

# COMUNE DI PALUDI

PROVINCIA DI COSENZA

## PIANO STRUTTURALE COMUNALE

LEGGE URBANISTICA 16 APRILE 2002 N 19



Committente: COMUNE DI PALUDI

Responsabile unico del procedimento:  
Geom. GIOVANNI CESARIO

Progettisti:  
Arch. DANIELA FRANCINI  
Arch. CORRADO FONSI

Geologa:  
Dott. BRUNA BALLARO'

Agronomo:  
Dott. GIOVANNI PERRI

Sindaco:  
DOMENICO BALDINO

Segretario Comunale:  
Dott. PASQUALE LA PEGNA

RELAZIONE GEOMORFOLOGICA

TAV. a7

## INDICE

### **Premessa**

### **Metodologia di studio**

#### **1-STATO DEL TERRITORIO: Elementi Geologici, Strutturali e Litotecnici**

1.1 - Inquadramento geologico generale

1.2 - elementi di tettonica territoriale

1.3 - Unità litologiche

1.3.a-Descrizione geolitologica dei terreni affioranti e relativa tendenze morfoevolutive

1.4 -Unità Litotecniche

1.5 - Aspetti idrogeologici generali

1.5 a - Complessi idrogeologici

1.5b - Bacini idrografici

1.5c - Caratteristiche del reticolo idrografico

1.5d - Ccircolazione idrica sotterranea

1.5e - Classificazione delle principali sorgenti

1.5f - Vulnerabilità degli acquiferi

1.5g -Il rischio idraulico

1.6 - Elementi sull'acclività del territorio

#### **2- PRINCIPALI PROCESSI MORFOEVOLUTIVI E CARATTERISTICHE DI STABILITÀ'**

2.1 - Classificazione dei dissesti franosi

2.2 - Aree a particolare propensione al dissesto

#### **3 – ANALISI DELLA SISMICITA' STORICA E RECENTE**

3.1 - **Analisi degli eventi sismici con effetti macroscopici sul territorio**

3.2 - Dati sismici territoriali e rischio sismico

#### **4 – INDAGINI IN SITU**

4.1- **Sondaggi Penetrometrici Superpesanti D.P.S.H.**

4.2- **Prospezioni Sismiche a Rifrazione**

4.3 - **Categoria di sottosuolo**

4.4 - **Sintesi dei parametri dedotti dalla campagna di indagini**

4.4.1 - **Sondaggi Penetrometrici dinamici**

4.4.2 - **prospezione sismica**

#### **5. NOTE DI CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DELLE PRINCIPALI FORMAZIONI AFFIORANTI NEL TERRITORIO**

#### **6. SINTESI DELL'ANALISI DEL TERRITORIO- Pericolosità geologica e fattibilità di piano**

6.1.1 - **Classi di fattibilità**

6.1.2 -**Disposizioni correlate alle condizioni di pericolosità ed alle caratteristiche idrogeologiche**

6.1.2a - **Paludi Centro**

6.1.2b - **Versante Occidentale del Torrente S. Martino, Cuturo, Scorpiano**

6.1.2 c - **Area Castiglione**

6.1.3 - **Prescrizioni riguardo al rischio idrogeologico**

6.1.4 - **Prescrizioni riguardo al rischio sismico**

6.1.5- **Prescrizioni riguardo al rischio idraulico**

6.1.6 - **Zona di ricarica degli acquiferi**

**CARTE TEMATICHE:**

<b>B1.1A-B</b> - CARTA DI INQUADRAMENTO GEOLOGICO- STRUTTURALE	<i>Scala: 1:5000</i>
<b>B1.2A-B</b> - CARTA GEOMORFOLOGICA	<i>Scala: 1:5000</i>
<b>B1.3</b> - CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO	<i>Scala: 1:10000</i>
<b>B1.4</b> - CARTA DELLE ACCLIVITA'	<i>Scala: 1:5000</i>
<b>B1.5</b> - CARTA LITOTECNICA	<i>Scala: 1:10000</i>
<b>B1.6</b> - CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO (Confronto PAI)	<i>Scala: 1:10000</i>
<b>B1.7</b> - CARTA DEL MAGGIOR RISCHIO SISMICO LOCALE	<i>Scala: 1:10000</i>
<b>B1.8</b> - CARTA DEI VINCOLI: perimetrazione delle aree sottoposte a vincoli o limitazioni d'uso derivanti da normative in vigore a contenuto idrogeologico e sismico	<i>Scala: 1:5000</i>
<b>B1.8</b> - CARTA DI SINTESI degli elementi a cui si possono associare fattori preclusivi o limitativi alle scelte di piano e perimetrazione aree sottoposte a vincoli e a limitazioni d'uso derivanti da normative in vigore a carattere idrogeologico e sismico	<i>Scala: 1:5000</i>
<b>B1.9 A-B</b> - CARTA DELLE PERICOLOSITA' GEOLOGICHE: Fattibilita' delle Azioni di Piano	<i>Scala: 1:5000</i>

***Premessa***

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Paludi è stata redatta lo studio geologico-tecnico per la stesura del nuovo piano Strutturale Comunale (P.S.C.)

Con lo studio geologico-tecnico si forniscono, contestualmente alla redazione del nuovo Piano Strutturale Comunale (P.S.C.), gli elementi essenziali per la conoscenza delle componenti fisiche dell'ambiente per una corretta pianificazione del territorio; questi derivano dall'analisi geologica e geomorfologica-applicativa del territorio comunale di Paludi (CS) *(ai sensi dell'art. 20, comma 4, lettere "a" e "b" della Legge Urbanistica Regionale n. 19/2002)*.

L'analisi del territorio in chiave geologica, consente di evidenziare le risorse ed i rischi dell'ambiente fisico nel contesto geomorfologico ed idrogeologico dei luoghi e conseguentemente l'individuazione delle condizioni di equilibrio tra lo sviluppo antropico e le potenzialità naturali del territorio.

In particolare, le peculiarità geologiche controllano i fenomeni franosi ed i processi di infiltrazione e circolazione dell'acqua nel sottosuolo, condizionando l'uso del territorio in termini di insediabilità e di tipologia di attività agricole.

## **IL PSC**

*"Il Piano Strutturale Comunale (P.S.C.) definisce le strategie per il governo dell'intero territorio comunale, in coerenza con gli obiettivi e gli indirizzi urbanistici della Regione e con gli strumenti di pianificazione provinciale espressi dal Quadro Territoriale Regionale (Q.T.R.), dal Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.) e dal Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.)."*

Il primo comma dell'art. 20 della legge urbanistica definisce il Piano Strutturale Comunale (PSC), lo strumento principale di pianificazione territoriale ed urbanistica a scala comunale che sostituisce il Piano regolatore generale come strumento di governo del territorio nell'ambito dell'intero comune. Da tale definizione se ne deduce la prima sostanziale differenza con il vecchio Prg; il PSC viene definito, infatti, come strumento strategico che rappresenta uno dei principi innovativi che definiscono il nuovo strumento urbanistico. Secondo un orientamento ampiamente diffuso nella dottrina urbanistica il Piano Strutturale presenta, infatti, due distinti caratteri, uno strategico ed uno strutturale:

♦ Per **componente strategica** si intende quella parte del piano, a prevalente contenuto e natura politico programmatica, che dichiara il valore delle risorse presenti nel territorio ed indica lo scenario obiettivo di tutela e sviluppo urbano e territoriale che si intende perseguire con il piano e che, in riferimento alla situazione presente, sviluppa obiettivi e strategie per conseguirlo.

♦ Per **componente strutturale** si intende l'organizzazione e l'assetto del territorio nelle sue forme fisiche, materiali e funzionali prevalenti e conformanti stabilmente il territorio per realizzare gli obiettivi strategici che si intendono perseguire. Costituisce il quadro di riferimento nel medio-lungo periodo che raccoglie la descrizione fondativa della città e del territorio in tutte le sue componenti.

La componente strategica fa sì che il PSC non sia un mero strumento di assetto del territorio ma uno strumento a carattere complesso e plurisettoriale che, a partire dalle condizioni del territorio a carattere fisico e funzionale e dalle risorse che esso ospita (componente strutturale), delinea strategie tanto di governo dell'assetto fisico che dello sviluppo economico sociale, compatibili con l'assetto strutturale. Esso delinea, dunque, prospettive e scenari di lungo periodo, indicando al contempo, mediante gli strumenti di carattere operativo ed attuativo, il percorso possibile per costruire lo scenario previsto.

Altro aspetto di rilievo, che distingue il PSC dai vecchi Prg è che, mentre quest'ultimo si presenta come un prodotto a carattere normativo prescrittivo, che fissa in maniera rigida le modalità d'uso del suolo (funzioni da insediare, volumetrie previste, ecc...) il PSC, al contrario, deve intendersi come uno strumento di carattere più flessibile. Le sue previsioni dell'assetto del territorio, infatti, non includono le specifiche destinazioni d'uso tipiche del Prg, laddove esso distingueva anche le zone realmente edificabili da quelle destinate a soddisfare gli standard relativi ai servizi pubblici (verde, parcheggi, istruzione, ecc..). Il Piano strutturale comunale definisce, invece, delle destinazioni d'uso a carattere più generale, limitandosi ad indicare le aree da destinare ad insediamenti produttivi, ad individuare "**in linea generale** le aree destinate ad attrezzature pubbliche **di maggiore rilevanza**" e quelle a carattere " .

All'interno di quest'ultima generale definizione, solo in un secondo momento, mediante la redazione dei piani attuativi e l'attuazione delle misure perequative, si definiranno specifiche destinazioni d'uso distinguendo le aree "edificabili" da quelle destinate a servizi ed attrezzature pubbliche.

In altri termini il PSC determina e fissa i criteri e le regole generali a cui dovranno rifarsi gli strumenti attuativi ed operativi anche nell'applicazione dei principi perequativi; in questo senso esso è **anche uno strumento di orientamento e di indirizzo** per la pianificazione successiva.

## **Metodologia di Studio**

Lo studio si è articolato seguendo le direttive dettate dalle *Linee Guida della pianificazione regionale* in attuazione della legge urbanistica della Calabria n.19 del 16/04/2002 (*Norme per la tutela, governo ed uso del territorio - Legge Urbanistica della Calabria*), secondo le quali, lo sviluppo degli studi geologici di pericolosità per il PSC deve consentire di costruire strumenti cartografici di sintesi in cui viene operata una discriminazione delle aree del territorio in esame, diversamente caratterizzate sotto il profilo della pericolosità geomorfologica e geologica in generale, in ottica morfodinamica principalmente, ma anche sismica, con distinzione e graduazione delle condizioni che possono influenzare, le scelte dello strumento urbanistico.

Secondo la metodologia suggerita dalle linee guida della pianificazione regionale (Legge urbanistica della Calabria n° 19 del 16.04.02):

-La prima fase di studio (*fase di analisi*), basata sulla raccolta dati, integrata con osservazioni di campagna, e predisposizione di apposita cartografia di base, in scala a 1:10.000 fornisce, un quadro sintetico preliminare dello stato del territorio.

-Nella fase successiva (*fase di diagnosi*), attraverso la valutazione incrociata degli elementi contenuti nelle carte di sintesi con i fattori ambientali ed antropici propri del territorio in esame, e insieme anche ad analisi derivanti dalla campagna di indagini geognostiche si affronta la lettura del territorio anche sotto il profilo geologico-ambientale e delle vocazioni d'uso e sostenibilità degli interventi, al fine di non compromettere gli equilibri che consentono una tutela ambientale preventiva.

La *Carta di fattibilità* costituisce lo strumento fondamentale, per la componente geologica, con la formulazione delle proposte di fattibilità geologica tecnico- ambientale delle azioni di piano, alla stessa scala dello strumento urbanistico.

Pertanto, sono state prodotte le seguenti carte tematiche di lettura del territorio:

### **➤ Carta di Inquadramento Generale Geologico e Strutturale con ubicazione Indagini Geognostiche (scala 1:5.000)**

Tale carta è stata predisposta a partire dalla Carta Geologica della Calabria (Sc. 1:25.000), dall'analisi delle foto aeree e rilievi di campagna; per quanto concerne la nomenclatura e le procedure di rilevamento si è fatto riferimento alla normativa ufficiale secondo la "*Guida al rilevamento ed all'informatizzazione della carta geologica d'Italia*" CNR e SGN. Si è cercato di semplificare l'analisi geologica del territorio in relazione alle caratteristiche tecniche, raggruppando le unità litologiche in esso riconosciute in base alle loro caratteristiche fisiche e al comportamento meccanico.

Nella stessa carta si fornisce l'ubicazione delle indagini eseguite al fine di una caratterizzazione tecnica di massima dei vari litotipi affioranti.

Nell' *Elab.A8 Indagini Geologiche* si forniscono le elaborazioni complete e le colonne stratigrafiche di tutte le indagini eseguite e analizzate.

### ➤ **Carta Geomorfológica (scala 1:5.000)**

Tale carta è stata redatta mediante fotointerpretazione e approfondite verifiche sul terreno. Rappresenta analiticamente le forme di erosione e di accumulo presenti; è stata interpretata la genesi in funzione dei processi geomorfologici attuali e passati e valutato lo stato di attività. In particolare, si è fatto riferimento alla legenda per la carta geomorfologica ad indirizzo applicativo, predisposta dal Gruppo Nazionale Geografia Fisica e Geomorfologia (*Proposta di legenda geomorfologica ad indirizzo applicativo* a cura di G.B. Pellegrini, A. Particolare cura si è rivolta nel rilevamento dei fenomeni franosi reali (in conformità alla Carta dei dissesti con elementi morfologici del PAI) o potenziali, schedati e classificati utilizzando la scheda tecnica per il censimento dei movimenti franosi usata per la redazione del PAI. Nella carta si riportano le sigle per il censimento dei fenomeni franosi utilizzati dal Piano di Assetto Idrogeologico, le schede di classificazione sono riportate in allegato alla presente relazione. Gli elaborati Pai a cui si fa riferimento sono:

- *El. 15.1 - TAV. 078-089 - Paludi-Scala 1:10000;*
- *TAV 15.3-T17 "Carta Inventario Frane Relativo Alle Infrastrutture"*

### ➤ **Carta litotecnica (Scala 1:10.000)**

Nella carta tematica derivante da tale tipo di analisi viene riportata la distribuzione nell'area di studio di 4 classi di unità litotecniche [UL] distinte in :

- UL 1; ammassi rocciosi e/o terreni a comportamento litoide
- UL 2: materiali a grana fine e/o ad elevata compressibilità
- UL 3: materiali incoerenti a grana medio-grossolana
- UL 4: rocce e/o terreni tettonizzati

I parametri utilizzati per la loro definizione sono:

per l'unità litotecnica UL1

- presenza di discontinuità primarie e secondarie, orientazione e spaziatura delle discontinuità, apertura e/o riempimento delle fratture, grado di alterazione
- tipo di alterazione

- per le unità litotecniche UL2 e UL3, caratteristiche geomeccaniche in base alla classificazione di Bieniawski(1973) :
- struttura
- natura, forma e alterazione degli elementi clastici
- tipo di matrice
- caratteristiche geomeccaniche concernenti il grado di addensamento e di consistenza

Di ciascuna UL vengono fornite indicazioni sulle unità litologiche raggruppate e le corrispondenti sigle utilizzate in letteratura ( carta Geologica della Calabria CASMEZ in scala 1:25000, nonché le relative caratteristiche litotecniche sulla base dei parametri sopra descritti.

In prossimità di ogni struttura tettonica è stata individuata e delimitata una fascia di fatturazione ad essa associata:UL4.

La larghezza delle fasce è stata stimata in sito, ove possibile ed i valori caratteristici dei vari complessi lito-tecnici e dei diversi tipi di struttura tettonica, sono stati estesi a tutta l'area.

#### ➤ **Nella Carta del Rischio Idrogeologico - Confronto PAI (Scala 1:10000)**

Ai sensi dell'art. 1bis della L. 365/ 2000, dell'art. 17 della L.183/89, della legge 3 agosto 1998 n° 267, la Regione Calabria ha redatto e approvato il Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico e pubblicato le *Norme di attuazione e Misure di Salvaguardia*, che ha valore di Piano di Settore con tutti gli effetti di legge. Il quadro di pericolosità e rischi definito in tale strumento viene assunto in tutti gli strumenti di pianificazione; si riportano le perimetrazioni delle aree a rischio idrogeologico ottenute dalla trasposizione dei seguenti elaborati del PAI:

- *El. 15.2 -TAV. 078-089 Carta inventario delle Frane e delle Relative Aree a Rischio Scala 1:10000;*

- *TAV AV 078-089 Paludi a -b - Perimetrazione aree a rischio alluvioni Scala 1:25000;*

#### ➤ **Carta idrogeologica e del sistema idrografico (scala 1:10.000)**

Contiene indicazioni circa il sistema idrografico, idraulico ed idrogeologico; si riportano la rete idrografica principale e secondaria evidenziando le acque pubbliche, le relative porzioni di bacino e sottobacino, le principali opere di regimazione e difesa idraulica, le opere di derivazione. Si riportano le aree classificate a rischio idraulico (R1- R4) nel PAI e le aree di attenzione.

I terreni e le rocce sono stati classificati secondo un "range" di permeabilità superficiale, valutando intervalli numerici ed indicando la permeabilità primaria e secondaria;



le sorgenti perenni con portata superiore a 0,5 l/sec sono state classificate per tipologia, sono rappresentate le presunte linee di spartiacque idrogeologico, sono inoltre segnalate le direzioni di flusso, i principali assi drenanti, le principali sorgenti, per la legenda e la simbologia si fa riferimento a "*International legend for hydrogeological maps*" — *Unesco, 1970*.

- ➤ **Carta dell'acclività (scala 1:5.000)**

Le classi adottate sono quelle che si propongono nella "Guida alla redazione della Carta della stabilità" (Regione Emilia Romagna): < 20% - 20-35% - >35%.

È stata omessa la distinzione tra classi di pendenza >35% poiché per pendenze superiori è stata esclusa la edificazione e i salti morfologici e le pareti sub- verticali sono riportate nella carta geomorfologica con apposite simbologie.

I valori prescelti risultano abbastanza utili ai fini della discriminazione in situazioni di incertezza di valutazione degli assetti geostatici, in relazione a possibili correlazioni con particolari parametri di resistenza dei terreni o con particolari situazioni litostratigrafiche e strutturali.

- ➤ **Carta delle aree a maggiore pericolosità sismica locale (scala 1:10.000)**

Lo studio della pericolosità locale a livello di pianificazione implica l'individuazione di quelle condizioni locali a cui si possono associare modificazioni dello scuotimento (amplificazioni) o effetti cosismici, in ogni caso con incremento della pericolosità sismica di base. Ciò si basa anzitutto e preliminarmente su accurati rilevamenti geologici mirati alla costruzione del modello geologico tecnico, ai sensi di quanto richiesto dal DPR 554/98.

Le aree di maggiore pericolosità sismica a cui si fa riferimento sono descritte e riunite in gruppi (*Scheda per la caratterizzazione geologica e morfologia dei centri abitati e Schemi delle condizioni geologiche e geomorfologiche a cura del SSN*).

