

# COMUNE DI SALACONSILINA (SA)

## P.U.C. PIANO URBANISTICO COMUNALE



L.R. 16/2004 e ss. mm. ii. - D.G.R. n°834/2007 - Regolamento di Attuazione N° 5 del  
04.08.2011 – BURC nn. 53 del 08.08.2011



*“Valorizzare l’esistente per  
proiettarsi al futuro”*

## PROGETTO PRELIMINARE DI PIANO

*Sindaco: Avv. Francesco Cavallone  
Giunta Comunale di Sala Consilina*

*Dirigente Area Tecnica: Ing. Attilio De Nigris*

*Responsabile ufficio di Piano e R.U.P.: Ing. Attilio De Nigris*

### **Gruppo di progettazione interno UTC:**

**Ing. Attilio De Nigris** (Capogruppo Progettazione)

**Arch. Fabio Tonti** (Aspetti Ambientali e Insediativi)

**Dott. Giovanni Pugliese** (Attività Produttive e VAS)

**Geom. Vito La Vista** (Aspetti Socio-Demografici e Toponomastica)

**Pompa Biagio** (Commercio)

**Antonino Morgia** (Infrastrutture Tecnologiche)

Verifica Territoriale: **Geom. Giovanni Ragano**

**Maurizio Abate Chechile**

**Dott. Michele Esposito** (Aspetti Sociologici)

**Massimo Maucioni** (Comunicazione e Partecipazione)

### **Consulenti esterni:**

Aspetti Geologici: **Dott. Antonio Petrocelli**

Aspetti Naturalistico-Ambientali: **Dott. Donato Natiello**

Aspetti GIS: **Dott. Vincenzo Siervo**

**Ing. Antonella Cartolano**

N° ELABORATO

**0 QCG**

ELABORATO

**Studio Geologico Preliminare**

DATA

**Settembre 2014**



# *Indice*

## **Capitolo 1**

PREMESSA ..... pag. 01

## **Capitolo 2**

OBIETTIVI E STRATEGIE DEL PTCP - PUC ..... pag. 02

## **Capitolo 3**

INQUADRAMENTO GEOLOGICO - STRUTTURALE E SISMOGENETICO

REGIONALE ..... pag. 08

## **Capitolo 4**

UBICAZION ECARTOGRAFICA-INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO  
GENERALE DEL TERRITORIO COMUNALE ..... pag. 27

## **Capitolo 5**

COMPLESSI IDROGEOLOGICI DEL VALLO DI DIANO ..... pag. 39

## **Capitolo 6**

PIANO STRALCIO DELL'AUTORITA' DI BACINO – PERICOLOSITA' E

RISCHIO DA FRANA .....pag. 62

## **Capitolo 7**

CRITICITA' GEOLOGICHE – GEOMORFOLOGICHE – IDROGEOLOGICHE E

SISMICHE DEL TERRITORIO COMUNALE ..... pag. 85

## **Capitolo 8**

ELEMENTI TECNICI E GEOGNOSTICI IN POSSESSO DEL COMUNE ..... pag. 92

## **Capitolo 9**

SISMICITA' DEL VALLO DI DIANO ..... pag. 94

## **Capitolo 10**

NOTE CONCLUSIVE ..... pag. 113

## ALLEGATI

*01.- Corografia area di intervento 1:25.000*

*02.- Carta Geologica.*

*03.- Carta Geomorfologica.*

*04.- Carte tematiche Autorità di bacino Regionale Campania Sud  
Ed Interregionale per il Bacino Idrografico del Fiume Sele:*

*a.- Pericolosità Frana 1:25.000.*

*b.- Rischio Frana 1:25.000.*

*c.- Pericolosità idraulica 1:25.000.*

*d.- Rischio idraulico 1:25.000.*

---

---

**CAPITOLO I**

---

---

**PREMESSA** .

Il presente studio geologico-tecnico e geognostico, preliminare, redatto su incarico dell'Amministrazione Comunale di Sala Consilina (SA) con determina Dirigenziale **n. 193** del **20-08-2014**, si riferisce alla redazione del **"Piano Urbanistico Comunale"** .

La L.R. 16/2004 **"Norme sul governo del territorio"** ha per finalità quella di garantire la tutela, gli assetti le trasformazioni e le utilizzazioni del territorio, con lo scopo di favorirne lo sviluppo, nel rispetto dei principi di sostenibilità, mediante un efficiente sistema di pianificazione territoriale ed urbanistica, articolata a livelli regionale, provinciale e comunale **"Piano Urbanistico Comunale"** successivamente, la Regione Campania, in seguito, nella seduta del 11.05.2007 (deliberazione n° 834 Area Generale di coordinamento n° 16 – Governo del territorio, Tutela Beni paesistico - Ambientali e Culturali) ha emanato le **"NORME TECNICHE E DIRETTIVE"** riguardanti gli elaborati da allegare agli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica, generale ed attuativa, come previsto dagli **art. 6 e 30 della L.R. 16/2004**.

Pertanto, al fine quindi di adempiere a quanto espressamente richiesto dalle Norme tecniche suddette, al punto **4 "Piano Urbanistico Comunale"** e più specificatamente ai punti **4.2 "Elaborati del PUC"** , allegati tecnici alla relazione, comma a<sup>1</sup> ed al successivo **"elaborati di progetto"** comma f<sup>2</sup>, l'Amministrazione Comunale ha provveduto ad incaricare lo scrivente.

Il presente lavoro, preliminare, ha l'obiettivo, in questa prima fase, oltre ad inquadrare il territorio dal punto di vista geologico-strutturale e geomorfologico, di analizzare le indagini geologiche-tecniche e geognostiche più significative, redatte sul territorio comunale, per diverse finalità, in modo da poter ricostruire, in generale, i caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e di pericolosità geologica del territorio. Lo scopo è quello di ricostruire un **modello geologico di riferimento**, da verificare, ai fini dell'inquadramento dei problemi geotecnici e per la definizione del programma inerente le indagini da espletare.

---

Inoltre, vengono illustrate le cartografie da elaborare riguardanti le caratteristiche geomorfologiche del territorio.

Oltre a ciò viene anche definito lo studio geologico-geotecnico da realizzare, in ottemperanza al decreto 11 Marzo 1988 , punto H, pubblicato S.O. G.U. n° 127/88, nonché le indagini geognostiche da eseguire prescritte dagli art. 11 e 12 della L.R. 9/83 della Regione Campania.

**CAPITOLO 2****2.1.- OBIETTIVI E STRATEGIE DEL PTCP-PUC.**

Il PTCP adottato nel 2001, ha lo scopo di perseguire alcuni obiettivi ed adempiere ad una serie di funzioni. Vengono così individuate tre macro aree tematiche di intervento nelle quali si dà corpo agli obiettivi prefissati e le relative strategie.

La prima grande area tematica contempla la tutela delle risorse territoriali naturali e culturali, la prevenzione dei rischi derivanti da un loro cattivo uso e la giusta valorizzazione, soprattutto in considerazione della loro possibile fruizione collettiva. La seconda e la terza area tematica, sempre a scala sovracomunale, si concentrano invece sull'individuazione degli elementi determinanti il sistema insediativo e sulle corrette scelte d'uso del territorio, così da evitare che l'anarchia di scelte individuali, contraddicendola anche in aspetti essenziali e sostanziali, possa compromettere gli esiti della strategia complessiva perseguita.

Tra gli aspetti salienti e sicuramente più importanti del Piano, la volontà di rafforzare le potenzialità di realtà marginali, così da creare poli di attrazione alternativi a quelli rappresentati da sempre dai grandi centri urbani, identità tanto consolidate quanto ormai congestionate al punto tale da essere diventate sempre più difficilmente gestibili. Queste realtà alternative individuate ad hoc, sono stati visti come Centri Nevralgici intorno ai quali dovrebbero poi gravitare ambiti ben definiti, seppur tra i tanti distinguo legati ad un territorio tanto ricco di cultura, quanto vasto e variegato, come quello rappresentato dai tanti comuni della provincia di Salerno.

Nondimeno è stato possibile individuare delle Unità di paesaggio, cioè ambiti nei quali è possibile riconoscere delle comuni peculiarità fondamentali, come ad esempio quelle di carattere fisico e culturale o anche regole di carattere insediativo capaci di autoregolarsi e quindi generare condizioni perdurabili di stabilità interna, concetto espresso con molta chiarezza nello stesso PTCP, mutuando opportunamente il termine "omeostasi" dalla sinecologia.

Le proposte del Piano Provinciale, al quale coerentemente dovranno attenersi tutti i piani comunali, ad esso subordinati in un'ottica di coerenza

---

verso un'idea che, come abbiamo già detto, può realizzarsi in modo corretto solo in seguito al rispetto di una strategia complessiva, muovono quindi dalle relazioni che legano indissolubilmente l'ambiente naturale e l'insediamento umano, con tutte le sue regole e necessità. Tali obiettivi però sono perseguiti, così alla più grande scala provinciale, come alla più piccola scala comunale, non perdendo mai di vista due aspetti fondamentali:

*“la riqualificazione del sistema insediativo e la tutela e la valorizzazione dell'ambiente”*, quest'ultima intesa come attenzione ed impegno verso i beni ambientali, le risorse storiche e paesistico ambientali e rappresentati da direttive tese alla riqualificazione dei centri abitati e del loro intorno, l'aumento della dotazione di verde e di servizi, il recupero della permeabilità dei suoli, l'aumento del grado di ossigenazione, il disinquinamento e la rinaturalizzazione di eventuali corsi d'acqua presenti sul territorio ed il loro opportuno riutilizzo.

Già la Legge Regionale della Campania *n.16 del 22 Dicembre 2004*, nel disciplinare la tutela, gli assetti, le trasformazioni e le utilizzazioni del territorio, così da garantirne lo sviluppo nel rispetto del principio della sostenibilità, individuava nel *PTCP* lo strumento per il governo del territorio a vasta scala. Alla pianificazione regionale quindi, il compito di definire indirizzi e strategie per la promozione dello sviluppo sostenibile e per la tutela dell'integrità fisica e dell'identità culturale del territorio, mentre alla pianificazione provinciale viene demandato il compito di individuare gli elementi costitutivi del territorio e di definirne coerentemente gli assetti strutturali.

L'obiettivo principale del *PTCP* è quindi di delineare una struttura insediativa a vasta scala che determini la nascita e il potenziamento di altri sistemi insediativi autonomi intorno ai quali si possa sviluppare la rete insediativa minore, così che si possano creare delle realtà in grado di attivare relazioni mature a tutti i livelli, volte verso l'esterno degli stessi ambiti provinciali di cui fanno parte ed evitando che questo processo sia ottenuto attraverso un ulteriore ed ingiustificato spreco ulteriore di suolo, nella realizzazione di assetti urbanistici insostenibili sia sotto il profilo ambientale, sia sotto quello socio-economico.

2.1.- DEFINIZIONI DELLE FINALITA' GEOLOGICHE PER LA REDAZIONE DEL PUC  
NELLA L.R. 16/2004 .

La *L.R.16/04* nasce, come precedentemente detto, dalla necessità di provvedere all'introduzione di specifiche norme per il governo del territorio che potessero, in scala con sempre maggior dettaglio, dalla regionale alla comunale, all'ottimizzazione delle trasformazioni ed utilizzazioni del territorio.

Gli obiettivi specifici di tale impianto legislativo sono:

- a.- la promozione dell'uso razionale del territorio urbano mediante il minimo consumo di suolo nella salvaguardia e sicurezza degli insediamenti umani dai fattori di rischio idrogeologico, sismico e vulcanico nella tutela dell'integrità ed identità del territorio mediante la valorizzazione delle risorse paesistico-ambientali ;*
- b.- la conservazione degli ecosistemi ;*
- c.- la riqualificazione ed il recupero dei siti compromessi.*

In particolare alla pianificazione provinciale e comunale si richiedono "disposizioni strutturali, 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". Inoltre "disposizioni programmatiche mirate a definire gli interventi di trasformazione fisica e funzionale del territorio in archi temporali limitati, correlati con la programmazione finanziaria dei bilanci annuali e pluriennali delle Amministrazioni Pubbliche".

Si comprende quindi da quanto fin qui riportato, che la finalità del legislatore è di dotare le Amministrazioni, in questo caso comunali, di idonei strumenti di conoscenza del territorio e delle sue dinamiche, oltre che antropiche, ma anche e soprattutto fisiche e naturali onde provvedere ad una più adeguata e coerente azione di sviluppo.

Al Capo II Pianificazione Urbanistica Comunale art. 23, viene specificato al punto 2 commi a e b rispettivamente, che il PUC :

- a.- "individua gli obiettivi da perseguire nel governo del territorio e gli indirizzi per l'attuazione degli stessi" ;*
- b.- "definisce gli elementi del territorio raccordando le previsioni di interventi di trasformazione con l'esigenze di salvaguardia delle risorse naturali, nonché*

---

*i criteri per la valutazione degli effetti ambientali degli interventi stessi”.*

Ma è nel successivo comma *“i”* che si individuano le specificità delle tematiche geologiche affermando che il **PUC** *“assicura la piena compatibilità delle previsioni in esso contenute rispetto all’assetto geologico o geomorfologico del territorio comunale, così come risultante da apposite indagini di settore preliminari alla redazione del piano “*

E’ quindi evidente la forte volontà del legislatore di porre come traccia di indirizzo fondamentale del governo del territorio, la piena aderenza tra la realtà geologica e le sue dinamiche, con l’impianto antropico o da antropizzare, ribadendo che l’analisi territoriale va effettuata in maniera preliminare e che mediante il **PUC**, *vengano adeguate le scelte urbanistiche alla realtà geologica.*

Tanto sia come fase preventiva, rispetto alle nuove proposte di sviluppo urbano, ma quanto e soprattutto come necessità di prevedere e provvedere ad eventuali interventi che *“assicurino”* la piena compatibilità del già costruito.

*Alla luce quindi di quanto descritto, si fa presente che la funzione dello studio e degli elaborati da redigere per la redazione del PUC, è quella di verificare lo stato geologico attuale, di individuare elementi di criticità, elementi sensibile e di pregevolezza. Inoltre, l’indagine, vuole definire la presenza di aree omogenee con attitudini simili di risposta, rispetto alle tematiche idrogeologiche, sismiche, e di sensibilità all’inquinamento.*

---

## 2.2.- GLI ELABORATI RICHIESTI PER IL PUC.

**Le Norme tecniche e direttive alla Legge Regionale 16/2004** (elaborati tecnici per l'elaborazione del PUC), indicano nel punto **4.2 comma a.** "Le indagini e le rappresentazioni cartografiche riguardanti le caratteristiche geomorfologiche del territorio, la consistenza ed i regimi di utilizzazione delle acque fluenti e della falda, lo sfruttamento esistente di cave e miniere, lo studio geologico-geotecnico prescritto dal decreto 11 Marzo 1988 , punto H, pubblicato S.O. G.U. n° 127 /88, nonché i risultati delle indagini geognostiche e le carte prescritte dagli art. 11 e 12 della Legge regionale 7 gennaio 1983 n. 9.

Il Titolo II art.11 "**strumenti urbanistici generali**" della legge L.R.9/83 riporta "....ogni comune della Regione dichiarato sismico o ammesso a consolidamento , è tenuto a predisporre indagini geologiche-geognostiche, ai fini della prevenzione del rischio. Le indagini dovranno reperire dati per la compilazione delle seguenti carte :

- a.- CARTA GEOLITOLOGICA.
- b.- CARTA DELLA STABILITA' .
- c.- CARTA IDROGEOLOGICA .
- c.- CARTA DELLA ZONAZIONE DEL TERRITORIO IN PROSPETTIVA SISMICA.

( La base cartografica sarà in scala 1:5.000).

**Le previsioni urbanistiche degli strumenti generali non possono prescindere dai risultati di dette indagini ".**

Al fine quindi di ottemperare a quanto imposto dalle Leggi vigenti in materia di urbanistica ed assetto del territorio, si è prevista la redazione dei seguenti elaborati cartografici in scala 1:5.000:

### ELABORATI GEOLOGICI .

- 1.- relazione geologica e carta ubicazione indagini geognostiche ;
- 2.- carta geolitologica ( L.R. 9/83 ) ;
- 3.- carta idrogeologica ( L.R. 9/83 ) ;
- 4.- carta della stabilità ( L.R. 9/83 ) ;
- 5.- carta della zonazione sismica (D.M. 14.01.2008 ) ;
- 6.- sezioni geologiche .
- 7.- Carta geomorfologica    8 - Carta clivo metrica.

## **CAPITOLO 3**

### **INQUADRAMENTO GEOLOGICO - STRUTTURALE E SISMOGENETICO REGIONALE .**

#### **3.1.- ASSETTO GEOLOGICO DELLA CAMPANIA.**

La Regione Campania presenta un assetto geologico-strutturale molto complesso. Al suo interno è possibile distinguere un settore a morfologia collinare e montuosa occupato dalla catena appenninica ed un settore costiero, ad occidente, caratterizzato dalla presenza di ampie depressioni strutturali occupate attualmente da pianure alluvionali (Piana campana - Piana del Sele – Vallo di Diano).

La Campania è inoltre caratterizzata da quattro importanti centri vulcanici: il Roccamonfina, nel Casertano al confine tra Lazio e Campania, il Vesuvio e i Campi Flegrei nel napoletano, il complesso vulcanico dell'isola di Ischia.

Gli eventi che hanno generato l'assetto geologico-strutturale della Campania sono strettamente connessi agli eventi che hanno generato il quadro strutturale della penisola italiana. Le principali strutture geologiche della penisola italiana sono rappresentate da quattro elementi strutturali di primo ordine:

- *area tirrenica, caratterizzata da crosta continentale assottigliata e, in alcune Zone (Tirreno meridionale), da crosta oceanica, formatasi a partire dal Tortoniano superiore - Messiniano inferiore in seguito a processi di rifting avvenuti all'interno di una catena preesistente;*
- *catena appenninica, costituita da coltri di ricoprimento, a convergenza adriatica, e dai depositi di riempimento di bacini che si impostavano sulle coltri di ricoprimento in avanzamento;*
- *l'avanfossa appenninica, costituita da sedimenti plio-quadernari in parte sepolti sotto le falde appenniniche;*
- *avampaese, costituito da una potente successione carbonatica mesozoica, impostata su crosta continentale, in graduale approfondimento verso SW al di sotto delle coltri appenniniche.*

In questo contesto strutturale la Campania comprende un piccolo settore della catena appenninica. Quest'ultima presenta una complessa struttura a falde di ricoprimento derivanti dallo scollamento e dall'accorciamento delle coperture sedimentarie di domini paleogeografici appartenenti al margine settentrionale della placca africano-adriatica e trasportati verso l'avampaese padano-adriatico-



sprofondamenti differenziali della litosfera dell'avampaese a sua volta caratterizzata da segmenti diversamente immergenti e separati da zone di taglio litosferico; cui corrispondono in superficie zone di taglio con faglie normali e trascorrenti che permetterebbero la rotazione antioraria dei diversi settori di catena. Nell'arco appenninico meridionale è possibile distinguere archi minori: *l'arco molisano sannitico, l'arco campano-lucano e l'arco calabro (Fig. 2).*

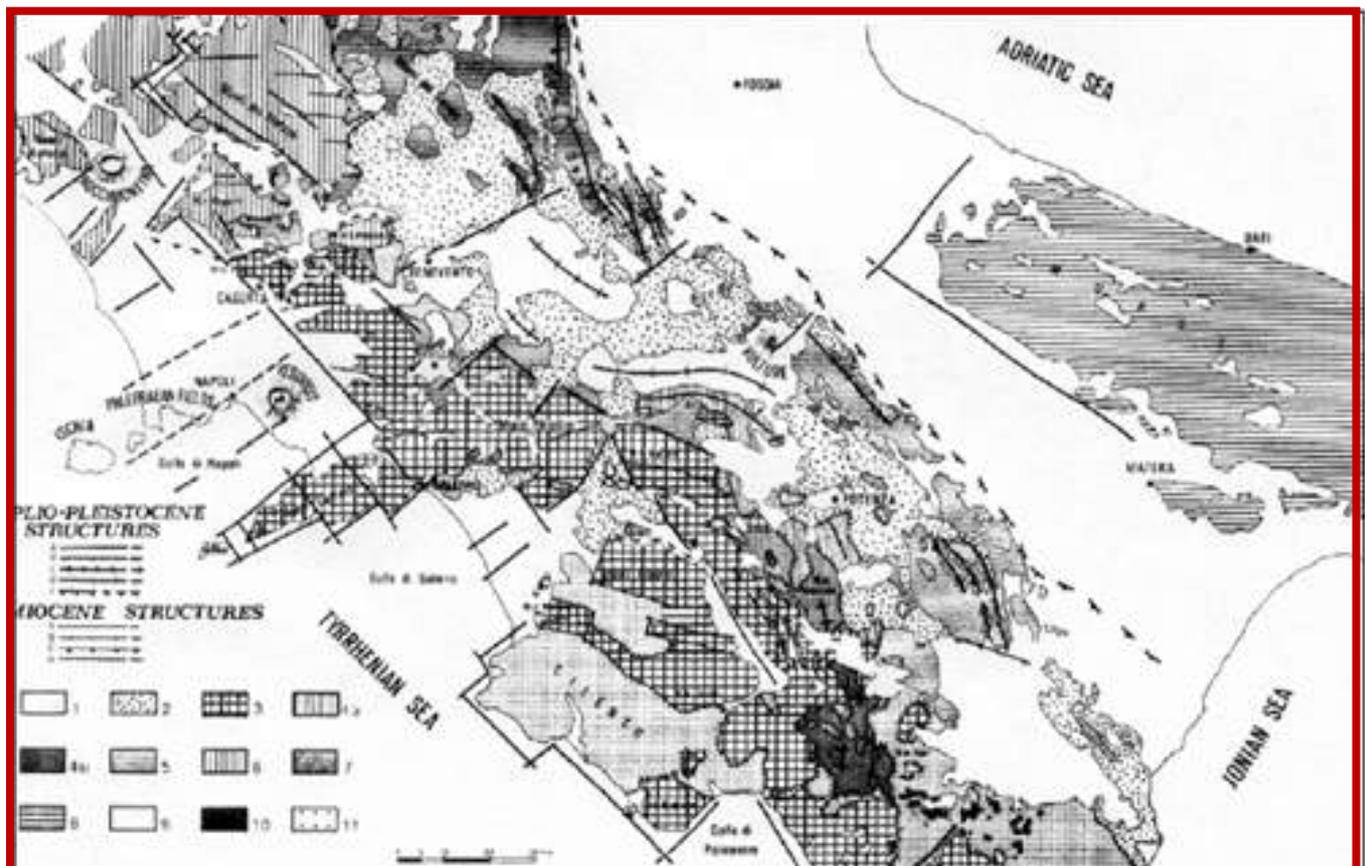


Fig. 2 - Schema geologico-strutturale semplificato dell'Appennino campano-lucano (da Ippolito et alii, 1973): Strutture plio-pleistoceniche; A) faglia normale; B) faglia inversa; C) asse di sinclinale; E) limite di sovrascorrimento sepolto della Fossa Bradanica. Strutture mioceniche: A) faglia normale; B) faglia inversa; sovrascorrimento tortoniano; D) sovrascorrimento langhiano; 1) Unità Silentina e del Frido; 2) Unità Sicilide; 3) Unità di Monte Foraporta, Monte della Maddalena, Alburno-Cervati, e Monte Bulgheria-Verbicaro; 4) Unità di Lagonegro Superiore (a) ed inferiore (b); 5) Unità Irpinidi; 6) Unità di Frosolone, Matese, Monte Maggiore, e Monte Croce; 7) Unità di Altavilla; 8) Unità Apulo-Garganica; 9) Sedimenti quaternari; 10) rocce metamorfiche; 11) gneiss granitici.

---

Nella catena appenninica è possibile distinguere due strutture arcuate principali: l'Arco Appenninico settentrionale e l'Arco Appenninico meridionale, caratterizzati da stili di deformazione, entità di raccorciamento e di rotazione differenti. I due archi si congiungono in corrispondenza della linea Ortona Roccamonfina, che rappresenta uno svincolo trasversale destro. Tale geometria ad archi sembra sia da mettere in relazione a sprofondamenti differenziali della litosfera dell'avampaese, caratterizzata da segmenti diversamente immergenti, separati da zone di taglio litosferico, cui corrispondono in superficie zone di taglio con faglie normali e trascorrenti, che permetterebbero la rotazione antioraria dei diversi settori di catena.

Nell'arco appenninico meridionale è possibile distinguere archi minori: *l'arco molisano sannitico, l'arco campano-lucano e l'arco calabro.*

La Campania comprende la zona di giunzione tra il segmento molisano sannitico ed il segmento campano-lucano dell'arco appenninico meridionale.

L'arco molisano sannitico, in cui l'età dell'ultimo trasporto orogenico viene attribuita al Pliocene superiore, e l'arco campanolucano, in cui l'età dell'ultimo trasporto orogenico risale al Pleistocene inferiore, si congiungono a nord della sinforme dell'Ofanto, area in cui le strutture ad andamento WNW-ESE.

Del segmento campano-lucano tagliano le strutture ad andamento NNW-SSE del segmento molisano sannitico. Lo stile tettonico dell'arco appenninico meridionale è riferibile ad un sistema duplex, in cui un complesso di thrust-sheets carbonatici, derivanti dalla deformazione dell'avampaese apulo è sepolto al di sotto di una serie di coltri di provenienza interna, come evidenziato dai profili sismici e dai risultati delle perforazioni realizzate per la ricerca petrolifera.

In particolare, unità più interne avrebbero scavalcato unità più esterne invertendo la loro posizione paleogeografia.

Dal Tortoniano superiore mentre il fronte della catena continua ad essere sottoposto ad una tettonica di tipo compressivo l'area tirrenica e la parte più occidentale della catena sono interessate da una tettonica distensiva legata all'apertura del bacino tirrenico. Tra il Pliocene superiore e il Pleistocene inferiore cessa l'arretramento flessurale della litosfera dell'avampaese apulo in corrispondenza del segmento molisano-sannitico e del segmento campano-lucano dell'arco appenninico meridionale, mentre prosegue in corrispondenza dell'Arco

---

calabro. Questa variazione del campo regionale di sforzo è seguita da forte sollevamento nella catena e da una generazione di faglie per lo più ad andamento appenninico sia dirette che trascorrenti.

In questo quadro la linea Ortona-Roccamonfina, trascorrente destra svincola l'arco appenninico settentrionale, ancora in subsidenza flessurale dal segmento molisano-sannitico dell'arco appenninico meridionale. La zona di taglio Cilento-Pollino ad andamento N120 permetterebbe la migrazione dell'arco calabro verso sud-est, svincolandolo dall'arco campano lucano, in cui l'arretramento flessurale è ormai cessato.

Tra il Pleistocene inferiore ed il Pleistocene medio il margine tirrenico della catena appenninica viene disseccato da un sistema di faglie dirette ad andamento appenninico ed antiappenninico, che hanno prodotto dislocazioni verticali delle parti interne della catena verso il Tirreno, con formazione di ampie aree di piana, profonde alcune migliaia di metri (Piana campana - Piana del Sele), [di bacini di estensione minore quali il Vallo di Diano, la Valle del Tanagro e di piccole pianure alluvionali nel Cilento.](#)

Processi di *block-faultig* sarebbero, inoltre, responsabili della formazione di piccoli bacini intramontani, paralleli alle strutture compressive del Pleistocene inferiore. Alcuni Autori ritengono, tuttavia, che il sistema di faglie trascorrenti e oblique sinistre che delimitano le principali depressioni strutturali nel salernitano fosse attivo già nel Pliocene con riattivazione nel Pleistocene.

Tra la fine del Pliocene ed il Pleistocene inferiore, il segmento molisano-sannitico dell'arco appenninico meridionale è interessato da un'attività tettonica trascorrente e transpressiva secondo sistemi di faglie ad andamento WSW-ENE, con cinematica sinistra, e N-S con movimento destro.

Nel Pleistocene medio, questo settore della catena è interessato da un nuovo evento distensivo con sviluppo di un sistema di faglie ad andamento NW-SE e riattivazione delle faglie sviluppatesi durante l'evento precedente.

Questi eventi hanno condizionato l'evoluzione dei bacini alluvionali dell'area, ed hanno portato alla formazione di bacini sedimentari di ambiente continentale con sedimentazione di depositi clastici e di depositi lacustri. Viene segnalata, inoltre, la presenza di strutture tardo-quadernarie ad andamento E-W e N-S.

---

### 3.2.- CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE DELLE UNITÀ GEOLOGICHE CAMPANE .

Nell'ambito del settore di catena compreso nella regione campana (cfr. schema geologico dell'Appennino campano-lucano) affiorano le seguenti unità tettoniche:

- *Unità Sicilidi Auct.;*
- *Unità Liguridi Auct.;*
- *Unità di Monte Bulgheria-Verbicaro;*
- *Unità Alburno-Cervati;*
- *Unità dei Monti della Maddalena;*
- *Unità del Sannio;*
- *Unità del Fiume Tusciano;*
- *Unità del Matese;*
- *Unità del Fortore;*
- *Unità della Daunia.*

Su queste poggiano con contatto stratigrafico discordante i depositi dei bacini che si impostavano sulle coltri di ricoprimento nel corso della strutturazione della catena. Depositi sedimentari continentali e marini e depositi di origine vulcanica del Quaternario ricoprono le coltri di ricoprimento della catena e i depositi dei bacini discordanti.

Depositi continentali, marini e vulcanici del Quaternario rientrano in questo gruppo i depositi di origine sedimentaria continentali e marini, che ricoprono le unità tettoniche costituenti la catena appenninica, e i depositi di origine vulcanica.

Nei primi sono compresi i depositi di spiaggia e delle dune costiere, i depositi alluvionali dei corsi d'acqua, i depositi lacustri, le coperture detritiche e i depositi di conoide, i depositi di riempimento di cavità carsiche, i depositi morenici e i depositi di riempimento delle aree di piana che caratterizzano la Campania.

Di seguito si farà un breve cenno ai depositi di riempimento delle principali aree di piana della regione. La Piana campana, originatasi tra la parte alta del Pliocene superiore ed il Pleistocene inferiore è colmata da alcune migliaia di metri di depositi marini di ambiente di transizione, da depositi clastici fluviali e da

---

depositi vulcanici, in facies sia continentale che marina, da depositi lacustri e palustri. La piana del Sele è colmata da depositi marini del Pliocene su cui poggiano in discordanza angolare i depositi pleistocenici, rappresentati dal complesso dei Conglomerati di Eboli del Pleistocene inferiore, dal Complesso di Persano del Pleistocene medio, da depositi litorali e transizionali del Pleistocene superiore ed Olocene. I Conglomerati di Eboli sono costituiti essenzialmente da depositi clastici di conoide alluvionale, cui si intercala un livello di depositi palustri e fluviali. Il Complesso di Persano è costituito da depositi argillosi e ghiaiosi in facies transizionale e di piana alluvionale nelle aree interne, mentre nelle zone costiere è costituito da depositi sabbiosi, argillosi e limoso-argillosi in facies transizionale e costiera. La piana è inoltre caratterizzata dalla presenza dei travertini di Paestum. Il Vallo di Diano è colmato da depositi quaternari in facies lacustre in cui sono stati distinti due cicli deposizionali: il primo di età Pleistocene inferiore-medio, il secondo del Pleistocene medio. Nella Valle del Tanagro si rinvencono depositi clastici di conoide alluvionale del Pliocene superiore-Pleistocene inferiore. Depositi discordanti sulle coltri di ricoprimento Fanno parte di questo gruppo quei depositi che si sono sedimentati in bacini impostati o sulle coltri di ricoprimento a tergo dei cunei frontali e avanzanti della catena o in bacini impostati sulle unità di footwall dei thrusts che si propagavano nella catena, in posizione esterna rispetto all'emergenza della rampa. Tra questi depositi quelli più antichi che si rinvencono in Campania appartengono al Gruppo del Cilento.

Queste successioni affiorano nel Cilento e si rinvencono in contatto stratigrafico discordante sulle Unità Liguridi auct. e Unità Sicilidi auct., sull'Unità di M. Bulgheria, sull'Unità Alburno-Cervati. Il Gruppo del Cilento, nella regione campana, comprende i depositi della Formazione di Pollica, i depositi della Formazione di San Mauro ed altre potenti sequenze silicoclastiche e carbonatiche del Cilento.

La Formazione di Pollica è costituita da depositi torbiditici arenacei in facies di lobo e canale, la seconda è invece costituita da successioni torbiditiche silicoclastiche e calciclastiche in facies di conoide distale e di lobo e conoide prossimale. Sull'Unità Alburno-Cervati si rinvencono in discordanza i depositi della formazione di Piaggine del Serravalliano superiore-Tortoniano inferiore, costituiti da brecce calcaree passanti verso l'alto ad arenarie quarzolitiche ed i depositi

---

della Formazione di Castelvete del Tortoniano superiore costituiti da arenarie grossolane deposte da correnti torbiditiche ad alta densità, cui si intercalano livelli conglomeratici ed olistostromi provenienti dalle falde in avanzamento.

Successioni con caratteristiche litologiche simili a quelle della Formazione di Castelvete si rinvencono in discordanza sull'Unità del Matese, nei Monti del Matese orientale, e sono riferite alla Formazione di Chiazzo o Formazione del torrente Torbido-M.te Cigno del Tortoniano superiore-Messiniano inferiore.

Nei Monti del Sannio, sulla coltre sannitica e sull'Unità del Fortore si rinvencono in discordanza i depositi della Formazione di San Bartolomeo del Messiniano inferiore, costituita alla base da associazioni arenaceo-conglomeratiche, deposte da grain flow e da correnti di torbida ad alta densità, passanti verso l'alto ad associazioni arenaceo-pelitiche, costituite da arenarie arcose ed arcose-liliche torbiditiche, a grana media e fine, e quindi a peliti con sottili interpolazioni arenacee torbiditiche.

Nel beneventano ed in Irpinia sulle successioni lagonegresi e su quelle riferibili all'Unità del Fortore si rinvencono in discordanza i depositi riferibili a tre differenti cicli di sedimentazione:

Ciclo di Villamaina, Ciclo di Altavilla, Ciclo di Ariano. Il più antico è il Ciclo di Villamaina del Tortoniano superiore-Messiniano inferiore che comprende successioni arenaceoargillose, con livelli pelitici di ambiente neritico. I depositi del Ciclo di Altavilla Messiniano-Pliocene inferiore

p.p. affiorano lungo le valli del fiume Calore e del fiume Sabato e nei dintorni di Benevento. Tale ciclo presenta alla base la Formazione gessoso-solfifera, cui segue lungo una superficie di inconformità e/o erosione la successione terrigena dell'Unità di Tufo-Altavilla. La Formazione gessoso-solfifera è costituita da peliti grigie con lenti di gesso selenitico, deposte in ambiente di lago-mare durante la crisi di salinità che ha interessato l'area mediterranea nel Messiniano.

L'Unità di Tufo-Altavilla presenta alla base un membro arenaceo inferiore, costituito da arenarie medio-grossolane con laminazione parallela incrociata, cui segue un membro conglomeratico in strati e megastrati ed un membro arenaceo superiore formato da arenarie grigie a lamine pianoparallele ed incrociate con rare intercalazioni pelitiche.

