quindi litotipi caratterizzati da una ridotta capacità di immagazzinamento (C.I.P. mediamente pari al 50%), che danno vita ad una serie di sorgenti, tutte di bassa portata, in media, come noto in letteratura, minori di 1 l/sec..

La falda idrica circolante nei depositi piroclastici e detritico-alluvionali di copertura, risulta molto disarticolata, e in alcuni casi assente, i rapporti di interscambio tra quest'ultima ed i corsi d'acqua principali sono limitati, nella fascia più pianeggiante è ipotizzabile la presenza di flussi diretti dall'alto verso il basso,

tuttavia la presenza delle placche e/o lenti arenaceo-argillose possono impedire e/o ostacolare tale fenomeno.

Le acque dei pozzi presenti nella sequenza detritico-piroclastica, sono considerate acque bicarbonatiche-calciche tendenti alle bicarbonato-solfato-calciche, questo per la presenza dei travasi che provengono dalle idrostrutture carbonatiche oltre ai fenomeni di lisciviazione dei depositi vulcanoclastici che colmano le aree di piana.



| | | | |
|--|--|-----------------|--------------------|
| | Principali inghiottitoi | Sorgenti | |
| | Pozzi ad uso idropotabile | Captate | Non captate |
| | Principali pozzi ad uso irriguo ed industriale | 10 | 15 |
| | Pozzi ad uso termo-minerale | 3 | 5 |
| | Pozzi per ricerca di idrocarburi | 2 | 1 |
| | | 1 | 1 |
| | | 1 | 1 |

stralcio conca di Solofra - Risorse Idriche della Provincia di Avellino⁵

⁵ - a cura di Alto Calore Servizi spa, Università di Napoli Federico II, Università degli studi del Sannio, Provincia di Avellino, Consorzio ASI Av - casa editrice Arti Grafiche Cinque srl, 2006

Un'ulteriore acquifero di limitato estensione, resta sicuramente quello del fondovalle in s.s., in prossimità dell'attuale alveo, condizionato dalla presenza della subalvea della Solofrana, ed è situato nelle sabbie e nelle ghiaie recenti ed attuali o nei frequenti depositi dei paleoalvei.

| Sorgenti ricadenti nel territorio comunale di | | | | | | | | | | S O L O F R A | | | |
|---|---|--------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|-------------|------------------|------------------|--------------------------|---------------|--|--|--|
| N° | Bacino idrografico | Corso d'acqua | Denominazione Sorgente | Territorio comunale | Denominazione località | Coordinate | | Quota (m s.l.m.) | Q media (l/sec.) | Temp. (°C) | | | |
| | | | | | | Latitudine | Longitudine | | | | | | |
| 1 | Solofrana | V.ne dei Grandi | Campopiano (Sorg. varie) | Solofra | Fornaci | 40° 51' 07" | 2° 22' 02" | 520 | < 1,00 | | | | |
| 2 | Solofrana | V.ne dei Grandi | Acqua Troisi | Solofra | Cigliano | 40° 50' 59" | 2° 22' 20" | 530 | < 1,00 | | | | |
| 3 | Solofrana | V.ne dei Grandi | Fontana Sant' Andrea | Solofra | San Marco | 40° 50' 39" | 2° 22' 45" | 575 | < 1,00 | | | | |
| 4 | Solofrana | V.ne dei Grandi | Corte dell'Acqua | Solofra | Cortine | 40° 50' 20" | 2° 22' 44" | 360 | 1,00 | | | | |
| 5 | Solofrana | V.ne dei Grandi | Vasca deposito | Solofra | Cortine | 40° 50' 19" | 2° 23' 20" | 410 | < 1,00 | | | | |
| 6 | Solofrana | T. Solofrana | Serrone | Solofra | Serrone | 40° 50' 17" | 2° 21' 43" | 430 | < 1,00 | | | | |
| 7 | Solofrana | V.ne Santo Spirito | Turci | Solofra | Turci | 40° 50' 09" | 2° 24' 05" | 570 | < 1,00 | | | | |
| 8 | Solofrana | V.ne Vellizzano | Acqua Santa Marina | Solofra | Caprari | 40° 49' 58" | 2° 24' 43" | 680 | < 1,00 | | | | |
| 9 | Solofrana | V.ne Vellizzano | Fontana Santa Lucia | Solofra | S. Lucia | 40° 49' 55" | 2° 24' 02" | 450 | < 1,00 | | | | |
| 10 | Solofrana | V.ne Santo Spirito | Vasca deposito | Solofra | Madonna Soccorso | 40° 49' 23" | 2° 23' 50" | 430 | < 1,00 | | | | |
| 11 | Solofrana | V.ne Santo Spirito | Fontana Scorza | Solofra | La Scorza | 40° 49' 23" | 2° 23' 56" | 475 | < 1,00 | | | | |
| 12 | Solofrana | V.ne Scuro | Bonanno o Cerrone | Solofra | Serra della Mancosa | 40° 49' 15" | 2° 25' 12" | 825 | < 1,00 | | | | |
| 13 | Solofrana | V.ne Grotticelle | Don Antonio | Solofra | Scorza | 40° 49' 06" | 2° 24' 14" | 520 | | | | | |
| 14 | Solofrana | V.ne Grotticelle | Conserva | Solofra | Scorza | 40° 49' 05" | 2° 24' 12" | 550 | 3,50 | | | | |
| 15 | Solofrana | V.ne Grotticelle | Le Bocche Sottane * | Solofra | Pietra della Madonna | 40° 49' 04" | 2° 24' 11" | 580 | 8,00 | | | | |
| 16 | Solofrana | V.ne Grotticelle | Lapazzeta * | Solofra | Lapazzeta | 40° 49' 03" | 2° 24' 12" | 580 | 4,00 | | | | |
| 17 | Solofrana | V.ne Grotticelle | Santa Chiara | Solofra | Pastellone | 40° 49' 01" | 2° 23' 30" | 750 | < 1,00 | | | | |
| 18 | Solofrana | V.ne Grotticelle | Le Bocche Soprane * | Solofra | Lapazzeta | 40° 49' 00" | 2° 24' 12" | 595 | 12,00 | 9,5 | | | |
| 19 | Solofrana | V.ne Grotticelle | Pietra della Madonna | Solofra | Pietra della Madonna | 40° 48' 52" | 2° 24' 12" | 650 | < 1,00 | | | | |
| 20 | Solofrana | V.ne Grotticelle | Grotticella | Solofra | Grotticelle | 40° 48' 13" | 2° 24' 32" | 1180 | < 1,00 | | | | |
| * Sorgenti utilizzate a scopo idropotabile | | | | | | | | | | | | | |
| Pozzi ricadenti nel territorio comunale di | | | | | | | | | | S O L O F R A | | | |
| N° | Gestione | | Territorio comunale | Denominazione località | Coordinate | | Quota (m s.l.m.) | Q media (l/sec.) | Livello falda m dal p.c. | | | | |
| | | | | | Latitudine | Longitudine | | | | | | | |
| 1 | Alto Calore Servizi S.p.A. Avellino (Profondità 253 mt) | | Solofra | Caprari | 40° 49' 43" | 2° 24' 18" | 475 | 8,00 | 230,00 | | | | |
| 2 | Pozzo comunale uso potabile (Profondità 260 mt) | | Solofra | Selva Piana | 40° 49' 40" | 2° 22' 31" | 365 | 18,00 | 160,00 | | | | |
| 3 | Pozzo comunale uso potabile (Profondità 270 mt) | | Solofra | La Consolazione | 40° 49' 41" | 2° 22' 11" | 320 | 15,00 | 150,00 | | | | |
| 4 | Pozzo comunale uso potabile (Profondità 190 mt) | | Solofra | Pastene | 40° 49' 33" | 2° 23' 31" | 425 | 8,00 | 150,00 | | | | |
| 5 | Pozzo comunale uso potabile (Profondità 200 mt) | | Solofra | Scorza | 40° 49' 20" | 2° 24' 09" | 515 | 12,00 | 150,00 | | | | |
| 6 | Pozzo A.S.I. uso potabile (Profondità 480 mt) | | Solofra | Scorza | 40° 49' 20" | 2° 24' 11" | 515 | 30,00 | 235,00 | | | | |
| 7 | Pozzo A.S.I. uso potabile (Profondità 535 mt) | | Solofra | Turci | 40° 49' 31" | 2° 24' 17" | 585 | 15,00 | 298,00 | | | | |

stralcio dati - principali sorgenti e pozzi

Dal punto di vista della vulnerabilità, chiaramente i rilievi carbonatici, sia in presenza di copertura vulcanoclastica e detritica e sia in assenza sono caratterizzati, come anche la zona di piana, da un grado di vulnerabilità all'inquinamento, connesso con l'infiltrazione efficace diretta, elevato, a differenza delle aree di fascia pedemontana dove l'aumento degli spessori dei depositi detritici e vulcanoclastici presentano spessori maggiori (anche decine di metri) e pertanto tale vulnerabilità tende a ridursi, localmente fino a valori bassi e quindi vi è anche la presenza di un suolo che funge da contrasto sia sull'infiltrazione che sulla percolazione in falda di eventuali inquinanti presenti in superficie.

Chiaramente, le aree con presenza di litologie, argillose e argillose-marnose sono caratterizzate da gradi di vulnerabilità inferiori, variabili da medio a bassi, per le caratteristiche meno permeabili dei litotipi prevalenti che li costituiscono (C.I.P. < 50%).

4.1 - CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEL TERRITORIO

L'assetto idrogeologico della Conca di Solofra è caratterizzato da almeno quattro unità idrogeologiche principali, dipendenti dal tipo e grado di permeabilità, dalla posizione strutturale e stratigrafica, dalla estensione e dal tipo di alimentazione:

Complessi Quaternari

(depositi alluvionali, detriti di falda, vulcanoclastiti e conoidi)

Il complesso quaternario, come detto in precedenza risulta quello più superficiale, caratterizzato da un'elevata estensione e da un regime idrogeologico variabile da punto a punto, il grado di permeabilità è ELEVATO e il tipo è essenzialmente per POROSITA'.

Ricadono in tale complesso, quello costituito dai depositi alluvionali, trattasi di alluvioni attuali e recenti presenti in prossimità degli attuali torrenti e valloni, a luoghi terrazzati, a granulometria ghiaiosa-sabbiosa e con elementi calcarei ed arenacei, provenienti dall'erosione dei litotipi a monte, la matrice è prevalentemente sabbiosa-limosa, frammisti a litotipi vulcanoclastici, localmente conoidi alluvionali recenti.

I termini vulcanoclastici, invece diffusamente presenti su tutto il territorio, sono di chiara origine vesuviana, trattasi di limi a luoghi limi-sabbiosi, incoerenti (ceneri, lapilli e pomici minute), hanno una permeabilità MEDIA, per POROSITA', trascurabili ai fini idrogeologici sono gli esigui affioramenti di Tufo grigio Campano presenti.

L'acquifero contenuto nei detriti di falda e di conoide è collocato sopra i terreni carbonatici e localmente sui termini terrigeni - flyschoidi, questo maschera quasi sempre il contatto e costituisce il primo impermeabile relativo rispetto ai carbonati, la sua estensione maggiore è presente nella porzione medio alta della conca di Solofra, a monte del centro abitato.

La placca detritica è caratterizzata da una permeabilità relativa ELEVATA per POROSITA', recepisce le acque sia per infiltrazione diretta che per infiltrazione secondaria. Il valore del coefficiente di permeabilità è ampiamente variabile. La piezometrica della falda freatica risulta alquanto variabile da punto a punto, è influenzata dall'eterogeneità litologica dell'acquifero, della superficie topografica e di trasferimento verso la piana, trattasi di depositi detritici a luoghi anche cementati e interessati da tettonica recente, nella porzione medio-bassa, verso il centro abitato sono interdigeriti ai fenomeni di conoide antica e recente, meno cementati e più a carattere detritico-alluvionale.

Complesso Calcareo-Marnoso

(formazione di Castelvetere)

Tale complesso affiora in una zona limitata del territorio comunale, lungo il margine nord-occidentale, trattasi di calcari marnosi e/o marne calcaree alternate a strati di argilla e argille marnose laminate, presentano un grado di permeabilità MEDIO prevalentemente per POROSITA', il complesso non è sede di sorgenti o acquiferi particolarmente rilevanti.

Complesso Argilloso-Terrigeno

(Argille Variegata - formazione di Corleto Perticara)

Gran parte della porzione nord-occidentale del territorio comunale è occupata da questo complesso, trattasi di un complesso in parte "argilloso-marnoso-calcareo" costituito da argille e marne, e in parte da una facies "arenaceo-calcareo-marnosa", con alternanze di arenarie e calcari-marnosi con una componente argillosa variabile, questo tampona in maniera diretta i termini carbonatici di Monte Pergola e mascherato dai complessi detritici quaternari anche tutta la porzione orientale della conca di Solofra, dove risulta ribassato tettonicamente. La presenza di litologie differenti, crea una variabilità del grado di permeabilità, che comunque mediamente risulta MEDIO-BASSO, caratterizzato da un tipo di permeabilità per POROSITA', localmente dove sono presenti termini lapidei per FRATTURAZIONE.

Localmente a ridosso con il fondovalle si rinvergono sorgenti minori e a volte è sede di falde minori, detti terreni sono meno idonei a favorire accumuli idrici di

una certa importanza, infatti, generalmente sono impermeabili o poco permeabili ma spesso la presenza di litotipi a permeabilità relativa più alta (banchi calcarei, calcareo- marnoso, conglomerati, arenarie, sabbie, ecc..) crea situazioni di accumuli strettamente locali, lo smaltimento delle acque meteoriche avviene tramite ruscellamento superficiale diffuso e/o incanalato.

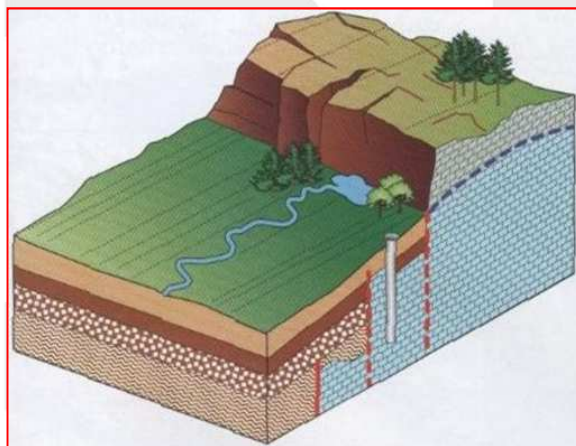
Complesso Carbonatico

(*successione calcare*)

I termini *carbonatici* dei Monti di Solofra rappresentano il principale acquifero, infatti questi sono caratterizzati da una buona infiltrazione efficace e relativa circolazione sotterranea, che alimenta importanti sorgenti e pozzi, come riportati in precedenza.

Queste unità sono caratterizzate da una ELEVATA permeabilità per FESSURAZIONE e CARSISMO, con assorbimento variabile a seconda della fratturazione e della presenza di copertura più o meno significativa. La permeabilità relativa, nell'ambito dello stesso complesso, varia tra la parte superficiale, più fratturata e carsificata, e quella inferiore; le intercalazioni impermeabili presenti, talvolta, influiscono sulla circolazione idrica e danno luogo a modeste manifestazioni sorgive alimentate da falde sospese (sorgenti minori in quota).

Le dolomie di base e/o i calcari meno fratturati rappresentano il substrato relativamente impermeabile che sostiene il flusso delle acque che circolano nei calcari sovrastanti e che tendono ad affiorare prevalentemente come sorgenti per soglia (tettonica e/o stratigrafica) nella fascia pedemontana a ridosso dell'abitato.



schema di affioramento per soglia con pozzi a valle

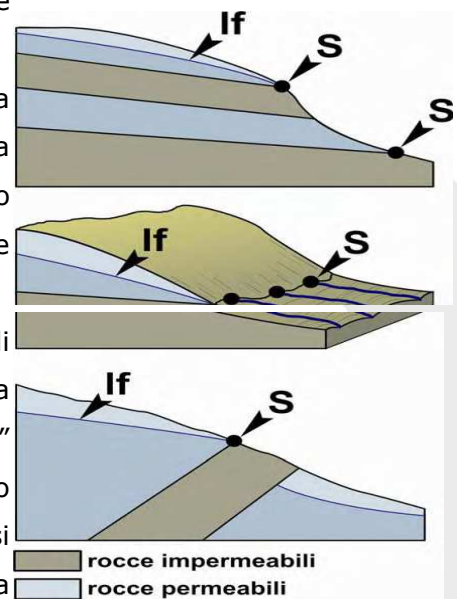
La carta idrogeologica, redatta in scala 1:5.000, mostra chiaramente come la circolazione idrica a grande scala è condizionata dalla differenza di permeabilità tra i complessi prevalentemente carbonatici a monte e quei complessi quaternari e terrigeni, caratterizzati complessivamente da una permeabilità inferiore, tant'è che quest'ultimi si comportano da tampone relativo e le acque che naturalmente e superficialmente scorrono secondo l'idrografia dei M.ti di Solofra, in sotterranea hanno rispettivamente una direttrice prevalente est - ovest, che li porta in direzione della valle della Solofrana/piana di Montoro.

Le numerose sorgenti minori, e quelle più importanti, in base anche alla disposizione stratigrafica dei litotipi, mostra come oltre alle sorgenti per soglia sovrimposta di tipo tettonico-stratigrafico, presenti al contatto e/o nella zona di transizione tra i litotipi carbonatici e i termini quaternari (fascia pedemontana), la presenza di sorgenti anche se di ordine molto inferiore, per la presenza di continue alternanze di strati lapidei e strati argillosi, l'apporto di queste sorgenti, di tipo limite di permeabilità complessivamente non è trascurabile (presenti nel margine nord-occidentale del territorio).

In funzione dei diversi assetti stratigrafici e tettonici, queste sorgenti sono classificabili nei seguenti tipi principali, anche in funzione dell'andamento topografico del terreno:

- sorgente di strato; lo strato impermeabile sul quale si raccoglie la falda affiora in superficie;
- sorgenti di trabocco; lo strato impermeabile ha forma concava; le acque che permeano la roccia permeabile traboccano all'esterno quando costituiscono un volume superiore alla concavità che le raccoglie;
- sorgenti intermittenti; emettono acqua ad intervalli più o meno regolari; la cavità sotterranea comunica con l'esterno per mezzo di una sorta di sifone ad "U" capovolto; quando il livello dell'acqua supera il tratto più alto del sifone, la sorgente sgorga e la cavità si svuota in parte. Successivamente il flusso si arresta fino a quando le acque, percolando dall'alto, non riempiono nuovamente la cavità.

Le figure mostrano modi diversi in cui l'acqua, trattenuta sopra una roccia impermeabile, può affiorare come sorgente.



■ rocce impermeabili
 ■ rocce permeabili

5.0 - IL PIANO STRALCIO ASSETTO IDROGEOLOGICO

Come è noto, il comune di Solofra, afferente ai bacini idrografici del Sarno, che sfociano verso il mar Tirreno, come tutta la conca meridionale dei Picentini e dell'Irno, ricade nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Regionale Campania Centrale.

In particolare, relativamente al piano Stralcio Assetto Idrogeologico, risulta importante ricostruire i principali passaggi che hanno portato all'attuale pianificazione di bacino, adottato dal Comitato Istituzionale con Delibera n. 1 del 23/02/2015 (B.U.R.C. n.20 del 23/03/2015) a seguito della chiusura dell'ultima conferenza programmatica (del 10 novembre 2014, convocata presso l'Amm.ne Provinciale di Avellino), dove l'Amministrazione Comunale di Solofra, ha presentato diverse osservazioni al Progetto di Piano, sia per proprio conto che per conto dei privati, al fine di una migliore definizione del rischio di frana rispetto a quanto riportato nel Progetto di Piano predisposto dall'autorità.

In particolare, risulta che:

- la legge 183/89 e s.m. ha previsto all'interno del proprio Ordinamento la stesura del Piano di Bacino quale strumento fondamentale di programmazione e pianificazione territoriale ed ambientale finalizzato ad assicurare la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale;
- successivamente, l'art. 12 della legge 493/93 ha previsto la possibilità di redigere i Piani Stralcio di Bacino relativi a settori funzionali interrelati rispetto ai contenuti del Piano di Bacino, prevedendo la possibilità di perimetrare e sottoporre a misure di salvaguardia alcune aree del bacino idrografico in attesa di approvazione del Piano di Bacino;
- a seguito dell'emergenza idrogeologica determinatasi in Campania nel maggio 1998 con l'emanazione del D.L. n° 180 del 11.06.1998 convertito in legge n° 267/98 e modificato dall'art. 9 della L. 226/99 è stato previsto l'obbligo di redazione da parte delle Autorità di Bacino dei Piani Straordinari di Bacino diretti alla rimozione delle situazioni di rischio più elevato con particolare riferimento all'individuazione e perimetrazione, in deroga alle procedure della L. 183/89;

- nel novembre del 1999 l'Amministrazione Comunale di Solofra incaricò un gruppo di lavoro di cui già facevano parte il dott. Geol. E. Spagnuolo e il prof. ing. Gianfranco Urciuoli, che aveva prodotto nel Luglio del 2000, uno "Studio in scala di dettaglio per la definizione e la mitigazione del rischio idrogeologico";
- il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino in data 10/04/2002 a seguito dei lavori della Conferenza Programmatica, tenutasi in data 19, 20 e 21 dicembre 2001 ha adottato il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (distinto in Rischio frane e in Rischio alluvione);
- in data 10/03/2010 è stato adottato dal Comitato Istituzionale "Il Progetto di Variante del PAI, composto da Cartografie, Relazioni, Norme di Attuazione" che ha avuto immediata efficacia con le Norme di Salvaguardia a far data dalla successiva pubblicazione sul B.U.R.C.;
- in data 9 settembre 2010 è iniziata la Conferenza Programmatica (art. 68 del D.Lgs 152/06) a cui hanno partecipato l'AdB Regionale del Sarno le Province e i Comuni ricadenti nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino medesima;
- a seguito di tali conferenze ed in considerazione delle osservazioni accolte, sono stati disposti aggiornamenti puntuali e modifiche al "Progetto di Aggiornamento e Revisione del P.S.A.I.", confluiti nel Piano redatto nel 2010;
- con delibera di Comitato Istituzionale n. 4 del 28 Luglio del 2011, l'Autorità di Bacino ha adottato l'Aggiornamento del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del proprio territorio con successiva pubblicazione ed entrata in vigore;
- per effetto del D.P.G.R.C. n. 143 del 15/05/2012, in applicazione dell'art. 52, comma 3, lett. e) della L.R. 1 del 27/01/2012, l'Autorità di Bacino Nord Occidentale della Campania è stata accorpata all'Autorità di Bacino del Sarno, con denominazione di **Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale**;
- con delibera del Comitato Istituzionale n. 8 del 24.07.2012 è stato approvato il regolamento per la disciplina delle procedure tecnico-amministrative ai fini del rilascio dei pareri di competenza dell'Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale;
- che successivamente con delibera di Comitato Istituzionale n. 30 del 28/07/2014 è stato approvato il Progetto di Piano Stralcio dell'Autorità di

Bacino della Campania Centrale, che contempla l'omogenizzazione e l'aggiornamento dei PSAI delle abolite Autorità di Bacino Regionali Nord Occidentale e del Sarno;