Gli elementi che le caratterizzano sono stati direttamente rilevati e cartografati contemporaneamente alla redazione delle carte geologica, geomorfologica ed idrogeologica. La carta è stata elaborata per le zone urbanizzate e per le zone di interesse urbanistico, alla stessa scala dello strumento urbanistico.

➤ **Documentazione cartografica di sintesi e della fattibilità geologica per le azioni di piano**

In riferimento a quanto riportato nelle sovra citate linee guida riguardo a quanto concerne il rischio idrogeologico al punto 5.7.1 si esplica "*Il PSC disciplinerà l'uso del territorio anche con riferimento alla pericolosità e rischio idrogeologico (art. 20- c3). A tal fine provvederà alla identificazione della pericolosità e del rischio idrogeologico, e più in generale di pericolosità e rischi connessi ai processi geomorfici significativi in relazione alle esigenze poste esplicitamente dal comma 3 dell'art 20.*"

➤ **Carta di sintesi degli elementi a cui si possono associare fattori preclusivi e limitativi alle scelte di piano e perimetrazione di aree sottoposte vincolo e a limitazioni d'uso derivanti da normative in vigore a contenuto idrogeologico e sismico (scala 1:5000)**

La carta di sintesi contiene gli elementi più significativi evidenziati nella fase di analisi, a cui si possono associare fattori preclusivi o limitativi dettati dalle linee Guida prima richiamati, ai fini delle scelte di piano.

La carta, che incorpora altresì le informazioni derivanti dalla carta dei vincoli del progetto preliminare, costituisce un documento di lavoro finalizzato al gruppo interdisciplinare di progettazione del piano e ha lo scopo di fornire, mediante un unico elaborato, un quadro sintetico dello stato del territorio al fine di procedere a valutazioni diagnostiche.

➤ **Carta delle pericolosità geologiche- Fattibilità delle azioni di Piano (scala 1:5000)**

La carta redatta alla stessa scala del Piano e sulla stessa base topografica, si basa sulla valutazione incrociata degli elementi contenuti nelle cartografie di analisi.

Per quanto riguarda i livelli di pericolosità si esprime un grado di pericolosità relativa, senza tentare di prevedere in modo esplicito il tempo di ritorno degli eventi.

Il processo diagnostico è mirato alla valutazione di diversi tipi e livelli di *pericolosità geologica* e delle incidenze negative che ad esse si associano, determinando limitazioni da nulle a massime sulla fattibilità delle azioni di Piano. Questo, composto da fasi successive di affinamento in relazione anche ad elementi non cartografati, a fattori ambientali, territoriali ed antropici propri del territorio in esame, consente la formulazione di proposte la suddivisione del territorio in classi di *fattibilità geologica*.

Tale carta applicativa è dunque volta a dimostrare la fattibilità geologica, tenendo conto delle valutazioni critiche della pericolosità dei singoli fenomeni, degli scenari di rischio conseguenti e della componente geologico-ambientale.

La classificazione fornisce **indicazioni generali** in ordine alle destinazioni d'uso, alle cautele generali da adottare per gli interventi, agli studi ed alle indagini da effettuare per gli approfondimenti del caso, alle opere di riduzione del rischio ed alla necessità di controllo dei fenomeni in atto.

## **1 – STATO DEL TERRITORIO: *Elementi Geologici, Strutturali e Litotecnici***

### **1.1-INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE**

Il territorio comunale di Paludi (CS) occupa una fascia di territorio medio-collinare dell'area jonica settentrionale ed è composto dal centro urbano alla quota di circa 430 m s.l.m. delimitato a est dal *vallone S. Martino* e ad ovest dal vallone *S.Elia*, immediatamente a sud il *Cozzo della Scivola* e a nord *Colle della Croce*.

Il contesto geostrutturale in cui si colloca il territorio in esame è costituito dalla sovrapposizione di diverse unità strutturali:

- *Complesso Calabride* a cui sono riferibili le rocce intrusive acide affioranti a Nord di Cozzo della Scivola e gli scisti filladici seguiti, trasgressivamente, dal flysch eocenico;
- *Complesso Crotonide* delle argille scagliose variegata tra i fiumi Trionto e Coserie che non affiorano nella zona studiata;
- Depositi postorogeni del pliocene inferiore, messiniano e tortoniano, comprendenti la serie stratigrafica dai depositi arenacei a quelli argillosi (questi ultimi affioranti a valle di *Colle della Croce*) intercalati a sedimenti calcarei evaporitici (area *Castiglione*);
- Depositi postorogeni tardo pliocenici e recenti, rappresentati da sabbie, argille, conglomerati terrazzati.

### **1.2 -ELEMENTI DI TETTONICA TERRITORIALE**

L'area calabrese viene considerata in letteratura (Ogniben,1973) come un asse di sollevamento isostatico e corrugamento geosinclinalico.

L'assetto strutturale regionale è dovuto in parte al ciclo orogenetico ercinico e, soprattutto a quello alpidico, con contatti tra i vari complessi strutturali solitamente tettonici. La fase orogenetica iniziata nel Pleistocene Inferiore, denominata "fase di neotettonica", ha determinato un forte e rapido sollevamento regionale nell'area della Sila Greca.

Tale sollevamento è stato quantificato in 500-600 metri nell'arco di 700 mila anni. Esso ha coinvolto terreni di varia età, fratturando e disarticolando gli affioramenti rocciosi e producendo le profonde incisioni ove scorrono gli attuali fiumi e torrenti.

Una analisi di prima approssimazione relativa alla area della Sila Greca sulla base dell'età degli antichi letti fluviali, ascrivibili al Milazziano, evidenzia che il sollevamento generale subito negli ultimi 300 mila anni è di circa 100 metri con un gradiente di sollevamento pari a 0,3 mm/anno.

### 1.3 – UNITA' LITOLOGICHE

In sintesi, la successione delle unità litostratigrafiche presenti, secondo un ordine di sovrapposizione dall'alto verso il basso, può essere così schematizzata:

#### OLOCENE

- *Alluvioni mobili (a, af) o fissate* dalla vegetazione, ciottolose e sabbiose dei letti fluviali;
- *Prodotti di dilavamento e soliflussione (ac)*, talora misti a materiale alluvionale; costituiscono piccoli affioramenti di modesto spessore.

#### PLEISTOCENE

- *Conglomerati alluvionali terrazzati ( $q^d$ )*, si tratta di depositi poco consolidati, facilmente disgregabili, ad elevata permeabilità.

#### PLIOCENE

- *Argille marnose ( $M^p_{2-3}$ )*, con sottili intercalazioni arenacee gradate, le argille presentano una scarsa resistenza all'erosione e bassa permeabilità. I pendii più ripidi possono essere franosi.

#### MIOCENE

- *Arenarie tenere bruno- chiare ( $M^{pr}_{2-3}$ )*, con intercalazioni di arenarie grigie bluastre a cemento calcareo. Sviluppo di conglomerati al letto. Le arenarie sono ben consolidate e relativamente resistenti all'erosione. Permeabilità da media ad elevata;
- *Calcari evaporitici bianco – giallastri ( $M^c_{2-3}$ )*, generalmente vacuolari, localmente sottili intercalazioni marnose. Il calcare è fratturato e presenta elevata permeabilità anche per la presenza di cavità prodotte dalla dissoluzione del carbonato di calcio. La resistenza all'erosione è generalmente alta;
- *Conglomerato rossastro ( $M^d_{2-3}$ )*, da massiccio a ben stratificato talora con intercalazioni di arenarie grossolane. Questo complesso è generalmente friabile e facilmente disgregabile. Elevata permeabilità.

#### EOCENE

- *Arenarie a cemento conglomerato poligenico massiccio e ben cementato calcareo e calcari arenacei ( $E^{pr-m}$ )*, spesso gradati ed in alternanza con calcari marnosi. Il complesso si presenta intensamente tettonizzato, friabile e dà luogo a numerose piccole frane. Permeabilità elevata;
- *Conglomerato (Ecl)*, da massiccio a ben stratificato a matrice calcarea, locali intercalazioni marnose.

## PALEOZOICO

- *Complesso delle rocce acide intrusive a composizione variabile (γ)*

Si tratta di quarzo- diorite, quarzo- monzonite, granodiorite e granito, gli affioramenti si presentano alterati e presentano scarsa resistenza alla escavazione, eccetto nelle incisioni vallive dove la roccia è più fresca;

- *Scisti filladici (sf)* cloridrici e sericidici. La roccia, a basso grado di metamorfismo, presenta struttura scistosa cristallina e composizione prevalentemente pelitica.

Sono costituiti essenzialmente da clorite, sericite e quarzo. Localmente presentano sottili intercalazioni di quarziti.

### **1.3.a-Descrizione geolitologica dei terreni affioranti e relative tendenze morfoevolutive**

I fattori litologici, tettonici e climatici determinano la dinamica evolutiva del territorio; la coerenza dei materiali litologici e l'azione erosiva delle acque rappresentano i fattori maggiormente influenti sulla velocità dei processi morfogenetici.

L'area studiata è interpretabile come zona di transizione tra la fascia collinare costiera, a morfologia dolce ed ondulata, e la fascia delle alte colline premortane a morfologia aspra, con incisioni profonde a fianchi stretti e versanti ripidi. In particolare l'erosione idrometeorica ha sviluppato una serie di scarpate e creste impostate sulla formazione di maggiore coerenza rappresentata dalle arenarie gialle e grigie.

La sovrapposizione di litotipi più coerenti su altri meno coerenti fa sì che il raccordo morfologico nelle zone di contatto avvenga attraverso profili particolarmente ripidi.

I fenomeni di erosione lineare lungo compluvi risultano contenuti entro l'abitato in corrispondenza dei valloni *Vasia* e *Pantano*, essi sono accentuati lungo i valloni *S.Martino*, e *S. Elia*.

#### ➤ **Gli Scisti filladici**

Presentano caratteri tipici delle rocce a basso grado di metamorfismo, composizione prevalentemente pelitica e sono caratterizzati da una struttura scistoso-cristallina. Costituiscono estesi affioramenti nell'area ad est dell'abitato e sono incisi dal *Torrente S. Elia*.

Nella formazione sono presenti, intercalazioni di quarziti e livelli di quarzo paralleli ai piani di scistosità.

Alla scala dell'affioramento le filladi si presentano con fratture, pieghe e linee di discontinuità anche trasversali ai piani di scistosità.

La condizione di notevole allentamento meccanico, evidenziato dalle numerose, e spesso ravvicinate linee di discontinuità, favorisce l'azione disgregatrice e di alterazione chimica degli agenti atmosferici e quindi il formarsi della coltre detritica e di alterazione presente su gran parte della superficie di affioramento della formazione. I processi di alterazione e degradazione tendono a diminuire con la profondità e lo spessore dei materiali di alterazione è in genere minimo nelle aree soggette ad intensa erosione (come le incisioni vallive ed i pendii con acclività superiore al 35%), mentre raggiunge valori massimi 4-5 m nelle aree meno acclivi e con abbondante circolazione idrica.

Il comportamento geotecnico degli scisti filladici dipende quindi direttamente dallo stato di continuità e di alterazione degli stessi. Dove la roccia è fresca presenta una elevata resistenza all'erosione e bassa permeabilità, dove invece è alterata e degradata presenta permeabilità elevata e bassa resistenza all'erosione.

Il comportamento della coltre detritica è del tipo semicoerente o pseudocoerente a seconda delle aliquote del materiale argilloso presente.

#### ➤ ***I Calcari cristallini ed evaporitici***

Formano intercalazioni della formazione sopra descritta, affiorano in località *Cozzo S. Isidoro* e intorno a *Castiglione* e in località *Scamace*.

Detti affioramenti si presentano come una piccola lente di calcare compatto che, a causa della sua rigidità, non risulta piegato come le quarziti circostanti.

In questi ultimi affioramenti i calcari, di colore bianco giallastro, presentano aspetto vacuolare ed una discreta resistenza all'erosione sulle pareti del pendio circostante Castiglione. Nella stessa zona, in corrispondenza delle fasce caratterizzate da bassi valori di acclività, gli stessi calcari risultano molto alterati ed in superficie è presente una coltre di alterazione costituita da ciottoli spigolosi immersi in una matrice argilloso-sabbiosa con elementi molto fini e siltosi.

#### ➤ ***Le Arenarie tenere bruno- chiare***

Le arenarie tenere bruno- chiare mioceniche ( $M^{ar}_{2-3}$ ), costituiscono la formazione su cui sorge il *centro urbano di Paludi* e presentano aspetto solitamente massivo con giacitura degli strati orizzontali e rare fratture subverticali.

Affiorano inoltre nella parte alta di *Castiglione* e in località *Visciglietta*

La formazione è composta da arenarie bruno-chiare con intercalazioni di arenarie grigio-bluastre a cemento calcareo; generalmente si presenta a matrice sabbiosa, e localmente in banchi conglomeratici con elementi di notevoli dimensioni. A volte la formazione è rilevabile sotto forma di arenaria fine siltosa costituente coltre di copertura dei banchi arenacei massicci.

In relazione al grado di addensamento le arenarie possono presentare diversi gradi di resistenza all'erosione, che può essere considerata elevata nel complesso massiccio e modesta nel complesso siltitico.

La permeabilità è moderata, con aumento della stessa nelle zone di fratturazione. I caratteri geomeccanici di queste litologie sono di solito buoni presentando un elevato angolo di attrito interno ( $\varphi = 30-34^\circ$ ) e coesione trascurabile

➤ ***Le argille marnose***

Affiorano abbondantemente nel territorio, presentano scarsa resistenza all'erosione e bassa permeabilità. Gli affioramenti più estesi costituiscono le *località Pratore* e *Croce* immediatamente a nord del centro urbano e dopo Colle della Croce, a nord ovest rispetto a centro, alla *Madonna dei Rogani* ed estesamente a *Scorpiano*.

Le scadenti caratteristiche geotecniche determinano spesso nella formazione situazioni di stabilità precaria soprattutto in corrispondenza dei pendii a maggiore acclività, che assumono spesso aspetto morfologico a *calanchi*. Le argille in genere si presentano con granulometria molto fine e sono da considerare impermeabili o poco permeabili in corrispondenza dei livelli più sabbiosi; poco resistenti all'erosione e con scadenti proprietà geotecniche tali terreni sono soggetti a fenomeni di creep (lento e costante scivolamento) ed a fenomeni di rigonfiamento e cedimento; evidenti segni di tali fenomeni sono frequenti in un' ampia fascia di territorio ed in particolare nell'area a monte della strada di accesso al paese. Gli agenti atmosferici ed in particolare l'acqua infatti, determinano modificazioni rilevanti nella tessitura granulometrica, nella coesione e nell'angolo di attrito.



## 1.4 - UNITÀ LITOTECNICHE

Si è cercato di semplificare l'analisi geologica del territorio raggruppando le unità litologiche in esso riconosciute in base alle loro caratteristiche fisiche e al comportamento meccanico.

- UL 1; ammassi rocciosi e/o terreni a comportamento litoide
- UL 2: materiali a grana fine e/o ad elevata compressibilità
- UL 3: materiali incoerenti a grana grossolana
- UL 4: rocce e/o terreni tettonizzati

I parametri utilizzati per la loro definizione sono:

per l'unità litotecnica UL1

- presenza di discontinuità primarie e secondarie
- orientazione e spaziatura delle discontinuità
- apertura e/o riempimento delle fratture
- grado di alterazione
- tipo di alterazione
- caratteristiche geomeccaniche in base alla classificazione di Bieniawski(1973)

per le unità litotecniche UL2 e UL3:

- struttura
  - natura, forma e alterazione degli elementi clastici
  - tipo di matrice
  - caratteristiche geomeccaniche concernenti il grado di addensamento e di consistenza
- di ciascuna UL vengono fornite indicazioni sulle unità litologiche raggruppate e le corrispondenti sigle utilizzate in letteratura (Carta Geologica della Calabria CASMEZ in scala 1:25000, nonché le relative caratteristiche litotecniche sulla base dei parametri sopra descritti.

### ➤ ***Unità Litotecnica UL1:***

**UL 1 a** – Ammassi rocciosi di origine metamorfica

- Complesso delle rocce acide intrusive (y)
- (Scisti filladici grigi(sf)

**UL1 b** – calcare evaporitico con intercalazioni di marne e gesso ( $M^{t-g}_{2-3}$ ),

-calcare evaporitico ( $M^t_{2-3}$ ),

– calcare evaporitico con intercalazioni di marne e gesso ( $M^{t-g}_{2-3}$ ),

- calcari massicci, arenacei , ciottolosi e quarziti con intercalazioni minori di calcari marnosi ( $G^{c-ar}_1$ ),

- alternanza di calcari marnosi e arenacei ( $G^{cm-ar}_1$ ).

### Caratteristiche litotecniche

UL1 a: Ammassi rocciosi interessati da discontinuità primarie (piani di scistosità) e secondarie (fratture) organizzate in famiglie di varia orientazione e a spaziatura centimetrica e decimetrica. Le fratture risultano per lo più cementate e/o riempite da materiale di alterazione e solo localmente sono di tipo aperto. Laddove maggiormente esposti agli agenti esogeni a all'alterazione di degradazione chimica dell'acqua, si presentano alterati e talora in via di disfacimento, con argillificazione piuttosto spinta. Da deboli ad abbastanza resistenti all'erosione, con fratturazione da forte a moderata.

UL1 b: Si tratta di litotipi che sia per il grado di cementazione e/o consolidazione che per la presenza di intercalazioni arenacee, sono assimilabili agli ammassi rocciosi. Si presentano spesso massivi per cui sono da considerare ammassi rocciosi di tipo abbastanza resistenti, da moderatamente ad appena fratturati.

### ➤ Unità Litotecnica UL2

#### **Materiali a grana fine e/o elevata compressibilità**

##### UL2

- Argille siltose da grigio –chiaro a grigio-bluestre ( $P^a_3$ )
- Argille sabbiose e siltose con intercalazioni arenacee ( $M^a_{2-3}$ )

##### Caratteristiche litotecniche

Corrispondono granulometricamente ad argille e argille limose, localmente debolmente marnose, dal tipico colore dal nocciola al grigio/grigio- azzurro, biancastre quando associate a gesso.

La struttura, solo occasionalmente caotica, evidenziata da variegazioni cromatiche piano parallele, quindi regolari, a frequenza millimetrica e centimetrica. Si presentano da moderatamente consistenti a molto consistenti, anche se superficialmente di facile imbibizione ed elevata erodibilità.

➤ **Unità Litotecnica UL3**

***Litotipi incoerenti a grana grossolana***

***UL3 a – depositi di origine alluvionale e/o terrazzi fluviali***

- prodotti di dilavamento e solifluzione, talora misti a materiale alluvionale (a),
- alluvioni dei letti mobili (ac) e stabilizzate (af).

***UL3 b – depositi di poligenici grossolani***

- Conglomerati alluvionali terrazzati ( $q^{cl}$ ), si tratta di depositi poco consolidati, facilmente disgregabili, ad elevata permeabilità,
- Sabbie giallastre, localmente cementate e con bande calcarenitiche, soggette a rapide variazioni di potenza ( $P^s_3$ ),
- Arenarie tenere bruno- chiare, con cemento calcareo. sviluppo di conglomerati al letto ( $M^{ar}_{2-3}$ ),
- Conglomerato rossastro da massiccio a ben stratificato ( $m^{cl}_{2-3}$ ),
- Arenarie con cemento calcareo e calcari arenacei ( $E^{ar-m}$ ).
- Conglomerato poligenico massiccio a matrice calcarea ( $E^{cl}$ ).

