



COMUNE DI PIETRAPAOLA

PIANO STRUTTURALE COMUNALE

STUDIO GEOLOGICO-TECNICO



Dr. Geologo Tonino Caracciolo
Collaboratore Dr. Marcello Campana

INDICE

1. CONTENUTI E METODI

2. MODELLO GEOLOGICO

2.1. Sintesi della tettonostratigrafia della Calabria

2.2. Assetto geologico locale

2.3. Geolitologia dell'area di Pietrapaola

3. CARATTERI MORFOLOGICI E DINAMICA EVOLUTIVA A SCALA REGIONALE

4. PROCESSI MORFODINAMICI

4.1. Generalità

4.2. Caratteristiche geomorfologiche dell'area di studio

4.2.1. Processi morfodinamici, tipologie e stato di attività

4.2.1.1. Fenomeni franosi

4.2.1.2. Azione delle acque superficiali

4.2.1.3. Processi in alveo e trasporto solido

4.3. Analisi della pericolosità di frana

5. MORFODINAMICA COSTIERA

5.1. Generalità

5.2. Evoluzione della linea di riva

5.3. Clima meteomarinico

5.4. Studio dell'evoluzione della linea di riva

5.5. Valutazione del rischio di erosione costiera

6 IDROGEOLOGIA

6.1. Caratteristiche idrogeologiche

6.2. Classi di permeabilità

6.2.1. Unità a permeabilità primaria

6.2.2. Unità a permeabilità secondaria per fratturazione

6.2.3. Unità impermeabili

6.3. Falde acquifere e sorgenti

7. IDROGRAFIA SUPERFICIALE

8. ANALISI DELLA SISMICITA'

8.1. La situazione regionale

8.2. Zone sismogenetiche della Calabria e rischio sismico

8.3. Zona sismogenetica 65

8.4. Zona sismogenetica 67

8.4. Microzonazione sismica

9. INDAGINI GEOGNOSTICHE

9.1. Sondaggi meccanici

9.2. Prove penetrometriche statiche

9.3. Prove penetrometriche dinamiche

9.4. Sismiche a rifrazione

10. VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

10.1. Argille marnose

10.2. Arenarie stratificate con interstrati marnosi e siltosi

10.3. Sabbie monogranulari gialle con locali intercalazioni calcarenitiche

10.4. Conglomerati sabbiosi

10.5. Alluvioni

10.6. Argille siltose

11. CARTA DEI GEOTOPI E GEOSITI

11.1. Sorgenti sulfuree

11.2. Aree calanchive

11.3. Formazioni evaporitiche messiniane (Gessi)

11.4. Anse del torrente Laurenzana

11.5. Cordone dunale di Camigliano

11.6. Elementi tettonici nei pressi dell'abitato di Pietrapaola

11.7. La Rupe del Castello e la Rupe del Salvatore

12. CARTA DELLA STABILITA'

13. EDIFICABILITÀ, PRESCRIZIONI E VINCOLI

1. CONTENUTI E METODI

Il presente studio, commissionato dall'amministrazione comunale di Pietrapaola (Cosenza), si riferisce alla campagna di indagini geologiche e geotecniche relativa ai terreni interessati dal Piano Strutturale Comunale (P.S.C.). Le indagini sono state finalizzate alla ricostruzione di un attendibile modello geologico, basilare ai fini della pianificazione territoriale, del territorio di studio sia sotto il profilo geolitologico e litotecnico che morfoevolutivo. Lo studio nella sua interezza è stato eseguito nel rispetto delle normative tecniche vigenti in materia di pianificazione territoriale, (linee guida della pianificazione territoriale e schema base della carta dei luoghi relative alla legge urbanistica della Calabria n° 19 del 16/04/ 2002).

Sotto il profilo geologico la definizione del quadro conoscitivo di base fornisce una valutazione delle:

- Caratteristiche geolitologiche e morfologiche;
- Caratteristiche clivometriche e morfoevolutive
- Proprietà geotecniche dei terreni
- Caratteristiche idrogeologiche e sismiche

Il modello geologico definisce il quadro della pericolosità geologica e sismica.