- che nell'ambito della procedura di adozione del PAI, è stata indetta Conferenza Programmatica ai sensi dell'art. 68 del D.lgs 152/2006, con data 10 novembre per il territorio di competenza ricadente nella provincia di Avellino;
- come previsto dalle norme vigenti, nell'ambito della conferenza programmatica il Progetto di Piano Stralcio o loro varianti può essere integrato e sottoposto a modifiche su iniziativa di soggetti pubblici e privati, sulla base di osservazioni corredate da documentazione e rappresentazione cartografica idonea;
- Il Piano Stralcio è stato **adottato** definitivamente con Delibera di Comitato Istituzionale **n. 1 del 23 febbraio 2015.**

Il Piano Stralcio adottato, sulla base delle osservazioni prodotte dagli enti locali, ha le seguenti finalità:

- a) individua le aree a rischio idrogeologico molto elevato, elevato, medio e moderato, ne determina la perimetrazione, stabilisce le relative prescrizioni;*
- b) delimita le aree di pericolo idrogeologico quali oggetto di azioni organiche prevenire la formazione e l'estensione di condizioni di rischio;*
- c) indica gli strumenti per assicurare coerenza tra la pianificazione stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico e la pianificazione territoriale della Regione Campania, anche a scala provinciale e comunale;*
- d) individua le tipologie e la programmazione degli interventi di mitigazione o eliminazione delle condizioni di rischio e delle relative priorità, a completamento ed integrazione dei sistemi di difesa esistenti.*

In tutte le aree perimetrate con situazioni di rischio o di pericolo il piano persegue, alla scala di bacino, in particolare gli obiettivi di:

- a) prevedere e disciplinare vincoli e limitazioni d'uso del suolo, le attività e gli interventi antropici consentiti, le prescrizioni e le azioni di prevenzione nelle diverse tipologie di aree a rischio e di pericolo, nei casi più delicati subordinatamente ai risultati di appositi studi di compatibilità idraulica o idrogeologica;*
- b) stabilire norme per il corretto uso del territorio e delle risorse naturali nonché per l'esercizio compatibile delle attività umane a maggior impatto sull'equilibrio idrogeologico del bacino;*
- c) dettare disposizioni per l'adeguamento della strumentazione urbanistico-territoriale, con la costituzione di vincoli, prescrizioni e destinazioni d'uso del suolo in relazione ai diversi gradi di rischio;*

- d) conseguire condizioni accettabili di sicurezza idraulica e geologica del territorio mediante la programmazione degli interventi non strutturali ed interventi strutturali e la definizione delle esigenze di manutenzione, completamento ed integrazione dei sistemi di difesa esistenti;*
- e) programmare la sistemazione, la difesa e la regolazione dei corsi d'acqua, anche attraverso la moderazione delle piene e la manutenzione delle opere, adottando modalità di intervento che privilegino la conservazione ed il recupero delle caratteristiche naturali del territorio;*
- f) programmare altresì la sistemazione dei versanti e delle aree instabili a protezione degli abitati e delle infrastrutture, adottando modalità di intervento che privilegino la conservazione ed il recupero delle caratteristiche naturali del territorio;*
- g) definire le necessità di manutenzione delle opere in funzione del grado di sicurezza compatibile e del rispettivo livello di efficienza ed efficacia;*
- h) indicare le necessarie attività di prevenzione, di allerta e di monitoraggio dello stato dei dissesti.*

Il Piano è suddiviso in due tipologie di rischio prevalente, il RISCHIO IDRAULICO e il RISCHIO DA FRANA, relativamente al rischio da frana la pianificazione prevede quattro classi di Pericolosità e relativo Rischio da Molto Elevato (P4/R4) a Moderato (P1/R1), per i quali esistono delle norme specifiche che definiscono gli interventi ammissibili e le modalità autorizzative.

In particolare, ...nelle aree a rischio da frana continuano a svolgersi le attività antropiche ed economiche esistenti alla data di adozione/approvazione del Piano Stralcio osservando le cautele e le prescrizioni disposte dalle Norme di Attuazione, a condizione che siano adottati i Piani di Emergenza e di Protezione Civile redatti ai sensi della L. 100/2012.... nelle stesse aree sono consentiti esclusivamente i nuovi interventi indicati dalle medesime norme nel rispetto delle condizioni e delle prescrizioni generali stabilite, anche laddove necessario nello studio di compatibilità geologica a farsi.

In definitiva, per tutte le nuove attività, opere e sistemazioni che prevedono un uso del territorio diverso da quello rappresentato nelle cartografie di Piano si dovrà valutare preliminarmente, attraverso l'applicazione delle matrici del rischio, il livello di "rischio atteso" come specificato nelle stesse norme.

La compatibilità delle nuove attività, opere e sistemazioni con le prescrizioni previste nel Piano deve essere verificata alla luce del "rischio atteso" determinato.

Inoltre, la valutazione del livello di rischio cui sono esposti eventuali elementi non riportati nelle cartografie di Piano, così come quella relativa al "rischio atteso" relativo a nuovi interventi, viene effettuata secondo le carte di pericolosità da Frana

e della vulnerabilità a carattere topografico dove disponibili, con i criteri delle "Tabelle per la determinazione del rischio", ed in riferimento alle definizioni di Rischio Accettabile e Rischio atteso di cui alle norme.

Per tutte le aree perimetrare ex novo e riclassificate a maggiore pericolosità e/o rischio idrogeologico a seguito dell'aggiornamento, hanno efficacia le misure di salvaguardia e di mitigazione del rischio adottate dall'Autorità di Bacino, le amministrazioni comunali non possono rilasciare permessi a costruire e/o equivalenti titoli abilitativi in contrasto con il contenuto delle norme di attuazione e delle prescrizioni del piano stralcio relativamente alle aree perimetrare ed assumono gli eventuali provvedimenti inibitori e sanzionatori.

Per ogni ulteriore dettaglio, si rimanda alle documentazioni ufficiali del Piano Stralcio, redatte e pubblicate dall'Autorità di Bacino Campania Centrale.

5.1 - CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

CARTA ACCLIVITA' DEI VERSANTI, DELL'ENERGIA DI RILIEVO E DELLA STABILITA'

L'attuale assetto morfologico e strutturale della conca di Solofra è il risultato della complessa evoluzione svolta tra il tardo pleistocene e l'attuale, con differenziazione della sagoma dei litotipi in funzione degli assestamenti neotettonici e della sovrapposizione delle coltri vulcanoclastiche, legate all'intensa attività eruttiva dei distretti vulcanici napoletani.

Il modellamento del rilievo in ambiente subaereo è stato particolarmente intenso e legato alle ultime oscillazioni climatiche pleistoceniche, con ulteriori fasi erosionali-deposizionali sviluppate anche nell'olocene fino all'attualità. La notevole differenza di resistenza all'erosione, tra il substrato carbonatico, argilloso-marnoso e i materiali di copertura piroclastici, ha determinato situazioni morfoevolutive non semplici, articolate in ripiani morfologici secondari, scarpate fluviali, terrazzi di diversi ordini e fondovalle sovralluvionato, con conoidi antiche e recenti con distribuzione irregolare e variabile da punto a punto.

Tali evidenze sono visibili nella carta geomorfologica, dove sono riportate le fenomenologie più antiche, con depositi alluvionali a differente granulometria che poggiano in modo discordante sul substrato locale e risultano interdigitati ai prodotti vulcanoclastici recenti; gli ultimi alluvionamenti sono invece visibili lungo i valloni secondari che hanno in parte re-inciso le vecchie conoidi o il substrato di base andando a sedimentare i vari cicli alluvionali sia in alveo che nelle aree prossime, questi si presentano meno cementati rispetto alle alluvioni antiche presenti nella valle principale.

I versanti carbonatici, presentano pendenze costanti con profili rettilinei, localmente, in particolar modo lungo i valloni e le concavità, sono ricoperti dalle piroclastiti prima citate (vedi carta ubicazione indagini - fiorettature).

Queste, soggette a movimenti lungo i versanti, formano coltri colluviali di spessore variabile che generalmente raggiungono la base dei rilievi, dove si alternano a esigui depositi di conoidi e falde detritiche con spessori di decine di metri.

Tali depositi, costituiti da alternanze di livelli di clasti grossolani calcarei a spigoli vivi in matrice piroclastica limoso-sabbiosa e di piroclastici rimaneggiati, presentano diversi gradi di pedogenizzazione.

La morfologia del territorio del comune di Solofra è stata influenzata in maniera diretta dalla complessa evoluzione geologica già descritta nei paragrafi precedenti. In particolar modo le ultime centinaia di migliaia di anni sono stati caratterizzati dalla morfogenesi esercitata dal torrente Solofrana nella zona di piana e dai suoi affluenti nella fascia pedemontana.

Come ampiamente accennato dal punto di vista geomorfologico si distinguono sulla scorta delle caratteristiche geologiche e dell'assetto strutturale prima descritto, che hanno condizionato e che condizionano l'evoluzione morfologica almeno 2 ambienti morfodinamici principali che portano a definire differenti Unità Territoriali, tali ambienti con caratteristiche morfoevolutive differenti presuppongono anche scenari di pericolosità e rischio differenti:

- rilievi carbonatici con coperture detritiche sciolte e fenomeni di crollo;
- area collinare e/o di raccordo con il fondovalle di versante fuvio-denudazionale caratterizzata da materiali a comportamento "complesso";

Pertanto alla luce di tali considerazioni si è preferito distinguere i due ambiti al fine di meglio far comprendere le differenze di evoluzione e i relativi scenari.

Rilievi carbonatici con coperture detritiche sciolte e fenomeni di crollo

Così come risulta dai rilievi geologici e morfologici, e come riportato nel PAI redatto dall'AdB Centrale Campania, i versanti carbonatici di Solofra e d'intorni sono soggetti a fenomeni con intensità "Alta" in funzione della velocità massima attesa che varia da "rapida ad estremamente rapida", quali le colate rapide di fango e/o detrito (anche flussi iperconcentrati) che evolvono nel tratto terminale a fenomeni alluvionali in senso lato. Tali tipologie di fenomeni sono caratterizzate da distacco improvviso che evolvono, subito dopo il distacco, in colate caratterizzate da elevata velocità. Le colate trovano recapito lungo direttrici morfologicamente riconoscibili quali solchi vallivi o torrentizi. La massa in movimento tende ad aumentare di volume lungo il percorso per i fenomeni erosivi che hanno luogo lungo l'alveo o sulle pareti del canale di flusso.

L'accumulo dei materiali mobilizzati assume spesso un aspetto di conoide e si colloca nei solchi vallivi di maggior ordine gerarchico, ovvero al bordo dei rilievi

nelle aree pedemontane, con sovrapposizione dei depositi di frana ai materiali detritico-alluvionali.

L'analisi del territorio, a grande scala ha consentito di identificare i caratteri principali dei potenziali indicatori di rischio, consentendo di razionalizzare il rapporto tra queste, la distribuzione delle coperture vulcanoclastiche sul substrato carbonatico e le principali caratteristiche morfologiche del territorio.

Per ciascuna delle "condizioni tipo" si è verificato che i fenomeni possono verificarsi in condizioni climatiche attuali, in connessione con andamenti pluviometrici critici, purché siano soddisfatte le condizioni di:

- esistenza di depositi piroclastici nelle aree sorgenti
- condizioni morfologiche idonee per il distacco
- condizioni idrogeologiche sfavorevoli

Tali circostanze sono ampiamente riportate dall'AdB, sia in termini metodologici che come risultanze dei rilievi eseguiti, nei vari elaborati di base che hanno contribuito alla perimetrazione delle varie classi di pericolosità e rischio, che insistono nella zona pedemontana e non solo di Solofra.

L'effettiva pericolosità della fascia pedemontana, salvo quanto previsto dal PSAI, caratterizzata dal riconoscimento geologico e morfologico di numerose conoidi detritico-fangose recenti e attuali, nelle fasi di progettazione esecutiva degli interventi, va verificata, sulla base geomorfologica disponibile con rilievi di dettaglio delle coperture e realizzazione di un DTM in scala adeguata, oltre che con l'uso di metodi analitici (con schematizzazione degli elementi urbani presenti quali strade, muri e edifici), quali analisi di stabilità e relativa propagazione in loco lungo le massime pendenze, rappresentative di sezioni ritenute geomorfologicamente significative.

Tale approccio, consente, prima di qualsiasi intervento, di meglio comprendere i rapporti tra le coperture, le pendenze in gioco e i rapporti con le unità morfologiche di riferimento, portando a definire i corretti gradi di pericolosità e pertanto di adeguare le scelte progettuali alla reale situazione riscontrata.

Il rilievo di campagna e la fotointerpretazione, integrata dalle indagini geognostiche eseguite hanno consentito quindi di redigere la carta geomorfologica e dei principali morfotipi finalizzati alla comprensione degli scenari di rischio e delle relative problematiche geologico-applicative, utili ai fini della pianificazione a scala

comunale. La carta morfologica delle "forme significative" è stata redatta tenendo conto della specificità delle problematiche affrontate e pertanto è stato utilizzato l'indirizzo della delimitazione "ad aree" delle zone interessate da ciascun processo.

Le tipologie potenziali individuate, sono del tipo scorrimento-colata rapida di fango e/o detrito incanalata, che trovano il loro innesco in presenza di copertura, principalmente nelle aree di Zero Order Basin o lungo i valloni (detrito).

Tali tipologie potenziali riscontrate, trattasi di frane che si sviluppano su versanti intagliati trasversalmente da piccoli impluvi; esse dopo un primo tratto di scorrimento sul versante, si incanalano nell'impluvio trasversale al versante percorrendolo fino a valle, dove creano danni a persone e cose, queste aree sono quindi da considerarsi a pericolosità maggiore.

Da un punto di vista morfologico le frane a scorrimento - colata incanalate presentano una forma stretta ed allungata, così come sono state potenzialmente individuate nella carta Geomorfologia (aree di ZOB, canale/transito e conoide), con innesco, transito e recapito.

Per quanto riguarda la copertura piroclastica sul versante calcareo (che è stata meglio dettagliata per tipologia e spessori, grazie ai numerosi dati raccolti in campagna e alle fiorettature eseguite), presente lungo il versante, si ritiene che da sola non rappresenti un elemento limitante ai fini della stabilità.

Di seguito si riportano una serie di considerazioni sull'evoluzione dinamica degli ambiti morfologici suscettibili a franare, con particolare riferimento a quelli soggetti a fenomeni rapidi.

Dal punto di vista geomorfologico, come già accennato in precedenza, si distinguono, sulla scorta delle caratteristiche geologiche e dell'assetto strutturale prima descritto, differenti ambienti morfodinamici principali, con caratteristiche morfoevolutive diverse e relativi scenari di franosità, in particolare per i versanti carbonatici si può ipotizzare la presenza di un modello costituito da un rilievo carbonatico con coperture vulcanoclastiche sciolte.

Così come già risulta dagli elaborati del Piano Stralcio in scala 1:5.000 la porzione investigata del territorio di Solofra è caratterizzata da un ambiente carbonatico con fenomenologie in atto prevalentemente di tipo colata rapida di fango e/o di detrito, aventi una velocità attesa variabile da alta a molto elevata e da fenomeni a velocità media per le aree con substrato flyshoide.

Relativamente ai flussi detritici e detritici fangosi, essendo tali problematiche di difficile lettura e spesso soggette a svariate interpretazioni, soprattutto ai fini della pianificazione del territorio, si è ritenuto opportuno nell'ambito di studi relativi alla suscettibilità e al rischio, di acquisire tutte le informazioni, i dati e gli studi più recenti sull'area campana inerenti al tema delle colate detritiche fangose e di assumerne criticamente i contenuti, sia sotto l'aspetto metodologico che operativo.

In tal senso, sono stati analizzati i seguenti studi realizzati in aree con caratteristiche geologiche, strutturali e litotecniche assimilabili a quelle dei rilievi presenti:

- Studio Territoriale denominato "Suscettibilità del territorio campano a colate rapide di fango" coordinato dalla U.O. 2.38 dell'Università di Salerno ai sensi della Ord. Min. 2787/98 e successive nell'ambito della "Emergenza Sarno";
- Studio dei dissesti franosi della regione Campania e progetto pilota di monitoraggio delle colate detritiche della Penisola Amalfitana (Convenzione fondi POP Regione Campania - C.U.G.RI.);
- Studio delle caratteristiche geografiche e geomorfologiche, tipologia di eventi e entità dei danni prevedibili e dati storici sugli eventi registrati nel passato sull'intero territorio della Provincia di Salerno (Convenzione Provincia di Salerno - C.U.G.RI.);
- Studio Territoriale denominato "Avvio della realizzazione del sistema integrato per il monitoraggio ed il controllo del dissesto idrogeologico nella Costiera Amalfitana e la valutazione del rischio" effettuato dal C.U.G.RI. (Consorzio inter-Universitario per la Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi) a seguito di una convenzione stipulata nel 1997;
- Studio Territoriale consistente nel "Piano Straordinario per la rimozione delle situazione a rischio idrogeologico più elevato, ai sensi della Legge 226/99", effettuato dal C.U.G.RI per conto dell'Autorità di Bacino Destra Sele, Sarno e AdB Nord-Occidentale alla scala 1:25.000;
- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico e relativi aggiornamenti delle Autorità di Bacino Regionali del Sarno, Nord-Occidentale, del Destra Sele,

della Campania Centrale, Campania Sud e Piano Stralcio dell'Autorità di Bacino Nazionale Liri-Garigliano-Volturno.

Il recepimento delle indicazioni metodologiche contenute nei citati studi territoriali ha permesso e permetterà di approfondire le conoscenze delle problematiche dell'area di Solofra, anche attraverso la definizione di ulteriori fattori di controllo della stabilità territoriale. A tal fine sono stati eseguiti rilievi geomorfologici lungo tutti i versanti, di tipo puntuale, indispensabili per ottimizzare la lettura e l'analisi territoriale a supporto di scelte e di proposte di assetto del territorio.

Il rilevamento morfologico di dettaglio, eseguito con lettura ed interpretazione di aereofoto stereoscopiche di diversa data e con estesi controlli sul territorio, integrato con le indagini geognostiche, ha confermato le caratteristiche evolutive "di fondo" dell'area, costituita dallo sviluppo, a partire da un'epoca morfologicamente recente, di una fase erosionale-deposizionale con produzione di una massa ingente di materiale detritico calcareo e la successiva migrazione dei depositi di materiale piroclastico e/o detritico verso l'area valliva e verso la zona pedemontana, secondo meccanismi di genesi gravitativa ancora attivi e con modalità di tipo diverso.

Le condizioni litostrutturali e le caratteristiche geologiche mostrano la vocazione dell'area a fenomeni di tipo frana di colata rapida di fango e/o detrito ma anche a frane di crollo (lungo le free-face) e di scorrimenti colata in argille; tali dissesti, aventi velocità attesa da media ad elevata, possono avere differenti inneschi in funzione dell'unità morfologica nella quale sono prodotti, pertanto si è realizzata la carta Geomorfologica ad ambiti chiusi.

Il versante semplice, probabilmente originario, è interrotto da diversi fattori strutturali e da motivi litostratigrafici, come la presenza dei livelli più resistenti, la fascia pedemontana, di raccordo con le aree abitate, così come già detto in precedenza, è caratterizzata dalla migrazione dei materiali di accumulo legati ai fenomeni di degradazione e dilavamento del versante. In essa sono riconoscibili le relative zone di invasione, quelle relative ai margini esterni, provenienti dai lembi residui carbonatici; tali zone risultano essere interrotte da fenomeni gravitativi di tipo conoide detritico-alluvionale e detritico/fangose antiche e recenti.

Sono riconoscibili diverse conoidi detritico e/o detritico-fangose, di età storica e recente, per quanto concerne le forme di accumulo lungo i versanti, che costituiscono le aree di possibile alimentazione per i flussi di colate rapide essenzialmente detritiche, si riscontra una notevole diffusione con un'elevata variabilità delle superfici impegnate e degli spessori riconoscibili. Tali ambiti morfologici, definibili di versante planare, possono produrre fenomenologie simili a quelle incanalate ma con un'evoluzione nella zona di piedimonte differente e sicuramente meno disastrosa in termini di areale interessato.

La condizione indispensabile affinché si verifichino colate detritico e/o di detrito e fango è la presenza di materiale detritico, con particolari caratteristiche geomeccaniche, in posizione instabile o predisposto ad instabilità in aree di versante o di conca morfologica, con una determinata pendenza del substrato.

Il percorso seguito dalla massa instabile fluida è prevedibile perché legato alla presenza di canali, incisioni, vallette colluviali, vallette sospese e concavità morfologiche con differente grado di leggibilità. La massa di fango viene così convogliata ai canali ed impluvi preesistenti inseriti nella morfologia locale, trascinando con se tutti i depositi presenti ai margini del canale.

In assenza di tracce o "evidenze morfologiche dirette" di frane di colata, il riferimento morfologico viene fornito dai depositi di conoidi detritico-fangose rinvenute in affioramento nel tratto terminale delle aste influenti nella valle principale o nel tratto terminale dei valloni. I depositi citati rappresentano, infatti, l'elemento morfologico di riferimento, perché il deposito dimostra che in un passato relativamente recente si sono verificati fenomeni di colata rapida di detrito e fango.

In assenza di tracce o elementi morfologici diretti ed indiretti la possibilità di risalire a danni o eventi che hanno interessato alcune aree è affidata alla registrazione storica dell'evento.

Alla luce di tali considerazioni, sono state riconosciute e cartografate (carta geomorfologica) le principali forme del rilievo e delle zone di accumulo dei depositi recenti, distinguendo gli elementi significativi per i fenomeni di trasporto detritico-fangoso, talora con deflusso incanalato, tipici delle aree con depositi piroclastici e/o detritici in copertura sul substrato carbonatico.

Il versante semplice, probabilmente originario, è interrotto da diversi fattori strutturali e da motivi litostratigrafici, come la presenza dei livelli più resistenti, che

fanno rilevare localmente cornici subverticali (free-faces), in particolare nella porzione intermedia del versante lungo il margine settentrionale del territorio, dove tra l'altro alcune strade attualmente risultano interdette al traffico veicolare e pedonale (fraz. S. Andrea - loc. Castelluccia).

In effetti, come evidenziato anche nella tavola geologica, sono presenti, cornici ad elevata pendenza, in una litofacies carbonatica, questi fenomeni, come le colate detritiche non sono cartografabili o facilmente riconoscibili in quanto spesso dopo che il dissesto è avvenuto risulta difficile rinvenire le aree di accumulo, o perché rimosse dall'uomo o perché dilavate e mascherate dai fenomeni di erosione.

Pertanto, coerentemente con la predisposizione che hanno particolari aree suscettibili di inneschi di neoformazione si è preferito indicare le pareti e le aree altamente fratturate e con elevate pendenze dove la possibilità di innesco è maggiore (aree indicate come "cornice di morfoselezione"), resta comunque difficile come nel caso delle colate rapide di detrito definire le possibili aree di invasione, il cui compito spetta, ai singoli interventi a farsi nel rispetto del DM 14/01/2008, nell'ambito dei quali vanno identificate le possibili aree di innesco, transito e accumulo, anche con modellizzazioni delle traiettorie ad "hoc" (nella tavola geomorfologica sono state comunque indicate delle ipotetiche traiettorie).