**Caratteristiche litotecniche:**

***UL3 a***

Sono stati raggruppati depositi di tipo sabbioso – ghiaioso anche molto grossolani e conglomerati con struttura a supposto a matrice sabbiosa-limosa e, talvolta, a supporto clastico, caratterizzato da elementi litoidi talora molto alterati ed in via di disfacimento. Si tratta generalmente di sedimenti da moderatamente addensati e moderatamente consistenti ad addensati e consistenti.

***UL3 b***

depositi di tipo sabbioso – ghiaioso e conglomerati a matrice sabbiosa-limosa e/o limoso-argillosa, talvolta, a supporto clastico, caratterizzato da elementi litoidi molto alterati ed in via di disfacimento. Si tratta generalmente di sedimenti da moderatamente addensati e moderatamente consistenti ad addensati e consistenti.

### Tabella Riassuntiva - Unità Litotecniche

Unità litotecnica	Unità litologiche corrispondenti	Caratteristiche litotecniche
<b>UL1</b> Ammassi rocciosi e/o terreni a comportamento litoide	<b>UL1a</b> Ammassi rocciosi di origine metamorfica	Ammassi rocciosi interessati da discontinuità primarie (piani di scistosità) e secondarie (fratture); da deboli ad resistenti all'erosione e fratturazione da forte a moderata
	<b>UL1b</b> Ammassi rocciosi costituiti da depositi fortemente addensati	
<b>UL 2</b> Materiali a grana fine e/o compressibilità	<b>UL2a</b> Argille sabbiose-siltose (M <sup>a</sup> <sub>3</sub> )	Sedimenti da moderatamente consistenti a molto consistenti, anche se superficialmente di facile imbibizione
	- Argille siltose da grigio –chiare a grigio-bluastre (Pa3) - Argille sabbiose e siltose con intercalazioni arenacee (Ma2-3)	
<b>UL 3</b> Litotipi incoerenti a grana medio-grossolana	<b>UL3a</b> Depositi di origine fluviale	Depositi di tipo sabbioso-ghiaioso a matrice sabbiosa-limoso talvolta a supporto clastico con elementi litoidi talora molto alterati ed in via di disfacimento
	<b>UL3b</b> Depositi poligenici grossolani	
<b>UL 4</b> Rocce e/o terreni tettonizzati	Tutti i terreni e le rocce a cavallo di lineamenti tettonici	Rocce e/o terreni frantumati e dislocati, a causa di fenomeni tettonici

## **1.5- ASPETTI IDROGEOLOGICI GENERALI**

Il territorio comunale di Paludi come innanzi esposto, si presenta litologicamente eterogeneo. La scala e gli obiettivi del lavoro hanno reso necessario procedere ad un accorpamento dei litotipi affioranti in base al comportamento sostanzialmente simile nei confronti dell'infiltrazione e della circolazione idrica sotterranea (Vedi B1.3 - *Carta Idrogeologica e del Sistema Idrografico* Scala: 1:10000").

In particolare, si distinguono aree in cui affiora la formazione a basso metamorfismo (spesso alterati e fratturati nella porzione più superficiale), in corrispondenza dei versanti più acclivi, bordate da depositi sabbioso-arenaceo a permeabilità elevata, caratterizzanti le fasce a debole pendenza , aree abbastanza estese risultano caratterizzate dalla presenza di depositi sabbioso-argilloso miocenici a permeabilità variabile in relazione alla frazione argillosa.

### **1.5 a .COMPLESSI IDROGEOLOGICI**

#### **• Complesso Idrogeologico delle rocce metamorfiche ed intrusive**

Il comportamento idrogeologico delle rocce metamorfiche ed intrusive si caratterizza per la scarsa circolazione idrica sotterranea limitata quasi esclusivamente alla coltre epidermica di alterazione, solo localmente si creano le condizioni per una limitata circolazione idrica a maggiore profondità in corrispondenza di lenti quarzitiche e serpentinosi, oltre che nelle fessure e nei piani di scistosità.

Gli scisti, non alterati, presentano una discreta resistenza all'erosione e bassa permeabilità; ma di norma si presentano intensamente piegati e fratturati anche secondo linee normali alla scistosità con conseguente aumento della permeabilità ed instaurazione di una circolazione idrica profonda che trasmette all'interno delle masse i processi d'alterazione degli atmosferili.

Di conseguenza, queste rocce sono per lo più ricoperte da materiale eluviale, ed in parte alluvionale - detritico d'alterazione con caratteristiche molto diverse da quelle delle rocce del substrato.

La coltre di alterazione superficiale è costituita da limi sabbiosi con ciottoli di natura filladica debolmente argillosa e sabbia con limo ghiaiosa-argillosa ha uno spessore medio di 8 –10 m. Il passaggio verticale tra le filladi e la coltre è netto ed evidenziato sia dalla costituzione geologica che dal colore.

La coltre detritica più superficiale si presenta, infatti, con elevata permeabilità e scarsa resistenza all'erosione; al di sotto di questo spessore si rinviene fino a profondità medie stimabili intorno ai 30-40 m una porzione allentata e fratturata sede di una circolazione

idrica profonda. Questa è regolata dai rapporti con l'impermeabile relativo rappresentato dal substrato e dalla distribuzione di livelli e lenti argillose dovute alla concentrazione dei prodotti di alterazione trasportati dalle acque di circolazione.

Ne derivano acquiferi monofalda e un complesso idrogeologico caratterizzato da *una permeabilità per porosità e per fratturazione con grado di permeabilità estremamente variabile da basso e medio-alto, sia arealmente che verticalmente, in funzione del prevalere locale di termini più o meno fini e della maggiore o minore numero di joints e fratture.*

Talora la capacità d'infiltrazione di tale complesso è comunque ridotta dal locale prevalere della frazione limo-argillosa, il coefficiente di permeabilità stimabile è  $10^{-2} <K> 10^{-4}$  cm /s. La parte inalterata sottostante, è costituita da scisti filladici grigi costituiti prevalentemente da quarzo muscovite e sericite e rappresenta il limite impermeabile degli acquiferi presenti nell'area. Tale formazione presenta alta resistenza all'erosione, permeabilità bassa.

In questo complesso idrogeologico essendo la circolazione idrica relativamente superficiale, la piezometrica si adatta alla morfologia esterna. Ciò provoca l'emergenza delle acque in modo diffuso, con recapito preferenziale nei fondovalle, dove la piezometrica viene incisa dalla superficie topografica. Si ha quindi, sistematicamente, in quasi tutti i fossi, un continuo e costante incremento di portata in corrispondenza di aree a minore acclività. In queste condizioni di circolazione idrica, è evidente che le sorgenti risultano essere molte e diffuse nel territorio e quasi tutte di piccola entità.

#### • **Complesso Idrogeologico dei depositi conglomeratici -sabbiosi**

Si compone di sabbie talora con presenza di frazione argillosa e da banchi conglomeratici. La *permeabilità* è di solito *elevata per porosità*, localmente può diminuire notevolmente per la presenza della matrice argillosa o per un più elevato grado di cementazione. Generalmente costituiscono acquiferi porosi dotati di permeabilità per porosità elevata.

Essendo costituiti da sedimenti eterogenei composta da clasti trasportati e depositati, le caratteristiche intrinseche di questi acquiferi e la relativa circolazione idrica sotterranea sono in relazione a fattori quali i granulometria, selezione, costipamento legati a condizione di sedimentazione. Di conseguenza questi acquiferi sono caratterizzati dalla giustapposizione disordinata di termini litologici di varia granulometria, aggregati in lenti allungate nel senso della corrente che le ha depositate. Ciò si traduce in una circolazione idrica per falde sovrapposte, con deflusso preferenziale dell'acqua nei litotipi a più alto grado di permeabilità relativa. Le difese falde possono essere quasi sempre ricondotte ad un'unica circolazione idrica sotterranea, perché il particolare tipo di deposizione lenticolare dei sedimenti lascia moltissime soluzioni di continuità tra depositi permeabili e depositi relativamente meno

permeabili. A ciò bisogna aggiungere gli interscambi in senso verticale o sub-verticale dovuti al fenomeno di drenanza.

#### • **Complesso Idrogeologico dei materiali calcarei**

I calcari possono costituire acquiferi fessurati, oltre che eterogenei ed anisotropi, spesso discontinui. Gli acquiferi carbonatici sono caratterizzati da moltissime microfratture (dove viene immagazzinata la maggior parte delle acque) e da macrofessure. La *porosità primaria* è generalmente bassa, mentre è più elevata la secondaria dovuta anche a fratture di origine tettonica. La *porosità efficace* è variabile in relazione a fattori quali densità e le caratteristiche della fessurazione, esistenza di fenomeni di ampliamento, intasamento e ricementazione.

#### • **Complesso Idrogeologico dei materiali conglomeratici ed arenaci ben cementati**

La circolazione idrica avviene nelle zone di soluzione del carbonato, tale fenomeno conferisce al complesso una *permeabilità da media ad elevata per porosità* secondaria più elevata di quella primaria della roccia integra e *un grado di permeabilità relativa* più alto.

#### • **Complesso Idrogeologico dei materiali argilloso marnoso**

È costituito da argille sabbiose e siltose mioceniche aventi *porosità primaria* bassa e *grado di permeabilità relativa* bassa ( $10^{-4} > K > 10^{-9}$ ). nella situazione idrogeologica locale rappresenta l'impermeabile relativo degli acquiferi porosi costituiti dai depositi plio-pleistocenici della fascia collinare e costiera del territorio. i depositi argilloso- sabbiosi di questo complesso giustapposti a complessi a permeabilità maggiore ne tamponano parzialmente la circolazione idrica.

### **1.5.b - Bacini idrografici**

Lo studio morfologico a grande scala, effettuato parallelamente alle osservazioni di carattere litologico e idrogeologico alla scala dell'affioramento, più affinate soprattutto nelle zone di emergenze sorgive, ha reso possibile l'individuazione di 2 principali sottobacini bacini idrogeologici e la loro definizione in base ad elementi morfologici e geologico-strutturali.

Si fa notare, che tale definizione ha senso solo relativamente alla scala del lavoro risultando inadeguata se si inquadra il territorio studiato nel contesto generale.

La maggior parte delle emergenze sorgive interessa acquiferi superficiali; la coltre di alterazione permeabile per fratturazione e per porosità secondaria costituisce l'acquifero.

Da osservazioni effettuate a tale scala, risulta che lo spessore della coltre alterata corrisponde allo spessore dell'acquifero stesso e segue più o meno regolarmente la morfologia; solo localmente si rilevano significative discontinuità tettoniche tali da interrompere la continuità di questo sistema acquifero.

Alla luce di tali osservazioni sono stati definiti i limiti dei sottobacini idrogeologici corrispondenti, in prima approssimazione, per la particolare situazione illustrata, ai limiti dei bacini idrografici dei due torrenti *S. Elia* e *S. Martino*, all'interno del bacino del torrente *Coserie*.

### **1.5.c- Caratteristiche del reticolo idrografico**

Gli impluvi più importanti sono il Torrente S. Elia e il Torrente S. Martino per l'ampiezza che per le caratteristiche ideologiche e idrogeologiche; questi sono confluenti di destra del torrente Coserie, che riversando nel Fiume Trionto rappresenta il collettore di drenaggio naturale verso il mare Ionio delle acque meteoriche superficiali che li alimentano e quella dei torrenti di ordine gerarchico inferiore che fungono da affluenti, tra questi i valloni Manarigo e Vasio a nord est.

Lo sviluppo lineare del reticolo idrografico è in gran parte condizionato dai lineamenti morfologici e strettamente dipendente dal grado di erodibilità dei terreni .

I corsi d'acqua sono caratterizzati da un bacino imbrifero di superficie molto modesto formato spesso da un'unica vallata nella quale confluiscono valli contigue a breve sviluppo e di ampiezza assai piccola.

Questi presentano carattere torrentizio con regime strettamente legato alle precipitazioni stagionali. La portata idrica superficiale è maggiore in corrispondenza degli affioramenti dei termini a bassa permeabilità dove i corsi d'acqua determinano strette incisioni a V, diminuisce in corrispondenza delle litologie a permeabilità elevata, spesso alla diminuzione repentina della pendenza del profilo isometrico del corso d'acqua è associato un parziale interrimento del deflusso superficiale e conseguentemente una apparente diminuzione della portata liquida. Il reticolo idrografico si presenta gerarchizzato con rami fino al quarto ordine.

### **1.5.d - Circolazione idrica sotterranea**

Per quanto riguarda la circolazione idrica sotterranea, in generale, essa avviene secondo modalità diverse, dipendenti dalle proprietà idrogeologiche dei depositi e, nelle formazioni lapidee, dal maggiore o minore stato di alterazione e spessore della coltre superficiale, dalla morfologia del terreno e, qualora presenti, dai rapporti geometrici con altri acquiferi.

Gran parte del territorio è costituito da formazioni le cui caratteristiche idrogeologiche variano in relazione al grado di alterazione e degradazione; nella porzione più settentrionale del territorio, dalle quote più alte in corrispondenza dello spartiacque morfologico la coltre di alterazione presenta uno spessore notevole ed elevata permeabilità e funge da acquifero



alimentatore di falde che vengono a giorno a quote più basse, in corrispondenza dell'affioramento del livello di base impermeabile costituito dalla roccia integra.

Questo susseguirsi di permeabilità diverse, fa sì che le parti pianeggianti funzionino come zone di alimentazione di falde freatiche che vengono a giorno più a valle, quando la superficie topografica taglia il livello impermeabile di base, di norma formato da zone e lenti argillificate.

Scendendo verso quote inferiori, le zone sub - pianeggianti corrispondono spesso ad affioramenti di formazioni arenacee e sabbiose molto permeabili, mentre nei tratti più ripidi affiorano di preferenza depositi argillosi a bassa permeabilità.

In generale, dove predominano le formazioni sedimentarie, sono i complessi sabbiosi, conglomeratici ed arenacei a fornire alimentazione mentre le formazioni argillose vengono a costituire la base impermeabile.

Analogamente si comportano i materiali alluvionali che ricoprono formazioni argillose alluvionali in corrispondenza dei letti fluviali al piede delle colline.

### **1.5.e- Classificazione delle principali sorgenti**

♦ Zona Scorpiano: sorgenti per soglia di permeabilità sovrainposta

Il complesso idrogeologico relativamente meno permeabile, che determina il tamponamento parziale della falda ed il conseguente trabocco delle acque, si trova sovrapposto all'acquifero. La falda di base viene a contatto con il complesso argilloso- marnoso lungo faglie dirette.

♦ Zona Pantano: sorgenti per affioramento della piezometrica

La superficie topografica frutto della evoluzione morfologica del territorio, porta in affioramento la piezometrica.

♦ Zona Visciglietta: sorgenti per limite di permeabilità definito.

Il limite corrisponde al piano di stratificazione, disposto a franapoggio tra due complessi idrogeologici a permeabilità relativa diversa.

♦ Zona S. Antonio: sorgenti per limite di permeabilità definito

Il limite corrisponde al piano di stratificazione, disposto a franapoggio tra due complessi idrogeologici a permeabilità relativa diversa.

♦ Zona Luppo: sorgenti per limite di permeabilità indefinito

Il limite corrisponde ad una fascia di acquifero più o meno potente ed irregolare, che marca il passaggio tra una zona superiore permeabile ed una a permeabilità relativa minore.

♦ Zona Motta: sorgenti per affioramento della piezometrica

La superficie topografica frutto della evoluzione morfologica del territorio, porta in affioramento la piezometrica.

### **1.5.f- Vulnerabilità degli acquiferi**

La vulnerabilità intrinseca delle formazioni acquifere ai fluidi inquinanti dipende dalle caratteristiche litostrutturali, idrogeologiche e idrodinamiche del sottosuolo e degli acquiferi presenti; altri parametri da considerare sono le condizioni climatiche e idrologiche, il tipo di ordinamento colturale e relative pratiche agronomiche.

Nel caso dell'acquiferi presenti nel territorio esaminato, per quanto concerne la vulnerabilità intrinseca si ha una serie di fattori critici indicativi di una situazione di elevata sensibilità. Trattandosi di un acquiferi porosi non confinati a permeabilità mista, la capacità di penetrazione degli inquinanti può essere molto variabile in relazione alle modalità della circolazione idrica. Lo strato insaturo superficiale a permeabilità elevata per porosità presenta capacità di attenuazione tendenzialmente bassa e la circolazione nel sottostante strato permeabile per fratturazione facilita la propagazione di eventuali sostanze inquinanti in falda. Tuttavia, lo spessore della zona di aerazione è sufficiente a garantire il completo svilupparsi, nella fase di percolazione delle acque verso la falda, dei fenomeni di depurazione naturale. Ne risulta che in relazione alla litologia dell'acquiferi presenti e le caratteristiche idrogeologiche che ne derivano (porosità efficace, permeabilità la velocità di deflusso delle acque, carico piezometrico dell'acquifero nonché tempi di ricarica della falda) quest'ultimo si presenta in equilibrio rispetto all'inquinamento naturale in quanto dotato di una sufficiente capacità di autodepurazione, ma molto sensibile ad altri fattori inquinanti quali quelli derivanti da attività antropiche all'interno del bacino di alimentazione dell'acquiferi stessi.

### **1.5.g- Il rischio idraulico**

Nelle aree a rischio idraulico valgono le prescrizioni richiamate nelle "Norme di Attuazione" del PAI – Capitolo - Rischio Idraulico- nonché le "Linee Guida sulle verifiche di compatibilità idraulica delle infrastrutture interferenti con in corsi d'acqua, sugli interventi di manutenzione, sulle procedure per la classificazione delle aree di attenzione e l'aggiornamento delle aree a rischio d'inondazione" (PAI Calabria).

Per quanto riguarda il rischio idraulico, si sono evidenziate le aree di particolare crisi che necessitano di interventi di mitigazione del rischio ( cfr. Tav B1.3 Carta Idrogeologica e del Sistema Idrografico Scala 1:10000 ). Tali aree necessitano di urgenti interventi di bonifica idraulico- forestale, rappresentando un punto di manifesta crisi in caso di eventi pluviometrici anche non eccezionali, in particolare interventi di mitigazione del rischio idraulico quali:

- manutenzione ordinaria;
- interventi di idraulica forestale;

- interventi di rinaturamento.

Questi interventi, sono richiesti, comunque, lungo tutti i tratti di corsi d'acqua al fine del migliore e più efficiente deflusso idrico possibile delle acque meteoriche, specialmente in prossimità di quei ponti stradali stretti, che in concomitanza di eventi eccezionali potrebbero creare problemi al regolare deflusso delle acque e quindi mettere in crisi l'attraversamento stradale.

## **1.6- ELEMENTI SULL'ACCLIVITÀ DEL TERRITORIO**

Allo scopo di fornire un elaborato cartografico capace di avere una visione generale sull'assetto morfologico del territorio riguardo le condizioni di giacitura degli elementi morfologici elementari, è stata redatta una carta dell'acclività del territorio, sulla base dell'impianto altimetrico descritto dalla cartografia in scala 1:5.000 , in cui i singoli elementi sono individuati per mezzo di procedure morfologiche che evidenziano tratti di territorio di pendenza e forma costante o varianti entro un intervallo prestabilito.

