



GEO

**Studio associato
di Geologia**

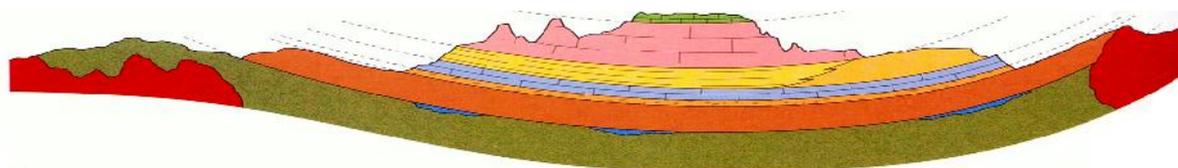
Dott. Rocco Rafaniello
Dott. PhD. Michele Sisto

Via 31 ottobre, n. 31
LIONI (AV)
Tel. 0827/46600
P. IVA 018 3206 0642

roccorafaniello@libero.it
micsisto@unisannio.it

p.e.c.

roccorafaniello@epap.sicurezza postale.it
michelesisto@epap.sicurezza postale.it



COMUNE DI ROCCA SAN FELICE

Provincia di Avellino



PIANO URBANISTICO COMUNALE

STUDIO GEOLOGICO PRELIMINARE

(L. R. 9/83 - L. R. 16/2004 - D. M. 17 gennaio 2018)

Dott. Geol.
Michele Sisto

Indice

La normativa di riferimento.....	4
Le indagini disponibili: ricognizione ed acquisizione	6
Parte Prima.....	8
Il contesto geologico generale	8
1. Lineamenti geologico-strutturali dell'Appennino campano-lucano.....	8
1.1 I domini paleogeografici preorogenetici	9
1.2 Le fasi tettoniche.....	10
1.3 I depositi affioranti tra l'Ufitano e l'Alta Irpinia.....	12
2. Brevi cenni relativi alla sismicità dell'area di studio	15
3. I caratteri geomorfologici	16
3.1 Le superfici di spianamento	17
3.2 Gli eventi del Pleistocene: i bacini lacustri, gli alluvionamenti vallivi e le forme erosionali	18
3.3 La morfodinamica dei versanti e le condizioni di stabilità	19
3.4 La tettonizzazione del rilievo e le forme strutturali	21
3.5 Le forme di accumulo: falde detritiche e coni di deiezione	21
3.6 I reticoli idrografici.....	22
4. Gli elementi climatici	24
Parte Seconda.....	26
Il contesto locale	26
5. Inquadramento geografico del territorio comunale	26
6. La classificazione climatica di Rocca San Felice e gli indici geo-bio-climatici	27
7. Lineamenti geologico-strutturali ed idrogeologici relativi al territorio comunale	29
7.1 Il centro urbano	37
7.2 Le aree rurali	37
7.3 Il geoarcheosito della Mefite in Valle d'Ansanto.....	37
8. La ricostruzione storica degli scuotimenti sismici, dei parossismi vulcanici e dei dissesti idrogeologici	39
8.1 Gli eventi sismici e vulcanici.....	39
8.2 I dissesti idrogeologici (frane ed alluvioni)	47
9. I caratteri geomorfologici e le condizioni di stabilità del territorio.....	47
9.1 Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico	48
9.2 Lineamenti geomorfologici generali.....	50
10. La microzonazione sismica	53
11. Le caratteristiche geotecniche.....	57

Parte Terza	67
<i>Gli elaborati cartografici</i>	67
12. La cartografia tematica	67
12.1 Aree stabili	68
12.2 Aree suscettibili d'instabilità	68
12.3 Aree potenzialmente instabili	68
12.4 Aree instabili	69

Premessa

Nel mese di settembre 2020, con Determina del Responsabile del Settore Tecnico Ing. Carmine Forgione n. 100 del 17/09/2020, veniva affidato l'incarico di redazione dello Studio geologico a corredo del Piano Urbanistico Comunale di Rocca San Felice (AV), in una prima stesura in forma di preliminare (CIG: Z4A2DB1FE6). La successiva convenzione per la redazione del citato Studio veniva stipulata il giorno 02/10/2020 (prot. n. 4248), tra lo scrivente ed il Responsabile dell'Area Tecnica, competente per la stipula dell'atto.

Fatto seguito all'incarico e definito il gruppo di progettazione, in ottemperanza al dettato normativo, lo scrivente ha prodotto la presente relazione, corredata di cartografia di prima fase; in tale relazione saranno esposte le metodologie adottate, le ricerche bibliografiche effettuate e le prospettive d'indagine di seconda fase per la redazione dello Studio definitivo.

La normativa di riferimento

La promulgazione della Legge Regionale n. 16 del 22 dicembre 2004 ha introdotto nella legislazione regionale una notevole innovazione concettuale in relazione alle finalità di garantire *la tutela, gli assetti, le trasformazioni e le utilizzazioni del territorio, al fine di favorirne lo sviluppo, nel rispetto dei principi di sostenibilità, mediante un efficiente sistema di pianificazione territoriale ed urbanistica, articolata nei livelli regionale, provinciale e comunale*. Gli indirizzi dell'impianto normativo sono evidentemente riferiti alla promozione di un uso razionale del territorio, mediante il minimo consumo di suolo; alla salvaguardia degli insediamenti umani dai fattori di rischio idrogeologico, sismico e vulcanico; alla tutela dell'integrità e dell'identità del territorio mediante la valorizzazione delle risorse paesistico-ambientali, la conservazione degli ecosistemi, la riqualificazione ed il recupero dei siti compromessi; all'individuazione di *disposizioni strutturali*, specie a livello provinciale e comunale, *con validità a tempo indeterminato, tese ad individuare le linee fondamentali delle trasformazioni a lungo termine del territorio in considerazione, tra l'altro, dell'esigenza di difesa del suolo, dei rischi derivanti da calamità naturali*.

Per quanto concerne, inoltre, gli strumenti urbanistici di livello comunale, il *Piano Urbanistico Comunale* (PUC) prende il posto del desueto *Piano Regolatore Generale* (PRG), mentre la L.R. 16/04 affida ai *Piani Urbanistici Attuativi* (PUA) i piani attuativi canonici (piani particolareggiati d'esecuzione, piano di lottizzazione convenzionata, piano di edilizia economica e popolare, piano degli insediamenti produttivi, piano di recupero). Al PUC, seguendo il comma 2 dell'art. 23 (CAPO III), punto a), la stessa Legge affida *gli obiettivi da perseguire nel governo del territorio comunale e gli indirizzi per l'attuazione* ed al punto i) sollecita l'assicurazione di una *piena compatibilità delle previsioni in esso contenute rispetto all'assetto geologico e geomorfologico del territorio comunale, così come risultante da apposite indagini di settore preliminari alla redazione del piano*. Appare evidente, pertanto, la volontà del legislatore di adottare una piena aderenza tra la realtà geologica locale e di contesto con l'antropizzazione governata del territorio e le relative scelte urbanistiche, sia nei riguardi dell'esistente che del futuribile.

La Giunta Regionale, nella seduta del 11 maggio 2007, con Deliberazione N. 834 (Area Generale di Coordinamento N. 16 - Governo del Territorio, Tutela Beni, Paesistico-Ambientali e Culturali) emanava le Norme tecniche e direttive riguardanti gli elaborati da allegare agli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica, generale ed attuativa, come previsto dagli artt. 6 e 30 della L. R. 16/2004. Al punto 4.2 *Elaborati del PUC*, la norma cita gli *Allegati tecnici alla relazione*, che al comma a) prevedono testualmente *le indagini e le rappresentazioni cartografiche riguardanti le caratteristiche geomorfologiche del territorio, la consistenza e i regimi di utilizzazione delle acque fluenti e di falda, lo sfruttamento esistente di cave e miniere, lo studio geologico-geotecnico prescritto dal decreto ministeriale 11 marzo 1988, punto H, pubblicato nel supplemento ordinario della Gazzetta Ufficiale n. 127 dell'1 giugno 1988, nonché i risultati delle indagini geologiche-geognostiche e le carte prescritte dagli articoli 11 e 12 della legge regionale 7 gennaio 1983 n. 9, mentre negli Elaborati di progetto, al comma f).*

Ai precedenti strumenti normativi vanno affiancati gli Indirizzi Programmatici per Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (Del. G. P. n. 803 del 18/09/2001 e Del. C. P. n. 154 del 14/11/2001), seguiti nel 2004 dal Preliminare del PTCP (Del. C.P. n. 51 del 22/04/2004) e dai nuovi Indirizzi Programmatici per il PTCP (Del. n. 196 del 21/10/2010), quali strumento di governo delle trasformazioni del territorio e punto di riferimento per le trasformazioni urbane e rurali, nell'ambito delle tre visioni che caratterizzano la *mission* del territorio irpino.

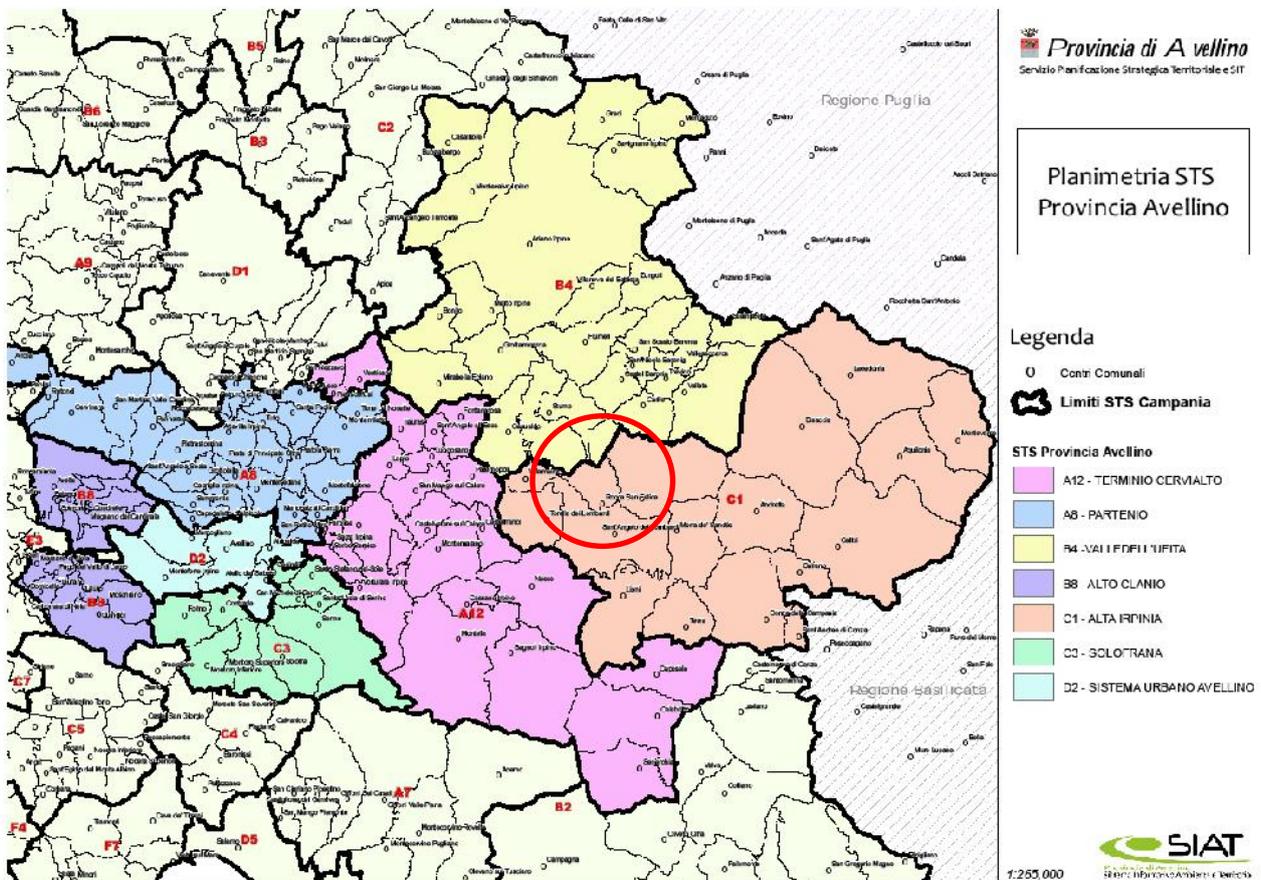


Fig. 1- I Sistemi Territoriali di Sviluppo della Provincia di Avellino (immagine tratta dal sito www.provincia.avellino.it). Nel cerchio rosso è evidenziato il territorio del Comune di Sturno

L'approvazione della Legge Regionale n. 13 del 13/10/2008 ha poi completato il percorso normativo attraverso l'approvazione definitiva del Piano Territoriale Regionale. In esso, oltre alle esplicite menzioni relative ai PUC, sono individuati tra l'altro 45 Sistemi Territoriali di Sviluppo (STS), i quali suddividono il territorio campano per ambiti omogenei; alla Provincia di Avellino sono assegnati 7 STS. Il Comune di Rocca San Felice ricade all'interno di quello denominato "Alta Irpinia"¹ (C1) (Fig. 1).

Infine, concludendo questa rapida analisi normativa, va anche ricordato il fondamentale contributo apportato dal D.M. 14 gennaio 2008 *Norme Tecniche per le Costruzioni* (NTC-08) e dal successivo D.M. 17 gennaio 2018 relativo alle nuove *Norme Tecniche per le Costruzioni* (NTC-18), soprattutto in relazione alla conduzione delle indagini geologiche e al contributo conoscitivo che esse devono apportare al pianificatore.

Le indagini disponibili: ricognizione ed acquisizione

I dati di tipo geologico s.l. in possesso dell'Ufficio Tecnico Comunale afferiscono alle numerose indagini pregresse che, a vario titolo, sono state commissionate ed espletate negli scorsi decenni e risultate particolarmente utili soprattutto per i dati geognostici (sondaggi, stratigrafie, prove sismiche, penetrometrie, ecc).

In particolare, mantenendo uno stretto ordine cronologico, ci si riferisce:

1. la consulenza geologico-tecnica per il Piano di Recupero, a firma della Geo-Consult (**PdR, 1981**), rientrando Rocca San Felice tra i comuni fortemente danneggiati dal sisma del 1980, corredata da numerosi sondaggi geognostici e relative prove di laboratorio geotecnico;
2. allo *Studio geologico-tecnico per il Piano Regolatore di Rocca San Felice*, redatto nel 1984 da Geo-Consult (d'ora in poi **PRG, 1984**), il quale si compone di n. 25 colonne stratigrafiche di altrettanti sondaggi variamente distribuiti nel territorio comunale, numerose analisi di laboratorio geotecnico su campioni indisturbati e degli elaborati previsti dalla L.R. 9/83:
 - a. Relazione esplicativa;
 - b. Carta Geologica;
 - c. Carta della Stabilità;
 - d. Carta Idrogeologica;
 - e. Carta della Zonazione Sismica;
 - f. Carta delle Pendenze.
2. la consulenza geologico-tecnica per il Piano degli Insediamenti di Edilizia Popolare, a firma della Geo-Consult (**PEEP, 1986**), corredata da n. 5 sondaggi geognostici e relative prove di laboratorio geotecnico condotte su campioni indisturbati;

¹ I Comuni del Sistema Territoriale "Alta Irpinia" sono: Villamaina, Torella dei Lombardi, Sant'Angelo dei Lombardi, Guardia Lombardi, Morra de Sanctis, Lioni, Teora, Conza della Campania, Sant'Andrea di Conza, Andretta, Cairano, Calitri, Bisaccia, Aquilonia, Lacedonia e Monteverde.

3. la relazione geologica per la ricostruzione della Casa canonica di Via Mattine, a firma dello scrivente (**GEO, 2011**);
4. la relazione geologica, a firma del Dott. N. Polzone di Geo-Consult (2013), per la costruzione della struttura per anziani "Villa Gioconda";
5. la relazione geologica per l'ampliamento cimitero, a firma del Dr. Geol. B. Candela (2015);
6. la relazione geologica per la sistemazione dell'area di loc. Santa Felicità, a firma dello scrivente (**GEO, 2015**);
7. la relazione geologica per i lavori di Restauro, Recupero e Riqualificazione "Accoglienza nel Borgo del Donjon", Recupero slargo da destinare a Portico di Socializzazione Sito Via Don Gaetano Cipriano Misura 322 Programma di Sviluppo e Rinnovamento dei villaggi Rurali della Regione Campania (PSR) 2007-2013, a firma del Dr. Geol. Rocco Rafaniello (2015);
8. la relazione geologica per la sistemazione del parcheggio di Via Croce, a firma del Dr. Geol. Rocco Rafaniello (**GEO, 2020**);
9. lavori privati, solo parzialmente utilizzati a causa della loro valenza relativa.

Il reperimento e lo studio delle indagini geognostiche pregresse, peraltro già ben note allo scrivente, hanno permesso di effettuare una preziosa ricognizione sullo stato delle conoscenze di tipo geologico s.l. relative al territorio di studio. Questa ricognizione, inoltre, ha consentito di programmare l'ubicazione delle future indagini geognostiche, poi effettivamente realizzate nella seconda fase dell'incarico. In questo modo sono state tarate le conoscenze geognostiche già possedute ed è stato chiarito qualche aspetto lacunoso nella storia geognostica dei luoghi, anche alla luce delle notevoli modificazioni normative intervenute negli ultimi anni.

Parte Prima

Il contesto geologico generale

1. Lineamenti geologico-strutturali dell'Appennino campano-lucano

Il settore dell'orogene appenninico che racchiude l'area di studio, come parte dell'omonima Catena, si è sviluppato a partire dalla fine del Cretacico, a seguito della collisione tra Europa e Africa. Esso come parte dell'Appennino meridionale, ricade nella vasta area delimitata verso N dalla linea tettonica Ortona-Roccamonfina che lo separa dall'Appennino centrale e verso S dall'Arco calabro.

Come hanno dimostrato numerosi e dettagliati studi sull'argomento, acquisita la nozione dinamica della deformazione successiva di terreni autoctoni ed alloctoni, la stessa Catena è stata spiegata attraverso la sovrapposizione complessa di diversi domini paleogeografici, costituenti il bordo esterno della placca africana e riconducibili a distinte unità strutturali: a partire dal Triassico medio, una piattaforma a sedimentazione neritica, con depositi di tipo evaporitico e carbonati di mare poco profondo, si contrapponeva ad un bacino marino profondo, denominato Bacino Lagonegrese (Torre & Zamparelli, 1990). Nel Triassico superiore-Lias inferiore iniziava una differenziazione della piattaforma in diversi domini carbonatici di tipo bahamiano (D'Argenio *et al.*, 1973), per i quali gli Autori hanno proposto interpretazioni tra loro differenti, sia riguardo al numero delle piattaforme esistenti, sia riguardo alla loro collocazione paleogeografica. In ogni caso, esse risultavano separate per mezzo di estesi bacini pelagici (Pescatore, 1981; Mostardini & Merlini, 1986; Di Nocera *et al.*, 2006; Patacca & Scandone, 2007).

L'apertura della Tetide (Giurassico inferiore-Cretacico inferiore) e la sua successiva chiusura, legata alle dinamiche dell'Oceano Atlantico, influenzava la deformazione dei domini interni che impilavano la catena alpina. Successivamente, a partire dal Miocene inferiore, gli eventi deformativi coinvolgevano il margine africano-adriatico facendo iniziare la surrezione della catena appenninica, configuratasi come una tipica successione di falde di ricoprimento a vergenza orientale, collocata tra un bacino di retroarco verso W e un avampaese verso E.

La ricostruzione paleogeografica proposta da D'Argenio *et al.* (1973), condivisa da Ippolito *et al.* (1975) e quella proposta da Mostardini & Merlini (1986), con la successione dei domini pre-orogenici, sono riportate con le seguenti rappresentazioni nel lavoro di Patacca & Scandone, 2007 (Fig. 2):

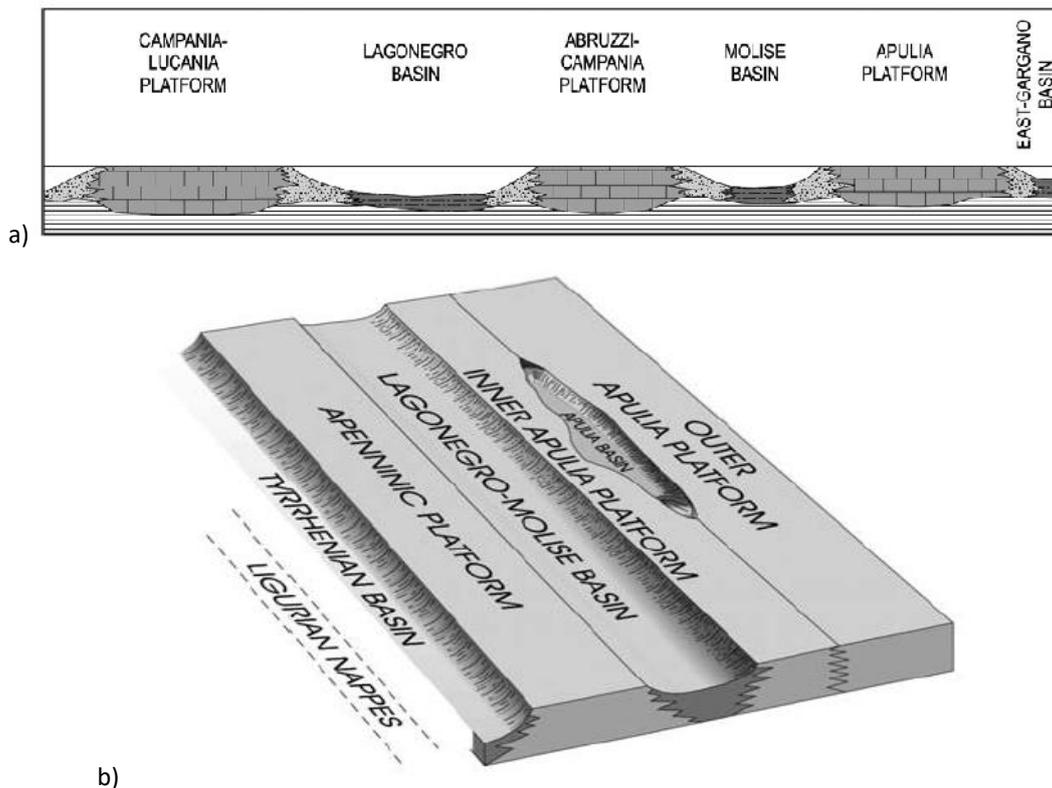


Fig. 2 - a) Il sistema piattaforme-bacini durante il Giurassico-Paleogene nel modello di D'Argenio *et al.*, 1973, accolto anche da Ippolito *et al.*, 1975; b) ricostruzione dei domini deposizionali nel Cretacico-Paleogene secondo il modello proposto da Mostardini & Merlini (1986).

Le immagini sono tratte da Patacca & Scandone (2007).

1.1 I domini paleogeografici preorogenetici

Sinteticamente, nel modello proposto da D'Argenio *et al.* (1973) sei domini paleogeografici principali si succedevano da W verso E: la Piattaforma campano-lucana, seguita dal Bacino lagonegrese, a cui succedevano la Piattaforma abruzzese-campana, il Bacino molisano e la Piattaforma apula, prima di chiudere la sequenza con il Bacino garganico orientale (Fig. 2a).

Nel modello suggerito da Mostardini & Merlini (1986), invece, i sei domini paleogeografici erano individuati in:

- 1) un **Bacino tirrenico**, forse non sufficientemente noto per essere definito con una qualche sicurezza; l'unico dato certo è che doveva svilupparsi ad occidente della Piattaforma appenninica (Fig. 2b). La serie liguride (Flysch del Cilento) è sicuramente originaria del Bacino tirrenico e ha una posizione molto prossima all'area oceanica (Tetide) che separava i domini africano ed europeo;
- 2) una **Piattaforma appenninica**, alla quale gli Autori attribuiscono la totalità dei carbonati (Trias medio superiore-Miocene inferiore) affioranti nell'ambito della catena appenninica, fatta ec-

cezione per la Montagna della Maiella che viene attribuita ad altra unità. In riferimento al modello proposta da D'Argenio *et al.* (1973), Mostardini & Merlini (1986) reputano inesistenti le prove stratigrafiche valide per distinguere le piattaforme "interna ed intermedia". Si tratta di identiche successioni carbonatiche in facies di ambiente di piattaforma di tipo bahamiano (D'Argenio *et al.*, 1973);

- 3) un **Bacino molisano-lagonegrese**, posto in posizione esterna rispetto alla Piattaforma appenninica. In esso affiorano estesamente serie bacinali note come facies lagonegresi, facies molisane e Argille scagliose (o Varicolori o Complesso Sicilide), unitamente a successioni di tipo fly-schoide. Il Bacino molisano è attualmente ritenuto un'estensione settentrionale di quello lagonegrese, poiché in entrambi sono presenti una successione inferiore (Triassico medio-Cretacico inferiore) costituita dalla cosiddetta serie "calcarea-silico-marnosa" e una successione superiore (Cretacico superiore-Miocene inferiore) che è costituita dalle facies bacinali molisane, dai lembi "residui" presenti nell'area lagonegrese e dalla sequenza delle Argille scagliose (Complesso Sicilide);
- 4) un **Bacino apulo**, individuato nelle sezioni sismiche dove si interrompe la continuità fisica della Piattaforma apula s.l. Le dimensioni trasversali di questo bacino sono state stimate tra i 50 e i 70 km ma D'Argenio *et al.* (1986) ipotizzano per questo bacino dimensioni di gran lunga maggiori;
- 5) una **Piattaforma apula interna**, di tipo carbonatico, che si individua ad oriente del Bacino lagonegrese-molisano: essa è molto evidente nelle sezioni sismiche ed è stata riscontrata da numerosi pozzi profondi. Essa è distinta dalla Piattaforma apula esterna poiché si presenta estremamente tettonizzata e strutturata in una serie di scaglie tettoniche in accavallamento verso oriente, tanto da risultare in posizione strutturalmente elevata rispetto alla Piattaforma apula esterna;
- 6) una **Piattaforma apula esterna**, che rappresenta l'avampaese nel quadro dell'orogenesi appenninica: si tratta della piattaforma carbonatica mesozoica coperta da sottili livelli terziari e caratterizzata da una tettonica distensiva. Il suo margine occidentale sprofonda verso W e lungo tale margine alcuni sondaggi hanno incontrato facies che richiamano un ambiente di transizione a bacino.

1.2 Le fasi tettoniche

Qualunque fosse il modello reale, è certo che gli eventi deformativi che hanno interessato i domini paleogeografici non sono stati coevi (Russo, 1990), ma si sono delineati attraverso diverse fasi tettoniche. Gli inizi della deformazione a carattere distensivo negli ultimi stadi del Mesozoico fanno da preludio alla prima fase tettonica, risalente al Langhiano. Essa vede l'inizio della costruzione dell'Appennino meridionale attraverso la compressione e la sovrapposizione delle Unità Sicilidi e Liguridi, più interne, sui domini esterni rappresentati dalla Piattaforma campano-lucana, separata in blocchi, e dal Bacino Lagonegrese, con la contemporanea formazione del Bacino Irpino (D'Argenio *et al.*, 1973).

Nel Tortoniano la deformazione coinvolge anche i domini paleogeografici più esterni (Bacino Irpino, Piattaforma, Bacino Molisano) non interessati dalla precedente fase (Pescatore & Ortolani,

1973; D'Argenio *et al.*, 1973), spostando ancor più il prisma tettonico che si arricchisce di numerose discordanze angolari e depositi di tipo "wild flysch", mentre si individuano le macrostrutture dell'area tirrenica, dell'area di catena e dell'area di avanfossa, migrante verso est rispetto al fronte delle falde (Ortolani, 1978; D'Argenio *et al.*, 1986; Mostardini & Merlini, 1986).