---

La successione complessiva dell'Unita di Tufo-Altavilla viene riferita da alcuni Autori ad un sistema deposizionale di conoide alluvionale.

I depositi del Ciclo di Ariano affiorano estesamente in Irpinia in un'area compresa tra il torrente Miscano ed il fiume Ofanto. Le successioni del Ciclo di Ariano sono costituite da conglomerati arrossati in strati e banchi, passanti ad areniti ibride e sabbie siltose con laminazione pianoparallela ed incrociata, riferibili ad un ambiente di spiaggia, passanti verso l'alto ad argille siltoso-marnose grigie, con intercalazioni di silt argilloso e lenti di sabbia fine, di ambiente da piattaforma neritica a spiaggia sommersa. Seguono alternanze di arenarie litiche e quarzoso-litiche a grana da grossolana a media, e di sabbie a laminazione parallela ed incrociata a basso angolo, riferibili ad un ambiente di spiaggia. Localmente si rinvencono conglomerati in banchi con intercalazioni di sabbie ed arenarie di ambiente fluvio-deltizio. Nei depositi del Ciclo di Ariano, alcuni Autori, distinguono due differenti cicli di sedimentazione, caratterizzati da facies trasgressive condensate basali e regressive sommitali, attribuendo al primo ciclo un'età Pliocene inferiore p.p. e al secondo ciclo un'età Pliocene medio p.p.

---

### 3.3.- DESCRIZIONE DELLE UNITÀ STRATIGRAFICO-STRUTTURALI .

Nell'ambito del settore di catena compreso nella regione campana sono state distinte le seguenti unità tettoniche, qui di seguito elencate a partire dalle unità geometricamente più alta nell'edificio appenninico:

#### Unità Sicilidi Auct. e Unità Liguridi Auct.

Queste unità derivano dalla deformazione di un dominio bacinale interno rispetto alla piattaforma campano-lucana e rappresentano gli elementi tettonici tra i più alti elevati della catena appenninica. *Le Unità Sicilidi* comprendono successioni costituite da argilliti varicolori con subordinate argilliti silicoclastiche passanti a marne con intercalate areniti carbonatiche e quindi a depositi prevalentemente pelitico-arenacei di età Cretaceo superiore p.p. - Eocene medio. *Le Unità Liguridi Auct.* comprendono un basamento ofiolitico con copertura di radiolariti ed argilliti varicolori cui seguono successioni torbiditiche argilloso-arenacee e marnosocalcaree correlabili con la Formazione del Saraceno Auct. e con la Formazione delle Crete Nere Auct.. L'età di questa successione viene riferita al Malm-Oligocene superiore. Queste unità nel Cilento ricoprono tettonicamente l'Unità Alburno-Cervati. L'età del ricoprimento tettonico sarebbe più antica del Tortoniano superiore, o non più antica del Langhiano.

#### Unità del Monte Bulgheria – Verbicaro.

Questa unità tettonica, affiorante nel Cilento a Monte Bulgheria, e a Capri, deriva dalla deformazione del fianco interno della piattaforma campano-lucana. Comprende potenti successioni carbonatiche costituite alla base da dolomie di ambiente di piattaforma del Trias superiore, cui seguono depositi di ambiente di scarpata rappresentati da risedimenti carbonatici con intercalazioni di emipelagiti di età compresa tra il Giurassico e il Miocene inferiore. La successione si chiude con torbidili carbonatiche con intercalate emipelagiti e con arenarie quarzose numidiche di età Burdigaliano superiore-Langhiano. Secondo alcuni le unità interne sovrascorrono sull'Unità di Monte Bulgheria tra l'Oligocene e il Miocene inferiore e sull'Unità Alburno-Cervati non prima del Langhiano.

---

*Unità Alburno – Cervati.*

Questa unità tettonica deriva dalla deformazione del dominio deposizionale della piattaforma campano lucana. Successioni appartenenti all'unità in esame costituiscono i rilievi carbonatici dai Monti di Caserta al M. Taburno, ai M.ti di Avella, al Monte Pizzone, alla Penisola Sorrentina, dal M. Terminio-M. Cervialto fino a comprendere le dorsali carbonatiche dei M.ti Alburni e del M. Cervati nel Cilento. La successione è costituita alla base da dolomie del Trias superiore cui seguono depositi carbonatici in facies di retroscogliera di età Giurassico superiore-Cretaceo superiore. Seguono depositi in facies di piattaforma costituiti da biocalcilutiti, calcareniti e marne della formazione di Trentinara del Paleocene superiore-Eocene e, talora, calcari ittiolitici del Miocene medio. Seguono argille e marne residuali, indicative di un periodo di emersione della piattaforma nell'Oligocene, su cui poggiano in paraconcordanza calcareniti bioclastiche glauconitiche della formazione di Roccadaspide di età Aquitaniano-Burdigaliano.

La successione prosegue con depositi quarzoarenitici torbiditici della formazione del Bifurto del Langhiano. L'incursione del dominio deposizionale dell'Unità Alburno-Cervati nella catena appenninica sarebbe avvenuta nel Langhiano.

*Unità dei Monti della Maddalena.*

Successioni appartenenti a questa unità tettonica affiorano lungo il margine sudorientale della regione campana, nei M.ti della Maddalena e a M. Marzano. L'unità in esame deriva dalla deformazione del fianco esterno della piattaforma campano-lucana. La successione sedimentaria presenta alla base dolomie e carbonati di mare basso del Trias superiore-Giurassico inferiore cui seguono sedimenti carbonatici di ambiente di scarpata e di bacino di età Giurassico medio Miocene inferiore. Questi passano a emipelagiti verdi con livelli vulcanoclastici e a quarzo areniti numidiche del Langhiano. La successione si chiude con depositi fliscioidi del Miocene superiore. L'inclusione dell'Unità dei Monti della Maddalena nella catena appenninica sarebbe avvenuta tra il Tortonianiano superiore e il Messiniano inferiore.

---

Unità del fiume Tusciano .

Le successioni appartenenti a questa unità tettonica, in parte corrispondente all'Unità di Monte Croce di alcuni Autori, affiorano solo nella finestra tettonica di Campagna (M.ti Picentini, Salerno) e sono ricoperte tettonicamente da successioni lagonegresi e da quelle dell'Unità Alburno-Cervati. La successione, caratterizzata da numerose lacune erosionali non deposizionali è costituita nella valle del fiume Tusciano, alla base da conglomerati calcarei di ambiente di scarpata di età non più antica del Trias superiore-Giurassico, con clasti di litotipi di ambiente di piattaforma triassici e giurassici dolomitizzati e talora fosfatizzati. Su questi poggiano gli paraconcordanza biocalcareni di ambiente di rampa carbonatica dell'Oligocene. Seguono emipelagiti verdi di ambiente di rampa distale del Miocene inferiore p.p. passanti a risedimenti carbonatici con intercalate emipelagiti e depositi da slumpings, di ambiente di scarpata e di età non più antica del Burdigaliano-Langhiano. La successione si chiude con calcilutiti ad *Orbulina* universale, passanti gradualmente a torbiditi ad arenacee. L'età di questi depositi è non più antica del Serravalliano. Localmente, a Monte Costa Calda, le emipelagiti verdi del Miocene inferiore poggiano su breccie calcaree, di ambiente di scarpata, di età non più antica dell'Eocene-Miocene inferiore. Probabilmente l'Unità del fiume Tusciano deriva dalla deformazione della scarpata interna della piattaforma abruzzese-campana avvenuta nel Miocene superiore.

Unità Sannio.

Le successioni sannitiche affiorano ampiamente nel settore nord-orientale della Campania, nei M.ti del Sannio. L'Unità Sannio deriva dalla deformazione del margine esterno di un'area bacinale, interposta tra la piattaforma dell'Alburno-Cervati e la Piattaforma abruzzese-campana e rappresenta la prosecuzione verso nord-ovest del Bacino di Lagonegro. La successione dell'Unità Sannio, caratterizzata da numerose lacune erosionali e/o non deposizionali, è costituita, nella parte bassa, da depositi di piede di scarpata rappresentati da sedimenti carbonatici con intercalazioni di emipelagiti di età non più antica del Cretaceo superiore p.p.- Eocene medio p.p.. Seguono biocalcareni ed emipelagiti verdi con intercalati livelli vulcanoclastici, di ambiente di rampa carbonatica da

---

prossimale a distale, di età Eocene superiore p.p. Miocene inferiore, che passano a depositi bacinali costituiti da quarzoareniti numidiche di età non più antica del Burdigaliano superiore p.p. La successione si chiude con depositi calciclastici e silicoclastici di età non più antica del Langhiano-Serravalliano. L'inclusione del dominio deposizionale sannitico nella catena appenninica è non più antico del Tortoniano-Messiniano.

### Unità del Matese.

Le successioni appartenenti a questa unità tettonica costituiscono le dorsali carbonatiche del Massiccio del Matese, del M. Maggiore e del M. Camposauro. L'Unità del Matese include successioni appartenenti ad un dominio paleogeografico di piattaforma carbonatica e di margine di piattaforma. Nel Matese nord-occidentale sono presenti inoltre successioni di età mesozoico terziarie costituite da depositi di ambiente di transizione tra la piattaforma carbonatica abruzzese-campana e il Bacino Molisano. Nelle dorsali carbonatiche del Matese, di Monte Maggiore e del Monte Camposauro affiora prevalentemente una potente pila di carbonati mesozoici (Trias superiore-Cretaceo superiore p.p.) di ambiente di piattaforma protetta. La successione cretacea è caratterizzata da una lacuna a scala regionale compresa tra l'Albiano superiore ed il Turoniano/Coniaciano con sviluppo di carsismo e formazione di un livello bauxitico discontinuo. Sul substrato mesozoico poggiano in paraconcordanza biocalcareni di ambiente di rampa carbonatica prossimale della Formazione di Cusano, di età Langhiano superiore o Burdigaliano superiore-Langhiano. Seguono calcilutiti glauconitiche, fosfatzate, marne ed argille ad *Orbulina* universale, di ambiente di rampa distale della formazione di Longano di età Serravalliano-Tortoniano inferiore. La successione si chiude con i depositi del Flysch di Pietraroia del Tortoniano superiore. L'inclusione della piattaforma abruzzese-campana nella catena appenninica è avvenuta tra il Tortoniano superiore ed il Messiniano inferiore.

### Unità di Lagonegro.

Le successioni lagonegresi affiorano nel settore meridionale ed orientale della Campania, nel Sannio ed in Irpinia, nelle finestre tettoniche di Campagna e

---

di Giffoni (Monti Picentini), nella finestra tettonica di Padula (Monti della Maddalena). L'unità di Lagonegro deriva dalla deformazione di un dominio paleogeografico bacinale compreso tra la piattaforma campano lucana o piattaforma appenninica e la piattaforma apula. L'unità di Lagonegro comprende i depositi bacinali, rappresentati alla base da depositi arenacei e siltsosi inglobanti blocchi di calcari di piattaforma, appartenenti alla formazione di Monte Facito del trias medio. Seguono: calcareniti e calcilutiti torbiditiche con liste di selce della formazione dei "Calcari con selce" del Trias superiore; radiolariti policrome ed argilliti silicee con intercalazioni di risedimenti carbonatici della formazione degli Scisti Silicei di età Giurassico; argille silicee con intercalazione di risedimenti carbonatici della formazione dei Galestri di età Cretacico inferiore. Seguono risedimenti carbonatici con intercalazioni di emipelagiti della formazione del Flysch Rosso Auct. di età Cretaceo superiore p.p.- Miocene inferiore. La successione si chiude con quarzoareniti numidiche del Miocene inferiore. L'inclusione del dominio lagonegrese nella catena appenninica è non più recente del Miocene superiore.

#### Unità del Fortore.

Le successioni appartenenti all'Unità del Fortore si rinvengono nei Monti del Sannio e nel Fortore al confine tra la Campania e la Puglia. La successione della Unità del Fortore è costituita da depositi bacinali e presenta alla base un membro argilloso-marnoso e un membro calcareo marnoso di età Cretaceo-Burdigahano, cui seguono arenarie torbiditiche, vulcanoclastiche e arcosico-litiche con intercalazioni di emipelagiti (tufiti di Tusa) di età Aquitaniano-Burdigaliano. La successione si chiude con quarzo areniti numidiche del Langhiano. Esistono opinioni divergenti sul dominio paleogeografico di provenienza delle successioni appartenenti all'Unità del Fortore. Secondo alcuni Autori tali successioni si sarebbero deposte nel dominio bacinale lagonegrese-molisano, secondo altri le successioni attribuite all'Unità del Fortore si sarebbero deposte in un dominio bacinale interno rispetto alla piattaforma appenninica.

---

*Unità della Daunia* .

Le successioni riferibili a quest'unità tettonica si rinvengono nelle aree di confine tra la Campania e la Puglia ed in Irpinia nella valle dell'Ansanto e si sono deposte in un dominio di transizione tra il bacino lagonegrese-molisano e il margine interno della piattaforma apula. Queste successioni sono costituite, nella parte bassa, da argille policrome con intercalazioni calcitorbiditiche di età Oligocene superiore-Burdigaliano cui seguono quarzo areniti numidiche del Langhiano inferiore. Seguono marne calcaree e calcari marnosi della formazione del Flysch di Faeto di età Langhiano-Serravalliano, che passano a peliti con intercalazioni di arenarie fini, alla cui parte alla viene attribuita un'età Tortoniano superiore-Messiniano pre-gessi. L'età di deformazione del dominio deposizionale dell'Unità della Daunia è dunque non più antica del Messiniano.

---

### 3.4.- ASSETTO STRUTTURALE DELLA CAMPANIA .

La Campania comprende nel settore centro-settentrionale parte del segmento molisano sannitico dell'Arco appenninico meridionale, mentre nel settore meridionale parte del segmento Campano lucano dell'Arco appenninico meridionale. Per quanto riguarda l'assetto strutturale del tratto di catena del segmento molisano-sannitico compreso nella regione campana.

L'Unità Alburno-Cervati poggia tettonicamente sull'Unità del Matese nei M.ti di Caserta e nella zona del Monte Taburno-Monte Camposauro. Nel Matese orientale l'Unità del Matese è ricoperta con contatto stratigrafico discordante dai depositi della formazione di Caiazzo, che rappresentano i depositi di riempimento di un bacino impostato sulle coltri di ricoprimento, in prossimità del margine del fronte della catena. Sull'Unità del Matese e sui depositi della formazione di Caiazzo poggia tettonicamente l'Unità del Sannio. Quest'unità a sua volta, nelle aree esterne dei Monti del Sannio ricopre tettonicamente le successioni dell'Unità del Fortore e dell'Unità Daunia. L'Unità del Fortore a sua volta è sovrapposta alle successioni dell'Unità Daunia. Sulla coltre sannitica e sull'Unità del Fortore poggiano con contatto stratigrafico discordante le successioni della formazione di San Barolomeo del Messiniano inferiore, che rappresentano i depositi di riempimento di un bacino impostato sulle coltri di ricoprimento nel Messiniano inferiore. Gli elementi strutturali più alti nel tratto di catena del segmento campano lucano compreso nella regione campana sono l'Unità Sicilide Auct e l'Unità Liguride Auct. che, nel Cilento, sono sovrapposti all'Unità di Monte Bulgheria e all'Unità Alburno-Cervati.

In quest'area, inoltre l'Unità del Monte Bulgheria ricopre tettonicamente l'Unità Alburno-Cervati. Nel settore sud-orientale della Campania l'Unità Alburno-Cervati, su cui poggiano con contatto stratigrafico discordante i depositi della Formazione di Castelvetero del Tortoniano inferiore, ricopre tettonicamente le successioni dell'Unità dei Monti della Maddalena e le successioni lagonegresi. Nei M.ti della Maddalena le successioni dell'Unità dei Monti della Maddalena risultano geometricamente sovrapposte alle successioni lagonegresi.

Nella finestra tettonica di Campagna, che rappresenta uno dei principali alti strutturali dell'Appennino meridionale, l'Unità Alburno-Cervati e l'Unità di Lagonegro sono geometricamente sovrapposte all'Unità del fiume Tusciano, che a

---

sua volta, nella zona di Monte Croce, ricopre tettonicamente successioni di piattaforma, che potrebbero rappresentare le ultime propaggini verso sud della piattaforma abruzzese-campana.

Nella fascia appenninica compresa tra Benevento ed il fiume Ofanto sulle successioni lagonegresi e su quelle dell'Unità del Fortore poggiano con contatto stratigrafico discordante i depositi di bacini impostatisi sulle coltri di ricoprimento della catena appenninica tra il Tortoniano superiore ed il Pliocene medio p.p.; il Ciclo di Villamaina del Tortoniano superiore- Messiniano inferiore; il Ciclo di Altavilla del Messiniano-Pliocene inferiore p.p.; il Ciclo di Ariano del Pliocene inferiore p.p.-Pliocene medio p.p. La tettonica distensiva che interessa la catena appenninica tra la parte alta del Pliocene superiore e il Pleistocene inferiore conferisce all'area in esame l'assetto attuale.

L'Appennino meridionale ha avuto origine a seguito di movimenti reciproci di avvicinamento tra le masse continentali europea ed africana. Questi movimenti hanno generato spostamenti orizzontali ed accavallamenti dei terreni, con deformazioni del substrato che hanno interessato anche le rocce profonde. Una volta esauritesi le spinte orizzontali, le masse, che fino a quel momento si trovavano in una fase di equilibrio (forzato), hanno cominciato a tendere ad un nuovo equilibrio, dando luogo ad una serie di assestamenti verticali.

Gli assestamenti, costituiti in abbassamenti e sollevamenti, sono iniziati sul versante tirrenico, si sono propagati verso il lato centro-orientale e sono tutti posizionati in fasce parallele alla catena appenninica, lungo aree allungate in direzione NO-SE, delimitate sia ad Est che ad Ovest da zone di faglie. La fascia che per prima è stata soggetta ad assestamenti e che prima ha raggiunto un nuovo equilibrio, è delimitata da faglie dirette con rigetti verticali di migliaia di metri, che ad occidente presentano immersioni verso il Tirreno e ad est verso l'Adriatico.

Tale fascia comprende la zona delimitata dalla linea di costa ed i rilievi calcarei dell'alta Val d'Agri (Monti della Maddalena), dai Monti Picentini e dal Matese orientale. Terminati questi movimenti, sono iniziati quelli caratterizzati da movimenti di sollevamento della zona centroorientale del gruppo montuoso appenninico, delimitata ad ovest dalle alte Valli dell'Agri, del Melandro, del Sele, del Calore e dell'area di Benevento e del Matese orientale e ad est dalla linea Melfi, Bisaccia, Baronina, fino al bordo orientale della catena.

---

Anche in questo caso la fascia, ampia dai circa 30 ai circa 35 Km, è bordata da faglie dirette con immersione, ad ovest, verso il tirreno e, ad est, verso l'Adriatico. Studi scientifici riportano che i movimenti di assestamento in questa ultima fascia sono iniziati circa 7÷800.000 anni fa, si sono protratti fino a circa 200.000 anni fa, frequentemente con forte intensità e che ancora si hanno notevoli squilibri delle masse profonde, che tendono a raggiungere l'equilibrio sollevandosi lentamente.

La geologia e la tettonica dell'area evidenziano, inoltre, che i sollevamenti si registrano lungo le faglie che bordano la zona, rappresentate da faglie insediate in unità sedimentarie della potenza di circa 10-12 Km, connesse – anche se non direttamente corrispondenti – a strutture profonde. Sono proprio i movimenti di queste ultime strutture, dovute alla tendenza ad innalzarsi delle masse profonde per raggiungere l'equilibrio, che determinano il movimento delle masse più superficiali, per la spinta che operano dal basso verso l'alto. Le linee di trazione, comunque, non hanno corrispondenza con le faglie superficiali, data la notevole eterogeneità, anche verticale, delle masse rocciose costituenti il substrato.

Le unità formazionali più superficiali, costituite da terreni sedimentari di varia natura e che posseggono spessori variabili fino a 10÷12 Km, sono deformate e dislocate, a seguito delle varie fasi tettoniche che le hanno interessate a partire dal Miocene Inferiore. Alla struttura profonda, interessata da faglie dirette, in superficie corrisponde una fascia ampia alcuni chilometri, in cui sono presenti faglie dirette recenti, che non rappresentano il prolungamento delle deformazioni profonde, anche se sono state provocate da queste. Lungo i margini di questa fascia sono state individuate strutture superficiali connesse con quelle profonde, lungo le quali si originano i terremoti.

Le principali strutture sismogenetiche nel tratto di Appennino di interesse, sono individuabili lungo l'allineamento: [alte Valli dell'Agri-Melandro-Sele-Ofanto-Calore-Zona di Benevento- Matese orientale e lungo la zona delimitata da Melfi-Baronia \(ad est\)-Bisaccia-Ariano Irpino.](#)

L'analisi storica dei terremoti evidenzia che le aree epicentrali sono ubicate in corrispondenza delle faglie che delimitano ad est e ad ovest la fascia di recente sollevamento. Qui avviene che lo scorrimento verso l'alto della fascia della catena si concretizza lungo le faglie principali, dove si esercitano i preminenti attriti tra le

---

masse in sollevamento e quelle laterali stabili. In corrispondenza dei livelli di terreni rigidi presenti in profondità si hanno le maggiori resistenze che si oppongono al sollevamento. Quando queste forze vengono vinte da quelle che spingono verso l'alto le masse instabili, si ha la rottura delle masse rocciose profonde, con la liberazione dell'energia accumulata che si propaga provocando danni in superficie.

*Rilievi eseguiti dopo il sisma del 23/11/1980 hanno messo in evidenza (come riportato in Atti di convegni) che lungo le faglie di superficie, in corrispondenza delle strutture sismo genetiche profonde, non si sono avuti movimenti di riattivazione. Locali movimenti rilevati, sono da mettere in relazione alle diverse caratteristiche geotecniche dei terreni.*

Sono stati, invece, evidenziati locali movimenti del suolo; ma senza fratture. Quanto fin qui esposto consente di affermare che la pericolosità delle faglie di superficie è dovuta principalmente alla diversità delle caratteristiche meccaniche dei litotipi, non avendo a tutt'oggi notizie di faglie attive in superficie e non esistendo corrispondenza diretta tra le faglie di superficie e la struttura sismogenetica profonda.

**CAPITOLO 4**

**UBICAZIONE ECARTOGRAFICA-INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO  
GENERALE DEL TERRITORIO COMUNALE .**

**4.1.-UBICAZIONE-ASPETTI GEOLOGICI-GEOMORFOLOGICIE STRUTTURALI.**

L'area in studio si inquadra nel foglio 1:25.000 dell'IGM N. 504 Sala Consilina - Sezione I Sala Consilina. Nella scala di dettaglio l'area di intervento ricade nei Fogli 488151(p) - 488164(p) - 48161(p) – 488152 – 488163 - 488162(p)- 504031(p) – 504044 – 504041 - 504043(p) - 50442(p) della Regione Campania in scala 1:5000.

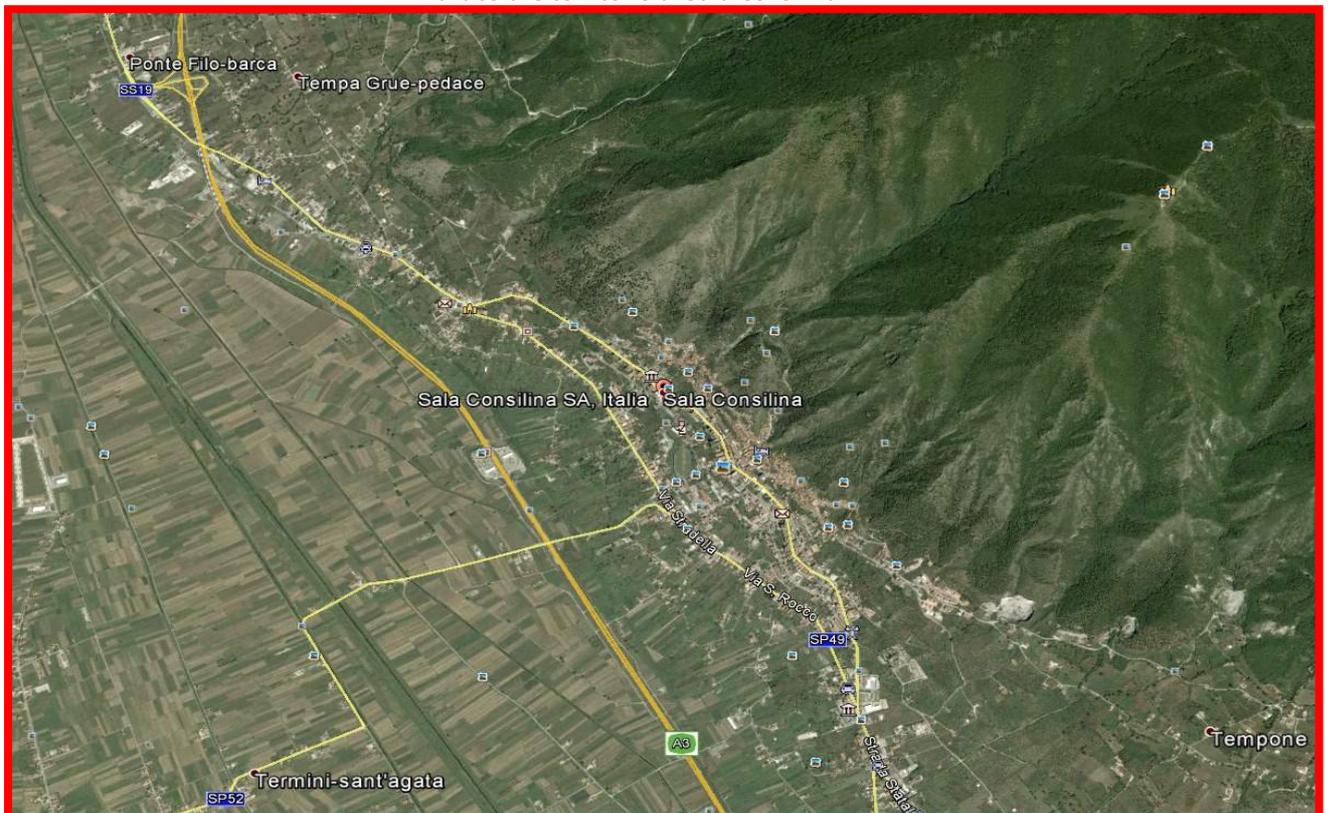


Il territorio comunale di Sala Consilina è posto nella parte centrale del Vallo di Diano, si sviluppa parallelamente alle pendici sud occidentali dei rilievi calcareo-dolomitico di M. Sito Marsicano (1486 m . s.l.m.) e Tempa dei Conici (1344 m . s.l.m.) e comprende un'ampia fascia di pianura solcata dal fiume Tanagro, affluente del Sele.

Ad oriente sono posizionati i Monti della Maddalena che rappresentano il contrafforte orientale dell'intero Vallo di Diano e dividono il territorio comunale di Sala Consilina con quello della Basilicata. E' limitato a Nord dal Comune di Atena Lucana, ad Ovest da Teggiano e Sassano, a Sud da Padula e ad Est e Nord-Est da Marsico Nuovo e Brienza. E' inserito nell'elenco dei comuni parzialmente montani, classificato come territorio appartenente ad una zona di collina interna.

Il paese, occupa una superficie di circa 59.70 Km<sup>2</sup>. con densità abitativa di 212,72 ab/Km<sup>2</sup>. ed è collocato ad una altitudine di 614 mt. slm., quota minima di 445 mt. slm, massima di 1467 mt. slm., escursione di 1.022 mt. La popolazione residente al 01.01.2014 (dati Istat) è di 12.690 persone.

**Particolare territorio di Sala Consilina**



La configurazione morfologica dell'intero territorio comunale ricalca l'assetto lito-strutturale delle principali strutture geologiche affioranti ed è il risultato di una morfogenesi complessa instauratasi durante gli ultimi milioni di anni. Per il comune di Sala Consilina, dal punto di vista orografico, si distinguono almeno tre unità fisiografiche:

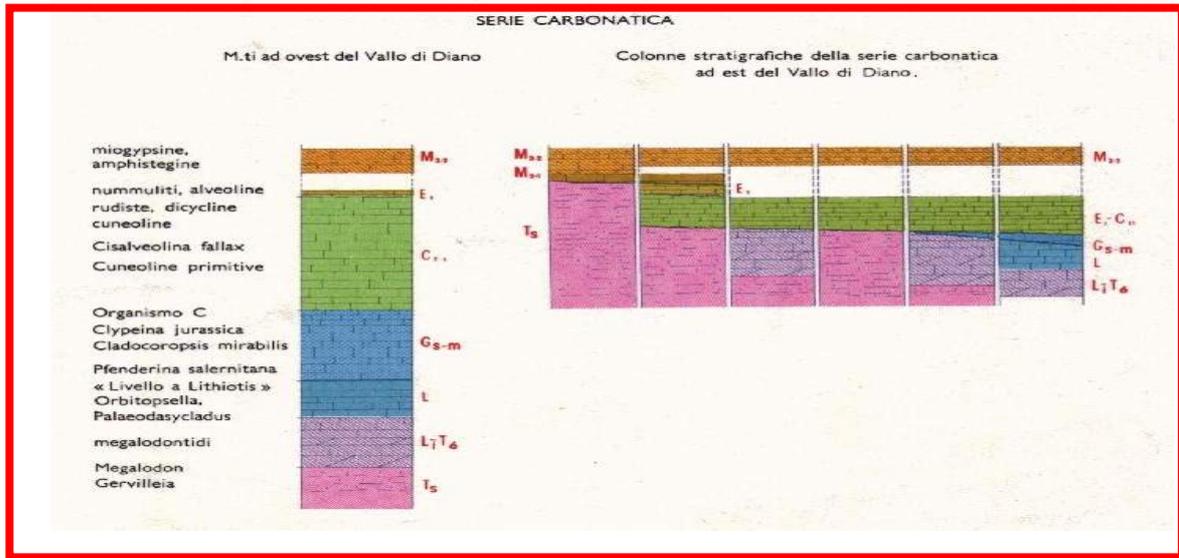
*la prima* comprendente il settore montano, caratterizzato da versanti con pendenze generalmente elevate ( $30^{\circ}$  -  $50^{\circ}$ ), con impluvi poco gerarchizzati molto incisi fino alla confluenza con il settore pedemontano di raccordo con la piana alluvionale;

*la seconda* è costituita dalla pendice alluvionale-detritica di raccordo tra il settore montano e la piana alluvionale con pendenze medie di circa  $12^{\circ}$  -  $20^{\circ}$  nel tratto apicale – bordiero e pendenze medie di circa  $6^{\circ}$  -  $12^{\circ}$  (anche se sensibilmente modificate dalle opere antropiche) nel tratto basale e intermedio;

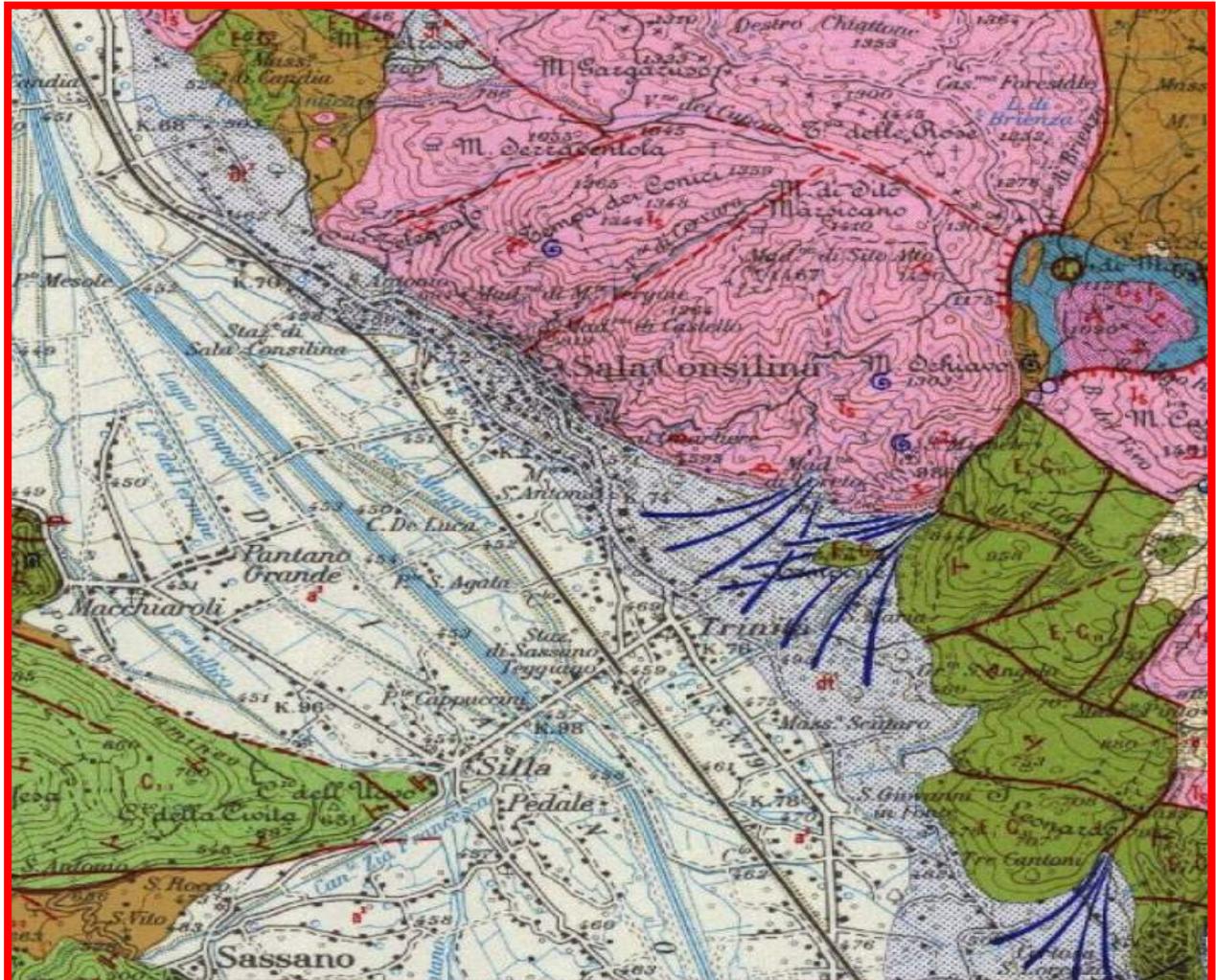
*la terza*, dalla zona sub pianeggiante della piana alluvionale del Fiume Tanagro.

Dal punto di vista geologico, il territorio del Comune di Sala Consilina si colloca nel foglio n° 199 (Potenza) della Carta Geologica d'Italia, la porzione Nord-Orientale risulta invece anche cartografata nella Carta Geologica D'Italia alla scala 1:50.000 Foglio n. 504 N.E..(Sala Consilina). La zona, rientra nel quadro geologico dell'Appennino meridionale Campano – Lucano e si estende in destra orografica della valle del fiume Tanagro.