Le classi di pendenza contigue sono definite in % e coprono il campo da 0 al 35% secondo la suddivisione seguente: 0-10%, 10-20%, 20-35%, >35%.

Tale impostazione, seppur non consente una valutazione puntuale della pendenza dei vari siti, ma piuttosto una valutazione media della pendenza per area, riesce a dare sufficiente informazione sulla morfologia superficiale evidenziando le conformazioni più tipiche del territorio: dossi, creste, dorsale principali, spianate morfologiche e forme vallive di origine fluviale.

Le aree ad acclività accentuata costituiscono la nota dominante dei fianchi vallivi delle principali incisioni fluviali e numerose incisioni torrentizie che esistono nell'ambito del territorio analizzato.

L'accostamento di fasce con valori di pendenza molto diversa è da porre in relazione con l'idrografia superficiale, con la qualità dei tipi litologici presenti, con la franosità e in alcuni casi con la tettonica e i processi dovuti al ruscellamento superficiale , nonché all'azione antropica che hanno contribuito ad alterare la morfologia originaria.

Tranne che per le prime classi, le cui pendenze rientrano tra le percentuali di inclinazione dei versanti che non richiedono particolari prescrizioni, per le restanti aree a pendenza più elevata, si evidenziano le seguenti osservazioni:

- terreni con pendenza tra il 20 e il 35%

E' opportuno che gli interventi si effettuino per comparti, da realizzarsi con ripianamenti del pendio previsti in fase di progettazione; i fronti di scavo dovranno essere tutelati da strutture di contenimento opportunamente dimensionate

terreni con pendenza tra il >35%

All'interno di questa classe ricadono tutti i fianchi delle incisioni torrentizie e delle principali dorsali che costituiscono le strutture morfologiche più evidenti del territorio esaminato. In questa classe di pendenza si possono osservare fenomeni di rapida erosione, cedimenti gravitativi di forma, tipo ed entità varie. All'interno di questa classe ricadono versanti molto ripidi ( in genere ammassi rocciosi con giacitura sfavorevole degli strati e rilevante fatturazione), e con uno grado di instabilità potenziale troppo elevato per potere prevedere l'utilizzazione urbanistica di essi

Per i materiali pseudocoerenti e semicoerenti ( depositi sabbioso-conglomeratici, argillosi, coltre di alterazione), non si definiscono, in genere, condizioni permanenti di equilibrio stabile presentando, quest'ultimi, un grado alto di pericolosità.

Si individua invece una pericolosità moderatamente alta in corrispondenza dei versanti dove affiorano le formazioni rocciose igneo-meatomorfiche e/o calcaree

Questi ultimi versanti ( costituiti da formazioni rocciosi igneo-metamorfici e/o calcaree), pertanto, possono diventare idonee alla utilizzazione urbanistica, previa la realizzazione di supplementi di indagine per acquisire una maggiore conoscenza sulla stabilità globale dell'area e del suo intorno

## 2 - PRINCIPALI PROCESSI MORFOEVOLUTIVI E CARATTERISTICHE DI STABILITÀ

La lettura in chiave geomorfologica del paesaggio attraverso l'analisi delle forme e dei depositi ad esse associate, evidenzia che i processi morfoevolutivi si sono esplicitati in maniera differente in relazione alle diverse caratteristiche tecniche dei litotipi e dal loro assetto giaciturale.

Gli aspetti litostratigrafici che caratterizzano le diverse zone altimetriche del territorio condizionano i rispettivi assetti morfologici e loro tendenza evolutiva.

L'aspetto caratterizzante l'assetto morfologico generale del territorio comunale è la presenza di una serie di faglie, originatesi in seguito ai movimenti di sollevamento che, nel corso del quaternario, interessarono l'intera regione.

La tettonica, che interessa principalmente i sedimenti miocenici dell'area di studio è estremamente complessa nei suoi dettagli, ma è facilmente riconducibile a movimenti di blocco del basamento secondo faglie a gradinata, ad andamento compreso fra le direzioni NNE-SSO e NO-SE.

► Il contesto geomorfologico entro cui ricade il tessuto urbano di *Paludi centro* è quello del pendio che raccorda il *Cozzo dello Scivola* al *Colle della Croce*. Il primo, con esposizione ad Ovest, presenta numerose incisioni nella zona *Parrete* con andamento Sud-ovest –Nord-est nelle quali defluiscono gran parte delle acque cadute nella zona a monte della stessa; queste incisioni costituiscono i primi affluenti del *Vallone S. Martino* a N-W e del *Vallone S. Elia* a S-E; nella fascia di territorio lungo lo spartiacque tra questi due valloni e con andamento SW-NE si sviluppa l'abitato di Paludi.

La coerenza dei materiali litologici riscontrati rappresenta il fattore maggiormente influente sulla velocità dei processi morfogenetici.

I fenomeni di erosione lineare lungo i compluvi risultano contenuti entro l'abitato in corrispondenza dei valloni *Vasia e Pantano*, essi sono accentuati lungo i valloni *S. Martino e S. Elia*.

Nelle aree in posizione altimetrica più elevata, corrispondenti alla porzione sud-occidentale del territorio, affiorano le unità stratigrafiche più antiche costituite da calcari marnosi ed arenacei del Giurassico indicati in letteratura  $G^{cm-ar}_1$ . costituiscono estesi affioramenti in località *Curto*, seguiti dalle formazioni stratigraficamente più recenti costituite dagli scisti filladici *sf* e dal complesso di rocce acide  $\gamma$  a composizione variabile entrambe paleozoiche affioranti a *Vannonte* e *Sidero* rispettivamente.

A quota 550m s.l.m. circa, il limite stratigrafico in corrispondenza di *Cozzo dello Scivola* e *Parera* segna il passaggio con le arenarie mioceniche  $M^{ar}_{2-3}$  affioranti in tutto il

centro urbano fino a *Colle della Croce* e la località *Visciglietta* sul versante orientale del *Vallone*. In località *La Croce*, verso Castiglione e da *Petraro* a *Madonna dei Rogani* a nord, si rileva il limite con le argille mioceniche che segna l'inizio del dominio litologico delle argille che si estende largamente in tutta la porzione nord del territorio e interrotto solo da limitati affioramenti di calcari evaporitici in corrispondenza di *Cozzo San Isidoro* e lungo la fascia che borda la zona di Castiglione. In corrispondenza della zona *Forestella* e nella parte apicale di Castiglione per contatto tettonico con le sovrastanti argille, si ha la riemersione delle arenarie mioceniche  $M^{pr}_{2-3}$  del centro abitato.

## 2.1 -Classificazioni dei dissesti franosi

È stato condotto un rilevamento geologico-morfologico del versanti supportato dall'esame delle foto aeree per l'individuazione delle aree potenzialmente instabili.

Per l'analisi morfologica effettuata sono stati consultati, oltre all'*Elab. 15.1 - TAV. 078-089 -Paludi-Scala 1:10000*, anche gli elabb. PAI - TAV 15.3-T17 "*Carta Inventario Frane Relativo Alle Infrastrutture*"

Tramite tale analisi sono stati individuati i principali dissesti presenti nel territorio.

I principali elementi morfologici potenzialmente legati a fenomeni destabilizzanti sono riportati schematicamente nella TAV. B1.2 "*Carta Geomorfologica - Scala 1:5000*, i dissesti individuati sono stati classificati e riportati su base topografica adoperando la " *Legenda geomorfologica* " derivata dalla letteratura Tecnica Scientifica del settore opportunamente adattata.

In allegato alla presente relazione si riportano le *Schede di censimento dei fenomeni franosi - Piano stralcio Assetto Idrogeologico*.

Secondo le nomenclature maggiormente utilizzate [ DIKAU et al.,1996; UNESCO,1993;VARNES e CRUDEN,1994; SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA - C.N.R.(G.N.D.C.I.),1996], i movimenti franosi maggiormente rilevati e riconosciuti possono essere distinti in :

- *Scorrimenti (Slides)*, frane che si verificano per superamento della resistenza di taglio dei materiali rocciosi lungo una o più superfici di neoformazione, o preesistenti (contatto stratigrafico o tettonico, contatto tra materiali di copertura e substrato, contatto tra la porzione alterata e quella integra di un ammasso roccioso, ecc); il corpo di frana può scomporsi in diversi blocchi limitati da fessure trasversali e longitudinali. Tali fenomeni, dopo una fase iniziale estremamente rapida, con spostamenti evidenti, possono portare al progressivo collasso del pendio. Tra gli scorrimenti si possono distinguere due tipi: rotazionali (o *scoscendimenti*) e traslativi (o *scivolamenti*).

Gli scorrimenti rotazionali (*Rock slump*) sono movimenti di rotazione che avvengono intorno ad un punto esterno al versante e al di sopra del baricentro della massa in movimento. La forma delle superfici di scorrimento è, di solito, arcuata e con la concavità verso l'alto, l'andamento abbastanza regolare della superficie consente di prevedere il suo andamento anche all'interno dell'ammasso roccioso.

Nel territorio esaminato fenomeni di questo tipo si individuano nelle porzioni alterate del complesso scistoso filladico nella zona nord.

Negli scorrimenti traslativi (*rock-slide*) lo scivolamento avviene lungo una superficie di discontinuità poco scabrosa e preesistente, quali piani di scistosità, o una superficie di contatto tra la roccia in posto integra e la porzione alterata o degradata.

I colamenti sono movimenti molto complessi che possono presentare caratteristiche e velocità variabili in relazione ai terreni coinvolti. Avvengono, generalmente, mediante spostamenti lenti e con conseguenti deformazioni plastiche e differenziali dei versanti.

Aree con stabilità precaria, indicate nella carta geomorfologia come "*versante irregolare*", "*zone ad erosione intensa*"; le aree interessate da "*deformazioni superficiali lente*" sono zone in cui sono riconoscibili fenomeni di creep superficiale che interessano il suolo e/o coltri di copertura.

Le aree, comunque, maggiormente dissestate e/o in condizione al limite della stabilità corrispondono, per buona parte agli spessori eluvio-colluviali che ricoprono in maniera estesa le litologie rilevate e alle argille mioceniche che poggiano sul substrato rigido.

## 2.2 AREE A PARTICOLARE PROPENSIONE AL DISSESTO

♦ La maggior parte dei dissesti presenti a sud di *S. Antonio* in località *Lottini* e in corrispondenza della zona apicale del *Vallone Motta*, nella porzione settentrionale in corrispondenza dell'affioramento delle rocce scistose – filladiche, possono essere ascritti agli scorrimenti traslativi di detrito; non sono tuttavia da escludere all'interno delle masse in scorrimento localizzati fenomeni a dinamica rotazionale.

L'idrogeologia riveste una notevole importanza sull'origine e dinamica del dissesto.

♦ Della stessa tipologia (scorrimenti traslativi) risultano le frane quiescenti nella zona *a nord del cimitero*, lungo il versante in destra orografica rispetto al *S. Martino*, e le altre poco distanti sul versante sinistro dello stesso.

Una estesa porzione di territorio a nord del centro abitato corrispondente al versante in sinistra orografica del *Torrente S. Martino*, da *Petraro* e *Cozzo S. Isidoro* fino a *Scorpiano* è interessata da situazioni stabilità precaria diffuse non delimitabili singolarmente. Questi interessano i terreni argillosi  $M^{a}_{2-3}$ . Si notano spostamenti lenti e con conseguenti deformazioni plastiche e differenziali del versante.

♦ Fenomeni della stessa tipologia si verificano in località *Pratore* lungo la fascia di territorio che borda la dorsale morfologica di *Castiglione*, dalla quota 300 slm fino a 200 in corrispondenza dei torrenti *S. Martino* a ovest e *S. Elia* ad est. Su quest'ultimo versante si rilevano fenomeni di dissesto attivi mentre il settore occidentale degradante verso il *S. Martino* risulta interessato da fenomeni attualmente quiescenti.

♦ Nella l'area denominata *Pantano* si riconosce una coltre detritica con evidenze morfologiche di insieme che lasciano supporre condizioni di diffusa circolazione idrica nella coltre superficiale.

Di seguito si illustrano le peculiarità geologiche che caratterizzano porzioni di territorio particolarmente esposte a fenomeni destabilizzanti, nelle aree individuate a maggiore propensione al dissesto, vengono suggerite, gli opportuni interventi atti a mitigare il rischio in atto.

### ♦ Centro Urbano di Paludi

Il centro abitato di Paludi, costituito da una placca a comportamento pseudo-litoide delimitata da pareti ad elevata acclività, litologicamente interessa un'unica formazione costituita da arenarie tenere mioceniche  $M^{ar}_{2-3}$ .

La scarpata a *sud-est del centro abitato* è interessata in alcuni tratti da caduta di detriti e corrisponde altresì al cambio litologico: l'erosione intensa ha messo a giorno nella vallata le litologie più antiche sottostanti, mentre, lungo il ciglio, la scarpata in arretramento verso monte, segna il limite tra litologie; ne deriva una situazione di instabilità dovuta alla



continua evoluzione del versante e rimodellamento del profilo. In alcuni punti le scarpate si sono evolute in "scoscendimenti" con diverso grado di stabilità; in particolare in località *Pilaso-Gogliana* risultano rilevanti fenomeni di dissesto complessi con evidenti fenomeni di crollo. Lo stesso si rileva in prossimità del *cimitero* sul versante degradante verso nord.

Le pareti delimitanti in centro abitato culminano con orli in arretramento per *fenomeni di intensa erosione* lineare, a tratti per vecchie frane da crollo. Le scarpate sono sede di testate d'incisioni a forte erosione regressiva con rapido approfondimento degli alvei.

Alla base della scarpata si trova una spessa falda detritica prodotta dall'attività dei suddetti fenomeni, molti dei quali sono attuali e non c'è evidenza che la situazione generale evolva verso condizioni di minore attività. L'azione erosiva è innescata dalle acque di deflusso superficiale che avendo una non adeguata regimentazione scorrono in modo disordinato lungo la scarpata stessa fino a valle.

L'azione erosiva risulta particolarmente incisiva in relazione alle caratteristiche litologiche dei terreni poco coerenti ed alla velocità acquisita dall'acqua meteorica lungo la parete stessa.

Gli effetti concomitanti dei fenomeni descritti, unitamente alla presenza di importanti movimenti tettonici e di fratture nei litotipi arenacei, favoriscono l'innescamento di frane da crollo che via via provocano l'arretramento della scarpata ed il coinvolgimento degli edifici a questa più prossimi.

Le **cause del dissesto** in atto, di cui sono evidenti gli effetti, sono molteplici, in particolare l'assetto litostratigrafico, caratterizzato da un dominio a comportamento rigido nella parte più alta della successione stratigrafica e intercalazioni particolarmente allentate nella parte basale, determina una erosione alla base più accelerata con possibilità di scalzamento; ciò crea continue condizioni di disequilibrio, anche in relazione ai movimenti tettonici lungo il sistema di faglie che interessano l'area e alle acque di precipitazione diretta, che infiltrandosi nelle fratture presenti contribuiscono alla diminuzione dei legami interni.

Lungo il versante si rilevano diffusi fenomeni di dissesto evidenti soprattutto in corrispondenza del passaggio litologico con i conglomerati e la formazione degli scisti e in prossimità della zona di coronamento dei movimenti franosi che interessano l'intero versante da quota 600 in corrispondenza di *Lottini* e *Motta* fino a quota 250 lungo la strada 177 per Cropalati.

Per **mitigare** le possibili conseguenze di **ulteriori sviluppi dei fenomeni descritti**, prevedibili soprattutto nel caso di un evento sismico intenso, sono necessari interventi di stabilizzazione e di adeguamento sismico.

La funzione degli interventi dovrà essere quella di ottenere una maggiore stabilità della scarpata sia nei riguardi di fenomeni di disgregazione superficiale della parete (dovuti all'azione dilavante dell'acqua di scorrimento superficiale lungo la parete senza alcun tipo di regimentazione), sia nei riguardi della stabilità globale della scarpata. Una buona parte delle acque del centro abitato, per il particolare assetto geologico della zona giunge per infiltrazione ai piedi della scarpata insieme all'acqua di dilavamento superficiale, che scorrendo disordinatamente lungo le strade si riversa selvaggiamente lungo le pendici di questa. Naturalmente, questa situazione, date le elevate velocità delle acque di scorrimento è di estremo pericolo, per cui, le varie opere di stabilizzazione realizzate, a poco servono senza un corretto sistema di smaltimento delle acque bianche.

In ultima analisi si ritengono necessari i seguenti interventi:

- *Opere di regimentazione delle acque di dilavamento superficiali;*
- *Opere stabilizzanti di contenimento, finalizzate ad impedire che si abbia il distacco e la caduta di elementi litoidi;*

Pertanto, si dovrà:

- intervenire cercando di ridurre al minimo le azioni erosive delle acque bianche attraverso la realizzazione di una rete fognaria bianca che convogli queste ultime e le riversi attraverso un sistema di canalizzazioni opportunamente dimensionate nell'attiguo fosso naturale le cui sponde dovranno essere sistemate con idonee opere di difesa.

- convogliare le acque delle zone superiori in apposite canalizzazioni onde evitare che scendano disordinate a valle;

- evitare dispersioni d'acqua, suggellando accuratamente le fessure delle superfici che potrebbero raccogliere le acque;

- provvedere ad incanalamenti stabili nei previsti luoghi di raccolta e scarico;

- costruire palificate di contenimento dove il terreno è all'inizio di squilibri e spinte, prolungandole fino alla quota stabile consigliata dall'esplorazione geologica strumentale preventiva.

- sistemare, ove possibile, le scarpate mediante terrazzamenti onde alleggerire il peso complessivo e aumentando il piano basale, in relazione alla elevata pendenza del versante, si troverà la soluzione tecnica più idonea tra quelle proposte dalla ingegneria naturalistica.

Potranno essere inoltre installati idonei sistemi di monitoraggio geologico che permettono di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto.

#### ♦ **Versante ovest del Torrente S.Martino "Località Cuturo, Scorpiano"**

Il versante interessa quasi interamente il dominio delle argille mioceniche, questo si estende dalla *Madonna dei Rogani* dove è in contatto stratigrafico con le arenarie mioceniche di *Visciglietta* tutto *Migliuzzi* e *Scorpiano*, fino a *Forestella* dove per contatto tettonico riaffiorano le arenarie sottostanti.

Il versante è interessato da fenomeni di instabilità tipici dei terreni argillosi, questi spesso hanno coinvolto la sede stradale.

I sedimenti, coinvolti sono costituiti argille fortemente allentate nella parte più superficiale e relativamente addensati negli strati sottostanti; è individuabile il limite litologico che mette a contatto le argille con le arenarie, infatti, nella zona a monte si notano nicchie, incavi e frastagliate linee di frattura che marcano superfici di distacco parziali e frammentarie.

Le **cause del dissesto** sono da ricercarsi innanzitutto nelle scarse caratteristiche di consistenza dei materiali superficiali in relazione alla imbibizione della predominante componente argillosa di questi per azione delle acque di infiltrazione.

Per il **risanamento** della situazione locale esposta e per salvaguardare la sede stradale da eventuali fenomeni di scorrimento superficiale e colamenti sono necessari interventi di *contenimento delle spinte* sia monte che a valle della sede stradale e *interventi di drenaggio e regolamentazione della circolazione idrica*.