Nel Messiniano i fenomeni deformazionali si differenziano nettamente, poiché sul margine occidentale tirrenico si attuano in forma distensiva, mentre sul margine orientale le falde sono ulteriormente compresse nella traslazione e nell'emersione quasi totale della catena (Di Nocera *et al.*, 1975).

Nel Pliocene inferiore continua la traslazione ed il Tirreno marca ulteriormente il suo sprofondamento. Una ingressione marina nelle aree depresse del margine orientale, con estesa deposizione di sedimenti, e la lineazione tettonica trasversale alla catena sono i tratti salienti di questa importante fase tettonica.

Nel Pliocene medio i sedimenti della catena si accavallano su quelli di avanfossa, con spostamenti di entità ridotta rispetto alle fasi mioceniche. Al passaggio Pliocene-Quaternario la catena appare già ben definita e solcata da linee trascorrenti (Ortolani, 1978); in essa, inoltre, la formazione di vaste aree depresse consente la deposizione di notevoli spessori di sedimenti marini, transizionali, continentali e vulcanici.

Nel Quaternario, gli eventi della Neotettonica trasformano ulteriormente i caratteri morfologici del rilievo, attraverso le fasi pleistoceniche e la sismicità tuttora attiva in molti ambiti mediterranei.

In sintesi, riprendendo integralmente la ricostruzione della struttura dell'Appennino meridionale riassunta in Patacca & Scandone (2007), quanto si è definito nei vari modelli paleogeografici a seguito di questa complessa storia evolutiva può essere raggruppato nei seguenti settori (Fig. 2):

- 1) l'area tirrenica, in cui si è sviluppato un tipico bacino di retro-arco a partire dal Tortoniano. In essa la sismicità mostra degli ipocentri medio-profondi, a seguito della subduzione di litosfera verso NE al di sotto dell'arco delle Eolie;
- 2) la catena appenninica, formata da coltri di ricoprimento a vergenza complessiva verso NE. In essa le principali unità tettoniche sono rappresentate da terreni con differenti caratteristiche litologiche e ambientali (facies) di età mesozoico-terziaria, distinte in:
 - terreni carbonatici, prevalentemente mesozoici, di piattaforma;
 - terreni calcareo-silico-marnosi, prevalentemente mesozoici, di ambiente bacinale profondo;
 - terreni silico-clastici e marnosi, prevalentemente terziari, di mare relativamente poco profondo, per lo più in facies di flysch;
 - terreni argillosi e clastici grossolani, talora sciolti, mio-pliocenici e pleistocenici, di vari ambienti ospitati in limitati bacini di tipo "piggy-back";
- 3) l'avanfossa (*Southern Apennine foredeep basin*), depressione flessurale sviluppatasi sul fronte esterno delle falde in avanzamento ed interposta tra il fronte della Catena (verso W) e l'Avampaese apulo (verso E). Essa comprende una parte affiorante (Tavoliere delle Puglie, Fossa bradanica e fascia jonica della Lucania), con prosecuzione verso SE, nel Golfo di Taranto. I sedimenti marino-transizionali coprono un intervallo crono-stratigrafico che va dal Pliocene

inferiore al Pleistocene, con spessori complessivi dell'ordine di 3000 m; su di essi sono depositi materiali continentali tardo-quadernari;

- 4) l'avampaese apulo-adriatico, costituente l'elemento tettonico inferiore dell'edificio sud-appenninico ed impostato su carbonati meso-cenozoici indeformati, sovrapposti al basamento di depositi paleozoici. Esso si sviluppa in parte in aree emerse (Gargano, Murge, ecc.) e altrove in ambiti sommersi (fascia occidentale del Mare Adriatico). I bordi della struttura sono ribassati a blocchi sia verso l'Avanfossa bradanica che verso l'Adriatico.

In conclusione, l'attuale assetto strutturale della Catena è il risultato di eventi compressivi, distensivi e trascorrenti connessi a fenomeni di subduzione e di arretramento flessurale, nell'ambito della complessa interazione tra la zolla africana, quella europea e le micro-zolle interposte, connessa all'apertura del bacino di retroarco tirrenico (Patacca & Scandone, 2007). In questo senso, la migrazione del sistema piattaforma-avanfossa-avampaese si è attuata attraverso il sovrascorrimento di unità provenienti da ambienti paleogeografici più interni al di sopra di quelli più esterni facendo migrare tutto il sistema verso il margine orientale dell'avampaese.

1.3 I depositi affioranti tra l'Ufitano e l'Alta Irpinia

In questo articolato quadro, l'area di studio si colloca in piena catena, nel settore campano-lucano, che ad occidente si raccorda con la Piana campana e verso oriente discende senza brusche rotture di pendenza verso la Capitanata.

I depositi che si rinvengono all'interno del perimetro di studio appartengono ad unità stratigrafico-strutturali complesse (*sensu* Ippolito *et al.*, 1975), differenti per genesi, litologia e storia evolutiva.

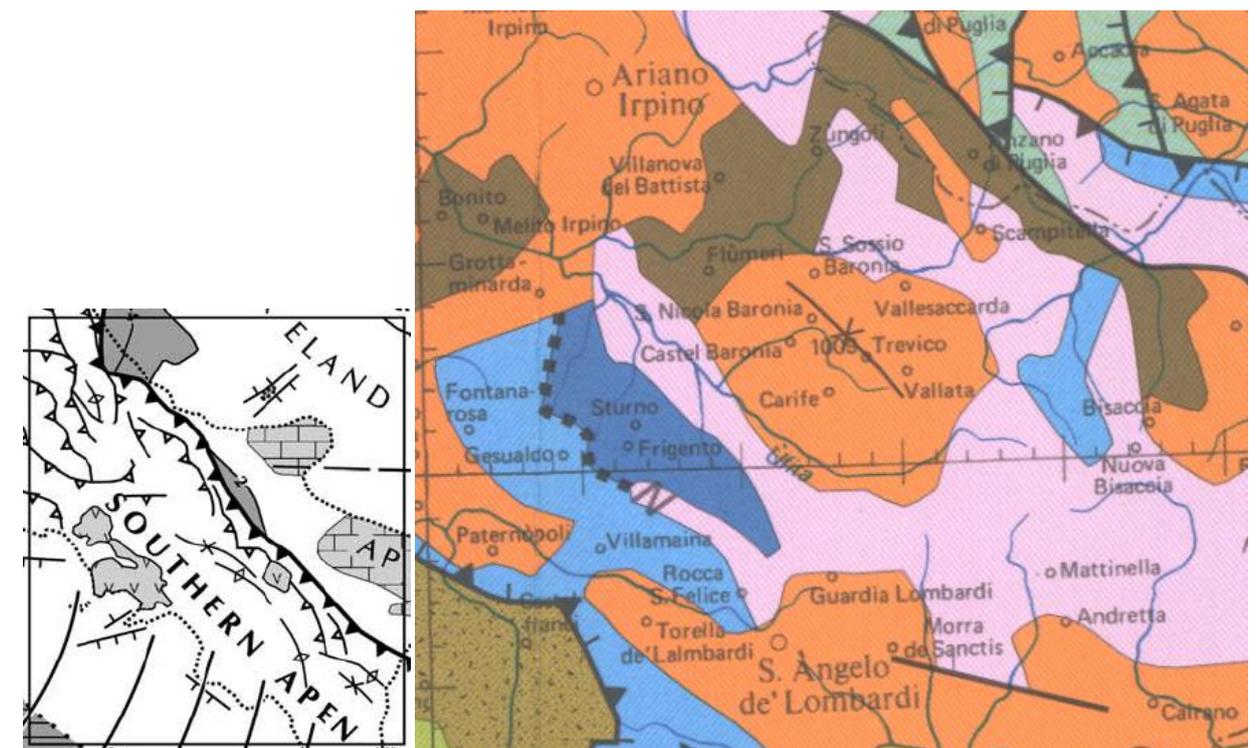


Fig. 3- a) Principali lineamenti strutturali del settore campano-lucano dell'Appennino (part.); b) un estratto dalla *Carta geologico-strutturale semplificata dell'Appennino centro-meridionale* proposta da Patacca & Scandone (2007).

Partendo dalla *Carta geologico-strutturale semplificata dell'Appennino centro-meridionale* di Patacca & Scandone (2007), nella Valle dell'Ufita e nei suoi più immediati dintorni si individuano 8 differenti unità (Fig. 3b). Una loro sommaria descrizione è qui di seguito riportata, a partire dai depositi più recenti:

1. i **depositi continentali** del Pleistocene medio-Olocene, costituiti da materiali assai vari ma riconducibili a clastiti di ambiente continentale. Si ascrivono a questo gruppo i depositi di origine lacustre o fluvio-lacustre, in argille più o meno siltose, marne argillose, con intercalazioni ghiaioso-conglomeratiche e banchi e lenti di lignite, conglomerati sabbiosi più o meno cementati, elementi che testimoniano l'ampia diffusione di bacini interni - con numerose testimonianze di conoidi deltizie - in periodi climatici nettamente diversi dall'attuale (paleolaghi di Lioni, dell'Ufita, di Acerno, ecc.), noti alla letteratura geologica sin dalla fine dell'Ottocento (De Lorenzo, 1898). Nei fondivalle sono cospicui anche gli spessori di terreni alluvionali, a faune terrestri e palustri, depositatisi prevalentemente nelle fasi di glaciazione e variamente terrazzati e/o reincisi dai corsi d'acqua attuali. Al piede dei massicci carbonatici meso-cenozoici si sono accumulati spessori rilevanti di breccie e detriti di falda, da antichi a recenti, a vario grado di cementazione, derivanti dalla degradazione dei versanti intensamente tettonizzati e sottoposti a ripetuti cicli crioclastici nelle fasi fredde del Pleistocene. Spesso frammiste a piroclastiti di varie epoche, le breccie sono talvolta tettonizzate e talora mostrano intercalati paleosuoli bruno-rossastri. Numerosissime sono le conoidi di deiezione;

2. i **depositi indifferenziati del Pliocene** (in arancio nella Figura 3), costituiti da marne, argille siltose e/o sabbiose con intercalazioni arenacee, passanti verso l'alto a sabbie, sabbie argillose, arenarie e lenti di conglomerati poligenici. Al top della successione si collocano i depositi costituiti da conglomerati poligenici ad elementi flyschoidi (calcarei marnosi, calcareniti, calcari silicei, arenarie, diaspri, ecc.), subordinatamente da elementi di calcari mesozoici;
3. il **complesso caotico del Torrente Calaggio** (in rosa nella Figura 3), del Messiniano superiore-Pliocene inferiore, che nel Sannio, in Molise e in Irpinia è costituito da materiali caotici in matrice argillosa varicolori. Tali depositi caotici derivano dalle Unità Sannitiche e da quelle Lagonegresi, coinvolti in mega-frane al passaggio tra Messiniano e Pliocene e frammisti ad evaporiti gessose;
4. i depositi terrigeni sovrascorsi sulle Unità Sannitiche (in marrone nella Figura 3), denominati **Formazione di San Bartolomeo** e **Formazione di Toppo Capuana** (Tortoniano superiore?-Messiniano);
5. i depositi terrigeni della **Formazione di Castelvete** (in verde puntinato nella Figura 3), di età serravalliano-tortoniana, nella quale si individuano un membro siltoso-argilloso-marnoso con olistoliti di piattaforma ed un membro più francamente arenaceo-conglomeratico;
6. l'**Unità della Daunia** (in verde chiaro nella Figura 3, ove compaiono i depositi silicoclastici in facies di flysch del Tortoniano?-Messiniano e carbonati bacinali del Paleogene-Tortoniano), che comprende marne (talora ad *Orbulinae*), calcari polverulenti, calcari marnosi, marnoscisti, argillocisti, arenarie, calcareniti (Russo & Senatore, 1989). In tale Unità possono confluire il Flysch di Faeto e le Argille e marne argillose di Toppo Capuana, alternate a depositi evaporitici di età messiniana, riferibili a domini paleogeografici di peri-piattaforma individuatisi tra l'Oligocene ed il Miocene medio nell'ambito del Bacino Lagonegrese (Pescatore *et al.*, 1996) o ad un bacino di avampaese al margine della Piattaforma apula (Mostardini & Merlini, 1986).
7. le **Unità Sannitiche** (in azzurro nella Figura 3), costituite da depositi bacinali calcarei del Cretacico inferiore-Burdigaliano, marne del Langhiano e depositi flyschoidi silicoclastici del Langhiano-Serravalliano;
8. le **Unità Lagonegresi** (in blu nella Figura 3) (depositi silicoclastici caotico del Triassico medio e calcari marnosi del Triassico superiore-Cretacico inferiore, D'Argenio *et al.*, 1973; Ippolito *et al.*, 1973; Pescatore *et al.*, 1988; Pescatore *et al.*, 1996; Pescatore *et al.*, 2000), che si presentano talora come **Unità di Frigento** (Di Nocera *et al.*, 2001), talaltra come **Unità del Fortore** (Dazzaro *et al.*, 1988). Esse sono tettonicamente giustapposte a successioni pelitiche e calcaree riferibili alle Argille Varicolori *Auct.* e alla **Formazione di Frigento** di Jacobacci & Martelli, 1967. Nel complesso tali terreni sono riferiti da Mostardini & Merlini (1986) alla successione superiore delle Unità lagonegresi-molisane. Più recentemente (Di Nocera *et al.*, 2001; Matano & Di Nocera, 2001; Di Nocera *et al.*, 2006) hanno ridefinito le Unità di Frigento, assegnandole ad un'età cretacica inferiore-miocenica ed inserendole in una complessa storia tettonica post-sedimentaria. Esse comprendono il Flysch Rosso ("Calcari di Fortino Stullo") e il Flysch Numidico *Auct.*, quarzarenitico, variamente affioranti specie in Alta Irpinia e troncati dalla trascorrente sinistra Bagnoli-Irpino-Torrente Calaggio (Ortolani, 1974; Incoronato *et al.*, 1985). Le Unità del Fortore (Dazzaro *et al.*, 1998; Pescatore *et al.*, 2000), invece, sono carat-

terizzate alla base da Argille Varicolori *Auct.* e di età oligocenico-langhiana, consistenti in alternanze di argillo-marnoscisti, calcari varicolori talora marnosi o silicei. Non più antica dell'Eocene superiore è anche la Formazione di Corleto Perticara (Selli, 1962), data da depositi calcareo-marnosi-argillitici, localmente galestriformi, calcilutitici e calcarenitici di natura torbida, mentre al Miocene si ascrive il "Complesso Calcareo-Marnoso-Arenaceo" *Auct.*, che può essere assimilato alle Unità di Frigento.

2. Brevi cenni relativi alla sismicità dell'area di studio

L'area di studio, essendo una parte rilevante dell'Appennino campano-lucano, si colloca in un contesto fortemente attivo dal punto di vista tettonico, al pari o più di altri settori dell'Appennino meridionale.

Per la comprensione dei processi geodinamici attivi in passato e tuttora in atto è necessario collocare gli eventi sismici di cui è affetta l'area irpino-sannita nel contesto evolutivo di una catena fortemente interessata dai movimenti tettonici.

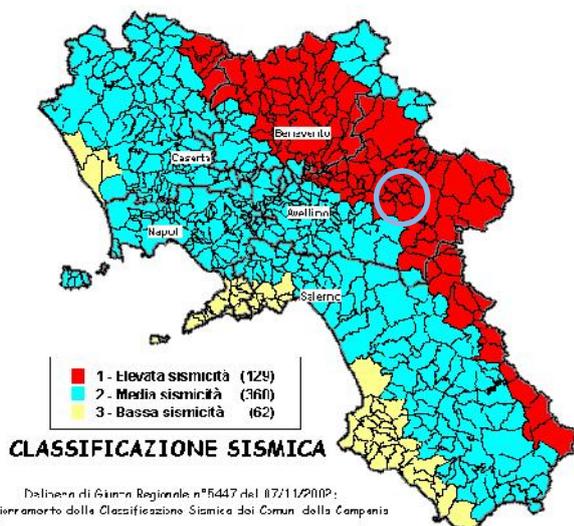
Nel solo Quaternario, e quindi in un periodo relativamente breve, i moti verticali hanno prodotto dislocazioni ampie fino a 4.500 m, nel quadro del generale sollevamento dell'Appennino, al quale si è sovrapposto un processo tensionale che ha assottigliato la crosta nell'area tirrenica generando il suo collasso (Luongo, 1990).

Ciò ha fatto sostenere che la sismicità appenninica, nel settore meridionale, presenta (Luongo, 1990):

- a) una sostanziale omogeneità macrosismica dal Molise alla Calabria;
- b) una concentrazione dei fuochi dei sismi all'interno della crosta;
- c) un massimo valore della magnitudo dell'ordine di 6.9, almeno nel transetto compreso tra la linea Ancona-Anzio fino al confine calabro-lucano;
- d) una tendenza all'allungamento delle isosiste in direzione trasversale alla catena;
- e) una minore sismicità nell'area garganica;
- f) un prevalente andamento delle strutture sismogenetiche dei terremoti a più alta energia orientato secondo l'asse della catena.

Del resto, come appare evidente nelle due carte della sismicità presentate nella figura 23, la gran parte del territorio irpino-sannita appartiene ad una delle zone a maggiore pericolosità sismica d'Italia. In particolare, la zona sismogenetica 927 (Fig. 4b) individuata dal Gruppo di lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica del territorio italiano, prevista dall'OPCM 3274 del 20/03/2003, racchiude quella parte di Appennino, nel settore assiale della catena, caratterizzata dal massimo rilascio di energia legato alla distensione generalizzata a partire da 700 ka B.P. (la zona 927 Sannio-Irpinia-Basilicata). Nella stessa area si concentra la maggior parte dei terremoti storici e attuali che hanno raggiunto una intensità IX MCS (in particolare, il triste elenco degli eventi maggiormente distruttivi che hanno colpito l'Appennino meridionale riporta gli anni 1456, 1466, 1694, 1732, 1805, 1851, 1910, 1930, 1962, 1980).

a)



b)

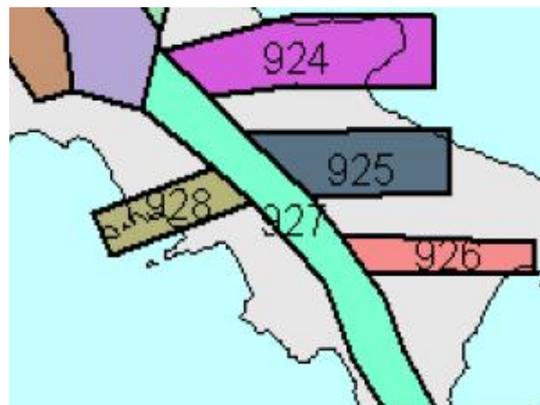


Fig. 4 - a) La nuova classificazione sismica del territorio regionale, che vede incluso il territorio di Rocca San Felice nella fascia ad elevata sismicità; b) la zona sismogenetica 927.

Anche alla luce di ciò, la Regione Campania, con Del. di G.R. n. 5447 del 07 novembre 2002, aggiornava la classificazione sismica dei 551 comuni campani, ponendo la gran parte dei centri della provincia di Avellino all'interno della fascia rossa, ad elevata sismicità, orientata in senso appenninico (Fig. 4a).

3. I caratteri geomorfologici

L'attuale paesaggio dell'area di studio è il risultato dell'azione combinata di processi endogeni ed esogeni che si sono verificati dopo la definitiva emersione dell'area e cioè nel corso del Quaternario.

La strutturazione complessiva del territorio irpino si è quindi articolata in funzione della tettonogenesi e dei rapporti geometrico-strutturali tra le varie unità tettoniche. Se i settori occidentale e settentrionale della provincia irpina appaiono connotati dalla presenza dei complessi carbonatici meso-cenozoici, caratterizzati da un aspetto montuoso segnato da tipiche morfologie facilmente riconoscibili, la parte orientale del rilievo irpino si presenta con disposizioni altimetriche e morfologiche totalmente differenti, diretta funzione delle litologie affioranti in quel settore della catena appenninica.

Le grandi masse dei massicci carbonatici, assai permeabili per fatturazione e carsismo, presentano infatti un'asprezza appena mitigata dalla presenza di zone depresse, il più delle volte di origine tettono-carsica, nelle quali si raccolgono estese coltri di terreni residuali. La bordatura di questi rilievi avviene generalmente attraverso depositi in gran parte flyschoidi risalenti al Terziario, che si esprimono attraverso morfologie più addolcite nelle acclività, ampiamente raccordate coi massicci più elevati e segnate da pattern idrografici delle linee torrentizie e da evoluzione morfodinamica totalmente differenti rispetto ai settori nord-occidentali.

Nel settore orientale dell'Appennino sannita queste ultime morfologie si accompagnano a quelle decisamente simili intagliate nei depositi argilloso-sabbiosi della serie pliocenica; unica ec-

cezione è data dalle coltri conglomeratiche della stessa serie pliocenica, le quali presentano declivi molto più accidentati, talvolta segnati da profonde forre ed una peculiare evoluzione dei dissesti per “effetto carapace” (Hieke Merlin *et al.*, 1971; Esposito *et al.*, 1998).

3.1 Le superfici di spianamento

Il modello geodinamico più ampiamente accettato per quanto riguarda l'Appennino meridionale, come già accennato in precedenza, propone che l'edificio a coltri si fosse strutturato attraverso episodi compressivi Europa-vergenti sviluppatasi per lo più nel Pliocene inferiore e medio (Cinque, 1992a).

I fronti, modestamente arcuati, si sono mossi verso porzioni più esterne con movimenti traslativi orizzontali, ma a partire dal Pleistocene tali moti sono stati prevalentemente surrettivi dovuti al riaggiustamento isostatico dell'orogene a partire dalla fine della compressione (D'Argenio *et al.*, 1973; Cinque, 1992b). Se questo è vero, le tappe dell'evoluzione tettonica e morfoevolutiva devono essere sincroniche e, inoltre, la catena deve presentare i residui relitti, dislocati in posizioni altimetriche dominanti e facenti parte di un paesaggio erosionale di notevole maturità (la “*Paleosuperficie*”), modellatosi in un periodo compreso tra la fine della tettonogenesi e l'inizio della surrezione, alla quale segue un regime distensivo (Brancaccio & Cinque, 1988).

Va sottolineato, però, che le critiche seguite a questo modello interpretativo non ne hanno alterato la sostanziale validità. In effetti, va considerato che l'attuale assetto geomorfologico e fisiografico dell'Appennino è, come in tutte le catene, il risultato di complesse vicissitudini geologiche perfezionate da vari fattori morfogenetici che hanno agito nel tempo con ruoli ed intensità diversificati: nel quadro generale hanno assunto particolare rilevanza le componenti tettoniche, che modellano le linee essenziali del rilievo, sulle quali si sono innestati i processi erosionali e le variazioni climatiche, specialmente durante il Quaternario glaciale. Sembra accertato, ormai, che nei periodi di maggiore raffreddamento si è avuto un rapido modellamento dei versanti con formazione di imponenti accumuli clastici basali pedemontani che si sono depositati nelle valli e nelle depressioni morfo-strutturali. Solo dopo le fasi tettonogenetiche medio- e alto-mioceniche e con l'emersione di parti di strutture tettoniche è iniziata la fase di modellamento subaereo del rilievo a cui possiamo per gran parte ricondurre le forme attuali distinguendole da quelle fossili per gran parte riesumate durante i cicli di erosione pleistocenici (Brancaccio *et al.*, 1986).

Nell'area di studio, la “*Paleosuperficie*” *Auct.* tronca in discordanza tutti i terreni di età compresa tra il Mesozoico e il Pleistocene inferiore e fossilizza le fasi tettoniche mioceniche e plioceniche; inoltre, essa risulterebbe coperta dalle vulcaniti del Vulture, non tettonizzate, datate tra 800 ka B.P. e 500 ka B.P. Questo elemento morfologico, su cui in alcune zone è impostato l'attuale spartiacque appenninico (Monti del Sannio, Irpinia e Basilicata), è caratterizzato dalla presenza di un reticolo idrografico sommitale, poco approfondito e non raccordato ai fondivalle attuali se non attraverso i versanti di faglia dei vari blocchi in cui è stata dislocata la “*Paleosuperficie*”, spesso interessata da forme carsiche ed avviata verso un elevato grado di maturità, ringiovanito successivamente dalla tettonica posteriore.

Il raccordo ai fondivalle, però, avviene spesso anche attraverso delle morfologie particolarmente significative, definite *glacis di erosione*, che si dispiegano con bassi angoli di inclinazione

(5°÷8°) ed appaiono impostate su terreni generalmente arenaceo-argillosi in facies di flysch di età miocenica, quasi sempre al bordo dei versanti carbonatici.

3.2 Gli eventi del Pleistocene: i bacini lacustri, gli alluvionamenti vallivi e le forme erosionali

Nell'Appennino sannita il Quaternario si presenta con rilievi distribuiti secondo le disposizioni attuali, ma con altezze sensibilmente inferiori.

La vecchia ed evoluta superficie di spianamento determinatasi nel Pliocene dopo l'emersione (Brancaccio & Cinque, 1988) viene sbloccata da due distinti eventi tettonici, in maniera tale da alterare i profili orografici in maniera significativa, con la creazione di lembi di paesaggio maturo che restano sospesi e dislocati per fagliazione diretta e successivamente attaccati dai fenomeni erosivi a causa della loro condizione di disequilibrio. Tra i due eventi si inframezza un'intensa fase erosionale, che determina il deposito di enormi coltri clastiche di origine continentale (Russo, 1990).

All'incirca in coincidenza con la registrazione della prima presenza umana sui rilievi campano-lucani (750÷800 ka B.P.), è stato sostenuto che gli intensi sollevamenti tettonici fanno assumere alla catena dei profili altimetrici non molto dissimili da quelli attuali (Russo, 1990), pur continuando la catena stessa una decisa tendenza al sollevamento (Ortolani, 1974).

Tra il Pleistocene medio (700 ka B.P.÷120 ka B.P.), in un intervallo coincidente grosso modo con il Paleolitico inferiore della cronologia umana in Italia, ed il Pleistocene superiore (120 ka B.P.÷11,5 ka B.P., nel quale ricadono il Paleolitico medio e superiore), i caratteri climatici hanno influenzato in maniera determinante la morfologia del rilievo (Ortolani & Pagliuca, 1994).

L'intensa fase tettonica registrata nello stesso intervallo (Pleistocene medio-superiore) scompagina le linee idrografiche e contribuisce a formare estesi bacini lacustri intramontani nelle aree subsidenti, mentre numerosi *glacis* d'erosione restano sospesi sui fondivalle (Brancaccio & Cinque, 1988).

Gli agenti del clima freddo pleistocenico regolarizzarono, con profili rettilinei, le ripide scarpate e i versanti di faglia, soprattutto quelli bordieri dei grandi massicci carbonatici. Gli agenti dei climi temperato-umidi, invece, ridussero tali compatte scarpate e versanti, a lembi residui di forma pressoché triangolare ("faccette triangolari") o trapezoidali, tipici elementi della Valle ufitana; l'intervento della tettonica surrettiva ha spesso sospeso tali morfologie per sostituirle con nuovi elementi morfologici, spesso di forma pentagonale o più complesse. I prodotti dello smantellamento dei versanti di faglia cinturano attualmente i pendii regolarizzati, sotto forma di ampi e spessi "talus detritici" che frequentemente preludono a vasti conoidi alluvionali e piane fluviali, non di rado terrazzate in vari ordini (Basso *et al.*, 1996).

Nelle adiacenze di massicci carbonatici, i sollevamenti tettonici determinarono la rimobilizzazione di acque sotterranee fortemente sature in carbonati, che si muovono lungo linee di debolezza strutturale sino all'emersione e al conseguente depositi di piccole o grandi placche travertinose (D'Argenio *et al.*, 1983).