L'elaborazione di una zonizzazione della pericolosità di frana è basata sulla individuazione delle forme e dei processi morfodinamici in atto, l'individuazione/localizzazione di fenomeni pregressi di cui si ha documentazione, la definizione dei parametri di pericolosità sulla base della tipologia dei movimenti gravitativi e del loro stato di attività.

Sulla base delle massime intensità sismiche storicamente registrate nell'area (zona sismica Z65) e della determinazione dei parametri elastodinamici e geotecnica locali si è pervenuti alla elaborazione della zonizzazione microsismica.

La rilevazione dei dati di analisi è stata articolata nelle seguenti fasi:

- Analisi fotointerpretativa e rilevazione delle forme e dei processi con particolare riferimento ai fenomeni franosi ed alle evidenze morfologiche di interesse ai fini della pianificazione del territorio comunale;
- Analisi di fonti bibliografiche;
- Rilevamento geologico e morfologico di superficie;
- Aerofotointerpretazione su fotogrammi del Volo Calabria 2001;
- Indagini litotecniche e sismiche sui terreni di interesse progettuale.

Per quanto attiene le indagini geotecniche, sono state utilizzate le seguenti indagini già eseguite ad integrazione dei dati relativi alle nuove indagini (3 sondaggi meccanici a rotazione e carotaggio continuo, e 2 indagini penetrometriche statiche)

La nuova campagna di indagini è consistita in: n. 4 sondaggi sismici a rifrazione con stendimenti pari a 120 m. e n. 4 prove penetrometriche dinamiche con penetrometro a cono. I dati documentali relativi alle varie tipologie di prove sono riportati in allegato 1. Più specificatamente le indagini geotecniche e geofisiche si riferiscono alle seguenti tipologie:

Nuova campagna di indagini	
Prove penetrometriche dinamiche	N° 6
Sismiche a rifrazione	N° 4

Indagini preesistenti	
Prove penetrometriche statiche	N°2
Sondaggi meccanici a rotazione	N°3

2. MODELLO GEOLOGICO

2.1. Sintesi della tettonostratigrafia della Calabria

Il lavoro di Amodio-Morelli et al. (1976) rappresenta tuttora il riferimento più accreditato, in linea di massima, per la tettonostratigrafia della Calabria, anche se, ovviamente, nuovi dati (Tortorici, 1982; Monaco et al., 1991; Van Dijk & Okkes, 1991; Tortorici et al., 1995) consentono oggi revisioni ed aggiornamenti soprattutto riguardo la tettonica.

In sintesi, l'assetto geologico della Calabria, così come oggi ci appare, è il risultato di vicissitudini non ancora completamente note che vedono, durante il Miocene medio, il trasporto orogenico di imponenti coltri alloctone di varia provenienza al di sopra di terreni prevalentemente carbonatici, ritenuti autoctoni o comunque poco dislocati per tettonica di falda, e quindi considerati come il basamento su cui le varie falde si sono sovrapposte.

Il risultato di queste vicissitudini è la costruzione dell'Arco Calabro-Peloritano, che include la Calabria dall'Aspromonte fino all'allineamento Sanginetto-Sibari, e il suo contatto tettonico, lungo questa direttrice, con l'estremità meridionale degli Appennini, rappresentati dai gruppi montuosi del M. Palanuda, del M. Pollino, e, ad est, dalle colline dell'Alto Ionio cosentino.

L'Arco Calabro rappresenta un tratto arcuato dell'Orogene Mediterraneo costituito da differenti falde cristalline derivate dalla deformazione di settori sia continentali sia oceanici della crosta terrestre terziaria. Si possono individuare essenzialmente due settori, uno settentrionale ed uno meridionale, caratterizzati da assetti tettonici diversi. Tali settori sono separati da una struttura tettonica che si estende da Capo Vaticano a Soverato (Tortorici, 1982). Il settore meridionale differisce da quello settentrionale per una generale minore complessità e per l'assenza sia di livelli oceanici ad ofioliti, sia del basamento carbonatico.