Area collinare e/o di raccordo con il fondo valle di versante fuvio-denudazionale caratterizzata da materiali a comportamento "complesso"

I versanti nord-occidentali del territorio comunale di Solofra (fraz. S. Agata), presentano ampie aree caratterizzate da una morfoevoluzione e da processi erosionali-deposizionali differenti rispetto ai materiali detritici sciolti, trattasi di intervalli e litofacies in parte lapidee intervallati da significativi spessori di argille e argille-marnose o da porzioni completamente argillose.

Relativamente a questi ambiti geolitologici, ascrivibili in parte al gruppo delle Unità Sicilidi, Unità del Fortore e Flysh di Castelvetro, le evidenze morfologiche di paesaggi maturi risultata più difficile, sia per la minore conservatività dovuta alle resistenze meccaniche di tali terreni, sia per i fenomeni denudazionali avvenuti in passato e localmente ancora attivi.

L'evoluzione morfologica complessiva dell'area, è stata caratterizzata da fasi di peneplazione e ringiovanimento che hanno interessato anche i materiali del

substrato, questo permette di inquadrare anche le fenomenologie franose presenti nell'area (la tipologia del movimento invece dipende dai materiali interessati), infatti queste sembrano concentrarsi al disotto delle quote corrispondenti agli antichi livelli di base.

La presenza di litologie caratterizzate da alternanze di argille, blocchi di marne, arenarie ecc. innesca in tale area essenzialmente fenomeni con velocità massime attese da lente a moderate, tranne alcuni casi particolari dove il collasso completo di aree può produrre, fenomeni di colata rapida di terra ("rapid earth flow") a causa della loro intensità hanno anche modificato l'attuale assetto topografico del territorio.

Le frane rilevate e quelle potenziali cartografate sulla tavola "Geomorfologica" sono state censite oltre che da rilievo in campagna, anche dall'ausilio delle aereofoto, che in alcuni casi hanno anche permesso di individuare l'evoluzione di tali fenomenologie nel tempo. In effetti, le basse pendenze, la scarsa visibilità nonché la difficile accessibilità di alcune aree, ha richiesto anche un'interpretazione delle anomalie del reticolo idrografico minore, che ben mostra le aree interessate da movimenti, recenti e antichi.

Tutte le frane, censite, sono state classificate secondo lo standard scientifico riconosciuto in ambito nazionale, e che fa riferimento alla classificazione di Varnes, 78 e quella di Cruden & Varnes, 1994 e s.m.. Per ognuno dei movimenti è possibile individuare età, con frane relitte (non riattivabili), frane quiescenti (verificatesi nell'attuale regime morfoclimatico e rimobilizzabili) e frane attive (mobilizzate nei recenti cicli stagionali), il tipo di movimento e la conseguente velocità massima attesa, parametri importanti ai fini di una pianificazione del territorio.

Le tipologie delle frane presenti sono fortemente influenzate oltre che dall'assetto giaciturale e dallo stato di fratturazione anche dal rapporto stratigrafico dei membri che costituiscono le unità affioranti, in particolare per meglio comprendere tale evoluzione si fa riferimento alla classificazione delle formazioni strutturalmente complesse (ESU, 1977 e s.m.); considerando che nell'areale sono in prevalenza presenti almeno due differenti litofacies spesso in eteropia stratigrafica, uno a comportamento più rigido (arenaceo-calcareo-marnoso) e uno più duttile (argilloso-marnoso-calcareo) a cui è possibile associare rispettivamente la classificazione delle formazioni geotecniche complesse B2 e B3.

Pertanto si è riscontrato che nelle unità litotecniche caratterizzate da un grado di complessità strutturale B2 si assiste ad un numero maggiore di fenomeni recenti quiescenti o riattivati, con prevalenza delle tipologie di tipo scorrimento rotazionale con evoluzione al piede in colata lenta, a differenza delle unità litotecniche contraddistinte da un grado di complessità B3, la cui completa disarticolazione degli strati rigidi e la presenza di lenti argillose anche cospicue favorisce fenomenologie prevalentemente di colamento (a luoghi colate rapide di terra) durante gli attuali cicli stagionali, e pertanto sono da considerarsi più attive.

Infine da un'analisi complessiva della franosità presente in questa porzione del territorio di Solofra è risultato che spesso le fenomenologie sono riattivazioni di frane più vecchie, che allo stato attuale vengono in parte erose dall'idrografia secondaria e scalzate innescando nei cumuli piccoli movimenti localizzati che contribuiscono a svuotare progressivamente tali accumuli richiamando nuovo materiale da monte, inoltre la comparazione da foto aeree di età differente, mostra come i movimenti più grossi stanno evolvendo in modo retrogressivo interessando via via i materiali più a monte delle zone di nicchia.

Si consiglia, a valle del PUC e durante la sua successiva applicazione di monitorare i corpi di frana più significativi, questi dovranno essere oggetto di opportuna campagna di monitoraggio, ai fini di una migliore conoscenza dei fattori che ne condizionano la stabilità, basata su sistemi ad acquisizione manuale (inclinometri, piezometri, assestimetri, TDR ecc.) e, sempre più, su sistemi ad acquisizione automatica e trasmissione in remoto per la gestione in tempo reale dei dati (inclinometri fissi, piezometri, celle di carico ecc.). Tali reti di monitoraggio consentono altresì di mantenere sotto costante controllo il territorio, al fine di un corretto piano di protezione civile comunale.

I litotipi lapidei ed il substrato argilloso, non alterato, offrono le maggiori garanzie da un punto di vista della stabilità (a tal riguardo i parametri dedotti dalle prove di laboratorio eseguite sono stati confrontati con dati presenti in "letteratura" o rilevati da altri lavori riguardanti terreni simili e/o aree adiacenti). Dall'esame dei dati disponibili, che dovranno essere ulteriormente integrati nel corso delle fasi esecutive, si evince che le superfici di scorrimento dei principali fenomeni franosi si sviluppino lungo il contatto tra la coltre ammorbidita ed alterata e la formazione di base, con una profondità variabile a secondo della magnitudo dell'evento, tra i 6/7 e

i 9/10 m, crescente verso valle, fino a raggiungere anche valori superiori in alcune zone.

L'utilità del monitoraggio a causa degli enormi volumi di terra coinvolti in queste frane e gli interventi di consolidamento da progettare non devono avere solo una funzione di contenimento del danno piuttosto devono mirare alla eliminazione del dissesto, con la messa in sicurezza del territorio. Per la realizzazione di interventi puntuali a lungo termine si ritiene necessario acquisire, nel corso dei lavori, maggiori conoscenze in merito al complesso assetto idrogeologico dell'area.

In particolare si ritiene necessario eseguire nuove e approfondite indagini geognostiche unitamente all'installazione di strumenti di monitoraggio per il controllo delle pressioni lungo la superficie di scivolamento dei principali fenomeni franosi accoppiati a strumenti per il controllo cinematico degli accumuli. Tali operazioni permetteranno una migliore comprensione delle modalità di riattivazione dei fenomeni franosi dell'area di interesse e la ricostruzione di un quadro idrogeologico completo, necessario per la realizzazione di qualsiasi intervento esecutivo di consolidamento dei terreni.

Fenomeni di creep e soliflusso

Oltre ai versanti in frana in s.s., sono presenti, come riportato nella carta geomorfologia, frane quiescenti e/o antiche, aree bacinali, di talus, di concavità e vallecole, questi, sono aggrediti da un'erosione diffusa e/o incanalata e da una serie di scollamenti ascrivibili al "soil creep" e/o al soliflusso che, per la loro lentezza, sono considerati "movimenti striscianti" (nella carta sono state individuate le aree di alimentazione/transito e accumulo). Essi si manifestano sulla coltre alterata e degradata dei terreni pelitici e sabbiosi interessati dalla circolazione idrica superficiale: infatti, quando il livello della piezometrica oscilla all'interno di questi versanti, gli elementi di terreno e roccia in precario equilibrio possono muoversi a causa di tensioni capillari e/o a causa di altri effetti che accompagnano la imbibizione o il disseccamento. In ogni caso, il creep ed il soliflusso, possono essere considerati come una deformazione che avviene senza apprezzabili variazioni dello stato tensionale. In queste zone, caratterizzate da piccole colate, lobi, terrazzette e increspature del terreno, si impone la necessità di non turbare in modo grossolano le coltri superficiali (ad esempio con tagli e/o rilevati).

Tuttavia, l'uso del territorio è ammissibile, pur con adeguati interventi di valutazione del possibile scenario di rischio e relative azioni di mitigazione e messa in sicurezza.

5.2 - PRINCIPALI EVENTI STORICI

21 gennaio del 1805

(una disastrosa alluvione coinvolse i rioni di Caposolofra)

28 ottobre 1852

(le acque scesero dal monte Vellizzano e dal Garofano e provocarono distruzioni in diversi casali)

17 marzo 1964

(si innescò una frana in loc. S. Andrea Apostolo)

20 Agosto 1993

(colate detritiche e piroclastiche hanno causato la morte di due persone)

8 gennaio 2010

(le acque hanno scaricato materiale edile misto a fango ed alberi di piccola taglia tra gli edifici e nelle strade di collegamento)

6 settembre 2011

(La situazione più grave si è comunque registrata in prossimità di via Santa Lucia dove la sede stradale è stata invasa da un fiume di fango e pietre)

1 settembre 2014

(L'evento maggiore ha interessato il v.ne Vellizzano e la fraz. Santa Lucia, con accumuli detritici anche di spessori notevoli e fenomeni alluvionali fino al raccordo autostradale Av-SA)

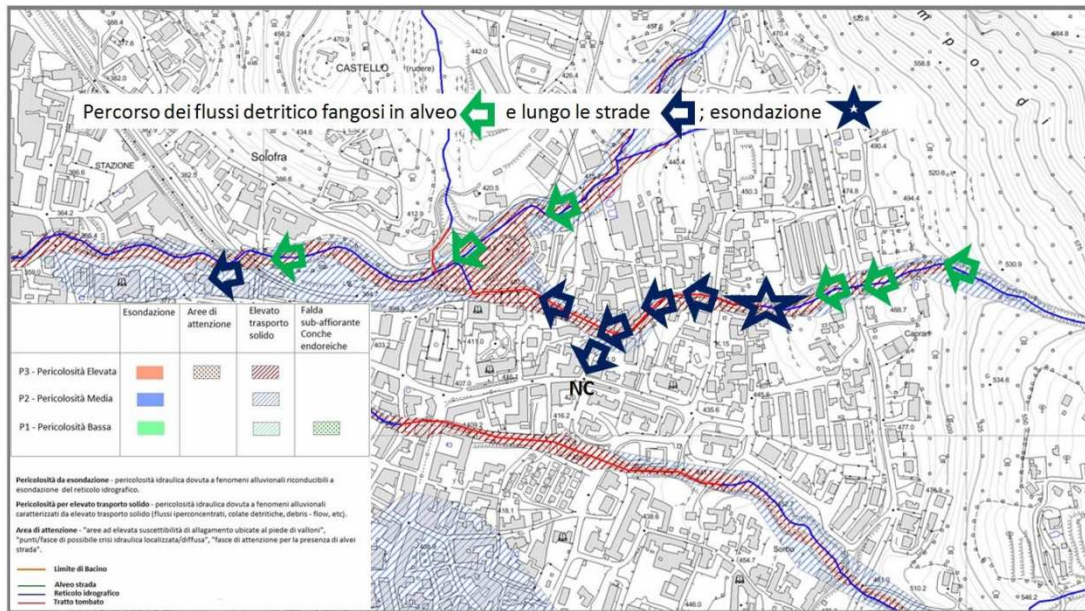
Descrizione dei principali fenomeni storici

Il 1 settembre 2014 la valle del Torrente Solofrana, ed in particolare il Comune di Solofra è stato colpito da un evento meteorico estremo che è stato causa di alluvioni e frane. Di esso è stato reso noto all'opinione pubblica, segnatamente gli episodi che hanno comportato danni significativi alle infrastrutture (strade, autostrada, ferrovia, acquedotto, fognatura, ecc....) ed ai fabbricati privati, mentre non sono stati evidenziati tutti i danni riportati dalle opere d'arte a presidio delle stesse incisioni torrentizie.

Nel comune di Solofra si è verificato un fenomeno alluvionale provocato da un evento pluviometrico di breve durata e forte intensità, durante il quale sono caduti circa 100 mm di pioggia, nell'arco di sole 24 ore.

L'alluvione è stata accompagnata da alcune frane, che hanno provocato ingenti danni alle infrastrutture ed ai fabbricati presenti nelle aree interessate dai dissesti ed in quelle poste a valle; le quali sono state invase da fango e detriti: le strade sono state trasformate in fiumi in piena, quasi tutta Solofra è stata colpita da danni e disagi.

Alcuni impluvi della dorsale montuosa dei Monti Pergola (Q. 852 mt. s.l.m.), Vellizzano (Q. 1297 mt. s.l.m.), il Torrione (Q. 1219 mt. s.l.m.), Faggeto (Q. 1301 mt. s.l.m.) ricadenti lungo il versante occidentale sono stati interessati da dissesti.



principali aree inondate

In particolare i danni maggiori si sono verificati nella frazione Santa Lucia, dove l' innesco di un fenomeno detritico - fangoso lungo il Vallone Vellizzano, ha invaso e danneggiato i piani terra di più fabbricati, che per solo fortuna non ha procurato vittime; masse di terriccio soprassature con detrito lapideo hanno dato innesco a processi impulsivi di trasporto solido lungo la rete idrografica principale e secondaria provocando danni diffusi sia ad opere stradali, sia edili, come si evince dalle foto.



danni e materiale accumulato

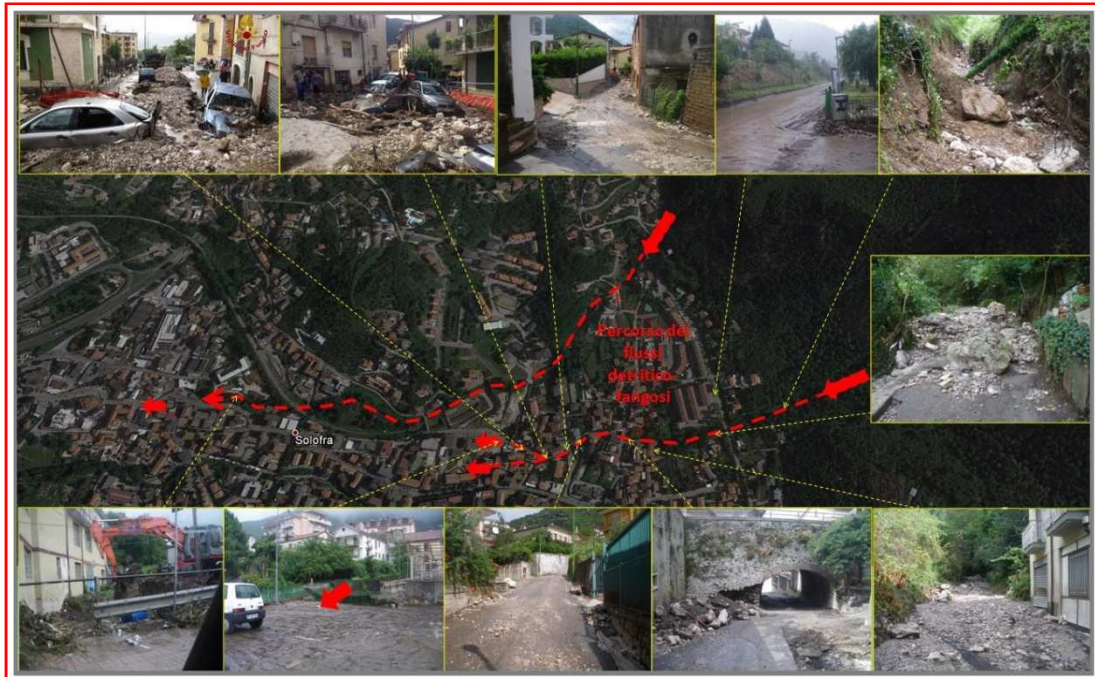
L'onda di acqua e fango si è fermata nella piazzetta, che ha funzionato da vasca di laminazione e di intercettazione dei detriti; in tal modo solo una ridotta quantità di materiale, peraltro a granulometria più sottile, ha potuto proseguire verso valle, arrivando fino alla rotonda del raccordo autostradale SA-AV.

In questa zona l'acqua avrebbe raggiunto, secondo le testimonianze raccolte sui luoghi e le evidenze lungo i fabbricati, circa 1,5 metri di altezza, creando le condizioni per una potenziale tragedia. In occasione dell'evento del 1 settembre l'alveo è stato attraversato da una portata di piena incompatibile con la sua sezione idraulica, di conseguenza le acque hanno superato l'altezza degli argini in molte altre zone allagando vaste aree circostanti, varie automobili sono state travolte e distrutte dal fenomeno detritico-alluvionale.

I danni rilevati a seguito di questi fenomeni sono legati al sovralluvionamento delle aste torrentizie, ove vi erano depositati materiali detritici frutto di recenti dissesti, ed alla conseguente esondazione con invasione delle aree circostanti, con trasporto di materiale detritico di pezzatura estremamente variabile, fino a raggiungere i 60 – 70 cm di diametro, con la colata del Vallone Vellizzano.

I bacini idrografici che hanno maggiormente alimentato i fenomeni sono contigui, i displuvi che li separano sono rappresentati da crinali secondari, pertanto

allo stato si ritiene che gli effetti catastrofici, avvenuti in occasione della precipitazione eccezionale, abbiano interessato aree con elevata suscettibilità a franare, caratterizzate da sfavorevoli condizioni geomorfologiche e geologiche dei bacini idrografici.



rilievo fotografico aree inondate

Il centro urbano di Solofra è attraversato per tutta la sua estensione, in direzione Est - Ovest e Nord - Sud dai valloni Cantarelle, Scuro, Ascensione Grotticelle, Rialvo, Camponici, San Gaetano, Sant'Adrea Apostolo e dal Torrente Solofrana: tutti sono attraversati da ponti e ponticelli, spesso corrono in alcuni punti all'interno di scatolari in c.c.a.

In occasione dell'evento del 1 settembre, mentre il Torrente Solofrana e la sua camicia di calcestruzzo ha retto abbastanza bene, i vari valloni, segnatamente il Vellizzano è stato interessato da una portata di acqua e detriti incompatibili con le sue sezioni idrauliche; di conseguenza la colata, per l'esuberanza dei volumi convogliati, oltre ad intasare i manufatti, ha invaso l'intera frazione di Santa Lucia, fino ad interessare la viabilità principale e la ferrovia, per una superficie di circa 20.000 mq.. Secondo le tracce di fango rilevate sui muri dei fabbricati e le

testimonianze raccolte sui luoghi, la colata principale ha raggiunto circa 2,00 metri di altezza, creando le condizioni per una serie di tragedie: al Quartiere Santa Lucia, dall'omonimo vallone, che in quota prende il nome V.ne Vellizzano, intubato in un manufatto di sezione ridotta in prossimità del nucleo abitato sono fuoriuscite almeno 2.000 mc. di detriti calcarei e piroclastici che hanno divelto la pavimentazione per circa 100 mq..

Lungo l'asta torrentizia si sono verificati numerosi "scollamenti" della copertura eluvio - colluviale sia lungo le sponde ed i versanti in prossimità della incisione torrentizia e/o dello stesso impluvio. Esso, all'altezza dell'abitato, scorre completamente incanalato tra argini costituiti da muri perimetrali di giardini, di case e vecchi opifici abbandonati.

La forza erosiva della coda della colata detritica è stata capace di re incidere profondamente il materiale deposto in alveo, riesumando il substrato, invadendo i locali dei piani terra ed i garage di molti fabbricati. Furono trascinate per vari metri alcune auto e furono letteralmente interrati tutti i sottoservizi, fino ad esplodere.

Solo per un caso fortuito non si sono registrate vittime !

Gli stessi eventi hanno provocato l'esonazione del torrente Solofrana nei pressi dello svincolo di Montoro Inferiore con conseguente allagamento della carreggiata verso Salerno della Superstrada Salerno-Avellino e l'allagamento della via Ripuaria in sinistra orografica del Fiume Sarno.

Evento simile per cause e per dinamiche evolutive, ma che ha avuto conseguenze in termini di vite umane si è registrato il 20 Agosto 1993, tra le ore 16 e le 19, un forte nubifragio ha investito il serinese e la valle dell'Irno con violenti fenomeni temporaleschi. Questi si sono sviluppati progressivamente dal mare verso l'entroterra a partire da Salerno fino a raggiungere i territori di Solofra e Serino. Tra le ore 17 e le 18, i due comuni sono stati colpiti da un evento meteorico particolarmente intenso che ha provocato fenomeni di colate detritiche e piroclastiche che hanno causato la morte di due persone, di cui una nel comune di Solofra, ed ingenti danni ad infrastrutture e a manufatti. Nel comune di Solofra si è attivata una frana lungo i versanti di M.te Torrione incanalandosi lungo l'alveo del Vallone Scuro.

In seguito all'innescò, il materiale mobilitato insieme a quello coinvolto durante il flusso lungo il vallone, ha raggiunto la fascia pedemontana urbanizzata. Le aree più colpite sono state quelle sottese dal vallone nel tratto in cui questo attraversa il centro abitato. Ciò perché in un attraversamento del vallone Oscuro insufficiente ha causato la tracimazione del materiale trasportato che si è riversato lungo le strade contigue travolgendo tra l'altro una persona.

A seguito del lutto e dei gravi danni riportati dalle abitazioni e dalle conerie coinvolte nelle località Cappuccini, Sorbo, Nuova Scorsa e Cacciata è stato chiesto lo stato di calamità. Agli effetti catastrofici dell'evento, oltre all'eccezionalità delle precipitazioni, hanno contribuito anche le caratteristiche geolitologiche e geomorfologiche dei versanti predisposti a tali fenomenologie.

Una significativa influenza sull'intensità del fenomeno, inoltre, è stata indotta dagli effetti degli incendi sviluppatisi nelle settimane precedenti l'alluvione nella parte medio-alta del bacino del vallone Scuro.

Questi hanno sicuramente ridotto l'azione di rallentamento che il manto boschivo esercita sullo scorrimento delle acque dilavanti, aumentando l'entità del deflusso a discapito dell'infiltrazione e favorendo l'erosione della copertura piroclastica. Determinante, infine, sull'entità dei danni provocati è risultata inadeguatezza della sezione di attraversamento del vallone nel centro abitato.

Altra segnalazione dagli esiti meno drammatici risale al 17 marzo 1964 e fa riferimento ad una frana innescatasi, a seguito di eventi piovosi intensi, in loc. S. Andrea Apostolo che determinò lo sgombero di alcune abitazioni.

Alcune segnalazioni, infine, riguardano fenomeni di crollo e si riferiscono, rispettivamente, alla loc. M.te Faggeto in concomitanza del sisma 23/11/80 e in prossimità della cava di M.te Pergola in data 6/4/2000. Quest'ultima ha reso necessario l'ordinanza di sgombero per tre abitazioni e l'allontanamento cautelativo di dieci persone.

6.0 - CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

La caratterizzazione geotecnica dei terreni è stata eseguita nell'ambito della campagna geognostica compiuta dalla ditta TRIVEL SONDAGGI s.r.l. nei mesi di luglio-agosto 2013.

Nel corso di questa campagna sono stati eseguiti un totale di 12 sondaggi (carta ubicazioni indagini) a carotaggio continuo con prelievo totale di n. 12 campioni indisturbati a diverse profondità, su cui sono state realizzate 12 prove di laboratorio fisico-meccaniche, oltre alla realizzazione di n. 31 prove SPT in foro.