Nella Piana Campana, intanto, l'intensa attività vulcanica collegata agli sconvolgimenti tettonici contribuisce al modellamento delle forme anche nell'Appennino esterno, dove i depositi piroclastici divengono una rilevante componente della morfogenesi.

In sintesi, i fenomeni erosionali e deposizionali ridefiniscono il profilo del rilievo così come maturato sino ad allora; gli intensi cambiamenti climatici e i movimenti glacio-eustatici agiscono in maniera determinante sull'orografia, sulla natura e l'estensione della copertura vegetale e sulle faune che colonizzano l'Appennino sannita, secondo caratteri a volte totalmente differenti da quelli attuali.

3.3 La morfodinamica dei versanti e le condizioni di stabilità

Gli eventi geologici che hanno configurato l'attuale aspetto dell'Appennino sannita sono inquadrabili nell'intensa attività neotettonica dell'area e nella altrettanto marcata attività dei processi morfodinamici (Brancaccio *et al.*, 1984), in un contesto territoriale caratterizzato da alta energia del rilievo.

I fenomeni gravitativi recitano, pertanto, una parte di primaria importanza nell'evoluzione dei bacini, in aree assai estese a livello regionale (Aprile *et al.*, 1979). Molti di questi fenomeni sono da collegare al notevole approfondimento del reticolo idrografico manifestatosi tra 23.000 e 18.000 anni fa in seguito ad un abbassamento del livello del mare a -120 metri rispetto all'attuale. Una parte di essi, invece, è legata all'elevata sismicità da assestamento isostatico che si manifesta nell'area di studio dal tardo Pleistocene-Olocene; quale concausa dei fenomeni gravitativi è da ricordare, inoltre, l'elevata frammentazione dei terreni conseguente al loro disfacimento chimico ed alla degradazione fisica, fenomeni inseriti nel complesso contesto delle dinamiche climatiche del Quaternario, che hanno fatto segnare ben 11 cicli glaciali nell'ultimo milione di anni (Kukla *et al.*, 1977). Va anche sottolineato che, da un punto di vista strettamente litologico, l'abbondanza di terreni a prevalente componente argillosa e sabbiosa tende ad innescare fenomeni franosi ampi e diffusi, sviluppati su vasti areali, specie nel settore orientale dell'area di studio. In questo modo, essi divengono uno dei principali agenti morfogenetici, talvolta il principale, nel modellamento dei versanti. Le carte topografiche mostrano una profusione di concavo-convessità delle isoipse, corrispondenti rispettivamente a nicchie di distacco e zone di accumulo, prodotto di movimenti di massa antichi parzialmente cancellati dall'erosione o recenti-quiescenti e ancora ben riconoscibili. Si rilevano inoltre versanti "a terrazzi di frana", con evidenti rotture di pendenza e riduzioni di acclività nelle zone di accumulo; è altresì comune che le frane recenti si impostino in corpi di frane più antiche (Guida *et al.*, 1979).



Fig. 5 - a) Forme di erosione concentrata a *rills* e *gullies* in un campo aperto;
b) tronco di cerro uncinato da solifluzione.

Altro fattore di modellamento che in sito rende evidente la instabilità dei profili è la circolazione idrica, sia di tipo profondo che superficiale. Il regime delle precipitazioni, specie in determinati periodi dell'anno, conferisce un forte aumento del contenuto d'acqua dei terreni, i quali, così imbibiti, riducono la loro resistenza al taglio mentre nel contempo aumenta il loro peso sul versante, innescando così il distacco di porzioni più o meno estese e profonde (Vallario, 2001). Anche il ruscellamento dei versanti è molto diffuso, soprattutto nelle aree private della naturale copertura boschiva e condotte, spessissimo, a seminativi intensivi. Nelle forme concentrate dei *rills* e dei *gullies*, tale ruscellamento provoca il depauperamento delle coltri pedologiche (Fig. 5a) soprattutto in concomitanza di periodi a prolungata concentrazione della piovosità o in presenza di nubifragi ad esito fortemente distruttivo, che accentuano il rischio idrogeologico in aree caratterizzate *dalitologie particolarmente sensibili all'erosione o da situazioni agricole precarie o inadeguate* (Diodato & Russo, 2003).

Ancora una volta, però, bisognerà rimarcare la differenza genetica ed evolutiva dei fenomeni gravitativi rilevabile tra i settori a prevalente costituzione carbonatica, nella fascia dei massicci mesozoico-terziari, e quelli di ambiente bacinale, a carattere prevalentemente flyschoid, dell'Appennino esterno.

Nel settore dell'Appennino più esterno che volge verso le Regioni Puglia e Basilicata, la presenza di complessi litologici a prevalente costituzione terrigena condiziona in maniera pressoché determinante l'evoluzione morfologica del territorio (Chiocchini *et al.*, 1971; Chiocchini *et al.*, 1992; Ciarcia *et al.*, 2003) ed il paesaggio che ne deriva, che è ulteriormente condizionato da altri elementi fisici e dall'antropizzazione.

Più in particolare, una delle peculiarità di questo territorio è data dalla frequente e notevole instabilità che affligge il rilievo. Essa è caratterizzata da fenomeni gravitativi attivi e quiescenti, talora sviluppati alla scala di interi versanti e con indizi di varie fasi di riattivazione. Tali fenomeni so-

no particolarmente concentrati in prossimità di linee drenanti a marcata erosione lineare, generata da un rapido approfondimento per variazione del livello di base.

I versanti, inoltre, sono interessati da diffusa solifluzione - meccanicamente intesa come lento colamento di masse fluide molto viscosi (Castiglioni, 1982) - specie in condizione di forte imbibizione o negli ambiti in cui si manifestano ripetuti cicli di gelo/disgelo, anche secondo profili clivometrici non particolarmente accentuati, sui quali si manifestano lobi, terrazzi, increspature ed uncinature (Fig. 5b) dei tronchi degli alberi (Vallario, 2001).

3.4 La tettonizzazione del rilievo e le forme strutturali

Avendo già trattato le superfici di spianamento, va sottolineata la diffusa presenza nell'area di studio di versanti lunghi e rettilinei con pendenze che variano da 35° a 50°, terminanti al piede, spesso, con un discreto accumulo detritico in forma di falda o cono. Essi si sono in massima parte evoluti a partire da scarpate di faglia generatesi forse in diversi momenti della tettonizzazione del rilievo.

Si tratta per lo più di superfici denudazionali modellate ad opera di processi di intensa erosione areale da degradazione fisica di tipo crioclastico (Brancaccio *et al.*, 1979), occorsi molto probabilmente durante i periodi freddi del Pleistocene, caratterizzati da frequenti passaggi della temperatura intorno a 0° C ai quali si sono sovrapposti anche fenomeni carsici, ben individuati nel modello teorico proposto dal Lehmann (1933), rivisto successivamente da Bakker e Le Heux (1952), nel quale si descrive la recessione rettilineo-parallela dell'iniziale superficie più o meno acclive del piano di faglia (*free face*) che si assottiglia sempre più fino a scomparire e, in alcuni casi, ad essere sostituita da una forma convessa alla sommità del rilievo.

Taluni versanti risultano spesso incisi profondamente da corsi d'acqua trasversali che disgregano totalmente la superficie planare d'origine a testimonianza della quale restano faccette triangolari residuali. L'erosione lineare caratteristica dei periodi umidi interglaciali, risulta limitata, oggi, dalla copertura piroclastica pedogenizzata grazie alla quale mediante l'infiltrazione delle acque superficiali viene favorita la dissoluzione carsica diffusa specialmente nei contesti carbonatici (Brancaccio *et al.*, 1978).

3.5 Le forme di accumulo: falde detritiche e coni di deiezione

Le già citate falde detritiche rappresentano le forme di accumulo del materiale detritico proveniente dal processo di denudazione dei versanti rocciosi. Si dispongono lungo il pendio rispettando l'angolo di riposo dei vari materiali, in relazione alla forma e alla dimensione dei clasti, che varia da centimetrica a plurimetrica.

Esse, come detto, sono prevalentemente imputabili alle degradazioni dei periodi climatici freddi congiuntamente alla tettonizzazione.

I depositi più recenti la cui formazione risale all'Olocene sono caratterizzati da detriti sciolti colluviali ed eluviali e suoli limoso-sabbiosi di natura prevalentemente piroclastica e contenenti clasti calcarei.

Altre forme di accumulo piuttosto diffuse in tutta l'area di studio sono i conoidi alluvionali, individuati da forme concavo-convesse che si aprono a ventaglio allo sbocco dei torrenti collinari nelle numerose piane intramontane. I corsi d'acqua che incidono il rilievo e dotati di un'elevata energia potenziale, trasportano materiale detritico anche di grandi dimensioni. Il detrito più grossolano si deposita per primo in prossimità dell'apice della conoide, il detrito più fine subisce un trasporto maggiore per poi depositarsi al piede.

3.6 I reticoli idrografici

Lo studio della struttura della rete drenante possiede un'importanza fondamentale nelle fasi descrittive ed interpretative del territorio. In particolare, è legata ad almeno tre motivi:

- 1) il reticolo rappresenta un agente geomorfico primario, per i complessi caratteri delle dinamiche morfoevolutive, decisamente accentuate in aree a rilievo giovanile, per di più impostato su materiali sedimentari terrigeni di età relativamente recente, sui quali hanno un impatto determinante le acclività e le variazioni dei flussi;
- 2) la dimensione ecologica del patrimonio idrico è indispensabile condizione per lo sviluppo delle reti lineari floro-faunistiche, delle connettività dei vari ambienti e persino delle modificazioni micro-climatiche degli ambiti ripariali inondabili, sino a quelli colonizzati dalle coltri vegetali stabili o dall'agricoltura;
- 3) la notevole interazione con gli elementi antropici, di cui ha sotteso a) la disposizione e le dinamiche insediative (stabili o temporanei), b) lo sviluppo della rete viaria attraverso corridoi naturalmente tracciati nei perfluvi o sulle linee di spartiacque, c) la disponibilità idrica necessaria allo svolgimento delle funzioni vitali (si pensi, ad esempio, alla conduzione delle pratiche agricole o, in chiave antropologica, ai fenomeni culturali), in un territorio profondamente segnato dalla frequentazione umana sin dal Paleolitico inferiore.

Da un punto di vista più strettamente geomorfologico, i caratteri palesati dalla rete drenante evidenziano la mancanza di condizioni di equilibrio con gli attuali livelli di base, che causano approfondimenti degli alvei talora molto marcati. Inoltre, la disposizione spaziale sul territorio dipende dalle caratteristiche litologiche, dall'andamento delle fratture, dalla giacitura degli strati, dalle pendenze/esposizioni dei versanti.

Per circoscrivere il discorso alla sola Valle del Fredane, va ricordato che il corso d'acqua principale (Fig. 6), eponimo della sua valle, lungo solo pochi km e possiede una vergenza tirrenica. Tale corso d'acqua, nato presso Serra Marcolapone in territorio di Guardia Lombardi ed alla quota di circa 900 m s.l.m., si snoda sino alla confluenza nel Fiume Calore, del quale è uno dei tributari in destra orografica.



Fig. 6 – in alto, l'alveo del Fiume Ufita al confine tra i territori di Guardia Lombardi e Frigento (giugno 2020), a pochi km dalla sorgente; in basso, il fiume Fredane presso la località Acquara di Sant'Angelo dei Lombardi (luglio 2020).

Un'analisi dettagliata del reticolo idrografico afferente all'Ufita rende facilmente riscontrabile il forte condizionamento che il suo assetto attuale ha subito da parte dei fattori geologici e geologico-strutturali nell'area di studio.

Per quanto attiene ai pattern idrografici, in generale va notato che sui rilievi che bordano la sua valle, ad ossatura pressoché totalmente terrigena, sono prevalenti i disegni, le densità e i tipi di confluenza ascrivibili alle tipologie dendritica, uniforme, arborescente, caratteristici di substrati impermeabili o mediamente acclivi, o subdendritica, con andamenti che suggeriscono un certo controllo tettonico delle aste.

Nella media piana intramontana, l'andamento del corso d'acqua assume un aspetto meandriforme, con discreti valori del tasso di sinuosità, non dovuto ad una diminuzione di pendenza ma allo sviluppo dalle conoidi alluvionali e/o di paleo frane che sfociano nella piana stessa, come accade per altri corsi d'acqua irpini e sanniti (Magliulo, 2005; Magliulo & Russo, 2005). Come accade in quasi tutte le valli intramontane d'Irpinia, i corsi d'acqua mostrano diversi ordini di terrazzamento, spesso interagenti con le conoidi di deiezione e disposti secondo superfici subpianeggianti. Tali superfici appaiono in molti casi come lembi di antiche piane alluvionali, oggi reincise a causa dell'approfondimento della rete drenante.

4. Gli elementi climatici

È ormai patrimonio culturale acquisito quello relativo alla nozione di variabilità climatica, anche in ambiti non specialistici. Registrate tra l'altro nell'immenso archivio naturale costituito dalle successioni rocciose, le testimonianze delle variazioni climatiche illustrano il succedersi di periodi caldi e periodi freddi, secondo ampiezze e durate alquanto disomogenee (Fig. 7).

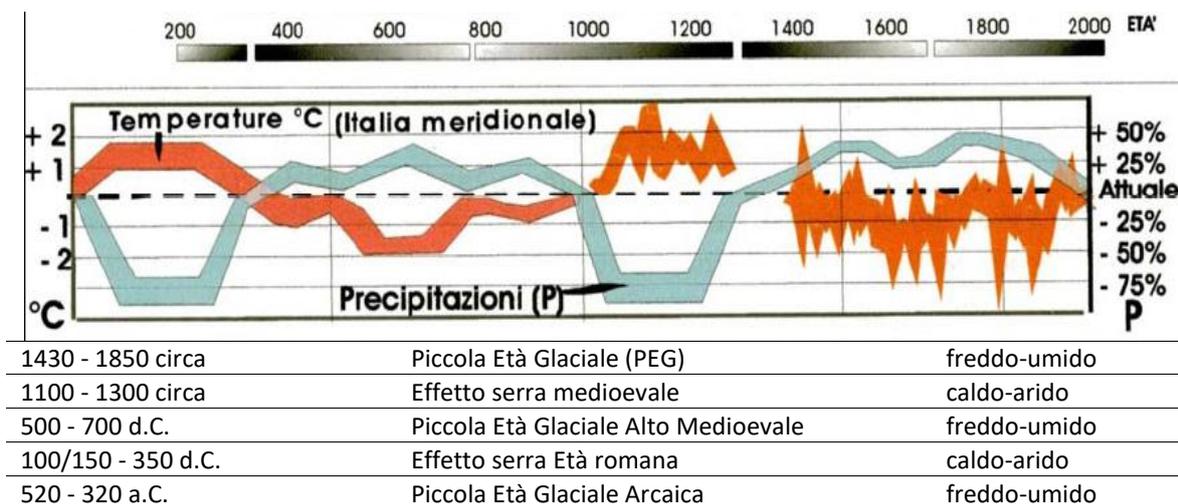


Fig. 7 - Variazioni della piovosità e delle temperature dell'aria in Italia Meridionale, stimata in base a dati geo-archeologici, e periodi freddo-umidi e caldo-aridi (da Ortolani e Pagliuca, 2004)

Naturali o influenzati dall'antropizzazione, i fenomeni attuali che determinano la complessa dinamica climatologica del bacino del Mediterraneo coinvolgono, ovviamente, anche l'Appennino sannita.

Per altre finalità, lo scrivente ha redatto un approfondito studio di tipo climatologico teso alla definizione degli elementi e delle classificazioni climatiche di tutto l'Appennino sannita e, quindi, della Valle del Fiume Fredane e in generale dell'Alta Irpina. Per operare in tal senso, sono stati reperiti e studiati le serie storiche di dati pluvio-termometrici ricavati da diverse stazioni meteorologiche collocate su questa porzione dell'Appennino.

Tali serie, in numero di 111, sono state desunte da rilevazioni di durata differente, privilegiando la scelta di quelle dotate di serie ultratrentennali e di particolare rilevanza nella distribuzione sul territorio. Tra esse, 65 possiedono dati pluviometrici e termometrici (due serie storiche sono riferite alla stessa stazione di misura, per cui il totale sale a 66); le restanti 45 hanno registrato solo la pluviometria. Infine, 73 stazioni ricadono all'interno delle province di Avellino e Benevento, le rimanenti 38 sono situate in posizioni molto prossime al perimetro irpino-sannita, nelle contermini province di Salerno, Napoli, Caserta, Foggia, Campobasso e Potenza.

In questo modo è stata determinata la naturale variabilità del regime pluviometrico in Irpinia e nel Sannio, con particolare riferimento alla Valle del Fiume Fredane. A seguito di ciò, è stato possibile definire un numero molto rilevante di indici geo-bio-climatici relativi alle singole stazioni meteorologiche; nel contempo, la mole di informazioni ricavate ha reso possibile l'estensione all'intero territorio dell'Appennino Sannita delle più utilizzate classificazioni climatiche, le quali, in una estrema sintesi di tipo generico, ci consegnano un territorio che mostra (Di Lisio *et al.*, 2009):

- J una pluviometria dal regime caratteristico, essendo connotata:
 - da un massimo di alimentazione meteorica nei mesi autunnali (il mese più piovoso è novembre);
 - un secondo picco di minore ampiezza in primavera;
 - un decremento estivo che si protrae da giugno sino a settembre (il mese di luglio è il secco in quasi tutte le stazioni). L'entità del decremento è marcata nelle stazioni a minore quota o in prossimità dei confini pugliese e lucano, meno accentuato sui rilievi carbonatici (stazioni di Laceno, Matese, Montevergine);
- J un regime termometrico che mostra, molto più che la piovosità, una nettissima relazione con l'altimetria, poiché all'aumentare di questa si nota un regolare decremento delle temperature in ragione di -0,5/0,6 °C per ogni 100 m di altitudine;
- J una certa parte di territorio, nelle province di Avellino e Benevento, connotata da un clima mesotermico, può essere ascritta al clima "mediterraneo", specie per le stazioni poste a minore quota altimetrica;
- J una seconda porzione, più estesa della prima, con un clima di tipo "temperato" subcontinentale o sublitoraneo.

Tutto ciò è evidentemente influenzato dalla particolare disposizione del rilievo, dal regime dei venti prevalenti, dalla latitudine, ecc.

Parte Seconda

Il contesto locale

5. Inquadramento geografico del territorio comunale

Il territorio del Comune di Rocca San Felice si sviluppa a ridosso dello spartiacque tra i bacini intramontani del Fiume Ufita e del Fiume Fredane: verso il primo bacino è disposto il settore più settentrionale del territorio ed occupa, presso la Contrada Carmasciano, parte della sinistra orografica dell'Ufita; verso il secondo bacino, invece, si dispone la parte centrale e meridionale del territorio rocchese, compreso il centro urbano e le sue maggiori contrade, occupando con il Vallone ed altri impluvi minori (Vallone del Celzo, Vallone di Toriello, ecc.) la destra orografica del corso del Fredane.

Le coordinate geografiche di riferimento del territorio comunale sono le seguenti (presso la Casa comunale)

- Latitudine: 40° 57' 04" N;
- Longitudine: 15°9'57"60 E

L'estensione del territorio comunale è pari a 14,28 kmq, corrispondenti a 1428 ettari (ha).

I comuni confinanti sono Frigento, Guardia Lombardi, Sant'Angelo dei Lombardi, Sturmo e Villamaina.

Dal punto di vista altimetrico, la quota minima del territorio comunale è di 550 m s.l.m.; la quota massima è di 901 m s.l.m. e si raggiunge nell'alto morfo-strutturale di Monte Forcuso. Da ciò deriva una escursione altimetrica di 480 m. La Casa comunale si trova alla quota di 750 m s.l.m..

Il Comune, rivolto prevalentemente verso la Valle del Fredane, è inserito nel Sistema Territoriale di Sviluppo "Alta Irpinia", nella Regione Agraria Regione Agraria n. 3 - Alto Calaggio e Alto Ofanto e rientra nel territorio di competenza della Comunità Montana "Alta Irpinia".



Fig. 8 – stralcio dalla Carta Topografica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 450

La cartografia ufficiale dell'I.G.M.I. ascrive il territorio al Foglio 186 della Carta d'Italia alla scala 1:100.000 "Sant'Angelo dei Lombardi" ed al Foglio 450 alla scala 1:50.000, recante l'omonimo titolo. Anche la tavoletta alla scala 1:25.000 è denominata "Sant'Angelo dei Lombardi", al IV quadrante, NE del 186.

6. La classificazione climatica di Rocca San Felice e gli indici geo-bio-climatici

Come già evidenziato in precedenza, le analisi di tipo climatologico eseguite dallo scrivente hanno consentito di individuare i caratteri peculiari e le classificazioni del clima di Sturno.

Manca, purtroppo, una stazione pluviotermometrica *in situ* ma le misurazioni effettuate presso le vicine stazioni di Frigento, di Torella dei Lombardi e di Sant'Angelo dei Lombardi, le quali hanno permesso di ottenere significative conclusioni in merito alla classificazione climatica di Rocca San Felice e agli indici geo-bio-climatici più rappresentativi².



Fig. 9 – Nei cerchi in rosso, le stazioni pluviotermometriche considerate in questo studio.

² Le stazioni di riferimento sono prevalentemente ufite e altirpine: Flumeri, Grottaminarda, Carife, Vallata, Trevico, Ariano Irpino, Bonito, Montecalvo Irpino, Apice, Savignano Irpino, Greci, Bisaccia, Calitri, Andretta, Guardia Lombardi, Torella dei Lombardi, Sant'Angelo dei Lombardi, Lioni, Nusco, Luogosano, Mirabella Eclano, Accadia (FG), Monteleone di Puglia (FG), Sant'Agata di Puglia (FG), Rocchetta Sant'Antonio (FG).

Dalle serie storiche di rilevazione, molto significative in quanto estese su un notevole lasso di tempo, sono stati calcolati i valori che seguono (Tab. I):

Tab. I - Riassunto degli indicatori geo-bio-climatici ricavati in questa indagine	stazione di Frigento	stazione di Torella dei Lombardi	stazione di Sant'Angelo dei L.
Quota altimetrica (m s.l.m.)	911	666	870
Pmedia annua (mm/annui)	877	949	912
Tmedia annua (°C)	10,11	11,78	10,39
Escursione media annua (°C)	--	--	19
IA (Indice di aridità di de Martonne)	43,61 umida (staz.montana)	43,57 umida (staz.montana)	44,73 umida (staz.montana)
IG (Indice di de Martonne-Gottmann)	29,55 zona temperata calda	28,51 zona temperata calda	29,62 zona temperata calda
IC (Indice di aridità di Crowther)	54,34 zona umida	56,03 zona umida	56,91 zona umida
UNEP (indice di aridità FAO)	1,1	0,9	1,1
MI ₂ (Indice di mediterraneità di Le Houérou)	2,35 tipicamente mediter.	1,44 Non stagionale	2,35 tipicamente mediter.
Indice pluviometrico annuale (Moral)	265,3	243,4	236,4
IL (Pluviofattore di Lang)	86,75 zona montana	80,56 zona montana	87,78 zona montana
K _f (capacità erosiva della pioggia)	15,2	11,3	14,5
Indice FFAO (e rischio correlato)	80,6 rischio basso	59,8 rischio molto basso	76,3 rischio molto basso
Quoziente pluviometrico di Emberger	159,0 mediterraneo umido	122,39 mediterraneo umido	118,19 mediterraneo umido
Indice igrotermico di Amann	543,96	685,84	581,33
Evapotraspirazione reale (Turc)	442,05	487,60	451,86
Evapotraspirazione reale (Coutagne)	529,83	581,29	543,09
ETP (evaporazione potenziale Thornthw.)	789,3	744,9	724,6
Evaporazione idrologica di Keller	561,73	570,08	565,79
CI (Indice di continentalità igrica di Gams e vegetazione potenziale associata)	46° 05' zona collinare	35° 03' zona pedemontana	43° 38' zona pedemontana
IC (indice di continentalità di Currey)	1,11 oceanico	1,11 oceanico	1,11 oceanico
IC (indice di continentalità di Conrad)	28,23 oceanico	28,29 oceanico	28,30 oceanico
IC (indice di continentalità di Gorzinsky)	21,83 neutro	21,89 neutro	21,90 neutro
KJ (indice di continentalità di Johannson)	32,1	30,2	30,1
OCE (coeff. termoisodromico di Kerner)	21,7	5,2	17,3
IB (indice bioclimatico di J. L. Vernet)	1,38	1,86	1,43
Ic (continentalità di Rivas-Martinez)	16,30 euoceanico	16,30 euoceanico	16,30 euoceanico

A fronte di così tante indicazioni, si è provveduto ad allargare ulteriormente il quadro conoscitivo, in termini climatico-ecologici, facendo ricorso alla classificazione in *Ecoregioni* proposta da Blasi *et al.* (2010). Secondo tale classificazione, il territorio di Sturno è assegnato alla c.d. **Divisione**

Temperata (il territorio nazionale è caratterizzato da due sole divisioni: la temperata, appunto, e la mediterranea), che ascrive a sé il 64% dell'intero territorio nazionale. Nell'ambito di questa Divisione, l'intera area di studio ricade nella **Provincia della Catena Appenninica** (14F, dal parmense al Pollino) quale **Sezione dell'Appennino Campano-Lucano**, con differenza tra le temperature invernali ed estive inferiore a 17°/18° C. In questa ecoregione, le fisionomie di *vegetazione potenziale dominante* sono date da boschi a cerro (*Quercus cerris*) e a roverella (*Quercus pubescens*); le fisionomie di vegetazione potenziale differenziali, invece, sono costituite da boschi planiziali e ripariali a *Quercus robur*, *Carpinus betulus*, *Salix* spp. e *Alnus glutinosa*, tipici delle conche intramontane appenniniche.

In conclusione, per fornire una classificazione climatica in base ai metodi più accreditati negli studi di settore, ci si può riferire alla prossima tabella, nella quale si propongono i risultati dell'indagine condotta dallo scrivente utilizzando i parametri riportati nelle pagine precedenti (Tab. II):

Tab. II - La classificazione climatica di Rocca San Felice secondo vari Autori		
Autore	Probabile classificazione	Variante climatica
Köppen, 1936	Cfb	temperato-caldo umido con estate calda
Thornthwaite, 1948	Subumido C1	secondo mesotermico B'2
Emberger, 1950	Temperato	perumido
Pinna, 1970	Tsl	temperato sublitoraneo
Rivas-Martinez, 2004	Macrobioclima	temperato oceanico
	Termotipo	mesotemperato inferiore
	Ombrotipo	subumido superiore

7. Lineamenti geologico-strutturali ed idrogeologici relativi al territorio comunale

La complessa storia della compilazione del Foglio 174 "Ariano Irpino", alla scala 1:100.000, rispecchia in maniera eloquente il grande disaccordo, in ambito scientifico-accademico, sulle conclusioni a cui i rilevatori del medesimo Foglio giunsero a suo tempo. In misura decisamente minore, le controversie si riproposero anche nella redazione Foglio 186 "Sant'Angelo dei Lombardi", alla scala 1:100.000, all'interno del quale ricade la maggior parte del territorio comunale di Rocca.