Nella zona a monte si dovrà operare un alleggerimento del materiale spingente mediante asportazione ed allontanamento della porzione allentata e il contenimento del fronte di scavo e sostegno della scarpata.

È consigliabile ricorrere a soluzioni di ingegneria naturalistica quale muri in terra rinforzata tale che producano il minor impatto ambientale possibile e nello stesso tempo non appesantiscano ulteriormente il corpo di frana.

Sempre da monte dovranno partire sistemi di drenaggio articolati su tutta l'area attraverso la costruzione di trincee drenanti ha una profondità variabile in modo da assicurare una pendenza di scorrimento.

È opportuno inoltre riprofilare il versante e intervenire con rivestimenti di piante intrecciate e fascinate allo scopo di annullare l'azione molesta degli agenti atmosferici aumentando la resistenza delle scarpate stesse.

#### ♦ **Area Castiglione**

La porzione sommitale della dorsale morfologica che costituisce Castiglione di Paludi declina dolcemente dalla quota 340 fino a 200 m s.l.m. e si costituisce da arenarie mioceniche bordate da una fascia di calcari evaporitici  $M_{2-3}^t$  vacuolari e fratturati e a quote inferiori da argille mioceniche  $M_{2-3}^a$ . In corrispondenza di questa litologia si verificano fenomeni di dissesto complessi ascrivibili generalmente ai "colamenti", si manifestano mediante spostamenti lenti e con conseguenti deformazioni plastiche e differenziali del versante, dalla località *Pratore* fino ai torrenti *S. Martino* e *S. Elia rispettivamente* a ovest e ad est. Su quest'ultimo versante si rilevano fenomeni di dissesto attivi mentre il settore occidentale degradante verso il *S. Martino* risulta interessato da fenomeni attualmente quiescenti.

Per la **stabilizzazione dell'area**, è consigliabile la realizzazione di fascinate in viminate, per l'intera scarpata, disposte in senso trasversale alle linee di massima pendenza ad interasse opportunamente dimensionato e sfruttando i metodi di ingegneria naturalistica.

Il rivestimento vegetativo consigliabile in corrispondenza dei calcari evaporitici, oltre alla copertura verde, produce l'effetto funzionale di limitare o eliminare il problema del disgrego e continuo ringiovanimento delle rocce dovuto agli eventi meteorici mediante la copertura superficiale della roccia proprio nei punti di maggior fragilità.

### **3 - ANALISI DELLA SISMICITÀ STORICA E RECENTE RELATIVA ALL'AMBITO TERRITORIALE COMPRENDEnte IL COMUNE DI PALUDI(CS)**

#### **3.1- Analisi degli eventi sismici con effetti macroscopici sul territorio**

L'area della Sila Greca, oltre a subire l'azione sismica profonda relativa allo scorrimento della placca africana in subduzione, è da considerare parte di un distretto sismico superficiale di grande importanza.

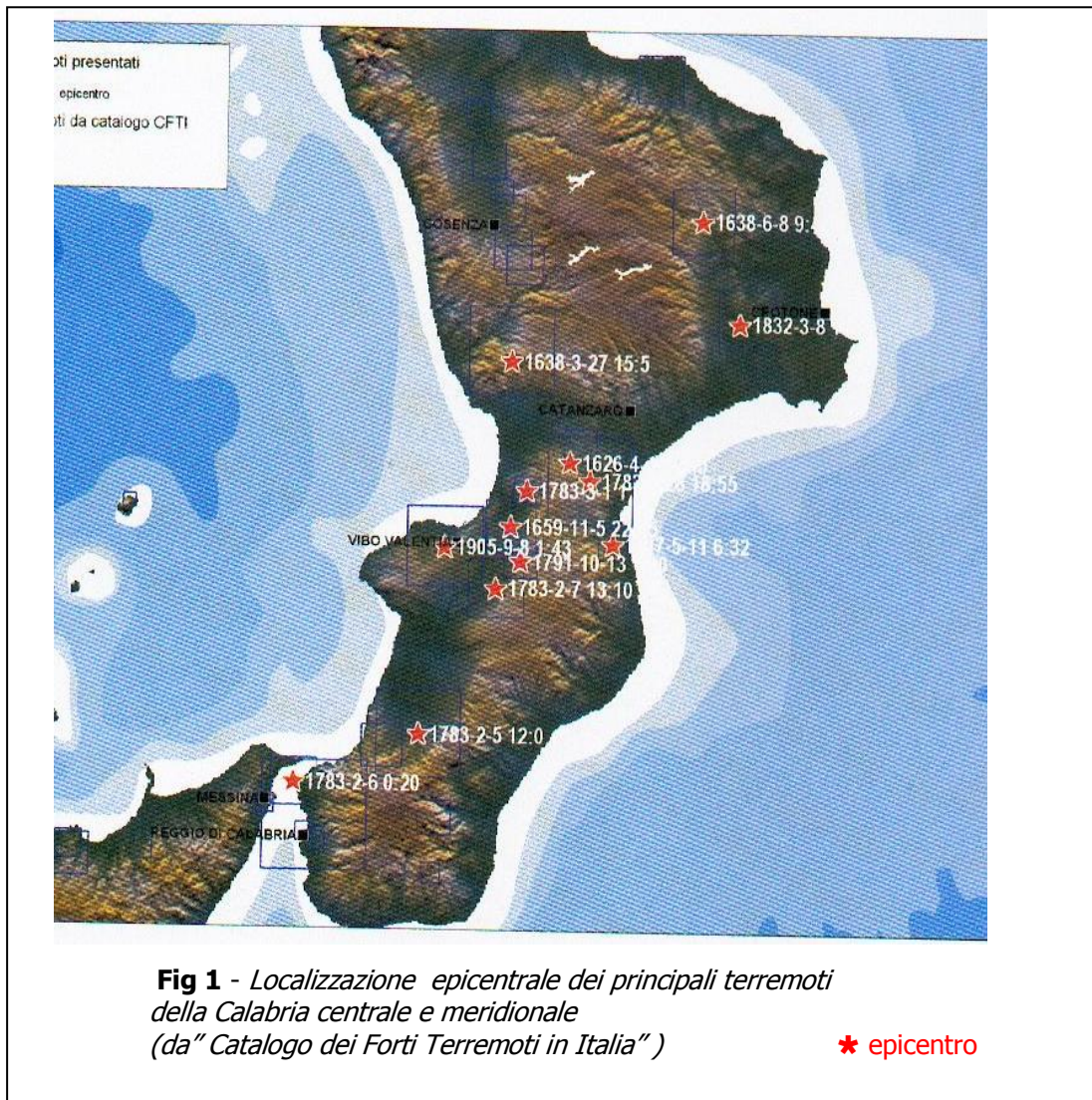
L'area di studio è stata, sia in passato che di recente, interessata da numerosi terremoti di origine tettonica.

L'area sismogenetica di Rossano- Corigliano, entro cui ricade Paludi, è stata sede di scuotimenti sismici a carattere distruttivo storicamente accertati sia di genesi locale che provenienti da distretti vicini quali Cosenza- Valle- Crati e Crotonese.

La città di Rossano è stata distrutta da terremoti violenti nel 968 e nel 1556 subì gravi danni insieme a Corigliano e Longobucco nel dicembre del 1824 e nell'aprile del 1836, oltre agli eventi segnalati, numerose sono state le manifestazioni minori.

Alcuni studi, evidenziano l'esistenza di una struttura sismogenetica superficiale anche se fisicamente e strutturalmente non definita, in relazione alla carta di inviluppo delle massime intensità storicamente registrate; sulla base di tali dati il CNR classifica l'area studiata tra quelle a scuotibilità del IX e X grado.

Le condizioni morfologiche locali, la sovrapposizione di unità litostratigrafiche a differente rigidità, e la frequenza di pareti subverticali e di posizioni di cresta, contribuiscono, sotto il profilo geomorfologico un elemento di vulnerabilità sismica. Inoltre, le caratteristiche aggregative del patrimonio edilizio di Paludi, sono fattori che determinano una amplificazione della risposta sismica locale. La tipologia costruttiva e strutturale di Paludi, certamente non rispondente alla vigente normativa sismica, nonché la tipologia aggregativa dei fabbricati, disposti in lunghe file con pareti a quote diverse, costituiscono un ulteriore incremento alla vulnerabilità sismica.



Di seguito vengono illustrati i dati riguardanti il territorio comunale di Paludi e si riportano gli eventi sismici verificatesi in tale zona nell'intervallo di tempo intercorso dall'anno 1000 ad oggi.

I dati riportati di seguito relativi al territorio sono estrapolati dal "Catalogo dei Forti Terremoti in Italia dal 461 a. C. al 1990"; si riportano la data, l'orario, le coordinate geografiche, l'area epicentrale, l'intensità (I<sub>0</sub>) all'epicentro, l'intensità locale ( I ) degli eventi con intensità superiore al VI grado,risentiti nel territorio di Paludi.

♦ **Eventi storici con I >= 6**

Data	Ora	Lat.	Long.	Io	I	Area epicentrale
27.03.1638	15.05	39.03	16.28	11.0	8.5	Calabria
28.03.1783	08 55 --	38.783	16.467	11.0	6.5	Calabria
12.02.1854					6.1	Cosentino
08.09.1905	01.43.11	38.667	16.067	10.0	6.8	Calabria
1947	04.20.27	38.150	15.683	11.0	5.8	Calabria Centrale

♦ **Effetti risentiti nel territorio di Paludi**

<i>Evento</i>	<i>Risentimenti nel territorio di Paludi</i>
1836	<i>Il terremoto degli causò il crollo di parte degli edifici e gravi danni nella maggior parte delle altre abitazioni, che divennero inabitabili, 5 persone furono ferite.</i>
1860	<i>“La scossa fu avvertita fortemente e causò molto panico.</i>
1905	<i>“ l’abitato fu incluso nell’elenco dei paesi favoriti dalla legge del 1906 che sospendeva il pagamento delle imposte sui terreni e sui fabbricati per le località colpite dal terremoto.</i>

♦ **Eventi recenti (da Guerra e Corea, 1989)**

Data	ora	lat	long	Io	I.....	Area Epic
18.07.1986	17.19.00	38.96	16.29	5	3.5	lametia terme
18.07.1986	17.21.00	38.96	16.27	5	3.0	lametia terme

♦ **Eventi recenti (da CATALOGO DEI FORTI TEREMOTI, 1997)**

Data	ora	lat	long	Io	I.....	Area Epic.
15.04.1978	23.33.47	38.117	15.017	8.0	3.5	Golfo Patti
23.11.1980	18.34.52	40.850	15.283	10.0	3.0	Irpinia Basilicata

<b>Data</b>	<b>I<sub>0</sub></b>	<b>Me</b>	<b>Zona epicentrale</b>
24 maggio 1184	IX	5.9	Valle del Crati Provocò gravissimi danni a Cosenza dove crollò la cattedrale, a Bisignano, San Lucido e Luzzi.
4 aprile 1626	IX	6.2	Girifalco
27 marzo 1638	XI	6.9	Calabria Colpi particolarmente la zona di Nicastro. I morti furono diverse migliaia
8 giugno 1638	IX-X	6.7	Crotonese
5 novembre 1659	X	6.4	Calabria centrale Fu colpita l'area compresa fra i golfi di Sant'Eufemia e Squillace; provocò più di 2000 vittime
5 febbraio 1783	XI	6.8	Calabria
6 febbraio 1783	VIII-IX	6.3	Calabria meridionale
7 febbraio 1783	X-XI	6.5	Calabria
1 marzo 1783	IX	5.9	Calabria centrale
28 marzo 1783	XI	6.9	Calabria
			Un violento periodo sismico interessò vaste aree della Calabria provocando la distruzione di moltissime località e danni gravissimi; numerose repliche si ebbero negli anni successivi. I morti furono circa 30.000.
8 marzo 1832	IX-X	6.5	Crotonese Provocò danni prevalentemente nel crotonese, causando più di 200 vittime
12 ottobre 1835	IX	5.8	Cosentino
25 aprile 1836	IX	6.2	Calabria settentrionale
12 febbraio 1854	X	6.1	Cosentino
4 ottobre 1870	IX-X	6.1	Cosentino Il terremoto colpì l'area cosentina, fra le alte valli del Savuto e del Crati causando più di 100 vittime
16 novembre 1894	IX	6.1	Calabria meridionale
8 settembre 1905	X	6.8	Calabria centrale Il terremoto si manifestò con maggiore violenza nell'area di Vibo Valentia. I danni furono gravissimi e le vittime più di 500
28 dicembre 1908	XI	7.1	Calabria meridionale Le città di Reggio Calabria e Messina furono quasi completamente distrutte. Le vittime furono circa 80.000.
<b>Me Magnitudo equivalente del terremoto ottenuta da dati storici</b>			
<b>I<sub>0</sub> Intensità epicentrale in gradi MCS (scala Mercalli, Cancani, Sieberg)</b>			

**Tab 1: Terremoti con intensità maggiore o uguale a IX ( scala MCS) che hanno colpito la Calabria negli ultimi 1000 anni ( dal " Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.C al 1990") E. Boschi, E. Guidoboni, G. Valensise, P. Gasperini pubblicato nel 1997 dall'Istituto di Geofisica e dalla SGA Storia geofisica-Ambiente**



### 3.2- DATI SISMICI TERRITORIALI E RISCHIO SISMICO

Il Comune, rispetto al rischio sismico, è definito, secondo la L. n°54 del 1974 zona sismica di II categoria, cui corrisponde un grado sismico di  $S = 9$  e un coefficiente sismico  $C=0.07$ .

Ai sensi della *Classificazione Sismica Del Territorio Nazionale* (Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri N° 3274, marzo 2003 ), e secondo il testo Unico 2005 il Comune di Paludi viene classificato **zona sismica di n°2** a cui corrisponde un'accelerazione sismica  **$a_g=0,25 g$** .

Con il NTC2008 si assiste ad una nuova evoluzione della Normativa Sismica. Non si parla più di zona sismica (macrozonazione approccio "zona dipendente") ma entra in gioco la risposta sismica locale (microzonazione, "sito dipendente" ). L'azione sismica dipende ora dalla risposta sismica locale, dal tempo di ritorno prescelto (in relazione alla vita utile), dall'amplificazione stratigrafica ( $S$ ), dalle condizioni topografiche ( $St$ ). La valutazione dell'azione sismica, cioè l'accelerazione orizzontale massima attesa in superficie a max si ottiene

$$a_{max} = a_g S_s S_t$$

dove:

$a_g$  = accelerazione su un sito rigido di riferimento

$S$  = coefficiente di amplificazione stratigrafica

$St$  = coefficiente di amplificazione topografica

Con  $a_g$  tabellata in base a microzonazione sismica, per ciascun nodo del reticolo di riferimento del sito.

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC-07"

#### Valori dei parametri $a_g$ , $F_o$ , $T_c^*$ per i periodi di ritorno $T_R$ d

$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c^*$ [s]
30	0,069	2,293	0,282
50	0,091	2,275	0,307
72	0,110	2,296	0,321
101	0,130	2,326	0,328
140	0,153	2,354	0,335
201	0,182	2,373	0,346
475	0,265	2,430	0,371
975	0,356	2,468	0,400
2475	0,505	2,516	0,444

Come prima esposto, le condizioni morfologiche locali, la sovrapposizione di unità litostratigrafiche a differente rigidità, la presenza di lineamenti tettonici a consistente sviluppo lineare e rientranti in una tettonica a maggiore rischio di riattivazione in caso di scuotimento sismico, la frequenza di pareti subverticali e di posizioni di creste strette, determinano, sotto il profilo geomorfologico, elementi di vulnerabilità sismica. Inoltre, le caratteristiche aggregative del patrimonio edilizio di Paludi, sono fattori che determinano una amplificazione della risposta sismica locale.

In relazione alla pericolosità sismica e di elementi di esposizione al rischio sismico, risulta necessario, pertanto, **l'adeguamento sismico dell'edificato esistente e messa in sicurezza degli edifici**, in special modo lungo tutte le faglie cartografate, in cui sono prevedibili possibili spostamenti relativi dei terreni di fondazione in caso di scuotimento sismico, e in tutte le altre situazioni a maggiore pericolosità sismica locale individuate.

Per le aree insediate e infrastrutturate, resta fissato il principio che la **riduzione del rischio sismico** dovrà essere uno degli elementi da considerare all'interno di ogni strumento di pianificazione.

Pertanto, per ogni strumento subordinato e **attuativo**, lo studio di pericolosità sismica, eventualmente approfondito nella misura necessaria e soggetto alle prescrizioni relative alla localizzazione delle aree di espansione e delle infrastrutture di cui al punto 5.7.2 delle Linee Guida della Legge Urbanistica vigente, dovrà essere accompagnato da uno studio di vulnerabilità edilizia-urbana e delle infrastrutture e della mobilità, ai fini dell'identificazione dei rischi.

Le situazioni di particolare esposizione al rischio sismico illustrate *nell'El. B1.7 - Carta del maggior rischio sismico locale*.

#### **4. INDAGINI IN SITU**

E' stata eseguita una campagna di indagini geognostiche nel territorio comunale di Paludi (CS) per la raccolta dei dati atti a definire le proprietà fisico-meccaniche dei principali tipi litologici, le loro caratteristiche stratigrafiche, di resistenza, nonché il grado di elasticità e di addensamento dei terreni indagati per la cui esatta ubicazione ed elaborazione si rimanda agli appositi allegati (cfr. Elab.A8 e Tav. B1. 1).

Sono stati consultati, inoltre, sondaggi, diretti e indiretti, già eseguiti nel territorio comunale di Paludi per altri studi e forniti da parte dell'Amministrazione Comunale.

##### **4.1 -SONDAGGI PENETROMETRICI SUPERPESANTI D.P.S.H.**

Per una analisi continua delle proprietà geomeccaniche del sottosuolo dell'area di studio, sono stati eseguiti, 2 sondaggi penetrometrici dinamici DPSH, effettuati con un penetrometro standard con massa battente di 63.5 kg, con sganciamento automatico della fune e volata di 0.75 mt.

Le prove sono state come ubicate nell'allegato ( Elab.B1.1) le elaborazioni si riportano nell'Elab. A8.

Nei fori di prova sono stati posizionati dei tubi sfinestrati in pvc per il rilievo, attraverso uno scandaglio elettrico,della falda idrica.

Tutti i parametri tecnici, dedotti dai sondaggi penetrometrici sono elencati nell'appositi elaborato ( Elab A8).

##### **4.2 -PROSPEZIONI SISMICHE A RIFRAZIONE**

Sono stati eseguiti, 4 stendimenti sismici a rifrazione, adottando stendimenti ad 8 geofoni. I valori delle distanze dalla perturbazione alla varie stazioni di misura e i tempi misurati dal sismografo nelle stesse, riportati in apposito diagramma hanno permesso di valutare le velocità di propagazione delle onde longitudinali nelle varie formazioni, e da questi dedurre il valore delle velocità di taglio vs corrispondenti .

I dati sperimentali sono stati registrati da un sismografo M.A.E. A2000, attrezzato con una unità di acquisizione di 8 canali ad incremento di segnale e registrazione su disk -drive dei sismogrammi.