Il settore settentrionale è costituito dalle seguenti unità tettonostratigrafiche:

- Unità del T. Frido. E' costituito da terreni sedimentari e vulcanici (basalti e gabbri) metamorfosati in medio-basso grado.
- Unità di Malvito-Gimigliano-Diamante. E' costituita da tipiche lave a cuscino, selci argillifere, radiolariti, calcari e quarzareniti.
- Unità del T. Bagni. E' costituito da filladi, micascisti e metavulcaniti, con una copertura carbonatica mesozoica.
- Unità di Castagna. Composta da micascisti e gneiss occhialini con masse granitiche.

- Unità di Polia-Copanello. Composta da gneiss, anfiboliti e metaperidotiti con intrusioni granitiche risalenti al corrugamento ercinico.

- Unità di M. Gariglione. Composta da micascisti e gneiss.

Le U. del T. Frido e di Malvito-Diamante –Terranova-Gimigliano costituiscono le U. Liguridi secondo Ogniben (1969).

Il settore meridionale include Le Serre e l'Aspromonte. Si tratta di terreni cristallini ignei e metamorfici con coperture carbonatiche e depositi tipo flysch a composizione da conglomeratica a pelitica, e depositi trasgressivi terziari e quaternari di varia composizione. Sono state riconosciute le seguenti unità tettonostratigrafiche:

– Unità di Longi-Taormina. E' costituita da un basamento metamorfico a semiscisti, quarziti, metareniti e metavulcaniti, supportanti una copertura sedimentaria mesozoico-teziaria.

- Unità di Mandanici. Anch'essa costituita da un basamento metamorfico, ma di grado più basso (filladi, calcescisti, quarziti, metabasalti), con una copertura sedimentaria mesozoica.

– Unità dell'Aspromonte. Si tratta di rocce metamorfiche di alto grado intruse da corpi granitici.

– Unità di Stilo. Si tratta di un basamento di metamorfici di diverso grado metamorfico (gneiss, micascisti, anfiboliti e filladi), intrusi da masse granitiche, e supportanti una copertura mesozoica calcareo-dolomitica.

L'origine di questo arco è stata variamente spiegata dai vari autori che se ne sono interessati. L'ipotesi maggiormente accreditata è quella che lo ritiene un frammento di una catena alpina a vergenza europea, formata da frammenti di crosta derivati da litosfera sia oceanica sia africana. Questo frammento è stato coinvolto nella costruzione della catena alpina appennino-maghrebide a vergenza africana.

A nord dell'Arco, nel settore del confine calabro-lucano, sull'U. di Verbicaro giacciono in trasgressione le Unità calcarenitiche, calcaree e argillitiche terziarie (U. di Cerchiara, dii Trentinare e del T. Bifurto, rispettivamente). Su tutte le unità del basamento carbonatico (U. Panormidi, vedi Ogniben, 1969) sono sovrascorse le Unità Sicilidi (Ogniben, 1969), costituite essenzialmente da Argille Varicolori, le U. Irpine (Flysch di Albidona e del T. Saraceno), l'U. del T. Frido (argiloscisti e calcescisti), l'U. del Flysch Calabro-Lucano (argilliti) e la già descritta U. di Malvito (con termini in eteropia laterale con l'U. di Diamante-Terranova e Gimigliano).

Durante il Neogene, l'Arco è stato interessato dalle deformazioni derivanti dall'apertura della fossa oceanica del Tirreno e in diversi bacini si sono formati i depositi terrigeni ed evaporatici e si sono messe in posto varie falde gravitative costituite da terreni di fossa subsidente (flysch) deformati fino al *mélange* tettonico. Si hanno così le imponenti coltri alloctone delle U. Calabro-lucane flysch dell'Alto Ionio e della Argille Varicolori, Argille Scagliose. Nel Pliocene medio si ha la piegatura dell'arco, con l'accentuazione o la formazione di fosse longitudinali (graben del Crati e del Mesima) e trasversali (graben di Catanzaro, di Sibari e di Siderno) lungo l'arco in sollevamento tettonico. Nello stesso periodo, la compressione verso l'esterno dell'arco determina la deformazione del margine ionico.

Il Pleistocene è caratterizzato dalla predominanza delle deformazioni di carattere distensivo, con migrazione delle deformazioni verso l'esterno rispetto agli assi di sollevamento delle catene (Pollino, Catena Costiera, Sila, Serre, M. Poro, Aspromonte), un generale sollevamento con velocità media di circa 1mm/anno nel Quaternario, cui fa però riscontro un regime di subsidenza lungo le aree costiere ioniche.