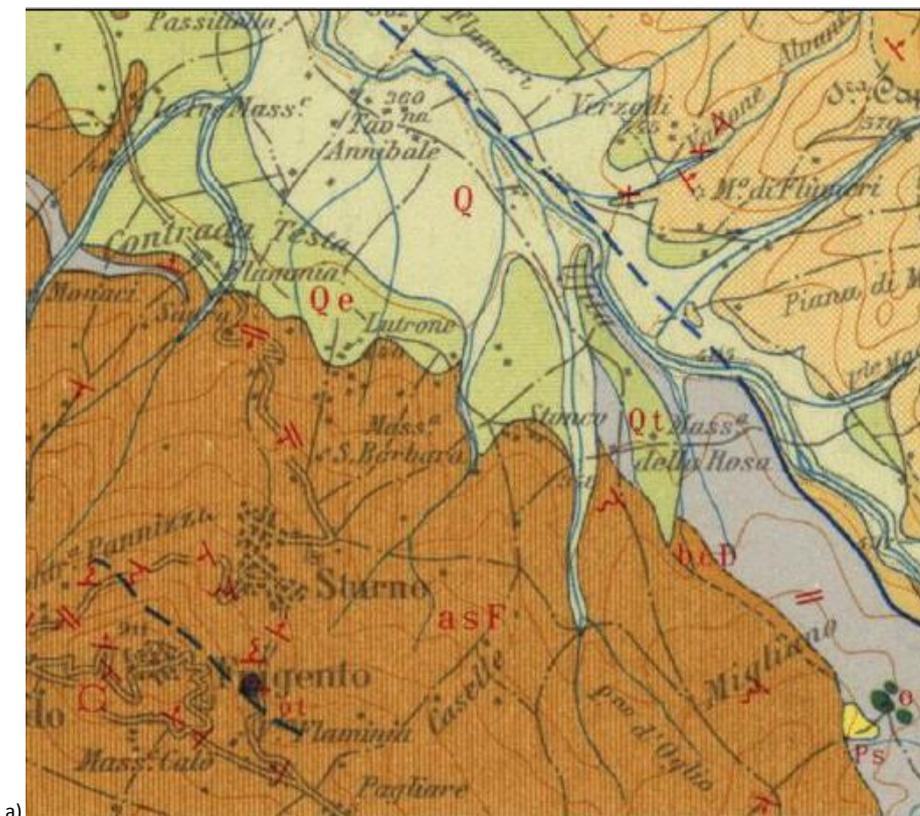
Emblematica è la vicenda della cosiddetta "Formazione di Frigento", denominazione già all'epoca non accettata e relativa ad un insieme di depositi sedimentari di natura assai varia e caoticamente assemblati in relazione ad una complessa storia geologico-strutturale.

L'insieme caotico e molto variabile nei termini della successione affiorante tra Sturno, Frigento e Rocca, così particolare da renderlo quasi un *unicum* nel panorama geologico irpino, è ben noto agli abitanti del luogo, che hanno sempre identificato una parte di questi materiali col termine dialettale *turnisiello*, con evidente allusione alla scarsa qualità meccanica dei materiali (sfaldabilità, fogliettatura, gelività, ecc.) così come poco valeva il tornese, antica moneta portata a Napoli dagli angioini e circolata fino al periodo borbonico (Sisto, 2001). In genere, la parte più litoide e calcareo-marnosa era nota come "*preta vecchia*", scura e fogliettata ma talora utilizzata nelle co-

struzioni; più rara, ma di gran lunga più idonea nell'uso edilizio, era il vero e proprio calcare biancastro, la c.d. "preta nova", presente qua e là come olistoliti isolati riferibili a calcari di viario tipo e di età differenti (Sant'Angelo al Pesco, Torre dei Monaci, Castelluzzo, Carpignano, centro storico di Rocca, ecc.).

La c.d. Formazione di Frigento, designata in cartografia con la sigla **asF** (Fig. 9a), è costituita da *argille siltose e marne siltose galestriformi, alternati a calcari marnosi, a luoghi selciferi, e ad arenarie quarzose con rari fossili miocenici*, con termini litologici quanto mai variabili sia in senso verticale che laterale (Jacobacci e Martelli, 1967).

Nel conterminare Foglio 186 i terreni presenti nel territorio di Rocca San Felice sono invece ascritti in gran parte al Complesso calcareo-marnoso-arenaceo indicato dalla sigla M^3-O^3 .



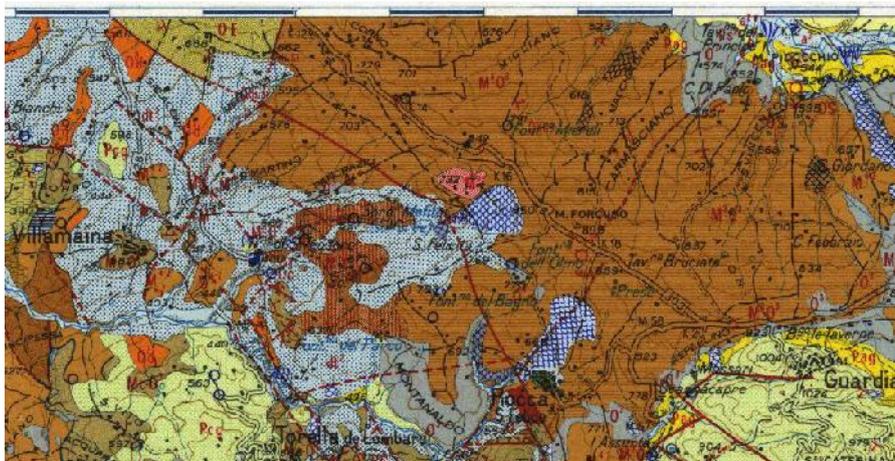


Fig. 10 - a) Estratto dalla Carta Geologica d'Italia (Fig. 174 "Ariano Irpino", scala 1:100.000), nella quale si nota la grande estensione della c.d. Formazione di Frigento; b) estratto dalla Carta Geologica d'Italia (Fig. 186 "Sant'Angelo dei Lombardi", scala 1:100.000), nella quale i terreni più diffusi sono ascritti al Complesso calcareo-marnoso-arenaceo indicato dalla sigla M³-O³.

Rifacendosi alle indicazioni della Carta Geologica d'Italia, lo *Studio geologico-tecnico* del PRG, 1984 distingueva nel territorio di Rocca San Felice i seguenti depositi:

1. **Unità Lagonegrese**, della quale affiora in particolare il **Flysch Galestrino** o "**Formazione di Frigento**", costituito da argilliti siltose, galestriniformi, calcari marnosi rossastri ed arenarie talora molto alterate, con frequenti intercalazioni di calcari selciferi ed arenarie quarzose, in un complesso caotico di età miocenica. A questa Unità afferisce anche il **Flysch Rosso**, costituito da calcari e calcareniti, con intercalazioni di argilliti varicolori ed a luoghi calcari milonitizzati.

A questo complesso, che inquadra la quasi totalità del territorio comunale (Monte Forcuso, Difesa Palombaia, Croce dei Piani, Querce del Fico, Toriello, Gessara, ecc.), seguono altri depositi di estensione decisamente più limitata, affioranti solo in ambiti limitati:

2. **Argille Varicolori**, date da argille, calcareniti, marne ed arenarie di età Cretacico-Oligocene, che talora poggiano tettonicamente sui terreni innanzi descritti;
3. **Unità di Villamaina**, costituita da molasse ed arenarie ed affiorante soprattutto nella zona ad Ovest della Mefite (Tortoniano-Messiniano);
4. **Unità di Altavilla**, con piccoli affioramenti di gessi microcristallini presso la Mefite, affiancati da argille nerastre e bituminose;
5. **Unità di Ariano**, affioranti soprattutto nei pressi di Santa Felicità, costituite da argille siltoso-sabbiose giallastre di età pliocenica;
6. **Olistoliti**, per lo più di calcari mesozoici.

In discordanza su tutti i terreni si rinvencono talora i materiali continentali quaternari costituiti dalle:

7. **Coperture detritiche** varie, formate da clasti carbonatici con matrice limo-argillosa, derivanti in prevalenza dall'alterazione dei materiali argillitici denominati con la vecchia dizione di Formazione di Frigento, con spessori da centimetrici a qualche metro. Altre coperture detritiche sono

quelle che bordano alla base l'olistolite calcareo sormontato dal castello, della stessa natura litologica.

Nella stesura del Foglio CARG è stata seguita, con lievi modifiche, la totale revisione operata da Di Nocera et al., 2006, che ha introdotto l'Unità di Frigento, nell'ambito della Serie Lagonegrese – molisana, separata dalle Unità del Fortore che comprendono la Formazione di Corleto Perticara, cioè i depositi più diffusi nel territorio di Rocca San Felice (questi stessi depositi erano ritenuti appartenenti al Flysch Galestrino GAL).

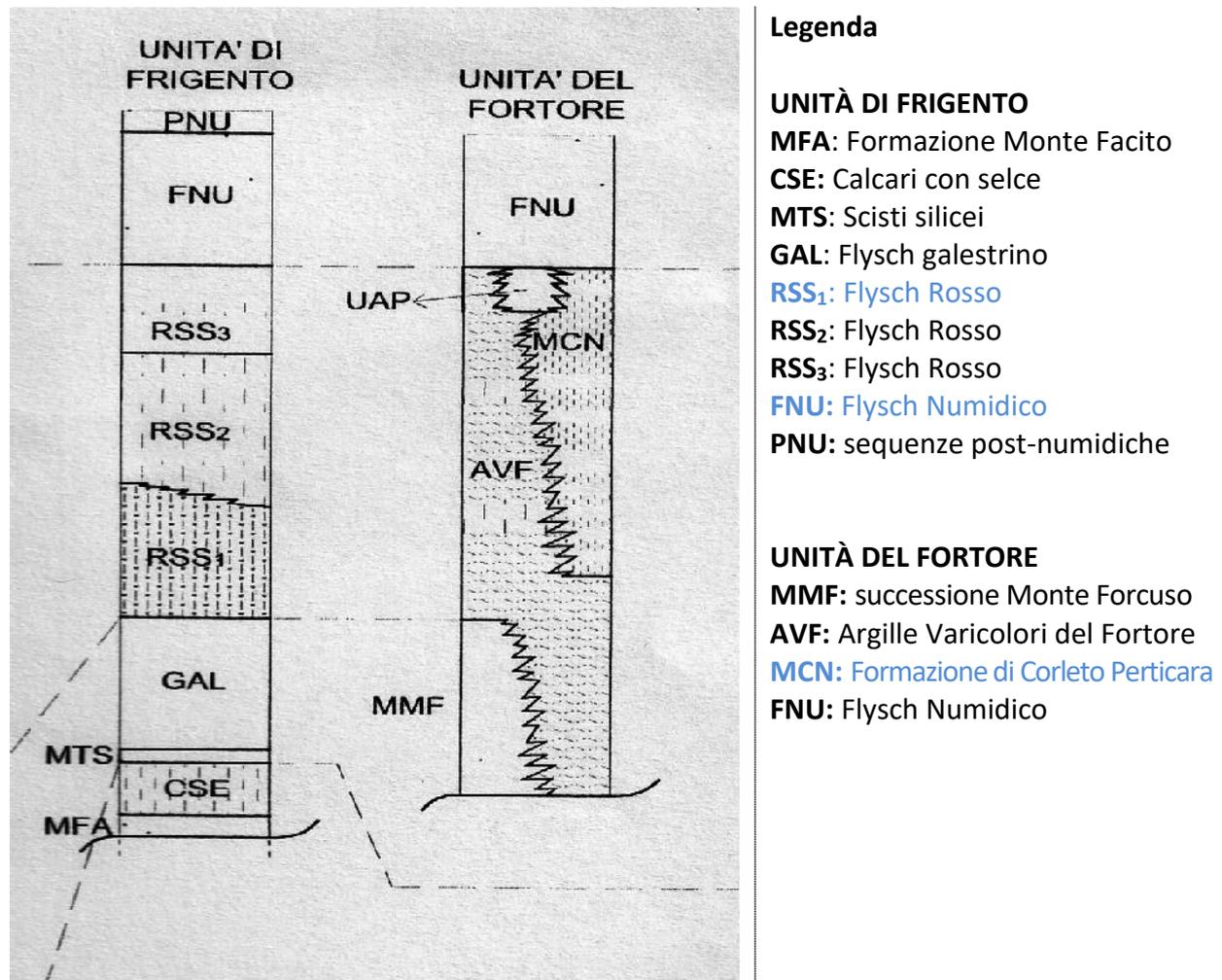


Fig. 11 - Interpretazione delle successioni stratigrafiche costituenti le Unità di Frigento e le Unità del Fortore secondo Di Nocera et al., 2006 con relativa legenda: secondo gli Autori, a Rocca affiorano soltanto i termini in azzurro

Una interpretazione più completa e precisa delle emergenze geologiche nazionali è stata condotta dai vari gruppi di lavoro incaricati del completo rifacimento della cartografia geologica nazionale (Progetto CARG), ancora in fase di attuazione. Il lavoro di questi gruppi ha portato, tra l'altro, alla completa rielaborazione del Foglio 450 "Sant'Angelo dei Lombardi, alla scala 1:50.000,

del quale si riporta uno stralcio nella successiva figura, comprendente l'intero territorio di Rocca San Felice:

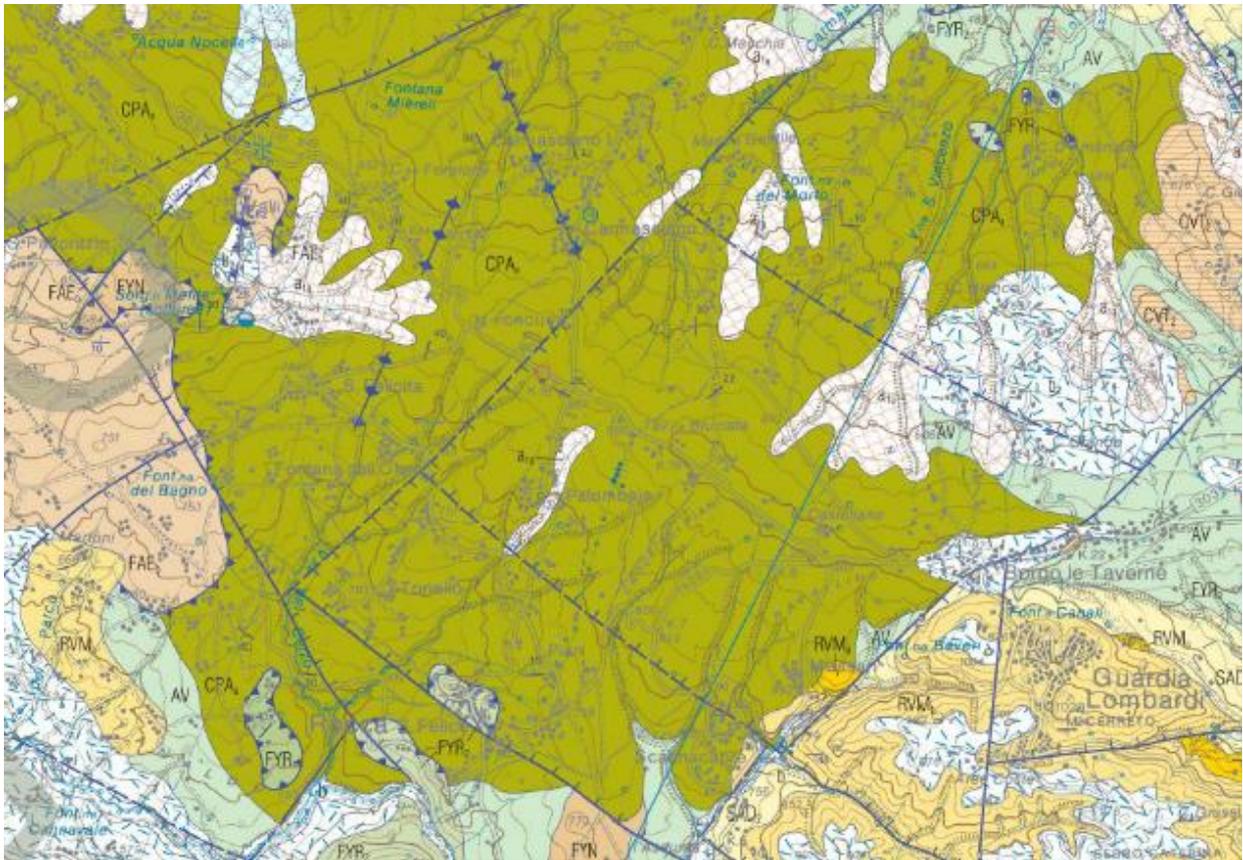


Fig. 12 – stralcio dalla Carta Geologica d'Italia (Progetto CARG, Fig. 450 "Sant'Angelo dei Lombardi", scala 1:50.000: a Rocca vengono ascritti 6 depositi differenti appartenenti a 4 famiglie distinte.

In esso, si nota come l'agro roccese appare connotato da 6 affioramenti di terreni diversi, identificati mediante sigle convenzionali (**FYN**, **FYR₂**, **CPA_a**, **FAE_b**, **a1a**, **b2**). In dettaglio, si possono così descrivere, in ordine cronologico decrescente (dalla Legenda del Foglio 450, scala 1:50.000):

- UNITÀ DEL BACINO LAGONEGRESE MOLISANO, che nell'area comprende tre Unità (Frigento, Fortore e Daunia):
 -) Unità Tettonica di Frigento (**FYN**, **FYR₁**, **FYR₂**); l'affioramento di **FYN** è molto modesto, localizzato nei pressi del laghetto della Mefite, mentre quello di **FYR₁** lambisce il confine comunale, senza affiorare nel territorio roccese. Il **FYR₂** si rinviene nel punto più a sud del territorio comunale e costituisce substrato di tutto il centro storico e dell'alto occupato dal castello. Essi sono così descritti dal CARG: **FYN**: arenarie giallastre da fini a grossolane, quarzose, con clasti calcarei, con argille siltose nella parte alta, di ambiente marino torbido e di età Burdigaliano-Langhiana; **FYR₂**: membro calcareo del Flysch Rosso, costituito da calcareniti grigio-verdi, calciruditi, talora doloareniti, di ambiente di scarpata carbonatica raccordata al bacino pelagico e di età Campaniano-Miocenica inferiore;



Fig. 13 – in alto, le arenarie turbiditiche giallastre del FYN presso il lago della Mefite, del quale costituiscono il pianoro; in basso, il substrato calcarenitico del centro storico di Rocca, costituito dai depositi del membro calcareo del Flysch Rosso (FYZ): su di esso poggiano direttamente i fabbricati storici, privi di strutture fondali.

-) Unità del Fortore, con la Formazione di Corleto Perticara (**CPA**), costituita da due litofacies, delle quali a Rocca affiora solo quella arenaceo-marnosa (**CPA_a**), con calcari litoclastici, calcari marnosi di colore grigiastro con patine giallognole, in strati fino ad 1 m alternati a marne calcaree, marne argillose, argilliti silicee e subordinate calcareniti, arenarie torbiditiche. L'ambiente è quello di bacino con torbiditici e lo spessore è di circa 600 m. *EOCENE – Miocene Inferiore*. Questi depositi costituiscono la grande maggioranza degli affioramenti nel territorio comunale;



Fig. 14 – a sinistra, blocco calcareo-marnoso, con caratteristiche patine di alterazione, della Formazione di Corleto Perticara (C/da Palombaia); a destra, un particolare della litologia CPA con laminazioni e inclusi quarzosi e micacei.

-) UNITÀ DELLA DAUNIA, che in zona affiora con la litofacies calcareo-marnosa **FAE_b** del Flysch di Faeto, presente nei dintorni della Mefite, alla località Valle e alla Macchia Mefite. Nel CARG tale flysch è descritto come un'alternanza di calcareniti biancastre e grigio-avana di origine torbiditica, con laminazioni, marne bianche farinose e calcilutiti. L'ambiente è di rampa carbonatica con apporti torbiditici, per uno spessore di circa 100 m e di età Miocene medio-Superiore (?);



Fig. 15 – i depositi calcarenitici gradati del Flysch di Faeto presso la struttura di Villa Gioconda.

- UNITÀ IN FORMAZIONE DI ETÀ QUATERNARIA:

-) gli ultimi due litotipi presenti nel territorio comunale (**a1a**, **b2**) si riferiscono a materiali recenti e attuali, che raggruppano depositi di frana (**a1a**, limi e sabbie in prevalenza, con ghiaie in matrice sabbiosa, di età attuale) e coltri eluvio-colluviali di minore consistenza (**b2**, depositi clastici di natura calcarea e silicea, immersi in matrice limo-argillosa o piroclastica, di età Olocene - attuale).

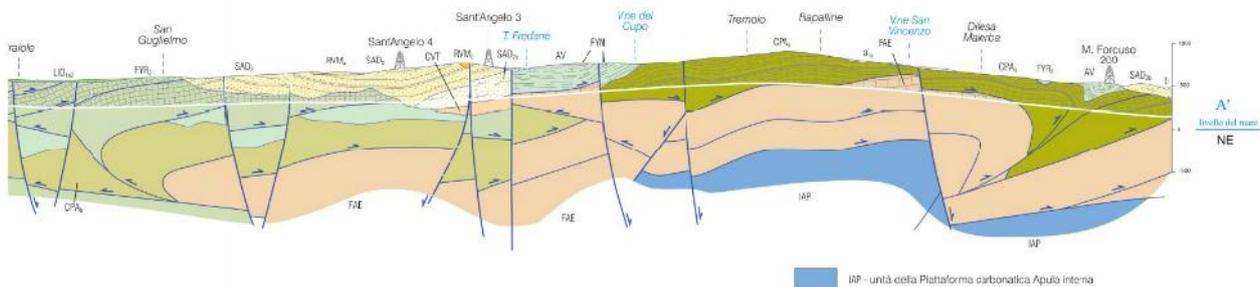


Fig. 16 – rapporti stratigrafici tra i depositi affioranti tra il Monte Forcuso e il Goletto (ISPRA, progetto CARG, Foglio 450, sezione A-A')

Per quanto attiene alla situazione idrogeologica del territorio di Rocca San Felice, la classificazione proposta dalla Carta Idrogeologica della Provincia di Avellino elaborata da Aquino *et al.*, 2007, segue in maniera molto fedele la schematizzazione geologica proposta da Di Nocera *et al.*, 2006.

L'elaborazione della Carta idrogeologica del Comune di Rocca seguirà le indicazioni dei due citati studi ed ha individuato, nel territorio comunale, 4 gruppi idrogeologici principali, risultanti dall'accorpamento di formazioni differenti dal punto di vista strettamente geo-stratigrafico, ma caratterizzate da medesime caratteristiche idrogeologiche. In questo modo, nella Carta sono segnalati (Fig. 15):

- 1) **Complesso dei terreni alluvionali**, a grado di permeabilità medio-alto e tipo per porosità e fessurazione;
- 2) **Complesso detritico eluviale**, a grado di permeabilità medio-alto e tipo per porosità;
- 3) **Complesso arenaceo-argilloso-marnoso**, a grado di permeabilità medio-basso e tipo per porosità e fratturazione;
- 4) **Complesso calcareo-marnoso-argilloso**, a grado di permeabilità medio-alto e tipo per porosità e fratturazione.

7.1 Il centro urbano

Lo Studio geologico-tecnico del PRG, 1984 assegnava la gran parte del centro urbano di Rocca agli affioramenti dell'olistolite calcareo (nella Carta Geologica denominato **OI**), bordato da estesi depositi detritici, mentre tutta la zona di Via Mattine e della Strada Provinciale 78 era assegnata al litotipo delle Argille Varicolori (in simbolo, **AV**). Nella zona del Cimitero, invece, la vecchia cartografia del PRG ascriveva i terreni alla Formazione di Frigento, in particolare al Flysch Galestrino.

Nella cartografia più recente della Carta Geologica d'Italia, Progetto CARG, alla scala 1:50.000, il centro storico è assegnato per intero ai depositi del Flysch Rosso (in particolare al membro calcareo di quest'ultimo, **FYR₂**). Gli immediati dintorni, invece, come nella località Piani, presso il Cimitero, alla Via Mattine, la zona PEEP e Palombaia sono ascritte alla Formazione di Corleto Perticara (**CPA**).

7.2 Le aree rurali

Nella vecchia cartografia del PRG, la gran parte del territorio di Rocca era ricompresa tra gli affioramenti del Flysch Galestrino, con piccole zone assegnate ad Unità più recenti (Altavilla, Ariano, Villamaina).

Secondo la cartografia CARG (Fg. 450), tutte le contrade più prossime al centro urbano, dall'ambito ufitano di Contrada Carmasciano sino a quello del Fredane, verso Sud, sono tutte connotate dagli affioramenti della Formazione di Corleto Perticara, appartenente alle Unità del Fortore.

Come già spiegato in precedenza, la maggiore complessità si rinviene nei pressi della Mefite, presso la quale compaiono affioramenti di piccole dimensioni legati ad altre Unità, come quella della Daunia (FAE_b).

Va comunque precisato che l'estrema somiglianza di molte facies litologiche le rende quasi indistinguibili da un punto di vista strettamente geotecnico e quindi talune disquisizioni di ordine puramente geologico-stratigrafico assumono un notevole interesse scientifico che, forse, perde di significato in un'analisi di micro-scala di tipo applicativo.

7.3 Il geoarcheosito della Mefite in Valle d'Ansanto

La pubblicistica recente relativa a questo singolare monumento naturale del territorio di Rocca San Felice continua ad arricchirsi di contributi di notevole spessore e di livello internazionale. Il geosito, forse il più importante della Provincia di Avellino, attira visitatori e studiosi da ovunque ed è continuamente oggetto anche di Tesi di Laurea e di studi delle più disparate discipline (geologiche, storico-archeologiche, antropologiche, poetiche, pittoriche, ecc.).

La riscoperta sempre più pronunciata ha portato a definirlo “uno dei 101 luoghi archeologici d’Italia da visitare almeno una volta nella vita” (Ardito, 2013), tanto che si ipotizza per questa emergenza un percorso di protezione e di valorizzazione ai più alti livelli consentiti dalla legislazione italiana ed internazionale (Sisto, 2020).

Il sito infatti è stato citato dai numerosi scrittori dell’antichità, da Virgilio a Cicerone (Di Lisis et al., 2010), era sede di antichi pellegrinaggi in epoca pagana ed è stato oggetto di numerose pubblicazioni di tipo letterario, archeologico e scientifico.

Il laghetto odierno, solo una piccola parte di quello che le cronache e le stampe antiche ricordano, conserva la suggestione di un tempo grazie alle sue acque ribollenti e all’odore nauseabondo. Dal punto di vista geochimico, le acque della Mefite risultano caratterizzate da una facies solfato-calcica, con temperature comprese tra 10 e 18 gradi Celsius e con alti valori di conducibilità elettrica. Elevati sono anche i contenuti in CO₂, in -SO₄, in Cl, Sr, Li; sono assenti invece i bicarbonati.

Secondo un’ipotesi per lungo tempo accreditata, la risalita delle acque avverrebbe lungo linee preferenziali coincidenti con linee tettoniche locali, lungo le quali si origina la risorgenza idrica dai massicci carbonatici dei Monti Picentini nonché l’ascesa di numerosi gas tra cui CO₂ e H₂S (Ortolani et al., 1981). Principalmente a quest’ultimo composto si deve quell’odore nauseabondo che tanto ha inciso sull’immaginario antropologico riguardante il sito.

Più recentemente sono state proposte altre interpretazioni della struttura geologica profonda del settore locale della Catena. In particolare, si deve a Di Nocera et al., 2006 l’articolato schema che prevede il complesso impilamento di coltri in diverse generazioni di strutture compressive, sezionate da sistemi di faglie tra cui si collocano quelle legate ai fenomeni di risalita presso la Mefite. Nel 2010 un noto lavoro ha sostenuto l’eccezionalità del sito, collegato a carbonati profondi permeabili alla CO₂, ricoperti da sedimenti argillosi: lo studio intravede nel sito la più grande emissione mondiale di biossido a bassa temperatura e di origine non vulcanica, stimata in circa 2000 tonnellate al giorno (Chiodini et al., 2010). La risalita di gas e fluidi, in ogni caso, potrebbe essere ricondotta anche all’attraversamento di depositi gessoso-solfiferi legati alla notissima crisi di salinità del Messiniano. Va ricordata, fine, l’importante connessione dei fenomeni di emissione gassosa con l’attività sismica locale, poiché diverse cronache dei secoli passati hanno ricordato la cessazione o l’incremento temporanei di tali emissioni immediatamente prima di un evento sismico nei giorni seguenti allo scuotimento: dato interessante, ciò è testimoniato anche per eventi riconducibili a diversi ipocentri collocabili tra il Matese e l’Alto Potentino.