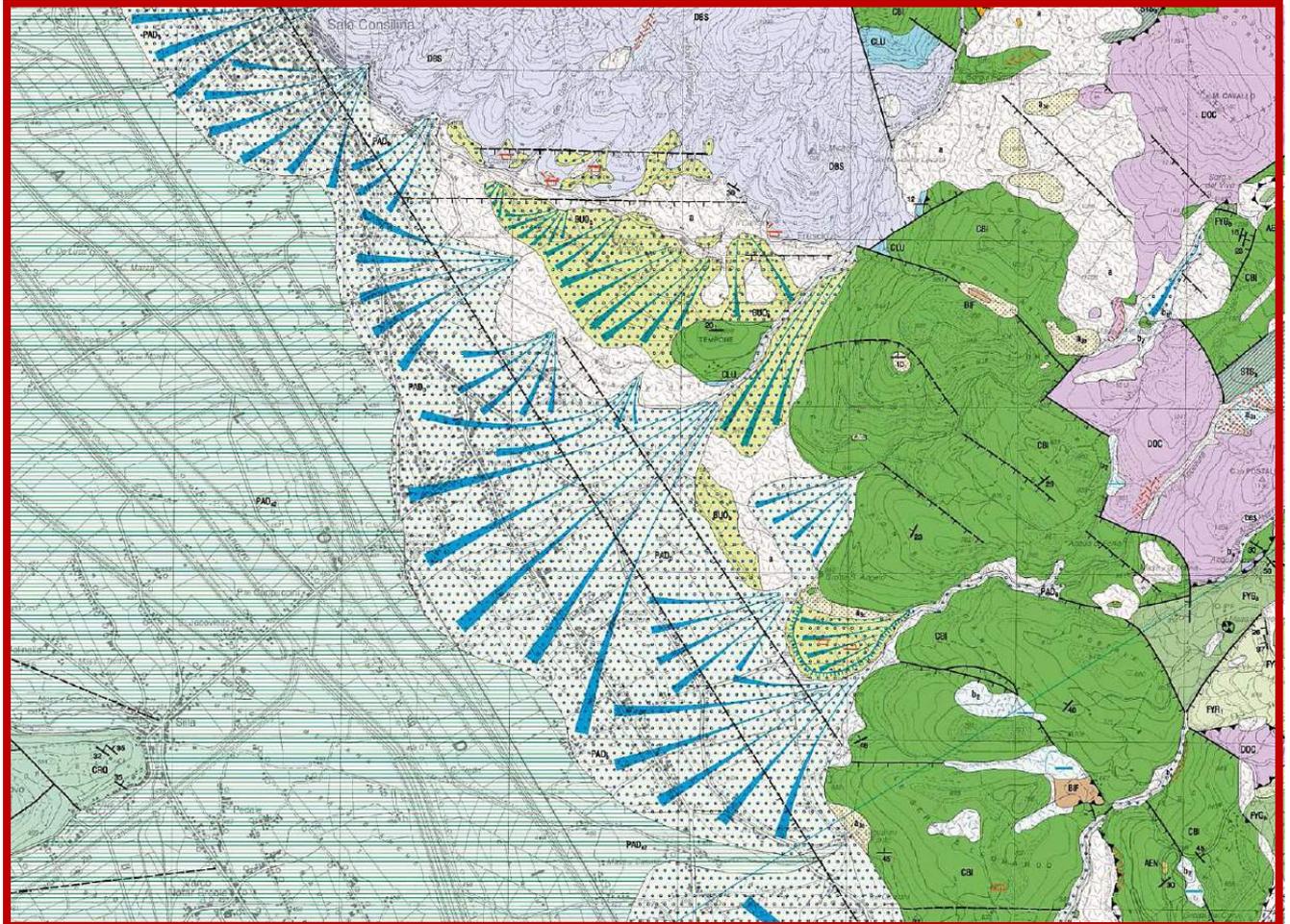




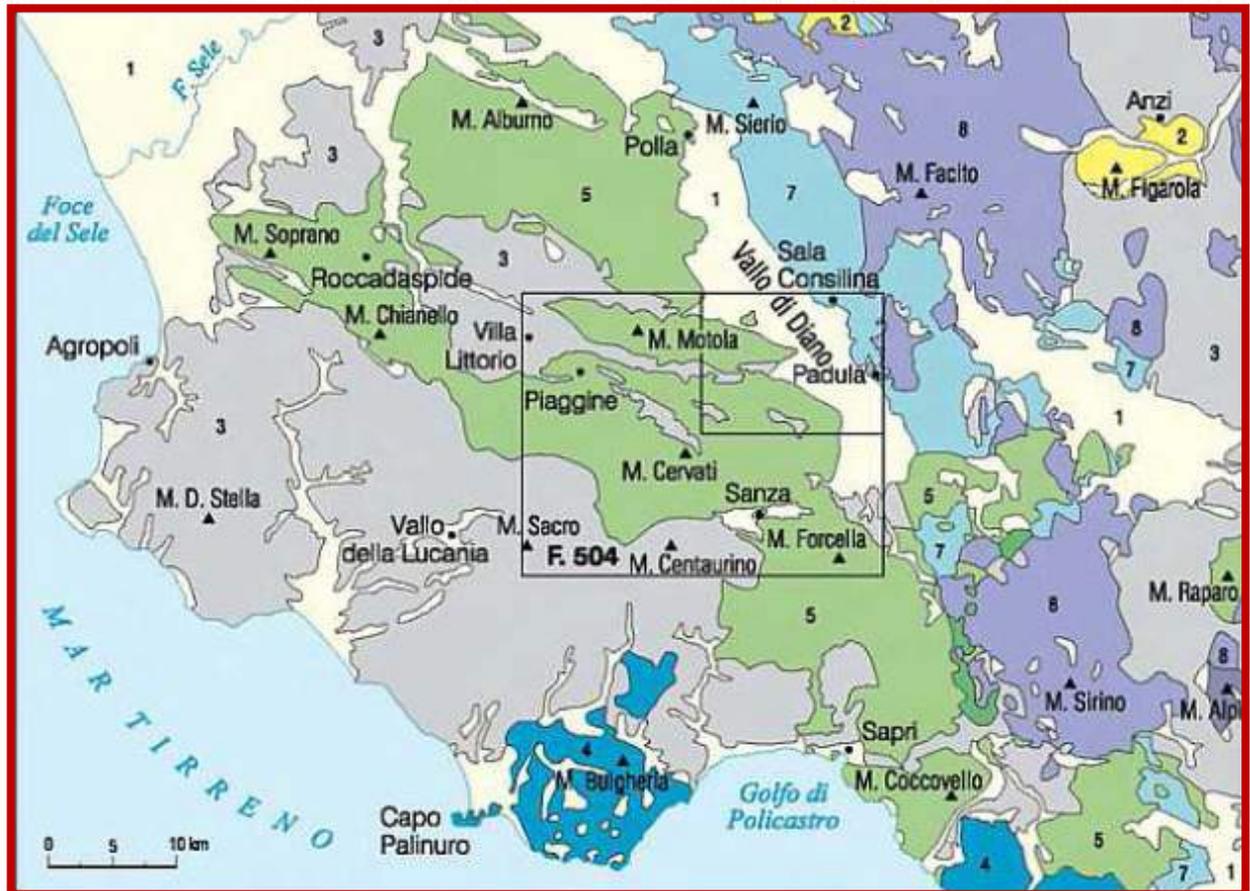
Stralcio Carta Geologica d'Italia Foglio 199 "Potenza"



**Particolare (da Carta geologica d'Italia. Foglio 504. Sala Consilina)**



### SCHEMA DI INQUADRAMENTO REGIONALE



- |  |  |
|--|--|
| <b>1</b> Depositi quaternari   | <b>5</b> Unità dei Monti Alburno-Cervati-Pollino (Trias sup.-Miocene)            |
| <b>2</b> Depositi post-orogeni (Miocene sup.-Pliocene)   | <b>6</b> Unità del Monte Foraporta e Monte Monna (Trias sup.-Giurassico)         |
| <b>UNITÀ TETTONICHE e depositi miocenici stratigraficamente connessi</b>                           | <b>7</b> Unità dei Monti Picentini-Monte della Maddalena (Trias sup.-Giurassico) |
| <b>3</b> Unità Nord-Calabresi, Unità Castelnuovo Cilento e Unità Sicilide (Cretacico sup.-Miocene) | <b>8</b> Unità Iagonegresi (Trias sup.-Miocene)                                  |
| <b>4</b> Unità di Monte Bulgheria (Trias sup.-Miocene)   | <b>9</b> Unità del Monte Alpi (Giurassico-Miocene)                               |

Il rilevamento geologico di dettaglio unitamente alle conoscenze acquisite dallo scrivente, per aver operato per oltre trenta anni sul territorio di Sala Consilina e su tutto il Vallo di Diano, e all'analisi della cartografia geologica, hanno consentito di riconoscere e cartografare i seguenti principali litotipi affioranti:

---

*a.- depositi fluvio-lacustri* (Quaternario): si tratta di materiali pseudocoerenti, argille e limi grigio-azzurri, con intercalazioni di lenti o livelli sabbiosi; subordinatamente si rinvengono livelli di ghiaie poligeniche a spigoli smussati, immersi in una matrice limo-argillosa grigio-azzurra; la loro giacitura è suborizzontale;

*b.- detrito di falda e coni di deiezione* (Quaternario): si tratta di ghiaie sia a spigoli vivi che smussati immersi in matrice limo-argillosa talora prevalente, costituenti nel complesso un insieme di roccia incoerente ad eccezione di alcuni livelli cementati;

*c.- flysch marnoso-arenaceo* (Miocene): è costituito da un'alternanza di arenarie, calciruditi, marne, argille e breccie. Generalmente questo complesso roccioso è caratterizzato da una successione di materiali coerenti e pseudocoerenti; tuttavia la giacitura caotica e l'intenso stato di fatturazione frequentemente riscontrata negli affioramenti, fa sì che il loro comportamento sia nel complesso, assimilabile a quello di una roccia pseudocoerente;

*d.- flysch calcareo-marnoso* (Eocene-Cretacico): è costituito da calcareniti con intercalazioni di marne calcaree e di marne argillose;

*e.- calcari (Eocene-Cretacico)*: sono rappresentati da un'alternanza di calcareniti e calciruditi; la stratificazione non è quasi mai riconoscibile a causa della presenza di fratture;

*f.- flysch galestrino* (Giurassico): è costituito da argilloscisti e galestri con intercalazioni di marne, calcari marnoso-siliciferi e breccie;

*g.- scisti silicei* (Giurassico-Trias): sono rappresentati da una successione di diaspri, radiolariti, siltiti e marne. Nel complesso si tratta di roccia coerente, in strati di modesto spessore (qualche decina di centimetri), però quando la scistosità diventa predominante il comportamento fisico-meccanico tende verso quello di una roccia pseudocoerente;

*h.- dolomie* (Trias): si tratta di dolomie organizzate in banchi o strati di vario spessore. In prossimità delle faglie si presentano estremamente tettonizzate fino

---

ad assumere l'aspetto di un silt, passando cioè da roccia coerente a pseudocoerente.

#### 4.1.- Aspetti morfologici .

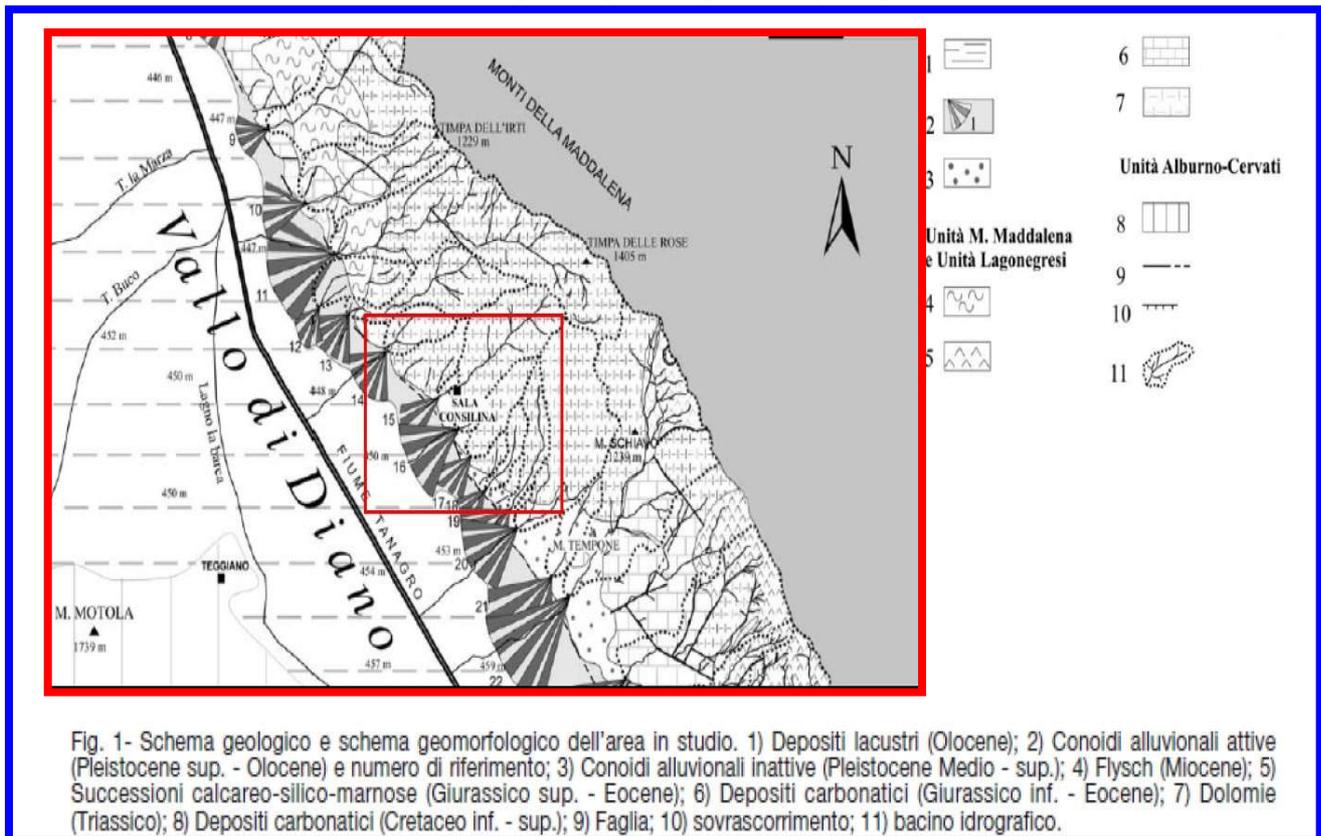
La morfologia é caratterizzata da un paesaggio appenninico articolato in dorsali montuoso collinari carbonatiche ed arenaceo argillose, orientate da ONO verso ESE, di età Triassico – Miocenica, riferibili alle unità stratigrafico – strutturali note in letteratura come “M.ti della Maddalena”, sulle quali giacciono in discordanza sedimenti terrigeni miocenici, depositi clastici pleistocenici e coperture loceniche. L'assetto geomorfologico del territorio comunale di Sala Consilina può essere suddiviso in tre unità geomorfologiche principali costituite da un versante bordiero calcareo-dolomitico, da una fascia pedemontana e da una pianura alluvionale. Esse si differenziano per caratteri morfometrici, morfoevolutivi e litostratigrafici e sono il risultato di una articolata morfogenesi instauratasi durante gli ultimi milioni di anni e ricalcano l'assetto lito-strutturale delle strutture geologiche affioranti.

Il versante bordiero calcareo – dolomitico, con orientamento WNW verso ESE, è individuato, come già accennato, dal versante occidentale della dorsale dei M.ti della Maddalena e rappresenta il limite orientale della piana alluvionale fluvio-lacustre del Vallo di Diano.

Dal punto di vista morfostrutturale tale versante risulta essere un **versante di faglia** segnato, ortogonalmente alla suo orientamento, da impluvi poco gerarchizzati e molto incisi che si sono impostati lungo lineamenti di faglie (antiappenniche) e/o fratture di maggior debolezza. Tale assetto idrografico così delineatosi ha portato all'individuazione lungo il versante bordiero di diversi sistemi di bacino-conoide caratterizzati da processi di erosione e trasporto nel settore montano e processi deposizionali di tipo conoide nel settore pedemontano fino alla confluenza con il fondovalle. L'unità geomorfologica pedemontana, che fa da raccordo tra il versante bordiero calcareo-dolomitico dei M.ti della Maddalena e il fondovalle della pianura alluvionale fluvio-lacustre del Vallo di Diano, è costituita da diversi sistemi di accumulo formati da conoidi alluvionali coalescenti che si interdigitano (in contatto di **eteropia di facies**) con gli accumuli di detrito di versante (**falde detritiche**) depositato ai piedi dei versanti (spesso **faccette di**

**scarpate tettoniche**) che separano gli impluvi dei bacini montani. In ultimo si rinviene l'unità geomorfologica della piana alluvionale del Vallo di Diano che risulta impostata su un'ampia depressione strutturale di età plio-pleistocenica riempita da depositi di colmata fluvio-lacustri e di conoidi provenienti dai rilievi che la delimitano.

### **Schema geologico e geomorfologico**



L'andamento della superficie topografica pedemontana, risente della presenza dei corpi delle conoidi tanto da avere quote massime in corrispondenza degli sbocchi delle aste torrentizie e quote minime in corrispondenza degli interfluvii tra due aste successive (*angolo morto della terminologia geomorfologia*). Una situazione piuttosto singolare si riscontra nella zona del torrente (Valle della levata), dove la vecchia conoide deposta da questo corso d'acqua è stata obliterata da due nuovi conoidi sovrapposte alla prima e deposte da corsi d'acqua di versante caratterizzati da alvei mediamente più acclivi e perciò più attivi nella fase erosiva e deposizionale.

I corpi delle conoidi di deiezione rappresentano delle importanti vie

d'acqua sotterranee come testimoniato dalla presenza al piede di una serie di piccole sorgenti. [Le conoidi di prima generazione](#), più antiche, affiorano solo in alcuni settori (a sud dell'abitato di Padula, in corrispondenza del M.te Tempone, ed a sud di M.te Serra Petrizzo) a quote comprese tra 520 e 650 m s.l.m. Esse risultano inattive, profondamente reincise da alcuni corsi d'acqua in quanto sono state fagliate e sollevate per l'intensa attività tettonica registrata durante il tardo quaternario dalla faglia bordiera dei M.ti della Maddalena. In particolare tale attività è testimoniata dalla presenza di scarpate di faglia che tagliano le conoidi nei pressi di Sala Consilina e dalla dislocazione di depositi lacustri ascritti al Pleistocene medio, nei pressi di Atena Lucana. (SANTANGELO, 1991; ASCIONE *et al.*, 1992). Per tale motivo i depositi di questi antichi conoidi, ormai sospesi, sono conservati soltanto nella loro porzione apicale e sono costituiti da conglomerati ben cementati a clasti carbonatici, spesso ricoperti da suoli argilloso - sabbiosi fortemente arrossati.

[Le conoidi di seconda generazione](#) sono, al contrario, rappresentate da ampi "ventagli", di estensione molto diversa in funzione dei loro bacini alimentatori e nel complesso con un gradiente di pendio mediobasso. Risultano costituite da ghiaie e conglomerati poco cementati a clasti carbonatici che contengono locali lenti di sabbie ed argille di colore marrone - rossastro.

Dal punto di vista morfologico questi apparati multipli sono sia del tipo "[sovrapposto](#)" che del tipo "[incastrato](#)" (*sensu* BULL, 1968): nel primo caso l'apice topografico e l'apice idrografico coincidono e i corpi deposizionali più recenti ed ancora attivi sono localizzati in zona apicale. Nel secondo caso l'apice topografico e l'apice idrografico non coincidono e la conoide attiva è localizzata in zona distale rispetto al fronte montuoso.

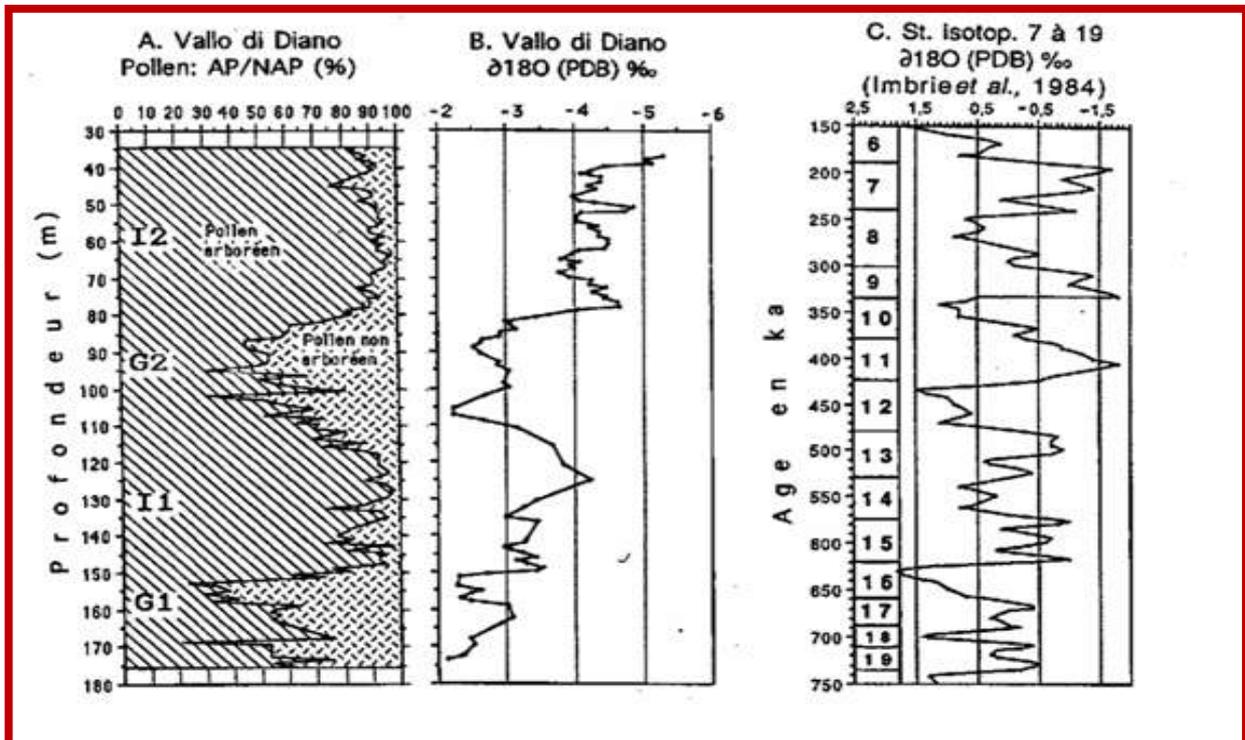
La vallata sottostante è generalmente colmata da sedimenti fluvio-lacustri e detritici il cui spessore non supera i 150 metri, ed è caratterizzata superiormente da alternanze limoso-sabbioso-ghiaiose e raramente da depositi calcareo-detritici cementati.

La depressione del Vallo di Diano così delimitata costituisce un piccolo bacino sedimentario che ha avuto una storia evolutiva significativa per la comprensione della evoluzione quaternaria dell'intero settore silentino-lucano.

Recenti ricerche geologiche e geomorfologiche, infatti, hanno consentito

di ricostruire le successioni sedimentarie presenti e di definire le modalità di riempimento del bacino e della sua progressiva estinzione.

*Sondaggio di circa 200 m. nel Vallo di Diano (Fonte CNR)*



Posizione cronostratigrafica della sequenza lacustre del Vallo di Diano, da Russo al., 1995.

In particolare sono state riscontrati due cicli sedimentari lacustri, di cui il più recente incastrato nel più antico a seguito di una fase tettonica, che ha ribassato in modo relativo la zona centrale ed ha rialzato i margini, di cui rimangono solo alcuni lembi terrazzati, presso Montesano scalo e Polla.

Lembi molto discontinui si riscontrano anche più a Sud presso il Fortino, anche a quote superiori ai 700 metri; l'esiguità degli affioramenti non consente di attribuirli con certezza al primo ciclo lacustre del Vallo di Diano. Questo primo ciclo è da riferire ad un intervallo temporale compreso fra il Pleistocene inferiore ed il Pleistocene medio. Il secondo ciclo inizia nel Pleistocene medio (circa 500.000 anni dal presente) ed è durato fino ad epoca storica, prima della incisione antropica della soglia dell'Intagliata presso Polla.

Lo spessore complessivo dei depositi lacustri raggiunge i 200 metri come è stato accertato da un recente sondaggio eseguito a cura del CNR si mostra la

---

colonna stratigrafica ed i diagrammi pollinici. Questi ultimi indicano la presenza di due cicli Glaciali-interglaciali, recentemente proposti come stratotipi mediopleistocenici per il settore centrosettentrionale del Mar Mediterraneo.

**CAPITOLO 5****5.1.- COMPLESSI IDROGEOLOGICI DEL VALLO DI DIANO.**

Nell'area del Vallo di Diano i "Complessi" presenti sono stati associati per gruppi aventi, nel loro insieme, comportamento sostanzialmente identico nei confronti dell'infiltrazione e della circolazione idrica sotterranea.

In tale territorio si distingue il complesso carbonatico (Trias medio-Seravalliano), costituito quasi esclusivamente da sedimenti in *facies* di piattaforma, può essere scisso in una parte basale prevalentemente dolomitica ed in una, stratigraficamente sovrapposta, nella quale i termini calcarei prevalgono su quelli dolomitici e calcareo-dolomitici. Le dolomie, permeabili per fratturazione, si rinvencono raramente carsificate e quasi sempre estremamente tettonizzate; pertanto si comportano da "impermeabile relativo" rispetto alla sovrastante serie calcarea, pur essendo un buon acquifero quando affiorano estesamente. Le litologie di maggior interesse idrogeologico affiorano essenzialmente lungo le dorsali montuose che bordano il Vallo di Diano.

Tali litotipi, dotati di un alto grado di permeabilità, prevalentemente per fessurazione e carsismo, danno origine ad acquiferi che sono sede di un'intensa circolazione idrica sotterranea profonda.

Il complesso carbonatico nel Vallo di Diano è rappresentato da diverse strutture idrogeologiche: Monti Alburni, Monte Motola, Monte Cervati, Monti della Maddalena.

I Monti Alburni sono un grande blocco calcareo suddiviso in due monoclinali dalla faglia Sicignano - S. Arsenio. Essi sono delimitati da faglie dirette lungo i versanti occidentale e meridionale, mentre lungo il bordo nord il limite è dato dal probabile accavallamento tettonico delle assise carbonatiche sui sedimenti terrigeni miocenici e sull'unità prevalentemente dolomitica dei Monti della Maddalena, mentre il limite orientale coincide col Vallo di Diano dove dovrebbe proseguire la linea di accavallamento dell'Unità Alburno-Cervati sull'Unità di Monte Foraporta e sui Monti della Maddalena, così come è riscontrabile nelle alte Valli del fiume Calore e del fiume Noce. Nella parte orientale del massiccio, la falda che alimenta il fronte acquifero di Pertosa sembra essere mantenuta a quota alta da complicazioni strutturali di carattere

compressivo.

L'unità idrogeologica di Monte Motola è una piccola monoclinale, dove la falda è mantenuta alta dalla faglia di verso il Vallo di Diano dove dovrebbero verificarsi perdite consistenti nelle falde dei depositi quaternari.

L'unità di Monte Cervati presenta delle complicazioni strutturali come per l'unità precedente che mantengono alta la falda verso il Vallo di Diano per dare origine a sorgenti importanti (Fontanelle Soprane e Sottane e Riofreddo) il cui limite occidentale del bacino di alimentazione sembra coincidere con l'importante faglia dei Vallicelli (ad est di Monte Cervati).



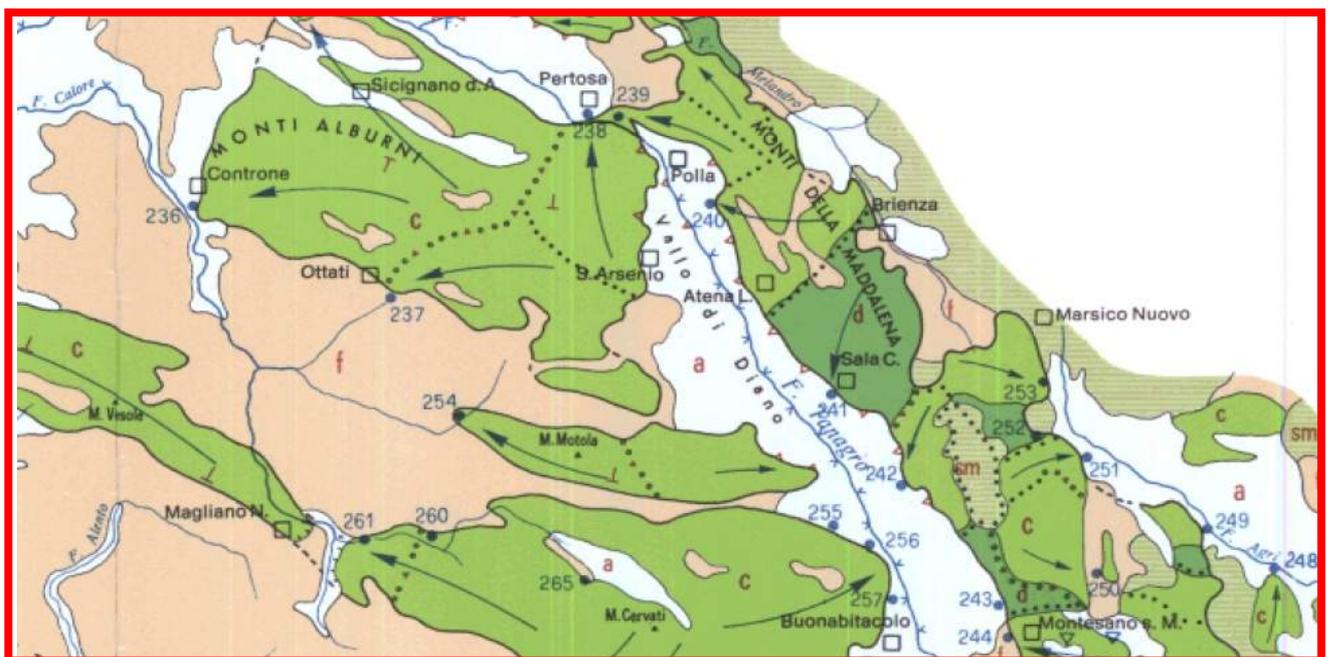
L'unità idrogeologica dei Monti della Maddalena è costituita, invece, da un massiccio carbonatico allungato in direzione appenninica, delimitato a sud-ovest e a nord-est da grosse discontinuità tettoniche coincidenti rispettivamente col Vallo di Diano e con le valli del Meandro e dell'Agri. Strutturalmente è un massiccio molto complesso per effetto di una tettonica compressiva con faglie a basso angolo che lo ha portato a sovrascorrere sui sedimenti del Bacino Lagonegrese che affiorano, peraltro, in finestra tettonica.

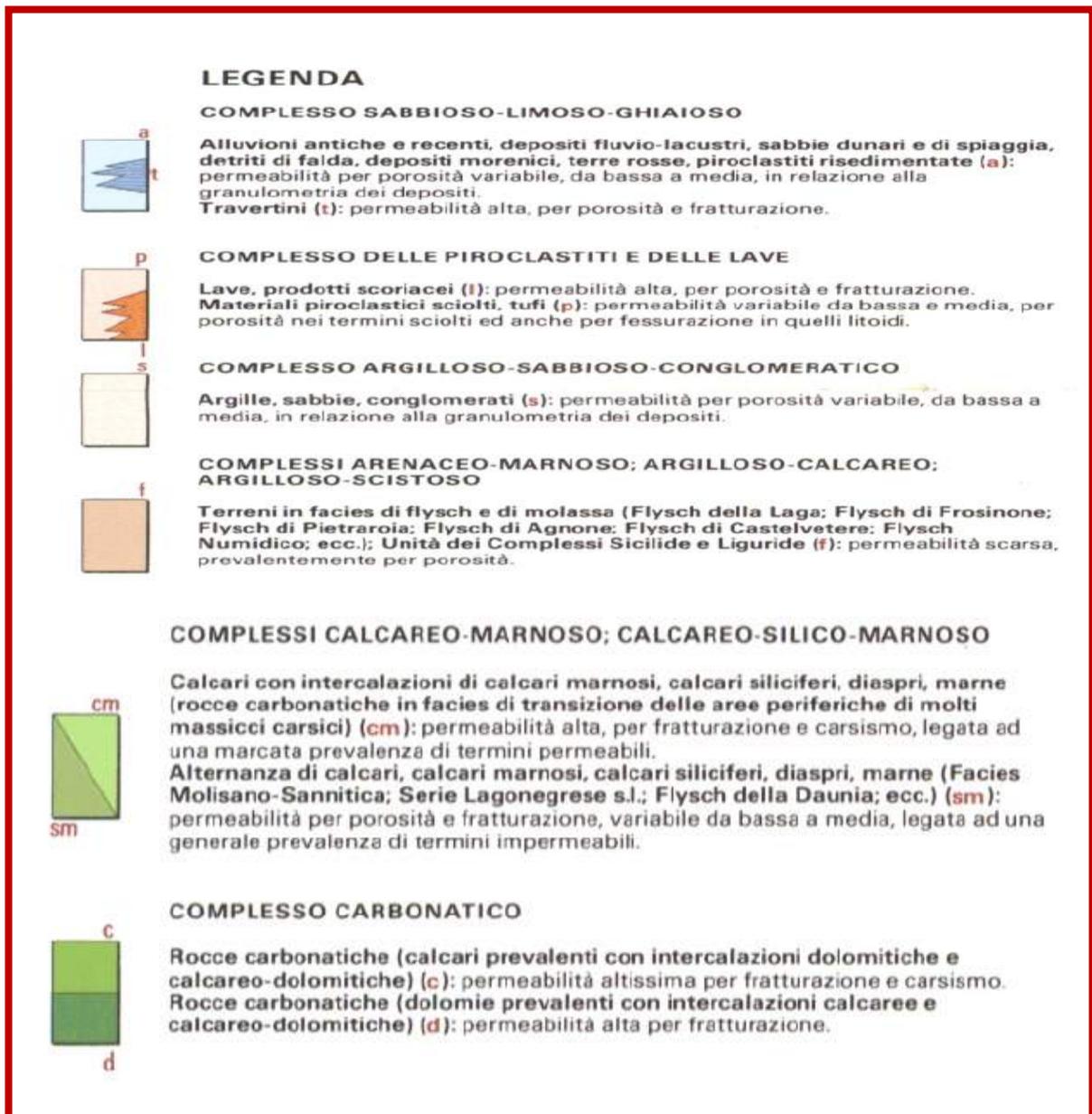
Partendo da nord-ovest si può distinguere una parte del massiccio di età Trias-Infralias, che sembra drenare preferenzialmente verso le alluvioni del Tanagro, nei pressi di Pertosa. Invece, l'area delimitata a sud-est dal contatto

dolomie-calcarei, lungo la direttrice Atena Lucana-Brienza, dovrebbe alimentare la sorgente S. Antuono.