Tale attività tettonica è riscontrata nella intensa attività sismica che, sebbene non abbia dato luogo ad eventi disastrosi dopo il 1908 (terremoto di Messina e Reggio), ha dato luogo a numerosi eventi minori e, soprattutto, strumentali (Guerra, 1987).

2.2. Assetto geologico locale

L'unità di Longobucco, rappresenta la parte più bassa dei terreni affioranti da Longobucco al mare Jonio rappresentando il gruppo litologico più diffuso nella Sila Greca.

Essa è costituita da un basamento metamorfico – cristallino seguito da una copertura sedimentaria.

L'unità risulta suddivisa in più falde tettoniche sovrapposte ciascuna delle quali ripete, anche se talora parzialmente, lo schema. basamento metamorfico e cristallino - copertura sedimentaria.

Le metamorfiti di basso grado sono rappresentate da filladi, metagrovacche e metacalcari.

Le rocce magmatiche sono rappresentate da granodioriti e, subordinatamente, micrograniti, porfidi, apliti e pegmatiti.

Seguono, dal basso verso l'alto, i depositi calcarei del Giurassico costituiti da una sequenza ritmica di calcari marnosi arenacei, calcilutiti, calcareniti, quarzoareniti.

Questa unità ha subito più fasi metamorfiche e tettoniche, con vergenza prima europea e poi africana (Tortorici, 1982), pertanto presenta un altissimo grado di tettonizzazione e tende a fratturarsi anche per decompressione. Frequenti soprattutto strutture compressive duttili e fragili, con tutti i termini di transizione, che rappresentano fasi tettoniche antiche. Molto diffuse anche le strutture distensive che sono ancora attive. Meno frequenti, ma importanti perché attive, le strutture con componente di trascorrenza che impongono complessi regimi di transpressione e transtensione (Sorriso-Valvo & Tansi, 1996).

I depositi tardo-orogenici terziari in facies conglomeratica e di Flysh e i depositi miocenici detritici trasgressivi sulle Unità alpine affiorano estesamente sul versante ionico della Sila. e includono in prevalenza terreni sedimentari coerenti con un grado di tettonizzazione molto variabile, che a luoghi può raggiungere valori elevati.

Molto diffusi i depositi plio-quadernari marini e continentali a composizione prevalentemente sabbiosa a bassa coesione o sciolti ed argilloso-limoso con subordinati livelli conglomeratici. Questi depositi costituiscono gran parte del colmamento delle fosse tettoniche longitudinali e trasversali dell'Arco Calabro e della catena appenninica. Presentano un grado di tettonizzazione limitato soprattutto a strutture distensive; tuttavia notevole la frequenza della fratturazione.

Al complesso dei sedimenti pelitici con livelli evaporitici appartengono i terreni sedimentari detritici ed evaporitici del Messiniano e del Pliocene inferiore. Sono presenti nel rossanese fino a Cirò e Belcastro. I livelli evaporitici raggiungono gli sviluppi maggiori nel bacino crotonese; presentano una carsificazione spinta con effetti rilevanti sulla stabilità dei pendii. Questi depositi hanno subito una tettonica compressiva evidente soprattutto lungo il versante ionico della regione.

Tra i depositi della copertura sedimentaria dell'Unità di Longobucco sono da includere il Flysch ed i sedimenti flyschiodi, a forte componente pelitica costituita da una sequenza inferiore conglomeratico-calcareo che evolve a flysch, e da una sequenza superiore prevalentemente marnosa, selcifera. Questa copertura è interessata da una tettonica compressiva che ha determinato intensi piegamenti e strutture di sovrascorrimento.

Le Argille Varicolori sono composte da livelli più o meno caotici di argille o argilliti, su vaste aree finemente scagliettate tettonicamente, inglobanti olistoliti di varie dimensioni e

provenienza. Affiorano lungo il versante ionico della Calabria e nella media valle del fiume Trionto. Sono estremamente deformate, fino allo stato di *mélange* tettonico.

2.3. Geolitologia dell'area di Pietrapaola

L'assetto geolitologico a scala comunale è visualizzato nell'allegato tematico (Carta Geolitologica a scala 1:10000).