8. La ricostruzione storica degli scuotimenti sismici, dei parossismi vulcanici e dei dissesti idrogeologici

La ricostruzione della storia ambientale di Rocca è abbastanza complessa e frammentaria. La traccia documentale degli accadimenti è di fondamentale importanza nella individuazione di una storia delle calamità occorse nei secoli passati, nell'ottica del discernimento delle interazioni tra fenomeni naturali e gli elementi antropici. È, infatti, quasi superfluo ribadire quanto la storia delle comunità irpine sia stata profondamente segnata dalla notevole sismicità che accompagna l'evoluzione tettonica dell'Appennino campano-lucano, tanto da determinare in alcuni casi l'abbandono di antichissimi insediamenti (Bisaccia, Melito, Apice, Conza della Campania, Tocco Caudio) o, addirittura, la loro totale scomparsa.

8.1 Gli eventi sismici e vulcanici

Venendo agli eventi, si inizia col ricordare quelli meno noti, antecedenti l'età moderna, tra i quali si ascrivono il sisma del 375 d.C., che si abbatté *Beneventum*; le eruzioni del 472, di cui si ricordano i gravi danni arrecati; il terremoto dell'847 (Ariano-Sannio); del 989 (Irpinia, Sannio); del 1139, Benevento; del 4 settembre 1293, nel Sannio, che a Frigento aveva raggiunto l'VIII-IX grado e prodotto numerosi crolli; del 1353, a Melfi e in Alta Irpinia, per un probabile IX grado (Sisto, 2010). Ai successivi sismi di più recente accadimento si fornisce una descrizione di maggiore dettaglio.

Il sisma del 1456

Il sisma del 1456 è ancora oggi ritenuto il più forte terremoto della storia italiana per l'estensione della zona colpita e la severità dei danni prodotti. Non a caso è stato definito come *il più grave degli eventi storici noti che abbia colpito la regione appenninica*, per l'ampiezza dell'area coinvolta e per il numero di vittime. La scossa principale, avvenuta nella notte tra il 4 e il 5 dicembre e le numerose altre repliche che si protrassero fino all'inizio del 1457, durò circa 2 minuti. Per la sorgente sismica è stata quindi invocata l'attivazione simultanea di più segmenti di faglia innescatisi a cascata dall'Abruzzo all'Irpinia, con tre probabili tre aree epicentrali: Apice-Ariano, Matese, alta Valle del Pescara. L'inaudita violenza del sisma provocò circa 60 mila morti tra l'Abruzzo meridionale, il Molise, la Campania, la Basilicata e persino alcuni centri del Lazio e della Puglia: in Irpinia i maggiori danni furono segnalati tra Accadia, Apice, Ariano, Avellino, Lacedonia, Mirabella, Montecalvo e Zungoli. Inoltre, è molto probabile che ci sia stato uno tsunami nel Golfo di Napoli.

Il sisma del 1517

Il 17 marzo del 1517 gravi danni furono arrecati ad Ariano, Vallata e Conza ed il probabile epicentro è collocato proprio ad Ariano; si segnala una $M = 5.57$.

Il sisma del 1561

Sisma del Vallo di Diano (19/08/1561), con gravi danni nel potentino e in Alta Irpinia. L'epicentro è collocato nel Vallo e la $M = 6.36$.

L'eruzione del 1631

Nell'ambito di un'attività eruttiva protrattasi a fasi alterne per tutto il XVII secolo, l'eruzione del 1631 fu particolarmente violenta, tanto da disseminare ceneri piroclastiche su di un territorio immenso, in coltri che nella valle dell'Ufita raggiunsero anche il metro di spessore, provocando lo sfondamento di tetti, la perdita dei raccolti, il blocco della circolazione dei carri. A quell'epoca si colloca il miracolo delle lacrime di sangue della Madonna di Loreto, nella Cattedrale frigentina, seguite alla interminabile e spaventosa eruzione.

Il sisma del 1688

Questo terremoto interessò in particolare il beneventano, con gravissimi danni, nella Città e nei centri delle valli del Calore e dell'Ufita. L'evento sismico del 5 giugno ($M = 6.72$) è tristemente noto per la distruzione completa di Cerreto Sannita, in seguito ricostruita in maniera mirabile. Benevento riportò devastazioni così profonde che il Cardinale Orsini, la cui vicenda umana è tanto legata agli allora Casali di Frigento, venne definito il *nuovo fondatore della Città*. A Frigento cadde l'antica Chiesa di San Marciano e, nei Casali, i gravi danni indotti alla primitiva Chiesa di San Michele ne indussero la ricostruzione.

Il sisma del 1694

A soli 6 anni dal sisma precedente, l'8 settembre 1694 rappresentò l'evento più violento tra quelli verificatisi nel XVII secolo in Campania. Questo evento fu caratterizzato da un'intensità XI grado MCS e colpì principalmente le province di Avellino, Salerno e Potenza. Il campo macrosismico stimato presenta un allungamento in direzione NW-SE delle isosiste ed un'amplificazione verso la Valle dell'Ofanto. L'epicentro è di discussa collocazione, secondo alcuni tra Lat. 40.52° e Long. 15.26° , tra gli attuali territori di Pescopagano e Calitri, entrambi duramente colpiti. Il Catalogo INGV colloca, invece, l'epicentro a gradi 40.88 di latitudine e 15.30 gradi di longitudine, tra Aquilonia Vecchia e Calitri, e definisce l'evento "terremoto dell'Irpinia-Basilicata". Gli effetti più devastanti si ebbero tra le attuali province di Avellino (particolarmente in Alta Irpinia), Salerno e Potenza, con effetti disastrosi in Valle Ufita, Ariano Irpino, Zungoli e Mirabella. Le stime parlano di migliaia di morti e di una Magnitudo 6.87 (Sisto, 2010).

Il sisma del 1702

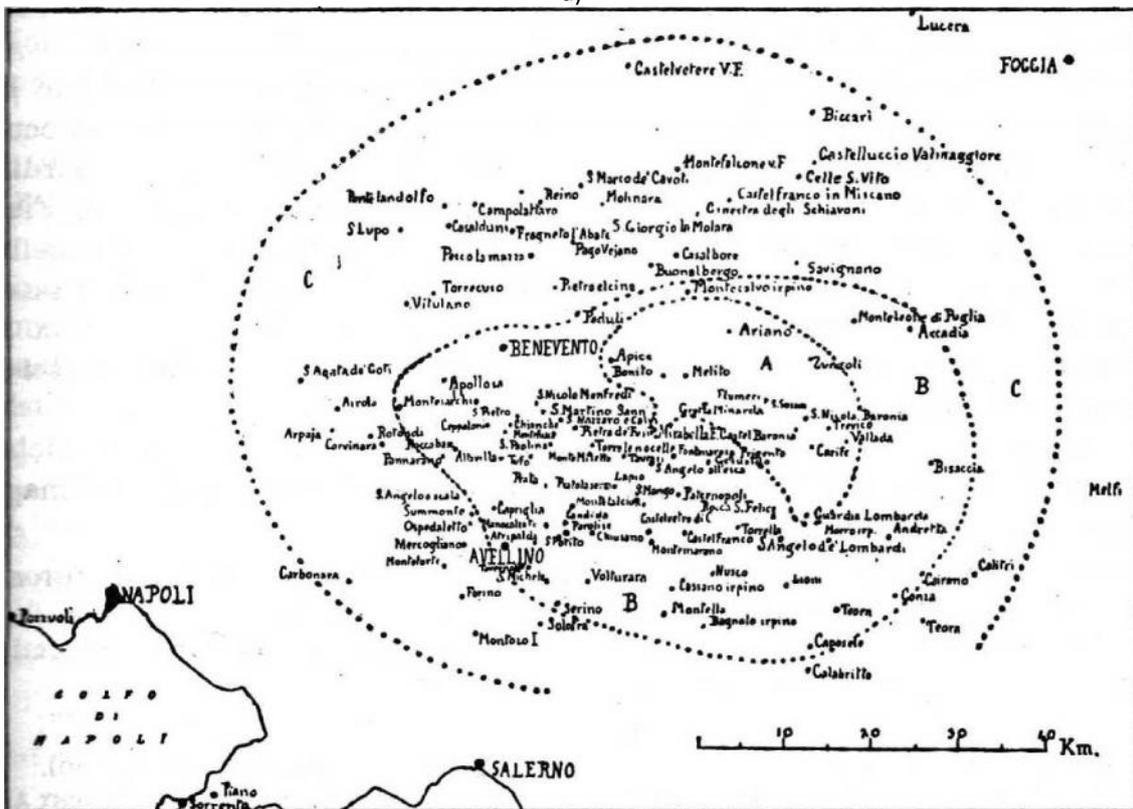
Il 14 marzo 1702, con due fortissime scosse sismiche (X grado di intensità), a distanza di mezz'ora l'una dall'altra, un sisma colpì la dorsale appenninica tra Benevento e l'Irpinia. I danni riscontrati in particolare ad Ariano, Apice e Mirabella si sommarono a quelli già tanto gravi arrecati dai sismi del 1688 e del '94: mentre a Flumeri, Frigento e Grotta si raggiunse il IX grado, in Benevento si registrò il crollo di molte chiese, di ponti e del castello, e la sensazione di terrore fu acuita da due nuove scosse - il 2 e il 6 aprile - responsabili di ulteriori lesioni (Sisto, 2010).

Il sisma del 1732

Il terremoto fu caratterizzato da una scossa principale verificatasi alle 7:40 GMT circa del 29 novembre, preceduta da una scossa alle 21:05 GMT del 28 novembre e seguita da una replica nella stessa giornata del 29, alle ore 14:05 (INGV). Il terremoto, la cui intensità massima è stata stimata

al X grado dal Catalogo dei forti terremoti SGA-ING, colpì diverse località delle province campane, ma anche altre province come Bari, Potenza e Matera. L'Irpinia fu particolarmente colpita, in particolare tra l'Arianese e la Baronia; l'epicentro è stimato proprio nell'attuale territorio di Ariano. Repliche si registrarono con epicentro a Montecalvo e Calabritto, per tutto il 1733. I disastrosi effetti della scossa principale, valutata $M = 6.61$, si riscontrarono tra Ariano Irpino (distrutta in gran parte), Apice, Bonito, Melito, Mirabella Eclano, Grottaminarda, Castel Baronia, Guardia Lombardi, Carife, Vallata, Trevico, San Nicola Baronia, San Sossio Baronia, Flumeri, Zungoli. Anche Frigento, e quindi anche i suoi Casali, furono gravemente danneggiati.

a)



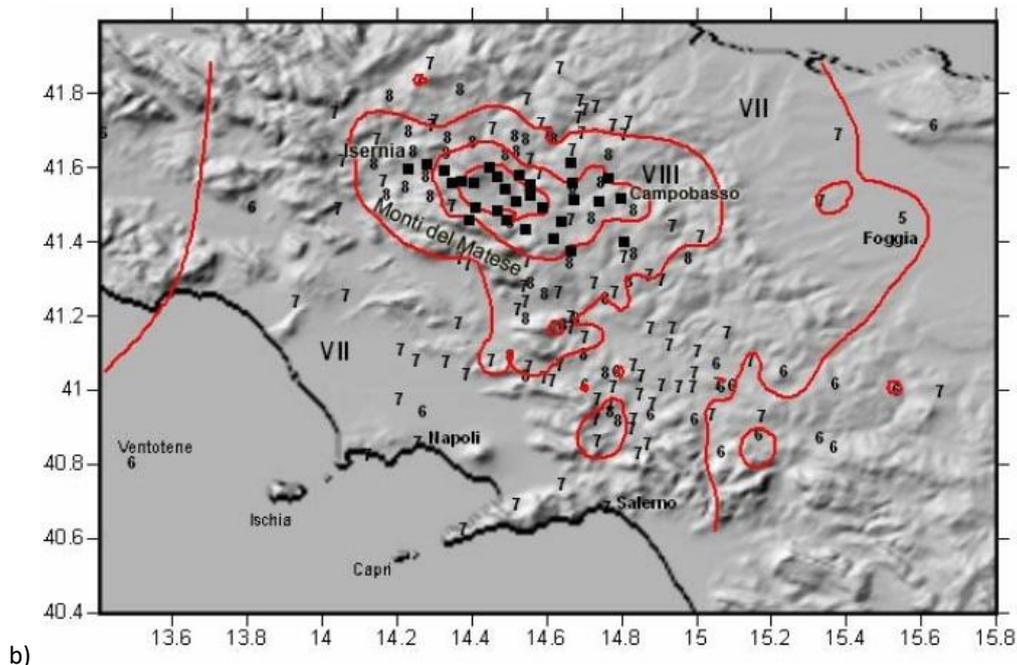


Fig. 17 - a) Isosiste del sisma del 1732; b) isosiste del sisma del 1857.

L'eruzione del 12 giugno 1794

L'eruzione vesuviana avvenuta durante le prime ore della notte del 15 giugno 1794, si colloca come evento parossistico terminale di un ciclo eruttivo, durato circa 15 anni. L'evento provocò una serie di scosse sismiche che furono avvertite anche in Irpinia e vennero descritte con gran dovizia di particolari da don Vincenzo Maria Santoli, Arciprete di Rocca San Felice. A Sturno fortunatamente non fecero danni, ma si verificò la solita pioggia di cenere. Il parroco casalese, don Matteo Giovanniello da Frigento, provvide a ringraziare con uffici sacri i Santi protettori casalesi.

Il sisma del 1805

Il 26 luglio 1805, giorno dedicato a Sant'Anna, alle ore 21.00 GMT un disastroso terremoto colpì Molise e Campania, danneggiando oltre 200 località con un picco di intensità nella località di Frosolone ($I=XI$ MCS) e un numero di vittime superiore a 5000. L'evento fu avvertito in tutta l'Italia Meridionale e Frigento, coi suoi Casali, non fece eccezione, ma localmente i danni furono contenuti. L'evento sismico si colloca nella fascia sismicamente attiva dell'Appennino meridionale in cui numerosi terremoti disastrosi sono stati registrati in tempi storici. La sua magnitudo è stata stimata molto prossima a quella del sisma del 1980 ($M=6.9$) e la faglia sorgente risulta allineata in direzione appenninica. Il sisma fu preceduto da numerosi fenomeni idrogeologici, rombi, boati, spaccature o sprofondamenti del terreno, e indusse riattivazione di frane, fagliazioni superficiali, caduta di massi, sradicamenti di alberi, fuoriuscita di fiamme o fumo dal suolo, aumento della temperatura o intorbidamento delle acque, con variazioni dei flussi. Anche le acque sorgive nei dintorni della Mefite, facilmente riconoscibili per l'odore nauseabondo, nei due giorni successivi al sisma persero completamente questa caratteristica, presentandosi come normali acque di una qualsiasi fonte. Quella loro peculiarità si ripresentò soltanto il giorno 29, *come se si fossero rivestite degli antichi attributi, e riacquistato l'antico sapore ed odore [...] e fredde come al solito* (Sisto, 2008).

L'eruzione dell'ottobre-novembre 1822

La più disastrosa eruzione del secolo XIX ebbe come conseguenze in Irpinia una serie di tremori, per fortuna lievi; una poderosa caduta di ceneri piroclastiche, che si accompagnarono alla inclemenza climatica, desolando le campagne pronte per la semina.

Il sisma del 1851

Sisma (4 giugno, con forte replica il 6 giugno e gravi danni a Savignano) nelle alte valli dell'Ofanto e del Sele, con intensità M.C.S. del IX grado a Caposele ed attenuazione di intensità verso il potentino.

L'eruzione dell'aprile 1906

La più violenta eruzione del Novecento provocò l'abbassamento del Vesuvio di 220 m (!), con notevoli cadute di ceneri vulcaniche a Sturno e in tutta la Valle dell'Ufita.

Il sisma del 1910

Il 7 giugno 1910 alle ore 02:04 GMT un violento terremoto - IX-X grado della scala Mercalli e magnitudo pari a 5.87 - sconvolse quasi tutta l'Irpinia estendendo il suo risentimento fino a Napoli, in molte zone della Puglia fino al confine meridionale del Lazio e dell'Abruzzo e in Sicilia. L'epicentro fu localizzato in prossimità del confine orientale dell'Irpinia con la Basilicata, nel territorio comunale di Calitri (Lat 40° 54' Long 15° 27'), che risultò essere il centro colpito con la massima intensità. L'evento principale fu preceduto da leggere scosse avvertite il 6 giugno a Carife. Gravi danni anche nei comuni della valle dell'Ufita, dell'Ofanto, ad Andretta e Bisaccia per un totale di 40 altre località nelle quali la scossa causò lesioni, fessurazioni, caduta di cornicioni e di muri. L'area colpita con la maggiore intensità risulta situata in direzione parallela alla catena appenninica, compresi entro un raggio di 20 km tra Flumeri e San Fele. Visitarono il comune di Calitri il Re Vittorio Emanuele III e la Regina Elena, insieme ad altre autorità tra cui i ministri dei Lavori Pubblici, Ettore Sacchi, e del Tesoro, Francesco Tedesco.

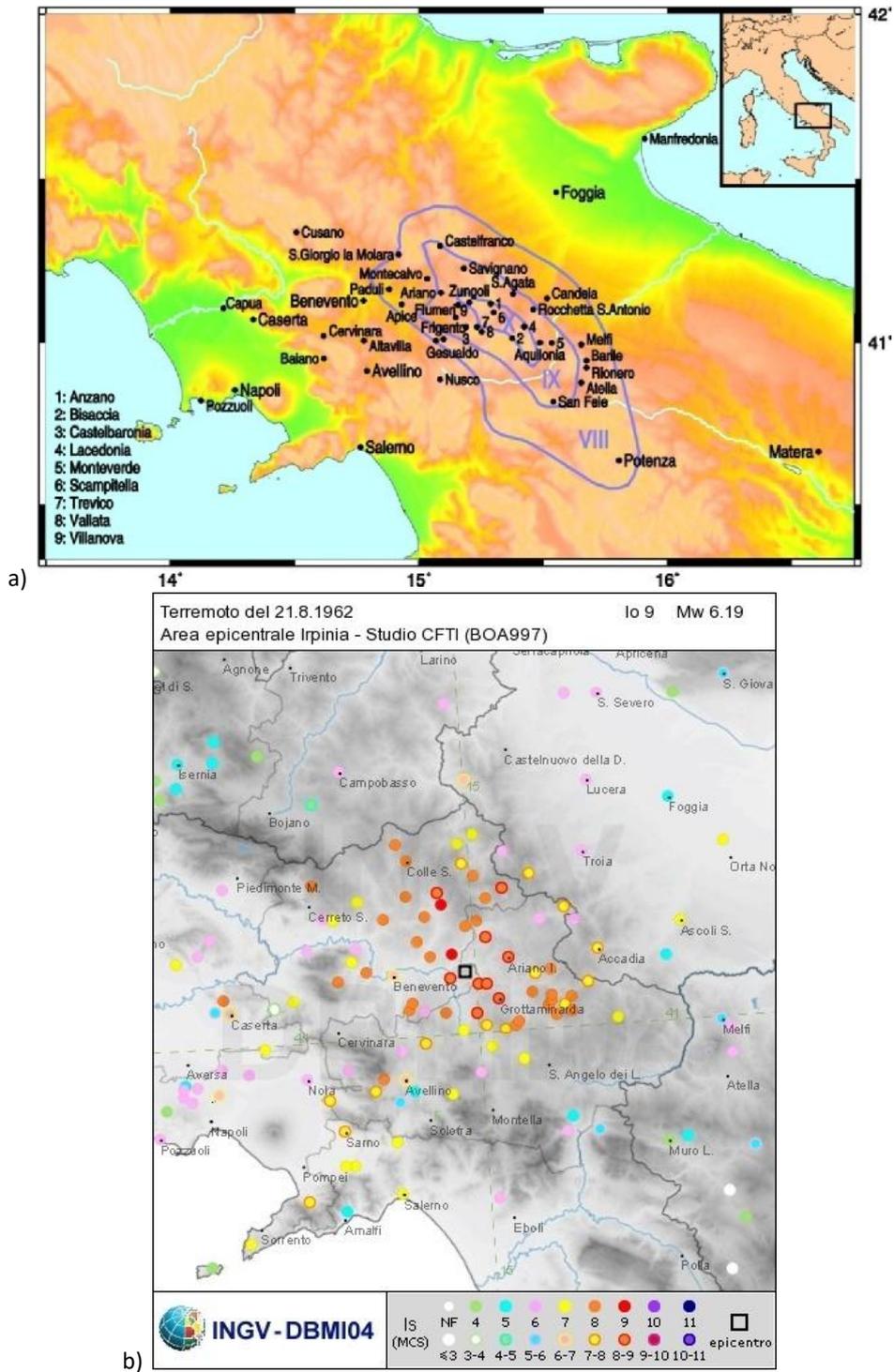


Fig. 18 - a) Isosiste (scala Mercalli) relative al terremoto irpino del 23 luglio 1930 e b) del sisma del 1962.

Il sisma del 1930

Il 23 luglio 1930 un nuovo forte sisma (intensità massima X grado MCS) colpì una vasta area compresa tra Campania, Basilicata e Puglia, per una superficie totale stimata di 36000 kmq distruggendo completamente i paesi di Villanova del Battista, Trevico, Aquilonia e Lacedonia. Gli effetti furono comunque devastanti in tutta la zona tra Melfi ed Ariano Irpino. Il terremoto fu caratterizzato da una scossa principale, registrata alle ore 00:08 GMT e due 2 scosse premonitrici: la prima avvertita a Candela e Frigento tra le 22:30 GMT e le 22:55 GMT del 22 luglio e la seconda avvertita a Gesualdo alle ore 23:30 GMT. L'evento sismico, con una magnitudo 6.7, ebbe epicentro in della stazione ferroviaria di Rocchetta Sant'Antonio-Lacedonia. Secondo altre fonti l'epicentro è localizzato Lat. 41° 05' e Long. 15° 28', nei pressi di Villanova del Battista, con $M = 6.2 \div 6.5$. Le vittime accertate furono 1778.

Gli effetti macrosismici a seguito del terremoto furono principalmente legati alla ripresa della franosità e a sprofondamenti, con forti variazioni nelle portate delle sorgenti. A Bisaccia si aprirono dei crepacci da cui uscirono fiammate di gas e, a notevole distanza, anche l'attività endogena nei Campi Flegrei subì variazioni.

L'eruzione del 1944

Il Vesuvio si risvegliò il 18 marzo e le ceneri piroclastiche raggiunsero Avellino e tutta l'Irpinia portandosi fino a Bari, sempre accompagnate da forte attività sismica e sinistri boati, che perdurarono fino al 7 aprile. A Sturmo caddero fino a 20 cm di ceneri, sotto forma di continue neviccate.

Il sisma del 1962

Il 21 agosto 1962 un disastroso terremoto colpì l'Irpinia. Tale evento sismico raggiunse un'intensità pari al IX grado della scala MCS e una magnitudo di 6.19. Due violentissime scosse, a 10 minuti di distanza, danneggiarono 80 centri tra le province di Avellino e Benevento; l'epicentro fu localizzato nel territorio comunale di Ariano Irpino. Un censimento dei danni portò poi le località interessate a 214, ubicate in gran parte in Campania. Nove comuni accusarono il massimo di intensità sismica: Ariano Irpino, Bonito, Grottaminarda, Melito Irpino, Mirabella Eclano, Montecalvo, Apice, Castelfranco in Miscano e Molinara. La scossa fu sentita nel Lazio, in Abruzzo, in Puglia e in Basilicata.

La successiva ricostruzione post-sismica ha notevolmente inciso sulla trama urbanistica di molti centri; anche a Rocca una notevole parte del patrimonio edilizio risale (o risaliva) al periodo post-sismico del 1962.

Il terremoto irpino-lucano del 23 novembre 1980

Il sisma, con magnitudo 6.9, colpisce una vasta area dell'Appennino meridionale, per una superficie totale di circa 25.000 kmq; in totale si contano circa 800 località danneggiate, distribuite in tutta la Campania e gran parte della Basilicata, anche se lo scuotimento fu risentito in gran parte della penisola italiana, grosso modo dall'Emilia Romagna alla Sicilia. Il numero delle vittime ascese a circa 3000, con numerosi feriti. L'epicentro con intensità massima raggiunta pari al grado IX-X MCS è stato localizzato a Lat. 40,48° e Long. 15,22° dal *Catalogo* C.N.R. ed a 40,85 e 15,28° dal *Catalogo* I.N.G.V. Il sito corrisponde approssimativamente ad un punto ubicato ad est di Laviano, poco distante da Monte Mediatore, al confine della provincia di Salerno con quella di Potenza (fig.

18). La principale struttura sismogenetica che ha generato il sisma è rappresentata schematicamente da una faglia normale con direzione appenninica ed immersione di 60°-70° verso NE localizzata nella valle del Sele. Sono state trovate anche evidenze superficiali di fratturazione relativa a due tratti con circa 1 metro di dislocazione per una lunghezza totale di oltre 10 km. Per questo terribile evento tellurico è ormai consolidata l'ipotesi di almeno tre episodi principali di rottura susseguenti e avvenuti a pochi secondi di distanza, con velocità di rottura stimata varia tra 2,5 e 3,0 km/sec. L'evento iniziale è stato localizzato da varie agenzie e gruppi di ricerca a circa 15 ± 3 km di profondità. Sui centri abitati gli effetti del sisma furono disastrosi: Castelnuovo di Conza, Conza della Campania, Lioni, Laviano, Sant'Angelo dei Lombardi e Santomena sono tristemente celebri per i lutti e i danni subiti. Il sisma del 1980 ha provocato numerosi e spesso catastrofici effetti sull'ambiente, soprattutto fenditure e spaccature nel suolo, fenomeni franosi ed evidenze idrologiche, intensificando anche dissesti già in atto.

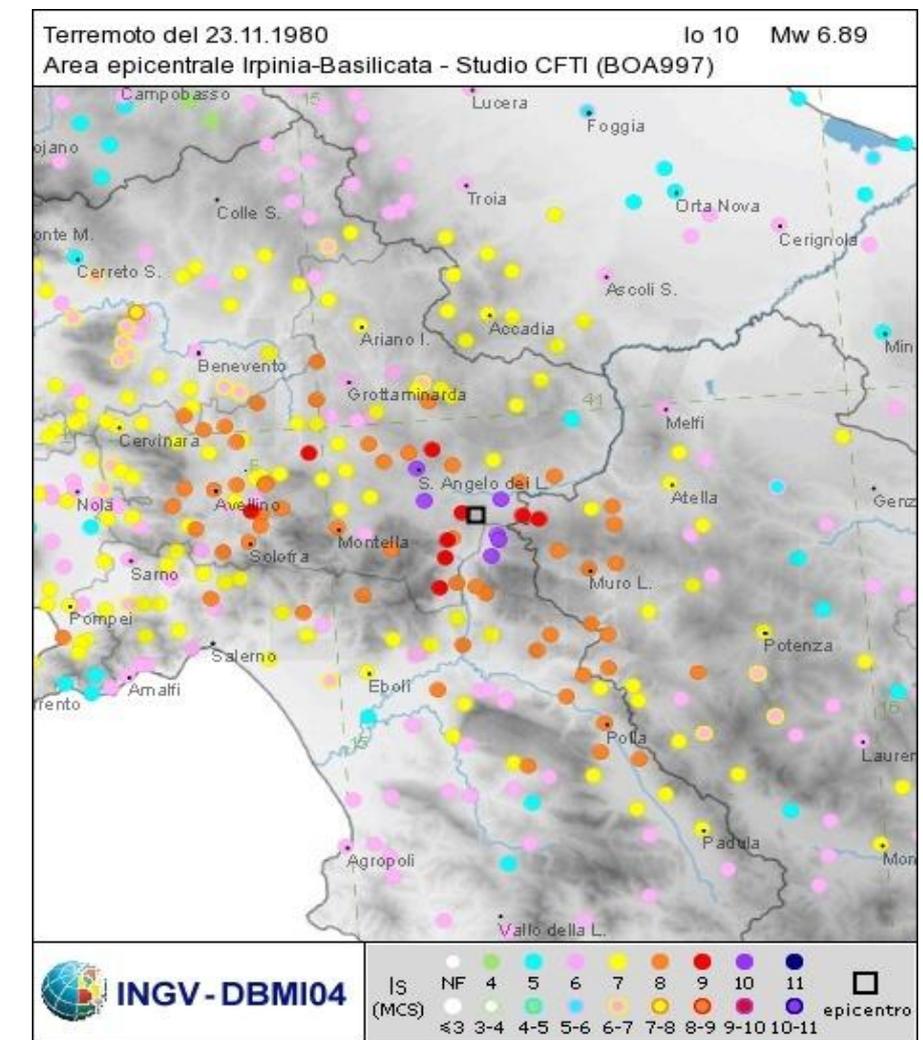


Fig. 19 - Campo macrosismico del terremoto del 1980 (INGV).