Più a sud, la discontinuità tettonica che va da Trinità (a sud-est di Sala Consilina) a Brienza sembra segnare il limite meridionale dell'area di alimentazione delle sorgenti di Sala Consilina (Taverna e Conca G.) anche se, probabilmente, attraverso la stessa discontinuità, aliquote d'acqua consistenti vanno ad alimentare la sorgente S. Giovanni in Fonte. A meridione della suddetta direttrice tettonica l'idrostruttura è chiaramente spezzata in due dalle finestre tettoniche di Passo Croce di Marsico e Mandrano. Quest'ultime vanno associate al complesso terrigeno costituito da tutti i terreni fliscioidi costituiti essenzialmente da arenarie, argille e marne è caratterizzato da un grado di permeabilità molto scarso ed a volte praticamente nullo, svolgono un importante ruolo di tamponamento sulla falda di base dei massicci carbonatici. Queste rappresentano un alto strutturale relativamente impermeabile che consente alle acque sotterranee di defluire verso le sorgenti dell'alta valle dell'Agri e verso il Vallo di Diano (sorgenti S. Giovanni in Fonte e Gruppo delle sorgenti di Arenabianca, es. sorgente Valle). Altre sorgenti importanti del Vallo sono quelle di Montesano sulla Marcellana (Cantari, Eliceto ecc.) verso le quali dovrebbe drenare la conca di Spigno.

**Schema Idrogeologico**





---

## 5.2.- IDROGEOLOGIA E IDRODINAMICA SOTTERRANEA DELLE ACQUE.

Nel Vallo di Diano si rinvengono diverse sequenze sedimentarie appartenenti alla serie carbonatica dei massicci "Silentino-Lucani", che è costituita essenzialmente da rocce carbonatiche mesozoiche ad alta ed altissima permeabilità e da depositi miocenici in facies di flysch (arenarie, marne, argille), il cui grado di permeabilità relativa è molto basso. Solo marginalmente si rinvengono depositi appartenenti alle unità Lagonegresi (diaspri, radilolariti, marne, argille) che costituiscono l'impermeabile di fondo delle unità carbonatiche.

La piana è costituita da depositi detritici e fulvio-lacustri Quaternari (ghiaie, sabbie, limi) aventi uno spessore all'incirca di 100 metri ; questi sono caratterizzati da un grado di permeabilità complessivo medio-basso, ma variabile in funzione della granulometria. Per particolari modalità deposizionale, tale acquifero risulta caratterizzato dalla giustapposizione disordinata di termini litologici di varia granulometria aventi, in genere, forma lenticolare. Ne consegue che la circolazione idrica avviene per falde sovrapposte, con un buon isolamento tra queste. Nel complesso, si può ritenere che nel Vallo di Diano vi sia un' unica circolazione idrica sotterranea.

La falda della piana può essere parzialmente isolata dagli acquiferi carbonatici, sia in profondità che lateralmente, quando, a contatto con la falda di base di quest'ultimi, è presente il flysch miocenico, che non consente interscambi idrici importanti.

Nelle unità carbonatiche ubicate in destra orografica (M.ti della Maddalena), la falda presenta una quota piezometrica sempre più elevate di quelle della piana e con deflusso sotterraneo orientato in preferenza verso la vallata, dove da origine ad importanti sorgenti. Il particolare assetto strutturale del Vallo di Diano caratterizzato da movimenti tettonici di compressione che interessano il substrato carbonatico al disotto della piana, impedisce che avvengano rilevanti travasi direttamente dall'unità carbonatica di destra verso quelle di sinistra .

*Tutto il territorio di Sala Consilina (SA), è interessato dall'unità idrogeologica dei "Monti della Maddalena", costituita dai massicci carbonatici*

---

*che si distendono in direzione appenninica limitati a Sud-Ovest e a Nord-Est da alcune importanti discontinuità tettoniche coincidenti rispettivamente con il Vallo di Diano e con le Valli del Melandro e Dell'Agri.*

Strutturalmente è un massiccio molto complesso per effetto di una tettonica traslativa che lo ha portato a sovrascorrere su sedimenti del "Bacino Lagonegrese" (formazione calcareo-silico-marnosa) che affiora, nella finestra tettonica, in corrispondenza del Passo della Croce (Marsico-Mandrano), ed è costituito da sedimenti del Trias-Infralias in facies di piatta forma.

Questa unità può essere divisa in una parte basale dolomitica ed in un'altra sovrapposta più calcarea che calcarea-dolomitica e presenta una permeabilità per fessurazione e carsismo.

Le dolomie ed i calcari dolomitici costituiscono l'acquifero della zona interessata, tale acquifero poggia per sovrascorrimento sulla formazione calcareo-silico-marnosa, costituita in prevalenza da scisti silicei e dal flysch galestrino (impermeabile), che in corrispondenza delle citate finestre tettoniche, funge da spartiacque sotterraneo, in quanto si dispone verso l'alto formando una superficie di separazione. Ciò consente, alle acque sotterranee circolante nelle rocce carbonatiche, di defluire in parte verso il Vallo di Diano ed in parte verso la Valle dell'Agri.

Lungo il versante dei Monti della Maddalena (versante orientale del Vallo), l'elemento strutturale di maggiore importanza è la grossa faglia che va da Polla a Padula, lungo queste disgiunzioni si realizzano il contatto tra le serie carbonatica e il flysch impermeabile, che risulta occultato dai depositi fluvio-lacustri antichi e recenti.

---

### 5.3.- IDROGRAFIA .

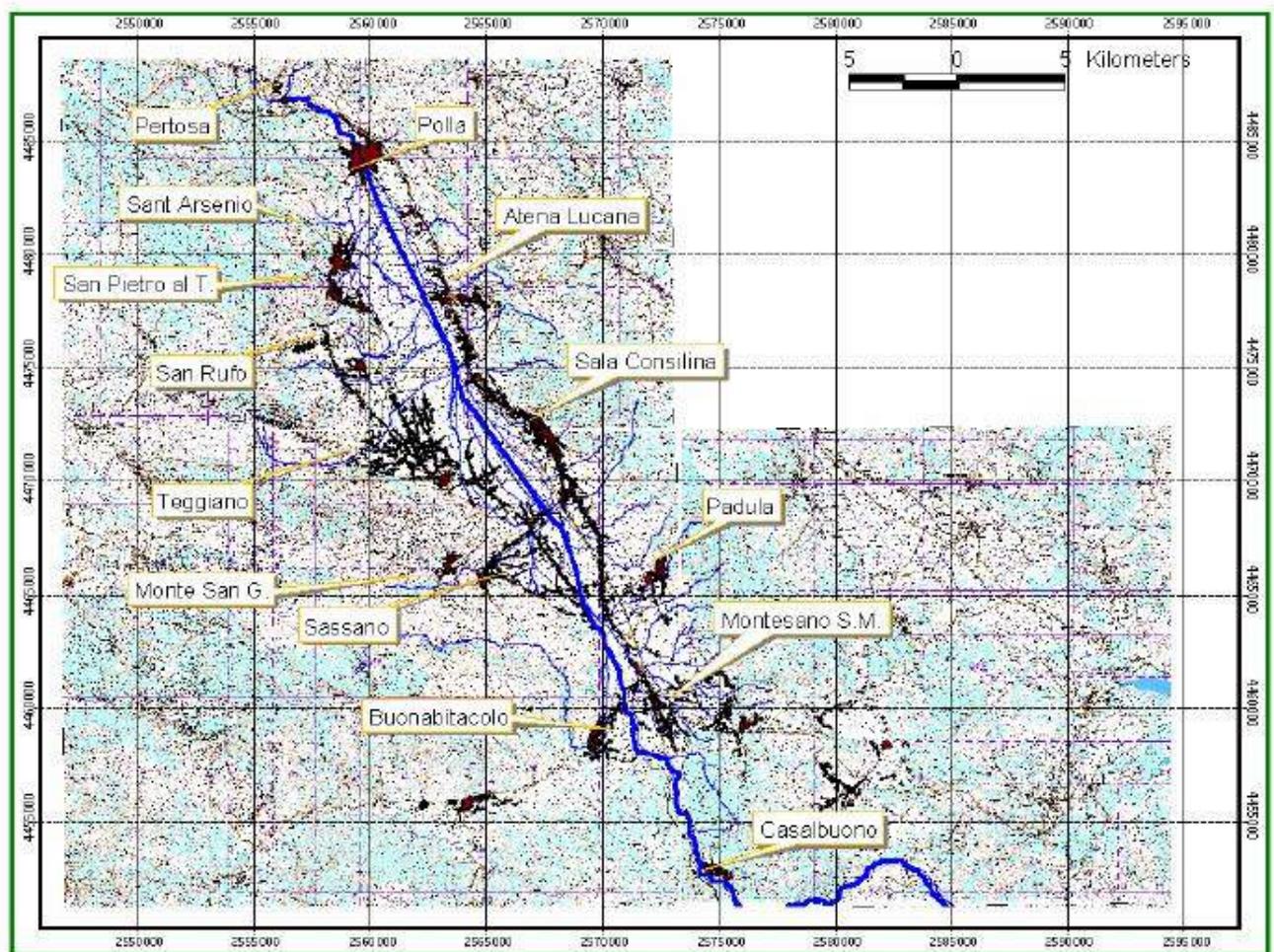
Il principale corso d'acqua del territorio del Vallo di Diano è il fiume Tanagro, affluente del fiume Sele, nasce nel monte Serra Malombra assume il nome di Calore fino a quando riceve, in territorio di Buonabitacolo, da destra le acque dei Torrenti Acquabianca e Porcile e da sinistra quelle dei Torrenti Chiavico, Peglio, Riofreddo. La configurazione del reticolo idrografico nel Vallo di Diano ha un **pattern** detritico – parallelo legato sia alla natura dei terreni che all'assetto tettonico e morfologico dell'area. Il regime idrico dei corsi d'acqua minori è tipicamente torrentizio, con eventi di piena in concomitanza dei rovesci e lunghi periodi di magra durante gran parte dell'anno. Soltanto il Fiume Tanagro normalmente non accusa periodi di secca, grazie alla notevole ampiezza del proprio bacino imbrifero.

La formazione dell'attuale rete idrografica ed il regime idrico sono stati oggetto di profonde mutazioni, prima di assumere l'attuale configurazione, a seguito dei vari interventi tesi a favorire lo smaltimento delle acque. L'opera di bonifica fu iniziata dai Romani che, per favorire il deflusso delle acque della Valle, diedero inizio ai lavori del fossato Maltempo, lavori poi ripresi durante il regno Borbonico e tendenti ad approfondire la sezione del fossato e ad ampliare la sezione del Tanagro, specie nel tratto vallivo.

In tempi recenti, gli interventi di bonifica sono stati eseguiti dai Consorzi di Bonifica del Vallo di Diano, dal Genio Civile e dal Corpo Forestale dello Stato ed hanno interessato essenzialmente il tratto vallivo attraverso la realizzazione di canali in terra battuta, mentre interventi di regimentazione e di monitoraggio delle acque sono realizzati rispettivamente dall'Autorità di Bacino Interregionale del fiume Sele e dall'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale Campania.

Per quanto concerne la geologia dei depositi quaternari affioranti nel Vallo di Diano e l'evoluzione morfologica e neotettonica di questo bacino di ampie dimensioni, è segnalata in tempi Pleistocenici (De Lorenzo-1898-) negli studi di geologia sull'Appennino Meridionale, che fanno parte delle rocce sedimentarie della seconda fase diastrofica terziaria dell'Appennino Meridionale oltre i depositi marini anche dei sedimenti di origine lacustre e salmastre.

*Particolare fiume Tanagro*



I depositi quaternari del Vallo di Diano sono riconducibili a tre tipi di facies : depositi lacustri s.s., depositi di conoidi e detriti di versante, ciascuno rappresentato da più generazioni. Nell'ambito dei depositi lacustri è stato possibile distinguere due cicli sedimentari separati da una fase tettonica. I depositi del I ciclo sono gli unici riaffioranti e sono localizzati presso l'estremità settentrionale del Vallo, tra il centro di Polla ed il Km 54 della s.s. 19, e nell'estremità meridionale, tra gli abitati di Montesano sulla Marcellana e Buonabitacolo.

Nei dintorni di Polla la successione è costituita da alternanze di argille e silt argillosi sottilmente laminati e con rare intercalazioni di livelli ciottolosi che verso l'alto passano a facies di transizione ad un ambiente subareo, rappresentate da conglomerati a clasti calcarei più o meno smussati, immersi in una matrice sabbiosa eteropica con travertini fitoclastici e breccie a cemento

travertinoso, con spessori affioranti intorno ai 25 metri.

I depositi costituenti l'attuale fondo della piana del Vallo di Diano, sono interamente occupati da una successione lacuo-palustre le cui caratteristiche sono state desunte dall'analisi dei sondaggi effettuati nella area, gli affioramenti sono pressochè assenti. I primi metri dei depositi di riempimento sono costantemente caratterizzati da limi marroni o nerastri ad elevato contenuto di materia organica (frustoli vegetali etc.) a matrice e/o livelli di natura piroclastica, attribuibili al tardo Quaternario-Olocene; essi rappresentano il top di un secondo ciclo di riempimento lacustre, non affiorante, le cui caratteristiche sono state desunte dall'analisi di alcuni sondaggi, seguono verso il basso, alternanze di conglomerati, depositi detritici, limi e argille, che si riscontrano fino a circa 90 metri dal piano di campagna e sono senz'altro testimoni di una attività continua nel tempo delle conoidi che si rinvengono in superficie.

#### 5.4.- IDROGEOLOGIA MONTI DI SALA CONSILINA.

Il lato orientale del Vallo di Diano, dove è ubicato il territorio di Sala Consilina, è caratterizzato da un assetto strutturale distinto dalla sovrapposizione dei termini flyscioidi calcareo-marnoso-arenacei e fluvio-lacustri su quelli mesozoici calcareo-dolomitici costituenti l'ossatura dei Monti della Maddalena (Monte di Sito Marsicano, 1410 m s.l.m.; Monte Schiavo, 1303 m s.l.m.; Timpa delle Rose, 1445 m s.l.m.; Tempa dei Conici, 1334 m s.l.m.; Monte Serraventola, 1055 m s.l.m.; Tempa dell'Irti, 1228 m s.l.m. ecc.).

Queste differenze geolitologiche determinano la sovrapposizione di più complessi idrogeologici che in conclusiva possono essere così differenziati :



**Complesso idrogeologico calcareo altamente permeabile per fessurazione e carsismo (serie Mesozoica);**



**Complesso idrogeologico dolomitico mediamente permeabile per fessurazione e subordinatamente per carsismo (serie Mesozoica)**



**Complesso idrogeologico arenaceo-marnoso mediamente permeabile per fessurazione (serie flyscioide Mesozoica- Terziaria)**

---

### 5.5.- BACINO IDROGRAFICO.

Il territorio di Sala Consilina e zone limitrofe, in passato, sono state oggetto di diversi studi a carattere idrogeologico. Le ricerche pregresse hanno, solo in parte, compreso l'intera area (Nicotera & de Riso, 1969; Celico et alii, 1979; 1991; Aa.Vv., 2003; Cotecchia et alii, 1982). Principalmente, questi studi, hanno riguardato le caratteristiche idrogeologiche e/o idrogeochimiche delle maggiori scaturigini ubicate, nel Vallo di Diano (Campania).

Il bacino idrografico del Vallo di Diano è limitato a est dalla dorsale appenninica, la Catena della Maddalena, e a ovest dalle montagne del Cilento (massiccio calcareo del monte Cervati).

La rete idrografica superficiale è costituita dal *Fiume Tanagro*, che percorre tutto il Vallo di Diano. Nasce dal Monte Sirino e per circa 16 Km prende il nome di Calore, successivamente, più a valle, presso la stazione di Casalbuono, viene denominato Tanagro e confluisce nel Sele dopo un percorso di circa 72 Km.

Il bacino è di km<sup>2</sup> 1863 e la portata media di mc. 10.60 al secondo, grazie anche al contributo di una serie di affluenti che contribuiscono ad alimentare la portata. Il corso del suddetto fiume, nella piana ha subito, nel tempo, una serie di sistemazioni idrauliche, che hanno contribuito a far confluire nell'asta principale una fitta rete di canali, in questo modo è stato possibile realizzare una oculata bonifica del territorio, assicurando un rapido ed efficace smaltimento delle acque provenienti da monte, evitando così allagamenti nei periodi invernali, con piogge di breve durata ma molto intense. Inoltre, presso Polla, dove in passato le acque sparivano in alcune voragini di natura carsica "Crive di Polla", è stata eliminata la barriera che ostruiva il naturale deflusso delle acque, pertanto attualmente le acque scorrono quasi liberamente, sempre all'aperto, precipitando in rapide nella forra di Campestrino. Comunque, ancora non si è risolto il problema delle inondazioni in modo radicale, in quanto, in alcuni punti, si verificano tuttora esondazioni, in concomitanza di eventi pluviali eccezionali.

La circolazione idrica sotterranea, molto articolata e frazionata, è il risultato di molteplici fattori che in diversa misura e modo la condizionano; tra i principali, nell'area in studio, sono da evidenziare:

- 
- a.- l'incrocio di faglie ad andamento appenninico ed antiappenninico e la loro duplice valenza idrogeologica;*
- b.- l'andamento plano-altimetrico della cintura impermeabile;*
- c.- gli ampi affioramenti di dolomie farinose a permeabilità relativa medio-bassa;*
- d.- l'andamento dell'impermeabile di fondo rappresentato dai membri stratigraficamente più alti (Formazioni degli Scisti Silicei e del Flysch Galestrino) delle Unità Lagonegresi.*

Proprio l'andamento delle sottostanti Unità lagonegresi sembra giocare il ruolo idrogeologico più importante. Gli affioramenti dei terreni lagonegresi sono localizzati principalmente nelle finestre tettoniche di Passo Croce di Marsico e di Mandrano e probabilmente sono sepolte dai depositi lacustri nella piana di Magorno.

L'andamento del substrato impermeabile, ricostruito anche sulla base delle più recenti conoscenze stratigrafiche (Boenzi et alii, 2004), sembra essere quello di un'anticlinare con asse NNW-SSE grossomodo coincidente con lo spartiacque superficiale ampiamente interessato da importanti discontinuità strutturali ad andamento antiappenninico. Tutto ciò ha notevoli ricadute sulla circolazione idrica sotterranea che risulta quindi, separata da uno spartiacque idrogeologico costituito dall'asse dell'anticlinale (variamente dislocato), con assi di deflusso a componente prevalente in direzione est-ovest, individuando quindi, anche per le acque sotterranee, un versante occidentale ed uno orientale.

Il complesso quadro geologico-strutturale caratterizzato da una grande frammentazione e dalla conseguente presenza di numerosi spartiacque idrogeologici di tipo fisso, tamponanti e/o parzialmente aperti, ha consentito il costituirsi di un acquifero "multisistema", di non semplice interpretazione, in cui è possibile riconoscere diversi bacini sotterranei a circolazione autonoma, aventi come recapito principale le sorgenti più importanti dell'area. La struttura idrogeologica che interessa la zona orientale in esame è costituita dal Bacino sotterraneo delle dolomie (Monti della Maddalena), che ha recapito preferenziale nelle sorgenti pedemontane.

---

Gli interscambi con i sistemi adiacenti sono fortemente limitati per la presenza di spartiacque sotterranei chiusi. Un secondo recapito in direzione di Brienza è testimoniato dalla presenza di una importata incremento in alveo (Torrente Pergola) rinvenuto sul versante orientale. Il frazionamento della circolazione idrica sotterranea è da imputarsi al substrato impermeabile (Unità lagonegresi) che risale ripartendo il deflusso a nord-est verso Brienza e a sud-ovest verso le sorgenti Taverna Conca Grande e San Giovanni.

A partire dalla finestra tettonica di Passo Croce di Marsico fino al limite meridionale della struttura i sistemi idrogeologici sono pressoché indipendenti tra quelli orientali, con recapito preferenziale nell'Alta Val d'Agri e quelli occidentali con recapito nel Vallo di Diano.

La parte occidentale, come già evidenziato, è delimitata dal massiccio del Cervati che è costituito da calcari Meso-Cenozoici, altamente permeabili per fratturazione e carsismo, circondato da terreni impermeabili flyscioidi e alluvionali.

Il Massiccio sembra essere un'unica struttura idrogeologica. Infatti, si possono escludere possibili collegamenti con strutture idrogeologiche adiacenti.

Considerando, infatti, che la direzione preferenziale di deflusso delle acque sotterranee è SE-NO, possiamo trascurare i travasi verso Nord (Complesso calcareo Monte Forcella).

Per quanto riguarda la zona Est, nel Vallo di Diano, osservando le quote di sfioro delle sorgenti del Massiccio del Cervati e quelle dei Monti della Maddalena, abbiamo notato che queste ultime risultano essere a quota più alta e quindi ci portano ad escludere un possibile collegamento idrogeologico delle due strutture (Nicotera – De Riso, 1968).

L'unico probabile collegamento della nostra struttura idrogeologica è verso Ovest, attraverso il Graben di Magliano, verso il complesso calcareo del Monte Vesole.

Inoltre dall'andamento topografico si evince che il Massiccio del Cervati presenta numerosi bacini chiusi, alcuni dei quali drenati da inghiottitoi. Alcuni bacini invece smaltiscono molto lentamente l'acqua piovana, causando la formazione di laghi che perdurano dall'inizio della stagione piovosa fino ad Aprile.

---

Il deflusso idrico sotterraneo si può ipotizzare con la presenza di un'unica falda profonda, con un gradiente compreso tra lo 0,5-1%, come può essere dedotto dalle quote delle sorgenti principali, poste a contatto delle formazioni carbonatiche con quelle terrigene.

Le rocce carbonatiche sono caratterizzate da una notevole fratturazione e da un intenso sviluppo del fenomeno carsico; quest'ultimo è evidenziato da forme epigee, quali doline e "lapiez", che da forme ipogee, quali condotte e cavità.

Le caratteristiche stratigrafico-strutturali illustrate, implicano un acquifero carbonatico dotato di un'elevata permeabilità per fessurazione e carsismo, comportando dei coefficienti di infiltrazione elevati (c.i.p. 90-95%), e limitato, lateralmente, dai depositi terrigeni miocenici e dal Complesso delle Argille Varicolori, nell'insieme pressoché impermeabili.

La circolazione idrica sotterranea, pertanto, è notevolmente condizionata dal punto più depresso della cintura, che mette in contatto la struttura carbonatica con le formazioni terrigene.

Infatti, mentre nel settore orientale il contatto tra le alluvioni del Vallo di Diano e la struttura carbonatica è a quota 450 m s.l.m., nel settore occidentale del rilievo, laddove la cintura impermeabile raggiunge la quota più bassa (quota 325 metri s.l.m.), è presente il principale recapito della falda di base, rappresentato, lungo l'incisione del Torrente Sammaro presso Sacco, dall'omonima sorgente, caratterizzata da un regime abbastanza variabile e da portate difficilmente inferiori ai 500 l/s..

Diversamente, i Monti della Maddalena (Est del Vallo di Diano) costituiscono una stretta dorsale allungata ben continua e delimitata tra la Valle del Tanagro e quella dell'Agri; essi sono bordati ad oriente e nel corpo della dorsale, in finestra tettonica, dalla serie calcareo-silico-marnosa che costituisce il substrato impermeabile dei massicci calcareo-dolomitici.

Come già evidenziato in precedenza, la grande faglia regionale che passa per Polla-Atena-Sala C. e Padula ha condizionato chiaramente la morfologia del Vallo sia per la notevole lunghezza (circa 30 Km) sia per il rigetto che assolve ad una fondamentale funzione idrogeologica in quanto mette a contatto formazioni a diverso grado di permeabilità (calcari da un lato e flysch sepolto

---

e non, dalla coltre quaternaria, dall'altro). Grazie a questo contatto si deve la venuta a giorno di quasi tutte le manifestazioni sorgentizie, che si possono classificare come "sorgenti per soglia di permeabilità sovrimposta".

### 5.6.- DATI PLUVIOMETRICI E RISCHIO IDRAULICO DELL'AREA .

Lo studio dei fenomeni idrogeologici, in particolare nelle aree soggette ad eventi alluvionali, è molto significativo, ai fini della prevenzione del rischio.

Pertanto, allo scopo, sono stati analizzati i dati pluviometrici forniti dagli Annali del Servizio Idrografico. Nelle aree in cui questi dati erano insufficienti, l'ex Cassa del Mezzogiorno, attraverso appositi modelli matematici, è riuscita a ricostruirli.

I dati in possesso, sono riferiti al periodo tra il 1921 e il 1970 e riguardano 15 stazioni pluviometriche.

Per avere dati più puntuali, si sono scelte alcune stazioni pluviometriche più vicine all'area di investigazione, in modo da avere parametri significativi.

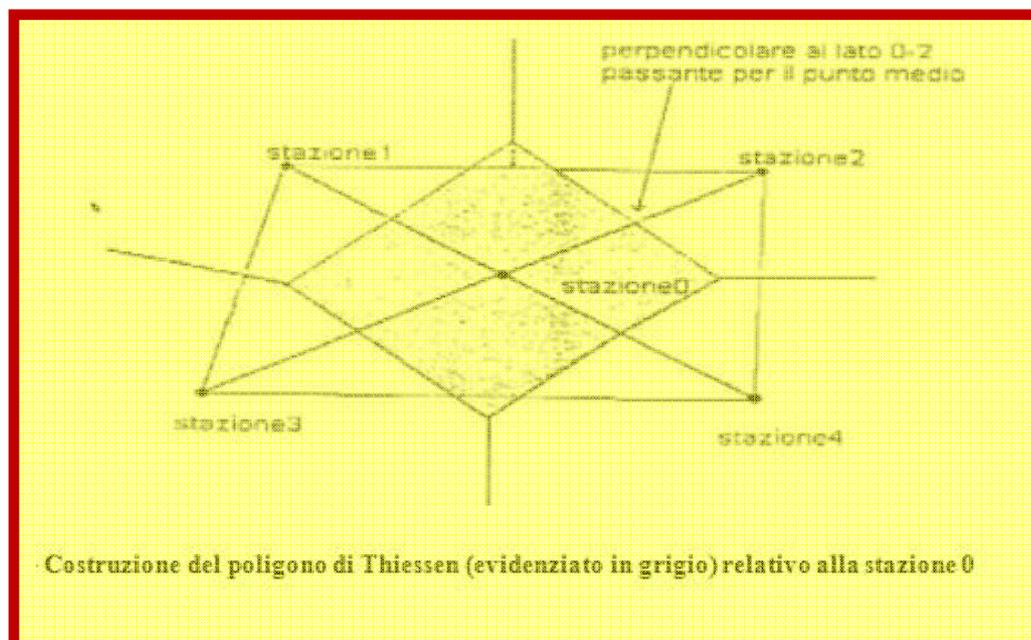
In particolare si è tenuto conto delle seguenti stazioni pluviometriche :

- *San Rufo - quota 639 s.l.m. - periodo di rilevazione anni 1921-1970.*
- *Roscigno - quota 637 s.l.m. - periodo di rilevazione anni 1921-1970.*
- *Sala Consilina - quota 580 s.l.m. - periodo di rilevazione anni 1921-1970.*
- *Sassano - quota 540 s.l.m. - periodo di rilevazione anni 1921-1970.*

Per ogni stazione pluviometrica, è stata calcolata la media annuale delle precipitazioni caduta nel bacino, espressa in millimetri. Infine i dati ottenuti, sono stati visualizzati attraverso dei diagrammi, per un confronto comparativo.

<i>Situazione pluviometrica</i>	<i>piovosità (mm)</i>
<i>San Rufo</i>	<i>1278.</i>
<i>Roscigno</i>	<i>1011</i>
<i>Sala Consilina</i>	<i>947</i>
<i>Sassano</i>	<i>1278</i>

Per il calcolo della lama media di acqua precipitata nell'area è stata realizzata una tavola dei topoietsi con il metodo di *Thiessen*. Il metodo dei poligoni di *Thiessen* (o dei topoietsi) è un metodo grafico per la determinazione delle piogge medie su un'area ben definita, come può essere quella di un bacino idrografico. L'area di interesse, in generale, si suddivide, in aree di influenza, una per ogni stazione misurata. Il metodo consiste nell'unire con segmenti tutte le stazioni tra loro contigue situate all'interno del bacino o nelle sue immediate vicinanze, così da ottenere un reticolo a maglie triangolari, e nel tracciare quindi le perpendicolari ai segmenti nel punto medio. La perpendicolare individuano dei poligoni irregolari, ciascuno dei quali contiene una stazione di misura situata in prossimità del centro. E' da notare che l'individuazione dei poligoni non è univoca, perché la costruzione del reticolo a maglie triangolari si può effettuare in diversi modi: come regola si fa in modo che i triangoli abbiano il minor perimetro. Una volta tracciati i topoietsi si attribuisce ad ogni stazione come area di influenza quella compresa all'interno del poligono in cui la stazione ricade. In ciascuna di queste aree si assume che l'altezza di pioggia sia costante e pari a quella della stazione ricadente all'interno del relativo topoietsi.



Utilizzando le piogge registrate nelle stazioni ricadenti all'interno del bacino e nelle stazioni esterne il cui topoietsi copre una parte della superficie del bacino, la

pioggia si stima calcolando la media ponderale degli  $n$  valori di pioggia osservati,  $h_i$ . Il peso di ciascuna stazione è pari al rapporto :

$$\frac{\text{areatopoieta}(A_i)}{\text{areabacino}(A_{\text{tor}})}, \text{ essendo } \sum_{i=1}^n A_i = A_{\text{tor}}.$$

$$h_m = \sum_{i=1}^n a_i h_i = \sum_{i=1}^n \frac{A_i}{A_{\text{Tor}}} h_i$$

Il fatto che la rete dei poligoni risulta legata alla posizione delle stazioni può, però, rappresentare un limite nel caso in cui una o più stazioni della rete non abbiano funzionato, il che capita spesso quando si considera un periodo di osservazione molto lungo.

Dal calcolo eseguito, si nota che per quanto attiene l'andamento pluviometrico annuo, è abbastanza simile per tutte le stazioni considerate. Infatti, si rileva un massimo assoluto nei mesi invernali (dicembre-gennaio) ed un minimo assoluto in estate in particolare nel mese di luglio.

La precipitazione media annua registrata nelle stazioni prese in considerazione è compresa da un minimo di circa **947 mm. a Sala Consilina** a un massimo di **1381 a San Rufo**. Questa differenza è dovuta presumibilmente alla posizione geografica della stazione di Sala Consilina dove l'intensità della pioggia non raggiunge certamente i valori registrati in zone limitrofe, a ridosso o in prossimità dei rilievi, dove probabilmente la condensazione viene facilitata dalle masse di aria provenienti dal mare.

Avvenimenti pluviometrici critici eccezionali di particolare rilevanza, che hanno causato eventi alluvionali nel Comune di Sala Consilina, sono avvenuti in concomitanza di periodi invernali molto intensi e si sono protratti per diversi giorni. Ciò ha causato, in aree prossime allo sbocco dei principali valloni, **a causa dell'assenza di manutenzione e interventi**, trasporto e deposito di detriti.

Per quanto riguarda, invece, gli eventi pluviometrici sempre eccezionali che hanno interessato la piana Salese, questi sono avvenuti sempre in

---

concomitanza di eventi straordinari, protratti per più giorni. Hanno causato ristagni d'acqua, a causa sia di una permeabilità scarsa che per una saturazione del terreno, in particolare nelle zone in corrispondenza di depressioni.

L'inondazione, invece, si può verificare per invasione ed espansione delle acque causate da una rottura o da un tracimo dell'argine naturale o artificiale, per effetto di un evento di piena di un corso d'acqua. I terreni sono invasi dalle acque, che escono dal proprio letto ed esondano.

Come già accennato, il corso d'acqua che attraversa il Vallo di Diano è il Tanagro. L'esondazione di questo corso d'acqua è avvenuto sempre in connessione con eventi di piena, a causa dello scioglimento delle nevi e dopo intense precipitazioni, durate diverse giorni. Questi, hanno fatto aumentare notevolmente la portata e quindi di conseguenza hanno fatto sopraelevare il pelo libero dell'acqua. Nel 1993 il 27 dicembre, si verificò, un evento significativo di inondazione da parte delle acque del fiume Tanagro, che investì una buona parte della zona più centrale della piana del Vallo, a causa della rottura dell'argine in località Ponte San Giovanni nel comune di Sala Consilina.

L'ultimo evento climatico eccezionale significativo, risale alla stagione invernale del 2010 nei giorni 8-9-10 Novembre, che ha prodotto precipitazioni abnorme "*bombe d'acqua*" sull'intero territorio del Fiume Tanagro (*gli effetti di questo fenomeno sono molto pericolosi a volte devastanti, infatti le acque piovane in grande quantità non riescono a defluire attraverso la rete fognaria in primo luogo e fluviale in secondo luogo e creano notevoli danni alla natura ed alle costruzioni dell'uomo (notevole impermeabilizzazione dei suoli)*, provocando esondazione della golena ed affioramenti della prima falda freatica, con incendi danni a colture, abitazioni e infrastrutture.

*In questa occasione i dati delle stazioni climatiche fornite dalla Regione Campania (SESIRCA) raggiunsero altezze di pioggia dell'ordine di 400 mm per il solo mese di novembre 2010 (Rapporto sulla eccezionalità degli eventi meteorici dell'8-9-10 Novembre 2010 nel Bacino Idrografico del Sele, Gennaio 2011, a cura dell'Autorità di Bacino Interregionale del fiume Sele).*

Per la caratterizzazione degli eventi alluvionali, sono stati presi in considerazione i seguenti parametri :

- *Altezza d'acqua.*
- *Frequenza degli eventi.*

La definizione dell'altezza delle acque viene eseguita utilizzando, come dati di partenza, quelli di archivio, varie fotografie di eventi eccezionali (Consorzio di Bonifica del Vallo di Diano), interviste a residenti. Questi elementi, ove possibile, vengono elaborati attraverso interpolazioni geometriche, sulla base di dati altimetrici della Cartografia Tecnica Regionale. Tali altezze, rappresentano, la media considerata dei valori all'interno delle aree osservate.

Il livello di conoscenze della pericolosità idraulica ha tenuto conto :

- *Della cartografia relativa alle zone esondate negli ultimi 50 anni.*
- *Di specifici studi idraulici, condotti a livello statistico locale.*

Gli studi eseguiti, hanno consentito, di mappare sul territorio, zone con diversa predisposizione al rischio idraulico, in funzione dei tempi di ritorno più significativi.

Le problematiche relative alla gestione delle acque di scolo rappresentano una variabile molto importante ai fini di una migliore stabilità idraulica del territorio. Da un preventivo esame si è ricavato un quadro denso di preoccupazioni, derivanti dalla constatazione che nei diversi ambiti del bacino idrografico si sono compiute e si stanno ancora compiendo azioni che hanno compromesso profondamente l'intero assetto idraulico-agrario:

- *L'urbanizzazione e l'impermeabilizzazione dei suoli, incontrollata.*
- *Il tombinamento, restringimento e l'eliminazione di alvei pedemontani.*
- *L'impermeabilizzazione continua delle reti irrigue.*
- *Il restringimento e/o eliminazione delle zone di espansione naturale delle acque.*
- *L'assenza di manutenzione e/o interventi nei valloni e corsi d'acqua.*

Studi eseguiti, hanno appurato che il bacino del fiume *Tanagro* è caratterizzato da tempi di corrivazione approssimativamente pari a 12 ore. Pertanto gli eventi meteorici critici che possono indurre una piena eccezionale devono essere distinti da una durata pari a 12 ore minimo.