L'elaborazione dei dati sperimentali è stata effettuata su un calcolatore IBM compatibile, utilizzando un programma di calcolo basato sul metodo reciproco generalizzato ( G.R.M. di PALMAR ).

L'indagine sismica ha avuto lo scopo di stabilire l'andamento stratigrafico, i rapporti geomeccanici e spaziali dei litotipi del territorio esaminato; i risultati delle indagini sono riportati

nell'apposito elaborato. Elab A8 dove si riportano anche i valori dei moduli dinamici e statici ricavati per ciascuna prospezione sismica indagata. Tale tipo di indagine ha consentito, inoltre, di poter collocare, siti d'indagine all'interno di una categoria di suolo di fondazione, ai sensi delle Nuove Norme Tecniche Sulle Costruzioni D.M. 4 febb. 2008.

#### **4.3- CATEGORIA DI SOTTOSUOLO**

Ai fini della definizione della azione sismica di progetto , si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, come indicato nel § 7.11.3 In assenza di analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento.

**A-** *Ammassi rocciosi o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di  $V_{s30} > 800\text{m/s}$ , eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3m

**B-** *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti*, con spessori superiori a 30 mt caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s, ( ovvero  $N_{spt,30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u30} > 250\text{kpa}$  nei terreni a grana fina )

**C-** *Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti*, con spessori superiori a 30 mt, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s, ( ovvero  $15 < N_{spt,30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $< 70 < c_{u30} > 250\text{kpa}$  nei terreni a grana fina )

**D-** *Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti*, con spessori superiori a 30 mt, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  inferiori a 180 m/s ( ovvero  $N_{spt,30} < 15$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u30} < 70\text{kpa}$  nei terreni a grana fina )

**E-** *Terreni di sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m*, posti sul substrato di riferimento ( con  $V_{s30} > 800\text{m/s}$ )

**S1** Depositati di terreni caratterizzati da valori di  $V_{s30}$  inferiori a 100 m/s ( ovvero  $10 < c_{u30} < 20\text{kpa}$ ), che includono uno strato di almeno 8 mt di terreno a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 mt di torba o argille altamente organiche

**S2** Depositati di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Per sottosuolo appartenenti alle categorie S1 e S2 è necessario predisporre specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche.

La velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,30}$  è definita dall'espressione:

$$V_{s,30} = \frac{30 \text{ mt}}{\sqrt{\sum_{i=1-n} h_i/V_{si}}} \quad (\text{ m/s })$$

La resistenza penetrometrica dinamica equivalente  $N_{spt,30}$  è definita dall'espressione:

$$N_{spt,30} = \frac{\sum_{i=1,M} h_i}{\sqrt{\sum_{i=1-M} h_i/N_{spt,i}}}$$

La resistenza non drenata equivalente  $c_{u,30}$  è definita dall'espressione:

$$c_{u,30} = \frac{\sum_{i=1,K} h_i}{\sqrt{\sum_{i=1-K} h_i/c_{u,i}}}$$

Fatta salva la necessità della caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativo, ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori delle velocità equivalente  $V_{s30}$  di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 mt di profondità; per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse.

Nei casi in cui tale determinazioni non sia disponibile, la classificazione può essere effettuata in base ai valori del numero equivalente di colpi della prova penetrometrica dinamica per terreni a grana prevalentemente grossa e della resistenza non drenata equivalente  $c_{u,30}$  nei terreni a grana prevalentemente fina.

Correlando , il valore di  $v_p$  calcolato nei vari sismostrati ricavati dalle prove sismiche effettuate con il valore dedotto di  $v_s$  corrispondente,

$$\frac{30 \text{ mt}}{\sqrt{\sum_{i=1-n} h_i/v_{si}}}$$

i terreni vengono classificati secondo le categorie di suolo di riferimento.

#### 4.4 SINTESI DEI PARAMETRI DEDOTTI DALLA CAMPAGNA DI INDAGINI

Si forniscono di seguito le tabelle riassuntive dei dati dedotti dalle indagini eseguite.

##### 4.4.1 – SONDAGGI PENETROMETRICI DINAMICI CONTINUI DPSH

Di seguito si fornisce una schematizzazione dei principali parametri geotecnici secondo un intervallo di riferimento considerato più rappresentativo (nell'apposito allegato è riportata invece l'elaborazione completa secondo tutti gli autori indicati dal programma di calcolo)

Sondaggio penetrometrico DPSH	Interpretazione stratigrafica da diagrafia penetrometrica	Profondità strato (m)	$\gamma$	$\varphi$	cu
<b>N°1</b>  <b>Località:</b> Cozzo Scivola  <b>Litologia affioramento:</b> arenaria	-Limo argilloso	1,10	<b>14,91</b>	<b>30-33</b>	<b>9-14</b>
	- Ciottoli e ghiaia	4,80	<b>24,52</b>	<b>33-38</b>	
<b>N°2</b>  <b>Località:</b> Via S. Martino  <b>Litologia affioramento:</b> arenaria	Limo debolmente argilloso	1,20	<b>20,79</b>	<b>28-33</b>	
	- Ciottoli e ghiaia	5,20	<b>24,52</b>	<b>34-38</b>	

Dove  $\gamma$ =peso unità di volume ( KN/mc)

$\varphi$  = angolo di attrito ( °)

c =coesione ( kg/cmq)

cu = coesione non drenata( KPa)

#### **4.4.2– PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE**

In sintesi da un esame dei dati relativi alla indagine sismica :

♦ in località *Forestella 1* al sondaggio ST1 si evince la presenza di 3 sismostrati:

-Il più superficiale presenta  $V_p$  pari a 540 m/s ed è correlabile con un orizzonte mediamente addensato copertura i cui caratteri elasto-meccanici sono sufficienti. Gli spessori sono progressivamente crescenti (4.45.m) scoppio 1 a (7.93) in corrispondenza dello scoppio 8.

-Il secondo sismostrato presenta  $V_p$  pari a 970 m/s Gli spessori sono progressivamente crescenti (9.63.m) scoppio 1 a (17.36) in corrispondenza dello scoppio 8.

-Il sismostrato profondo, riscontrato fino alle profondità indagate (30 m circa dal p.c.), è indicativo di un substrato consolidato ( $V_p=1450\text{m/s}$ ).

♦ in località *Forestella 2* al sondaggio ST2 si evince la presenza di 3 sismostrati:

-Il più superficiale presenta  $V_p$  pari a 460 m/s ed è correlabile con un orizzonte agrario e/o di copertura i cui caratteri elasto-meccanici sono scadenti. Gli spessori sono leggermente crescenti (7.93.m) scoppio 1 a (9.26) in corrispondenza dello scoppio 8.

-Il secondo sismostrato presenta  $V_p$  pari a 1140 m/s Gli spessori sono progressivamente decrescenti (5.96.m) scoppio 1 a (2.70) in corrispondenza dello scoppio 8.

-Il sismostrato profondo, riscontrato fino alle profondità indagate (30 m circa dal p.c.), è indicativo di un substrato consolidato ( $V_p=1450\text{m/s}$ ) i cui caratteri elasto-meccanici buoni.

♦ in località *Cozzo dello Scivola* al sondaggio ST3 si evince la presenza di 3 sismostrati.

-Il più superficiale presenta  $V_p$  pari a 650 m/s ed è correlabile con un orizzonte mediamente consolidato i cui caratteri elasto-meccanici sono sufficienti. Gli spessori sono decrescenti (21.60m) scoppio 1 a (11.49) in corrispondenza dello scoppio 8.

-Il secondo sismostrato presenta  $V_p$  pari a 1020 m/s Gli spessori sono (6.24.m) allo scoppio 1 e (5.18) in corrispondenza dello scoppio 8.

-Il sismostrato profondo, riscontrato fino alle profondità indagate (30 m circa dal p.c.), è indicativo di un substrato consolidato ( $V_p=1910\text{m/s}$ ) i cui caratteri elasto-meccanici sono buoni.

♦ in *via S. Martino* al sondaggio ST4 si evince la presenza di 2 sismostrati.

-Il più superficiale presenta  $V_p$  pari a 830 m/s ed è correlabile ad un orizzonte mediamente addensato e consolidato i cui caratteri elasto-meccanici sono buoni. Gli spessori sono crescenti (11.65m) scoppio 1 a (29.45) in corrispondenza dello scoppio 8.

-Il sismostrato profondo, riscontrato fino alle profondità indagate (30 m circa dal p.c.), è indicativo di un substrato consolidato ( $V_p=2610\text{m/s}$ ).

-Lo stendimento sismico **ST1** *Forestella 1* ha fornito un valore del  $V_{s30}$  pari a 576 m/s, che ha fornito un valore del pari corrispondente alla categoria di profilo stratigrafico di **tipo B**.

-Lo stendimento sismico **ST2 Forestella 2** ha fornito un valore del Vs30 pari a 476 m/s, che ha fornito un valore del pari corrispondente alla categoria di profilo stratigrafico di **tipo B**.

-Lo stendimento sismico **ST3 Cozzo dello Scivola** ha fornito un valore del Vs30 pari a 461m/s, che ha fornito un valore del pari corrispondente alla categoria di profilo stratigrafico di **tipo B**.

-Lo stendimento sismico **ST4 Via S. Martino** ha fornito un valore del Vs30 pari a 296 m/s, che ha fornito un valore del pari corrispondente alla categoria di profilo stratigrafico di **tipo C**.

Nel calcolo sono stati considerati , a favore della sicurezza, gli spessori medi dei sismostrati individuati.

<b>Stendimento Sismico</b>	<b>Localita'</b>	<b>Orizzonte sismico</b>	<b>Spessore dello Strato (m)</b>	<b>V<sub>p</sub>(m/s)</b>	<b>V<sub>s</sub>(m/s)</b>	<b>Categoria suolo di fondazione</b>
ST1	Forestella1	1	4.45-7.93	540	330	<b>B</b>
		2	9.63-17.36	970	557	
		3	Inf.	1910	1079	
ST2	Forestella2	1	7.93-9.26	460	235	<b>B</b>
		2	5.96-2.70	1140	624	
		3	Inf.	1450	794	
ST3	Cozzo dello Scivola	1	21.60-11.49	650	344	<b>B</b>
		2	6.24-5.18	1020	584	
		3	Inf.	1910	1055	
ST4	Via S. Martino	1	11.65-29.45	830	496	<b>C</b>
		2	Inf.	2610	1506	



## **5. NOTE DI CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DELLE PRINCIPALI FORMAZIONI AFFIORANTI NEL TERRITORIO**

Rispondendo al dettato del D.M. 11.03.88 e s.m.i., è stata effettuata una caratterizzazione geologico-tecnica di massima dei principali terreni affioranti nel territorio rielaborando una sintesi dei dati relativi alla campagna di indagine effettuata (sondaggi dinamici penetrometrici, prospezioni geofisiche) e dei dati desunti da studi precedenti del territorio in esame.

I dati, pur derivanti da prove oggettive, sono da considerarsi rappresentativi delle differenti unità geologiche e tendono a dare delle indicazioni di carattere, seppur generale, del comportamento geotecnico dei litotipi. Questi dati andranno in seguito approfonditi ed integrati, come previsto dalle normative vigenti, prima ed in funzione di qualsiasi intervento in progetto.

Si fornisce una caratterizzazione geotecnica delle diverse litologie affioranti raggruppate in base ad un comune comportamento litotecnico.

### **- Rocce del complesso roccioso a comportamento litoide duttile**

Comprende rocce ignee metamorfiche, scisti filladici e leucoscisti. Si tratta di ammassi rocciosi interessati da discontinuità primarie (piani di scistosità) e secondarie (fratture); laddove maggiormente esposti agli agenti esogeni e all'alterazione di degradazione chimica dell'acqua si presentano alterati e talora in via di disfacimento con argillificazione piuttosto spinta. La coltre alteritica di tali litologie rocciose presenta, pertanto, caratteri geotecnici molto variabili da punto a punto, in relazione al grado di alterazione e fratturazione.

Le prospezioni geofisiche hanno consentito di individuare degli orizzonti sismici superficiali di alterazione dei complessi rocciosi, con spessori molto variabili caratterizzati da velocità  $V_p$  inferiori a 1000 m/s ascrivibili a strati alterati e fratturati del complesso roccioso, seguiti in profondità da un substrato rifrattore caratterizzato da un considerevole aumento delle velocità delle onde  $V_p$  (1420-2640) ascrivibile al substrato metamorfico. Tali terreni sono risultati, nei siti di indagine, rappresentativi di categorie di suolo di fondazione di tipo B.

### **- Rocce del complesso roccioso a comportamento litoide fragile**

Rientrano in tale complesso tutte le formazioni calcaree e calcarenitiche affioranti nel territorio comunale. Si presentano spesso massivi per cui abbastanza resistenti, e in generale, moderatamente fratturati.

Laddove esposto a processi di alterazione il complesso fratturato e degradato campionato sotto forma di sabbia ghiaiosa, presenta parametri geotecnici con valori:

- ♦ Peso dell'unità di volume  $\gamma = 2.0-2.4 \text{ T/mc}$ ,
- ♦ Angolo di attrito  $\varphi = 34-38^\circ$ ,
- ♦ Coesione  $c = 0 \text{ Kg/ cmq}$ .

#### **- Formazioni dei depositi incoerenti a grana media e grossolana**

Rientrano in tale complesso i depositi sabbiosi e ghiaiosi dei prodotti di dilavamento e solifluzione e i prodotti conglomeratici miocenici e pliocenici.

Prodotti di solifluzione: si tratta di depositi sabbioso-ghiaioso anche molto grossolani e conglomerati a matrice sabbioso – limosa. Lo spessore di tali coperture risulta molto variabile. Le caratteristiche geotecniche medie possono essere rappresentate dai valori seguenti:

- ♦ Peso dell'unità di volume  $\gamma = 1.7-1.97 \text{ T/mc}$ ,
- ♦ Angolo di attrito  $\varphi = 27-33^\circ$ ,
- ♦ Coesione  $c = 0 \text{ Kg/ cmq}$ .

Depositi conglomeratici- sabbiosi: comprende i conglomerati base del miocene e i conglomerati superiori pliocenici. Si tratta in generale, di depositi incoerenti che si presentano di solito mediamente addensati e molto eterogenei per quanto riguarda le caratteristiche granulometriche. Per tali litologie si possono ragionevolmente fornire i parametri geotecnici caratteristici ottenuti dalle interpretazioni delle prove di laboratorio e dalle prove penetrometriche dinamiche.

##### Conglomeratici miocenici:

peso dell'unità di volume  $\gamma = 1.8-1.9 \text{ T/mc}$ ,  
angolo di attrito  $\varphi = 30-33^\circ$ ,  
coesione  $C = 0 \text{ Kg/ cmq}$ .

##### Conglomeratici pliocenici:

- ♦ Peso dell'unità di volume  $\gamma = 1.7-1.9 \text{ T/mc}$ ,
- ♦ Angolo di attrito  $\varphi = 27-33^\circ$ ,
- ♦ Coesione  $c = 0 \text{ Kg/ cmq}$ .

### **- Formazioni dei depositi coerenti a grana fine**

Rientrano in questa classe le argille e argille limose del ciclo miocenico.

Tali depositi, localmente debolmente marnosi, dal colore grigio o grigio-azzurro, presentano struttura solo occasionalmente caotica; nel territorio le argille poggiano sulle arenarie mioceniche a cemento calcareo rappresentando l'assetto stratigrafico predominante nelle aree prossime al centro urbano di Paludi.

La formazione, in relazione alla notevole variabilità di spessore e consistenza nonché del particolare assetto stratigrafico (materiale plastico su substrato rigido) è da porre a maggiore attenzione e indagate mediante approfondite indagini.

I parametri medi di riferimento della formazione al di sotto della coltre di alterazione superficiale che presenta anch'essa spessore variabile, in funzione anche della esposizione e pendenza dei versanti possono essere condotti ai seguenti valori

- ♦ peso dell'unità di volume  $\gamma = 18.838 \text{ kN/mc}$ ,
- ♦ peso specifico  $\gamma_s = 26.54 \text{ kN/mc}$
- ♦ angolo di attrito  $\phi = 21.5^\circ$ ,
- ♦ coesione  $c = 24.37 \text{ KPa}$
- ♦ coesione non drenata  $C_u = 1.0-2.0 \text{ Kg/cm}^2$

Tali terreni sono risultati, nei siti di indagine, rappresentativi di categorie di suolo di fondazione di tipo B.

## **6-SINTESI DELL'ANALISI DEL TERRITORIO - Pericolosità Geologica e Fattibilità di Piano**

In riferimento a quanto riportato nelle sovra citate linee guida riguardo il rischio idrogeologico al punto 5.7.1 si esplica *“Il PSC disciplinerà l'uso del territorio anche con riferimento alla pericolosità e rischio idrogeologico (art. 20- c3). A tal fine provvederà alla identificazione della pericolosità e del rischio idrogeologico, e più in generale di pericolosità e rischi connessi ai processi geomorfici significativi in relazione alle esigenze poste esplicitamente dal comma 3 dell'art 20.”*

Pertanto, si adottano le seguenti prescrizioni dettate nelle linee guida che si riportano integralmente:

### **Prescrizioni relative alle localizzazioni delle aree di espansione e delle infrastrutture**

*Le localizzazioni delle aree di espansione e delle infrastrutture osserveranno i seguenti:*

#### **Fattori escludenti**

- *Aree interessate da fenomeni di instabilità dei versanti*
- *Aree soggette a crolli di massi;*
- *Aree interessate da distacco e rotolamento di blocchi;*
- *Aree di frana attiva;*
- *Aree di frane quiescenti;*
- *Aree di franosità superficiale attiva diffusa;*
- *Aree di erosione accelerata;*
- *Aree interessate da trasporto di massa e flussi di detrito;*
- *Aree interessate da carsismo;*
- *Aree potenzialmente instabilità di grado elevato;*
- *Aree classificate PAI e confermate pericolose o a rischio (R4-R3-);*
- *Aree interessate da vulnerabilità idrogeologica:*
  - *Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile (aree di tutela assoluta, di rispetto, di protezione);*
  - *Aree ad elevata vulnerabilità degli acquiferi sfruttati ad uso idropotabile definite nell'ambito dello studio o nei piani di tutela di cui al d.lgs.258/2000.*
  - *Aree di interesse scientifico-naturalistico dal punto di vista geologico, geomorfologico, paleontologico (geositi);*
- *Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico;*
- *Aree ripetutamente allagate;*
- *Aree interessate da fenomeni di erosione fluviale;*
- *Aree potenzialmente inondabili individuate con criteri geomorfologici;*
- *Aree potenzialmente interessate da flussi di detrito;*
- *Aree di attenzione se confermate a rischio;*
- *Aree classificate PAI e confermate pericolose o a rischio (R4, R3).*

- Aree soggette a erosione costiera;
- Aree a pericolosità geologica da elevata a molto elevate definite con gli studi di settore;

### **Fattori limitanti**

- Aree potenzialmente instabili a grado medio basso;
- Aree classificate PAI e confermate pericolose o a rischio ( R2-R1).
- Aree interessate da vulnerabilità idrogeologica:
- Zone interessate da centri di pericolo;
- Aree con emergenze idriche diffuse;
- Aree a bassa soggiacenza della falda o con presenza di falde sospese;
- Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico:
- Aree classificate PAI e confermate pericolose o a rischio (R2, R1);
- Aree di interesse scientifico-naturalistico dal punto di vista geologico, geomorfologico, paleontologico (geotopi, geositi );
- Aree, con caratteristiche geomeccaniche e geotecniche scadenti o pessime;
- Aree a maggiore pericolosità sismica locale;
- Aree a pericolosità geologica media definite con gli studi di settore.