8.2 I dissesti idrogeologici (frane ed alluvioni)

Un'indagine sui dissesti avvenuti a Rocca San Felice non è mai stata realizzata, ma le testimonianze orali, le pubblicazioni storiche e gli atti amministrativi dell'Archivio Comunale aiutato a ricostruire una storia sia pur parziale.

Anni finali del XIII secolo

Ripetuti eventi alluvionali colpiscono la Valle dell'Ufita, con grave danno per i raccolti e crolli dei ponti sul fiume, come quello tra Grottaminarda e Flumeri. Si possono ipotizzare danni anche nel territorio di Rocca.

Secoli dell'Età Moderna

Varie fonti storiche riportano la descrizione di eventi franosi ed alluvionali in tutta la Valle ufitana, con particolare evidenza nei centri della Baronìa. È giunta sino a noi la notizia del crollo del ponte sull'Ufita, in territorio di Flumeri (1626); vari annegamenti nello stesso fiume (1683, 1711, 1716, 1748), anche in mesi come giugno e ottobre, che oggi apparirebbero quanto meno strani, viste le attuali portate del corso d'acqua. Analizzati da un punto di vista climatologico, sono eventi che ben si inquadrano nelle particolari condizioni indotte dalla Piccola Età Glaciale (1550-1850).

Non si hanno notizie di analoghi eventi in prossimità del Fredane, ma ciò non li esclude affatto.

Seconda metà dell'Ottocento

Varie testimonianze attestano la diffusione di dissesti in varie parti del territorio comunale, di gravità ed estensione molto varie.

Inverno 1929-1930

Una gran quantità di detriti alluvionali viene trasportata dai vari torrenti che scendono dai monti soprastanti, inondando con straripamenti le campagne vicine le quali vengono a subire la distruzione completa delle colture, con grave danno dei poveri contadini, ai quali viene a mancare in un sol momento il frutto di tante fatiche e di immensi sacrifici. Così si esprimeva il commissario prefettizio N. Ciampo a proposito dei danni causati dall'inclemenza di un inverno particolarmente piovoso.

Seconda metà del Novecento

Atti amministrativi e testimonianze orali, oltre che riscontri nella letteratura geologica e sul territorio, in particolare in area rurale, attestano la diffusione di fenomeni deformativi di varia tipologia che hanno interessato varie contrade, sino ai margini del centro urbano.

9. I caratteri geomorfologici e le condizioni di stabilità del territorio

A partire da questi dati storici, analizzando per fotointerpretazione e le verifiche di campagna, è stato possibile riconoscere sul terreno delle forme di dissesto di varia classificazione, sia in termini di tipologia che per lo stato di attività.

9.1 Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico

Tuttavia, ogni analisi della stabilità dei vari settori del territorio comunale hanno seguito le indicazioni dell'Autorità di Bacino competente, che per Rocca San Felice è quella del "Liri-Garigliano e Volturno", essendo i suoi corsi d'acqua tributari dell'asta del Calore Irpino.

Una fonte di altre informazioni è quella del catalogo IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi Italiani), in gran parte coincidente con le aree delimitate dall'Autorità di Bacino e, infine, anche la Carta Geologica d'Italia del Progetto CARG è servita a perfezionare l'analisi dei fenomeni di dissesto individuati nel territorio rocchese.

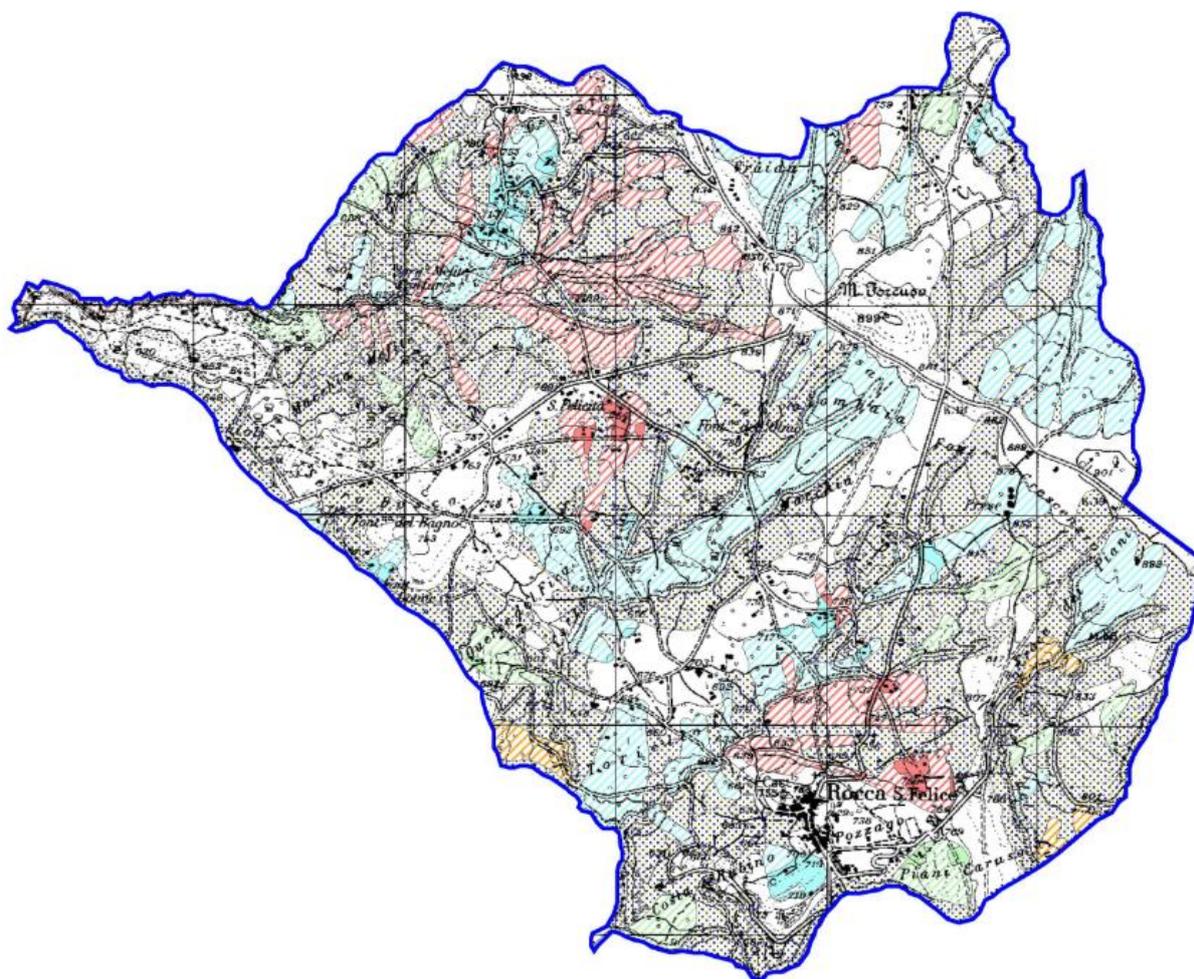


Fig. 20 – Carta degli scenari del Rischio per il territorio di Rocca San Felice (Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, Rischio Frana, AdB Liri-Garigliano e Volturno).

Il territorio di Rocca, così come si può cogliere dalla Carta degli scenari del Rischio elaborata dall'AdB, presenta numerose zone a rischio nullo ma nella gran parte dei vari settori comunali prevalgono le aree C1, che l'AdB così descrive: *aree di possibile ampliamento dei fenomeni franosi, ovvero di fenomeni di primo distacco, per le quali si rimanda al D.M.LL.PP. 11/3/88.*

In aree meno estese e diffuse del territorio comunale, tuttavia compaiono diverse segnalazioni di processi quiescenti o in atto, che rispetto al Rischio fanno definire le stesse come:

AREA A RISCHIO MOLTO ELEVATO - R4

Nella quale per il livello di rischio presente, sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio-economiche.

(Aree a rischio molto elevato ricadenti in zone a Parco)*

AREA A RISCHIO ELEVATO - R3

Nella quale per il livello di rischio presente, sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale.

AREA A RISCHIO MEDIO - R2

Nella quale per il livello di rischio presente sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche.

AREA A RISCHIO MODERATO - R1

Nella quale per il livello di rischio presente i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali.

Allo stesso modo, nel territorio comunale sono state individuate aree non a rischio ma comunque non totalmente prive di forme di dissesto, che hanno fatto cartografare zone a rischio potenziale o interessate da frane ormai stabilizzate o quiescenti:

AREA DI ALTA ATTENZIONE - A4

Area non urbanizzata, potenzialmente interessata da fenomeni di innesco, transito ed invasione di frana a massima intensità attesa alta.

AREA DI MEDIO - ALTA ATTENZIONE - A3

Area non urbanizzata, ricadente all'interno di una frana attiva a massima intensità attesa media o di una frana quiescente della medesima intensità in un'area classificata ad alto grado di sismicità.

AREA DI MEDIA ATTENZIONE - A2

Area non urbanizzata, ricadente all'interno di una frana quiescente, a massima intensità attesa media.

AREA DI MODERATA ATTENZIONE - A1

Area non urbanizzata, ricadente all'interno di una frana a massima intensità attesa bassa.

Nell'elaborazione della Carta della Stabilità saranno seguite tutte le prescrizioni dell'AdB e si provvederà ad una verifica puntuale sul terreno di ogni fenomeno di dissesto segnalato, al fine di una più corretta e precisa perimetrazione degli stessi.

9.2 Lineamenti geomorfologici generali

Come già in precedenza, il territorio di Rocca San Felice è collocato nel settore campano dell'Appennino meridionale caratterizzato da spostamenti orizzontali ed accavallamenti delle grandi masse di terreni sedimentari, accumulati in vari bacini, determinati dall'avvicinamento relativo delle aree continentali europea ed africana e di vergenza adriatica.

Il sollevamento della Catena ha provocato anche notevoli squilibri nelle masse rocciose, il che indica una mancata stabilizzazione della fascia appenninica su cui sono collocate l'Irpinia e, conseguentemente, Rocca. Le deformazioni recenti, connesse all'evoluzione neotettonica, sono ben evidenti in superficie nelle unità sedimentarie affioranti ed inoltre le strutture attive più pericolose sono disposte proprio lungo la fascia entro cui è compreso il territorio di Rocca San Felice, come dimostra il sisma del 1980.

Dal punto di vista geomorfologico, il rilevamento di dettaglio e le conoscenze già illustrate nella letteratura geologica di riferimento hanno permesso il riconoscimento di forme e processi legati a diversi agenti geomorfici.

Il territorio si presenta prevalentemente di ambito collinare, con alcune asperità bassomontane a cavallo dello spartiacque tra i bacini del Fiume Fredane e il Fiume Ufita, che rappresentano le aste di deflusso principali della zona e, quindi, il raccordo naturale di tutta la rete drenante ad andamento sub-dendritico che confluiscono in essa.

I versanti derivano dalla complessa azione della neotettonica e si presentano da fortemente a moderatamente acclivi, in conseguenza delle litologie su cui si impostato e dei rapporti strutturali tra di esse.

I versanti carbonatici (Flysch Rosso) mostrano generalmente elevata pendenza, tracce di versanti di faglia in cui l'erosione ed il carsismo hanno determinato forme tipiche. Essi si raccordano al fondovalle attraverso fasce a più debole pendenza, fino alle quote più basse, che si toccano in prossimità delle due aste fluviali prima citate.

Gli altri depositi sedimentari, meno competenti di quelli calcarenitici del Flysch Rosso, disegnano forme generalmente più morbide e talora movimentate da fenomeni gravitativi, che sono relazionabili anche all'estesa rete di valloni che dissecano i versanti trasversalmente alla valle.

Coltri detritiche di varia granulometria e distinta genesi, conseguenti alla dinamica principalmente quaternaria, caratterizzano quasi tutto il territorio, mentre a ricoprire i rilievi dell'intero territorio - in maniera alquanto disomogenea - sono le coltri piroclastiche correlabili al vulcanismo flegreo e vesuviano.

Le forme del rilievo derivanti da questa base litologica sono influenzate fortemente dall'alimentazione pluviometrica, nella loro articolazione, che nel territorio Rocca è la principale causa del deflusso idrico.

Difatti, le aste di deflusso sono prive di sfiori sorgentizi utili ad alimentare la circolazione in alveo; la stagionalità e gli eventi meteorici connessi determinano, quindi, in maniera sostanziale lo smaltimento verso valle dei carichi idraulici, che appaiono comunque di scarsa e di effimera potenzialità.

In relazione alle tipologie erosive che provocano il distacco dei materiali ed il loro movimento, nel territorio comunale si possono individuare:

1. **forme di erosione areale diffusa**, che si verifica principalmente nei tratti di pendio a pendenza maggiore, nei quali manca una copertura vegetale sufficientemente sviluppata e le coltri superficiali appaiono molto frammentate. In questo tipo di erosione laminare la quantità d'acqua che cade sotto forma di pioggia è superiore alla quantità d'acqua che infiltra nel terreno. Infatti, le acque meteoriche si infiltrano creando pressioni neutre che tendono ad allentare i blocchi, i quali si distaccano per le lamine diffuse dovute al ruscellamento e scendono lungo il pendio fino ad accumularsi dove le pendenze sono minori (erosione areale, *sheet erosion*). Il processo può essere talvolta accelerato dalla sinergia con l'erosione eolica ad opera dei venti, quando in alcuni momenti dell'anno essi spirano con forte intensità, rispetto ai quali la scarpata mostra un'esposizione molto favorevole. quando lo spessore del velo d'acqua diventa cospicuo ed acquisisce forte velocità si passa a vera e propria inondazione a coltre o a lamina (*sheet flood*). Per riassumere, i principali fattori del dilavamento in situ dipendono:
 - a. dalla natura del terreno (suoli o roccia);
 - b. da fattori morfologici (pendenza, forma e lunghezza dei versanti);
 - c. da fattori climatici (i climi con regimi di piogge incostanti favoriscono il dilavamento);
 - d. dalla presenza di copertura vegetale (protegge il suolo);
 - e. da fattori antropici (disboscamento e pratiche agricole; in questi casi può innescarsi l'erosione accelerata);
2. **forme di erosione lineare**, che si verifica con la formazione di piccoli fossi subparalleli alla linea di massimo pendio. in alcuni casi dove il fenomeno è molto spinto i fianchi della coltre su cui essi si insinuano, diventano progressivamente più acclivi, tali da contribuire alla instabilità degli stessi, causandone la riattivazione dei processi gravitativi, che ringiovaniscono continuamente la morfologia proprio a causa della mobilità delle coltri di accumulo. Il processo di erosione lineare ha inizio quando si attua una concentrazione delle acque in piccole depressioni (erosione a rivoli, *rill erosion*), le quali interessano solamente la parte più superficiale del terreno per pochi centimetri di profondità. se l'approfondimento dei rivoli prosegue, a causa di una forte concentrazione del flusso superficiale, si passa ai fossi o solchi di erosione (erosione a solchi, *gully erosion*). In ogni caso, in corrispondenza del sito **non si evidenziano** tratti soggetti ad erosione lineare se non in ambiti privi di copertura vegetale, in corrispondenza di solchi di incisione formati al congiungimento dei vari ruscellamenti a carattere diffuso;
3. **movimenti lenti della copertura**, che compaiono sui versanti prospicienti quello in esame nei quali esiste una copertura da accumuli detritici più o meno spessi e riconducibili a frane quiescenti, eterogenei e scarsamente consolidati, nei quali si possono verificare fenomeni di soliflusso e/o *soil creep*. Tali fenomeni si colgono nelle forme ondulate irregolari e contropendenze (profili "a mammelloni"), nelle quali si verificano ristagno delle acque meteoriche ed infiltrazione delle acque con conseguente alterazione delle caratteristiche geomeccaniche dei materiali,

con fenomeni di instabilità superficiale delle coltri.



Fig. 21 - Fenomeni di dissesti di varia natura presso Migliano, in territorio di Frigento, al confine con la Contrada Carmasciano di Rocca San Felice (erosione in alveo, colamenti, *soil creep*).

Riferendosi più in particolare alla stabilità del territorio, le modalità ed i criteri di elaborazione della omonima Carta saranno descritti nella Parte Terza.

10. La microzonazione sismica

L'introduzione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018) ha comportato una vera e propria rivoluzione nel campo applicativo per tutte le categorie professionali legate al mondo dell'edilizia.

Per rimanere nell'ambito della tematica sismica, l'attuale normativa italiana ricalca l'Eurocodice 8, il quale a sua volta ha recepito in toto la normativa californiana (OPCM 3274; D.M. 14/09/2005, NTC-08, NTC-18). Seguendo i principi normativi, le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione (NTC-08, § 3.2). La norma recita testualmente: *essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.* Gli stati limite di esercizio delle strutture sono poi individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso e sono distinti in Stato Limite di Operatività (SLO), Stato Limite di Danno (SLD) e quelli ultimi in Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV) e Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC).

La norma prevede, inoltre, l'introduzione delle c.d. Categorie di sottosuolo (§3.2.2), necessarie alla definizione dell'azione sismica di progetto che si valuta attraverso l'effetto della risposta sismica locale.

Nell'individuazione di tali categorie di sottosuolo si può fare riferimento alla seguente tabella riportata nel testo delle NTC-18:

Tab. III – Categorie di sottosuolo secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni per l'approccio semplificato di cui alle NTC-18 (§ 3.2.2, Tab. 3.2.II)

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Com'è noto, la norma ribadisce la *necessità della caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativo*, ma nel contempo dispone l'introduzione del parametro $V_{s,eq}$, *la velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità* (NTC, punto 3.2.2 – "Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche"). La classificazione del sottosuolo viene effettuata in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione (NTC-18, 3.2.1):

$$V_{S,e} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con:

h_i = spessore dell' i -esimo strato;

$V_{S,i}$ = velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;

N = numero di strati;

H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.

Va rilevato, inoltre, che le NTC-18 enfatizzano il ruolo delle condizioni topografiche nelle analisi di risposta sismica locale. Si ricorda che, in *configurazioni superficiali semplici* (NTC-18), si adotta la seguente classificazione (Tab. 3.2.IV):

Tab. IV – <i>Categorie topografiche</i> (dalla Tabella 3.2.IV, NTC-08, confermata nelle NTC-18)	
<i>Categoria</i>	<i>Caratteristiche della superficie topografica</i>
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

La norma, inoltre, precisa che *le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.*

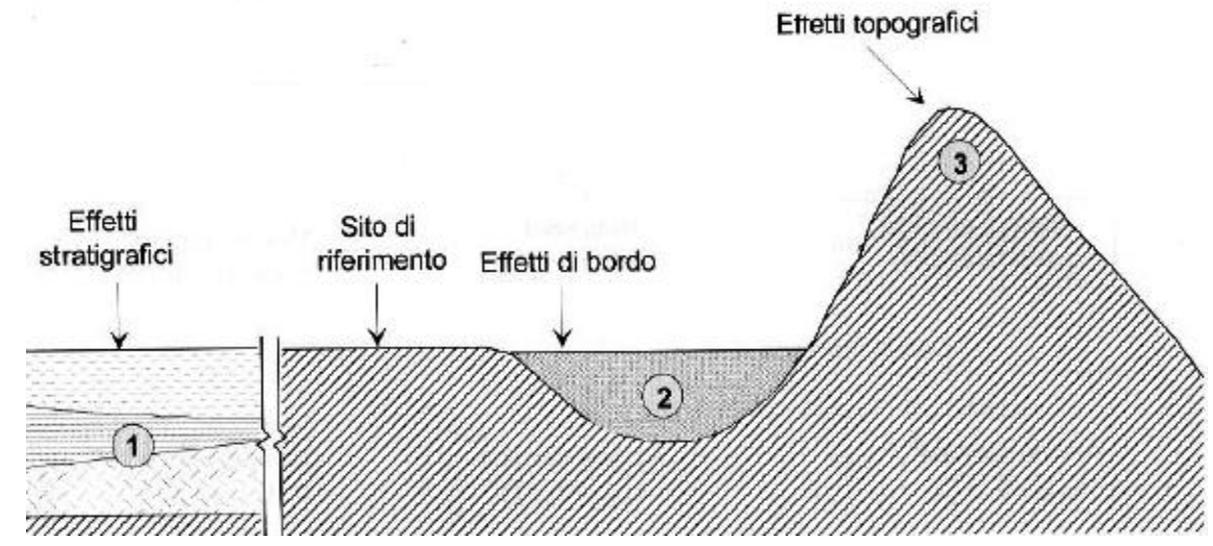


Fig. 22 - Schematizzazione dei fattori geologici di amplificazione sismica

Essendo noto che gli effetti locali, legati alle diverse situazioni geologico, geomorfologiche, litologiche e strutturali del territorio, incidono in maniera significativa sulla risposta sismica locale (Fig. 20), nel 3.2. delle NTC-18 sono previsti anche il parametro “amplificazione stratigrafica”, che si traduce nella valutazione di due coefficienti, funzione delle categorie di sottosuolo, denominati **SS** e **CC**:

Tab. V– Espressioni di SS e di CC (Tabella 3.2.V, NTC-08, confermata nelle NTC-18)

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_S e di C_C		
Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \frac{a}{\sigma_{ve}}$ 1,20	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \frac{a}{\sigma_{ve}}$ 1,50	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \frac{a}{\sigma_{ve}}$ 1,80	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \frac{a}{\sigma_{ve}}$ 1,60	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

ed il parametro “amplificazione topografica”, attraverso il coefficiente topografico **ST**, per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale ed in funzione delle categorie topografiche definite in § 3.2.2 e dell’ubicazione dell’opera o dell’intervento:

Tab. VI – Valori del coefficiente di amplificazione topografica (Tabella 3.2.VI, NTC-18)**Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T**

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Per quanto attiene alla situazione di Rocca nello specifico delle litologie affioranti, attraverso numerose indagini di tipo sismico, effettuate con la tecnica M.A.S.W. nel corso di diversi anni e in varie zone del territorio comunale, sia per incarichi comunali che per committenze private (tutte le prove sono regolarmente eseguite da ditte certificate ai sensi della normativa vigente), si è potuta una notevole omogeneità nelle sismostratigrafie (Tab. VII) e quindi nei confronti delle categorie di sottosuolo previste dalle NTC.

In realtà, tali esemplificazioni vogliono solo fornire un quadro concettuale di massima; le condizioni locali di ogni sito andranno verificate con indagini puntuali:

Litologia	Località e anno	valore del V_{seq}	Categoria sottosuolo	valore medio	deviazione standard	coeff. di variazione
CPA Formazione di Corleto Perticara	Santa Felicita (2015)	261	C	304,1	26,8	0.088
	C/da Toriello (2015)	262				
	Via Provinciale 78 (2011)	275				
	Santa Felicita (2017)	287				
	Santa Felicita (2011)	292				
	Villa Gioconda (2013)	293				
	Santa Felicita (2020)	294				
	Area PIP (2019)	295				
	Via Piani (2019)	295				
	Via Piani (2017)	297				
	C/da Toriello (2017)	298				
	Cimitero (2015)	313				
	C/da Toriello (2018)	322				
	Zona PEEP (2015)	323				
	Via Provinciale 78 (2020)	324				
	Via Palombaia (2019)	328				
Via Piani (2018)	349					
Via Provinciale 78 (2020)	354					

	Via San Nicola (2017)	384				
	Via Palombaia (2014)	389				
	Via De Filippis (2015)	404				
	Via Mattine (2012)	405				
	Via Costantinopoli (2012)	405				
	Cimitero (2015)	410				
	Via Palombaia (2015)	441				
	Via Palombaia (2015)	441	B	439,3	39,7	0.090
	Via Palombaia (2018)	442				
	Via G. Cipriano (2015)	443				
	Via Serre (2014)	465				
	C/da Toriello (2014)	476				
	Via Mattine (2011)	482				
	C/da Bosco (2012)	484				
	Via Croce dei Piani (2018)	518				
AV	Via Provinciale 78 (2017)	381	B	411	42,4	0.103
	Via Provinciale 78 (2020)	441				
FYR2	Via Ospedale (2015)	1188	A	--	--	--
FAEb	Bosco Mefite (2011)	500	B	491	12,7	0.026
	Villa Gioconda (2013)	482	B			
Tab. VII – Prospezioni sismiche realizzate nel territorio di Rocca San Felice negli ultimi anni, per lavori di committenza pubblica e privata.						

11. Le caratteristiche geotecniche

Allo stato attuale delle conoscenze, tenendo conto che il presente studio è di tipo preliminare, si farà riferimento alle indagini geognostiche di tipo diretto di cui si ha disposizione, già elencate nei capitoli precedenti.

Tali indagini sono utili a definire nel dettaglio l'assetto geolitologico-strutturale di estese porzioni di territorio (centro storico, area P.I.P., cimitero e parte bassa del nucleo urbano), soprattutto in termini geotecnici e stratigrafici.

Si tratta, infatti, di numerosi sondaggi a carotaggio continuo, eseguiti in vari anni a partire dal sisma del 1980, all'interno dei quali sono stati prelevati dei campioni indisturbati, successivamente sottoposti a prove geotecniche di laboratorio.

L'elenco fornito vuole essere un riepilogo delle emergenze geotecniche sin qui acquisite nella fase di reperimento di tutta la bibliografia tecnica pregressa.

Inoltre, si forniscono le colonne stratigrafiche di alcuni sondaggi già terebrati nel territorio di Rocca negli anni scorsi.