E' stato rilevato, inoltre, che le normali metodologie di analisi su campioni per la misura diretta dei parametri fisici non sono applicabili su alcuni dei litotipi presenti nell'area, mentre per altri danno valori di incerta affidabilità. Inoltre l'estrapolazione del dato puntiforme di laboratorio all'intero complesso è in molti casi non attendibile. Nei terreni a componente litoide, ghiaiosi e detritici, infatti, sono praticamente impossibili sia il prelievo di campioni indisturbati, sia la determinazione di f' e c' mediante prove di laboratorio, sia la misura di densità relativa a causa della cementazione e dell'esistenza di ciottoli con diametri anche elevati presenti in percentuale variabile da punto a punto.

Come si evince dai campioni prelevati e dalle litologie stratigrafiche interessate da tali prelievi, è stata data maggiore enfasi ai termini superficiali, che sono di maggiore interesse e ricadenti in parte nel centro abitato e in parte nelle potenziali future zone di pianificazione territoriale.

Complesso geotecnico quaternario

a/ a3b /CND - (brecce - talus detritico - conoidi detritiche antiche e recenti)

VEF2b - (deposito di piana di esondazione)

Litologicamente tali litotipi risultano alquanto eterogenei ed eterometrici, provengono dal disfacimento dei rilievi limitrofi e dai cicli erosionali deposizionali dei principali valloni ed in particolare del torrente Solofrana, si presentano con spessori variabili anche fino a decine di metri.

In questi litotipi non è possibile eseguire delle prove di laboratorio in s.s., comunque al fine di caratterizzarli, si sono eseguite correlazioni ai dati sismici e alle prove S.P.T. che hanno interessato tali litotipi.

Si è inoltre osservato, che a secondo del grado di cementazione (conoidi e detrito/brecce antiche risultano più cementate) vi è una variabilità delle onde sismiche, connessa alla presenza o meno dei livelli limo - sabbiosi ed alla presenza di percentuale di matrice fina rispetto ai clasti ciottolosi; oltre i primi metri di profondità si è rilevato un generale aumento della velocità dell'onda sismica, circostanza che evidenzia un progressivo miglioramento delle caratteristiche di resistenza dei terreni.

I valori elevati riscontrati indicherebbero un notevole grado di addensamento, anche se la presenza di blocchi grandi può aver contenuto la penetrazione alterando, così, localmente i dati delle indagini che rientrano pur sempre in indagini di tipo indirette.

In ogni caso oltre i primi metri, il litotipo presenta un buono stato di addensamento ($Dr = 0,6$) ed angoli di attrito variabile fino a $35^\circ - 40^\circ$, le S.P.T. hanno fatto registrare spesso il rifiuto.

PNV - (depositi da caduta - vulcanoclastiti e tufo grigio)

I depositi piroclastici in questione, derivanti dall'attività vulcanica delle ultime migliaia di anni, ricoprono la maggior parte dei rilievi del territorio solofrano con una coltre stratificata di materiali essenzialmente granulari, ma con granulometria molto differenziata (ceneri e pomici). Dal punto di vista meccanico i fenomeni di erosione e trasporto succedutisi hanno determinato fasi di scarico tensionale-ricompressione nei depositi di versante (dovuti a fenomeni di frana e di deposizione a seguito delle eruzioni) e compressione-rimaneggiamento in quelli pedemontani (per effetto dei fenomeni di frana o erosione e trasporto-accumulo).

I terreni di copertura, ad esclusione di quelli antropici, come già detto, sono tutti di origine vulcanica a luoghi rimaneggiati, caratterizzati da una alternanza di limi, sabbie e pomici, in particolare la disposizione di tali materiali è più o meno clinostratificata rispetto all'andamento principale del sottostante substrato.

In effetti tutti i sondaggi mostrano sotto il terreno vegetale eluviale con spessore variabile, la presenza di terreni vulcanoclastici prevalentemente *limosi* di colore bruno con intervalli di pomici minute anche con spessori centimetrici (vedi foto fiorettature - Trivel sondaggi srl).

Per quanto concerne tali materiali, granulometricamente risultano essere prevalentemente *limi-sabbiosi e/o sabbie-limose a luoghi debolmente ghiaiose*, l'esperienza delle numerose prove eseguite, oltre a quelle realizzate sul territorio e i dati di letteratura, restituiscono valori di γ mediamente pari a 15-17 KN/m³ con contenuti di acqua anche del 70-80%, angoli di attrito interno mediamente bassi da 22°, quando il litotipo risulta rimaneggiato, ma raggiunge anche i 30° laddove la successione è ancora in posto, la pseudo-coesione è da considerarsi nulla anche se le prove danno valori fino a 10 Kpa, inoltre generalmente tali litotipi risultano fortemente compressibili con moduli edometrici mediamente pari a 3000-5000 Kpa in intervalli di pressione tra 1 e 2 KPa.

Relativamente al tufo grigio, l'utilizzo di dati relative a prove S.P.T. è confortata dalle numerose esperienze personali e dalla vasta bibliografia specializzata, infatti, anche se tali prove sono per lo più indicate per terreni granulari incoerenti, trovano applicazione anche in caso di "rocce tenere" litificate che hanno una resistenza alla penetrazione del tutto simile alle "terre sciolte".

Dalle analisi di laboratorio eseguite su campioni in parte tufacei (S9-S11), è risultato un peso dell'unità di volume mediamente pari a 14-15 KN/m³, trattasi granulometricamente di *sabbia e limo*, mediamente porosi (circa 60%) ma con elevata saturazione (circa 80%).

Per tale motivo, nelle elaborazioni dei valori di NSPT, il tufo viene considerato a coesione nulla; anche se nella realtà possiede valori anche prossimi a 10-100 KPa.

La determinazione delle caratteristiche meccaniche è stata effettuata, mediante l'elaborazione dei valori di NSPT, relativi ai pochi intervalli investigati, questi presentano una variabilità dei valori che evidenzia che il valore nullo della coesione è giustificato ed è a vantaggio della sicurezza allorquando viene utilizzato nei calcoli geotecnici.

Il banco di tufo non ha caratteristiche di resistenza omogenee ma, piuttosto, legati al diverso grado di litificazione locale della massa, è possibile adottare valori di Dr (TERZAGHI E PECK) compresi tra 0,4 e 0,8 il che fa definire il tufo grigio come un "terreno addensato", le correlazioni di MEYERHOF e WEBB portano, rispettivamente, a valori di ϕ' compresi tra 30° e 38° ed a valori di E variabili con

un minimo di 5000 Kpa, coerentemente con le prove di laboratorio eseguite sul campione S11.

Complesso geotecnico terrigeno

AV - Argille Variegate

CPA - Formazione di Corleto-Perticara

CVT1 - Formazione di Castelvetere

E' costituito da litotipi con aspetti variabili, a secondo che prevalgano le masse lapidee, calcareo-marnose e/o arenacee e quelle masse argillose in s.s..

Trattasi complessivamente di formazioni a struttura complessa, oltre che dal punto di vista geologico, anche dal punto di vista geotecnico, per la presenza di continue alternanze. Pertanto è difficile individuare i parametri geotecnici univoci in quanto ciascuno dei componenti (calcari, marne ed argille) ha delle caratteristiche particolari e a secondo che prevalga l'uno o l'altro il comportamento assume parametri diversi. Così, ad esempio, se si è in presenza dell'argilla si riscontrano angoli di attrito variabili, comunque bassi anche inferiori ai 20°, il quale al prevalere della componente litica assume valori sempre maggiori, e una coesione crescente fino anche a 20-30 Kpa.

In laboratorio, comunque, si sono analizzati esclusivamente i litotipi appartenenti ai livelli limo-argillosi (S8-S10-S12), risultati gli unici terreni campionabili delle successioni suddette. Dal punto di vista granulometrico il materiale può essere classificato come *Limo sabbioso argilloso e/o Limo ghiaioso sabbioso debolmente argilloso*. C'è da rilevare, comunque, che il fuso granulometrico è risultato molto ampio e che le curve granulometriche sono condizionate dal grado di alterazione.

I valori del peso di volume e della densità secca sono risultati, mediamente, pari a 17 - 18 KN/m³ ed 14 - 15 KN/m³, i valori più elevati sono attribuibili ai terreni meno alterati, inoltre la porosità è risultata pari al 40-50%, con gradi di saturazione anche fino al 95% e indici di plasticità tra il 10 -20%.

Pertanto in base ai dati delle prove geotecniche svolte ed all'analisi critica dei dati presenti in letteratura, può ritenersi ragionevole assumere come parametri operativi il seguente "range" di valori:

$$c' = 20 - 30 \text{ KPa}$$

$$\varphi' = 18^\circ - 22^\circ$$

$$c_u = 100 - 200 \text{ Kpa}$$

$$\varphi_u = 0^\circ$$

Detti parametri variano anche in funzione della presenza o meno delle scaglie nella massa argillosa, ove i materiali si presentano scagliati si registrano valori prossimi a quelli caratteristici di resistenza residua.

La valutazione diretta dei parametri meccanici è stata effettuata essenzialmente sui terreni ove i termini terrigeni si presentano in facies più argillosa, e si è fatto riferimento anche prove eseguite nel passato, in aree interessate da movimenti franosi anche di notevole entità (tipo fraz. S. Andrea).

In particolare, per tali areali è possibile considerare una serie di prove di taglio diretto, realizzate in studi fatti eseguire in passato dalla stessa amministrazione comunale, in condizione consolidata drenata, valutando sia la resistenza di picco che quella residua, così da simulare ciò che si verifica in frane geologiche.

Tenendo presente che la caratterizzazione dei parametri meccanici è sempre difficile, poichè il comportamento meccanico del terreno è influenzato da un ampio numero di fattori, è possibile definire dei valori operativi medi accettabili.

Pertanto in base ai dati delle prove geotecniche svolte con lo studio geologico - geomorfologico - idraulico e di stabilità del territorio comunale (*geol. Spagnuolo E. ed altri - prof. ing. Urciuoli G. commissionato dal Comune nel 1999/2000*) ed all'analisi critica dei dati presenti in letteratura può ritenersi ragionevole assumere come parametri operativi il seguente "range" di valori, facendo la seguente distinzione:

argilla nei primi 10,00 metri dal p.c.

$$c' = 0 - 15 \text{ Kpa}$$

$$c'_r = 0 \text{ Kpa}$$

$$\varphi' = 18^\circ - 22^\circ$$

$$\varphi'_r = 14^\circ - 18^\circ$$

argilla di base marnosa e non alterata

$$c' = 20 - 40 \text{ Kpa}$$

$$\varphi' = 18^\circ - 20^\circ$$

Complesso geotecnico carbonatico

I rilievi eseguiti, anche con le fiorettature nell'area montana, hanno permesso di individuare le principali caratteristiche tecniche dell'ammasso roccioso costituito da calcari e dolomie bianche e grigie, le quali sono state tarate, vista l'estensione del territorio e la forte variabilità dello stesso, con dati noti e presenti in "letteratura" ed in altri lavori, poiché i terreni in studio, principalmente quelli più esterni, si presentano con un grado di fratturazione ed alterazione variabile.

A verifica, comunque, dei dati prelevati dalla letteratura e da altri lavori sono state consultate le stratigrafie dei sondaggi geognostici che in alcuni casi hanno interessato la formazione, al fine di stabilire il Rock Qualità Designation (indice di qualità).

Si è rilevato che le normali metodologie di analisi su campioni per la misura diretta dei parametri fisici non sono applicabili ed inoltre l'estrapolazione del dato puntiforme di laboratorio all'intero complesso non è attendibile. Pertanto i dati considerati, verranno utilizzati per la determinazione della qualità dell'ammasso roccioso, esprimibile attraverso appositi indici che hanno lo scopo di permettere una valutazione preliminare delle caratteristiche meccaniche della roccia, resta inteso che i valori di seguito utilizzati sono valori medi applicabili all'intera formazione a grande scala, è chiaro che solo un rilievo di dettaglio dell'ammasso può individuare le reali caratteristiche del sito investigato.

Diverse sono le classificazioni tecniche note in letteratura, le più importanti delle quali sono quelle di Bieniawski (1973-1979 e successive modifiche) e di Barton (1979). Ognuna di esse fornisce un valore numerico derivato dalla somma di indici parziali stimati attraverso la valutazione qualitativa o quantitativa dei parametri e delle condizioni viste in precedenza.

Classificazione dell'ammasso roccioso

CLASSIFICAZIONE DI BARTON (SISTEMA Q)

Sviluppata nel 1974 al Norwegian Geotechnical Institute essenzialmente per l'applicazione in campo sotterraneo, negli ultimi anni è stata estesa a diversi campi e di recente, nel 2002, lo stesso Barton ha proceduto ad una revisione totale del sistema.

Il valore di Q si calcola da:

$$Q = \frac{RQD}{J_n} \times \frac{J_r}{J_a} \times \frac{J_w}{SRF}$$

In cui i vari indici sono:

- RQD (Rock Quality Designation), che tiene conto della suddivisione della massa rocciosa
- J_n (Joint Set Number), che dipende dal numero di famiglie di giunti presenti nell'ammasso roccioso
- J_r (Joint Roughness Number), che dipende dalla rugosità della famiglia più sfavorevole
- J_a (Joint Alteration Number), che dipende dal grado di alterazione delle fratture, dallo spessore e dalla natura del riempimento, e che viene ugualmente determinato sulla famiglia più sfavorevole
- J_w (Joint Water Number), che dipende dalle condizioni idrogeologiche SRF (Stress Reduction Factor), che è funzione dello stato tensionale in rocce massive o dal disturbo tettonico.

Di recente Q è stato normalizzato nei confronti della resistenza a compressione monoassiale della roccia:

$$Q_c = \frac{RQD}{J_n} \times \frac{J_r}{J_a} \times \frac{J_w}{SRF} \times \frac{\sigma_c}{100}$$

Le tabelle che seguono indicano i coefficienti numerici che vengono assegnati ai vari parametri in funzione di dati medi di letteratura.

CALCOLO DEI PARAMETRI DELLA CLASSIFICAZIONE DI BARTON

Input dati per la definizione di Q

- lunghezza totale del tratto di carota in cui si effettuano le misure (Lt)
- somma delle lunghezze degli spezzoni di carota > 100 mm (Lc)
- serie di discontinuità principali
- spaziatura media della famiglia principale
- giunti scabri o irregolari, ondulati
- giunti leggermente alterati o con spalmature di materiale non plastico
- acqua assente o scarsa, localmente
- singole zone di debolezza con argilla o roccia chimicamente disgregata

Risultati per la definizione di Q

Parametri

| RQD | J _n | J _r | J _a | J _w | SRF |
|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|
| 60 | 4 | 3 | 2 | 1 | 5 |

Indice Q e classe di ammasso roccioso

| Indice Q | Classe | Descrizione |
|----------|--------|-------------|
| 4/5 | V | Mediocre |

Indice Q normalizzato nei confronti della resistenza alla compressione uniassiale della roccia

| Resistenza alla compressione uniassiale (MPa) | Indice Q _c |
|---|-----------------------|
| 50-80 | 3-4 |

Caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso roccioso

| Componente attrattiva (°) | Componente coesiva CC (MPa) | Modulo di deformazione statico (GPa) |
|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| circa 50° | mediamente 1,5-2 | 10-15 |

CLASSIFICAZIONE DEGLI AMMASSI ROCCIOSI (Beniawski, Romana)

Nel campo della progettazione di infrastrutture di ingegneria civile, siano esse legate alla stabilità di un versante o alla stabilità di un'opera in sotterraneo, difficilmente si possono avere informazioni dettagliate sulle caratteristiche di resistenza e di deformabilità dell'ammasso roccioso interessato alla progettazione.

Allora diventa importante poter utilizzare uno schema che possa soddisfare le richieste, un metodo empirico che permetta di risolvere i problemi dovuti alla scarsa conoscenza o esperienza di una determinata area.

Le classificazioni di Beniawsky e Romana (la seconda è derivata dalla prima, che risultava troppo "conservativa") consentono di soddisfare i quesiti richiesti e le problematiche che si presentano.

La classificazione di Beniawsky si basa sul rilievo, in campagna o in laboratorio, di sei parametri:

- A1 = resistenza a compressione uniassiale;
- A2 = Rock Quality Designation Index (Indice RQD);
- A3 = spaziatura delle discontinuità;
- A4 = condizioni delle discontinuità;
- A5 = condizioni idrauliche;
- A6 = orientamento delle discontinuità.

Da questi sei parametri si ricava l'*Rock Mass Rating* (RMR, Beniawsky) e con le dovute correzioni apportate da Romana nel 1985 lo *Slope Mass Rating* (SMR).

L'RMR, nella pratica, viene differenziato come:

$$\text{RMR di base} = \text{RMR}_b = A1 + A2 + A3 + A4 + A5$$

$$\text{RMR corretto} = \text{RMR}_c = (A1 + A2 + A3 + A4 + A5) + A6$$

CALCOLO DEI PARAMETRI CARATTERISTICI DELL'AMMASSO

Input dati per il calcolo di Rock Mass Rating (RMR)

- indice di rimbalzo (R)
- lunghezza totale del tratto di carota in cui si effettuano le misure (Lt)
- somma delle lunghezze degli spezzoni di carota > 100 mm (Lc)
- spaziatura delle discontinuità (s)
- persistenza (continuità) del giunto

- apertura del giunto
- giunto leggermente rugoso
- pareti mediamente alterate
- riempimento soffice
- roccia asciutta
- orientamento delle discontinuità applicato a opere tipo "gallerie"
- orientamento mediocre

Risultati relativi a Rock Mass Rating (RMR)

| Resistenza a compressione Su (MPa) | Rock Quality Designation (RQD) |
|---------------------------------------|-----------------------------------|
| 40-50 | 50-60 |

| V1 | V2 | V3 | V4 | V5 |
|----|----|----|----|----|
| 4 | 1 | 3 | 3 | 2 |

- V1 è un parametro che dipende dalla persistenza (continuità) del giunto
- V2 è un parametro che dipende dall'apertura del giunto
- V3 è un parametro che dipende dalla rugosità del giunto
- V4 è un parametro che dipende dal grado di alterazione delle pareti
- V5 è un parametro che dipende dal materiale di riempimento presente

| A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 |
|----|----|----|----|----|----|
| 5 | 12 | 9 | 13 | 15 | -5 |

- A1 è un valore numerico derivato dalla resistenza della roccia intatta
- A2 è un valore numerico derivato dall'indice RQD
- A3 è un valore numerico derivato dalla spaziatura delle discontinuità
- A4 è un valore numerico derivato dalle condizioni delle discontinuità
- A5 è un valore numerico derivato dalle condizioni idrauliche
- A6 è un indice di correzione per la giacitura delle discontinuità

Classificazione dell'ammasso roccioso

| RMRbase | RMRcorretto | Classe | Descrizione |
|---------|-------------|--------|-------------|
| 50-55 | 52 | Terza | Mediocre |

Caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso

| Modulo di deformazione (GPa) | Geological Strength Index (GSI) | Coesione di picco (kPa) | Angolo di attrito di picco (°) | Coesione residua (kPa) | Angolo di attrito residuo (°) |
|---------------------------------|------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| 10 | 50 | 275 | 32 | 220 | 27 |

Input dati per il calcolo di Slope Mass Rating (SMR)

- Rottura: planare o a cuneo
- Parallelismo fra l'immersione dei giunti e quella del pendio: condizione mediocre (20°-10°)
- Inclinazione dei giunti: condizione mediocre (30°-35°)
- Relazione fra inclinazione del fronte e quella dei giunti: condizione mediocre (0°)
- Metodo di scavo: abbattimento controllato

Risultati relativi a Slope Mass Rating (SMR)

Fattori di aggiustamento

| F1 | F2 | F3 | F4 |
|-----|-----|-----|----|
| 0,7 | 0,7 | -25 | 8 |

- F1 dipende dal parallelismo fra l'immersione del fronte e l'immersione dei giunti
- F2 è riferito all'inclinazione del giunto
- F3 mette in relazione l'inclinazione del fronte e quella dei giunti
- F4 è legato al metodo di scavo

Classificazione corretta dell'ammasso roccioso

| SMR | Classe | Descrizione |
|-----|--------|-------------|
| 50 | Terza | Mediocre |

Grado di stabilità, tipo di cinematismo di rottura, eventuali interventi di stabilizzazione

| Stabilità | Modo di rottura | Stabilizzazione |
|----------------------|-------------------------|-----------------|
| Parzialmente stabile | Lungo piani o per cunei | Sistematica |

Chiaramente, i dati indicati, sono significativi per studi a grande scala, come quelli di pianificazione territoriale, dell'ammasso roccioso carbonatico presente, localmente pertanto, per definire un corretto dimensionamento delle opere e una precisa caratterizzazione, risulta necessario un rilievo geomeccanico specifico, in quanto le numerose fratture e giunti presenti, in particolar modo nella porzione più esterna, potrebbe portare a situazioni puntuali con valori differenti, anche minori rispetto alla classificazione a scala di pianificazione eseguita.