In occasione degli eventi meteorici particolari verificatisi nei giorni del 15 e 16 febbraio 2011 nel Bacino Tanagro, sono stati eseguiti degli studi specifici per quantificare l'intensità del fenomeno. Dall'analisi delle misure, svolte dal Settore Programmazione interventi di protezione civile -Centro funzionale decentrato di Napoli sui i seguenti pluviometri, è risultato che le massime altezze di pioggia della durata di 12 ore, misurate tra il 15 e il 16 febbraio 2011 (eventi di una certa rilevanza), dai seguenti pluviometri ricadenti nel bacino del Tanagro sono:

<i>Stazione</i>	<i>(mm)</i>
<i>Auletta</i>	<i>18,2</i>
<i>Bellosguardo</i>	<i>17,2</i>
<i>Castelluccio Cosentino</i>	<i>27</i>
<i>Sala Consilina</i>	<i>7,2</i>
<i>Vietri di Potenza</i>	<i>6,6</i>

*Tabella I*

In fase di studio, tali altezze di pioggia sono state confrontati con le altezze delle piogge estreme caratterizzate da tempi di ritorno quinquennali, in ottemperanza alla Deliberazione di Giunta regionale della Campania del 25 marzo 2010, n. 410 *"Direttiva regionale per l'accertamento e il risarcimento dei danni causati da mancata manutenzione del reticolo idrografico di competenza della Regione Campania"*.

L'analisi delle piogge estreme sviluppata utilizzando il modello TCEV (Two Component Extreme Value) proposto da Rossi e Versace (Criteri e metodi per l'analisi statistica delle piene", CNR Conservazione Suolo n. 165, 1982) nel 1982 è diventata una procedura quasi-standard per l'intero territorio nazionale.

Tale procedura è stata adottata anche per le analisi idrologiche funzionali alla redazione del vigente Piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico nel bacino idrografico del fiume Sele.

Nell'ambito del progetto VAPI (Valutazione delle Piene) sviluppato dal GNDCI (Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche) sono stati prodotti dei rapporti regionali che utilizzano il modello TCEV per determinare le funzioni di probabilità cumulata in siti strumentati e non strumentati delle singole

regioni. Anche in Campania è stato realizzato un rapporto VAPI i cui risultati sono stati utilizzati nella redazione di diversi Piani stralcio di interesse per il territorio campano e tra questi anche per il bacino interregionale del fiume Sele.

Il modello probabilistico TCEV (Two Component Extreme Value), proposto da Rossi e Versace (1982), ipotizza che i valori degli estremi idrologici, *in questo caso delle piogge*, non provengano tutti da una stessa popolazione, bensì da due diverse popolazioni legate a differenti fenomeni meteorologici. Questa ipotesi si basa sul fatto che numerose serie storiche dei massimi annuali presentano uno o più valori nettamente superiori agli altri (outliers) e tali appunto da sembrare non provenienti dalla medesima popolazione dei rimanenti dati.

Il modello TCEV consente di svolgere l'analisi regionale mediante un approccio gerarchico, basato su tre livelli successivi, tramite il quale si individuano regioni via via meno estese spazialmente, nelle quali è possibile identificare un numero crescente di relazioni tra i parametri della distribuzione ed i fattori climatici e morfologici caratterizzanti i bacini.

Più precisamente, esiste un primo livello di regionalizzazione che consiste nell'individuare zone omogenee (Z.O.) nelle quali si può assumere che il coefficiente di asimmetria teorico della serie dei massimi annuali sia costante.

Il secondo livello di regionalizzazione riguarda l'individuazione delle sottozone omogenee (S.Z.O.), con estensione minore rispetto alle precedenti, nelle quali oltre al coefficiente di asimmetria, risulta costante anche il coefficiente di variazione.

Il terzo livello di regionalizzazione infine consiste nell'individuare all'interno della sottozona omogenea quale o quali relazioni intercorrono tra la media  $x$  delle piogge estreme e le caratteristiche climatiche e fisiche delle stazioni di misura (nel caso di pluviometri).

Ne consegue una formula monomia di calcolo della pioggia di interesse:

$$X_T = K_T * X$$

I valori di  $K_T$ , per le diverse durate e diversi periodi di ritorno  $T$ , nel bacino del Sele, desunti dall'analisi di I e II livello di regionalizzazione della TCEV, sono riportati nella seguente tabella:

Durata (h)	1	3	6	12	24
T (anni)	$K_T$				
2	0.891	0.893	0.896	0.902	0.914
5	1.216	1.215	1.213	1.210	1.206
10	1.490	1.485	1.476	1.461	1.436
20	1.833	1.820	1.800	1.764	1.703
50	2.405	2.379	2.339	2.265	2.137
100	2.879	2.844	2.790	2.690	2.510
200	3.361	3.317	3.252	3.127	2.901
500	4.000	3.946	3.864	3.709	3.426
1000	4.484	4.421	4.327	4.149	3.824

Tabella 2

X rappresenta, invece, la media dei dati campionari qualora disponibili. I valori di

Stazione	Quota (m s.l.m.)	N	firn (mm)	$\mu[h(3)]$ (mm)	$\mu[h(6)]$ (mm)	$\mu[h(n)]$ (mm)	$4h(24)]$ (mm)
Auletta	204	14	24,21	36,39	44,79	53,41	63,53
Bellosguardo	693	10	22,04	34,04	45,74	55,64	66,04
Castelluccio Cosentino	428	24	25,40	37,60	47,57	59,79	73,74
Sala Consilina	611	36	19,38	29,21	35,12	44,88	55,15
Vietri di Potenza	682	10	21,52	30,22	37,14	42,74	48,40

Tabella 3

X desunti dall'analisi di III livello di regionalizzazione della TCEV nei pluviometri ricadenti nel *bacino del Tanagro* sono riportati nella seguente tabella: Tanagro sono riportati nella seguente tabella:

Pertanto, le massime altezze di pioggia e le massime intensità di pioggia per eventi meteorici della durata di 12 ore riferite a un tempo di ritorno pari a 5 anni, con riferimento alle stazioni pluviometriche di riferimento sono:

Stazione	$h_{12h}$ "T= 5 anni (mm)
Auletta	64,63
Bellosguardo	67,32
Castelluccio Cosentino	71,75
Sala Consilina	54,30
Vietri di Potenza	51,72

*Tabella 4*

*Dal confronto delle **tabelle 1 e 4** si desume che le piogge del 10 e 11 febbraio 2011 non hanno avuto carattere di eccezionalità, in quanto, in corrispondenza dei pluviometri, sono risultate inferiori a quelle stimate per un tempo di ritorno inferiore ai 5 anni.*

**CAPITOLO 6****6.1.- PIANO STRALCIO DELL'AUTORITÀ DI BACINO – PERICOLOSITÀ E RISCHIO DA FRANA.**

L'Autorità di Bacino Interregionale Sele ha redatto, ai sensi della L. 183/89 a seguito della L.R. 9/93 i piani di bacino stralcio sul rischio idrogeologico nel rispetto del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180.

Il D.L. 180/98, meglio conosciuto come Decreto Sarno, nasce come strumento straordinario per l'accelerazione delle procedure necessarie alla formazione dei piani di bacino con specifico riferimento alla individuazione delle aree a più elevato rischio sulle quali attivare da subito azioni e interventi tesi, da un lato, alla realizzazione delle opere necessarie, dall'altro alla sicurezza delle popolazioni e delle infrastrutture esposte attraverso un sistema di norme di salvaguardia, di piani straordinari di intervento, di piani di protezione civile.

Il sistema dei vincoli (norme di salvaguardia) necessario nella fase transitoria alla realizzazione di interventi di "messa in sicurezza", e in tal senso funzionale ad una seria politica di prevenzione, deve essere appunto un "sistema", deve in pratica rispondere a criteri certi in relazione alle motivazioni che lo determinano e ai processi attuabili per il loro possibile superamento.

La perimetrazione, i vincoli e di seguito i piani di protezione civile sono dunque strumenti eccezionali di governo del territorio. La previsione (o analisi) del rischio è la prima misura da attivare per una efficace azione di prevenzione.

Successivamente, con pubblicazione *sulla Gazzetta Ufficiale n. 287 dell'11-12-2001 Supplemento ordinario 262 l'Autorità di Bacino Interregionale del Sele ha pubblicato la rivisitazione del Piano Stralcio per la tutela del Rischio Idrogeologico.*

Il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Interregionale del fiume Sele, con Deliberazione n. 1 del 4 aprile 2011, ha adottato la rivisitazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) con le norme di attuazione ed il programma degli interventi. La deliberazione integrale e le norme di attuazione sono state pubblicate nel Bollettino Ufficiale Regionale della Basilicata n. 11 del 16 aprile 2011 e nel Bollettino Ufficiale Regionale della Campania n. 26 del 26 aprile 2011. La rivisitazione del P.A.I. entra in vigore dal giorno successivo

alla pubblicazione della Delibera di adozione del P.A.I. avvenuta nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana del 12 maggio 2011.

Infine, Il Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino Interregionale del fiume Sele, con Deliberazione *n°20 del 18 Settembre 2012*, ha adottato una nuova rivisitazione del Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.) con le norme di attuazione ed il programma degli interventi.

La deliberazione integrale e le norme di attuazione sono state pubblicate sulla G.U. della Repubblica Italiana il *22/10/2012*. La rivisitazione del P.A.I. è entrata in vigore dal giorno successivo alla pubblicazione della Delibera di adozione del P.A.I. avvenuta nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana. *In seguito, con Delibera di Comitato Istituzionale n. 31 del 21.06.2013 è stato approvato il testo revisionato della “Normativa di Attuazione relativa al bacino idrografico del Fiume Sele”, che modifica e sostituisce la vigente normativa di Piano di cui alla delibera di Comitato Istituzionale n. 20/2012.*

Si riportano qui di seguito le definizioni dei termini relativi alla pericolosità ed il rischio così come si trovano nel rapporto UNESCO di Varnes & IAEG (1984):

- a.- Pericolosità (P): probabilità che un fenomeno potenzialmente distruttivo si verifichi in un dato periodo di tempo ed in una data area.*
- b.- Elementi a Rischio (E): popolazione, proprietà, attività economiche, inclusi i servizi pubblici etc., a rischio in una data area.*
- c.- Vulnerabilità(V): grado di perdita prodotto su un certo elemento o gruppo di elementi esposti a rischio risultante dal verificarsi di un fenomeno naturale di una certa intensità.*
- d.- Rischio Specifico (Rs): grado di perdita atteso quale conseguenza di un particolare fenomeno naturale. Può essere espresso dal prodotto di H per V.*
- e.- Rischio totale (R): atteso numero di perdite umane, feriti, danni alla proprietà, interruzione di attività economiche, in conseguenza di un particolare fenomeno naturale; il rischio totale è pertanto espresso dal prodotto:*

$$R = P \times V \times E = R_s \times E$$

Le definizioni sopraesposte si ritrovano nelle linee guida per l'attuazione dei programmi di previsione e prevenzione del rischio idrogeologico edite dal GNDCI e dal Dipartimento della Protezione Civile nel 1995 .

---

## 6.2.- PERICOLOSITA' E RISCHIO FRANA .

Il PAI, nel recepire quanto previsto dal D.M. Lavori Pubblici 14 febbraio 1997 e dal D.P.C.M. 29.9.1998, regola l'uso del suolo nelle aree a rischio idrogeologico. Nella definizione della pericolosità e del rischio idraulico, il PAI recepisce le indicazioni della direttiva 2007/60.CF, relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi da alluvione.

Ai fini delle norme di attuazione, si intende per :

Pericolosità reale da frana: un'unità fisiografica o territoriale omogenea dove siano state accertate evidenze di franosità pregressa. La pericolosità reale è classificata in funzione della tipologia, dell'intensità e dell'attività in:

Pericolosità reale da frana (Pf1): suscettibilità moderata, per frane da bassa a media intensità e stato compreso tra attivo e inattivo;

Pericolosità reale da frana (Pf2): suscettibilità media, per frane da media ad alta intensità e stato compreso tra attivo e inattivo;

Pericolosità reale da frana (Pf3): suscettibilità elevata, per frane di alta intensità e stato compreso tra attivo e quiescente;

Unità Territoriali di Riferimento (UTR): ambiti spaziali globalmente omogenei per proprie intrinseche caratteristiche geologiche e geomorfologiche, derivati dall'intersezione dei "distretti litologici" e degli "ambiti morfologici"; sono da intendersi come entità territoriali omogenee, i primi per caratteri geostrutturali e stratigrafici; i secondi per caratteri morfogenetici e morfometrici (vedi al. M "metodologia applicativa per la definizione della pericolosità e del rischio da frana"). Le Unità Territoriali di Riferimento (UTR) consentono di individuare le classi di pericolosità potenziate da frana.

Pericolosità potenziale da frana: un'UTR il cui grado di propensione complessiva a franare è espressa in termini di innesco c/o transito e/o accumulo, sulla base di indicatori quali litologia, acclività, uso del suolo, ecc.. Poiché la propensione a franare non contempla la previsione dei tempi di ritorno di un evento franoso, la pericolosità è da intendersi come relativa, ovvero "suscettibilità". La pericolosità potenziale da frana si classifica in:

Pericolosità potenziale da frana (P utr1): moderata propensione all'innesco transito « invasione per frane paragonabili a quelli che caratterizzano attualmente la stessa Unità Territoriale di Riferimento;

Pericolosità potenziale da frana (P utr2): media propensione all'innesco - transito -invasione per frane paragonabili a quelli che caratterizzano attualmente la stessa

Unità Territoriale di Riferimento;

*Pericolosità potenziale da frana (P utr3)*: elevata propensione all'innescò - transito - invasione per frane paragonabili a quelli che caratterizzano attualmente la stessa Unità Territoriale di Riferimento;

*Pericolosità potenziale da frana (P utr4)*: molto elevata propensione all'innescò - transito - invasione per frane paragonabili a quelli che caratterizzano attualmente la stessa Unità Territoriale di Riferimento;

*Pericolosità potenziale da frana (P utr5)*: propensione all'innescò - transito - invasione per frane da approfondire attraverso uno studio geologico di dettaglio.

*Danno*: l'aliquota del valore dell'elemento a rischio che può essere compromessa in seguito al verificarsi di un dissesto di versante o di un evento alluvionale. Il danno viene rappresentato come prodotto del valore esposto per la vulnerabilità dell'elemento a rischio:

$$D = (E \times V).$$

Il danno, a seconda del valore, viene classificato in:

*D1 Danno moderato ;*

*D2 Danno medio;*

*D3 Danno elevato ;*

*D4 Danno altissimo.*

*Rischio reale da frana*: il danno atteso in aree per le quali siano state accertate evidenze di franosità pregressa.

Il rischio reale da frana è classificato in:

*Rischio reale da frana moderato (Rf1)*: rischio gravante su aree a pericolosità reale da frana Pf1, con esposizione a un danno moderato o medio;

*Rischio reale da frana medio (Rf2a)*: rischio gravante su aree a pericolosità reale da frana Pf2a, con esposizione a un danno moderato o medio, per aree soggette a deformazioni lente e diffuse.

*Rischio reale da frana medio (Rf2)*: rischio gravante su aree a pericolosità reale da frana Pf2, con esposizione a un danno moderato o medio, nonché su aree a pericolosità reale da frana Pf1, con esposizione a un danno elevato o altissimo.

*Rischio reale da frana elevato (Rf3a)*: rischio gravante su aree a pericolosità reale da frana Pf2a, con esposizione a un danno elevato o altissimo per aree soggette a deformazioni lente e diffuse.

*Rischio reale da frana elevato (Rf3)*: rischio gravante su aree a pericolosità reale da frana Pf3, con esposizione a un danno moderato o medio, nonché su aree a pericolosità reale da frana Pf2, con esposizione a un danno elevato o altissimo.

---

*Rischio reale da frana mollo elevato (Rf4)*: rischio gravante su aree a pericolosità reale da frana Pf3, con esposizione a un danno elevato o altissimo.

*Rischio potenziale da frana*: l'intersezione tra la pericolosità potenziale da frana ed il danno e rappresenta, pertanto, il danno atteso in aree per le quali sia stata accertata la propensione a franare. Il rischio potenziale da frana è classificato in:

*Rischio potenziale da frana moderato (Utr 1)*: rischio potenziale gravante su Unità territoriali di riferimento soggette a pericolosità potenziale Ptr\_2, con esposizione a un danno moderato, nonché su Unità territoriali di riferimento soggette a pericolosità potenziale Ptr\_1, con esposizione a un danno moderato o medio;

*Rischio potenziale da frana medio (Utr 2)*: rischio potenziale gravante su Unità territoriali di riferimento soggette a pericolosità potenziale Ptr\_4, con esposizione a un danno moderato, su Unità territoriali di riferimento soggette a pericolosità potenziate Ptr\_3, con esposizione a un danno moderato o medio, su Unità territoriali di riferimento soggette a pericolosità potenziale Ptr\_2, con esposizione a un danno medio o elevato ed infine su Unità territoriali di riferimento soggette a pericolosità potenziale Ptr\_1, con esposizione a un danno elevato o altissimo;

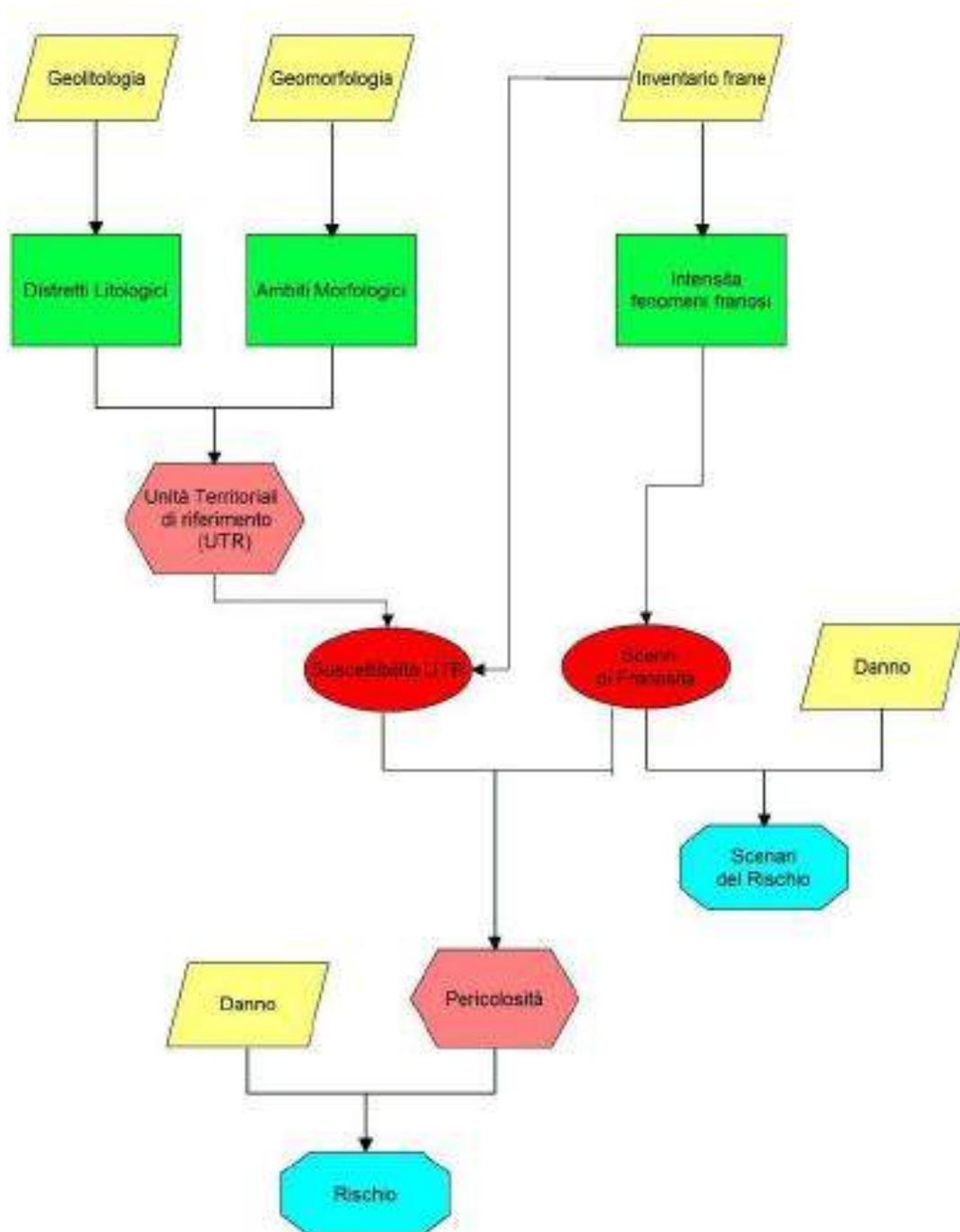
*Rischio potenziale da frana elevato (Utr 3)*: rischio potenziale gravante su Unità territoriali di riferimento soggette a pericolosità potenziale Ptr\_4, con esposizione a un danno medio, su Unità territoriali di riferimento soggette a pericolosità potenziale Ptr\_3, con esposizione a un danno elevato, infine su Unità territoriali di riferimento soggette a pericolosità potenziale Ptr\_2, con esposizione a un danno altissimo;

*Rischio potenziale da frana molto elevato (Utr 4)*: Rischio potenziale gravante su Unità territoriali di riferimento soggette a pericolosità potenziale Ptr\_4, con esposizione a un danno elevato o altissimo, nonché su Unità territoriali di riferimento soggette a pericolosità potenziale Ptr\_3, con esposizione a un danno altissimo;

*Rischio potenziale da frana (Utr 5)*: Rischio potenziale gravante sulle Unità Territoriali di Riferimento soggette a pericolosità potenziale Ptr\_5 da approfondire attraverso uno studio geologico di dettaglio.

6.2.- DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' E RISCHIO DA FRANA .

La seguente mappa concettuale definisce, in sintesi, il rischio da frana :



---

Il piano, ha individuare una metodologia "unificante", con lo scopo di consentire di trattare contestualmente sia la franosità delle formazioni lapidee sia quelle strutturalmente complesse, ovvero dei due "scenari di franosità" significativi su area vasta.

Per la elaborazione della cartografia geotematica di base bisogna redigere le seguenti carte :

*a.- geolitologica ;*

*b.- geomorfologica*

*c.- inventario delle frane.*

Dalla valutazione delle unità identificate nella carta geolitologica si definiscono i Distretti litologici; mentre dall'analisi della carta geomorfologica si sono individuati gli ambiti morfologici; dalla sovrapposizione dei Distretti litologici e degli Ambiti Morfologici si ottengono le Unità Territoriali di Riferimento (UTR).

Le informazioni contenute nella carta inventario delle frane si utilizzano invece per allestire la Carta delle Intensità dei Fenomeni Franosi, in cui ciascuna tipologia di frana è riclassificata, indipendentemente.

### 6.3.- TIPOLOGIE DI FRANE .

Le frane sono state riclassificate in funzione della velocità di movimento dei corpi secondo il seguente schema :

<p style="text-align: center;"><b>Frane ad Intensità ALTA</b> (velocità massima attesa da rapida a estremamente rapida)</p> <p style="text-align: center;"><b>Frane ad Intensità MEDIA</b> (velocità massima attesa da lenta a moderata)</p> <p style="text-align: center;"><b>Frane ad Intensità BASSA</b> (velocità massima attesa da estremamente lenta a molto lenta)</p>
---

Le tre classi d'intensità sono state quindi associate alle tipologie di frana presenti sul territorio d'interesse:

<p style="text-align: center;"><b>intensità ALTA</b> ( crolli / ribaltamenti; colamenti rapidi; frane complesse caratterizzate da velocità da rapida ad estremamente rapida sprofondamenti; aree soggette a sprofondamenti, aree soggette a crolli ribaltamenti diffusi)</p> <p style="text-align: center;"><b>intensità MEDIA</b> (colamenti lenti; scivolamenti rotazionali/traslativi; frane complesse caratterizzate da velocità da lenta a moderata; aree interessate da deformazioni lente diffuse)</p> <p style="text-align: center;"><b>intensità BASSA</b> (deformazioni gravitatre profonde di versante; espansioni)</p>
--

La pericolosità da frana, così come riportato nelle norme di rivisitazione del PAI dell'Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Sele, è riferita rispettivamente alle frane censite ed alle UTR riconosciute. Si deve precisare al riguardo che, risultando impossibile ricostruire, per tempi sufficientemente lunghi, la franosità storica del territorio in esame, e non essendo pertanto possibile una previsione temporale dell'evento, la "pericolosità" da frana è da intendersi in senso relativo; con l'espressione "pericolosità relativa" o "suscettibilità" si intende, come noto (Hartlén & Viberg, 1988; Canuti & Casagli 1996) la previsione spaziale, tipologica, dell'intensità e dell'evoluzione di un fenomeno franoso. Tale opzione è peraltro in perfetta sintonia con quanto sinora elaborato in ambito internazionale (Glade et al., 2005) e, soprattutto, sul territorio nazionale, come ben dimostrano le esperienze condotte dalle varie Autorità di Bacino in occasione della redazione dei propri Piani Stralcio.

La Carta degli Scenari di Franosità individua la suscettibilità "reale" delle frane, che si ottiene mediante l'intersezione tra gli attributi di tipologia, intensità ed attività assegnati a ciascuna frana, come riportato nella tabella seguente:

Scenari di franosità			
	I1	I2	I3
Inattivo	Pf1	Pf1	Pf2
Quiescente	Pf1	Pf2	Pf3
Attivo	Pf1	Pf2	Pf3

*Matrice della Suscettibilità delle frane (Pf) in funzione dell'intensità (I1,I2,I3) e dello stato di attività*

*Il significato delle classi di suscettibilità delle frane è riconducibile alle seguenti definizioni:*

*Pf1 = suscettibilità moderata, per frane da bassa a media intensità e stato da attivo ad inattivo;*

*Pf2 = suscettibilità media, per frane da bassa ad alta intensità e stato da attivo ad inattivo;*

*Pf3 = suscettibilità elevata, per frane di alta intensità e stato da attivo a quiescente.*

Dall'intersezione tra la Carta degli Scenari di Franosità e la Carta del Danno si ottiene la Carta degli Scenari del Rischio, che fornisce una prima indicazione sulle situazioni in cui sussiste una minaccia "reale" ad infrastrutture e/o insediamenti, derivante dall'effettiva presenza di frane.

Scenari del Rischio			
	Pf1	Pf2	Pf3
D1	Rf1	Rf2	Rf3
D2	Rf1	Rf2	Rf3
D3	Rf2	Rf3	Rf4
D4	Rf2	Rf3	Rf4

*Matrice degli Scenari del Rischio, definiti in funzione della suscettibilità da frana Pf1, Pf2, Pf3 e del danno D1, D2, D3, D4*

Si passa quindi all'elaborazione della Suscettibilità delle UTR, con cui si definisce la propensione all'Instabilità delle UTR, assegnando alle UTR stesse gli attributi di intensità e di stato di attività in funzione della distribuzione areale (densità) delle singole tipologie di frane ricadenti in ciascuna UTR.

Poiché le UTR possono essere interessate da diverse tipologie di frana, sono state caratterizzate, in termini di propensione a frana, definendo un indice di franosità.

Si perviene a tale indice intersecando le aree delle singole UTR con le aree delle frane censite, ottenendo in tal modo un indice di franosità calcolato dividendo l'area delle frane di uguale tipologia all'interno della singola UTR per l'area delle singole UTR.

Gli indici così ottenuti sono quindi classificati per ottenere la pericolosità delle UTR per singola tipologia di frana; a tal fine, per ottenere una distribuzione in 4 classi, si utilizza il metodo statistico della distribuzione standardizzata, che prevede i seguenti passaggi:

- 1. Calcolo del logaritmo naturale per ciascun indice (LN\_IND);*
- 2. Calcolo della media e della deviazione standard dei valori del passo 1 (M\_LN\_IND e DS\_LN\_IND);*
- 3. Standardizzazione dell'Indice secondo la formula  $STD = (LN\_IND - M\_LN\_IND) / (DS\_LN\_IND)$ ;*

4. *Classificazione dei valori standardizzati secondo 4 classi per i casi seguenti:*

$SeSTD < -l$	classe 1 moderato
$SeSTD \geq -l < 0$	classe 2 medio
$SeSTD \geq 0 < l$	classe 3 elevato
$SeSTO \geq l$	classe 4 moto elevato

Il metodo di classificazione degli indici di franosità su esposto è applicato alle singole aree componenti le UTR; pertanto la classe di franosità per tipologia di frana di tali aree componenti può variare fra 1 e 4 in funzione degli indici di franosità.

Poiché le UTR possono contenere diverse tipologie di frana a differente intensità e con diverso stato di attività, al fine di pervenire all'individuazione di uno scenario unico di pericolosità per ciascuna UTR, si procede con il calcolo di un indice di franosità complessivo, sommando i singoli indici di franosità, ciascuno dei quali è moltiplicato per un peso in funzione della propria intensità:

1.00 = intensità alta  
0.75 = intensità media  
0.50 = intensità bassa

Per la valutazione dell'indice dello stato di attività di ciascuna UTR, si esegue la somma di tutti gli indici di franosità delle frane ad uguale stato di attività e si assegna come stato di attività dell'UTR il massimo. La valutazione della suscettibilità complessiva delle UTR è il risultato della combinazione delle classi di franosità complessiva con le classi di stato di attività.

		Franosità complessiva			
		1	2	3	4
Stato di attività	1	Putr1	Putr1	Putr2	Putr2
	2	Putr1	Putr2	Putr2	Putr3
	3	Putr2	Putr2	Putr3	Putr4
	4	Putr2	Putr3	Putr4	Putr4

*Matrice della Suscettibilità da frana delle UTR*

Il significato delle classi di suscettibilità da frana delle UTR è riconducibile alle seguenti definizioni:

@ *P\_utr1*: UTR con moderata propensione all'innescamento-transito-invasione per frane paragonabili a quelle che caratterizzano attualmente la stessa UTR.

@ *P\_utr2*: UTR con media propensione all'innescamento-transito-invasione per frane paragonabili a quelle che caratterizzano attualmente la stessa UTR.

@ *P\_utr3*: UTR con elevata propensione all'innescamento-transito-invasione per frane paragonabili a quelle che caratterizzano attualmente la stessa UTR.

@ *P\_utr4*: UTR con molto elevata propensione all'innescamento-transito-invasione per frane paragonabili a quelle che caratterizzano attualmente la stessa UTR.

Mediante sovrapposizione della Carta degli Scenari di Franosità con la suscettibilità da frana delle UTR si perviene alla Carta della Pericolosità. Tale elaborato costituisce pertanto un documento di sintesi che propone la rappresentazione globale della suscettibilità da frana, contemplando la valutazione sia della propensione a franare delle UTR che del pericolo incombente su insediamenti ed infrastrutture in virtù dell'effettiva presenza delle frane.

Si ribadisce al riguardo quanto già affermato in precedenza, ovvero che trattasi di pericolosità "relativa" o suscettibilità, non essendo stato possibile valutare un "tempo di ritorno" dei fenomeni franosi. Infine, dall'intersezione tra la Carta della Pericolosità e la Carta del Danno, si ottiene la Carta del Rischio, contraddistinta da una legenda articolata su una duplice sequenza di livelli di rischio :

@ la prima (*Rf1, Rf2, Rf3, Rf4*) è relativa al rischio "reale" connesso all'effettiva presenza dei fenomeni franosi;

@ la seconda (*RUTR1, RUTR2, RUTR3, RUTR4*) individua un rischio "potenziale", a sua volta definito dalla propensione a franare delle varie UTR.

Scenari del Rischio			
	Pf1	Pf2	Pf3
D1	Rf1	Rf2	Rf3
D2	Rf1	Rf2	Rf3
D3	Rf2	Rf3	Rf4
D4	Rf2	Rf3	Rf4

*n.1*

Rischio da frana UTR				
	Putr1	Putr2	Putr3	Putr4
D1	Rutr1	Rutr1	Rutr2	Rutr2
D2	Rutr1	Rutr2	Rutr2	Rutr3
D3	Rutr2	Rutr2	Rutr3	Rutr4
D4	Rutr2	Rutr3	Rutr4	Rutr4

**n.2**

*Matrici del Rischio da Frana connesso alla presenza di fenomeni franosi (n. 1) ed alla propensione a frana delle UTR (n. 2).*

Alle 8 classi di rischio riportate nelle matrici di cui alla Tabella (n.1-n.2), viene aggiunta un'altra classe di pericolosità "potenziale" ed una di rischio "potenziale", rispettivamente denominate Putr5 e Rutr5 e caratterizzate dalla seguente definizione:

*Aree per le quali il livello di pericolosità e rischio sarà definito a seguito di uno studio di compatibilità geologica di dettaglio, secondo la procedura adottata per la redazione del presente Piano Stralcio.*

*Si precisa al riguardo che dette classi si riferiscono ad areali non rientranti nell'esecuzione del progetto di rivisitazione.*

*Vengono allegate alla presente relazione le carte tematiche del vigente PSAI.*

---

#### 6.4.- ANALISI GEOMORFOLOGIA DEL TERRITORIO IN ESAME.

Una approfondita conoscenza delle forme del paesaggio, dei depositi ad essi correlati e dei processi superficiali generati dai vari agenti naturali, è di notevole importanza per poter comprendere come si sia modellato il paesaggio fisico attuale.

Pertanto, uno studio dei caratteri geomorfologici puntuale risulta molto significativo ai fini dell'analisi della pericolosità connessa, con i diversi agenti, processi morfogenetici e probabilità che eventi minori o catastrofici si verificino in un futuro prossimo.

Si tratta, dunque, di un lavoro significativo nelle varie fasi della pianificazione territoriale e nello studio delle principali pericolosità geomorfologiche (erosione del suolo, dinamiche fluviali, processi gravitativi, erosione costiera, pericolosità sismica, pericolosità vulcanica, ecc.) e dei rischi ad esse associati. La conoscenza delle forme, dei depositi e dei processi ed il loro inserimento in una prospettiva dinamica degli eventi permette inoltre di fornire un contributo fondamentale ai fini della prevenzione del rischio.