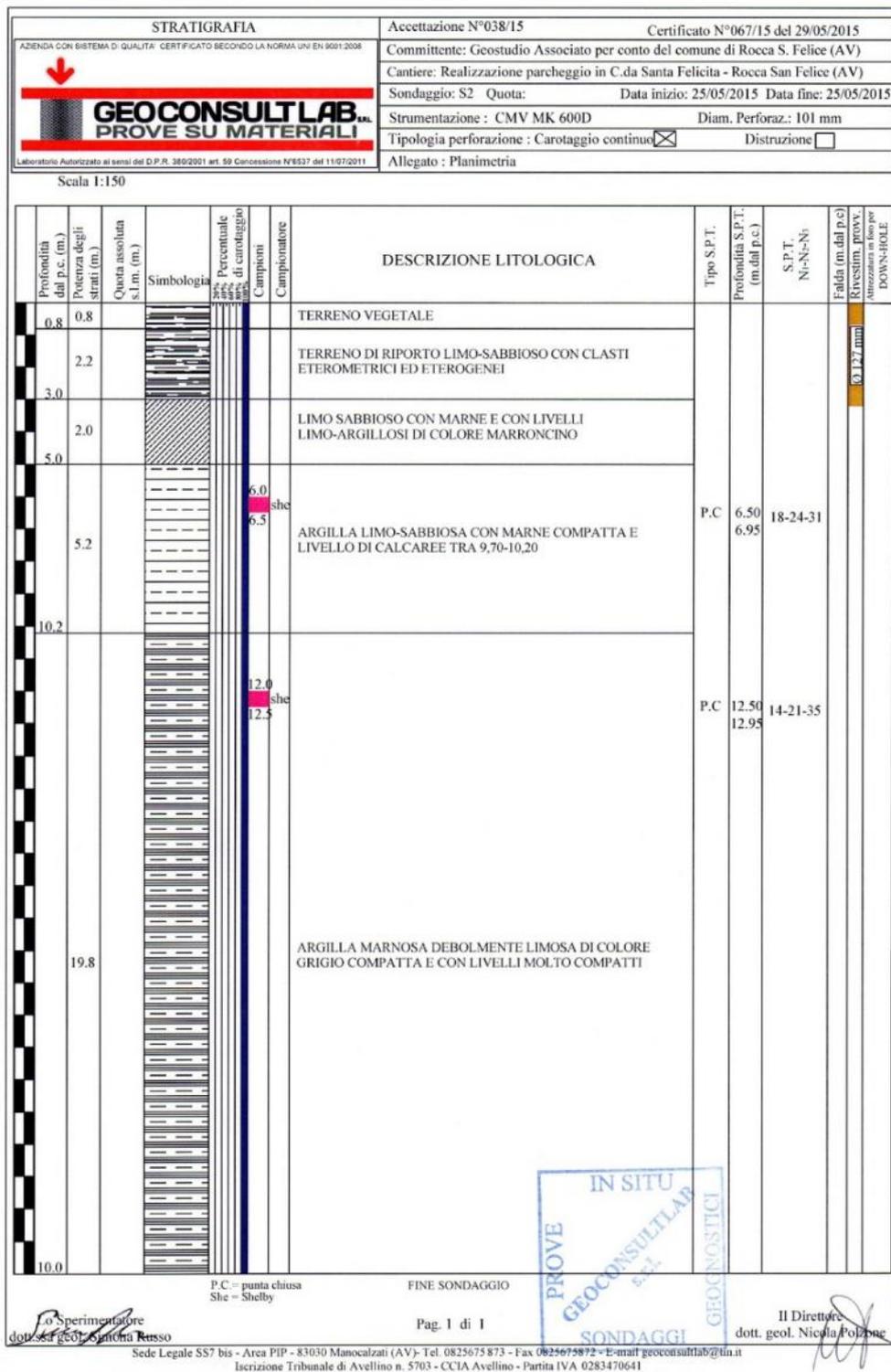


Fig. 23 – colonna stratigrafica del sondaggio geognostico S1 (parcheggio di Santa Felicità).

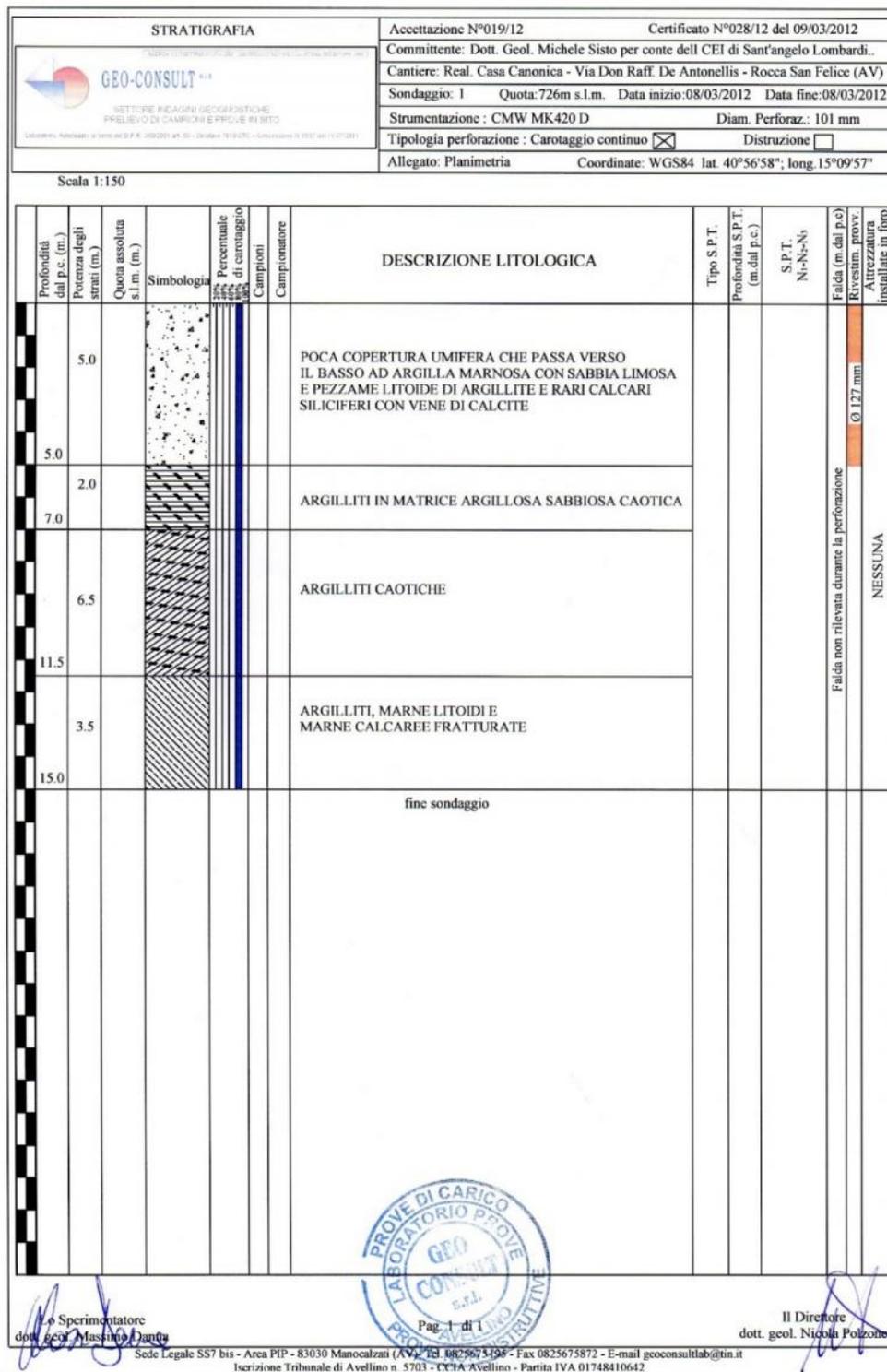


Fig. 24 – colonna stratigrafica del sondaggio geognostico S1 (Casa Canonica Via Don R. De Antonellis).

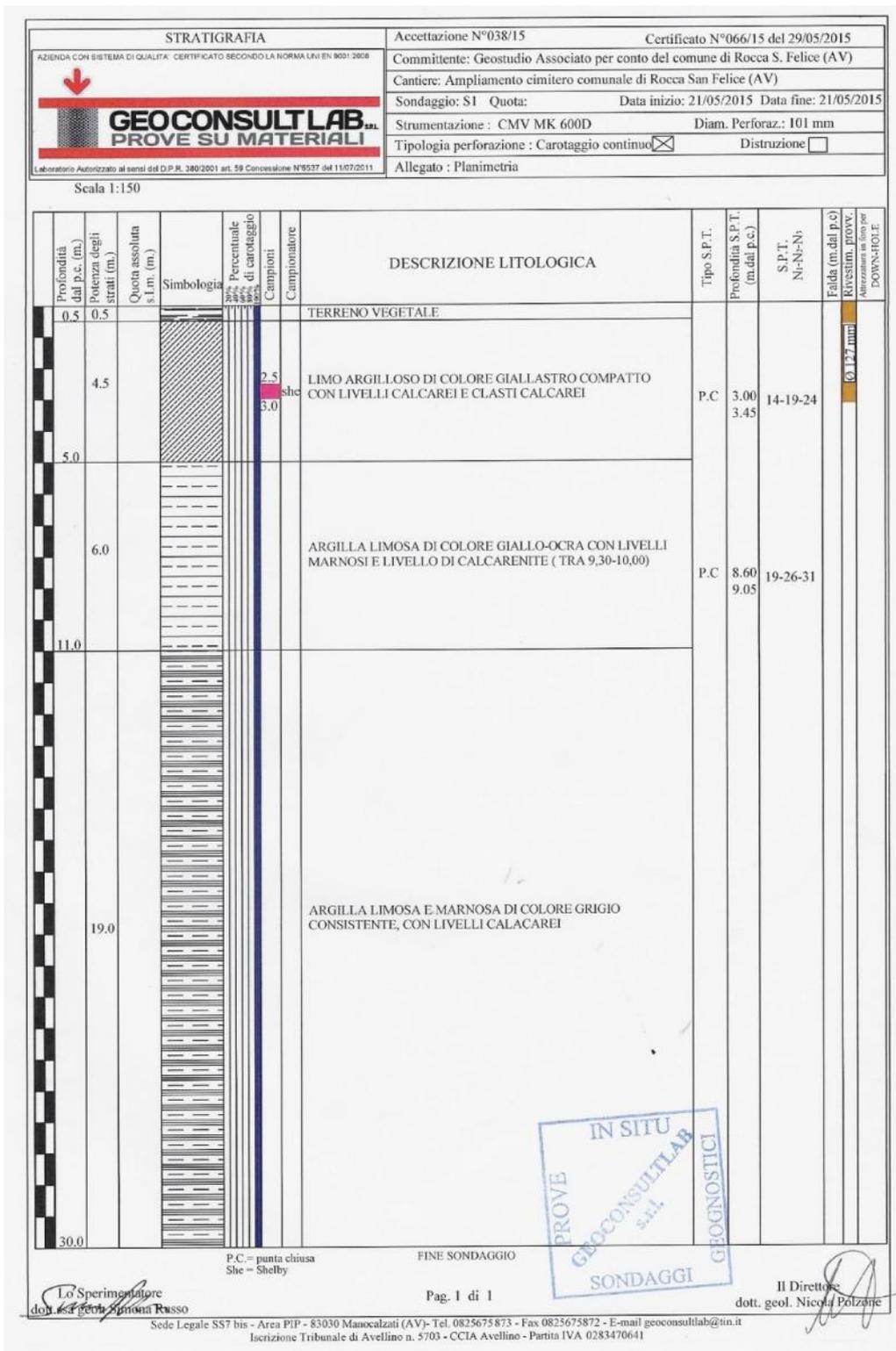


Fig. 25 – colonna stratigrafica del sondaggio geognostico S1 (ampliamento del Cimitero, 2015).

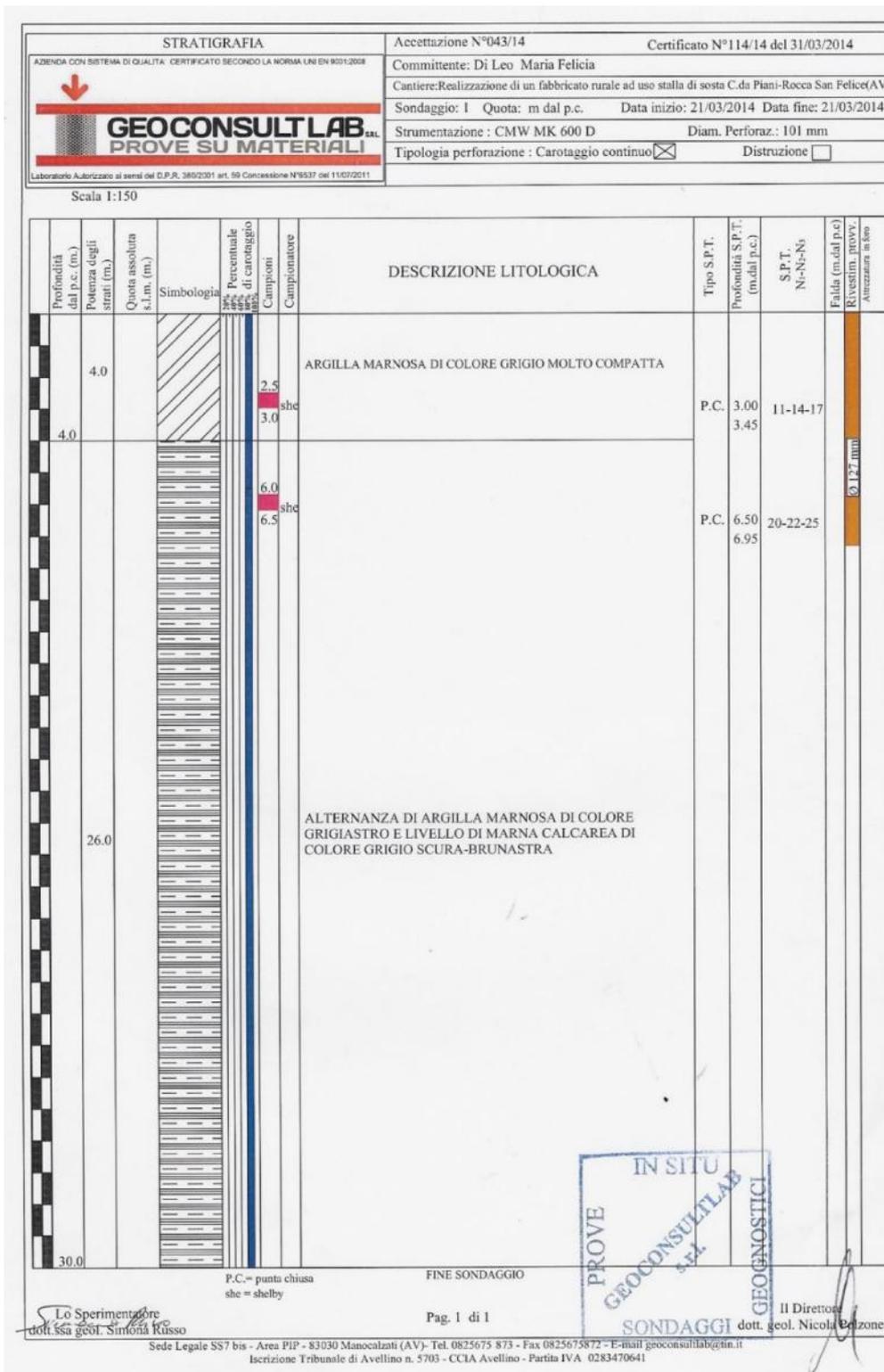


Fig. 26 – colonna stratigrafica del sondaggio geognostico S1 (Area P.I.P. di Via Piani)

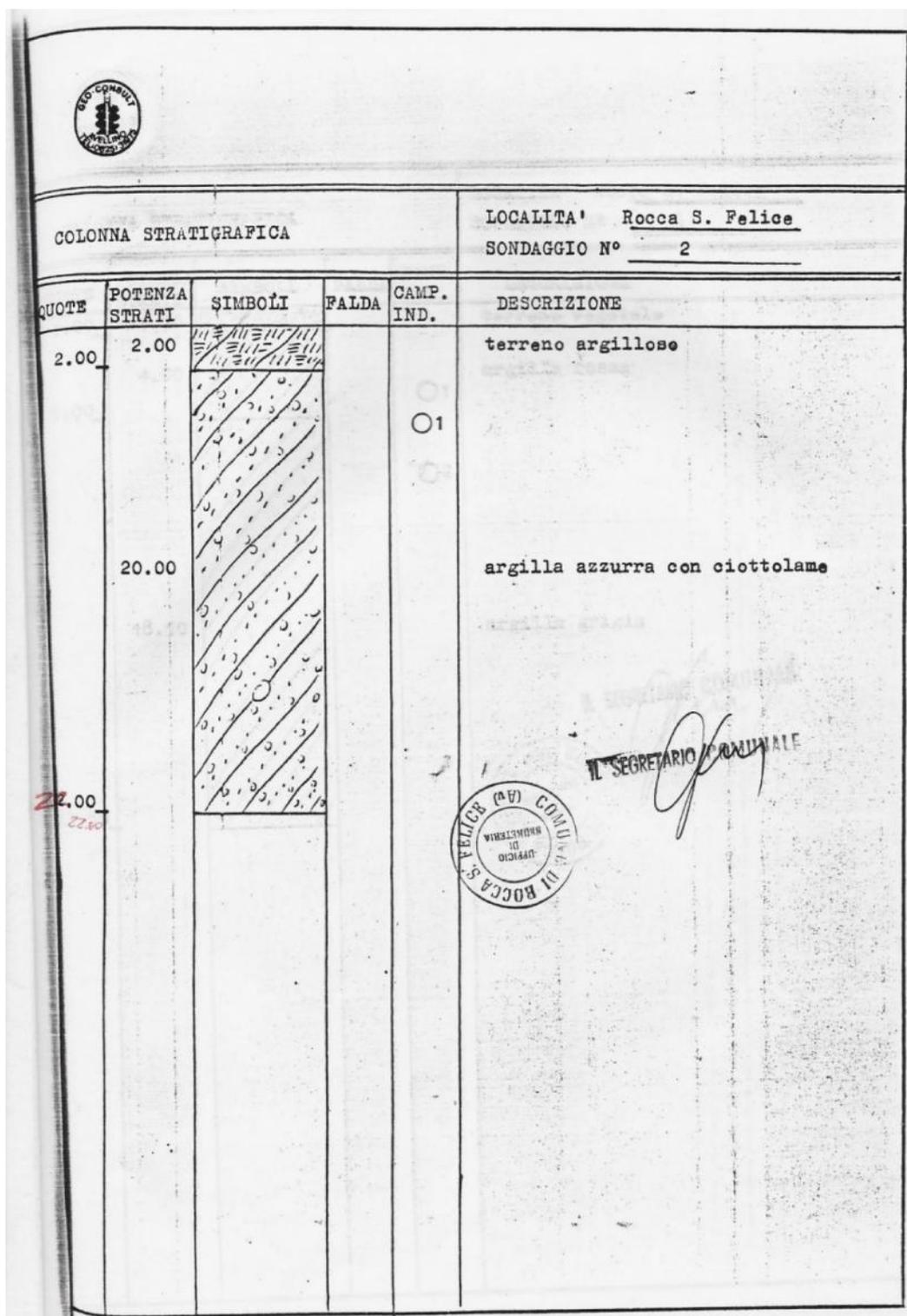


Fig. 27 – colonna stratigrafica del sondaggio geognostico SR (PRG, 1984, terebrato in Via Mattine)

Campioni prelevati durante le campagne d'indagine per il PdR, 1981 e il PRG, 1984 (profondità non superiore a 6 m)

parametri geomeccanici	X_n (peso dell'unità di volume)	W_n (contenuto naturale in acqua)	n (porosità)	e (indice dei vuoti)	S_r (grado di saturazione)	L.L. (limite liquido)	L.P. (limite plastico)	Terreno di substrato PRG	Terreno di substrato CARG	$W_{u.u.}$ (angolo di attrito interno in condizioni non drenate)	C_u (coesione non drenata)	classificazione granulometrica
S1 - C1 (PdR, 1981)	1.55 gr/cm ³	22%	---	---	---	---	---	AV	CPAa	12°	0.1 kg/cm ²	argilla humificata
S3 - C1 (PdR, 1981)	1.70 gr/cm ³	27%	---	---	---	---	---	AV	CPAa	12°	0.15 kg/cm ²	argilla rossa
S3 - C2 (PdR, 1981)	1.83 gr/cm ³	26%	---	---	---	---	---	AV	CPAa	13°	0.45 kg/cm ²	argilla rossa
S1 - C1 (PRG, 1984)	1.55 gr/cm ³	22%	---	---	---	---	---	AV	CPAa	15°	0.1 kg/cm ²	argilla humificata
S1 - C2 (PRG, 1984)	1.86 gr/cm ³	24%	---	---	---	---	---	AV	CPAa	0	0.5 kg/cm ²	argilla azzurra
S2 - C1 (PRG, 1984)	1.85 gr/cm ³	23%	---	---	---	---	---	AV	CPAa	15°	0.1 kg/cm ²	argilla azzurra
S4 - C1 (PRG, 1984)	1.72 gr/cm ³	18%	---	---	---	---	---	AV	CPAa	0	0.28 kg/cm ²	argilla grigia
S6 - C1 (PRG, 1984)	1.62 gr/cm ³	21%	---	---	---	---	---	AV	CPAa	12°	0.15 kg/cm ²	argilla gialla
S6 - C2 (PRG, 1984)	1.85 gr/cm ³	20%	---	---	---	---	---	AV	CPAa	0	0.75 kg/cm ²	argilla grigia compatta
S7 - C1 (PRG, 1984)	1.56 gr/cm ³	28%	---	---	---	---	---	AV	CPAa	15°	0.15 kg/cm ²	argilla rossa
S10 - C1 (PRG, 1984)	1.75 gr/cm ³	25%	---	---	---	---	---	AV	CPAa	10°	0.2 kg/cm ²	argilla gialla

S11 - C1 (PRG, 1984)	1.80 gr/cm ³	26%	---	---	---	---	---	AV	CPAa	15°	0.10 kg/cm ²	argilla rossa
S13 - C1 (PRG, 1984)	1.70 gr/cm ³	30%	---	---	---	---	---	AV	CPAa	12°	0.20 kg/cm ²	argilla gialla
S16 - C1 (PRG, 1984)	1.75 gr/cm ³	23%	---	---	---	---	---	Calcare- niti	FYR ₂	15°	0.15 kg/cm ²	argilla rossa
S17 - C1 (PRG, 1984)	1.78 gr/cm ³	21%	---	---	---	---	---	Calcare- niti	FYR ₂	16°	0.25 kg/cm ²	argilla grigia
S18 - C1 (PRG, 1984)	1.80 gr/cm ³	20%	---	---	---	---	---	Calcare- niti	FYR ₂	13°	0.42 kg/cm ²	argilla grigia
S20 - C1 (PRG, 1984)	1.70 gr/cm ³	25%	---	---	---	---	---	AV	CPAa	13°	0.15 kg/cm ²	argilla gialla
S24 - C1 (PRG, 1984)	1.68 gr/cm ³	24%	---	---	---	---	---	Unità Ariano	CPAa	12°	0.13 kg/cm ²	argilla gialla
S24 - C2 (PRG, 1984)	1.85 gr/cm ³	23%	---	---	---	---	---	Unità Ariano	CPAa	14°	0.26 kg/cm ²	argilla grigia
S2 - C1 (PEEP, 1984)	1.55 gr/cm ³	27%	---	---	---	---	---	AV	CPAa	0	0.75 kg/cm ²	argilla limo- sabbiosa
S2 - C2 (PEEP, 1984)	1.70 gr/cm ³	20%	---	---	---	---	---	AV	CPAa	0	0.87 kg/cm ²	argilla
S5 - C1 (PEEP, 1984)	1.65 gr/cm ³	22%	---	---	---	---	---	AV	CPAa	0	0.93 kg/cm ²	argilla gialla
S5 - C2 (PEEP, 1984)	1.75 gr/cm ³	20.5%	---	---	---	---	---	AV	CPAa	0	0.86 kg/cm ²	argilla

Campioni di più recente acquisizione, provenienti da diverse indagini geologiche (profondità non superiore a 2.5 m)

parametri	x_n	W_n	n	e	S_r	L.L.	L.P.	Terreno	Terreno	W_d	C_d	classifica-
-----------	-------	-------	---	---	-------	------	------	---------	---------	-------	-------	-------------

geomeccanici	(peso dell'unità di volume)	(contenuto naturale in acqua)	(porosità)	(indice dei vuoti)	(grado di saturazione)	(limite liquido)	(limite plastico)	di substrato PRG	di substrato CARG	(angolo di attrito interno in condizioni drenate)	(coesione drenata)	zione granulometrica
GEO (2014)	20.74 kN/m ³	4.80%	20.91	0.264	45.46	---	---	AV	CPAa	18.92°	17.12 kPa	limo argilloso
GEO (2012)	18.27 kN/m ³	18.43%	44.44	0.800	63.96	---	---	AV	CPAa	22.44°	18.20 kPa	limo argilloso
GEO (2010)	19.09 kN/m ³	24.61%	43.22	0.761	87.41	---	---	FYG	CPAa	26.11°	11.85 kPa	limo argilloso
GEO (2012)	17.99 kN/m ³	27.74%	44.85	0.813	87.09	---	---	FYG	CPAa	29.27°	12.38 kPa	limo argilloso
GEO (2011)	18.41 kN/m ³	15.52%	39.50	0.653	62.64	---	---	U. Ariano	CPAa	22.90°	7.72 kPa	limo argilloso
GEO (2011)	18.93 kN/m ³	15.82%	39.41	0.650	65.62	---	---	U. Ariano	CPAa	23.01°	6.14 kPa	limo argilloso

Campioni di più recente acquisizione, provenienti da diverse indagini geologiche (profondità varie):

parametri geomeccanici	χ_n (peso dell'unità di volume)	W_n (contenuto naturale in acqua)	n (porosità)	e (indice dei vuoti)	S_r (grado di saturazione)	L.L. (limite liquido)	L.P. (limite plastico)	Terreno di substrato PRG	Terreno di substrato CARG	W_d (angolo di attrito interno in condizioni drenate)	C_d (coesione drenata)	classificazione granulometrica
Geo-Consult (S1-C1 2013) Villa	18.88 kN/m ³	19.8%	--	0.658	--	--	--	Unità Ariano	FAEb	22°	57 kPa	argilla grigia
Geo-Consult (S2-C1 2013) Villa Gioconda	18.77 kN/m ³	23.3%	--	0.717	--	--	--	Unità Ariano	FAEb	23°	51.7 kPa	argilla grigia
Geo-Consult (S1-C1 2015) Santa Felicità	19.74 kN/m ³	25.61%	41.51	0.710	96.93	33.7	22.1	Unità Ariano	CPAa	26°	31 kPa	argilla limo-sabbiosa
Geo-Consult (S1-C2 2015) Santa Felicità	20.00 kN/m ³	26.23%	41.86	0.720	99.29	49.3	25.7	Unità Ariano	CPAa	23°	48 kPa	argilla limosa

Geo-Consult (S1-C1 2014) Area P.I.P.	19.77 kN/m ³	27.89%	43.26	0.762	99.66	---	---	AV	CPAa	24°	40 kPa	argilla marnosa
Geo-Consult (S1-C1 2015) Cimitero	19.24 kN/m ³	24.41%	42.19	0.730	89.47	46.2	30.7	AV	CPAa	25°	22 kPa	limo argilloso
Geo-Consult (S1-C1 2020) Via Croce	18.02 kN/m ³	25.14%	46.41	0.866	78.00	---	---	Calca- reniti	CPAa	25°	28 kPa	limo sabbioso
Geo-Consult (S1-C2 2020) Via Croce	20.05 kN/m ³	25.91%	41.35	0.705	99.80	---	---	Calca- reniti	CPAa	23°	72 kPa	argilla con sabbia
Geo-Consult (S1-C3 2020) Via Croce	21.19 kN/m ³	20.04%	35.75	0.556	98.94	---	---	Calca- reniti	CPAa	23°	79 kPa	argilla con sabbia

Parte Terza

Gli elaborati cartografici

12. La cartografia tematica

Reinterpretando e compendiando gli studi dei piani urbanistici tuttora vigenti, lo scrivente ha inteso aggiornare i tematismi cartografici non solo da un punto di vista strettamente scientifico, ma anche nell'approccio metodologico.