Di seguito si riporta in forma tabellare le risultanze di tutte le prove geotecniche eseguite, sia in campagna che in laboratorio, per un maggior dettaglio si rinvia agli elaborati "Certificati Analisi e Prove di Laboratorio Geotecnico (Ambiente & Territorio sas di Monteforte Irpino Av, Laboratorio Geotecnico Autorizzato Ministero Infrastrutture n. 56825 del 07.09.07)" allegati alla presente:

1 - CAMPAGNA GEOGNOSTICA - LUGLIO-AGOSTO 2013

1.1 - PROVE IN SITO (31 SPT)

Trivel Sondaggi s.r.l.

| SONDAGGIO sigla | SPT1 N (colpi) | SPT2 N (colpi) | SPT3 N (colpi) | SPT4 N (colpi) |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| S1 | 27-39-47 | 34-47-24 | | |
| S2 | 3-4-5 | 5-5-4 | | |
| S3 | 6-5-6 | 14-17-21 | 9-14-19 | |
| S4 | 4-7-11 | | | |
| S5 | 2-3-3 | | | |
| S6 | 3-2-4 | 24-11-31 | 2-3-3 | |
| S7 | 3-3-4 | 9-14-15 | 4-4-6 | 21-29-36 |
| S8 | 4-5-6 | 9-11-14 | rif/6 cm | |
| S9 | 2-2-3 | 1-1-1 | 1-2-1 | |
| S10 | 4-4-8 | 8-27-rif | 8-18-48 | |
| S11 | 7-9-11 | 12-19-26 | 15-22-32 | |
| S12 | 5-7-9 | 9-11-14 | Rif/3 cm | |

1.2 - CAMPIONI PRELEVATI (12)

| | prof.tà | STRATIGRAFIA | |
|-----------------------|-----------|-----------------------------------|----------------------------------|
| | <i>m.</i> | <i>(Trivel Sondaggi s.r.l.)</i> | |
| Sondaggio Campione | dal p.c. | descrizione prevalente | substrato locale |
| S1 C1 | 4.00-4.50 | Sabbie (cinerite rimaneggiata) | detrito - carbonati |
| S2 C1 | 3.00-3.50 | Sabbie (cinerite rimaneggiata) | talus detritico (ghiaie) |
| S3 C1 | 3.60-4.00 | Sabbie (cinerite rimaneggiata) | talus detritico (ghiaie) |
| S4 C1 | 5.00-5.40 | Limo (cinerite rimaneggiata) | talus detritico (ghiaie) |
| S5 C1 | 4.10-4.60 | Sabbie (eluvio - vegetale) | talus detritico (ghiaie) |
| S6 C1 | 4.00-4.40 | Limo (cinerite rimaneggiata) | deposito detritico - colluviale |
| S7 C1 | 3.00-3.40 | Limo (eluvio - vegetale) | deposito detritico - colluviale |
| S8 C1 | 3.30-3.70 | Limo deb argilloso | Argilla grigio-verdastra marnosa |
| S9 C1 | 4.40-4.90 | Limo (eluvio - vegetale) | Tufo gr. - argilla marnosa |
| S10 C1 | 8.00-8.40 | Limo/sabbia (eluvio - colluviali) | Argilla grigio-verdastra marnosa |
| S11 C1 | 9.00-9.40 | Cinerite grigia (Tufo grigio) | Tufo grigio |
| S12 C1 | 8.20-8.60 | Limo/argilla (struttura caotica) | Argilla grigio-verdastra marnosa |

1.2 - ANALISI DI LABORATORIO (12 PROVE)

Ambiente & Territorio s.a.s. (P.L 710614)

| | prof.tà | Wn | γ | γ^d | Gs | e | η | Sr | LIMITI (%) | | | |
|--------------------|-----------|------------------|----------------------|-------------------|----------------------|------------------|----------|----------------------|------------|----------|----------------------|-----------------------|
| | m. | % | KN/m ³ | KN/m ³ | KN/m ³ | - | % | % | LL | LP | IP | Ic |
| Sondaggio Campione | dal p.c. | Umidità Naturale | Peso Unità di Volume | Peso Volume Secco | Peso Specifico Grani | Indice dei Vuoti | Porosità | Grado di saturazione | Liquido | Plastico | Indice di Plasticità | Indice di Consistenza |
| S1 C1 | 4.00-4.50 | 23.25 | 17.4 | 14.13 | 25.74 | 0.823 | 45.15 | 72.68 | 34.48 | 17.16 | 17.32 | 0.65 |
| S2 C1 | 3.00-3.50 | 23.93 | 17.25 | 13.94 | 25.44 | 0.828 | 45.28 | 73.55 | 44.81 | 20.69 | 24.12 | 0.87 |
| S3 C1 | 3.60-4.00 | 47.06 | 15.13 | 10.30 | 24.02 | 1.335 | 57.17 | 84.66 | | | | |
| S4 C1 | 5.00-5.40 | 19.48 | 17.45 | 14.57 | 24.69 | 0.690 | 40.83 | 69.70 | 49.44 | 21.22 | 28.22 | 1.06 |
| S5 C1 | 4.10-4.60 | 52.87 | 15.34 | 10.00 | 25.01 | 1.492 | 59.88 | 88.61 | | | | |
| S6 C1 | 4.00-4.40 | 19.12 | 16.60 | 13.98 | 25.38 | 0.821 | 45.09 | 59.09 | 29.39 | 22.38 | 7.01 | 1.47 |
| S7 C1 | 3.00-3.40 | 43.25 | 16.81 | 11.74 | 25.88 | 1.206 | 54.67 | 92.84 | NP | NP | NP | NP |
| S8 C1 | 3.30-3.70 | 25.87 | 18.49 | 14.65 | 24.46 | 0.665 | 39.93 | 95.17 | | | | |
| S9 C1 | 4.40-4.90 | 57.30 | 14.47 | 9.23 | 24.94 | 1.711 | 63.11 | 83.51 | | | | |
| S10 C1 | 8.00-8.40 | 13.42 | 16.76 | 14.74 | 25.89 | 0.752 | 42.94 | 46.19 | 44.37 | 21.19 | 23.18 | 1.34 |
| S11 C1 | 9.00-9.40 | 48.84 | 15.68 | 10.52 | 26.22 | 1.49 | 59.84 | 85.97 | NP | NP | NP | NP |
| S12 C1 | 8.20-8.60 | 27.18 | 17.77 | 14.00 | 27.04 | 0.94 | 48.33 | 78.55 | 28.99 | 20.22 | 8.75 | 0.21 |

| | prof.tà | ANALISI GRANULOMETRICA | | | | | TAGLIO DIRETTO | | TRIASSIALE C.I.U. | | TRIASSIALE U.U. | | EDOMETRICA |
|--------------------|-----------|------------------------|--------|-------|---------|--------------------------------|----------------|-------|-------------------|-------|-----------------|--------|-------------|
| | m. | % | % | % | % | | gradi | Kpa | gradi | Kpa | gradi | Kpa | 100-200 Kpa |
| Sondaggio Campione | dal p.c. | Ghiaia | Sabbia | Limo | Argilla | Descrizione | ϕ' | c' | ϕ' | c' | ϕ_u | cu | E |
| S1 C1 | 4.00-4.50 | 1 | 16.44 | 61.4 | 21.16 | Limo argilloso sabbioso | 20.66 | 20.2 | 21.06 | 21.32 | | | |
| S2 C1 | 3.00-3.50 | 1.04 | 19.08 | 69.39 | 10.49 | Limo sabbioso deb argilloso | | | | | | | |
| S3 C1 | 3.60-4.00 | 2.36 | 64.20 | 31.33 | 2.11 | Sabbia con limo | | | | | | | |
| S4 C1 | 5.00-5.40 | 0.84 | 7.92 | 76.51 | 14.73 | Limo deb argilloso sabbioso | 23.22 | 20.92 | | | | | 9959 |
| S5 C1 | 4.10-4.60 | 9.24 | 55.42 | 33.11 | 2.23 | Sabbia con limo deb ghiaiosa | | | | | | | |
| S6 C1 | 4.00-4.40 | 0.68 | 23.76 | 58.44 | 17.12 | Limo sabbioso argilloso | | | 22.54 | 45.00 | | | |
| S7 C1 | 3.00-3.40 | 3.04 | 60.44 | 32.38 | 4.14 | Sabbia con limo | | | | | | | |
| S8 C1 | 3.30-3.70 | 2.36 | 32.88 | 50.40 | 14.36 | Limo con sabbia deb argilloso | | | | | | | |
| S9 C1 | 4.40-4.90 | 10.40 | 51.52 | 36.98 | 1.10 | Sabbia con limo deb argilloso | 36.85 | 9.60 | | | | | |
| S10 C1 | 8.00-8.40 | 23.52 | 19.12 | 45.29 | 12.07 | Limo ghiaioso sabbioso deb arg | | | | | 0.00 | 197.20 | 6088 |
| S11 C1 | 9.00-9.40 | 2.32 | 37.72 | 57.12 | 2.84 | Limo con sabbia | 36.46 | 9.68 | | | | | 5378 |
| S12 C1 | 8.20-8.60 | 3.76 | 17.44 | 62.22 | 16.58 | Limo sabbioso argilloso | | | | | | | 5672 |

Si prescrive comunque in fase di realizzazione di Piani Esecutivi o di esecuzione di opere private di verificare puntualmente le caratteristiche geotecniche dei terreni, per meglio definire i parametri di portanza e la profondità di posa o ancoraggio delle fondazioni, come prescritto al punto 6.2.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 14/01/2008).

7.0 - CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO

CARTA DELLA MICROZONAZIONE DEL TERRITORIO IN PROSPETTIVA SISMICA

Le indagini geofisiche esistenti sul territorio e realizzate negli anni passati, prevalentemente con prospezioni di tipo rifrazione (basate essenzialmente sulla velocità delle onde P), correlate direttamente con le resistenze penetrometriche e con i sondaggi geognostici, sono state integrate, con le prove, eseguite dalla GeoSafe sas necessarie per la definizione della velocità delle onde S nei primi 30 metri, queste sono:

- n° 8 DOWN HOLE, che realizzate nei fori di sondaggio hanno permesso sulla base della stratigrafica di ricostruire i passaggi sismostratigrafici e i relativi contrasti di impedenza tra i litotipi superficiali e quelli profondi.
- n° 12 stendimenti sismici di tipo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) che hanno permesso di rilevare le velocità di trasmissione nel sottosuolo delle onde sismiche longitudinali (onde primarie) V_p e delle onde sismiche trasversali (onde secondarie) V_s , queste ultime utili sia per l'individuazione delle categorie di suolo dei terreni presenti sul territorio comunale attraverso l'analisi del V_{s30} , sia per la microzonazione in prospettiva sismica;

Nel complesso, queste hanno permesso di fornire una prima caratterizzazione sismica, utile come strumento di pianificazione, dei terreni affioranti nel territorio comunale di Solofra nonché di determinare i parametri dinamici caratteristici che sono stati associati ai sismostrati individuati.

Sismicamente il comune di SOLOFRA è stato classificato nel 1981 come area a rischio sismico di seconda categoria $S=9$ con un coefficiente $C=0,07$; la recente revisione della sismicità approvata con delibera di Giunta Regionale n. 5547 del 07/11/2002 ha elevato tale classe alla I ctg., come d'altronde anche i successivi D.M. in materia sismica.

In particolare, con l'entrata in vigore del su citato D.M., la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ($V_{s30}>800$ m/s), viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più

tramite un criterio "zona dipendente". Ciò comporta delle non trascurabili differenze nel calcolo dell'accelerazione sismica di base rispetto alle precedenti normative.

Per microzonazione sismica si intende l'individuazione, nell'area investigata, di varie zone aventi caratteristiche di omogeneità, mediante caratterizzazioni quantitative e semi - quantitative delle risposte dinamiche locali.

Il quadro normativo, in tema di Pianificazione Urbanistica e Costruzioni ha subito, negli ultimi anni, un travagliato processo evolutivo nell'adeguamento alla norma europea di riferimento (Eurocodice 8).

Tale adeguamento è partito con l'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003 n° 3274, successivamente modificata dal Testo Unico sulle Costruzioni 14/09/2005, poi integralmente sostituito dall'ultimo D.M. Infrastrutture emanato il 14/01/2008. Tutte le normative citate fanno riferimento, ai fini della valutazione dell'azione sismica di progetto, alla definizione del quadro morfologico e stratigrafico che contribuisce alla ricostruzione della "pericolosità sismica di base " del sito di costruzione.

Nella nuova normativa per valutare se un'opera strutturale è sicura bisogna far riferimento a degli stati limite che possono verificarsi durante un determinato periodo di riferimento della stessa opera. Quindi per poter stimare l'azione sismica, che dovrà essere utilizzata nelle verifiche agli stati limite o nella progettazione, bisognerà stabilire:

- in primo luogo la vita nominale dell'opera, che congiuntamente alla classe d'uso, permette di determinare quel periodo di riferimento;
- una volta definito il periodo di riferimento e i diversi stati limite da considerare, una volta definite le relative probabilità di superamento, è possibile stabilire il periodo di ritorno associato a ciascun stato limite;
- a questo punto è possibile definire la pericolosità sismica di base per il sito interessato alla realizzazione dell'opera, facendo riferimento agli studi condotti sul territorio nazionale dal Gruppo di Lavoro 2004 nell'ambito della convenzione-progetto S1 DPC-INGV 2004-2006 e i cui risultati sono stati promulgati mediante l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3519/2006.

Nelle NTC08 il periodo di riferimento, che non può essere inferiore a 35 anni, è dato dalla seguente relazione:

$$V_R = V_N \times C_U \quad (2.1)$$

dove:

$V_R = \text{periodo di riferimento}$

$V_N = \text{vita nominale}$

$C_U = \text{coefficiente d'uso}$

La vita nominale di un'opera strutturale V_N , secondo le NTC08, è definita come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata e viene definita attraverso tre diversi valori, a seconda dell'importanza dell'opera e perciò delle esigenze di durabilità:

- $V_N \leq 10$ anni per le opere provvisorie, provvisionali e le strutture in fase costruttiva che però abbiano una durata di progetto ≥ 2 anni.
- $V_N \geq 50$ anni per le opere ordinarie, ponti, infrastrutture e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale.
- $V_N \geq 100$ anni per grandi opere, ponti, infrastrutture e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Le NTC08 prevedono quattro classi d'uso a ciascuna delle quali è associato un valore del coefficiente d'uso:

- Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli. $C_U = 0.7$;
- Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti. $C_U = 1.0$;
- Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso. $C_U = 1.5$;

- Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie, ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica. CU = 2.0;

Una volta ottenuti VN e CU, è possibile calcolare il periodo di riferimento VR.

Le NTC08 prendono in considerazione 4 possibili stati limite (SL) individuati facendo riferimento alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti: due sono stati limite di esercizio (SLE) e due sono stati limite ultimi (SLU). Uno stato limite è una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per la quale è stata progettata.

Più in particolare le opere e le varie tipologie strutturali devono essere dotate di capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio (sicurezza nei confronti di SLE) e di capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e di dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone o comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera (sicurezza nei confronti di SLU).

Gli stati limite di esercizio sono:

- Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti

strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le NTC08, in presenza di azioni sismiche, richiedono le verifiche allo SLO solo per gli elementi non strutturali e per gli impianti di strutture di classi d'uso III e IV (NTC08, punto 7.1). Lo SLO si utilizza anche come riferimento progettuale per quelle opere che devono restare operative durante e subito dopo il terremoto. Le verifiche allo SLC sono, invece, richieste solo per le costruzioni o ponti con isolamento e/o dissipazione (NTC08, punto 7.10).

Ad ogni stato limite è associata una probabilità di superamento PVR (tabella), ovvero la probabilità che, nel periodo di riferimento VR, si verifichi almeno un evento sismico ($n \geq 1$) di ag prefissata (ag = accelerazione orizzontale massima del suolo) avente frequenza media annua di ricorrenza $\lambda=1/TR$ (TR = periodo di ritorno).

stati limite e rispettive probabilità di superamento, periodo di riferimento VR

| Stati limite | | | PVR |
|---------------------------|--|-----|-----|
| Stati limite di esercizio | Stato limite di operatività | SLO | 81% |
| | Stato limite di danno | SLD | 63% |
| Stati limite ultimi | Stato limite di salvaguardia della vita | SLV | 10% |
| | Stato limite di prevenzione del collasso | SLC | 5% |

Fissati VR e PVR associata ad ogni stato limite, è possibile calcolare il periodo di ritorno dell'azione sismica TR, espresso in anni, mediante l'espressione riportata nell'Allegato A delle NTC08:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \quad (3.1)$$

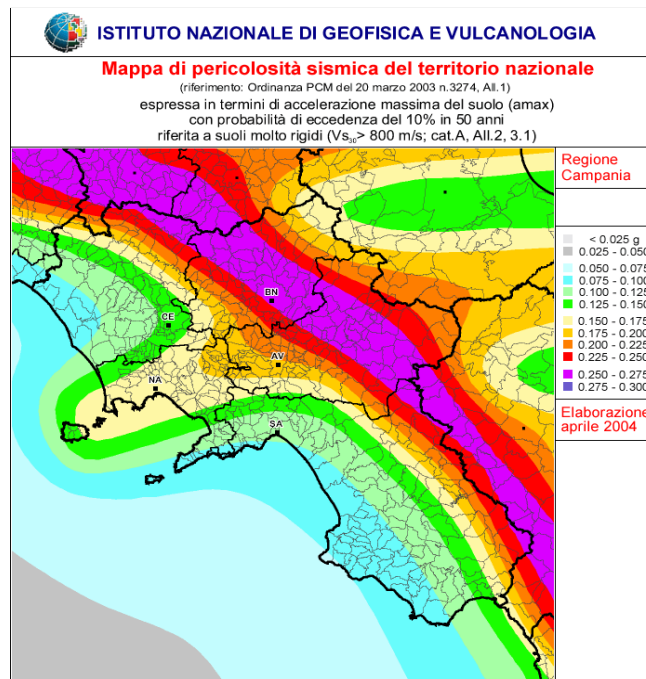
Tale relazione tra PVR (probabilità) e TR (statistica) risulta biunivoca poiché utilizza la distribuzione discreta Poissoniana.

stati limite e rispettivi tempi di ritorno, nel periodo di riferimento V_R

| Stati limite | | | T_R |
|---------------------------|--|-----|------------|
| Stati limite di esercizio | Stato limite di operatività | SLO | 30 |
| | Stato limite di danno | SLD | 50 |
| Stati limite ultimi | Stato limite di salvaguardia della vita | SLV | 475 |
| | Stato limite di prevenzione del collasso | SLC | 975 |

La pericolosità sismica di base, cioè le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di interesse per una determinata probabilità di superamento, si può ritenere definita quando vengono designati un'accelerazione orizzontale massima (a_g) ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione, riferiti ad un suolo rigido e ad una superficie topografica orizzontale.

Per poter definire la pericolosità sismica di base le NTC08 si rifanno ad una procedura basata sui risultati disponibili dalla mappa della pericolosità sismica realizzata dall'INGV, che per la Campania è rappresentata dallo stralcio di seguito allegato.



Secondo le NTC08 le forme spettrali sono definite per 9 differenti periodi di ritorno TR (30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni) a partire dai valori dei seguenti parametri riferiti a terreno rigido orizzontale, cioè valutati in condizioni ideali di sito, definiti nell'Allegato A alle NTC08:

- a_g = accelerazione orizzontale massima;
- F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- TC^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I tre parametri si ricavano per il 50° percentile ed attribuendo a:

- a_g , il valore previsto dalla pericolosità sismica S1
- F_0 e TC^* i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC08 scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica S1 (il minimo è ottenuto ai minimi quadrati, su valori normalizzati).

I valori di questi parametri vengono forniti in una tabella contenuta nell'Allegato B delle NTC08, per i 10751 punti di un reticolo di riferimento in cui è suddiviso il territorio nazionale, identificati dalle coordinate geografiche longitudine

e latitudine, per diversi periodi di ritorno e per ogni nodo del reticolo che viene identificato da un ID.

Qualora la pericolosità sismica del sito sul reticolo di riferimento non consideri il periodo di ritorno TR corrispondente alla VR e PVR fissate, il valore del generico parametro p ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione, a partire dai dati relativi ai tempi di ritorno previsti nella pericolosità di base, utilizzando l' espressione presente nell' Allegato A alle NTC08.

7.1 - PERICOLOSITA' SISMICA DI SITO

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Per la singola opera o per il singolo sistema geotecnico la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A, definito al § 3.2.2).

I coefficienti sismici orizzontale K_h e verticale K_v dipendono del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi e del tipo di opera da calcolare. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno (TR) dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$TR = -VR / \ln(1 - PVR)$$

Con VR vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso VR non può essere inferiore a 35 anni.

Nel caso di stabilità dei pendii i coefficienti K_h e K_v sono così determinati:

$$K_h = \beta_s \times (a_{max}/g)$$

$$K_v = \pm 0,5 \times K_h$$

con

β_s coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g accelerazione di gravità.

I valori di β_s sono riportati nella tabella seguente.

| | Categoria di sottosuolo | |
|-------------------------|-------------------------|------------|
| | A | B, C, D, E |
| | β_s | β_s |
| $0,2 < a_g(g) \leq 0,4$ | 0,30 | 0,28 |
| $0,1 < a_g(g) \leq 0,2$ | 0,27 | 0,24 |
| $a_g(g) \leq 0,1$ | 0,20 | 0,20 |

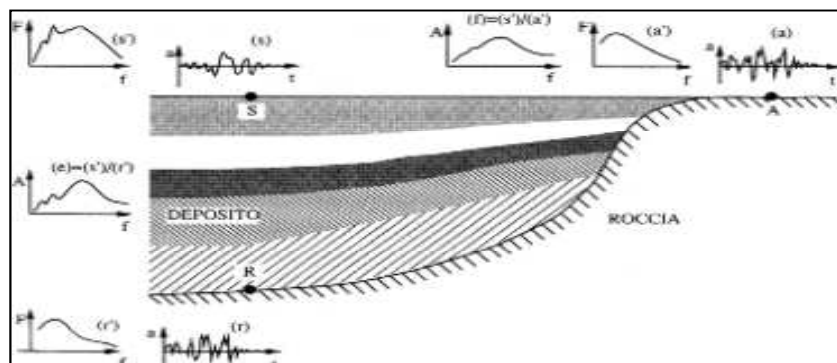
Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa al sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{max} = SS ST a_g$$

- SS (effetto di amplificazione stratigrafica) ($0.90 \leq S_s \leq 1.80$) è funzione di F0 (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E).
- ST (effetto di amplificazione topografica), varia con il variare delle quattro categorie topografiche:

$$T1: ST = 1.0; T2: ST = 1.20; T3: ST = 1.2; T4: ST = 1.40.$$



Idealizzazione del fenomeno di risposta sismica locale

Per i muri di sostegno pendii i coefficienti K_h e K_v sono così determinati:

$$K_h = \beta_m \times (a_{max}/g)$$

$$K_v = \pm 0,5 \times K_h$$

con:

β_m coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, per i muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno assume valore unitario altrimenti assume i valori riportati nella Tabella seguente.

| | Categoria di sottosuolo | |
|-------------------------|-------------------------|------------|
| | A | B, C, D, E |
| | β_m | β_m |
| $0,2 < a_g(g) \leq 0,4$ | 0,31 | 0,31 |
| $0,1 < a_g(g) \leq 0,2$ | 0,29 | 0,24 |
| $a_g(g) \leq 0,1$ | 0,20 | 0,18 |

Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

a_{max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;
 g accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_s S_T a_g$$

- S è il coefficiente comprendente l'effetto di amplificazione stratigrafica S_s e di amplificazione topografica S_T .
- a_g accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Per le paratie, in mancanza di studi specifici, a_h (accelerazione orizzontale) può essere legata all'accelerazione di picco a_{max} attesa nel volume di terreno significativo per l'opera mediante la relazione:

$$a_h = k_h \cdot g = \alpha \cdot \beta \cdot a_{max}$$

dove:

- g è l'accelerazione di gravità;
- k_h è il coefficiente sismico in direzione orizzontale;

- $\alpha \leq 1$ è un coefficiente che tiene conto della deformabilità dei terreni interagenti con l'opera. Può essere ricavato a partire dall'altezza complessiva H della paratia e dalla categoria di sottosuolo mediante il diagramma della figura seguente:

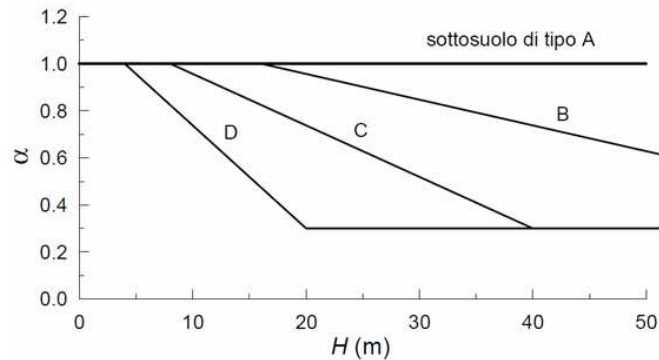


Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità α .

Per la valutazione della spinta nelle condizioni di equilibrio limite passivo deve porsi $\alpha = 1$.

$\beta \leq 1$ è un coefficiente funzione della capacità dell'opera di subire spostamenti senza cadute di resistenza. Il valore del coefficiente β può essere ricavato dal diagramma riportato in figura, in funzione del massimo spostamento u_s che l'opera può tollerare senza riduzioni di resistenza.