I terreni rilevati sono ascrivibili alle seguenti tipologie:

- Depositi paleozoici rappresentati da scisti e gneiss biotitici, scisti filladici cloritici e sericitici e rocce granitoidi.
- Depositi mesozoici rappresentati da rocce carbonatiche (calcari massicci ed oolitici, alternanze di calcari marnosi ed arenacei e calcari con intercalazioni marnose).
- Depositi del Miocene medio superiore rappresentati da formazioni evaporitiche messiniane, conglomerati da male stratificati a ben stratificati, Arenarie ben stratificate Argille policrome e marnose .
- Depositi postorogenici comprendenti:
 - Formazioni tardopliocenico-Calabriane rappresentate da sabbie ed argille siltose. Le sabbie, passanti anche a sabbie siltose, gialle grossolane, presentano sporadiche intercalazioni calcarenitiche. Le argille siltose grigio e bluastre in banchi evolventi verso silts e silts sabbiosi presentano spessori solitamente maggiori di 100m.
 - Formazioni pleistoceniche rappresentate da conglomerati grossolani , in matrice terrosa sabbioso-limosa con clasti subrotondi con livelli sabbiosi alla base .
 - Alluvioni recenti oloceniche con sedimenti che vanno dalle sabbie limose alle ghiaie. Con spessori crescenti verso l'alveo del fiume Trionto ove raggiungono valori massimi di m 100-150. Sono caratterizzati da una tipica stratificazione incrociata con conseguenti variazioni di litofacies sia lateralmente che verticalmente .

3. CARATTERI MORFOLOGICI E DINAMICA EVOLUTIVA A SCALA REGIONALE

La geomorfologia della Calabria è essenzialmente determinata dall'assetto tettonico.

Il motivo principale è l'intenso sollevamento tettonico che ha generato componenti normali lungo faglie di importanza regionale. Tale sollevamento, iniziato nel Pliocene superiore e tuttora in atto ed individua morfostrutture che determinano la geometria di primo ordine a scala regionale. Esso inoltre provoca un continuo incremento dell'energia del rilievo che a sua volta causa un approfondimento diffuso del reticolato idrografico e mantiene alta la magnitudo dei processi di movimento e trasporto in massa e di erosione. Oltre al sollevamento, sono attivi anche una subsidenza ed una erosione costiera che interessano ampi tratti della fascia costiera ionica.

Dalla combinazione di blocchi sollevati e strutture tettoniche ereditate, si determinano stili strutturali-tipo che condizionano i caratteri geomorfologici e morfodinamiche delle diverse parti del territorio calabrese.

TORTORICI & *alii* (1995) riconoscono alle strutture normali del graben del Crati e del versante occidentale del rilievo Serre-Aspromonte, caratteri di faglie sismogenetiche; ciò trova riscontro nella distribuzione degli epicentri macrosismici e strumentali (GUERRA, 1987), e spiega in parte l'attuale generale alto grado di energia dei fenomeni morfogenetici in Calabria.

La tettonica guida anche lo sviluppo dei processi di degradazione fisico-chimica che si innescano in corrispondenza di anisotropie strutturali, lungo cui, specialmente in terreni di consistenza lapidea, si sviluppano movimenti in massa e fenomeni di erosione lineare (CARRARA & *alii*, 1982; SORRISO-VALVO & TANSI, 1996).