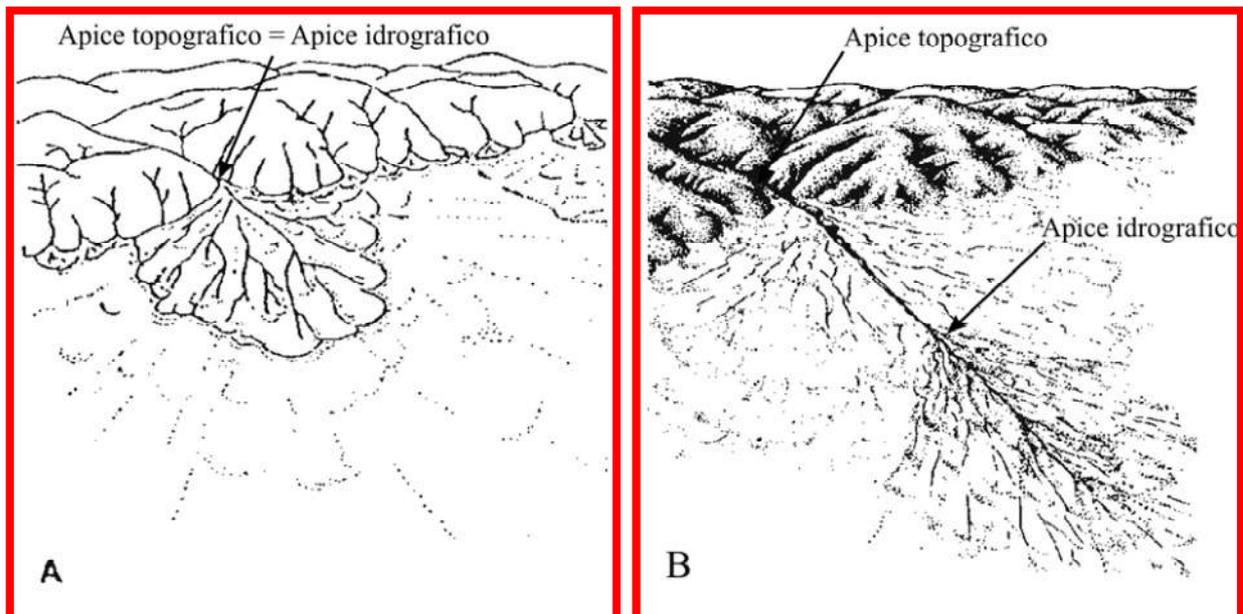
Lungo la fascia pedemontana del territorio di Sala Consilina è presente un'ampia fascia pedemontana, che fa da raccordo tra i M.ti della Maddalena ed il fondovalle; essa è costituita da diversi sistemi di conoidi alluvionale coalescenti, all'interno delle quali sono state riconosciute diverse generazioni di corpi sedimentari (SANTANGELO, 1991). Le più antiche sono attribuite al Pleistocene medio – superiore e sono ormai inattive mentre quelle recenti (Pleistocene superiore - Olocene) costituiscono il raccordo con l'attuale fondovalle.

Una valutazione della pericolosità alluvionale delle conoidi di Sala Consilina e del Vallo di Diano, in precedenza descritte (*Nicoletta Santangelo<sup>1</sup>, Antonio Santo<sup>2</sup>, Paola Isabella Faillace*), ha evidenziato che le conoidi di prima generazione, più antiche, affiorano solo in alcuni settori (a sud dell'abitato di Padula, in corrispondenza del M.te Tempone, ed a sud di M.te Serra Petrizzo) a quote comprese tra 520 e 650 m s.l.m. *Esse risultano inattive, profondamente reincise da alcuni corsi d'acqua in quanto sono state fagliate e sollevate per l'intensa attività tettonica registrata durante il tardo quaternario dalla faglia bordiera dei M.ti della Maddalena.* In particolare tale attività è

testimoniata dalla presenza di scarpate di faglia che *tagliano le conoidi nei pressi di Sala Consilina* e dalla dislocazione di depositi lacustri ascritti al Pleistocene medio, nei pressi di Atena Lucana (*SANTANGELO, 1991; ASCIONE et al., 1992*). Per tale motivo i depositi di questi antichi conoidi, ormai sospesi, sono conservati soltanto nella loro porzione apicale e sono costituiti da conglomerati ben cementati a clasti carbonatici, spesso ricoperti da suoli argilloso - sabbiosi fortemente arrossati.

Le conoidi di seconda generazione sono, al contrario, rappresentate da ampi *"ventagli"*, di estensione molto diversa in funzione dei loro bacini alimentatori e nel complesso con un gradiente di pendio medio basso. Risultano costituite da ghiaie e conglomerati poco cementati a clasti carbonatici che contengono locali lenti di sabbie ed argille di colore marrone - rossastro.

Dal punto di vista morfologico questi apparati multipli sono sia del tipo *"sovrapposto"* che del tipo *"incastrato"* (*sensu BULL, 1968*): nel primo caso l'apice topografico e l'apice idrografico coincidono e i corpi deposizionali più recenti ed ancora attivi sono localizzati in zona apicale. Nel secondo caso l'apice topografico e l'apice idrografico non coincidono e la conoide attiva è localizzata in zona distale rispetto al fronte montuoso.



**Conoidi alluvionali sovrapposte (a) ed incastrate (b) con ubicazione dell'apice topografico e dell'apice idrografico (da BULL, 1968 modificato).**

---

Lo studio redatto (*Nicoletta Santangelo*<sup>1</sup>, *Antonio Santo*<sup>2</sup>, *Paola Isabella Faillace*), attraverso un attento esame dell'andamento delle curve di livello sulle carte topografiche C.T.R. in scala 1:10.000 della Comunità Montana del Vallo di Diano (1991), e una analisi fotointerpretativa, ha rilevato **27 conoidi attive**; per ognuna di esse sono stati individuati l'apice idrografico ed eventuali lobi di deposizione relitti (lavoro eseguito con il supporto del software *GIS Arc View*- il *software* ha inoltre consentito il calcolo dei principali parametri morfometrici delle conoidi e dei loro relativi bacini di alimentazione).

Per individuare la tipologia di trasporto prevalente si è utilizzato un metodo indiretto di tipo morfometrico, basato sulle relazioni esistenti tra la pendenza della conoide (*ic*) ed un indice adimensionale (indice di Melton, *Mel*) indicante la rugosità del bacino. Si è utilizzato questo criterio morfometrico in quanto in campagna, purtroppo, le esposizioni di sezioni stratigrafiche naturali sono rare.

La definizione del tipo di trasporto prevalente (*stream flow*, misto, *debris flow*) risulta utile in quanto consente di avere delle informazioni sull'intensità relativa degli eventi alluvionali. In questo modo possono essere individuate le conoidi a prevalente trasporto da *debris flow* che rappresentano le aree potenzialmente soggette ad eventi alluvionali più intensi.

I primi studi mirati a definire i rapporti tra la forma delle conoidi alluvionali e quella dei loro bacini di alimentazione si devono a MELTON (1965) che constatò che la pendenza di una conoide non dipende esclusivamente dalla variazione della granulometria del materiale lungo la superficie di una conoide come sostenuto da ECKIS (1928) e BLISSENBACH (1954), ma che invece essa è strettamente legata all'area e all'energia di rilievo del suo bacino di alimentazione.

Per definire lo stato di pericolosità rispetto ai processi alluvionali della zona in studio è stato seguito e parzialmente modificato il metodo proposto recentemente dall'Autorità di bacino del Po per la valutazione della pericolosità sulle conoidi alluvionali, riportato in SANNA (2003) Esso prevede la valutazione di una serie di parametri, indicativi delle caratteristiche fisiografiche del bacino imbrifero, della quantità del materiale trasportato, dell'energia di trasporto, della ricorrenza dell'evento e della presenza e funzionalità di eventuali opere di sistemazione.

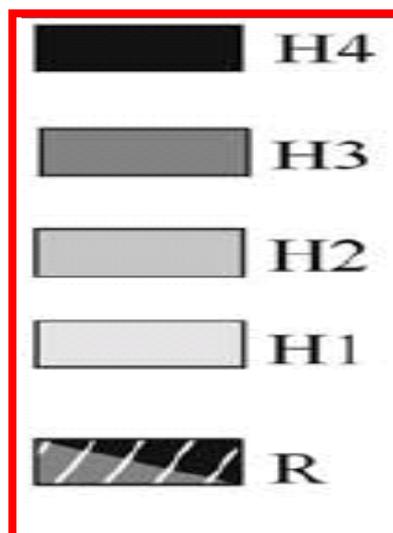
La Figura di seguito inserita riportata la sintesi di tutti questi passaggi. Come si può osservare, su 27 conoidi alcune hanno un grado di pericolosità basso o moderato dovuto anche ai recenti lavori di sistemazione idraulica di alcuni corsi d'acqua (n° 8-25-26 in H1 e n° 3-5-7-9-10-11-13-14-24 in H2). Molte altre invece (più della metà) presentano pericolosità alta (n° 2-4-6-12- 19-20-21-22-23-27 in H3) e cinque molto alta (n° 1-15- 16-17-18-19 in H4).

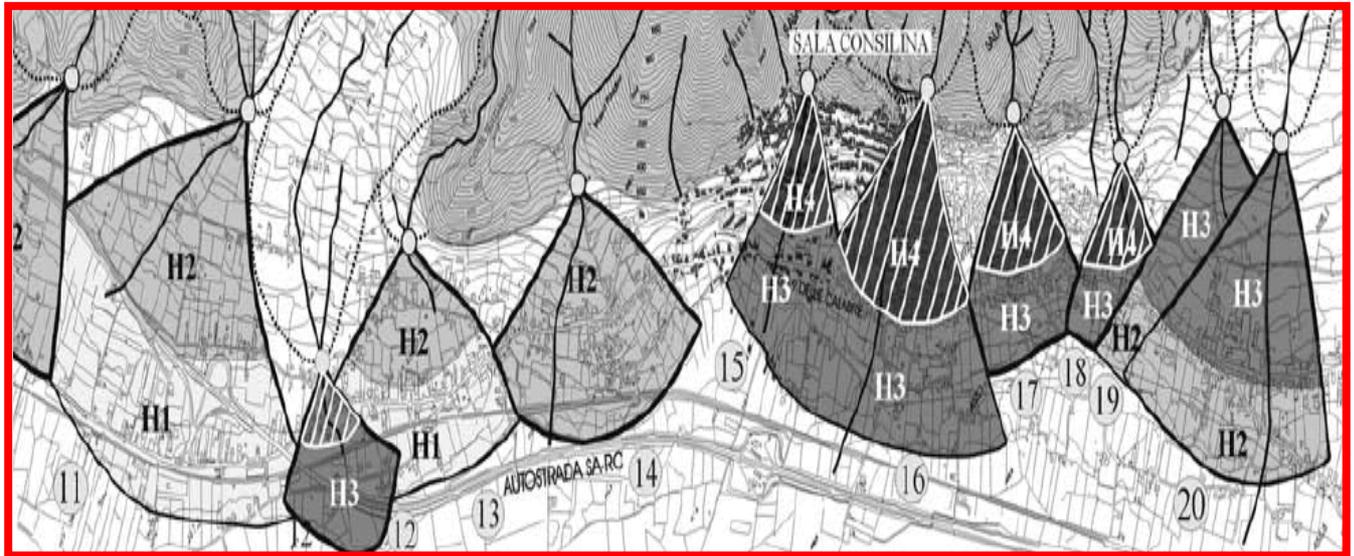
Il metodo applicato sembra rispondere abbastanza bene all'esigenza di valutare la pericolosità relativa tra le conoidi esaminate e per definire quindi le zone a maggior rischio e pianificare la selezione degli apparati su cui eseguire studi più dettagliati, finalizzati alla progettazione di eventuali interventi di sistemazione. Rimane il fatto però che questo metodo non consente di effettuare l'individuazione di zone a diverso grado di pericolosità all'interno di una singola conoide.

Ciò può essere trascurato quando le conoidi in oggetto sono di limitate dimensioni, ma può diventare un problema significativo, anche in termini amministrativi e di pianificazione, quando si ha a che fare con apparati grandi su cui insistono centri abitati o importanti infrastrutture.

#### f) Valutazione della pericolosità effettiva

PERICOLOSITA' OPERE	P1	P2	P3	P4
Migliorative (M)	H1	H1	H1	H2
Parzialmente migliorative (PM)	H1	H2	H3	H4
Inefficaci o assenti (A)	H2	H3	H4	H5





*Carta della pericolosità delle conoidi del Vallo di Diano. H1-H2-H3-H4 = livelli di pericolosità (bassa, moderata, alta, molto alta); R = settori a rischio molto elevato.*

*Sintesi dei risultati relativi alla pericolosità per le 27 conoidi attive del Vallo di Diano.*

*Le Conoidi che interessano la fascia pedemontana del territorio i Sala Consilina:  
n. 11 – n. 12 – n.13 - n. 14 – n. 15 – n.16 - n. 17 – n. 18 – n.19 – n. 20*

conoidi	Massa solida	Tipologia del processo	Massa critica	Intensità intrinseca	Pericolosità opere	Pericolosità	Pericolosità
1	M2	T3	MC2	I2	P3	H4	molto alta
2	M2	T3	MC1	I1	P2	H3	alta
3	M2	T3	MC2	I1	P2	H2	moderata
4	M1	T2	MC1	I1	P2	H3	alta
5	M3	T2	MC1	I1	P2	H2	moderata
6	M1	T2	MC2	I2	P3	H3	alta
7	M1	T2	MC2	I1	P2	H2	moderata
8	M3	T2	MC2	I1	P2	H1	bassa
9	M3	T3	MC2	I1	P2	H2	moderata
10	M2	T3	MC1	I1	P2	H2	moderata
11	M3	T3	MC1	I1	P2	H2	moderata
12	M2	T3	MC1	I1	P2	H3	alta
13	M2	T3	MC1	I1	P2	H2	moderata
14	M3	T3	MC1	I1	P2	H2	moderata
15	M3	T3	MC2	I2	P3	H4	molto alta
16	M2	T3	MC2	I2	P3	H4	molto alta
17	M3	T3	MC2	I2	P3	H4	molto alta
18	M2	T3	MC2	I2	P3	H4	molto alta
19	M3	T3	MC1	I1	P2	H3	alta
20	M2	T3	MC2	I1	P2	H3	alta
21	M3	T3	MC1	I1	P2	H3	alta
22	M3	T3	MC1	I1	P2	H3	alta
23	M3	T3	MC1	I1	P2	H3	alta
24	M2	T3	MC2	I1	P2	H2	moderata
25	M3	T2	MC2	I1	P2	H1	bassa
26	M3	T3	MC2	I1	P2	H1	bassa
27	M3	T3	MC2	I1	P2	H3	alta

*Come si può osservare, su 27 conoidi alcune hanno un grado di pericolosità basso o moderato dovuto anche ai recenti lavori di sistemazione idraulica di alcuni corsi d'acqua (n° 8-25-26 in H1 e n° 3-5-7-9-10-11-13-14-24 in H2). Molte altre invece (più della metà) presentano pericolosità alta (n° 2-4-6-12- 19-20-21-22-23-27 in H3) e cinque molto alta (n° 1-15-16-17-18-19 in H4).*

Il metodo applicato sembra rispondere abbastanza bene all'esigenza di valutare la pericolosità relativa tra le conoidi esaminate e per definire quindi le zone a maggior rischio e pianificare la selezione degli apparati su cui eseguire studi più dettagliati, finalizzati alla progettazione di eventuali interventi di sistemazione.

Rimane il fatto però che questo metodo non consente di effettuare l'individuazione di zone a diverso grado di pericolosità all'interno di una singola

conoide. Ciò può essere trascurato quando le conoidi in oggetto sono di limitate dimensioni, ma può diventare un problema significativo, anche in termini amministrativi e di pianificazione, quando si ha a che fare con apparati grandi su cui insistono centri abitati o importanti infrastrutture.

Per questo motivo sono stati ricercati altri parametri che consentissero di fare delle differenziazioni del grado di pericolosità all'interno di ogni singola conoide. Sono stati allora considerati i profili topografici longitudinali delle conoidi studiate costruiti considerando la direzione della bisettrice del cono stesso.

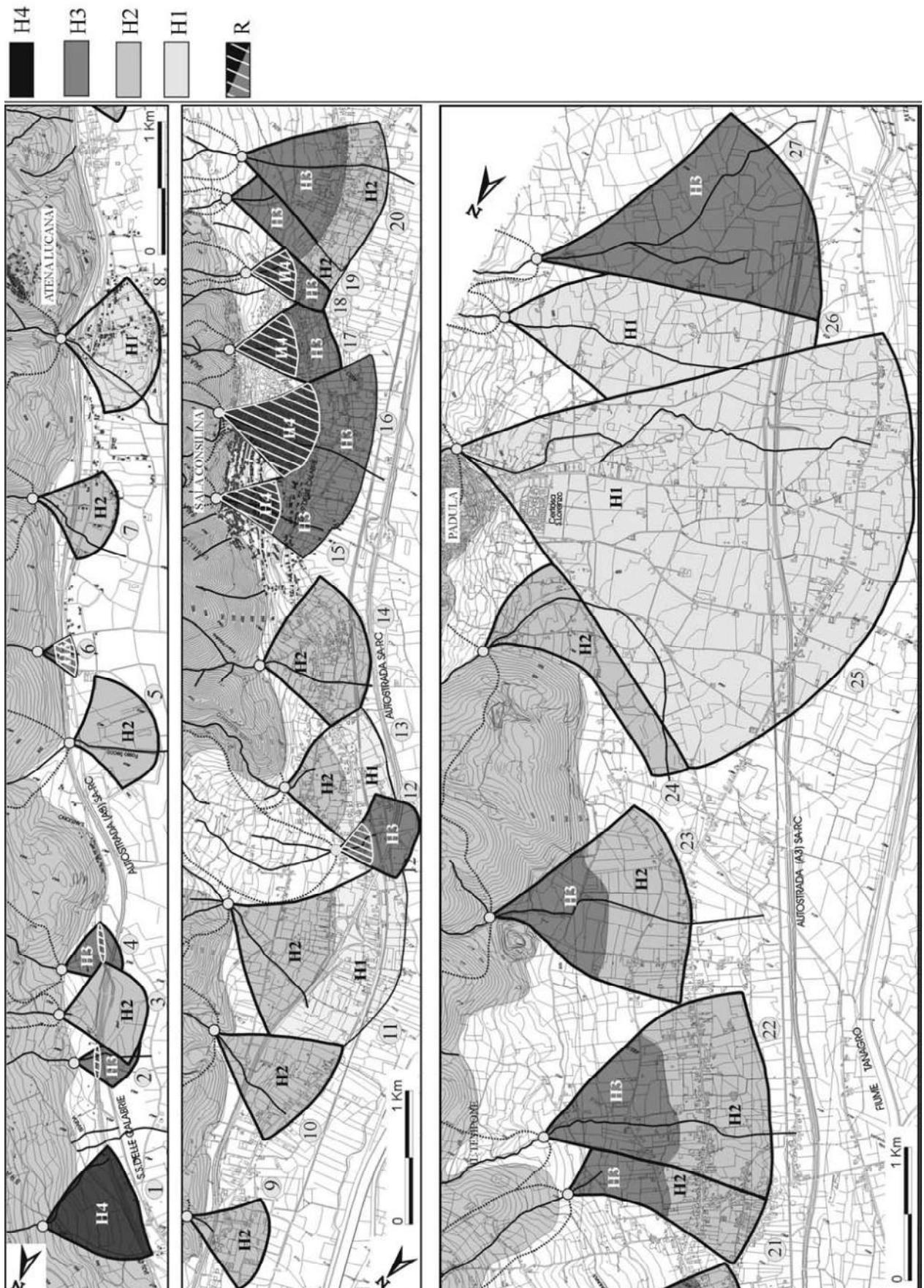
E' stato osservato che 15 conoidi su 27 presentano almeno una significativa rottura di pendenza che consente di individuare un settore apicale, più acclive, ed un settore distale caratterizzato da pendenze più blande.

Considerando che gli eventuali processi di trasporto solido più intensi (maggiore granulometria dei clasti) hanno minore probabilità di verificarsi nelle porzioni più distali delle conoidi, si è ritenuto opportuno ritoccare la classe di pericolosità precedentemente definita, utilizzando come elemento discriminante tra zone apicali e zone distali, la rottura di pendenza più significativa presente sulle conoidi in studio.

*In questo modo le parti distali dei conoidi n.° 15- 16-17-18 sono state declassate da una pericolosità H4 ad una H3 e quelle delle conoidi n.° 19-20-21-22-23 da H3 a H2.* . La pendenza delle conoidi è stata calcolata come rapporto tra il dislivello e la distanza lineare; poiché essa non si mantiene costante lungo tutte le direttrici del cono, si è preferito calcolare diverse pendenze lungo due o più raggi del cono e ricavare la media dei valori ottenuti.

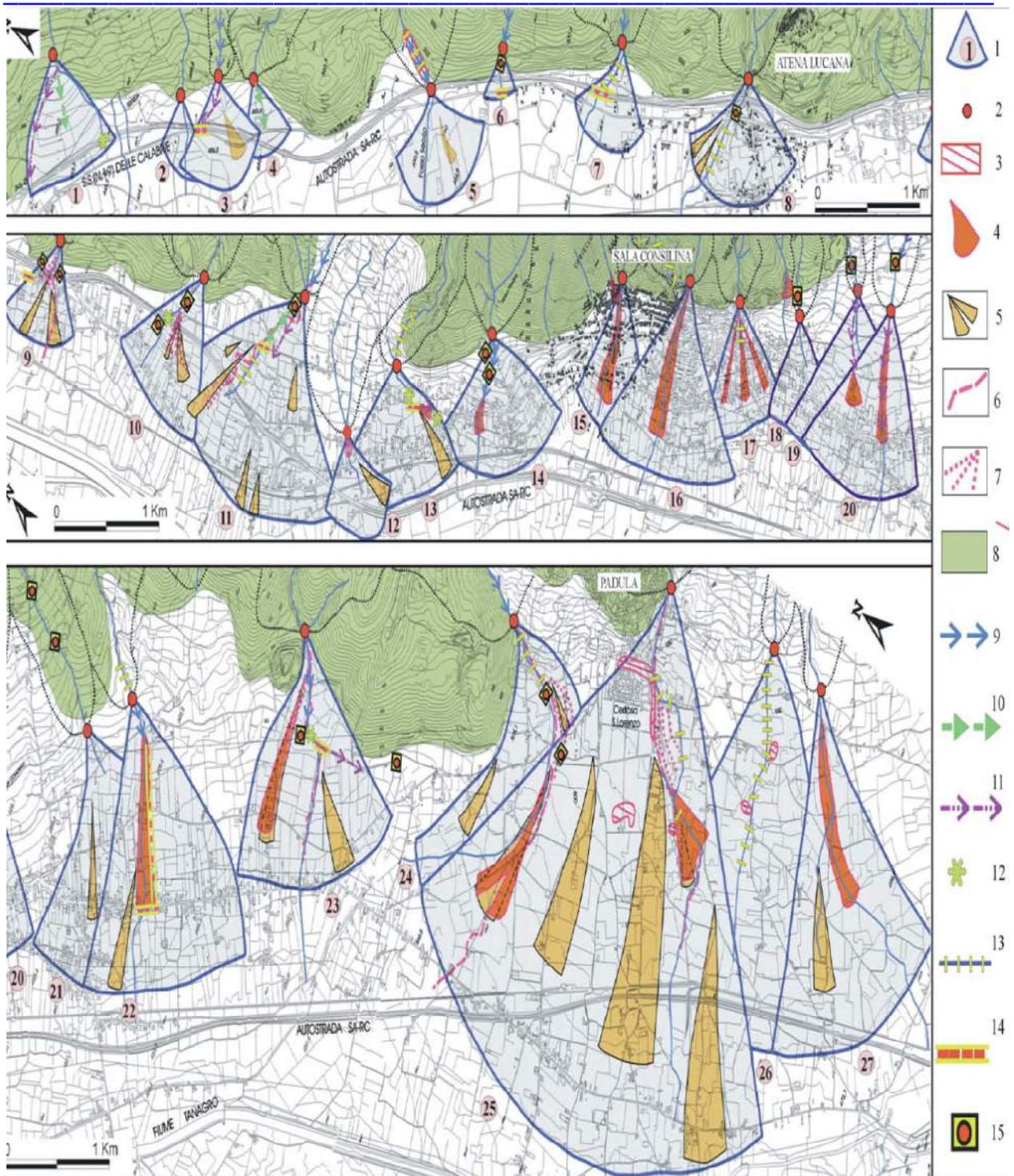
Per quanto riguarda le conoidi n° 8-25-26, nonostante esse siano state storicamente più volte interessate da eventi alluvionali, il basso grado di pericolosità ottenuto si spiega considerando le numerose opere idrauliche realizzate in alveo nell'ultimo decennio. *Sono state tuttavia indicate come zone a maggior livello di rischio i settori apicali delle conoidi n° 15-16-17-18 che interagiscono con il centro abitato di Sala Consilina ed i punti critici in cui possibili esondazioni potrebbero raggiungere la rete autostradale (conoide n° 3-6-7-9).*

Rimangono tuttavia numerosi altri settori ove conoidi a pericolosità H2 e H3 interagiscono con centri abitati, case sparse e strade provinciali e comunali.



Dott. Geol. Petrocelli Antonio  
Geologia applicata all'Ingegneria  
e all'Ambiente

Via Mezzacapo 85/A - 84036 Sala Consilina (SA)  
Tel. 0975-22645-Cell. 347-5377184/339-1718102



*Carta geomorfologica delle conoidi del Vallo di Diano. 1) conoide attiva e suo numero di riferimento; 2) apice idrografico; 3) area con evidenza di aggradazione in epoca storica; 4) lobi deposizionali attivi; 5) lobi di deposizione relitti; 6) tracciato del corso d'acqua desunto dalla cartografia del 1908; 7) aree di deposizione attiva nel 1908; 8) substrato calcareo; 9) alveo incassato; 10) probabile linea di deflusso in caso di esondazione; 11) alveo strada su conoide; 12) brusca deviazione di alveo naturale e/o artificiale; 13) alveo con sistemazione trasversale e/o laterale; 14) tratto di strada o autostrada potenzialmente esondabile; 15) punto critico per ridotta sezione dell'alveo.*

---

Le condizioni di rischio rilevate dal lavoro sopra illustrato, andrebbero verificate a scala di maggiore dettaglio (almeno 1:2000) con studi stratigrafici, geomorfologici ed idraulici che tengano conto soprattutto delle variazioni topografiche e morfologiche della conoide e, nei centri abitati, delle interazioni tra eventuali flussi idrici e assetto urbanistico locale, come ad esempio la presenza di alvei strada o di grandi strutture che possono modificare notevolmente la direzione di canalizzazione dei fenomeni di trasporto solido.

**CAPITOLO 7****7.1.- CRITICITA' GEOLOGICHE – GEOMORFOLOGICHE – IDROGEOLOGICHE E SISMICHE DEL TERRITORIO COMUNALE.**

Le analisi sviluppate attraverso il seguente studio preliminare, risultano di primaria importanza al fine di valutare la stabilità del territorio. La particolare configurazione geo-morfologica del territorio e la forte Sismicità dell'area, ha sicuramente influito sul verificarsi dei tematismi relativi alla stabilità.

In particolare il territorio comunale è interessato dalle seguenti principali criticità:

**a.- CADUTA MASSI.**

Il problema della caduta massi lungo i versanti incombenti sull'abitato di Sala Consilina, è stato già in passato (sin dai primi anni '70) oggetto di attenti studi ed indagini, da parte dello scrivente ed altri professionisti (Prof. F. Ortolani), nel corso degli anni sono stati effettuati vari interventi limitati a modeste aree interessate da incendi e da distacchi di vari massi, che logicamente non hanno risolto in modo radicale il gravoso problema. Pertanto, la già precaria situazione rilevata, a causa dell'evoluzione geomorfologica in atto lungo i versanti rocciosi e di diversi fattori tra i quali l'azione esercitata dalle escursioni termiche sulla roccia, gelo, disgelo (fenomeni crioclastici), azione chimica delle acque di infiltrazione, azione erosiva e degradante delle acque di infiltrazione, accentuata inclinazione dei versanti, il cambiamento climatico che ha determinato piogge di breve durata ma molto intense e la sismicità della zona (*Zona 1 Categoria - S = 12 elevata sismicità*), ha creato nel tempo una situazione di instabilità di diversi nuovi massi, che si sono disgregati e caduti a valle, creando per fortuna, solo danni a cose.

Gli interventi, comunque, effettuati, sia dal Genio Civile che dalla Regione Campania, hanno risolto comunque, anche se solo parzialmente il gravoso problema, in quanto essi sono stati realizzati nelle zone di maggiore dissesto.

Il Comune di Sala Consilina (SA), ha già eseguito numerosi interventi in diversi punti, che manifestavano elevata suscettività di distacco e successiva caduta di grossi massi, tra i quali la sistemazione di parte del costone roccioso in frana

ubicato in località “Madonna del Monte” - “Crocicchia-M. Pagano” e in Via Costantino Gatta località “Valle” (parete rocciosa), oltre a molti altri interventi minori. Di recente l’Amministrazione comunale sta realizzando alcuni progetti di intervento su altre aree ai fini della incolumità pubblica e privata, e precisamente nelle località San Raffaele e Valle.

Comunque, si ritiene, che tutto il fronte lapideo incombente sul comune di Sala Consilina debba essere monitorato, ai fini di intervenire in tempo utile in caso di eventuali ulteriori distacchi e/o crolli di massi.

*a.- CONOIDI.*

Come illustrato nel cap. 6.4. una valutazione della pericolosità alluvionale delle conoidi alluvionali disposte lungo la fascia pedemontana, che fa da raccordo tra i M.ti della Maddalena ed il fondovalle, è stata realizzata nello studio di Valutazione della pericolosità alluvionale delle conoidi del vallo di diano redatto dai *Proff. Nicoletta Santangelo<sup>1</sup>, Antonio Santo<sup>2</sup>, Paola Isabella Faillace*, all’interno delle quali sono state riconosciute diverse generazioni di corpi sedimentari (SANTANGELO, 1991). Le conoidi di prima generazione, più antiche, affiorano solo in alcuni settori (a sud dell’abitato di Padula, in corrispondenza del M.te Tempone, ed a sud di M.te Serra Petrizzo) a quote comprese tra 520 e 650 m s.l.m. *Esse risultano inattive, profondamente reincise da alcuni corsi d’acqua in quanto sono state fagliate e sollevate per l’intensa attività tettonica registrata durante il tardo quaternario dalla faglia bordiera dei M.ti della Maddalena.* In particolare tale attività è testimoniata dalla presenza di scarpate di faglia che *tagliano le conoidi nei pressi di Sala Consilina* e dalla dislocazione di depositi lacustri ascritti al Pleistocene medio, nei pressi di Atena Lucana (SANTANGELO, 1991; ASCIONE et al., 1992). Per tale motivo i depositi di questi antichi conoidi, ormai sospesi, sono conservati soltanto nella loro porzione apicale e sono costituiti da conglomerati ben cementati a clasti carbonatici, spesso ricoperti da suoli argilloso - sabbiosi fortemente arrossati.

Lo studio redatto, evidenzia che su 27 conoidi alcune hanno un grado di pericolosità basso o moderato dovuto anche ai recenti lavori di sistemazione idraulica di alcuni corsi d’acqua (n° 8-25-26 in H1 e n° 3-5-7-9-10-11-13-14-24 in

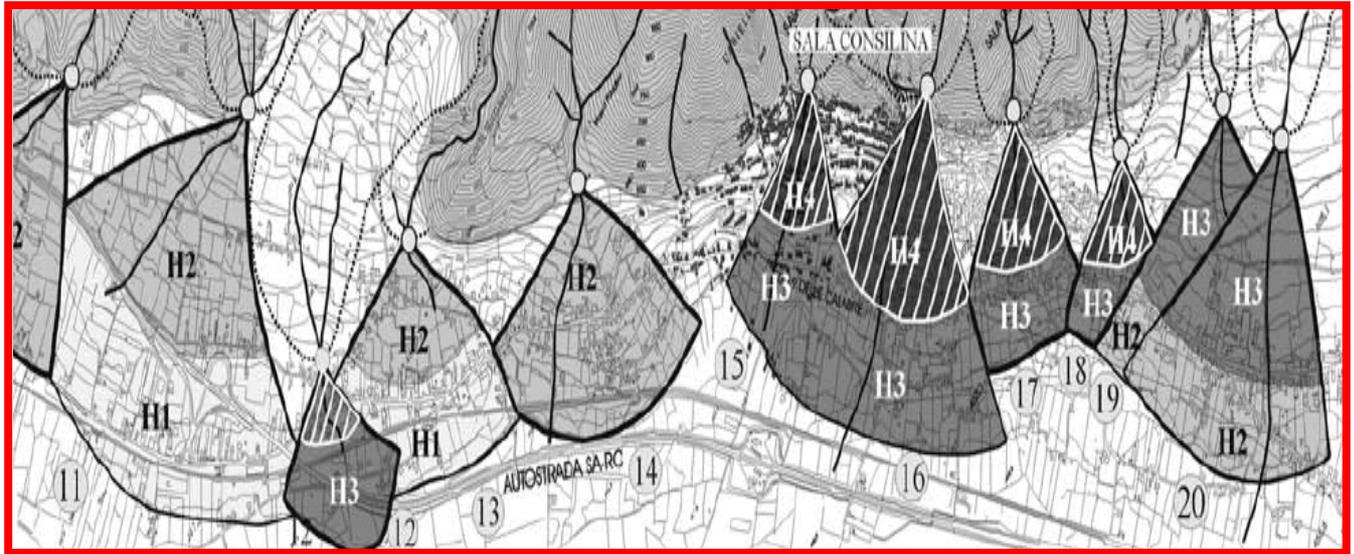
H2). Molte altre invece (più della metà) presentano pericolosità alta (n° 2-4-6-12-19-20-21-22-23-27 in H3) e cinque molto alta (n° 1-15- 16-17-18-19 in H4).

Il metodo applicato sembra rispondere abbastanza bene all'esigenza di valutare la pericolosità relativa tra le conoidi esaminate e per definire quindi le zone a maggior rischio e pianificare la selezione degli apparati su cui eseguire studi più dettagliati, finalizzati alla progettazione di eventuali interventi di sistemazione. Rimane il fatto però che questo metodo non consente di effettuare l'individuazione di zone a diverso grado di pericolosità all'interno di una singola conoide. Ciò può essere trascurato quando le conoidi in oggetto sono di limitate dimensioni, ma può diventare un problema significativo, anche in termini amministrativi e di pianificazione, quando si ha a che fare con apparati grandi su cui insistono centri abitati o importanti infrastrutture.

#### f) Valutazione della pericolosità effettiva

PERICOLOSITA' OPERE	P1	P2	P3	P4
Migliorative (M)	H1	H1	H1	H2
Parzialmente migliorative (PM)	H1	H2	H3	H4
Inefficaci o assenti (A)	H2	H3	H4	H5

	H4
	H3
	H2
	H1
	R



*Carta della pericolosità delle conoidi del Vallo di Diano. H1-H2-H3-H4 = livelli di pericolosità (bassa, moderata, alta, molto alta); R = settori a rischio molto elevato.*

Le condizioni di rischio rilevate dal lavoro sopra illustrato, andrebbero verificate a scala di maggiore dettaglio (almeno 1:2000) con studi stratigrafici, geomorfologici ed idraulici che tengano conto soprattutto delle variazioni topografiche e morfologiche della conoide e, nei centri abitati, delle interazioni tra eventuali flussi idrici e assetto urbanistico locale, come ad esempio la presenza di alvei strada o di grandi strutture che possono modificare notevolmente la direzione di canalizzazione dei fenomeni di trasporto solido.

#### *b.- SISMICITÀ.*

L'area del Vallo di Diano, comprendente il territorio di Sala Consilina, è particolarmente interessata da forte Sismicità. Essa si colloca nella zona della catena appenninica "centromeridionale" dove si sono verificati terremoti tra quelli più intensi, che si siano manifestati negli anni recenti e in epoca storica.