Per $u_s = 0$ si ha $\beta = 1$; $u_s \leq 0.00H$

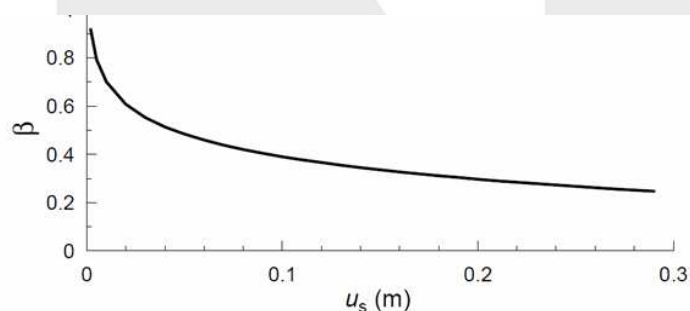


Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento β

L'accelerazione di picco a_{max} è valutata mediante un'analisi di risposta sismica locale, ovvero come

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_T \cdot a_g$$

dove:

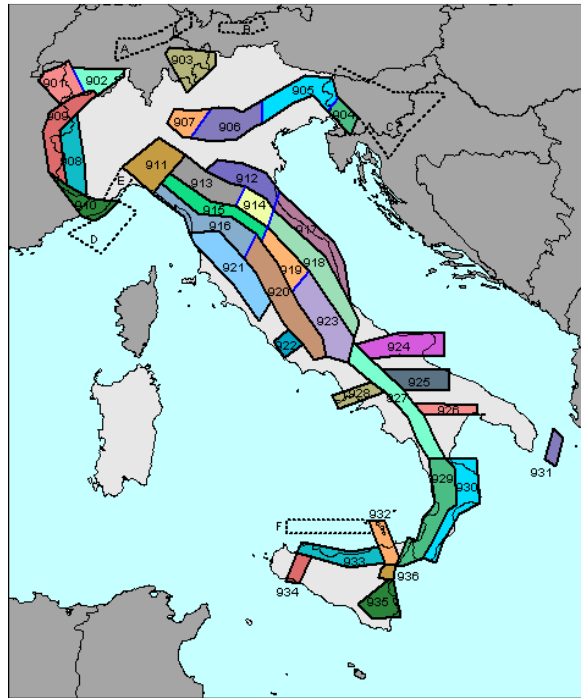
- S è il coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_T), di cui al § 3.2.3.2;
- a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Se $\alpha \times \beta \leq 0,2$ deve assumersi $k_h = 0,2 \times a_{max}/g$.

7.2 - ZONAZIONE SISMOGENETICA E STORIA SISMICA

Negli ultimi anni, e fino al 2002, la zonazione sismogenetica ZS4, ha rappresentato il punto di riferimento per la maggior parte delle valutazioni di pericolosità sismica nell'area italiana, gli sviluppi più recenti delle conoscenze in materia di sismogenesi hanno evidenziato alcune inconsistenze di tale modello che hanno portato a disegnare una nuova zonazione denominata ZS9.

Le zone sismogenetiche sono state individuate dal Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, la più recente zonazione è quella definita dalla sigla ZS9 del 2004, la zonazione ZS9, riportata in Figura, è costituita da 42 zone sorgente i cui limiti possono essere indicati in colore nero o blu, i limiti neri si riferiscono a limiti il cui tracciamento dipende esclusivamente da informazioni tettoniche o geologiche, i limiti blu si riferiscono invece a suddivisioni di zone con uguale stile deformativo ma con diverse caratteristiche della sismicità (per esempio diversa magnitudo massima rilasciata ecc).



Zonazione sismogenetica ZS9 che ha sostituito quella vecchia ZS4




Per ognuna delle zone sismogenetiche, è stato possibile definire la distribuzione della magnitudo $FM(m)$, determinata da una relazione tra il numero di eventi e l'intensità (o magnitudo) denominata relazione di ricorrenza, questa è in genere rappresentata dalla relazione di Gutenberg-Richter.

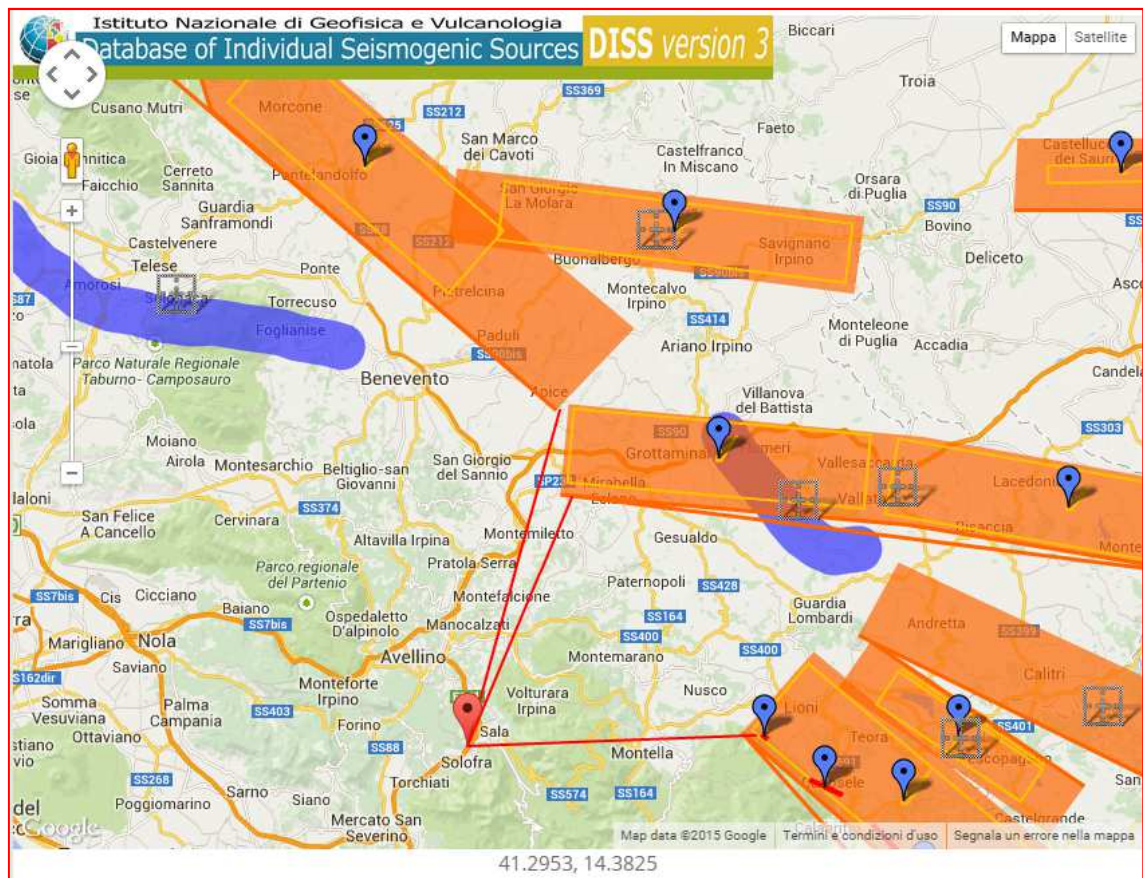
Sulla base di un modello che rappresenti la variazione dell'intensità macrosismica con la distanza dall'epicentro, generalmente è possibile affermare che gli effetti del terremoto diminuiscono allontanandosi dall'area epicentrale, tuttavia, in presenza di particolari condizioni geologiche e morfologiche (condizioni locali) si possono avere fenomeni di amplificazione difficilmente rappresentabili attraverso un modello matematico.

Si è stabilita quindi una relazione che meglio riproduca gli effetti realmente osservati in occasione di eventi sismici del passato, la variazione di intensità macrosismica è fornita tramite una relazione di attenuazione della PGA (Peak Ground Acceleration, accelerazione di picco al suolo) funzione della magnitudo M e della distanza del sito in esame dalla sorgente sismica; in letteratura sono disponibili molte relazioni di attenuazione (il compendio di Douglas del 2004 ne annovera oltre 160), il metodo di scelta della giusta relazione in genere si basa

sulla scelta della relazione che è stata elaborata sulla base dei dati riguardanti la regione oggetto di studio. Le relazioni di attenuazione usate più frequentemente sono, in Europa, quella di Ambraseys e, in Italia, quelle di Tento e di Sabetta-Pugliese.

Per il territorio di SOLOFRA, è possibile assumere, accelerazioni al suolo (g), funzione della Magnitudo e della distanza dalle tre sorgenti sismogenetiche più prossime al comune (Irpinia1-Lioni, Mirabella-Monteverde e Miranda-Apice), che sono comprese tra un minimo di 0.183 e 0.26.

| Sorgente sismogenetica | P1 | | P2 | | Distanza (Km) | Magnitudo (Mw) | Acc.ne al suolo (g) |
|---|----------|-----------|----------|-----------|---|----------------|---------------------|
| | Lat. (°) | Long. (°) | Lat. (°) | Long. (°) | | | |
| <input type="radio"/> Irpinia1 - Lioni | 40.84501 | 14.84700 | 40.85325 | 15.14190 | 24.8  | 6.8 | 0.26 |
| <input type="radio"/> Mirabella-Monteverde | 40.84501 | 14.84700 | 41.03795 | 14.95370 | 23.2  | 6.7 | 0.255 |
| <input checked="" type="radio"/> Miranda -Apice | 40.84501 | 14.84700 | 41.10525 | 14.94140 | 30  | 6.6 | 0.183 |



Mappa sismogenetica e accelerazione al suolo attesa

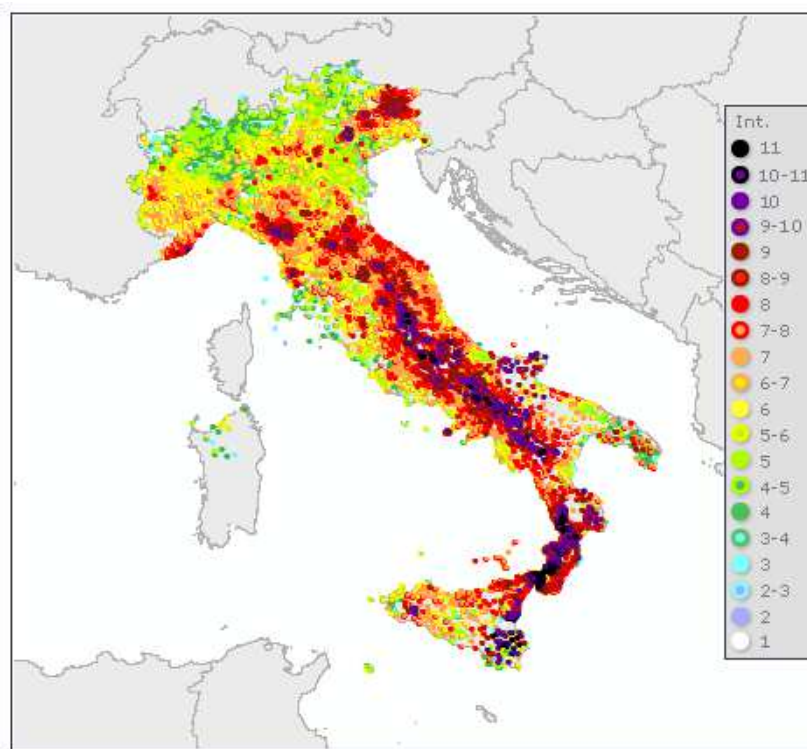
(depositi superficiali con spessore compreso tra 5 e 20 metri)

Dall'analisi del Database Macrosismico Italiano (DBMI11), *realizzato nell'ambito delle attività del Tema Trasversale Coordinato 5.1 "Banche dati e metodi macrosismici"* è possibile risalire ai 29 terremoti storici significativi che hanno interessato il comune di Solofra dal 1561 ad oggi.

In tale archivio, nel caso di disponibilità di più studi relativi allo stesso evento si è proceduto a sceglierne uno mediante un criterio basato essenzialmente su qualità dello studio, numero e distribuzione dei dati di intensità, ecc., a parità di informazioni si è adottato lo studio meno recente.

Il contributo più elevato a DBMI11 proviene dallo studio CFTI4med, che concorre con circa 30000 dati di intensità relativi a 542 eventi: per 220 eventi i dati di CFTI4med hanno sostituito quelli di una versione precedente di CFTI.

Tutti i dati che compongono il database sono stati trattati secondo le procedure di omogeneizzazione e di validazione adottate anche per il vecchio DBMI04, cui si rimanda. In particolare, parallelamente alla compilazione del database si è proceduto all'aggiornamento del riferimento geografico, anche mediante il confronto con il file ISTAT delle località abitate italiane 2001 (ISTAT, 2006).



Cartografia intensità massime per le località italiane - INGV 2011

7.3 - PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE



Area 1 - Centro abitato e porzione settentrionale del territorio

| | | |
|------------------------------|-----|--------|
| Periodo di riferimento (Vr): | 50 | [anni] |
| Periodo di ritorno (Tr) SLO: | 30 | [anni] |
| Periodo di ritorno (Tr) SLD: | 50 | [anni] |
| Periodo di ritorno (Tr) SLV: | 475 | [anni] |
| Periodo di ritorno (Tr) SLC: | 975 | [anni] |

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto (centro abitato)

| | | |
|----------------------|------------|-----|
| Latitudine (WGS84): | 40.8291500 | [°] |
| Longitudine (WGS84): | 14.8464600 | [°] |
| Latitudine (ED50): | 40.8301500 | [°] |
| Longitudine (ED50): | 14.8473200 | [°] |

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al centro abitato di SOLOFRA.

| Punto | ID | Latitudine (ED50) [°] | Longitudine (ED50) [°] | Distanza [m] |
|-------|-------|-----------------------------|------------------------------|-----------------|
| 1 | 33209 | 40.827300 | 14.811580 | 3023.67 |
| 2 | 33210 | 40.826520 | 14.877610 | 2580.50 |
| 3 | 32988 | 40.876510 | 14.878660 | 5789.43 |
| 4 | 32987 | 40.877300 | 14.812610 | 6000.33 |

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto 1

| Stato limite | Tr [anni] | ag [g] | F0 [-] | Tc* [s] |
|--------------|--------------|-----------|-----------|------------|
| SLO | 30 | 0.047 | 2.342 | 0.284 |
| SLD | 50 | 0.060 | 2.376 | 0.316 |
| | 72 | 0.071 | 2.375 | 0.333 |
| | 101 | 0.082 | 2.408 | 0.346 |
| | 140 | 0.095 | 2.422 | 0.356 |
| | 201 | 0.110 | 2.438 | 0.365 |
| SLV | 475 | 0.152 | 2.440 | 0.407 |
| SLC | 975 | 0.196 | 2.466 | 0.422 |
| | 2475 | 0.258 | 2.537 | 0.438 |

Punto 2

| Stato limite | Tr [anni] | ag [g] | F0 [-] | Tc* [s] |
|--------------|--------------|-----------|-----------|------------|
| SLO | 30 | 0.048 | 2.338 | 0.284 |
| SLD | 50 | 0.060 | 2.376 | 0.315 |
| | 72 | 0.072 | 2.379 | 0.333 |
| | 101 | 0.083 | 2.413 | 0.346 |
| | 140 | 0.095 | 2.427 | 0.358 |
| | 201 | 0.110 | 2.446 | 0.368 |
| SLV | 475 | 0.154 | 2.446 | 0.415 |
| SLC | 975 | 0.198 | 2.471 | 0.432 |
| | 2475 | 0.259 | 2.590 | 0.449 |

Punto 3

| Stato limite | Tr [anni] | ag [g] | F0 [-] | Tc* [s] |
|--------------|--------------|-----------|-----------|------------|
| SLO | 30 | 0.052 | 2.341 | 0.283 |
| SLD | 50 | 0.067 | 2.345 | 0.311 |
| | 72 | 0.079 | 2.374 | 0.328 |
| | 101 | 0.093 | 2.378 | 0.339 |
| | 140 | 0.108 | 2.387 | 0.348 |
| | 201 | 0.128 | 2.392 | 0.359 |
| SLV | 475 | 0.183 | 2.405 | 0.378 |
| SLC | 975 | 0.240 | 2.393 | 0.414 |
| | 2475 | 0.320 | 2.511 | 0.422 |

Punto 4

| Stato limite | Tr [anni] | ag [g] | F0 [-] | Tc* [s] |
|--------------|--------------|-----------|-----------|------------|
| SLO | 30 | 0.051 | 2.340 | 0.284 |
| SLD | 50 | 0.066 | 2.347 | 0.313 |
| | 72 | 0.079 | 2.356 | 0.329 |
| | 101 | 0.093 | 2.366 | 0.338 |
| | 140 | 0.108 | 2.375 | 0.347 |
| | 201 | 0.127 | 2.376 | 0.357 |
| SLV | 475 | 0.181 | 2.394 | 0.373 |
| SLC | 975 | 0.236 | 2.427 | 0.384 |
| | 2475 | 0.313 | 2.481 | 0.415 |

Punto d'indagine (centro abitato)

| Stato limite | Tr [anni] | ag [g] | F0 [-] | Tc* [s] |
|--------------|--------------|-----------|-----------|------------|
| SLO | 30 | 0.049 | 2.340 | 0.284 |
| SLD | 50 | 0.062 | 2.366 | 0.314 |
| SLV | 475 | 0.162 | 2.429 | 0.400 |
| SLC | 975 | 0.210 | 2.450 | 0.418 |

Essendo il comune di Solofra a cavallo tra più maglie elementari, si è reso necessario calcolare anche i valori relativi alla zona più meridionale, che come mostrato in figura comprende l'area di Monte Mai e Monte Monna e le fraz. verso Montoro.



Area 2 - porzione meridionale del territorio Monte Mai e Monte Monna)

| | | |
|------------------------------|-----|--------|
| Periodo di riferimento (Vr): | 50 | [anni] |
| Periodo di ritorno (Tr) SLO: | 30 | [anni] |
| Periodo di ritorno (Tr) SLD: | 50 | [anni] |
| Periodo di ritorno (Tr) SLV: | 475 | [anni] |
| Periodo di ritorno (Tr) SLC: | 975 | [anni] |

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto (loc. Scorza - via Panoramica)

| | | |
|----------------------|------------|-----|
| Latitudine (WGS84): | 40.8235700 | [°] |
| Longitudine (WGS84): | 14.8503200 | [°] |
| Latitudine (ED50): | 40.8245600 | [°] |
| Longitudine (ED50): | 14.8511800 | [°] |

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto di indagine (via Panoramica-loc. Scorza).

| Punto | ID | Latitudine (ED50) [°] | Longitudine (ED50) [°] | Distanza [m] |
|-------|-------|-----------------------------|------------------------------|-----------------|
| 1 | 33209 | 40.827300 | 14.811580 | 3345.99 |
| 2 | 33210 | 40.826520 | 14.877610 | 2234.45 |
| 3 | 33432 | 40.776530 | 14.876540 | 5751.28 |
| 4 | 33431 | 40.777320 | 14.810540 | 6268.39 |

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto 1

| Stato limite | Tr [anni] | ag [g] | F0 [-] | Tc* [s] |
|--------------|--------------|-----------|-----------|------------|
| SLO | 30 | 0.047 | 2.342 | 0.284 |
| SLD | 50 | 0.060 | 2.376 | 0.316 |
| | 72 | 0.071 | 2.375 | 0.333 |
| | 101 | 0.082 | 2.408 | 0.346 |
| | 140 | 0.095 | 2.422 | 0.356 |
| | 201 | 0.110 | 2.438 | 0.365 |
| SLV | 475 | 0.152 | 2.440 | 0.407 |
| SLC | 975 | 0.196 | 2.466 | 0.422 |
| | 2475 | 0.258 | 2.537 | 0.438 |

Punto 2

| Stato limite | Tr [anni] | ag [g] | F0 [-] | Tc* [s] |
|--------------|--------------|-----------|-----------|------------|
| SLO | 30 | 0.048 | 2.338 | 0.284 |
| SLD | 50 | 0.060 | 2.376 | 0.315 |
| | 72 | 0.072 | 2.379 | 0.333 |
| | 101 | 0.083 | 2.413 | 0.346 |
| | 140 | 0.095 | 2.427 | 0.358 |
| | 201 | 0.110 | 2.446 | 0.368 |
| SLV | 475 | 0.154 | 2.446 | 0.415 |
| SLC | 975 | 0.198 | 2.471 | 0.432 |
| | 2475 | 0.259 | 2.590 | 0.449 |

Punto 3

| Stato limite | Tr [anni] | ag [g] | F0 [-] | Tc* [s] |
|--------------|--------------|-----------|-----------|------------|
| SLO | 30 | 0.044 | 2.364 | 0.283 |
| SLD | 50 | 0.056 | 2.363 | 0.320 |
| | 72 | 0.065 | 2.393 | 0.336 |
| | 101 | 0.075 | 2.425 | 0.353 |
| | 140 | 0.085 | 2.455 | 0.366 |
| | 201 | 0.098 | 2.483 | 0.378 |
| SLV | 475 | 0.133 | 2.495 | 0.427 |
| SLC | 975 | 0.168 | 2.553 | 0.447 |
| | 2475 | 0.216 | 2.688 | 0.466 |

Punto 4

| Stato limite | Tr [anni] | ag [g] | F0 [-] | Tc* [s] |
|--------------|--------------|-----------|-----------|------------|
| SLO | 30 | 0.044 | 2.358 | 0.284 |
| SLD | 50 | 0.055 | 2.361 | 0.320 |
| | 72 | 0.065 | 2.398 | 0.336 |
| | 101 | 0.074 | 2.425 | 0.352 |
| | 140 | 0.084 | 2.460 | 0.363 |
| | 201 | 0.097 | 2.481 | 0.376 |
| SLV | 475 | 0.131 | 2.506 | 0.421 |
| SLC | 975 | 0.165 | 2.538 | 0.439 |
| | 2475 | 0.210 | 2.656 | 0.460 |

Punto d'indagine (angolo via Panoramica - loc. Scorza)

| Stato limite | Tr [anni] | ag [g] | F0 [-] | Tc* [s] |
|--------------|--------------|-----------|-----------|------------|
| SLO | 30 | 0.046 | 2.346 | 0.284 |
| SLD | 50 | 0.059 | 2.372 | 0.317 |
| SLV | 475 | 0.147 | 2.461 | 0.416 |
| SLC | 975 | 0.188 | 2.493 | 0.433 |

Pertanto in funzione della zona di interesse e dei seguenti elementi progettuali, che vanno definiti dal progettista dell'opera a farsi:

Vita nominale (Vn): [anni]

Classe d'uso:

Coefficiente d'uso (Cu):

Periodo di riferimento (Vr): [anni]

è possibile calcolare la Pericolosità Sismica di Sito (coefficienti sismici, spettri di risposta elastici e quelli di progetto), che è anche funzione delle eventuali amplificazioni stratigrafiche (SS) e topografiche (ST), che come detto in precedenza vanno ricavate, caso per caso con la *realizzazione di indagini dirette e di sito* e non possono essere ricavate da quelle della carta di microzonazione sismica; che come detto in precedenza e come meglio definito nel paragrafo successivo rappresenta uno strumento di riferimento solo a scala di pianificazione e non di singolo intervento, come tra l'altro richiesto dalle norme vigenti in materia.