La sintesi della fase di analisi geologica del territorio di esame ha portato alla stesura della "CARTA DI PERICOLOSITA' GEOLOGICA E DI FATTIBILITA' DI PIANO (Tav.B1.9 Scala 1:5000).

Tale carta contiene tutti gli elementi più significativi evidenziati nella fase di analisi, a cui si associano fattori *preclusivi o limitativi* ai fini delle scelte di piano.

La fase di analisi del territorio in esame ha evidenziato, pertanto, i seguenti **fattori escludenti** per la localizzazione delle aree di espansione e di infrastrutture:

- Le aree in frana classificate PAI e confermate pericolose o a rischio (R4-R3) e che dovranno essere normate dagli artt.16-17- delle Norme di Attuazione del PAI.
- Le aree di frana e le zone franose, non classificati dal PAI e cartografati in questa fase di studio.
- Le aree potenzialmente instabili di grado elevato, rappresentate dalle zone eccessivamente acclivi, in rapporto al substrato roccioso, al suo stato fisico e alle condizioni di giacitura degli strati Aree soggette a crolli di detriti e/o massi.
- Le aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile
- Aree potenzialmente inondabili.
- Le aree perimetrate dal PAI come aree di attenzione per rischio di inondazione e che risultano disciplinate dagli artt.:21-24 delle "Norme di Attuazione del PAI".

Inoltre, la fase di analisi del territorio ha evidenziato, i seguenti **fattori che determinano consistenti limitazioni** per la localizzazione delle aree di espansione e di infrastrutture:

- Le aree in frana classificate PAI e confermate pericolose o a rischio (R2-R1), disciplinate, in ogni caso, secondo l'art. 18 delle Norme di Attuazione del PAI.
- Areali di pericolo intorno ai perimetri di frana non classificati dal PAI e cartografati in questa fase di studio.
- Aree di cresta rocciosa, cocuzzolo o dorsale stretta, aree di bordo o ciglio di scarpata.
- Aree di fondovalle con alluvioni incoerenti.
- Fasce di brusche variazioni litologiche o aree di contatto tra litotipi aventi caratteristiche meccaniche molto diverse.
- Fasce a cavallo di faglie, a rischio maggiore di riattivazione nell'ambito della tettonica generale del territorio di analisi.
- Aree potenzialmente instabili, a grado medio (versanti irregolari, aree di frane inattive, aree con deflusso selvaggio).

L'analisi del territorio ha individuato ancora i seguenti **fattori di criticità** che impongono una limitazione d'uso, seppur modesta, per la localizzazione delle aree di espansione e di infrastrutture:

- fasce a cavallo di faglie, valutati a minore rischio di attivazione
- aree a contatto tra litotipi a caratteristiche meccaniche diverse
- aree con pendenze, seppur nel complesso moderate
- aree con affioramenti di prodotti di dilavamento e/o solifluzione che obliterano la roccia in posto
- aree con assetti stratigrafici rappresentati da depositi argillosi, con spessori variabili, poggianti su substrato rigido.

Intorno a ciascuna frana o zona franosa cartografata (attiva o quiescente) è stata delimitato un areale di pericolo con estensione pari, in genere, a 20 mt, in linea con la metodologia adottata per la stesura del PAI.

Tutte le aree di pericolo perimetrate dal PAI sono state confermate pericolose secondo le classi indicate da questo. Per quanto riguarda le frane cartografate in questa fase di studio non classificate dal PAI, le osservazioni riguardo gli immediati intorno dei perimetri di frana hanno tenuto conto della fenomenologia e dello stato dei dissesti. Le aree in cui si è osservata la concomitanza di più fattori determinanti "consistenti limitazioni" sono state considerate a "gravi limitazioni" per le condizioni di rilevante pericolosità geologica di insieme quindi sono state incluse nella classe 4.

## **6.1 - CLASSI DI FATTIBILITA'**

**6.1.1** - La "CARTA DELLE PERICOLOSITÀ GEOLOGICHE CON LA FATTIBILITÀ DELLE AZIONI DI PIANO" seguendo le direttive dettate dalle Linee Guida della pianificazione regionale in attuazione della legge urbanistica della Calabria n.19 del 16/04/2002 (Norme per la tutela, governo ed uso del territorio - Legge Urbanistica della Calabria), è mirata a dimostrare la fattibilità geologica, tenendo conto delle valutazioni critiche della pericolosità dei singoli fenomeni, degli scenari di rischio conseguenti e della componente geologico-ambientale.

La classificazione fornisce indicazioni generali in ordine alle destinazioni d'uso, alle cautele generali da adottare per gli interventi, agli studi ed alle indagini da effettuare per gli approfondimenti del caso, alle opere di riduzione del rischio ed alla necessità di controllo dei fenomeni in atto.

In tale ottica sono state individuate quattro classi di fattibilità:

### **• Classe 1 - Fattibilità senza particolari limitazioni**

*Zone idonee all'utilizzazione urbanistica.*

In questa classe ricadono le aree per le quali gli studi non hanno individuato specifiche controindicazioni di carattere geologico-tecnico-ambientale all'urbanizzazione o alla modifica di destinazione d'uso delle particelle.

Non presentano allo stato attuale, pericolosità geologico-tecnico-ambientali e/o sismiche rilevanti e non si evidenziano problemi legati ad eventi idrogeologici che possano modificare le condizioni di stabilità in modo tale da limitarne l'utilizzo urbanistico.

Si raccomanda di ubicare, in ogni caso, gli edifici a distanza di sicurezza da impluvi naturali e/o artificiali, sede di deflusso temporaneo non cartografati, da cigli e orli di scarpate non cartografati, nonché da tutte le aree pericolose individuate.

### **•Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni**

Aree con condizioni di pericolosità *moderata*, con modeste condizioni limitative alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni.

Risultano *zone idonee all'utilizzazione urbanistica previ accorgimenti e interventi di sistemazione e bonifica*, in generale, di non rilevante incidenza tecnico-economica, precisabili in fase esecutiva sulla base di approfondimenti di carattere geologico-tecnico-ambientale.

Presentano, in generale, un grado di pericolosità medio-basso legato, prevalentemente, ad una variabilità litologica e granulometrica, verticale e orizzontale dei terreni e a pendenze, seppur nel complesso moderate.

Gli studi geologico-tecnico di dettaglio dovranno verificare essenzialmente: la posizione della falda, i cedimenti del terreno in relazione ai carichi trasmessi dalle strutture, la diversa rigidità dei terreni, il piano di fondazione più adatto da adottare, nonché le strutture più adeguate alla morfologia dei versanti.

### ● **Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni**

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni per l'entità e la natura dei rischi individuati. Queste zone presentano un grado medio-alto di pericolosità geologica e sismica.

Limitatamente alle aree per cui permangono interessi giustificati per la trasformazione urbanistica, l'utilizzo è subordinato alla realizzazione di supplementi di indagini di approfondimento; *tali zone possono rendersi, pertanto, idonee all'utilizzazione urbanistica soltanto previa la realizzazione di supplementi di analisi di approfondimento*, per acquisire una maggiore conoscenza geologico-tecnica dell'area e del suo intorno, ove necessario mediante campagne geognostiche, prove in situ e di laboratorio, nonché mediante **studi tematici specifici** di varia natura (idrogeologici, idraulico-forestali, ambientali, pedologici, ecc.). Ciò dovrà consentire di precisare e caratterizzare il modello geologico-tecnico-ambientale per area, e quindi *l'idoneità del sito in funzione delle opere da realizzare*. Inoltre, per gli ambiti territoriali di questa classe a rischio geomorfologico dovranno essere previsti interventi di rinaturalizzazione, attraverso tecniche di interventi di ingegneria naturalistica per una migliore valorizzazione del paesaggio.

Nelle fasce a cavallo di brusche variazioni litologiche, in particolare, e lungo lineamenti tettonici valutati a maggiore rischio di attivazione, le indagini di approfondimento dovranno puntualmente verificare le caratteristiche tecniche e il diverso comportamento meccanico, in condizioni sismiche, dei terreni; pertanto il loro utilizzo urbanistico è subordinato a studi geologico-tecnici di dettaglio. In prossimità di cigli e/o bordi di scarpate gli studi di approfondimento dovranno verificare anche lo stato di alterazione e/o fratturazione dei terreni in prospettiva di possibili ribaltamenti e/o distacchi di blocchi rocciosi in condizioni sismiche, con conseguente arretramento dell'orlo di scarpata.

Si consiglia di adottare per questa classe, comunque, indici urbanistici ridotti con fabbricati che non incidono in maniera rilevante sul terreno di fondazione.



Gli interventi sul costruito dovranno essere volti ad opere di miglioramento sismico e consolidamento statico.

#### • **Classe 4 - Fattibilità con gravi limitazioni**

L'alto rischio comporta gravi limitazioni per la modifica delle destinazioni d'uso delle particelle. *Dovrà essere esclusa qualsiasi nuova edificazione*, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti e dei manufatti.

Per gli edifici esistenti sono consentiti esclusivamente interventi così come definiti dall'art. 31, lettere a) b) e) della L. 457/1978, nonché interventi di adeguamento sismico. Eventuali opere pubbliche e di interesse pubblico dovranno essere valutate puntualmente. A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, dovrà essere allegata apposita relazione geologica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio geologico.

In ogni caso, e particolarmente con riferimento alla pericolosità sismica, dovranno essere attivate le procedure per la identificazione dei rischi e per la individuazione degli interventi di mitigazione competenti a livello di Piano.

Si dovranno fornire indicazioni in merito alle opere di sistemazione idrogeologica e, per i nuclei abitati esistenti, sarà valutata la necessità di predisporre sistemi di monitoraggio geologico che permettano di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto. Nelle aree, in particolare in cui si possono verificare cadute di massi e/o detriti e nelle aree in frana per crollo si rendono necessari interventi di controllo di detti fenomeni (opere di paramassi, reti metalliche, cementazione fratture....) a garanzia della sicurezza delle strutture edificate e/o reti viarie esistenti, considerato altresì la difficoltà a definire, alla scala di studio l'esatta area di influenza di tali fenomenologie.

### **6.1.2 - Disposizioni correlate alle condizioni di pericolosità ed alle caratteristiche idrogeologiche**

Fermo restando la disciplina delle Norme di Attuazione e Misure di Salvaguardia del PAI della Regione Calabria e il quadro di pericolosità e rischio definito da tale Strumento sovraordinato, che il PSC ha fatto proprie e alle quali integralmente si rimanda, le indicazioni inerenti alle classi di fattibilità di cui sopra sono correlate anche alle seguenti disposizioni:

#### **a. Nelle zone ricadenti nella Classe 1** di fattibilità geologica

*(Pericolosità bassa)*

♦ In relazione all'incidenza sul terreno ed alla destinazione d'uso dei diversi tipi di trasformazione considerata si raccomanda che le fondazioni di edifici e di tutti gli altri manufatti siano dimensionate nel rispetto delle norme tecniche vigenti (D.M. 11/3/1988, del TESTO UNICO 14/09/2005) e sulla base di specifiche indagini geomorfologiche su porzioni significative dell'area (e non solo dell'area in oggetto).

♦ Le aree, in particolare, in prossimità a zone individuate a maggiore pericolosità andranno analizzate in un contesto più generale, valutando e analizzando quindi anche l'eventuale interferenza delle condizioni al contorno sui siti di utilizzo.

♦ L'esecuzione delle campagne geognostiche dovrà essere estesa sino alla profondità dove si ha influenza diretta o indiretta delle trasformazioni e/o utilizzazioni considerate, volta a definire le caratteristiche litostratigrafiche del sottosuolo con la parametrizzazione geotecnica, la pressione ammissibile sul terreno di fondazione, la stima dell'entità di eventuali cedimenti. Si raccomanda di verificare sempre, in vicinanza di affioramenti di prodotti di solifluzione, che obliterano la formazione in posto, la garanzia di piani di posa dei manufatti omogenei dal punto di vista della rigidità dei terreni, condizione essenziale di stabilità in prospettiva statica e dinamica dei siti di edificazione.

♦ Per il centro urbano si raccomandano inoltre interventi di adeguamento sismico, specialmente in prossimità di tutti i lineamenti tettonici cartografati, basati su studi di valutazione della sicurezza degli edifici, calcolo dell'azione sismica, analisi dinamica modale, elaborazione di un modello che descrive adeguatamente le caratteristiche della struttura, verifiche strutturali.

## **b-Nelle zone ricadenti nella Classe 2 di fattibilità geologica**

*(Pericolosità moderata)*

♦ Gli studi geologici di dettaglio dovranno , in generale, verificare le specifiche problematiche legate ai diversi fattori limitativi rientranti in tale classe di fattibilità.

♦ Per le aree in pendenza gli interventi si dovranno effettuare per comparti, da realizzarsi con ripianamenti del pendio previsti in fase di progettazione; i fronti di scavo dovranno essere tutelati da strutture di contenimento opportunamente dimensionate; riguardo alle indicazioni relative alle fasce dove il loro utilizzo presuppone sbancamenti che possono condizionare la scelta delle tipologie costruttive, è da evidenziare che le modificazioni alla geometria dei profili naturali attuali dovranno essere adeguate all'entità dell'inclinazione attuale dei versanti: i fronti scavo dovranno quindi essere di altezza limitata e con la riprofilatura di gradoni e la realizzazione di strutture di contenimento adeguate, tenendo conto delle diverse spinte agenti dai terreni di terrapieno, fermo restando l'obbligo di eseguire, in sede di progettazione di opere, le verifiche di stabilità così come prescritte dalle Normative vigenti (D.M. 11.3.1988, Testo Unico 14/09/05.)

♦ Bisognerà, inoltre, porre particolare attenzione alla gestione dei fronti aperti nei versanti, dal punto di vista delle alterazioni o modificazioni della circolazione delle acque superficiali e sotterranee, per la cui regimazione sarà necessario prevedere tutte le opere di canalizzazione e opere di raccolta e convogliamento.

♦ Nelle aree corrispondenti ad assetti stratigrafici dati da depositi argillosi che ricoprono i depositi di base, bisognerà verificare puntualmente, attraverso prove in situ e/o prove dirette e analisi di laboratorio, lo spessore della copertura argillosa, che risulta molto variabile da zona a zona, la compressibilità del terreno in funzione dei carichi, la presenza di eventuali falde superficiali e quindi il piano di posa e il tipo di fondazione più adatto (superficiale, superficiale rigido. profonda...) da adottare.

♦ Inoltre, considerato che tale litologie possiedono, nell'assetto stratigrafico dell'intero territorio comunale (copertura argillosa plastica su substrato rigido) una sua predisposizione genetica a fenomeni di dissesti superficiali. se non opportunamente salvaguardati, si rende necessaria e prioritaria a qualsiasi trasformazione dei luoghi nonché ad un uso corretto degli stessi , la puntuale progettazione di tutte le **opere di drenaggio e canalizzazione** delle acque di deflusso superficiale (canalizzazioni principali, fossi di guardia), la bonifica e/o asportazione degli eventuali sedimenti argillosi d'alterazione superficiale poco consistenti e/o allentati.

- ♦ Particolare cura deve porsi nella sistemazione delle scarpate denudate realizzando, con graticciate e viminate, canalizzazioni adeguate e sostegni della parte superficiale allentata, anche per evitarne l'asportazione da parte delle acque di dilavamento superficiale.
- ♦ Le canalizzazioni lungo le strade dovranno essere sufficienti e ben dimensionate e dovranno scaricare le acque in canali o fossi sicuri, in modo da non turbare l'attuale equilibrio morfologico.
- ♦ In corrispondenza di lineamenti tettonici, seppur valutati a minore rischio di riattivazione perché rientranti in un sistema di fagliatura secondaria nell'ambito della tettonica dell'area di analisi, gli studi e le indagini di dettaglio dovranno essere, comunque, molto puntuali ed articolati, al fine di individuare dei piani di posa dei manufatti (che dovranno essere posti sempre a distanza di assoluta sicurezza dalla linea di faglia stessa) **in ogni caso, omogenei dal punto di vista della rigidità dei terreni.**
- ♦ Le stesse prescrizioni di indagini di approfondimento valgono anche per tutte le fasce a contatto tra litotipi a comportamento meccanico (cfr. TAV. B1.3 Carta Litotecnica ) diverso e che non sono stati inseriti nella classe di fattibilità 3.
- ♦ In corrispondenza degli affioramenti di prodotti di dilavamento e/o di solifluzione (che non sono stati inseriti nelle classi di fattibilità 3 o 4), che presentano spessore variabile e che ricoprono e obliterano la formazione in posto, gli studi di dettaglio dovranno individuare, principalmente, lo *spessore* di tali coperture, e le loro *caratteristiche geotecniche puntuali* considerato che si presentano generalmente poco costipati e con consistenti variazioni granulometriche, sia orizzontali che verticali, valutando caso per caso la loro asportazione e/o la loro idoneità, quali piani di posa di fondazione di manufatti.

### **c-Nelle zone ricadenti nella Classe 3 di fattibilità geologica**

*(Pericolosità moderata - alta)*

Limitatamente alle aree per cui permangono interessi giustificati per la trasformazione urbanistica, l'utilizzo e quindi qualsiasi ammissione di opere, è **subordinato** alla realizzazione di **supplementi di indagine** per acquisire una maggiore conoscenza geologico-tecnica dell'area e del suo intorno, ove necessario mediante campagne geognostiche, prove in situ e di laboratorio, nonché mediante studi tematici specifici di varia natura (idrogeologici, ambientali, pedologici, ecc.). Ciò dovrà consentire di precisare e caratterizzare il modello geologico-tecnico-ambientale per area, e, in caso di sostenibilità degli interventi, le **condizioni di sostenibilità**. Inoltre, per gli ambiti territoriali di questa classe a rischio geomorfologico dovranno essere previsti interventi di rinaturalizzazione,

attraverso tecniche di interventi di ingegneria naturalistica per una migliore valorizzazione del paesaggio.

Le indagini suppletive dovranno, in particolare, verificare:

- ♦ il diverso grado di rigidità e il diverso comportamento meccanico, in condizioni sismiche dei terreni, in tutte le condizioni a maggiore vulnerabilità sismica e in particolare nelle aree di brusca variazione litologica di contatto tra litotipi aventi caratteristiche meccaniche molto diverse e lungo le fasce a cavallo di faglie valutate a maggiore rischio di riattivazione, dove si possa verificare in caso di riattivazione delle stesse, spostamenti relativi dei terreni di fondazione ; tutto ciò al fine di verificare l'ammissibilità di opere in tali ambiti a maggiore rischio sismico.

- ♦ In prossimità di cigli e/o bordi di scarpate gli studi di maggiore approfondimento dovranno verificare anche lo stato di alterazione e/o fatturazione dei terreni, in prospettiva di possibili ribaltamenti e/o distacchi di blocchi rocciosi in condizioni sismiche, con conseguente arretramento dell'orlo di scarpata; gli edifici siano ubicati, in ogni caso, a distanza di assoluta sicurezza da orli di terrazzi, pareti o scarpate, e da eventuali cigli di distacco.