L'esistente, ormai datato ai primi anni Ottanta dello scorso secolo, mostra evidenti limiti in relazione all'avanzamento degli studi, alle modalità operative del settore geognostico ed alle tecniche di restituzione; tali limiti si riscontrano facilmente nelle relazioni esplicative e nei tematismi cartografici. Sono proprio questi ultimi ad aver incontrato le maggiori differenze con l'esistente, sia in termini concettuali che in termini di restituzione.

L'utilizzo delle tecniche dei Sistemi Informativi Geografici, in ambiente ArcView GIS 3.2 mediante risoluzione di 20 m per pixel, ha consentito di ottenere in automatico un Modello Digitale del Terreno del territorio comunale, sulla cui base modellistica è stata costruita tutta la cartografia tematica descrittiva. I tematismi individuati e realizzati riguardano gli elaborati previsti dalla L.R. 9/83 e dalla L.R. 16/04.

Al momento, viene però fornita solo la Carta della Stabilità, elaborata a partire dalle indicazioni dell'Autorità di Bacino competente, che per Rocca San Felice è quella del "Liri-Garigliano e Volturno", essendo i suoi corsi d'acqua tributari dell'asta del Calore Irpino.

Per la sua redazione (alla doppia scala 1:5000 e 1:10.000), si è fatto ricorso:

- ✓ alla segnalazione delle **forme gravitative**, segnalate dal PAI (a vario grado di pericolosità), che è stata seguita integralmente rispetto agli scenari di franosità in funzione della massima intensità attesa e come tale riportata in cartografia; altre forme segnalate sono quelle del catalogo IFFI (**I**ntervento dei **F**enomeni **F**ranosi **I**taliani), ulteriormente verificate con la fotointerpretazione e con il riscontro diretto sul territorio dei fenomeni segnalati. Non si è operata una classificazione di tipo genetico, non richiesta dalla normativa, ma in questa sede si segnala la natura prevalentemente da colamento e mista di tutti i fenomeni segnalati (*flows e complexes*), spesso risultanti da riattivazione di dissesti pregressi (franosità ereditata) dei quali sono ben note le cause predisponenti, cause preparatrici e cause provocatrici;
- ✓ all'indicazione dei **fenomeni erosivi**, particolarmente accentuati in caso di erosione lineare in alveo, dato che i corsi d'acqua sono tutti in approfondimento, è più o meno marcata a prescindere dal relativo ordine nell'ambito dei pattern individuati.

In ogni caso, la stesura definitiva ha recepito integralmente le indicazioni della cartografia ufficiale del Piano di Assetto Idrogeologico elaborato dalla competente Autorità di Bacino ("Liri Garigliano e Volturno"), sia in termini di rilevazione dei rischi potenziali, sia nella segnalazione di condizioni di

pericolosità. Per fare ciò si è ricorso anche all'art. 25 comma 6 del PSAI³ per risolvere alcuni problemi di interpretazione delle carte tematiche imputabili alla scarsa definizione della rappresentazione, da incongruenze tra rappresentazione cartografica e stato dei luoghi.

Rispetto alla classificazione del territorio in termini di stabilità complessiva, l'elaborazione dell'apposita *Carta della Stabilità* ha quantificato la perimetrazione delle aree definite come:

12.1 Aree stabili

Nelle zone classificate "stabili" sono comprese le aree con morfologia e con angolo di pendio compatibile con le proprietà geotecniche dei terreni; eventuali interventi edilizi non richiedono accorgimenti particolari a meno che si tratti di opere a carattere eccezionale.

Tali zone sono utilizzabili nel rispetto della normativa tecnica vigente e sono soggette solo a vincoli derivanti da situazioni connesse alla zonazione sismica o miranti alla tutela del paesaggio o dettate da precise scelte di politica urbanistica.

12.2 Aree suscettibili d'instabilità

Sono da considerarsi suscettibili quelle aree ove non sussistono attuali significativi segni di instabilità ma ove gli assetti geologici e morfologici evidenziano possibilità di coinvolgimento in eventi franosi a cinematica sia lenta che veloce e, quindi, a varia intensità (c.f.r. documentazioni Autorità di Bacino). Rientrano in tale classe le aree con evidenze di *creep* e quelle che contornano frane attive e quiescenti che possono quindi essere coinvolte per retrogressione, allargamento ed avanzamento delle instabilità. Per queste aree, qualora si dovesse rendere necessario il loro impiego per la realizzazione di strutture pubbliche e private, si dovranno eseguire approfondite indagini geologico tecniche e verifiche di stabilità con particolare riguardo all'applicazione delle prescrizioni contenute nel Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 11 marzo 1988 pubblicato sul Supplemento Ordinario n. 47 della G.U.R.I. n. 127 del 01/06/88, circolare LL. PP. 24/09/88 n. 3483 e successive norme e istruzioni e D.M. 17 gennaio 2018. Questi studi dovranno essere di base a progettazioni di interventi di stabilizzazione dei versanti potenzialmente suscettibili.

12.3 Aree potenzialmente instabili

Rientrano in tale classe le aree nelle quali sussistono segni morfologici di instabilità per eventi a media e bassa intensità di movimenti avvenuti nel passato più o meno recente. Sono quindi inclusi in tale classe i dissesti che non hanno subito riattivazioni negli ultimi cicli stagionali ma che possono subire riattivazioni totali o parziali per eventi pluviometrici estremi e per eventi sismici. Inoltre, in queste aree gli interventi antropici, ed in particolare le variazioni topografiche, possono provocare fenomeni deformativi o instabilità improvvise proporzionali per estensione all'entità

³ "per l'attuazione degli strumenti urbanistici comunali nelle zone interessate da perimetrazioni di aree a rischio o attenzione, come riportate nell'elaborato "Carta degli Scenari di Rischio", gli uffici tecnici comunali risolvono a vantaggio della sicurezza e sulla base di studi ed indagini adeguati, laddove necessari, eventuali problemi di interpretazione derivanti da imprecisioni nelle rappresentazioni cartografiche, da scarsa definizione della rappresentazione o da incongruenze tra rappresentazione cartografica e stato dei luoghi, imputabili alla scala di redazione (1:25.000) del Piano" (art. 25 comma 6 del PSAI).

dell'intervento. Per tali aree si può fare riferimento alle norme di attuazione per il Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico Rischio di Frana dell'Autorità di Bacino dei fiumi Liri-Garigliano e Volturno, previste per le aree **R1-A1** e **R2-A2**. In tali aree la costruzione e gli interventi in genere sono subordinati al non aggravamento delle condizioni di stabilità del pendio, alla garanzia di sicurezza determinata dal fatto che l'opera sia progettata ed eseguita in misura adeguata al rischio dell'area. L'uso di tali aree, inoltre, è subordinato ad uno studio di compatibilità idrogeologica di cui art. 17 delle Norme di Attuazione per il Progetto di Piano Stralcio per l'assetto Idrogeologico Rischio Frana del Liri - Garigliano e Volturno.

12.4 Aree instabili

Rientrano in tale classe le aree perimetrate come tali nel repertorio IFFI e nel PAI, interessate da fenomeni deformativi di tipologia alquanto varia.

In tali aree sono consentiti solo interventi volti a migliorare le condizioni di stabilità, a seguito di uno studio geologico e geotecnico di dettaglio approvato dall'Autorità di Bacino competente, e sono quindi impediti gli interventi antropici, che tendono alla trasformazione dello stato dei luoghi, sotto l'aspetto morfologico, infrastrutturale ed edilizio. Per tali aree si può fare riferimento alle norme di attuazione per il Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico Rischio di Frana dell'Autorità di Bacino dei fiumi Liri-Garigliano e Volturno, previste per le aree **R4-A4**, **Rpa-Apa** e **R3-A3**.

Tanto dovevasi per la stesura dello Studio Geologico Preliminare.

Ottobre 2020.

Il Geologo
Dr.PhD. Michele Sisto

Bibliografia di riferimento

1. **AQUINO S., ALLOCCA V., ESPOSITO L. & CELICO P.** (2007), *Carta idrogeologica della Provincia di Avellino*.
2. **AMORE O., BASSO C., CIAMPO G., DI NOCERA S., ESPOSITO P., MATANO F., RUSSO B., STAITI D., TAVERNIER A., TORRE M. & ZAMPARELLI V.** (1996), *Il rilevamento del Foglio n° 433 "ARIANO IRPINO" della CARTA GEOLOGICA D'ITALIA alla scala 1:50000. Stato delle ricerche*, VI Conf. Scient. Ann. sulle attività di ricerca dei Dip., Napoli.
3. **APRILE F., BRANCACCIO L., DI NOCERA S., GUIDA M., IACCARINO G., ORTOLANI F., PESCATORE T., SGROSSO I., TORRE M.** (1979), *Dati preliminari sulla neotettonica dei Fogli 174 (Ariano Irpino), 186 (Sant'Angelo de' Lombardi) e 198 (Eboli)*. C.N.R., P. F. Geodinamica, S. Neotettonica, CNR, Roma, 251, pp. 149-178.
4. **BASSO C., DI NOCERA S., MATANO F., TORRE M.** (1996), *Evoluzione geomorfologica ed ambientale tra il Pleistocene superiore e l'Olocene dell'area compresa tra Castel Baronia e Vallata nell'alta valle del fiume Ufita (Irpinia, Italia meridionale)*, in Atti del convegno AIQUA-MTSN "Modificazioni climatiche ed ambientali tra il Tardi-glaciale e l'Olocene antico in Italia", Trento, feb. 1996, IL QUATERNARIO 9 (2), pp. 513-520.
5. **BASSO C., CIAMPO G., CIARCIA S., DI NOCERA S., MATANO F., STAITI D., TORRE M.** (2002), *Geologia del settore irpino-dauno dell'Appennino meridionale: implicazioni sui domini paleogeografici delle unità bacinali mesocenoiche e nuovi vincoli stratigrafici nell'evoluzione tettonica mio-pliocenica del settore esterno della catena*, in Studi Geologici Camerti, Nuova serie, 2002, 1 (2), pp. 7-26.
6. **BLASI C., CAPOTORTI G., SMIRAGLIA D., GUIDA D., ZAVATTERO L., MOLLO B., FRONDONI R., COPIZ R.** (2010), *A thematic contribution to the National Biodiversity Strategy: the Ecoregions of Italy*, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma. URL <http://sweb01.dbv.uniroma1.it/cirbfep/>
7. **BONARDI G., CIARCIA S., DI NOCERA S., MATANO F., SGROSSO I., TORRE M.** (2009), *Carta delle principali unità cinematiche dell'Appennino meridionale. Nota illustrativa*, Ital. Jour. Geosci. (Boll. Soc. Geol. It.), vol. 128, pp. 47-60.
8. **BRANCACCIO L., CINQUE A. & SGROSSO I.** (1978), *L'analisi morfologica dei versanti come strumento per la ricostruzione degli eventi neotettonici*, in Mem. Soc. Geol. It., 19, pp. 621-626.
9. **BRANCACCIO L., CINQUE A. & SGROSSO I.** (1979), *Forma e genesi di alcuni versanti di faglia in rocce carbonatiche: il riscontro naturale di un modello teorico*, in Rend. Accad. Sci. Fis. e Mat. in Napoli, s. 4, 46, pp. 1-22.
10. **BRANCACCIO L., PESCATORE T.S., SCARPA R. & SGROSSO I.** (1984), *Geologia Regionale: l'assetto strutturale dell'Appennino campano-lucano; le unità stratigrafico-strutturali; geomorfologia e neotettonica; sismicità storica; considerazioni sismotettoniche*, Ricerche e Studi Formez, RS n. 37 "Lineamenti di geologia regionale e tecnica".
11. **BRANCACCIO L., CINQUE A. & SGROSSO I.** (1986), *Elementi morfostrutturali ereditati nel paesaggio dell'Appennino centro-meridionale*, in Mem. Soc. Geol. It., 35, pp. 869-874.
12. **BRANCACCIO L. & CINQUE A.** (1988), *L'evoluzione neotettonica e geomorfologica dell'Appennino campano-lucano*, in Mem. Soc. Geol. It., 41, pp. 83-86.
13. **CANTALAMESSA G., DRAMIS F., PAMBIANCHI G., ROMANO A., SANTONI A. M. & TONNETTI G.** (1981), *Fenomeni franosi connessi con attività sismica nell'area compresa tra San Giorgio la Molara e Bisaccia*, in Rend. Soc. Geol. It., 4, pp. 467-469.

14. **CHIOCCHINI U., CONATO V., VALLETTA M.** (1971), *I sedimenti miocenici e pliocenici tra il T. Fiumarella e l'alta valle del F. Ofanto (Campania)*, in *Boll. Serv. Geol. It.*, 99, pp. 87-108.
15. **CHIOCCHINI U., MORETTI A., SACCHI L., SCALISE A.R., VALLETTA M.** (1992), *Ricerche geologiche e geomorfologiche nell'area tra i fiumi Ufita e Miscano (Appennino campano - Bacino pliocenico di Ariano Irpino)*, estratto da *Mem. descr. della Carta Geol. It.*, vol. XLII, Roma.
16. **CINQUE A.** (1992a), *Distribuzione spazio-temporale dei movimenti tettonici verticali dell'Appennino campano-lucano: alcune riflessioni*, Studi Geologici Camerti, V. sp. 1992/1, pp. 33-38.
17. **CINQUE A.** (1992b), *Verso una reinterpretazione delle evidenze geomorfologiche di neotettonica in un'area di tetto-genesi recente: l'Appennino campano-lucano*, *Il Quaternario*, 5, 2, pp. 299-304.
18. **COCCO E., CRAVERO E., ORTOLANI F., PESCATORE T. S., RUSSO M., SGROSSO I., TORRE M.** (1972), *Les faciès sédimentaires miocènes du Bassin Irpinois (Italie Meridionale)*, in *Atti Accademia Pontaniana*, 21, pp. 13.
19. **D'ARGENIO B., PESCATORE T.S. & SCANDONE P.** (1973), *Schema geologico dell'Appennino Meridionale (Campania e Lucania)*, Atti del Conv. Moderne vedute sulla Geologia dell'Appennino (Roma, febbraio 1972), Acc. Naz. Lincei, Quad. 183, pp. 49-72.
20. **D'ARGENIO B., PESCATORE T.S. & SCANDONE P.** (1975), *Structural pattern of the Campania-Lucania Apennines*, in Ogniben L., Parotto M. & Praturlon A. (Ed.), *Structural model of Italy*, Quaderni de "La Ricerca Scientifica", Roma, 90, pp. 313-327.
21. **D'ARGENIO B., ORTOLANI F. & PESCATORE T.S.** (1986), *Geology of the Southern Apennines. A brief outline*, International Symposium of Engineering Geology Problems in Seismic Areas, Bari, aprile 1986.
22. **DAZZARO L., DI NOCERA S., PESCATORE T.S., RAPISARDI L., ROMEO M., RUSSO B., SENATORE M.R., TORRE M.** (1988), *Geologia del margine della catena Appenninica tra il F. Fortore ed il T. Calaggio (Monti della Daunia, Appennino Meridionale)*, in *Mem. Soc. Geol. It.*, 41, pp. 411-422.
23. **DI LISIO A., LO CURZIO S., RUSSO F. & SISTO M.** (2009), *Rappresentazione degli indici climatici in ambiente GIS per la caratterizzazione paesaggistica dell'Appennino sannita (Campania)*, in Atti della 13ª Conferenza Nazionale ASITA, Bari, Fiera del Levante, 1 - 4 dicembre 2009, pp. 909-919.
24. **DI LISIO A., RUSSO F. & SISTO M.** (2011), *La via del gesso. Proposta di un itinerario geoturistico alla scoperta delle evaporiti del Messiniano in Irpinia*, in Atti del Convegno Nazionale "Il Patrimonio Geologico: una risorsa da proteggere e valorizzare", Sasso di Castalda (PZ), aprile 2010, pp. 405-413.
25. **DI NOCERA S., MATANO F. & TORRE M.** (2001), *L'Unità di Frigento nell'ambito delle unità "sannitiche" Auct. (Appennino meridionale)*, in *Boll. Soc. Geol. It.*, Roma, 118, 395-406.
26. **DI NOCERA S., MATANO F. & TORRE M.** (2002), *Le unità 'sannitiche' (Appennino centro-meridionale): rassegna delle correnti interpretazioni stratigrafiche e paleogeografiche e nuove ipotesi con l'introduzione dell'unità di Frigento*, Studi geologici Camerti, Nuova Serie 1 (1), 2002, pp. 87-102.
27. **DI NOCERA S., MATANO F., PESCATORE T.S., PINTO F., QUARANTIello R., SENATORE M. R., TORRE M.** (2006), *Schema geologico del transetto Monti Picentini orientali-Monti della Daunia meridionali: unità stratigrafiche ed evoluzione tettonica del settore esterno dell'Appennino meridionale*, in *Boll. Soc. Geol. It.*, 125, pp. 39-58.
28. **DI NOCERA S., TORRE M.** (1995), *Il significato della struttura di Frigento nella collocazione paleogeografica del Bacino di Lagonegro*, V Conferenza Scient. della ricerca dei Dip. Geomin., 131.
29. **ESPOSITO E., GARGIULO A., IACCARINO G., PORFIDO S.** (1998), *Distribuzione dei fenomeni franosi riattivati dai terremoti dell'Appennino meridionale. Censimento delle frane del terremoto del 1980*, Proc. Conv. Int. Prevention of Hydrogeological Hazards: The Role of Scientific Research 1, CNR-IRPI, Alba, pp. 409-429.

30. **HIEKE MERLIN O., LA VOLPE L., NAPPI G., PICCARRETA G., REDINI R. & SANTAGATI G.** (1971), *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Fogli 186 e 187, S. Angelo dei Lombardi e Melfi*, Serv. Geol. d'It., Roma, pp. 188.
31. **INCORONATO A., NARDI G., ORTOLANI F. & PAGLIUCA S.** (1985), *The Plio-Quaternary Bagnoli Irpino-Calaggio Torrent strike-slip fault, Campania-Lucania (Southern Apennines)*, in *Boll. Soc. Geol. It.*, 104 (3), pp. 399-404.
32. **INGV** (1987), *Catalogo dei terremoti italiani dal 1456 al 1986 d. C.*
33. **IPPOLITO F., D'ARGENIO B., PESCATORE T.S. & SCANDONE P.** (1973), *Unità stratigrafico-strutturali e schema tettonico dell'Appennino meridionale*. Trad. da *The guide-book of Italy*, Pubbl. n. s., 15, Napoli, pp. 134-155.
34. **IPPOLITO F., ORTOLANI F. & DI NOCERA S.** (1974), *Alcune considerazioni sulla struttura profonda dell'Appennino irpino: reinterpretazione di ricerche di idrocarburi*, in *Boll. Soc. Geol. It.*, Roma, 93.
35. **JACOBACCI A. & MARTELLI G.** (1967), *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, foglio 174 "Ariano Irpino"*, La Litografica, Roma, 1967, pp. 7-43.
36. **KUKLA G.J., ANGELL J. K., KORSHOVER J., DRONIA H., HOSHIAI M., NAMIAS J., RODEWALD M., YAMAMATO R. & IWASHIMA T.** (1977), *New data on climatic trends*, *Nature*, 270, n. 5638, pp. 573-580.
37. **MATANO F. & DI NOCERA S.** (2001), *Geologia del settore centrale dell'Irpinia (Appennino meridionale): nuovi dati e interpretazioni*, in *Boll. Soc. Geol. It.*, Roma, 120, pp. 3-14.
38. **MOSTARDINI F. & MERLINI S.** (1986), *Appennino centro-meridionale. Sezioni geologiche e proposta di modello strutturale*, 73° Cong. Soc. Geog. It., Roma, pp. 1-59.
39. **ORTOLANI F. & APRILE F.** (1976), *Struttura profonda dell'Irpinia centrale (Appennino campano)*, in *Boll. Soc. Geol. It.*, 95, pp. 903-921.
40. **ORTOLANI F. & PAGLIUCA S.** (1988), *Evoluzione morfostrutturale del margine orientale dell'Appennino meridionale tra il Molise e la Basilicata durante il Plio-Pleistocene e rapporti con la sismicità*, in *Suppl. Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, Vol. I, pp. 223-234.
41. **ORTOLANI F. & PAGLIUCA S.** (1994), *Variazioni climatiche e crisi dell'ambiente antropizzato*, *Il Quaternario*, 7, 1, pp. 351-356.
42. **ORTOLANI F. & PAGLIUCA S.** (2004), *Il clima mediterraneo: modificazioni cicliche degli ultimi millenni e previsioni per il prossimo futuro*, in *Atti Convegni Lincei*, 204, pp. 215-225.
43. **ORTOLANI F.** (1974), *Faglia trascorrente pliocenica nell'Appennino campano*, in *Boll. Soc. Geol. It.*, 93, pp. 609-622.
44. **ORTOLANI F.** (1978), *Alcune considerazioni sulle fasi tettoniche mioceniche e plioceniche dell'Appennino meridionale*, in *Boll. Soc. Geol. It.*, 97, pp. 609-616.
45. **ORTOLANI F., DE GENNARO M., FERRERI M., GHIARA M.R., STANZIONE D. & ZENONE F.** (1981), *Prospettive geotermiche dell'Irpinia centrale: studio geologico-strutturale e geochimico*, in *Boll. Soc. Geol. It.*, 1, 100, pp. 139-159.
46. **PANIZZA M.** (1998), *Geomorfologia applicata*, Roma, La Nuova Italia Scientifica, 1998, pp. 342.
47. **PATACCA E. & SCANDONE P.** (2007), *Geology of Southern Apennines*, CROP-04 (ed. by A. Mazzetti, E. Patacca & P. Scandone), in *Boll. Soc. Geol. It. (Ital.J.Geosci.)*, Spec. Issue, 7, pp. 75-119.
48. **PESCATORE T.S., PINTO F., RENDA P., SENATORE M. R., TRAMUTOLI M. & VALENTE A.** (1996), *Avanfosse mioceniche dell'Appennino meridionale (Italia)*, in *Rend. Acc. Sc. Fis. Mat.*, Napoli, 63, pp.85-121.
49. **PESCATORE T.S. & ORTOLANI F.** (1973), *Schema tettonico dell'Appennino campano-lucano*, in *Boll. Soc. Geol. It.*, 92, pp. 453-472.
50. **PESCATORE T.S.** (1981), *Lineamenti strutturali dell'Appennino campano-lucano*, in *Rend. Soc. Geol. It.*, 4, pp. 49-54.

51. **PESCATORE T.S.** (1988), *La sedimentazione miocenica nell'Appennino Campano-Lucano*, in *Mem. Soc. Geol. It.*, 11, 41.
 52. **PESCATORE T.S., DI NOCERA S., MATANO F. & PINTO F.** (2000), *L'Unità del Fortore nel quadro della geologia del settore orientale dei Monti del Sannio (Appennino meridionale)*, in *Boll. Soc. Geol. It.*, 119, pp. 587-601.
 53. **PESCATORE T.S., SGROSSO I. & TORRE M.** (1970), *Lineamenti di tettonica e sedimentazione nel Miocene dell'Appennino campano-lucano*, in *Mem. Soc. Natur. in Napoli*, suppl. Boll., 78, pp. 337-408.
 54. **PINNA M.** (1970), *Contributo alla classificazione del clima d'Italia*, in *Rivista Geografica Italiana*, 77, pp. 129-152.
 55. **PINNA M.** (1977), *Climatologia*, Torino, UTET, pp. 422.
 56. **PINNA S.** (2002), *Rischi ambientali e difesa del territorio*. Milano, F. Angeli, p. 176.
 57. **RUSSO F. & VALLETTA M.** (1993), *Rischio ed impatto ambientale: considerazioni e precisazioni*, in *Boll. Serv. Geol. It.*, CXII, pp. 103-126.
 58. **RUSSO F. & SISTO M.** (2009), *L'erosione nel territorio dell'Alta Irpinia come esempio di contesa tra ruralità del passato e abbandono presente*, in PERSI P. (cur.), *Territori contesi, campi del sapere, identità locali, istituzioni, progettualità paesaggistica*, Atti IV Convegno Internazionale sui Beni Culturali Territoriali, Pollenza, 2009, pp. 271-276.
 59. **SELLI R.** (1962), *Il Paleogene nel quadro della Geologia dell'Italia meridionale*, in *Mem. Soc. Geol. It.*, 3, pp. 737-789.
 60. **Servizio Geologico nazionale – Gruppo di lavoro per la cartografia geomorfologica** (1994), *Carta Geomorfologica d'Italia – 1:50000 guida al rilevamento*, Quaderni Serie III, Vol. 4, Ist. Pol. Zec. Stato, Roma, pp. 42.
 61. **SGROSSO I.** (1986), *Criteri ed elementi per una ricostruzione paleogeografica delle zone esterne dell'Appennino centro-meridionale*, in *Mem. Soc. Geol. It.*, 35, pp. 203-219.
 62. **SGROSSO I.** (1988), *Nuovi elementi per un più articolato modello paleogeografico nell'Appennino centro-meridionale*, in *Mem. Soc. Geol. It.*, 41, pp. 225-252.
 63. **SGROSSO I.** (1996), *I rapporti tra i depositi del massiccio del Matese e quelli del bacino molisano*, in *Mem. Soc. Geol. It.*, 51, pp. 263-272.
 64. **SISTO M.** (2000), *Dizionario storico-geografico dei toponimi sturnesi e frigentini*, Frigento, Tipolitoelle, pp. 158.
 65. **SISTO M.** (2008), *Il terremoto sannita del 1805 nella cronaca di Marciano Di Leo*, in "VICUM", Anno XXV, n. 3-4, fasc. LI, sett-dic 2008, pp. 227-232.
 66. **SISTO M.** (2009), *Uomini e paesaggi di Principato Ultra. Marciano Di Leo e la statistica murattiana*, in "Atti del Convegno sul bicentenario di Avellino Capoluogo di Provincia", Centro Guido Dorso, Avellino, pp. 163.
 67. **SISTO M., DI LISIO A., RUSSO F.** (2020), *The Mefite in the Ansanto Valley (Southern Italy): a geoarchaeosite to promote the geotourism and geoconservation of the Irpinian cultural landscape*. GEO-HERITAGE, ISSN: 1867-2485
 68. **TORRE M. & ZAMPARELLI V.** (1990), *Terreni triassici in Irpinia*, in *Boll. Soc. Geol. It.*, 109, pp. 723-734.
 69. **VALLARIO A.** (2001), *L'ambiente geologico in Campania*, Napoli, CUEN, pp. 488.
 70. **VARNES D. J.** (1978), *Slope movements, type and processes, in Landslides analysis and control*, Washington Transportation Research Board, Schuster R.L. & Krizek R.J. Eds., Special Report 176, National Academy of Sciences, WA, 1978, pp. 11-33.
- A tali lavori vanno aggiunti anche gli:
71. **Studi geologici acquisiti all'U.T.C. di Rocca San Felice, per indagini pregresse** (citati in precedenza).

Da mettere nel definitivo

Il presente studio geologico è comprensivo di xxxxxx tavole e di n.1 allegato, parti integranti della stessa, consistenti in:

Elenco tavole	Tematismo	Scala
Tavola 1:	<i>Carta geologica, con ubicazione dei sondaggi</i> (Tav. 1A - 1 B)	1: 5.000
Tavola 2:	<i>Carta idrogeologica</i> (Tav. 2A - 2B)	1: 5.000
Tavola 3:	<i>Carta della zonazione sismica</i> (Tav. 3)	1: 10.000
Tavola 4:	<i>Carta della stabilità</i> (Tav. 4A – 4B)	1: 5.000
Tavola 5:	<i>Carta</i> (Tav. 5A - 5B)	1: 5.000
Tavola 6:	<i>Carta della acclività</i> (Tav. 6)	1: 10.000
Tavola 7:	<i>Carta</i> (Tav. 7A - 7B)	1: 5.000
Allegato 1	<i>Prove geognostiche (analisi di laboratorio e sismiche, PUC, 2020)</i>	---