L'ultimo violento sisma è quello del 1857 che ebbe epicentro tra lo stesso Vallo di Diano, l'alta valle del Melandro e l'alta Val d'Agri. Tale area epicentrale è stata quella maggiormente sollecitata e danneggiata dal sisma.

L'Ordinanza P.C.M. 3274/2003, contiene modifiche sostanziali in termini di riclassificazione delle zone a rischio sismico e di criteri costruttivi. Sulla base di tale Ordinanza, il territorio comunale di **Sala Consilina (SA)**, già

---

riclassificato sismico di II Categoria (S9) è stato inserito nella *Zona 1 Categoria (S12)* -G.R. n° 5447 del 07/11/2002- .

Lo studio di Microzonazione Sismica di 1 livello redatto sul territorio comunale di Sala Consilina ha permesso di elaborare (geol. Morcaldi), la Carta delle M.O.P.S. nella quale sono state definite le aree stabili, suscettibili di amplificazioni e le differenti tipologie di instabili.

Dall'analisi dei risultati ottenuti si può affermare che si possono ritenere sufficienti i dati raccolti per la redazione della carta delle M.O.P.S. di livello 1. Per i successivi livelli di approfondimento sarà comunque necessario integrare i dati già in possesso dell'Ente Attuatore con specifiche indagini geofisiche, volte alla corretta determinazione delle Vs ed eventualmente anche prove in situ e di laboratorio per valutare le proprietà geotecniche dei terreni quaternari della piana ai fini del rischio liquefazione. Inoltre, la scelta di quale sia il livello successivo di microzonazione sismica da adottare deve partire dalle indicazioni contenute negli ICMS e da alcuni lavori recentemente pubblicati.

In tali studi vengono evidenziate le situazioni geologiche e morfologiche complesse per cui non è possibile utilizzare l'approccio previsto dal livello 2.

Dall'analisi della Carta delle M.O.P.S. redatta si nota chiaramente che le caratteristiche geologiche e geomorfologiche dell'area rientrano nei punti citati, infatti le aree urbanizzate ed urbanizzabili si collocano in un tratto pedemontano di raccordo con il fondovalle laddove il substrato carbonatico va in approfondimento. Tale elemento morfologico , inoltre, è colmato da sedimenti alluvionali-lacustri per spessore di oltre 200 metri e, quindi, rientrante fra le tipologie sopra descritte.

Si ritiene, pertanto, che gli approfondimenti successivi per il comune di Sala Consilina debbano essere mirati alla redazione di studi di microzonazione sismica di livello 3 che è quello maggiormente corrispondente alle caratteristiche geologiche, strutturali e geomorfologiche delle aree studiate. Le zone sulle quali è necessario approfondire tali studi sono quelle del centro abitato di Sala Consilina, le aree di nuova espansione urbanistica e quelle di eventuale sviluppo edilizio.

---

**c. - IL FIUME TANAGRO .**

La vulnerabilità e la fragilità del territorio, sempre più spesso, si palesa a seguito di eventi meteo-idrogeologici, anche non particolarmente intensi, esondazioni che causano gravissime perdite di vite umane. Tali elementi di rischio impongono in maniera sempre più pressante un'attenzione al territorio e una responsabilizzazione da parte delle Istituzioni. Il bacino idrografico del Tanagro coinvolge i territori dei 15 comuni del Vallo di Diano, che presentano non solo una omogeneità di rischio territoriale per quanto riguarda gli eventi alluvionali ma anche una uniformità socio-culturale, sanitaria ed amministrativa, condizioni importanti per una pianificazione di protezione civile intercomunale.

Questi dati e la storia territoriale dell'ultima esondazione del novembre 2010 del fiume Tanagro, hanno confermato uno scenario di rischio idraulico per il quale è necessaria un'attività di monitoraggio, previsione e prevenzione, non limitata ai singoli comuni, ma a tutta l'area del Vallo di Diano. L'evento alluvionale verificatosi dal 7 all'11 novembre 2010 ha interessato il Vallo di Diano con precipitazioni eccezionali (250 mm di pioggia), pari ad un quarto della pioggia che mediamente cade in un intero anno. Da ciò ne sono scaturite piene del Tanagro nei giorni 8, 9 e 10 novembre 2010, che hanno causato l'innalzamento del battente idrico di diversi metri; questo dato corrisponde ad un periodo di ritorno che, da una prima analisi, sembra attestarsi intorno ai 100 anni; tali piene, con rottura degli argini in ben sette punti, hanno causato l'allagamento di circa 4.500 ha nei comuni del Vallo di Diano.

L'esondazione delle acque nel territorio del comune di *Sala Consilina* ha consentito di laminare la piena del Tanagro, impedendo che nei territori a valle, in particolare nel comune di Polla, giungesse una portata di circa 500 m<sup>3</sup>/sec., il che avrebbe comportato l'allagamento (devastante) del pieno centro abitato di Polla con interessamento di almeno 2.000 abitazioni.

Pertanto, si ritiene indispensabile effettuare delle ispezioni periodiche lungo l'alveo (operazioni di manutenzione ordinaria), rimuovendo, se necessario, eventuale materiale detritico che potrebbe accumularsi in seguito al verificarsi di fenomeni di trasporto solido, i quali si potrebbero manifestare in concomitanza di eventi di pioggia critica. Tale accorgimento, farà sì che la corrente idrica transiti

---

lungo la sezione oggetto di verifica, scongiurando potenziali fenomeni di esondazione dall'alveo dovuti a ostacoli e/o restringimenti della geometria della sezione. Detti fenomeni di esondazione potrebbero verificarsi proprio in occasioni di eventi meteorici eccezionali (bombe d'acqua).

**ELEMENTI TECNICI E GEOGNOSTICI IN POSSESSO DEL COMUNE .**

**8.1.- DATI DISPONIBILI PRESSO L'AMMINISTRAZIONE COMUNALE**

Come già accennato in precedenza, una delle fasi propedeutiche alla redazione del presente studio geologico preliminare è stata quella di provvedere, presso l'Archivio sia presso l'Ufficio Tecnico del Comune, alla raccolta e relativo censimento di tutti gli studi geologici significativi redatti, nell'ambito dei quali sono state realizzate indagini geognostiche, di tipo diretto ed indiretto, in sito e di laboratorio, realizzati in passato sia in ambito pubblico che in ambito privato. Tale fase di raccolta e censimento dei dati disponibili ha consentito un migliore e più puntuale inquadramento dell'assetto litologico locale del territorio comunale.

A puro titolo conoscitivo, si riporta l'elenco di tutti gli studi geologici censiti :

*a.- Piano di Recupero Comunale .*

*b.- Piano Insediamenti Produttivi : Indagine geologica, geognostica (stratigrafia sondaggi), località Mezzaniello e Trinità Spinito. Studio redatto dallo scrivente.*

*c.- P.E.E.P. Comunale : Cappuccini, Mura Rosse, Sant'Antonio.*

*d.- Adeguamento sismico PGR Comunale, curato dallo scrivente con altri geologi.*

*e.- Adeguamento sismico PGR Comunale, a seguito della Deliberazione della Giunta Regionale n°5447 del 07.11.2002, recante l'aggiornamento della classificazione sismica dei Comuni della Regione Campania.*

*f.- Ampliamento zona P.I.P Mezzaniello- Barca. Studio redatto dallo scrivente.*

*g.- Sistemazione costone roccioso località Crocicchio – M del Monte.*

*h.- Microzonazione sismica : "Studio di Microzonazione sismica di Livello 1" ai sensi*

---

dell'O.P.C.M. n°3907 del 13/10/2010.

*i.- Varie indagini eseguiti sul territorio comunale per varianti al P.R.G. e per la realizzazione di diversi manufatti.*

L'acquisizione di questi dati, ha avuto lo scopo, in questa fase preliminare di studio, di determinare tutti i parametri litostratigrafici, geomeccanici e sismici significativi, ai fini della identificazione della *presenza di aree omogenee con attitudini simili di risposta, rispetto alle tematiche idrogeologiche, sismiche, e di sensibilità all'inquinamento.*

**9.1.- SISMICITA' DEL VALLO DI DIANO .**

L'area del Vallo di Diano, comprendente il territorio di Sala Consilina, è particolarmente interessata da forte Sismicità. Essa si colloca nella zona della catena appenninica "centromeridionale" dove si sono verificati terremoti tra quelli più intensi, che si siano manifestati negli anni recenti e in epoca storica.

L'ultimo violento sisma è quello del 1857 che ebbe epicentro tra lo stesso Vallo di Diano, l'alta valle del Melandro e l'alta Val d'Agri. Tale area epicentrale è stata quella maggiormente sollecitata e danneggiata dal sisma.

Questo terremoto, il più rovinoso per la valle, provocò moltissime vittime, danni ingenti alle abitazioni, specialmente nei comuni di Polla, Atena Lucana, Sala Consilina, Padula. Tale sisma non è da considerarsi l'unico, infatti nel passato, e precisamente negli anni 1456, 1561, 1764, si sono verificati terribili eventi tellurici e in particolare nell'anno 1821, un sisma violento distruttivo interessò in modo particolare il territorio di Sala Consilina; molte case furono inghiottite da una voragine che si aprì parallelamente alla catena montuosa che lo sovrasta (Monti della Maddalena), ed ancora fu interessata da eventi sismici negli anni 1930 e 1962, fino all'evento del 23 novembre 1980.

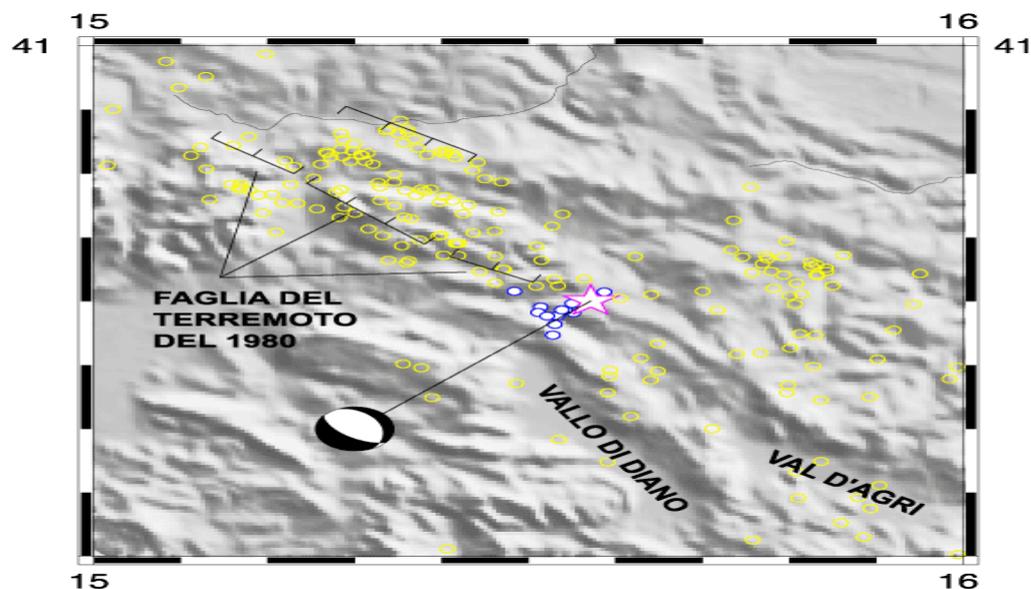
Questo sisma causò enorme panico ed effetti devastanti alle strutture, ma fortunatamente non ci furono vittime. L'ultimo evento significativo verificatosi nel Vallo è stato quello 18-04-02 (Fig. 1), che testimonia l'intensa attività sismica della zona. Studi effettuati di recente, avevano messo alla luce già da tempo, che tale area epicentrale, maggiormente sollecitata e devastata dal sisma, doveva essere classificata di prima categoria sismica S=12 e non di seconda.

Infatti dopo il sisma del 1980, alcuni studiosi, avevano evidenziato che sulla superficie del suolo nell'area maggiormente disastata si erano verificati rotture dei terreni con spostamenti verticali delle parti come nell'area del Pantano di S. Gregorio Magno, Piano delle Pecore nell'area di Monte Marzano-Monte Ognà, nella valle del Fiume Ofanto dove fu registrata la rotazione di tutta la diga di Conza della Campania. L'area interessata da tali deformazioni è ampia circa 16-18 km e comprende la larghezza dell'area epicentrale allungata

secondo le faglie crostali che hanno originato il sisma. Ricostruzioni effettuate circa l'ubicazione delle faglie o della faglia crostale che ha originato il sisma del 1857, hanno rilevato che la parte orientale del Vallo di Diano, si trova all'interno della fascia ampia circa 8-9 km ad ovest e 8-9 km ad est rispetto alla probabile struttura che potrebbe originare un eventuale sisma futuro (Scandone-Petrini).

Altre indagini effettuate sul Vallo di Diano (Ortolani), avevano rilevato, lungo i margini occidentali dei Monti della Maddalena, in prossimità di alcune cave, faglie che interessavano i sedimenti ubicati a circa 10-15 mt di profondità dal piano di campagna e altre faglie inerenti sedimenti e paleosuoli recenti fino quasi in superficie. Questi dati confermano le previsioni che il margine occidentale dei Monti della Maddalena può essere interessato da rotazione di blocchi attorno ad assi sub-orizzontali e da spostamenti di blocchi durante i forti eventi sismici che hanno interessato e che potrebbero in futuro interessare l'area. Solo il 07-11-2002 con delibera di G. R. n° 5447, la Regione Campania, aggiornava la classificazione sismica inserendo alcuni Comuni, di seguito elencati, del Vallo di Diano dalla seconda categoria alla prima con grado di sismicità  $S=12$  ad elevato rischio, **tra cui proprio paesi ubicati lungo la catena montuosa dei Monti della Maddalena (Fig. 2-3) :**

- a.- Atena Lucana ;    b.- Buonabitacolo ; c.- Montesano sulla Marcellana ;  
d.- Padula ;        e.- Pertosa ;        f.- Polla ;        g.- Sala Consilina .



La **stella** indica l'epicentro della scossa principale della sequenza sismica iniziata alle ore 23.00 del 18/4/02. I **cerchietti blu e bianchi** sono gli epicentri delle repliche avvenute nelle ore successive. I **cerchi gialli** indicano la sismicità del periodo 1996-2001. Il terremoto del 18 aprile è avvenuto lungo la prosecuzione a sud-est della faglia del terremoto irpino del 1980.

Figura 2 - Classificazione sismica non modificata

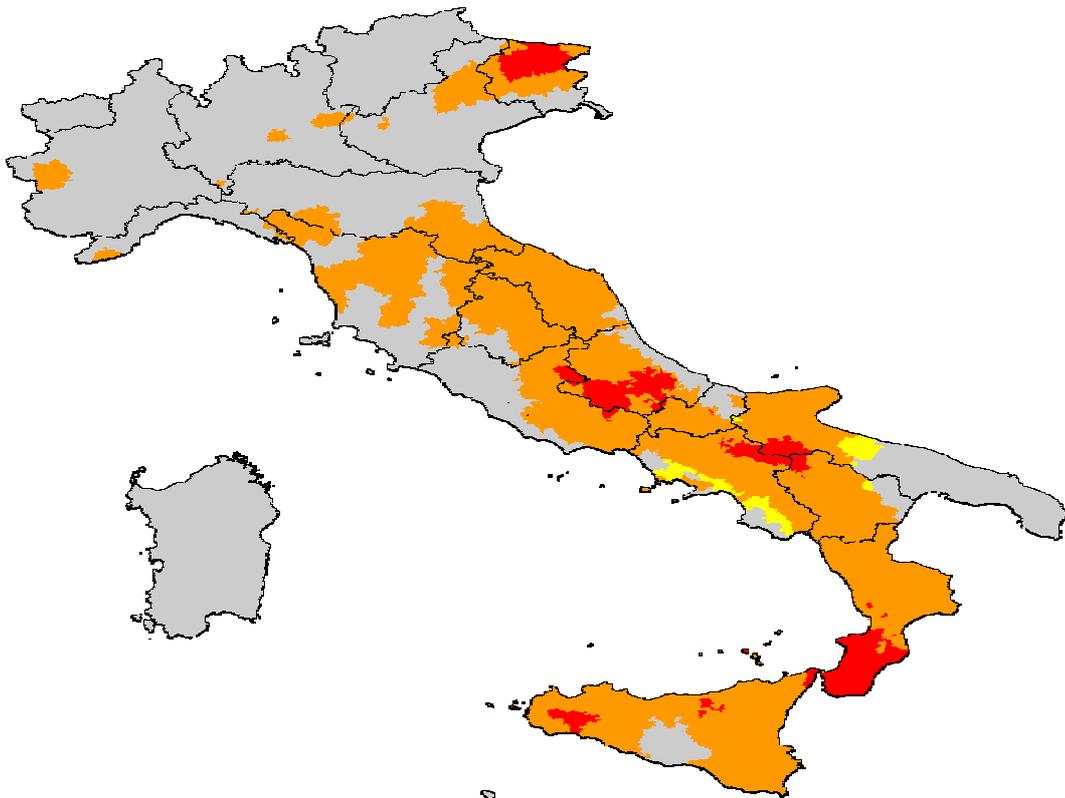
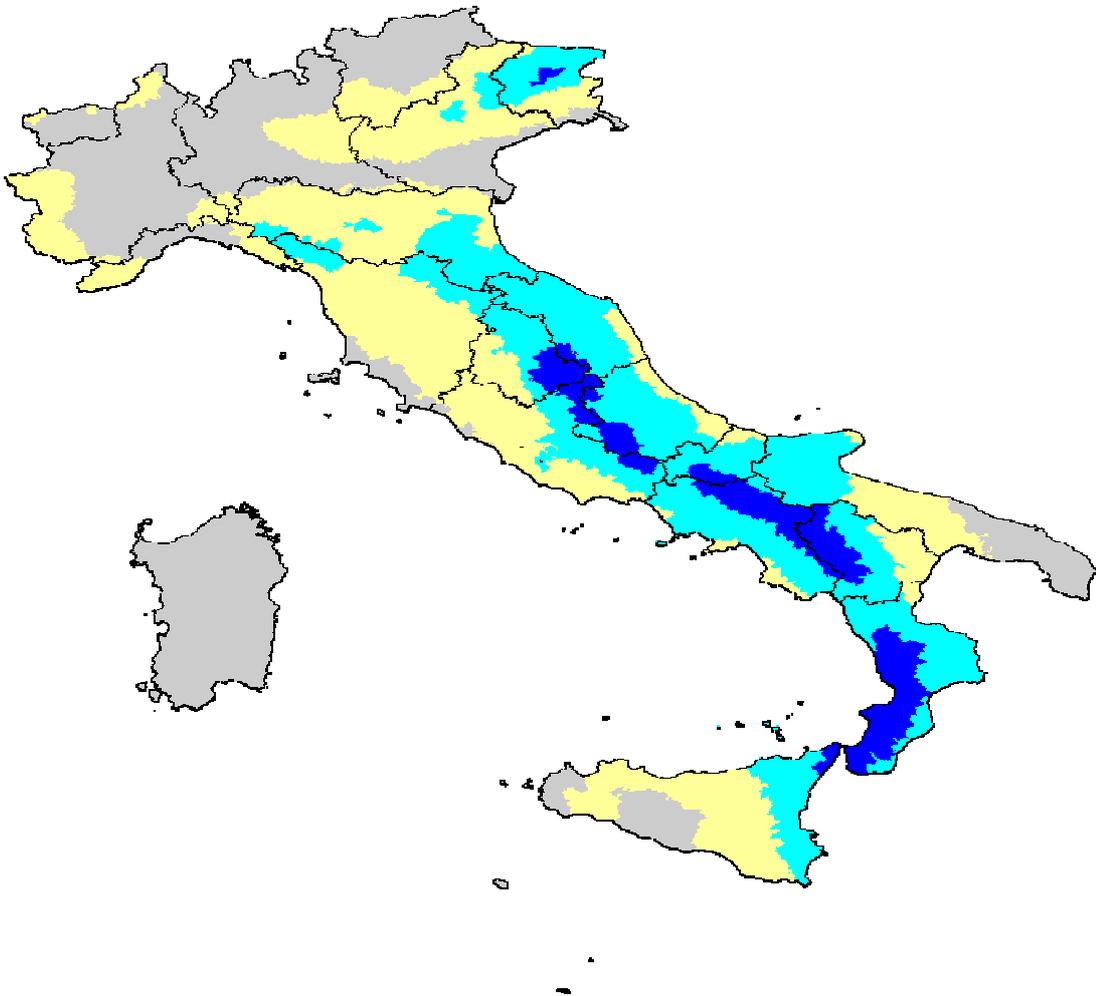
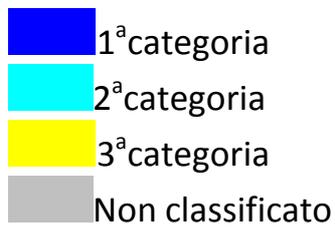


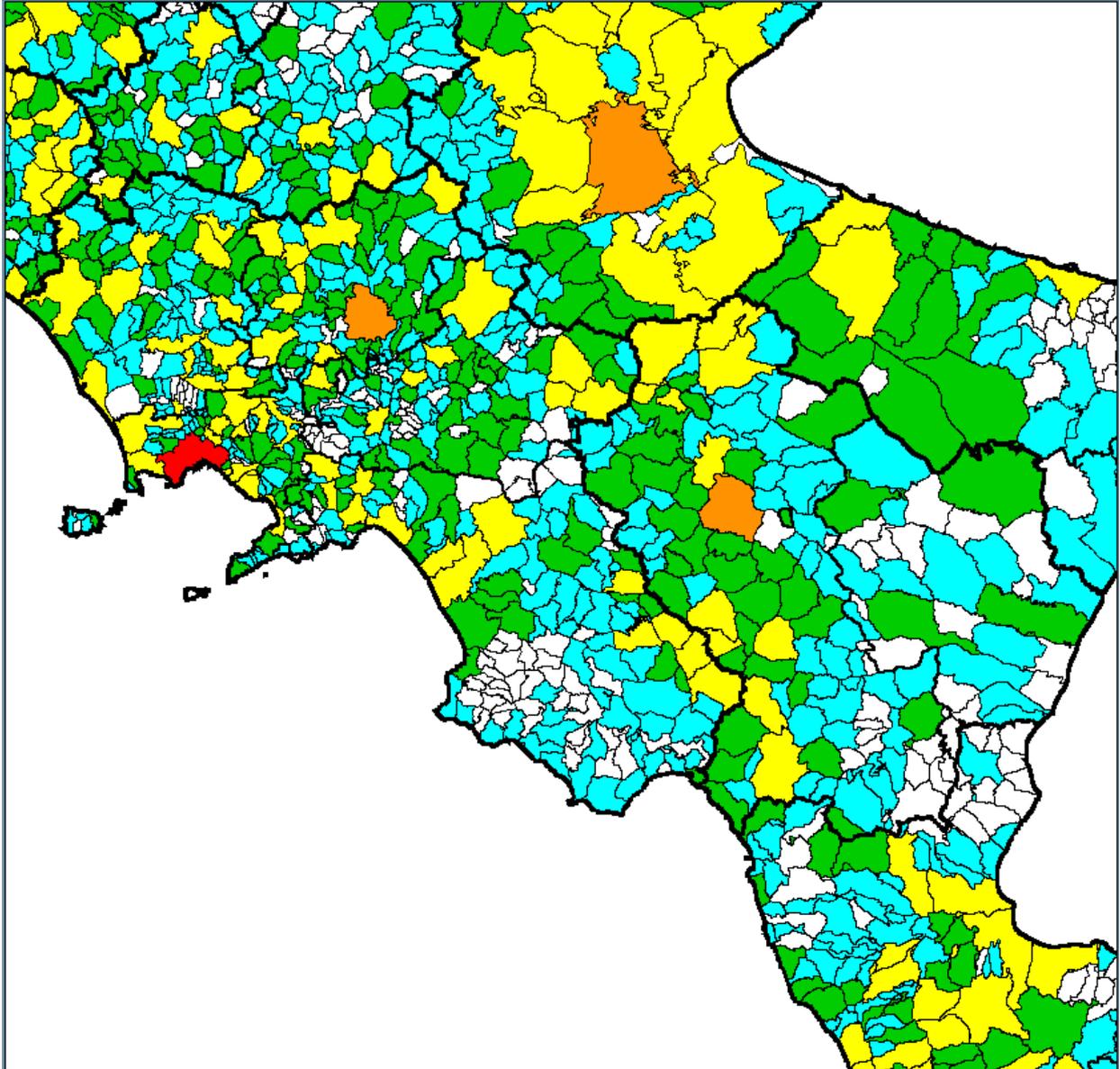
Figura 3 – Classificazione sismica attuale (modificata)



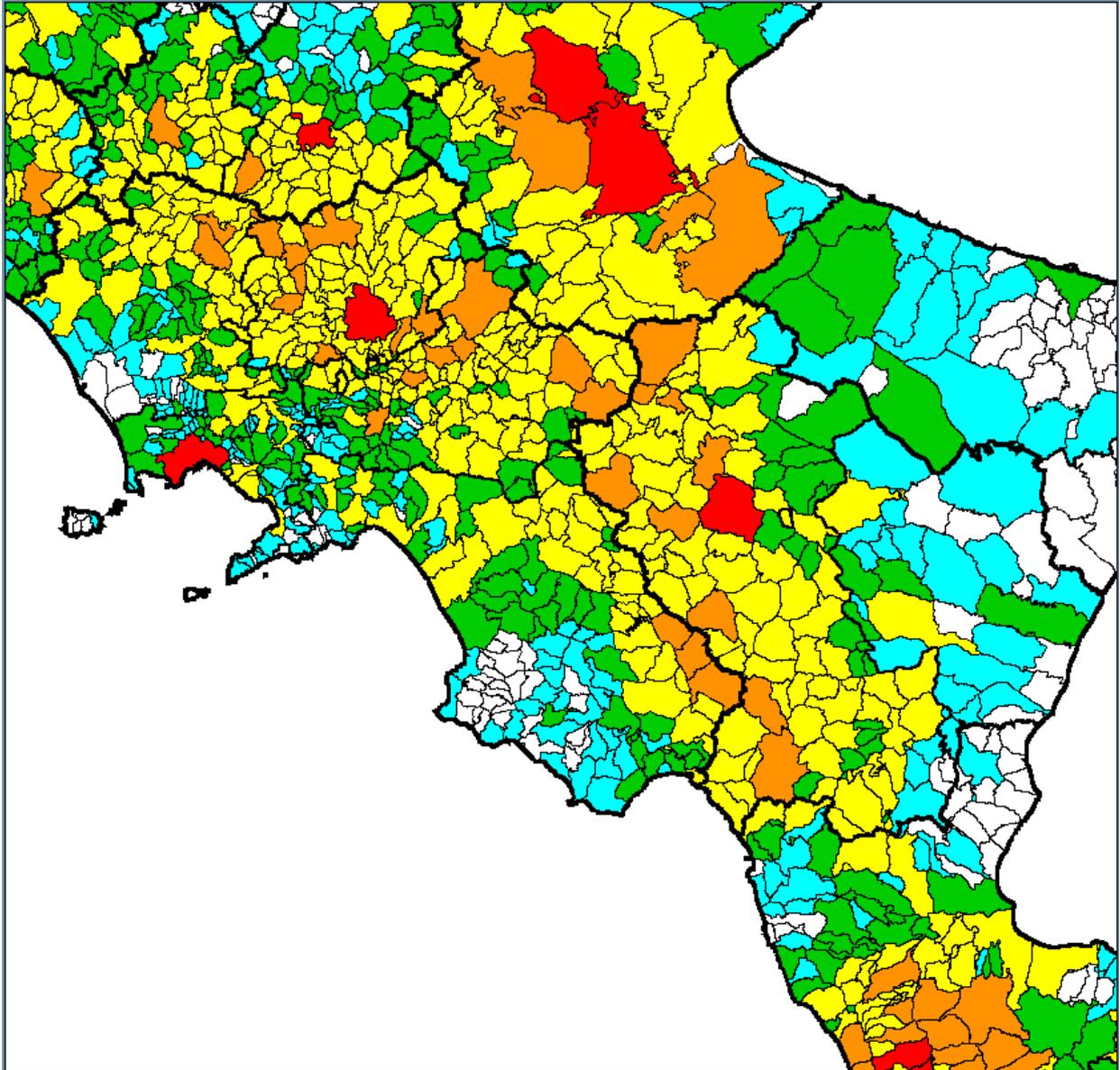
Danno totale annuo atteso del patrimonio abitativo per comune (metri quadri

equivalenti)

0 - 200	500 - 1000	5000 - 20000
200 - 500	1000 - 5000	20000 - 200000



Numero annuo atteso di persone coinvolte in crolli per comune



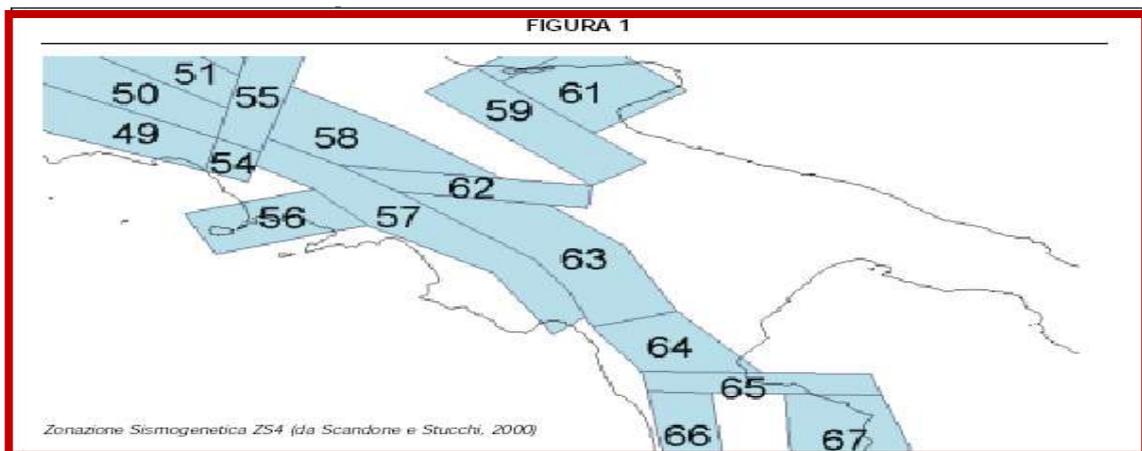
## 9.2.- ZONAZIONE DEL TERRITORIO IN PROSPETTIVA SISMICA.

L'Ordinanza P.C.M. 3274/2003, contiene modifiche sostanziali in termini di riclassificazione delle zone a rischio sismico e di criteri costruttivi. Sulla base di tale Ordinanza, il territorio comunale di *Sala Consilina (SA)*, già riclassificato sismico di II Categoria (*S9*) è stato inserito nella *Zona 1 Categoria (S12)* -G.R. n° 5447 del 07/11/2002- .

Il principale moderno provvedimento normativo italiano sul problema del rischio sismico è dato dalla *Legge 2/02/1974, n° 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"*, che prevedeva la ripartizione del territorio nazionale in aree (Macrozone) comunali sismiche di I, II e III categoria alle quali era assegnato un "*grado di sismicità S*" (pari, rispettivamente, a 12, 9 e 6) ed uno "*Spettro di Risposta Elastico*" in base a dati ricavati da precedenti studi sismologici.

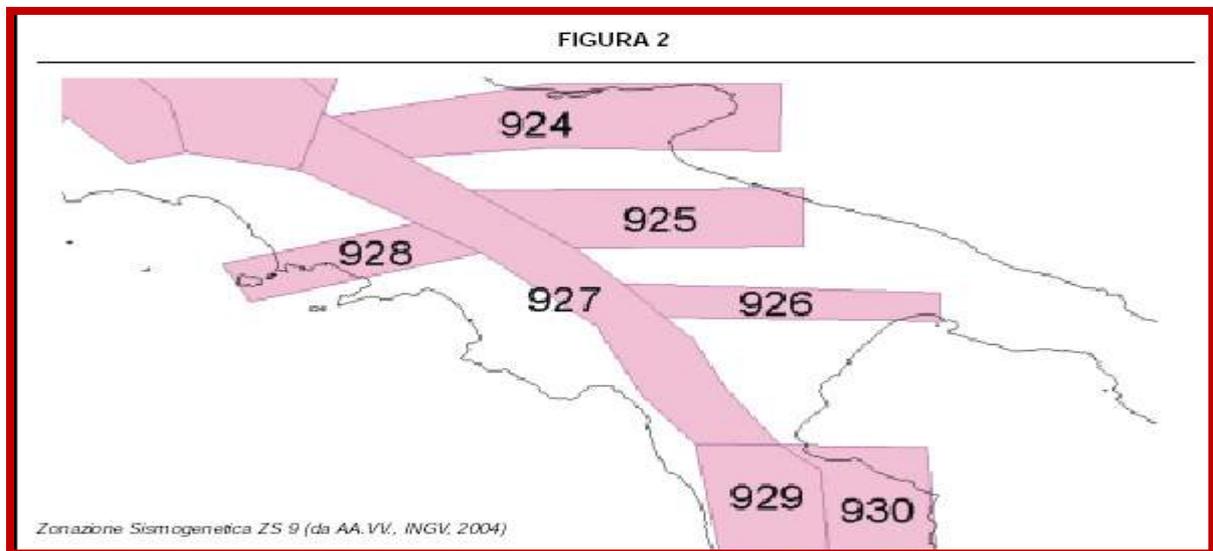
I successivi studi di carattere sismologico e geofisico a seguito dei diversi terremoti verificatisi in Italia, hanno contribuito ad un importante incremento della comprensione del fenomeno sismico e ancor più della genesi dei terremoti. Negli ultimi anni il punto di riferimento per la valutazione della pericolosità Sismica nell'area italiana è stata la zonazione sismogenetica ZS4 (Meletti et al., 2000 - Scandone e Stucchi, 2000), di cui se ne riporta uno stralcio significativo (F. 1).

**Figura 1. Zonazione Sismogenetica ZS4 (da Scandone e Stucchi, 2000)**



Gli studi più recenti in materia di sismogenesi ne hanno però evidenziato alcune incoerenze e hanno verificato la sua scarsa compatibilità con il Catalogo dei Terremoti CTPI (GdL CPTI, 1999). A partire da un sostanziale ripensamento della zonazione ZS4, è stata quindi sviluppata nel 2004 una nuova zonazione sismogenetica, denominata ZS9 (fig. 2), alla luce delle nuove evidenze di tettonica attiva e delle valutazioni sul potenziale sismogenetico acquisito negli ultimi anni.

**Figura 2. Zonazione Sismogenetica ZS9 (da AA.VV., INGV, 2004)**



Per quanto riguarda la Campania e, più in generale, l'Appennino Meridionale (zone da 56 a 64 in ZS4 e zone da 924 a 928 in ZS9), si nota che la geometria delle sorgenti è stata notevolmente modificata rispetto a ZS4.

Il complesso delle nuove conoscenze scientifiche acquisite hanno portato ad una proposta di una nuova classificazione sismica introdotta dal CNR e recepita dalle recenti norme antisismiche emanate nel 2003 a seguito di recenti catastrofi.