- ♦ Per i versanti, in particolare con acclività accentuate, gli studi di approfondimento dovranno prevedere dettagliate e globali verifiche di stabilità degli stessi, così come prescritte dalle Normative vigenti (D.M. 11.3.1988, Testo Unico 14/09/05.), prima e dopo gli eventuali interventi di progetto.

- ♦ Le aree a rischio medio e moderato ( R2 ed R1) e le aree in frana associate sono soggette comunque, in ogni caso, sempre prima di qualsiasi ammissione di opere, oltre a tutti gli approfondimenti su esposti, anche alla disciplina dell'art 18 delle NA & MS che prevede che " *la realizzazione di opere, scavi e riporti di qualsiasi natura deve essere programmata sulla base di opportuni rilievi e indagini geognostiche, di valutazione della stabilità globale dell'area e delle opere nelle condizioni " ante", " post" e in corso d'opera"*

- ♦ Nelle aree definite a **stabilità precaria**, qualsiasi ammissione di opere é subordinata a studi suppletivi ancora più dettagliati e approfonditi, al fine di verificare l'effettiva attuale stabilità di tali ambiti e quando la precisa influenza che qualsiasi intervento possa avere su queste aree definite a consistente limitazione d'uso per la pericolosità geologica -sismica ivi definita.

- ♦ In vicinanza di qualsiasi forma di dissesto individuata e cartografata in questa fase di analisi **qualsiasi ammissione di opere necessita comunque sempre,** prima, di attente e puntuali analisi di approfondimento e supplementi di indagini della zona, al fine di progettare anche, *gli interventi più idonei* (opere di ingegneria naturalistica, regimazione e

canalizzazione delle acque superficiali e profonde.....) per la non propagazione dei fenomeni di dissesto circostanti.

#### **d- Nelle zone ricadenti nella Classe 4 di fattibilità geologica**

*( Pericolosità molto alta)*

Non possono essere definite e prescritte, ovvero dichiarate ammissibili, trasformazioni fisiche ed opere che non consistano in interventi finalizzati alla bonifica ed alla messa in sicurezza geomorfologica ed idraulica dei siti, ovvero in opere di protezione idrogeologica.

Nelle aree, in particolare in cui si possono verificare cadute di massi e/o detriti e nelle aree in frana per crollo si rendono necessari interventi di controllo di detti fenomeni (opere di paramassi, reti metalliche, cementazione fratture...) a garanzia della sicurezza delle strutture edificate e/o reti viarie esistenti, considerato altresì la difficoltà a definire, alla scala di studio, l'area di influenza di tali fenomenologie.

Per gli edifici esistenti saranno consentiti esclusivamente interventi così come definiti dall'art.31, lettere a)b) della L.457/1978, nonché interventi di adeguamento sismico. Eventuali opere pubbliche o di interesse pubblico dovranno essere valutate puntualmente. A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, dovrà essere allegata apposita relazione geologica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la natura di grave rischio geologico.

Si richiamano, inoltre, gli art. 16-17 21-24 delle " Norme di Attuazione del PAI" per la disciplina di tutte quelle aree rientranti in tale classe da rischi dettati dal PAI.

#### **6.1.2a - Paludi Centro**

Il tessuto urbano di *Paludi centro* e la porzione di territorio che raccorda il *Cozzo dello Scivola* al *Colle della Croce*, dalla zona *Parrete* a *La Croce* ricade in classe 1 (*Fattibilità senza particolari limitazioni*) in quanto gli studi non hanno individuato specifiche controindicazioni di carattere geologico-tecnico-ambientale all'urbanizzazione o alla modifica di destinazione d'uso delle aree. Valgono comunque le prescrizioni previste dalla normativa riguardanti le costruzioni in zona sismica (L. 64/74 e al D.M. 11/3/88 e Testo Unico sulle Costruzioni Sett. 2005).

Alcune zone vicine al campo sportivo, Pantano e l'area a nord del centro urbano ricadono in classe 2 (*Fattibilità con modeste limitazioni*); in queste aree sono state rilevate modeste condizioni limitative alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni, il relazione alla media acclività dei versanti e/o alla presenza di irregolarità del pendio, per cui si rendono

necessari accorgimenti e interventi di sistemazione e bonifica, di non rilevante incidenza tecnico economica; lo stesso si può affermare per le zone *Spannaturi, Bafartia* e *Vammaruca*.

Attorno a queste aree e tutto il versante sud est si estende una ampia zona a classe 4 (*Fattibilità con gravi limitazioni*), dove si sono riscontrati fattori preclusivi alla fattibilità per esposizione ad elevato rischio idrogeologico e sismico.

Dovrà essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.

Questa ampia area include anche *Lottini* e *Motta* dove si riscontrano elevato rischio idrogeologico per frane attive e quiescenti, erosione intensa in località *Pilaso Gogliana* e una ampia fascia a cavallo della strada per Cropalati, ricadenti altresì in zone Pai (R3 ed R4).

### **6.1.2 b - Versante Occidentale del Torrente S. Martino, Cuturo, Scorpiano**

Il versante è interessato da stabilità precaria in corrispondenza dell'affioramento dei terreni argillosi, l'estesa area sebbene non sia attualmente classificata a Rischio PAI è stata rilevata dalle analisi geomorfologiche effettuate come "versante irregolare con aree di deformazione superficiale lenta", pertanto insistono consistenti limitazioni alla urbanizzazione e alla modifica delle destinazioni d'uso. L'area ricade in classe 3 (*Fattibilità con consistenti limitazioni*) e l'utilizzo edificatorio di queste zone è sconsigliabile. Tuttavia porzioni di tale area possono rendersi idonee all'utilizzazione edilizia previa realizzazione di supplementi di indagine per acquisire una maggiore conoscenza geologico-tecnica dell'area e del suo intorno, ove necessario mediante campagne geognostiche, prove in situ e di laboratorio, nonché mediante studi tematici specifici di varia natura (idrogeologici, idraulico-forestali, ambientali, pedologici, ecc.). Ciò dovrà consentire di precisare e caratterizzare il modello geologico-tecnico-ambientale per area, e quindi l'idoneità del sito in funzione delle opere da realizzare.

Si adotteranno in queste zone, comunque, indici di fabbricabilità ridotti con fabbricati che non incidono in maniera rilevante sul terreno di fondazione.

Dalla porzione immediatamente a nord di *Forestella* e fino a *Valimonti* una fascia di territorio a classe 2 (*Fattibilità con modeste limitazioni*) permette l'uso edificatorio e le modifiche di destinazione d'uso previ necessari accorgimenti e interventi di sistemazione e bonifica, di non rilevante incidenza tecnico economica.

### **6.1.2 c - Area Castiglione**

La porzione sommitale di Castiglione di Paludi in corrispondenza delle arenarie mioceniche ricade in classe I per cui non si rilevano particolari problemi di stabilità, mentre a quote inferiori le argille dalla località *Pratore* fino ai torrenti *S. Martino* e *S. Elia* *rispettivamente* a ovest e ad est sono interessati da fenomeni di dissesto attivi e il settore occidentale degradante verso il *S. Martino* risulta interessato da fenomeni attualmente quiescenti; questi sono fattori preclusivi all'utilizzo edificatorio e alla modifica di destinazione d'uso, pertanto, ricadono nella classe 4 dove le uniche interventi possibili sono quelli volti consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti, in questo caso, particolarmente raccomandabili, vista l'importanza dell'area dal punto di vista archeologico.

### **6.1.3- Prescrizioni riguardo il rischio idrogeologico**

Per le situazioni di dissesto in atto e/o potenziali si suggeriscono i seguenti interventi atti a mitigare in rischio idrogeologico ( vedi TAV. B1.6 - Carta Del Rischio Idrogeologico -

Confronto PAI- Scala: 1:10000):

♦ nelle zone del centro urbano, in particolare lungo la scarpata a *sud-est del centro abitato* e nelle località Pilaso e Gogliana sono necessarie:

- *Opere di regimentazione delle acque di dilavamento superficiali*;
- *Opere stabilizzanti di contenimento*, finalizzate ad impedire che si abbia il distacco e la caduta di elementi litoidi;

Pertanto, si dovrà:

- tentare di ridurre al minimo le azioni erosive delle acque dilavanti attraverso la realizzazione di una rete fognaria bianca che convogli queste ultime e le riversi attraverso un sistema di canalizzazioni opportunamente dimensionate in fossi naturali le cui sponde dovranno essere sistemate con idonee opere di difesa.

-convogliare le acque delle zone superiori in apposite canalizzazioni onde evitare che scendano disordinate a valle;

-evitare dispersioni d'acqua, suggellando accuratamente le fessure delle superfici che potrebbero raccogliere le acque;

-provvedere ad incanalamenti stabili nei previsti luoghi di raccolta e scarico;

-costruire palificate di contenimento dove il terreno è all'inizio di squilibri e spinte, prolungandole fino alla quota stabile consigliata dall'esplorazione geologica strumentale preventiva.



-sistemare, ove possibile, le scarpate mediante terrazzamenti onde alleggerire il peso complessivo e aumentando il piano basale, in relazione alla elevata pendenza dei versanti, si troverà la soluzione tecnica più idonea tra quelle proposte dalla ingegneria naturalistica.

Potranno essere inoltre installati idonei sistemi di monitoraggio geologico che permettono di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto.

♦ Nelle aree "*Località Cuturo, Scorpiano*" le cause del dissesto sono da ricercarsi innanzitutto nelle scarse caratteristiche di consistenza dei materiali superficiali in relazione alla imbibizione della predominante componente argillosa di questi per azione delle acque di infiltrazione. Per il risanamento della situazione locale e per salvaguardare la sede stradale dai fenomeni di scorrimento superficiale e colamenti sono necessari interventi di *contenimento delle spinte* sia monte che a valle della sede stradale e *interventi di drenaggio e regolamentazione della circolazione idrica*.

Nella zona a monte si dovrà operare un alleggerimento del materiale spingente mediante asportazione ed allontanamento della porzione allentata e il contenimento del fronte di scavo e sostegno della scarpata.

È consigliabile ricorrere a soluzioni di ingegneria naturalistica quale muri in terra rinforzata tale che producano il minor impatto ambientale possibile e nello stesso tempo non appesantiscano ulteriormente il corpo di frana.

Sempre da monte dovrà partire un *sistema di drenaggio* articolato sull'intera superficie della frana attraverso la costruzione di trincee drenanti ha una profondità variabile in modo da assicurare una pendenza di scorrimento.

È opportuno inoltre riprofilare il versante e intervenire con rivestimenti di piante intrecciate e fascinate allo scopo di annullare l'azione molesta degli agenti atmosferici aumentando la resistenza delle scarpate stesse.

Potranno essere inoltre installati idonei sistemi di monitoraggio geologico che permettono di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto.

♦ Dalla località *Pratore* fino ai Torrenti *S. Martino e S. Elia rispettivamente* a Ovest e ad Est, in corrispondenza dell'affioramento di terreni argillosi si verificano fenomeni di dissesto complessi ascrivibili generalmente ai "*colamenti*", che si manifestano mediante spostamenti lenti e con conseguenti deformazioni plastiche e differenziali del versante. Su quest'ultimo versante si rilevano fenomeni di *dissesto attivi* mentre il settore occidentale degradante verso il *S. Martino* risulta interessato da fenomeni attualmente *quiescenti*.

Per la stabilizzazione dell'area, è consigliabile la realizzazione di fascinate in viminate, per l'intera scarpata, disposte in senso trasversale alle linee di massima pendenza ad interesse opportunamente dimensionato e sfruttando i metodi di ingegneria naturalistica.

Il rivestimento vegetativo consigliabile in corrispondenza dei calcari evaporitici, oltre alla copertura verde, produce l'effetto funzionale di limitare o eliminare il problema del disgrego e continuo ringiovanimento delle rocce dovuto agli eventi meteorici mediante la copertura superficiale della roccia proprio nei punti di maggior fragilità.

#### **6.1.4- Prescrizioni riguardo il rischio sismico**

Ai sensi della *Nuova Classificazione Sismica Del Territorio Nazionale* (Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri N° 3274, marzo 2003), il Comune di Paludi *zona sismica di n°2* a cui corrisponde un'accelerazione sismica  $ag=0,25 g$ .

Le condizioni morfologiche locali, la sovrapposizione di unità litostratigrafiche a differente rigidità, e la frequenza di pareti subverticali e di posizioni di cresta, determinano, sotto il profilo geomorfologico, un elemento di vulnerabilità sismica. Inoltre, le caratteristiche aggregative del patrimonio edilizio sono fattori che determinano una amplificazione della risposta sismica locale.

In relazione alla pericolosità sismica e di elementi di esposizione al rischio sismico, risulta necessario, l'adeguamento sismico dell'edificato esistente e messa in sicurezza degli edifici, in special modo lungo le faglie attive che attraversano il centro urbano in cui sono prevedibili possibili spostamenti relativi dei terreni di fondazione in caso di scuotimento sismico, e nelle altre situazioni a maggiore pericolosità sismica locale.

Per le aree insediate e infrastrutturate, resta fissato il principio che la riduzione del rischio sismico dovrà essere uno degli elementi da considerare all'interno di ogni strumento di pianificazione.

Pertanto, per ogni strumento subordinato e attuativo, lo studio di pericolosità sismica, eventualmente approfondito nella misura necessaria e soggetto alle prescrizioni relative alla localizzazione delle aree di espansione e delle infrastrutture di cui al punto 5.7.2 delle Linee Guida della Legge Urbanistica vigente, dovrà essere accompagnato da uno studio di vulnerabilità edilizia-urbana e delle infrastrutture e della mobilità, ai fini dell'identificazione dei rischi.

#### **6.1.5- Prescrizioni riguardo il rischio idraulico**

Nelle aree a rischio idraulico valgono le prescrizioni richiamate nelle "Norme di Attuazione del PAI – Capitolo - Rischio Idraulico- nonché le Linee guida sulle verifiche di compatibilità idraulica delle infrastrutture interferenti con i corsi d'acqua, sugli interventi di manutenzione, sulle procedure per la classificazione delle aree di attenzione e l'aggiornamento delle aree a rischio d'inondazione (PAI Calabria).

Inoltre si raccomandano per la mitigazione del rischio idraulico interventi ordinari quali:

- la manutenzione ordinaria;
- gli interventi di idraulica forestale;
- gli interventi di rinaturamento.

Lungo gli alvei di corsi d'acqua, in prossimità di argini, nelle aree ricadenti nelle fasce di 10 metri di larghezza adiacenti ai corsi d'acqua, misurate a partire dai piedi esterni degli argini oppure, ove mancanti, dai cigli di sponda, possono essere definite e prescritte, ovvero dichiarate ammissibili, nel rispetto di ogni altra disposizione di legge o regolamentare in materia, e comunque, ove richiesto, previo parere favorevole dell'Ente od Ufficio preposto alla tutela idraulica, nonché a condizione che sia prescritta l'attuazione delle precauzioni necessarie per la riduzione del rischio idraulico correlate alla natura dell'intervento ed allo specifico contesto territoriale, e delle misure atte a migliorare l'accessibilità al corso d'acqua, esclusivamente le seguenti trasformazioni ed utilizzazioni:

- la realizzazione di opere idrauliche, sulla base di piani, programmi e progetti disposti dalle autorità preposte;
- l'effettuazione delle opere connesse alla realizzazione:
  - attraversamenti trasversali del corso d'acqua relativi a strade, ad impianti a rete per l'approvvigionamento idrico e per lo smaltimento dei reflui, ad impianti a rete di sistemi tecnologici per il trasporto dell'energia e per le telecomunicazioni;
  - di adeguamento delle infrastrutture esistenti, anche se non implicanti soltanto l'attraversamento trasversale dell'ambito, purché non comportanti il loro avanzamento verso il corso d'acqua;
  - di impianti puntuali per l'approvvigionamento idrico e per lo smaltimento dei reflui;
  - l'esercizio dell'ordinaria coltivazione del suolo e delle attività selvicolturali, essendo preclusa la nuova costruzione di manufatti di qualsiasi natura che possano ostacolare il deflusso delle acque anche in caso di inondazione, quali recinzioni, depositi, serre, tettoie, piattaforme, e simili, eccezione fatta per:
    - le strade poderali ed interpoderali di larghezza non superiore a 4 metri, e le piste di esbosco e di servizio forestale, di larghezza non superiore a 3,5 metri lineari, strettamente motivate dalla necessità di migliorare la gestione e la tutela dei beni forestali interessati, in entrambi i casi non in rilevato, e non asfaltate, né pavimentate con altri materiali impermeabilizzanti;
- la realizzazione di parchi aperti al pubblico, con l'esclusione di ogni opera comportante impermeabilizzazione di suoli, ed essendo preclusa la nuova costruzione di manufatti di

qualsiasi natura che possano ostacolare il deflusso delle acque anche in caso di inondazione, quali recinzioni, tettoie, piattaforme, e simili, eccezione fatta per i percorsi e gli spazi di sosta pedonali e per mezzi di trasporto non motorizzati, e le attrezzature mobili, od amovibili;

- qualsiasi trasformazione di tipo conservativo dei manufatti edilizi esistenti aventi interesse storico-artistico o storico-testimoniale, ed ogni utilizzazione compatibile con le loro caratteristiche.

Conformemente a quanto riportato dalle succitate Linee Guida verrà effettuata sul corso d'acqua interessato una specifica indagine idrologico-idraulica al fine di individuare l'eventuale presenza del rischio idraulico valutato sulla base della piena con tempo di ritorno duecentennale, e, in presenza di tale rischio, siano individuati gli interventi di regimazione idraulica dimensionati sulla base della piena con tempo di ritorno duecentennale nonché le aree da destinare agli stessi, per preservare dal rischio idraulico sia gli insediamenti risultanti dalle trasformazioni che quelli vicini;

-le suindicate trasformazioni possono essere effettuate soltanto ove gli interventi di regimazione idraulica che siano stati individuati a norma e vengano programmati e realizzati almeno contestualmente all'effettuazione delle predette trasformazioni)

#### **6.1.6-Zone di ricarica degli acquiferi**

Nelle zone di ricarica degli acquiferi le trasformazioni fisiche e le utilizzazioni di immobili possono essere definite e prescritte, ovvero dichiarate ammissibili, subordinatamente allo svolgimento di uno studio idrogeologico di dettaglio, esteso ad un significativo intorno dell'area interessata, effettuato con la seguente procedura:

- valutazione del parametro di propagazione: identificazione, localizzazione e valutazione quantitativa della risorsa significativa, attraverso la sua caratterizzazione geometrica ed il calcolo dei parametri idrogeologici dell'acquifero; censimento dei pozzi presenti ed esecuzione di prove a portata costante;

- valutazione dei parametri di penetrazione, abbattimento ed infiltrazione: caratterizzazione idrogeologica della copertura satura ed insatura per mezzo di prove in situ (geomeccaniche, geofisiche e di permeabilità), caratterizzazione clivometrica;

- verifica quantitativa della vulnerabilità dell'acquifero in relazione ai tempi di arrivo dei possibili fattori inquinanti.

*Novembre , 2008*

Il Geologo:  
Dott. Geol. Bruna Ballarò