| PROVE SISMICHE Geo SAFE sas, luglio 2014 | | |
|---|--------------------------|------------------------|
| DOWN HOLE | PROFONDITA' (m.) | VELOCITA (Vs30) |
| DH 1 | 26 | 300 |
| DH 2 | 30 | 700 |
| DH 7 | 30 | 390 |
| DH 8 | 30 | 400 |
| DH 9 | 30 | 360 |
| DH 10 | 30 | 480 |
| DH 11 | 30 | 580 |
| DH 12 | 30 | 420 |
| MASW | ESTENSIONE (m.l.) | VELOCITA (Vs30) |
| M 1 | 125 | 310 |
| M 2 | 125 | 280 |
| M 3 | 125 | 400 |
| M 4 | 125 | 200 |
| M 5 | 125 | 340 |
| M 6 | 125 | 250 |
| M 7 | 125 | 530 |
| M 8 | 125 | 380 |
| M 9 | 125 | 350 |
| M 10 | 125 | 250 |
| M 11 | 125 | 360 |
| M 12 | 125 | 340 |

INTERPRETAZIONE SISMOSTRATIGRAFICA PROVE SISMICHE MASW E DOWNHOLE

| n. | Profondità [m] | Spessore [m] | Peso unità volume [kN/mc] | Vp [m/sec] | Vs [m/sec] |
|----|-------------------|-----------------|------------------------------------|---------------|---------------|
| 1 | 6.00 | 6.00 | 18.30 | 710.9 | 203.39 |
| 2 | 26.00 | 20.00 | 19.47 | 1205.55 | 351.25 |

DH 1 | loc. Balsami
 Vs30 [m/sec] | 300.00

| n. | Profondità [m] | Spessore [m] | Peso unità volume [kN/mc] | Vp [m/sec] | Vs [m/sec] |
|----|-------------------|-----------------|------------------------------------|---------------|---------------|
| 1 | 4.00 | 4.00 | 19.24 | 288.6 | 234.19 |
| 2 | 8.00 | 4.00 | 22.94 | 978 | 750.47 |
| 3 | 30.00 | 22.00 | 23.78 | 1319.74 | 1073.69 |

DH 2 | loc. Sorbo
 Vs30 [m/sec] | 700.00

| n. | Profondità [m] | Spessore [m] | Peso unità volume [kN/mc] | Vp [m/sec] | Vs [m/sec] |
|----|-------------------|-----------------|------------------------------------|---------------|---------------|
| 1 | 6.00 | 6.00 | 17.59 | 341.88 | 170.02 |
| 2 | 30.00 | 24.00 | 21.17 | 1313.63 | 583.37 |

DH 7 | loc. svincolo AV-SA
 Vs30 [m/sec] | 390.00

| n. | Profondità [m] | Spessore [m] | Peso unità volume [kN/mc] | Vp [m/sec] | Vs [m/sec] |
|----|-------------------|-----------------|------------------------------------|---------------|---------------|
| 1 | 4.00 | 4.00 | 18.09 | 352.11 | 174.67 |
| 2 | 30.00 | 26.00 | 20.6 | 1363.4 | 499.71 |

DH 8 | S. Andrea Apostolo
 Vs30 [m/sec] | 400.00

| n. | Profondità [m] | Spessore [m] | Peso unità volume [kN/mc] | Vp [m/sec] | Vs [m/sec] |
|----|-------------------|-----------------|------------------------------------|---------------|---------------|
| 1 | 6.00 | 6.00 | 18.06 | 427.35 | 191.63 |
| 2 | 20.00 | 14.00 | 19.84 | 984.53 | 362.32 |
| 3 | 30.00 | 10.00 | 23.28 | 1572.33 | 928.51 |

DH 9 | loc. Ospedale
 Vs30 [m/sec] | 360.00

| n. | Profondità [m] | Spessore [m] | Peso unità volume [kN/mc] | Vp [m/sec] | Vs [m/sec] |
|----|-------------------|-----------------|------------------------------------|---------------|---------------|
| 1 | 4.00 | 4.00 | 19.14 | 352.11 | 228.18 |
| 2 | 16.00 | 12.00 | 20.72 | 1029.16 | 448.93 |
| 3 | 30.00 | 14.00 | 22.8 | 3240.74 | 804.6 |

DH 10 | loc. le Cortine
 Vs30 [m/sec] | 480.00

| n. | Profondità [m] | Spessore [m] | Peso unità volume [kN/mc] | Vp [m/sec] | Vs [m/sec] |
|----|-------------------|-----------------|------------------------------------|---------------|---------------|
| 1 | 8.00 | 8.00 | 19.73 | 704.85 | 313.6 |
| 2 | 30.00 | 22.00 | 23 | 1153.04 | 853.37 |

DH 11 | v.ne Spirito Santo
 Vs30 [m/sec] | 580.00

| n. | Profondità [m] | Spessore [m] | Peso unità volume [kN/mc] | Vp [m/sec] | Vs [m/sec] |
|----|-------------------|-----------------|------------------------------------|---------------|---------------|
| 1 | 6.00 | 6.00 | 19.27 | 397.88 | 260.3 |
| 2 | 30.00 | 24.00 | 20.64 | 2362.2 | 499.06 |

DH 12 | loc. S. Agata Irpina
 Vs30 [m/sec] | 420.00

| n. | Profondità [m] | Spessore [m] | Peso unità volume [kg/mc] | Vp [m/sec] | Vs [m/sec] |
|----|-------------------|-----------------|------------------------------------|---------------|---------------|
| 1 | 5.51 | 5.51 | 1700.0 | 312.7 | 167.1 |
| 2 | 23.30 | 17.79 | 1900.0 | 585.2 | 312.8 |
| 3 | oo | oo | 1900.0 | 1746.1 | 933.3 |

MASW 1 | Comune-Collegiata
 Vs30 [m/sec] | 310.00

| n. | Profondità [m] | Spessore [m] | Peso unità volume [kg/mc] | Vp [m/sec] | Vs [m/sec] |
|----|-------------------|-----------------|------------------------------------|---------------|---------------|
| 1 | 8.00 | 8.00 | 1800.0 | 362.3 | 193.7 |
| 2 | 30.05 | 22.05 | 1900.0 | 615.9 | 329.2 |
| 3 | oo | oo | 2000.0 | 1203.9 | 643.5 |

MASW 2
 Vs30 [m/sec] Zona industriale
 280.00

| n. | Profondità [m] | Spessore [m] | Peso unità volume [kg/mc] | Vp [m/sec] | Vs [m/sec] |
|----|-------------------|-----------------|------------------------------------|---------------|---------------|
| 1 | 3.78 | 3.78 | 1800.0 | 277.0 | 148.1 |
| 2 | 10.43 | 6.65 | 1900.0 | 590.3 | 315.5 |
| 3 | oo | oo | 1900.0 | 1278.6 | 683.4 |

MASW 3
 Vs30 [m/sec] Campo sportivo
 400.00

| n. | Profondità [m] | Spessore [m] | Peso unità volume [kg/mc] | Vp [m/sec] | Vs [m/sec] |
|----|-------------------|-----------------|------------------------------------|---------------|---------------|
| 1 | 2.50 | 2.50 | 1700.0 | 98.4 | 52.6 |
| 2 | 8.98 | 6.48 | 1900.0 | 227.0 | 121.3 |
| 3 | oo | oo | 2000.0 | 792.0 | 423.4 |

MASW 4
 Vs30 [m/sec] loc. Volpi
 200.00

| n. | Profondità [m] | Spessore [m] | Peso unità volume [kg/mc] | Vp [m/sec] | Vs [m/sec] |
|----|-------------------|-----------------|------------------------------------|---------------|---------------|
| 1 | 9.45 | 9.45 | 1700.0 | 457.4 | 244.5 |
| 2 | 22.44 | 12.99 | 1800.0 | 631.8 | 337.7 |
| 3 | oo | oo | 1900.0 | 1240.4 | 663.0 |

MASW 5 | loc. Caprari
 Vs30 [m/sec] | 340.00

| n. | Profondità [m] | Spessore [m] | Peso unità volume [kg/mc] | Vp [m/sec] | Vs [m/sec] |
|----|-------------------|-----------------|------------------------------------|---------------|---------------|
| 1 | 2.50 | 2.50 | 1800.0 | 375.1 | 200.5 |
| 2 | 33.77 | 31.27 | 1900.0 | 478.5 | 255.8 |
| 3 | oo | oo | 2000.0 | 1607.4 | 859.2 |

MASW 6 | loc. le Cortine
 Vs30 [m/sec] | 250.00

| n. | Profondità [m] | Spessore [m] | Peso unità volume [kg/mc] | Vp [m/sec] | Vs [m/sec] |
|----|-------------------|-----------------|------------------------------------|---------------|---------------|
| 1 | 3.41 | 3.41 | 1700.0 | 409.3 | 218.8 |
| 2 | 8.41 | 5.00 | 1800.0 | 691.7 | 369.7 |
| 3 | oo | oo | 1900.0 | 1511.1 | 807.7 |

MASW 7 | S. Andrea Apostolo
 Vs30 [m/sec] | 530.00

| n. | Profondità [m] | Spessore [m] | Peso unità volume [kg/mc] | Vp [m/sec] | Vs [m/sec] |
|----|-------------------|-----------------|------------------------------------|---------------|---------------|
| 1 | 1.50 | 1.50 | 1700.0 | 468.5 | 250.4 |
| 2 | 12.31 | 10.81 | 1800.0 | 533.9 | 285.4 |
| 3 | oo | oo | 1900.0 | 937.7 | 501.2 |

MASW 8 Zona industriale
 Vs30 [m/sec] 380.00

| n. | Profondità [m] | Spessore [m] | Peso unità volume [kg/mc] | Vp [m/sec] | Vs [m/sec] |
|----|-------------------|-----------------|------------------------------------|---------------|---------------|
| 1 | 4.85 | 4.85 | 1700.0 | 480.1 | 256.6 |
| 2 | 27.31 | 22.47 | 1800.0 | 675.0 | 360.8 |
| 3 | oo | oo | 1900.0 | 1081.8 | 578.2 |

MASW 9 Loc. Castello
 Vs30 [m/sec] 350.00

| n. | Profondità [m] | Spessore [m] | Peso unità volume [kg/mc] | Vp [m/sec] | Vs [m/sec] |
|----|-------------------|-----------------|------------------------------------|---------------|---------------|
| 1 | 6.23 | 6.23 | 1800.0 | 312.7 | 167.2 |
| 2 | 15.73 | 9.50 | 1900.0 | 407.7 | 217.9 |
| 3 | oo | oo | 2000.0 | 725.5 | 387.8 |

MASW 10 Selva Piana
 Vs30 [m/sec] 250.00

| n. | Profondità [m] | Spessore [m] | Peso unità volume [kg/mc] | Vp [m/sec] | Vs [m/sec] |
|----|-------------------|-----------------|------------------------------------|---------------|---------------|
| 1 | 4.02 | 4.02 | 1700.0 | 341.7 | 182.6 |
| 2 | 16.64 | 12.63 | 1900.0 | 569.6 | 304.5 |
| 3 | oo | oo | 2000.0 | 1268.8 | 678.2 |

MASW 11 | S. Agata Irpina
 Vs30 [m/sec] | 360.00

| n. | Profondità [m] | Spessore [m] | Peso unità volume [kg/mc] | Vp [m/sec] | Vs [m/sec] |
|----|-------------------|-----------------|------------------------------------|---------------|---------------|
| 1 | 6.20 | 6.20 | 1700.0 | 371.5 | 198.6 |
| 2 | 24.03 | 17.83 | 1900.0 | 678.4 | 362.6 |
| 3 | oo | oo | 2000.0 | 1492.5 | 797.8 |

MASW 12 | SP - Turci-Catsello
 Vs30 [m/sec] | 340.00

8.0 - ZONAZIONE SISMICA (MOPS) E GEOMORFOLOGICA

Secondo quanto esposto nei paragrafi precedenti, tenendo conto di tutte le considerazioni descritte e definite in funzione delle caratteristiche geologiche e sismiche, è stato possibile suddividere il territorio in "zone" che, per caratteristiche morfoevolutive, sismiche e geotecniche, mostrano il maggior grado di omogeneità.

Nel ribadire l'incertezza dei limiti della zonazione (eterogeneità areale e verticale), si raccomanda l'accertamento in sito delle condizioni tipiche delle zone d'appartenenza. La carta della zonazione sismica riporta, a tale scopo, una sintesi della zonazione geolitologica e geomorfologica, al fine di permettere un'adeguata previsione di indagini di dettaglio in funzione dell'importanza delle strutture da realizzare e degli obiettivi che s'intenderà perseguire nell'utilizzazione del territorio.

Risulta evidente, che per le aree ricadenti, in zone con vincoli sovracomunali con valore sovraordinato, in particolare per le aree perimetrate a rischio e pericolosità sia da *frana* che *idraulico* nell'ambito del PSAI redatto dall' Autorità di Bacino della Campania Centrale, si deve fare riferimento, relativamente alle zone omogenee e alla pianificazione prevista nel PUC, alle relative Norme di Attuazione e laddove sono consentiti gli interventi, a quelle di salvaguardia emanate a corredo dello stesso PSAI.

Relativamente agli aspetti sismici e di microzonazione, per le possibili classi di suolo individuate in sito, e in funzione delle caratteristiche morfologiche dei siti analizzati legati al contributo morfologico dell'amplificazione sismica, il valore relativo all'amplificazione sismica locale da adottare nei successivi calcoli dello spettro elastico locale di progetto, varia in funzione della tipologia dell'opera, della classe di utilizzo e quindi dello stato limite di progetto (funzione del tempo di ritorno).

Sulla base delle tipologie previste nel piano, e sulla scorta delle possibili classi d'uso dei successivi interventi a farsi, l'Amplificazione Sismica Locale, su sottosuolo di categoria A, B, ecc. e categoria topografica T1, T2, ecc., tende a variare in funzione dello stato limite considerato, questa chiaramente andrà verificata con ulteriori indagini specifiche in sito, sismiche e geologiche come richiesto dalle nuove norme tecniche vigenti (DM2008 e s.m.i.).

Pertanto, valutati i parametri spettrali a_g , F_0 e T^*c per il sito di progetto (approccio "sito-dipendente"), corretti per il calcolo del periodo di ritorno necessario, incrementati per l'amplificazione stratigrafica e topografica e sulla base della classe d'uso della costruzione, sarà possibile definire gli spettri orizzontali e verticali, necessari per la stima dell'azione sismica di progetto delle singole opere a farsi.

Le indagini specifiche eseguite, integrate con le indagini sismiche esistenti e realizzate nel corso degli anni, ha permesso di redigere la carta in prospettiva sismica classificando i suoli secondo la nuova normativa tecnica vigente e nel rispetto della norma regionale 9/83.

Nello specifico, le risultanze dei parametri sismici integrati con i rilievi geomorfologici e di stabilità del territorio, hanno permesso di definire le prescrizioni e le raccomandazioni per la zona classificata, anche in accordo con quanto indicato dalla Regione Campania – A.G.C. LL.PP. – Settore Geologico Regionale, nelle Linee Guida finalizzate alla mitigazione del Rischio sismico - Indagini ed Analisi Geologiche, Geofisiche e Geotecniche – Zonazione Sismica.

Pertanto, la carta in prospettiva sismica che riporta la microzonazione dell'intero territorio comunale in scala 1:5.000, in funzione delle attività e/o infrastrutture previste ha consentito di giungere all'obiettivo finale di definire la suscettibilità:

- alla amplificazione del segnale sismico
- alla liquefazione
- alla instabilità dei pendii naturali

L'approccio utilizzato, integrazione dei dati geolitologici, geomorfologici e dei dati sismici di campagna, ha quindi permesso la redazione di una carta in scala 1:5.000 che rispetta anche quanto previsto dalla normativa regionale 9/83 che riporta la "categoria di suolo media della Microzona" e quindi il relativo fattore di incremento da applicare, nelle varie Microzone o Sottozone individuate.

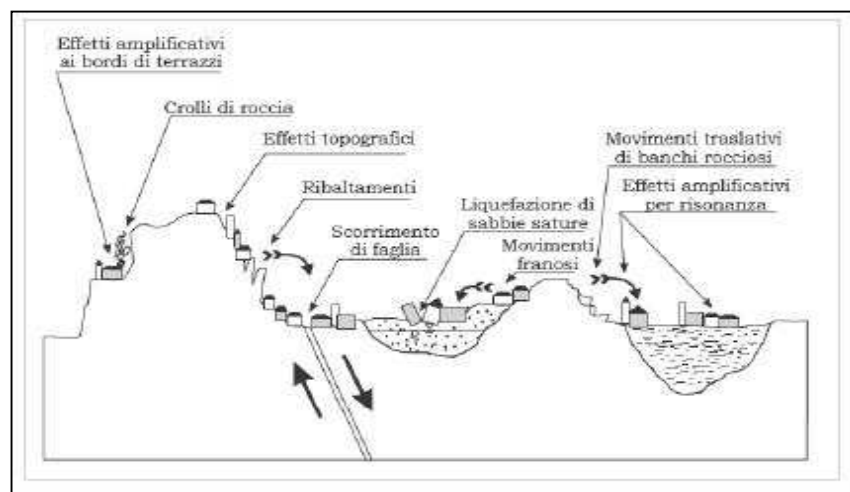
E' da sottolineare che, nello spirito della normativa, tale suddivisione del territorio rappresenta una sottozonazione sismica a carattere ancora generale, a livello cioè di pianificazione del territorio e non può, né vuole, rappresentare una

specifica e corretta identificazione della categoria di terreno presente nell'immediato sottosuolo di uno specifico sito.

I valori di "Vs30" determinati nei punti di rilevamento (vedi carta ubicazione indagini) sono stati infatti estrapolati nelle diverse aree sulla base anche della litologia affiorante e, come è ben comprensibile, possono solo essere rappresentativi di situazioni non particolari, ma generali, come è appunto negli obiettivi di una Microzonazione in prospettiva sismica di un territorio Comunale o di una porzione di esso.

La delimitazione delle aree omogenee dal punto di vista sismico (Vs30), è stata basata sulle caratteristiche e sui limiti della litologia affiorante e dei "morfotipi", desunti dalle varie carte tematiche, e successivamente, in base ai detti valori di velocità sismica Vs30, è stata redatta una carta delle microzone omogenee, come prevista dalle linee guide della Protezione Civile Nazionale - Carta di Livello 1.

Così per una stima della vulnerabilità territoriale o locale, oltre ad applicare un coefficiente di amplificazione sensibile agli effetti topografici, si è tenuto conto delle diverse situazioni geologico-geomorfologiche, litologiche e strutturali del territorio comunale. A questo proposito, nella figura sottostante è stato riportato un generico scenario geologico-strutturale tale da indurre un'amplificazione naturale delle sollecitazioni sismiche e causare anche fenomeni di pericolosità e/o instabilità.



Differenti scenari di "Pericolosità" locale (Crespellani, 1999)

Tutto ciò ha portato alla suddivisione del territorio in 5 zone + 2 sottozone, come riportato nella Carta della Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica e coerentemente con quanto definito dalla pubblicazione *indirizzi e criteri per la microzonazione sismica – Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento della Protezione Civile – cap. 2.3. Procedura per la stesura delle M.O.P.S. di livello 1*, la cui legenda e riportata sulla tavola 6, *si fa presente che nel territorio comunale di Solofra non si sono riscontrate zone stabili con assenza di amplificazioni topografiche e stratigrafiche.*

Pertanto, ai fini delle destinazioni previste dal Piano Urbanistico Comunale, gli interventi, sia di nuova costruzione che di recupero e consolidamento strutturale di quelli esistenti, sono da considerarsi compatibili con il rischio sismico presente e rilevato nell'area, sempre che ci si attenga alle raccomandazioni e alle prescrizioni legate alla microzona individuata, ad eccezione di quelle classificate come ZONE INSTABILI (o meglio ancora a quelle classificate a pericolosità e rischio elevato e molto elevato nel PSAI P3/R3 e P4/R4), per le quali solo a seguito di approfondimenti è possibile stabilire la loro utilizzazione, anche in funzione di interventi di mitigazione sismica e/o idrogeologica.

Resta inteso che, in sede successiva, durante le varie fasi progettuali definite dalla L. 109/94, deve essere effettuata la determinazione attenta delle caratteristiche del terreno della singola opera a farsi, secondo le procedure di valutazione della risposta sismica del sito e sulla base di indagini che permettano una corretta valutazione del modello geolitologico e sismico del sottosuolo interessato dalle fondazioni e dalla realizzazione delle opere a farsi.

Tra l'altro, i terreni potenzialmente interessati dalle opere di fondazione, non essendo riconducibili a situazioni tipo di "grave pericolosità sismica" non sono pertanto da escludere quali siti di costruzioni, resta chiaro che, sarà necessario e indispensabile uno studio di Risposta Sismica Locale con procedure di indagine e di analisi di maggiore dettaglio così come d'altro canto prevede la normativa sismica oggi in vigore.

In definitiva, quindi si sono individuati le zone sismiche omogenee, le cui norme di attuazione sono riportate nel paragrafo successivo **8.1 - PERICOLOSITA' SISMICA** a cui si rimanda per maggiori dettagli.

Inoltre, al fine di ottemperare a quanto previsto dalla nuova normativa si è provveduto, in questa fase di microzonazione, a indicare le amplificazioni di sito delle aree in funzione del tipo di suolo e della categoria topografica, indicando come suolo di partenza ad incremento uno quello di tipo "A" e considerando le possibili tipologie di opere e la relativa classe di utilizzo.

La dipendenza dello spettro di risposta elastico dalle caratteristiche geosismiche o comunque dinamiche dei terreni di fondazione, sembrerebbe aver superato i problemi di genericità e di scarsa attenzione alle problematiche geolitologiche, geosismiche e geotecniche, che pur tantissima e preponderante influenza hanno sulla Risposta di Sito, riscontrati nelle leggi antisismiche precedenti.

E' da sottolineare, infatti, che già la precedente normativa in materia della Regione Campania (L.R. 9/83 art.14 e seg.) prevedeva, per le indagini a scopo antisismico in un sito ove era ubicata o doveva esser ubicata una costruzione, la valutazione sperimentale delle caratteristiche sismiche dei terreni fino ad una profondità di 20-40 metri. Ciò evidentemente allo scopo di procedere, utilizzando tale dato, alla modulazione della funzione di risposta $R(T)$ che la legge definiva specificamente in Ampiezza, R , ed in Periodo, T , per il basamento rigido, e di individuare così i periodi per i quali si sarebbero potute avere particolari amplificazioni del segnale sismico in superficie in presenza di terreni di copertura non rigidi.

La Microzonazione sismica deve tener conto di quanto espressamente citato nella su indicata legge regionale 9/83 relativamente alla programmazione dell'uso del territorio ed ai Piani Regolatori Generali (Piani Urbanistici Comunali) e nella più recente normativa della Regione Campania (Delibera n. 5447 G. R. Campania del 07/11/2002; Delibera n. 248 G. R. Campania del 24/01/2003; Delibera n. 334 G. R. Campania del 31/01/2003; Delibera n°816 G. R. Campania del 10-6-2004) riguardante la zonazione del territorio in prospettiva sismica, ma essere anche

congrua ed omogenea con quanto previsto dalla Ordinanza 3274 e dalle Nuove Norme Tecniche relativamente alle costruzioni ed ai relativi siti.

I valori di incremento assegnati alle singole "Microzone" individuate possono quindi essere anche essi resi congrui con quanto disposto della normativa vigente, considerando soltanto i fattori di incremento del livello massimo raggiunto dallo spettro elastico relativo alle varie Categorie di suolo rispetto a quello riferito alla Categoria di suolo A.