Le nuove norme, pertanto, sono state introdotte con l'Ordinanza n° 3274 *"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"* del Presidente del Consiglio dei Ministri in data 20/03/2003 e pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale in data 08/05/2003. Il territorio nazionale, quindi, è stato

suddiviso in quattro zone omogenee a cui corrisponde un'accelerazione orizzontale di riferimento  $a(g)$  secondo lo schema riportato nella seguente tabella:

TABELLA 1.		
	ACCELERAZIONE ORIZZONTALE CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI AG/G	ACCELERAZIONE ORIZZONTALE DI ANCORAGGIO DELLO SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO (NORME TECNICHE) AG/G
1	>0.25	0.35
2	0.15-0.25	0.25
3	0.05-0.15	0.15
4	<0.05	0.05

Livelli energetici delle Azioni sismiche previste dall'OPCM 3274/03 per le varie Zone

Quindi, in ottemperanza a quanto disposto dall'O.P.C.M. 3274, per caratterizzare mediamente le varie Microzone bisogna calcolare il valore delle  $V_s$  relativo ai primi **30 metri** di sottosuolo, definendo così una **Tipologia di suolo media della Microzona**.

Il valore delle **VS30** rappresentano la media pesata delle velocità delle onde **S** negli strati fino a **30 metri** di profondità dal piano di posa della fondazione, calcolata secondo la relazione (**punto 3.1 Ordinanza 3274**, Normativa sismica Edifici):

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{si}}}$$

A differenza dei provvedimenti legislativi del passato, infatti, nella normativa attuale si tiene finalmente specifico conto delle caratteristiche dei terreni di fondazione, coerentemente con quanto indicato nell'**Euro codice 8**.

In particolare vengono identificate 5 tipi (**A, B, C, D e E**) ad ognuna delle quali è associato uno spettro di risposta elastico. Lo schema indicativo di riferimento per la determinazione della tipologia del sito è il seguente:

Tipo	Descrizione
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s30}$ superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ , compresi fra 360 m/s e 800 m/s ( $N_{spt} > 50$ o coesione non drenata $> 250$ kPa).
C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di $V_{s30}$ compresi fra 180 e 360 m/s ( $15 < N_{spt} < 50$ , $70 < cu < 250$ kPa).
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti caratterizzati da valori di $V_{s30} < 180$ m/s ( $N_{sp} < 15$ , $cu < 70$ kPa).
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali non litoidi (granulari o coesivi), con valori di $V_{s30}$ simili a quelli delle classi C o D e spessore compreso fra 5 e 20 m, giacenti su un substrato più rigido con $V_{s30} > 800$ m/s.

In generale il fenomeno dell'amplificazione sismica diventa più accentuato passando dal tipo A al Tipo E.

Alle cinque categorie descritte se ne aggiungono altre due per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare.

Tipo	Descrizione
S1	Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ( $IP > 40$ ) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 100$ m/s ( $10 < cu < 20$ kPa).
S2	Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria non rientrante nelle classi precedenti.

I valori di incremento assegnabili alle varie Microzone, quindi, possono essere resi congrui con il disposto della normativa di cui all'O.P.C.M. 3274, considerando soltanto i fattori di incremento del livello massimo raggiunto dallo spettro elastico relativo alle varie Tipologie di suolo rispetto a quello riferito al suolo di Tipo A. Sulla base di tale considerazioni, si distinguono le seguenti Microzone :

Microzone	Fattore di amplificazione sismica (Fa)	Accelerazione orizzontale
Suoli prevalentemente di <b>Tipo A</b>	1,00	0,25 g
Suoli prevalentemente di <b>Tipo B</b>	1,25	0,31 g
Suoli prevalentemente di <b>Tipo C</b>	1,25	0,31 g
Suoli prevalentemente di <b>Tipo D</b>	1,35	0,34 g
Suoli prevalentemente di <b>Tipo E</b>	1,25	0,31 g

---

**9.3.- LE PROBLEMATICHE SISMICHE E IL PUC (NTC 2008).**

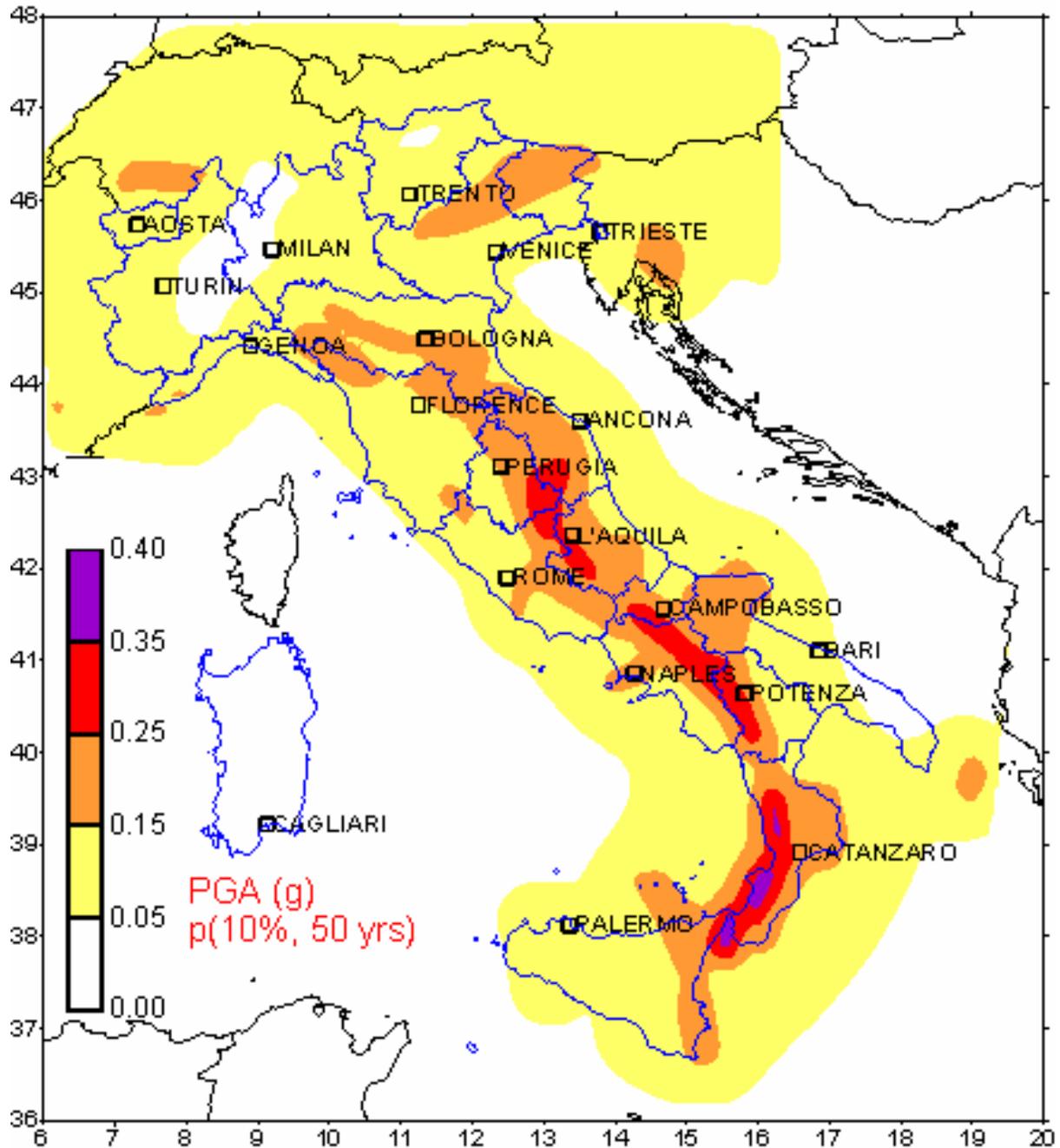
---

Le tematiche sismiche sono legate a due aspetti fortemente interrelati rappresentate dalle caratteristiche geo-stratigrafiche e litologiche in posto e, la presenza dell'edificato e delle sue peculiarità di assetto e costruttive. In questo lavoro, inerente l'attività di pianificazione territoriale non verranno dunque effettuate considerazioni relativamente all'interazione suolo-struttura relative ad aspetti puntuali e più specifici di quanto richiesto per l'attuale incarico.

La fratturazione delle masse rocciose per effetto del moto delle faglie determina il rilascio di enormi quantità di energia che si suddividono tra energia potenziale connessa alla deformazione delle rocce sotterranee, processo di fatturazione ed assorbimento di parte dell'energia e nello scorrimento del piano di faglia e , rilascio di onde elastiche .

Nell'ambito della mappa di pericolosità sismica regionale, in considerazione anche di quanto indicato nell'OPCM 3274/03, il comune di Sala Consilina, come già esposto, ricade nell'ambito di territori classificati in ZONA 1 – ad ALTA SISMICITA' e pertanto le accelerazioni sismiche orizzontali massima attese a max, su suolo rigido di tipo A sono comprese nell'intervallo  $0,35g < a_{max} < 0,40g$  ( $g = 9,8 \text{ m/s}^2$  accelerazione di gravità).

**particolare zone sismiche**



Pertanto le valutazioni in merito alle caratteristiche di sismicità del territorio, vanno necessariamente effettuate avendo a riferimento normativo l'OPCM 3274/03 e s.m.i, le **NORME TECNICHE SULLE COSTRUZIONI ( NTC 2008)** e la normativa di carattere spiccatamente pianificatorio ed urbanistico,

---

attualmente vigente in Regione Campania, rappresentata dalla L.R. 9/83 e dalla L.R. 16/2004.

Dunque l'elaborazione di una indagine di microzonazione sismica deve comprendere la valutazione "**a carattere preliminare**" di :  
*amplificazione del moto sismico, così come mediamente verrà avvertito in superficie a causa dei variabili caratteri geosismici delle aree considerate ;  
della vulnerabilità dell'ambiente fisico, e cioè di quel complesso di fenomeni che rendono vulnerabile al terremoto lo stesso ambiente fisico ( instabilità pendii e liquefazione)*

Ad ulteriore chiarimento dell'intreccio normativo in materia, la regione Campania si è dotata di uno strumento di indirizzo per le tematiche in oggetto con il *D.P.G.R. n° 770 del 13/11/2003*.

Tale riferimento programmatico è stato dunque tradotto dal Legislatore regionale nelle ***Linee Guida finalizzate alla mitigazione del Rischio sismico*** (BURC n° 53 del 27.Novembre.2006) .

Gli studi, come si legge nelle citate Linee Guida sono mirati "*alla zonazione, cioè alla suddivisione del territorio in aree omogenee riguardo la risposta sismica*". Per *risposta sismica* si intende "*l'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto i frequenza che un moto sismico relativo ad una formazione rocciosa di base ( R ) , subisce attraversando gli strati del terreno sovrastanti fino alla superficie libera ( S ) .Tale fenomeno dipende innanzitutto dalle caratteristiche del moto sismico al tetto della formazione di base, nonché dalle caratteristiche geometriche profonde, dalle proprietà fisiche e meccaniche dei terreni, dalle caratteristiche di permeabilità e dalle condizioni idrogeologiche al contorno*".

Pertanto, per la zonazione sismica comunale, si rende necessaria la definizione della velocità di propagazione delle onde di taglio (Vs) nei diversi livelli stratigrafici che compongono il sottosuolo, fino ad una profondità di 30 m. così come stabilito , quale orizzonte significativo per l'amplificazione delle onde sismiche, dall'OPCM 3274/03.

Il parametro Vs30 rappresenta la velocità equivalente delle onde sismiche di taglio nei primi 30 m di sottosuolo, ed è pari a:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{si}}}$$

Dove  $h_i$  e  $v_i$  sono rispettivamente lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio (in m/s) della  $i$ -esima degli  $N$  strati del sottosuolo.

Nel caso di terreni disomogenei e/o con valori di  $V_{s30}$  inferiori a 800 m/sec, è necessario incrementare il suddetto valore di (ag) di un fattore di amplificazione (S) che tiene conto del profilo stratigrafico del suolo di fondazione. A tal proposito, la stessa ordinanza, oltre al suddetto “suolo” di tipo “A”, individua ulteriori categorie di suolo di fondazione - B, C, D, E - contraddistinte da differenti “profili stratigrafici”, valori di  $V_{s30}$  e caratteristiche geotecniche, alle quali corrispondono differenti valori del fattore di amplificazione (S) e differenti “forme spettrali”.

### Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
<b>A</b>	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
<b>B</b>	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>C</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>D</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>E</b>	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

---

**9.4.- MICROZONAZIONE SISMICA - AMPLIFICAZIONI DEL MOTO SISMICO .**

Il parametro fisico di riferimento è il Modulo di Taglio G e cioè la velocità delle onde sismiche trasversali Vs che tipizza lo strato di terreno più superficiale. Pertanto mediante la determinazione sperimentale delle Vs e delle conoscenze geolitologiche si procede, in analogia anche con quanto previsto dall'OPCM 3274/2003, alla determinazione di sottozone o microzone del territorio comunale a comportamento omogeneo rispetto ai valori misurati nei primi 30 Metri di spessore .

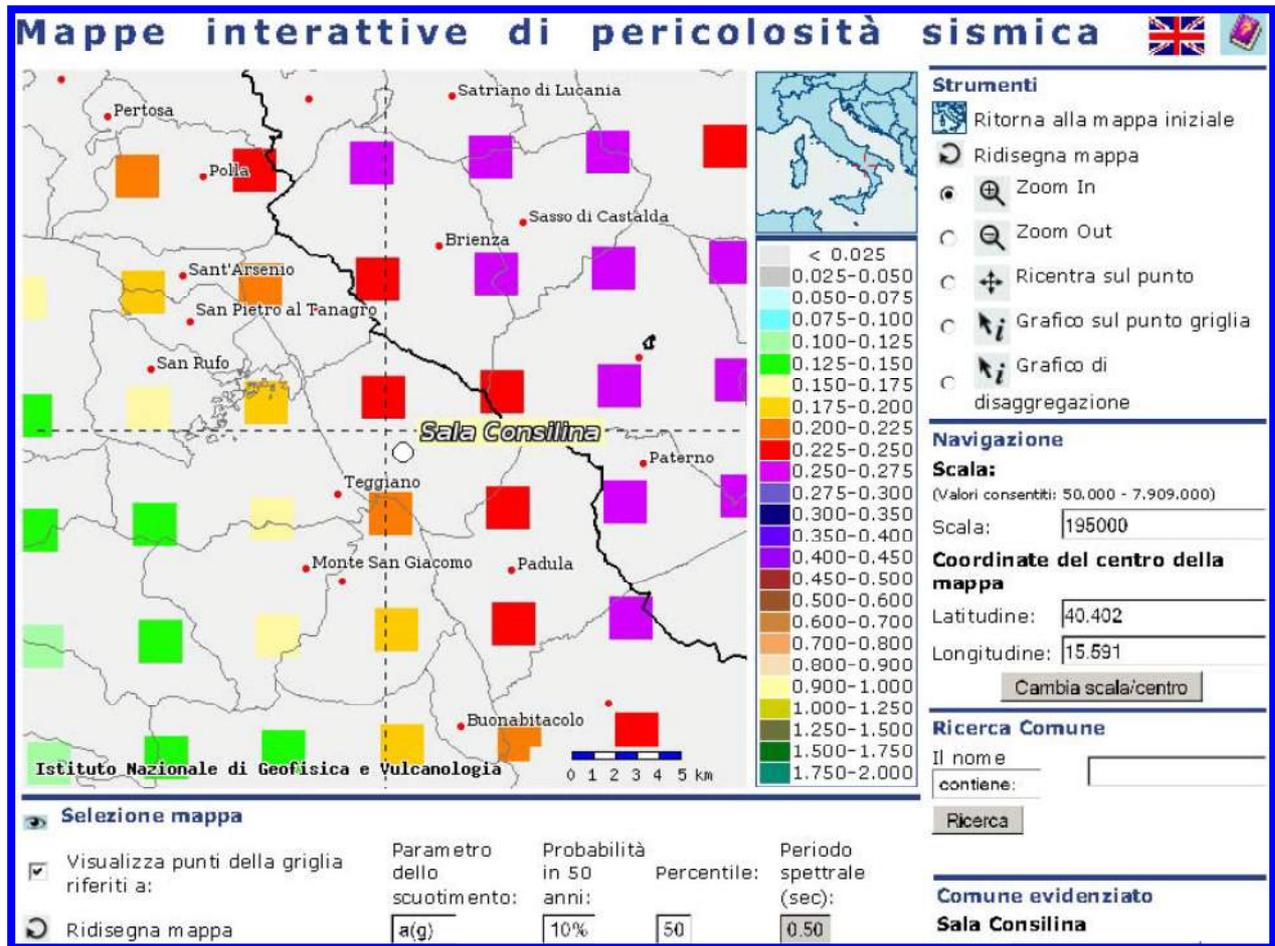
Successivamente è possibile redigere la carta dei fattori di incremento da applicare all'accelerazione sismica relativa allo spettro elastico di ancoraggio .

E' assolutamente fondamentale tenere presente che nelle finalità della Normativa questa zonazione del territorio è a CARATTERE GENERALE e cioè mirata alla PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO e pertanto NON può rappresentare la puntuale identificazione della categoria di terreno di un sito specifico.

Lo studio di Microzonazione Sismica di 1° livello redatto per il territorio comunale di Sala Consilina ha consentito la realizzazione della Carta delle M.O.P.S. nella quale sono state definite le aree stabili, suscettibili di amplificazioni e le differenti tipologie di instabili.

Dopo l'approvazione da parte della Commissione Grandi Rischi del Dipartimento della Protezione Civile nella seduta del 6 aprile 2004, la mappa MPS04 è diventata ufficialmente la mappa di riferimento per il territorio nazionale con l'emanazione dell'O.P.C.M. 3519/2006 (G.U. n.105 dell'11 maggio 2006).

Si riporta di seguito il settore della MPS04 contenente il Comune di Polla. Per ogni punto della griglia di calcolo (che ha una densità di 20 punti per grado, circa un punto ogni 5 km) sono oltre 2200 i parametri che ne descrivono la pericolosità sismica.



*Pericolosità sismica riferita a suoli rigidi con  $V_s > 800 \text{ m/s}$  con  $T=0^\circ$*

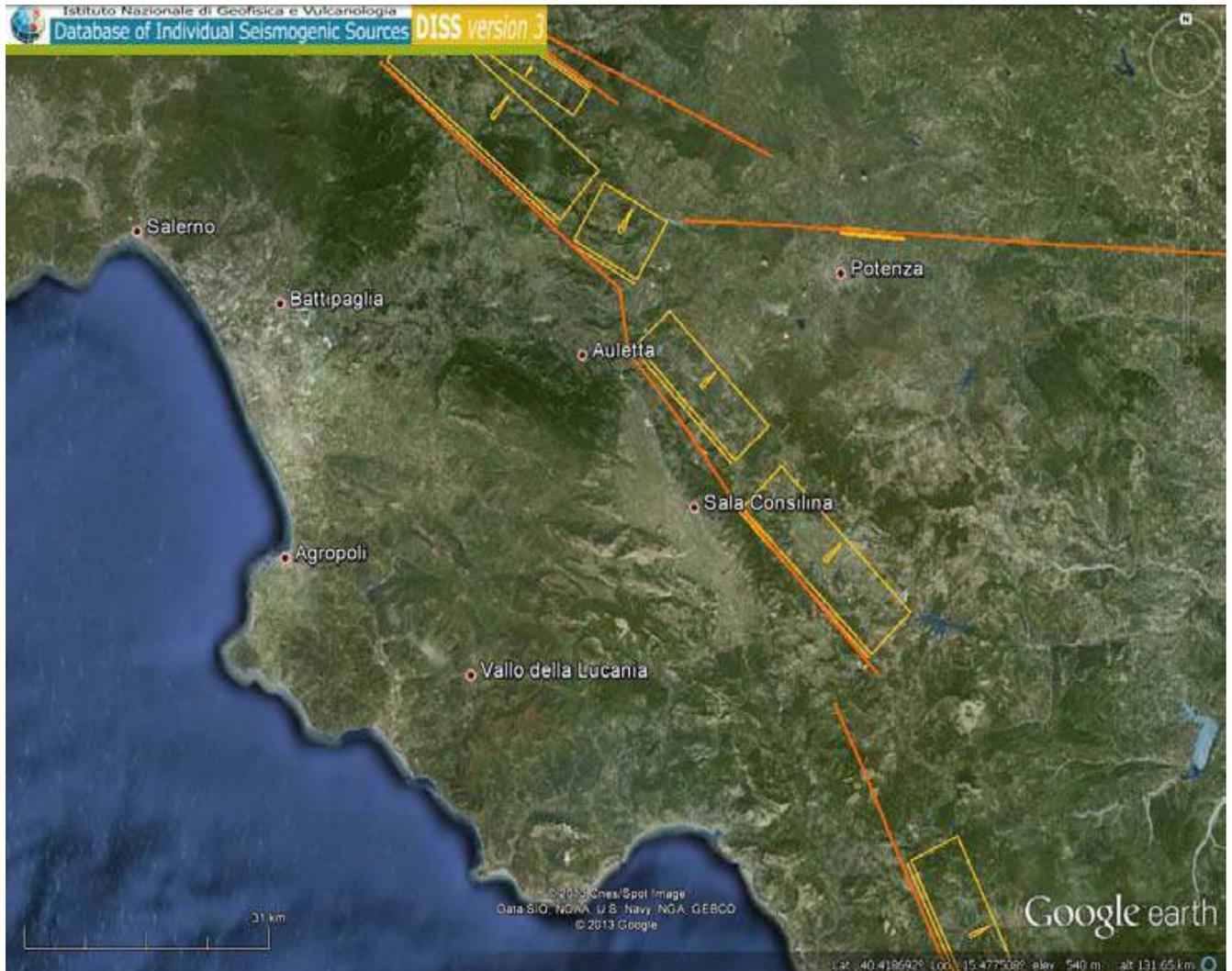
Dalla carta si evince che Sala Consilina presenta *un'accelerazione massima attesa con una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni su suolo rigido e pianeggiante compresa tra 0.150 e 0.250g.*

Tale valore è stato ottenuto calcolando la media tra le accelerazioni attribuite agli nove nodi della suddetta griglia che circondano il nodo in cui ricade territorio comunale.

Un valore così elevato dell'accelerazione al suolo è dovuto alla notevole vicinanza del comune con la zona sismogenetica denominata *ITCS034 Irpinia-Agri Valley* ed alle faglie attive ad essa collegate.

Si riporta di seguito, la regione geografica d'interesse, con l'abitato di Sala

dall'INGV (linee arancioni e riquadri in giallo).



Localizzazione del Comune di Sala Consilina e di alcuni altri principali centri abitati dell'area su Google earth rispetto alle sorgenti sismogenetiche più vicine catalogate sul DISS.

La carta delle M.O.P.S. è stata redatta (geol. Morcaldi) in scala 1:5000 secondo le modalità previste dall'O.P.C.M n° 3907 del 13/10/2010 e dal D. D. n°94 del 27/06/2011 della Regione Campania. Lo studio ha consentito di appurare le zone stabili, suscettibili di amplificazione ed instabili, che vengono di seguito illustrate:

***Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali :***

- ***Zona 0*** : identifica le aree dove affiora il substrato rigido molto fratturato. Da come si evince dalle foto allegate, le dolomie risultano intensamente fratturate.

Lo spessore massimo della porzione alterata e disgregata del substrato risulta maggiore di 30 metri in affioramento;

- **Zona 1** : occupa principalmente le aree alla base dei versanti carbonatici. Questa zona è relativa alle porzioni di territorio caratterizzate dalla presenza del detrito di versante. Lo schema litostratigrafico proposto mostra il detrito giacente al di sopra del substrato carbonatico. Lo spessore del detrito di falda varia dai 3 metri ad un massimo di 10 metri;
- **Zona 2** : interessa terreni che, per la genesi, sono riferiti ad ambienti di conoide. Sono ubicati lungo le fasce pedemontane lungo i versanti e si ritrovano in appoggio ai sottostanti depositi lacustri pleistocenici. Gli spessori rilevati nei sondaggi variano da un minimo di 10 metri ad un massimo di 30 metri;
- **Zona 3** : si riferisce ai depositi alluvionali di piana che inglobano anche il top dei litotipi argilloso – limosi lacustri. In sondaggio si rinvenivano con spessori superiori ai 30 metri;

*Zone suscettibili di instabilità :*

- **Cedimenti differenziali** : individuano le zone di contatto stratigrafico e/o tettonico fra litotipi a diversa competenza e le aree intersecate da faglie. Per queste caratteristiche questo tipo di instabilità occupa parte del rilievo, tagliato da diverse faglie non attive e le aree alla base dei versanti rocciosi dove si ritrovano terreni a differente litologia;

*Traccia di sezione topografica :*

- la sezione topografica passa per il centro abitato di Sala Consilina, ubicato lungo un versante rilievo collinare. La traccia è lungo la linea di massima pendenza. Questa sezione è rappresentativa delle caratteristiche topografiche dell'area che si ritiene maggiormente soggetta ad eventuali amplificazioni topografiche;

Come illustrato, lo studio di Microzonazione Sismica di **1 livello** redatto per il territorio comunale di Sala Consilina ha permesso di restituire come prodotto finale la Carta delle **M.O.P.S.** nella quale sono state definite le aree stabili, suscettibili di amplificazioni e le differenti tipologie di instabilità.

Per i successivi livelli di approfondimento sarà comunque necessario integrare i dati già in possesso con specifiche e puntuali indagini geofisiche e geognostiche, volte alla corretta determinazione delle Vs ed eventualmente anche prove in situ

---

e di laboratorio per valutare le proprietà geotecniche dei terreni quaternari della piana ai fini del rischio liquefazione. In particolare bisogna, in fase di studi successivi di approfondimento, realizzare il livello 3 di microzonazione (indicazioni contenute negli ICMS), che è quello più congeniale ai fini delle caratteristiche geologiche, strutturali e geomorfologiche delle aree studiate.

**CAPITOLO 10****10.1.- NOTE CONCLUSIVE.**

Nell'ambito delle attività poste in essere dall'Amministrazione Comunale di Sala Consilina (SA), finalizzate alla redazione del nuovo Piano Urbanistico Comunale è stato predisposto il presente studio geologico preliminare al fine di inquadrare il territorio dal punto di vista geologico-tecnico e di verificare la fattibilità del progetto urbanistico con le condizioni geologiche.

In questa prima fase di lavoro, propedeutica alla redazione dello studio geologico-tecnico e geognostico definitivo, si è provveduti, presso l'Archivio sia presso l'Ufficio Tecnico del Comune, alla raccolta e relativo censimento di tutti gli studi geologici principali significativi nell'ambito dei quali sono state realizzate indagini geognostiche, di tipo diretto ed indiretto, in sito e di laboratorio, redatti in passato sia in ambito pubblico sia in ambito privato.

Tale fase di raccolta e censimento dei dati disponibili ha consentito, sia un migliore e più puntuale inquadramento dell'assetto litologico locale del territorio comunale sia di poter ottimizzare il programma di indagini in sito appositamente previsto, da realizzare per la predisposizione del PUC.

*La trasformabilità del territorio è strettamente legata alle situazioni di pericolosità e di criticità rispetto agli specifici fenomeni che le generano ed è connessa ai possibili effetti che possono essere indotti dall'attuazione delle previsioni dell'atto di governo urbanistico del territorio.*

L'Amministrazione Comunale di Sala Consilina (SA), come già accennato, ai fini dell'adeguamento sismico (D.R.C. 5447/02-O. P.C.M. 3274/03- dall'art. 14 della L.R. 9/83) del PRG Comunale, fece redigere, allo scrivente e ad altri tecnici, una indagine geologica-tecnica e geognostica. Inoltre è stato sviluppato lo studio

---

di microzonazione sismica di 1 livello ed è stata elaborata la carta delle M.O.P.S. in scala 1:5000, secondo le modalità previste dall'O.P.C.M n° 3907 del 13/10/2010 e dal D. D. n°94 del 27/06/2011 della Regione Campania. L'indagine ha consentito di appurare le zone stabili, quelle suscettibili di amplificazione e quelle instabili.

Resta inteso comunque che, il territorio presenta varie problematiche e diversità derivanti dalla differente distribuzione e costituzione litologica delle aree, che evidenziano, come si rileva anche dallo studio della micro zonazione sismica di 1 livello, la necessità di studi di approfondimento. Comunque l'obiettivo principale dovrà essere quello di garantire la tutela, gli assetti le trasformazioni e le utilizzazioni del territorio, con lo scopo di favorirne lo sviluppo nel rispetto dei principi di sostenibilità, mediante un efficiente sistema di pianificazione territoriale ed urbanistica, articolata a livello regionale, provinciale e comunale.

*Tanto in merito all'incarico affidatomi*

*Il Tecnico*

*Dr. geol. Antonio Petroccelli*

*Sala Consilina (SA), lì Settembre 2014*



## *Bibliografia.*

*Archivio di Stato di Salerno, Intendenza, Opere Pubbliche Comunali, b. 1271 f.2. Sala Consilina, 25 luglio 1806, memoria presentata dai Deputati di Sala al sovrano Giuseppe Napoleone ed inoltrata al Ministero dell'Interno.*

*Archivio di Stato di Salerno, Intendenza, Opere Pubbliche Comunali, b. 1271 f.2. Napoli, 25 luglio 1806, dal ministro dell'interno Miot al Preside di Salerno.*

*Archivio di Stato di Salerno, Intendenza, Opere Pubbliche Comunali, b. 1271 f. 11. Padula, 20 settembre 1811, dal perito Vincenzo Tepedino al Tenente Comandante la Gendarmeria Reale di Sala.*

*Archivio di Stato di Salerno, Intendenza, Opere Pubbliche Comunali, b. 1271 f.19. Sala, 14 dicembre 1814, dal sottointendente del distretto all'intendente.*

*Archivio di Stato di Salerno, Intendenza, Opere Pubbliche Comunali, b. 1271 f.23. Sala, 8 dicembre 1815, dal sottointendente del distretto, il cavaliere Ferrante, all'intendente.*

*Archivio di Stato di Salerno, Intendenza, Opere Pubbliche Comunali, b. 1272 f.8. Sala, 29 giugno 1822, dal sottointendente del distretto all'intendente.*

*Archivio di Stato di Salerno, Intendenza, Opere Pubbliche Comunali, b. 1273 f.29. Sala, 28 agosto 1858, dal sottointendente del distretto all'intendente.*

*Archivio di Stato di Salerno, Intendenza, Opere Pubbliche Comunali, b. 1273 f.30. Sala, 13 giugno 1858, dal sottointendente del distretto all'intendente.*

*Archivio di Stato di Salerno, Intendenza, Opere Pubbliche Comunali, b. 1273 f.30. Sala, 14 giugno 1858, dal sottointendente del distretto all'intendente.*

*Archivio di Stato di Salerno, Intendenza, Opere Pubbliche Comunali, b. 1273 f.30. Sala, 15 giugno 1858, dal sottointendente del distretto all'intendente.*

*Ascione A., Cinque A., Santangelo N., Tozzi M. (1992a). // bacino del Vallo di Diano e la tettonica Trascorrente PHo-Quaternaria: nuovi vincoli cronologici e cinematici. Studi Geologici Camerti, volume speciale 1992/1, 201-208.*

*Ascione A., Cinque A., Tozzi M. (1992b). La Valle del Tanagro (Campania): una depressione strutturale ad evoluzione complessa. Studi Geologici Camerti, volume speciale 1992/1, 209-219.*

*Ascione A., Cinque A. (1995). L'età della tettonica trascorrente nell 'Appennino campano: il contributo dell 'analisi geomorfologica. Studi Geologici Camerti, volume speciale 1995/2,41-52.*

*Budetta P., Santangelo N, Santo A. (2000) - Interazioni tra processi alluvionali ed insediamenti abitativi in epoca storica: il caso della Certosa di Padula — Convegno GeoBen 2000, Torino 7-9 giugno. BULL W.B.(1968) - Alluvial fans — Journal of Geology, 16,101-106.*

*Cinque A., Ascione A., Caiazzo C. (2000). Distribuzione spazio-temporale e caratterizzazione della fogliazione quaternaria in Appennino Meridionale. In: Galadini F., Meletti C, Rebez A. (eds.), Ricerche del GNDT nel campo della pericolosità sismica (1996—1999). CNR-GNDT Special Publication. Rome, 203-218.*

*Cinque A., Romano P. (2001). Evoluzione geomorfologica e caratterizzazione oroidrografica della regione. In: Vallario A. (ed), Ambiente geologico della Campania. Cuen, 59-90.*

*Comune di Sala Consilina: Piano Regolatore Generale - Relazione Geologico - Tecnica, indagini e relativi allegati (Petroccelli-Tursi-Pastorino-Lambiase)*

*DE SCALLY FES A. AND OWENS IAN F. (2004) - Morphometric controls and geomorphic responses on fans in the southern Alps, New Zealand - Earth Surface Processes and Landforms, 311 -322 ECKIS R. ( 1928) - Alluvialfans in the Cucamonga district.southern California - Journal of Geology, 36,111- 141.*

MELTON M. A (1965) - *The geomorphic and paleoclimatic significance of alluvial deposits in southern Arizona* -The journal of Geology, 73, pp.1-39. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) (1996) - *Alluvial fan flooding*-National Academy Press, pp. 1-131.

SANNA S. (2003) - *Sistemazioni idraulico-forestali nella difesa del suolo* - pp. 331, Dario Flaccovio Ed.

Santangelo N. (2003). *Indicatori geomorfologici di attività tettonica recente ed influenza sui processi geomorfici*. Il Quaternario Italian Journal of Quaternary Sciences, 16(1), 27-34.

Santangelo N, Santo A, Faillace P. (2006). *Valutazione della pericolosità alluvionale delle conoidi del Vallo di Diano (Salerno, Italia meridionale)*. Il Quaternario Italian Journal of Quaternary Sciences, 19, 3-17.

Santangelo N, Santo A., Di Crescenzo G, Foscari G, Liuzza V., Sciarrotta S., Scorpio V. (2011). *Flood susceptibility assessment in a highly urbanized alluvial fan: the case of Sala Consilina (southern Italy)*. Nat Hazards Earth Syst Sci., 11,1?16, 2011. [www.nat-hazardsearth-syst-sci.net/11/1/2011/](http://www.nat-hazardsearth-syst-sci.net/11/1/2011/). DOI:10.5194/nhess-11-1-2011

SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE : *Carta Geologica d'Italia (scala 1:100.000), Foglio geologico n°199 Potenza- Foglio geologico n° 504 "Sala Consilina" 504 N.E. (scala 150.000)*.

*Studio geologico e geomorfologico costone roccioso incombente sull'abitato del comune di Sala Consilina (Ortolani 1977- coll. Petroccelli)*.

*Risanamento costone roccioso loc. Crocicchia - M.Pagano (Ortolani – Petroccelli 2002)*

*Risanamento costone roccioso loc. Madonna del Monte (Ortolani – Petroccelli 2008)*

*Completamento e sistemazione area in frana in località "Crocicchia" – "Valle" (Petroccelli 2009)*.

*Microzonazione sismica °1 livello comune di Sala Consilina (Morcaldi)*.