Ovviamente non si vuole qui definire la specifica forma spettrale che caratterizza il sito (cosa che si farà successivamente in sede di valutazione della Risposta Sismica di Sito), ma solo dare una valutazione generale del livello massimo dell'amplificazione dell'evento sismico che si avrà nella sottozona individuata rispetto a quello che si avrà nelle altre sottozone ove affiori il basamento o in ogni caso affiori un mezzo rigido.

L'uso del territorio, oltre a far riferimento a quanto previsto dalla carta della microzonazione sismica, deve considerare i caratteri geologici e geomorfologici di ogni singolo morfotipo riportato nella carta geomorfologica e le implicazioni tecniche che lo stesso ha rispetto al suo utilizzo, in poche parole una visione di uso razionale e corretto del territorio non può prescindere dagli aspetti evolutivi delle forme geologiche che lo compongono, anche nel rispetto di quanto previsto nel PSAI.

Pertanto la compatibilità urbanistica, oltre a considerare quanto riportato nel paragrafo PERICOLOSITA' SISMICA, deve considerare anche l'effetto che ogni singolo intervento attua sul sistema morfoevolutivo naturale, quindi alle norme di attuazione sismiche vanno integrate, oltre a quelle contenute nel PSAI, quelle riportate nel paragrafo 8.2 - PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA, norme a cui bisogna attenersi per ogni intervento a farsi e che vanno inserite nel REGOLAMENTO COMUNALE del Piano Urbanistico Comunale.

8.1 - PERICOLOSITA' SISMICA (MOPS)

La sintesi di tutte le informazioni derivanti dallo studio di MS di livello 1 ha consentito di valutare le condizioni di pericolosità sismica del territorio comunale studiato secondo i seguenti gradi di pericolosità.

PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE MEDIA

Aree stabili suscettibili di amplificazioni locali topografiche e stratigrafiche dove l'edificazione è consentita ad esclusione di quelle aree a pericolosità/rischio riportate e normate dall'Autorità di Bacino competente nel relativo Piano Assetto Idrogeologico.

Nelle zone stabili suscettibili di amplificazione locali che sono caratterizzate da contrasti di impedenza sismica tra coperture e substrato, deve essere realizzata una campagna di indagini geofisica (ad esempio profili sismici a riflessione/rifrazione, prove sismiche in foro, profili MASW) e geotecniche (ad esempio sondaggi geognostici) che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica dei terreni tra coperture e bedrock sismico.

In presenza di zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse, deve essere realizzata una campagna di indagini geofisiche di superficie che definisca geometrie e velocità sismiche dei litotipi posti a contatto al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica, è opportuno che tale ricostruzione sia tarata mediante indagini geognostiche dirette.

In tali aree edificabili risulta importante il riconoscimento delle frequenze di risonanza principali dei terreni in sito, che permettono di indicare le tipologie edilizie che potranno subire la massima amplificazione del moto del suolo per effetto della doppia risonanza. E' noto che la frequenza di risonanza di un edificio è governata principalmente dall'altezza e può essere pertanto calcolata, e poiché la frequenza fondamentale di risonanza del terreno è anch'essa facilmente calcolabile attraverso

idonea prova HVSR, si può ricavare una relazione tra il numero di piani dell'edificio e la frequenza propria dei terreni in sito, che è funzione del loro spessore.

Pertanto risulta fondamentale la misura in sito di tali parametri al fine di stabilire un'altezza del fabbricato compatibile con le frequenze di risonanza del sito.

Nelle aree di piedimonte, di raccordo con i versanti (talus, conoidi detritiche e colluviali, ecc.), per quanto attiene alla caratterizzazione geofisica, è preferibile l'utilizzo di prove geofisiche di superficie capaci di effettuare una ricostruzione bidimensionale del sottosuolo orientate in direzione del maggior approfondimento del substrato geologico e/o sismico.

A questa area a PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE MEDIA appartengono n. 4 zone diversificate tra di loro in funzione del tipo di amplificazione topografica (da verificare caso per caso con un adeguato rilievo topografico) e di amplificazione stratigrafica, che a scala comunale sono state così suddivise:

ZONA 1a

Aree suscettibili ad *amplificazione topografica* ossia aree con presenza di ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, localizzate in limitate aree lungo i versanti carbonatici, con bancate significative e in assenza di alterazioni e/o fatturazioni, dove è possibile localmente raggiungere velocità delle **$V_s(30) > 800$ m/sec. - cat. suolo A**

e/o

Aree suscettibili ad *amplificazione stratigrafica* e *topografica* ossia rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con velocità **$360 < V_s(30) < 800$ m/sec. - cat. suolo B**

ZONA "1b"

Aree suscettibili ad *amplificazione stratigrafica* e *topografica* ossia rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con velocità **$360 < V_s(30) < 800$ m/sec. - cat. suolo B**

ZONA "2"

Aree suscettibili ad *amplificazione stratigrafica* e *topografica* ossia depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con velocità **180 < Vs(30) < 360 m/sec. - cat. suolo C**

ZONA "3a"

Aree suscettibili ad *amplificazione stratigrafica* e *topografica* ossia depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con velocità **180 < Vs(30) < 360 m/sec. - cat. suolo C e/o con Vs(30) < 180 m/sec. - cat. suolo D**, per le quali è necessario predisporre specifiche analisi per la definizione della suscettibilità alla instabilità di versante e delle azioni sismiche.

ZONA "3b"

Area di piana, caratterizzata da terreni in parte di origine fluvio-alluvionale, recenti e antichi, vanno realizzate adeguate indagini geognostiche e geotecniche finalizzate al calcolo del coefficiente di sicurezza relativo alla possibilità di liquefazione dei terreni, in presenza di sabbie monodimensionali (ricadenti nei fusi granulometrici previsti dal DM 2008 in funzione del coefficiente di uniformità U_c).

Gli approfondimenti previsti, qualora si intenda utilizzare procedure di verifica semplificate, comprendono in genere indagini convenzionali in sito (sondaggi, SPT, CPT) e analisi di laboratorio (curve granulometriche, limiti di Atterberg, ecc.).

Nel caso di opere di particolare importanza, si consiglia fortemente l'utilizzo di prove di laboratorio per la caratterizzazione dinamica in prossimità della rottura (prove triassiali cicliche di liquefazione e altre eventuali prove non standard finalizzate all'effettuazione di analisi dinamiche);

PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE ALTA

Aree instabili o potenzialmente instabili, suscettibili di amplificazioni locali topografiche e stratigrafiche, dove l'edificazione è consentita, solo a seguito di compatibilità idrogeologica o dove necessario della realizzazione di opere di consolidamento e/o mitigazione idrogeologica e sismica e messa in sicurezza del territorio e/o delle infrastrutture.

Per tali aree dovranno essere valutati i seguenti aspetti:

- a) per i terreni potenzialmente liquefacibili, trattasi in genere di aree alluvionali recenti, vanno realizzate adeguate indagini geognostiche e geotecniche finalizzate al calcolo del coefficiente di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni. Gli approfondimenti previsti, qualora si intenda utilizzare procedure di verifica semplificate, comprendono in genere, come per la zona 3b, indagini convenzionali in sito (sondaggi, SPT, CPT) e analisi di laboratorio (curve granulometriche, limiti di Atterberg, ecc.). Nel caso di opere di particolare importanza, si consiglia fortemente l'utilizzo di prove di laboratorio per la caratterizzazione dinamica in prossimità della rottura (prove triassiali cicliche di liquefazione e altre eventuali prove non standard finalizzate all'effettuazione di analisi dinamiche);
- b) nelle zone suscettibili di instabilità di versante avvenuta e/o potenziale, oltre a rispettare le prescrizioni riportate nella pericolosità geomorfologica, devono essere realizzate indagini geofisiche e geotecniche per le opportune verifiche di sicurezza e per la corretta definizione dell'azione sismica. Si consiglia l'utilizzo di metodologie geofisiche di superficie capaci di restituire un modello 2D del sottosuolo al fine di ricostruire il fenomeno in atto o potenziale. E' opportuno che tali indagini siano tarate mediante prove geognostiche dirette con prelievo di campioni su cui effettuare la determinazione dei parametri di rottura anche in condizioni dinamiche e cicliche, in particolare per i terreni argillosi-marnosi. Tali indagini saranno tuttavia da rapportare al tipo di verifica

- (analisi pseudostatica o analisi dinamica), all'importanza dell'opera e al meccanismo del movimento del corpo franoso presente e/o potenziale;
- c) in presenza di zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse e in presenza di aree interessate da deformazioni legate alla presenza faglie e/o di possibili faglie attive e capaci, deve essere realizzata una campagna di indagini geofisiche di superficie che definisca geometrie e velocità sismiche dei litotipi posti a contatto al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica, è opportuno che tale ricostruzione sia tarata mediante indagini geognostiche dirette.

A questa area a PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE ALTA appartengono n. 2 zone diversificate tra di loro in funzione della problematica di instabilità e pericolosità in atto e/o potenziale, che a scala comunale sono state così suddivise:

ZONA "4"

Aree instabili con depositi di terreni potenzialmente suscettibili a liquefazione o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile come A-B-C-D-E (cat. suolo S2) dove è necessario predisporre specifiche analisi per la definizione della suscettibilità alla liquefacibilità e delle azioni sismiche.

ZONA "5"

Aree instabili o di potenziale instabilità, ossia aree interessate da dissesti avvenuti e/o potenziali a diverso cinematismo, compreso aree con fenomeni di creep e soliflusso superficiale, dove è necessario predisporre studi di dettaglio per la definizione dell'effettivo rischio idrogeologico e delle azioni sismiche anche nel rispetto di quanto richiesto nel PSAI.

Si ribadisce che le categorie di sottosuolo e quindi le amplificazioni stratigrafiche come anche quelle topografiche, sono a scala di pianificazione e pertanto non vanno utilizzate come dato per la progettazione di qualunque

tipologia di intervento, per la quale si necessita di specifiche indagini in sito sismiche, come d'altronde previsto dalla normativa.

8.2 - PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA



Di seguito sono riportate le indicazioni geologico-tecniche a cui fare riferimento per un corretto uso del territorio in funzione della sua naturale morfoevoluzione, ribadendo che vanno integrate nel regolamento comunale, e precisando inoltre, che le stesse di seguito fornite, a scala di piano comunale, sono di rango inferiore, e quindi sono applicabili solo laddove l'intervento a farsi risulta compatibile con la pericolosità sismica dell'area e con le norme di attuazione del PSAI dell'Autorità di Bacino Regionale Centrale della Campania.

Pertanto il territorio è stato suddiviso in quattro categorie a differente grado di suscettibilità morfoevolutiva, ognuna delle categorie raggruppa i morfotipi presenti sulla tavola geomorfologica finalizzata al rischio idrogeologico, a cui si rimanda, in base alla loro storia geologica e alla loro pericolosità evolutiva.






1 - Unità Morfologiche e forme associate di genesi complessa

| | |
|---|--------------------------------|
|  | Crinale montuoso |
|  | Crinale collinare |
|  | Cresta o crinale molto serrato |
|  | Superficie a debole pendenza |
|  | Sella |
|  | Ripiano intermedio collinare |
|  | Ripiano intermedio montuoso |
|  | Piana alluvionale |




2 - Idrografia

| | |
|---|------------------------------|
|  | Alveo fluviale o torrentizio |
|  | Terrazzo fluviale recente. |

3 - Forme a controllo lito-strutturale

| | |
|---|--|
|  | Rilievo isolato |
|  | Versante di faglia poco evoluto |
|  | Versante litostrutturale |
|  | Versante fluvio denudazionale di bacino imbrifero |
|  | Versante o scarpata di degradazione soggetti a crollo (con ipotetiche traiettorie) |






4 - Forme di versante dovute alla gravità (franosità e creep)

| | |
|---|--------------------------------|
|  | Zona di alimentazione/distacco |
|  | Zona di canale/transito |
|  | Zona di accumulo/deposito |

5 - Forme fluviali e diversante dovute al dilavamento

| | |
|---|--|
|  | Aree eluvio-colluviali in concavità morfologiche ZOB |
|  | Vallecola incisa |
|  | Forra o valle fluviale molto incisa |
|  | Fianco di reincisione di conoide detritico alluvionale |
|  | Vallecola colluviale |
|  | Conoide colluviale |
|  | Conoide detritico alluvionale attivo |
|  | Conoide detritico alluvionale quiescente |
|  | Conoide detritico alluvionale inattivo |
|  | Conoide alluvionale quiescente |
|  | Conoide alluvionale inattivo |
|  | Talus detritico colluviale |
|  | Glacis d'accumulo |

5 - Forme antropiche

| | |
|---|---------------------------------|
|  | Piazzale di cava |
|  | Fronte di cava |
|  | Imbocco di galleria AV-SA |
|  | Area rimodellata antropicamente |
|  | Scarpata antropica |

stralcio legenda carta geomorfologica

ELEVATA (n. 16 morfotipi)

1. Alveo fluviale o torrentizio
2. Forra o valle fluviale molto incisa
3. Vallecola incisa
4. Terrazzo fluviale recente
5. Aree antropiche (fronti e piazzali di cava, scarpate antropiche, galleria, area rimodellata antropicamente)
6. Forme di versante dovute alla gravità (franosità recente e antica, creep superficiale)
7. Versante o scarpata di degradazione soggetti a crollo
8. Conoidi detritico alluvionale attivo e quiescente
9. Aree eluvio-colluviali in Zero Order Basin

Aree ad elevata evoluzione morfologica per le quali qualunque intervento richiede uno studio geomorfologico di dettaglio, basato su indagini geognostiche finalizzate alla comprensione dello stato di attività del morfotipo interessato e di quelli significativi che influenzano l'area di studio o meglio ancora, per le Zero Order Basin e per le cornici di morfoselezione soggette a crolli, l'influenza che queste hanno sulle zone presenti immediatamente a valle (zone di transito e possibile accumulo, pertanto impatto sull'urbanizzato esistente e/o di progetto).

Per i morfotipi, afferenti a problematiche di tipo alluvionale in s.l. (1-2-3-4), va considerata la possibilità che su un determinato periodo di ritorno, l'area possa essere interessata da fenomeni alluvionali, detritico alluvionali o erosivi.

Per le aree antropicamente modificate (5), con presenza di riporti significativi, l'uso del territorio è subordinato alla verifica di tali materiali e dei rapporti stratigrafici con i terreni naturali, le opere vanno realizzate con un grado di sicurezza rapportato alla problematica riscontrata a seguito di studi di dettaglio. Per quelle oggetto di attività estrattiva, si rimanda a quanto previsto nel PRAE, nel rispetto delle competenze afferenti alla regione e agli uffici cave del genio civile competente territorialmente.

Per le aree con caratteristiche morfologiche legate a genesi gravitativa, avvenute in ambiente prevalentemente terrigeno (6), gli interventi sono consentiti solo a seguito di studi di dettaglio preliminari (finalizzati alla comprensione del fenomeno, sia esso frana, creep, soliflusso, ecc., e del suo stato di attività o delle possibili interferenze/compatibilità con la destinazione/intervento finale del sito), solo laddove risulta dallo studio di dettaglio, indispensabile, l'uso del territorio è subordinato alla realizzazione di adeguate opere di mitigazione, queste ultime, vanno realizzate e collaudate prima di qualunque intervento a farsi e sempre nel rispetto delle norme sovracomunali di Bacino (realizzando opportune compatibilità idrogeologiche, quando, le norme del PSAI AdB Campania Centrale lo richiedono).

In particolare per le aree soggette a fenomeni di crollo (7) e comunque in presenza di parete sub-verticali che incombono sulle aree di sedime, vanno realizzate adeguate analisi e rilievi geomeccanici in parete, al fine di poter definire lo scenario di riferimento (dimensione dei blocchi e cinematismo potenziale) e quindi pervenire a

quelle che sono le possibili traiettorie e zone di impatto (zone non perimetrare nella carta geomorfologica e che anche se appartenenti a morfotipi diversi per storia geologica, possono essere interessate da tali fenomenologie come zone di transito e accumulo dei blocchi).

Per le aree pedemontane di conoide e le relative zone di alimentazione (8-9), visto la presenza nelle aree montane di coperture detritiche e piroclastiche ancora significative (vedi indagini in sito - fiorettature), lo studio va esteso a tutta la possibile zona di alimentazione presente a monte (vallone, zob e bacino imbrifero) con l'ausilio di modellazioni numeriche, anche per quelle zone non perimetrate dal PSAI a pericolosità/rischio Elevato e/o Molto Elevato.

Per la determinazione della suscettività all'innesco si consiglia un approccio metodologico basato sull'integrazione tra i classici metodi della geomorfologia e geologia applicata con i modelli distribuiti di stabilità (es. tipo SINMAP, Pack et al. 1998 e/o SHALSTAB, Montgomery & Dietrich 1998).

Per la verifica della suscettività al transito ed invasione è possibile, verificare se eventi di neoformazione ripercorrono o vadano oltre le forme geomorfologiche (conoide) avvenute e riconosciute, attraverso l'utilizzo di metodologie semiquantitative (tipo es. angle of reach) lungo settori pedemontani omogenei, e con modelli fisicamente basati (es. Flow-2D, Trent-2D, ecc.) nelle aree di bacino con canali mono e pluricorsuali.

MEDIO-ALTA (n. 5 morfotipi)

- Conoide alluvionale quiescente e detritico alluvionale inattivo
- Fianco di reincisione di conoide
- Talus detritico colluviale
- Versante fluvio_denudazionale di bacino imbrifero

Aree con possibile evoluzione morfologica medio-alta, per le quali qualunque intervento, richiede uno studio di compatibilità geomorfologica che dimostri, sulla base di indagini geognostiche di dettaglio, che l'intervento a farsi non è soggetto a fenomeni di instabilità nell'arco del periodo di riferimento delle opere a farsi (vita nominale dell'insediamento).

Per le aree di conoide e di talus, lo studio va esteso a tutta la possibile zona di alimentazione presente a monte (vallone, zob e bacino imbrifero) anche con l'ausilio di modellazioni numeriche come per le aree a suscettibilità morfoevolutiva elevata.

MEDIO-BASSA (n. 9 morfotipi)

- Rilievo isolato e ripiano intermedio montuoso
- Glacis d'accumulo
- Conoide colluviale
- Vallecola colluviale
- Versante litostrutturale e di faglia poco evoluto
- Piana alluvionale
- Conoide alluvionale inattivo

Aree con evoluzione morfologica medio-bassa, caratterizzate da cicli evolutivi continui, spesso impercettibili, che in caso di utilizzo antropico potrebbero evolvere a situazione di pericolosità, pertanto per tali aree si ritiene necessario lo studio della stabilità prima e dopo l'opera, basato su dati e indagini specifiche e di dettaglio, in ottemperanza alle norme tecniche vigenti, al fine di dimostrare la stabilità globale del manufatto a farsi nel contesto morfoevolutivo presente e futuro, per le aree di piana prossime all'idrografia superficiale vanno eseguite anche verifiche relative a possibili fenomeni di esondazione in funzione dei tempi di ritorno.

BASSA (n. 6 morfotipi)

- Crinale collinare e superficie a bassa pendenza
- Ripiano intermedio collinare
- Crinale montuoso e sella
- Cresta o crinale molto serrato

Aree ad elevata maturità morfologica, spesso a debole pendenza, caratterizzate da una bassa evoluzione in atto e/o potenziale, per le quali gli interventi a farsi sono subordinati alle norme tecniche vigenti in materia e allo studio delle aree di possibile influenza, immediatamente a monte per quanto concerne i ripiani intermedi o a valle relativamente alle zone di crinale/cresta e serra.

9.0 - CONCLUSIONI

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Solofra, è stato redatto lo studio geologico di supporto al redigendo P.U.C., condotto sull'intera superficie del territorio mediante rilievi, raccolta di dati, misurazioni, verifiche tecniche specifiche ed una campagna geognostica-sismica, così sono state affrontate le tematiche territoriali attinenti l'assetto geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico sia nell'ottica di costituire una prima e complessiva caratterizzazione di riferimento e di base per eventuali sviluppi di approfondimenti specifici che dovessero essere intrapresi nell'ambito comunale, sia sotto il profilo di costituire il presupposto di indirizzo nello sviluppo dell'azione urbanistica e di gestione della risorsa territoriale.

Quanto effettuato ha seguito i riferimenti normativi nazionali e regionali attualmente vigenti nel settore della pianificazione urbanistica con riferimento agli aspetti territoriali esaminati; nello sviluppo della azione di studio è peraltro stato tenuto conto, raccordandosi in modo organico, degli strumenti conoscitivi e valutativi attinenti il P.T.C. provinciale e le cartografie del P.I.T. regionale, talora acquisendo da essi utili dati che sono venuti a far parte integrante di quanto redatto a scala di P.U.C., talora confrontandosi con essi e, seguendone gli indirizzi, sviluppando rilievi, analisi e verifiche in approfondimento e dettaglio per giungere ad una caratterizzazione territoriale ritenuta adeguata agli scopi pianificatori.

Nello sviluppo dell'analisi territoriale relativa alle condizioni di pericolosità per motivi alluvionali e di stabilità geomorfologica, è stato tenuto conto delle documentazioni e normative redatte dall'Autorità di Bacino Regionale Centrale della Campania.

Il quadro di sintesi delle problematiche territoriali è stato effettuato redigendo le Carte delle MOPS, in scala 1:5.000, per l'intero territorio comunale, la carta presenta diversi scenari di pericolosità sismica locale che tiene in considerazione sia le problematiche di amplificazione sismica che quelle legate alla morfoevoluzione del territorio, facendo riferimento ai morfotipi omogenei individuati.

Resta inteso, che sussiste comunque l'obbligo di eseguire approfondimenti di 3° livello in fase di pianificazione esecutiva (PUA, ecc.) e/o di progettazione edilizia,

negli ambiti individuati come zone INSTABILI e/o potenzialmente instabili (Zona 4 e Zona 5).

Il presente studio, costituisce uno strumento per la pianificazione territoriale, e non può essere utilizzato per i singoli interventi che dovranno essere analizzati puntualmente mediante indagini geologiche specifiche programmate secondo le precisazioni contenute nelle N.T.A. del PSAI e secondo le indicazioni dei D.M.L.L.P.P. 11/03/88 e ss.mm.ii. (DM 14/01/2008).

Così, lo studio relativo alla pericolosità sismica locale evidenzia come l'intero territorio comunale sia soggetto a fenomeni di amplificazione locale generati dalle caratteristiche litologiche dei terreni presenti e dalla loro possibile evoluzione, anche in presenza di interventi antropici.

Per tale ragione, qualsiasi trasformazione d'uso del suolo legata alla realizzazione di opere strategiche e rilevanti dovrà essere preventivamente accompagnata da una prima valutazione della pericolosità sismica locale attraverso l'attuazione del 2° livello di approfondimento, e qualora lo studio di valutazione confermasse che il fattore F_a di sito è maggiore di quello di soglia, in fase progettuale dovrà essere eseguita specifica analisi sismica di 3° livello finalizzata a definire l'azione sismica di progetto.

Tuttavia, anche nel caso in cui il fattore F_a di sito risultasse inferiore a quello di soglia ($F_a \text{ norma} > F_a \text{ sito}$) lo spettro previsto dalla normativa potrebbe non cogliere alcuni aspetti correlati a processi di amplificazione molto marcati per specifici periodi; per questo si consiglia, in fase di progettazione di edifici pubblici e con valenza strategico-rilevante, di effettuare comunque l'approfondimento sismico di 3° livello.

SOLOFRA - AV, maggio 2015

Il Tecnico Incaricato

dott. Roberto D'ORSI