4. PROCESSI MORFODINAMICI

4.1. Generalità

Nell'ambito dei settori morfostrutturali riconoscibili scala regionale, il territorio oggetto dell'analisi ricade in quello della Calabria settentrionale caratterizzato dalla presenza di faglie normal-trascorrenti sinistre subverticali con direzioni intorno a N 120-130°, attive fino al Pleistocene medio (MONACO & TANSI, 1992). Queste faglie delimitano e sollevano i terreni carbonatici mesozoici che formano i rilievi del gruppo del Pollino (catena del Dolcedorme-Serra Manfiana, le Timpe di San Lorenzo e della Falconara e il Monte Sellaro). Questi rilievi dominano le aree collinari dell'Alto Ionio cosentino e la bassa valle del Crati, dove affiorano le unità alloctone liguridi e i depositi pliocenici e quaternari. La catena del M. Pollino è delimitata a sud da una struttura che costituisce un unico elemento tettonico di rilevanza regionale, noto in letteratura come Linea del Pollino. Questa linea viene interrotta dalla struttura normale, diretta NE-SW con immersione SE, che si estende da Francavilla Marittima a Trebisacce. Poco più a SE, è stata riconosciuta un'altra struttura normal-trascorrente sinistra con medesime direzioni medie della Linea del Pollino ed immersione media verso NE, che ha evidenziato un maggior grado di «freschezza» morfologica e rigetti verticali apparenti meno rilevanti; tale sistema si estende dai pressi di Spezzano Albanese fino a Cirò Marina, e si spinge nell'entroterra fino agli abitati di Campana e Pallagorío, interessando sia il basamento paleozoico, che i depositi postorogeni altomiocenici e plio-pleistocenici. Contrariamente alla linea del Pollino, che ha determinato il sollevamento del settore settentrionale, questa struttura ha determinato il sollevamento del settore meridionale, che costituisce essenzialmente la Sila Greca. Faglie a rilevante componente normale si trovano lungo la fascia collinare e costiera ionica, con assetto sintetico ed antitetico. Esse conferiscono al territorio un tipico andamento a *cuestas*.

Sovrascorrimenti di rilevanza regionale caratterizzano l'entroterra dell'Alto Ionio calabrese e la Sila Greca. Essi sono più antichi delle strutture distensive o trascorrenti-distensive, ma tuttavia influenzano la morfologia di secondo ordine determinando ampie gradinate, molto degradate, le cui alzate corrispondono con i fronti di sovrascorrimento.

Relativamente a questo settore, il tasso di sollevamento negli ultimi 0,7 MA è di circa 1 mm/a (WESTAWAY, 1993), per i blocchi maggiormente sollevati. All'interno di quest'area è invece in subsidenza la parte terminale della valle del F. Crati e la fascia costiera del rossanese e di Mirto. E' inoltre da notare che in quest'area è testimoniata attività sismica

storica rilevante solo nel settore orientale, mentre non si hanno notizie circa l'area del M. Pollino, anche se studi recenti hanno rilevato evidenze di attività tettonica storica nelle conoidi del M. Pollino (FERRERI & *alii*, 1994).

La notevole incidenza dei fenomeni franosi ha effetti diretti sui versanti, notoriamente instabili, e sulla morfologia dei fondovalle. Il tasso di erosione di medio termine a scala regionale, può essere stimato nell'ordine di pochi decimi di mm/anno, ma in occasione degli eventi meteorologici estremi si raggiungono valori medi dell'ordine dei cm/anno, quindi di due ordini di grandezza superiori. Ciò ha come conseguenza che la grande quantità di detrito, reso disponibile dalla rapida e breve intensificazione dei fenomeni di movimento in massa e di erosione, raggiunge rapidamente il sistema di drenaggio, causandone l'aggradazione per la insufficiente capacità delle correnti idriche a prendere in carico e trasportare le masse detritiche in mare. L'aggradazione si manifesta con il sovralluvionamento dei greti e la costruzione di conoidi sia nei tratti montani che agli sbocchi dai fronti montani. L'insufficienza al trasporto delle correnti idriche si manifesta non tanto durante la fase di colmo delle piene delle fiumare, dotate di una grande capacità e competenza, ma nella fase terminale. E ovviamente durante i periodi di magra. Negli anni che, nella stessa zona, intercorrono tra una stagione con eventi estremi e l'altro (da 2 a 28, finora), le piene ordinarie svolgono un'azione prevalentemente erosiva, re incidendo i greti sovralluvionati e erodendo le conoidi. Ogni evento maggiore provoca anche un ripascimento naturale delle spiagge, il cui regime va in erosione negli anni di mancato apporto detritico. In questo quadro, si inserisce l'attività antropica. La costruzione di briglie e gli interventi di difesa idraulico-forestale e le sistemazioni di alcuni fenomeni franosi hanno grandemente ridotto il volume di materiale solido disponibile per il trasporto ad opera delle correnti incanalate. Tutti i sistemi di briglie risultano colmi ed in alcuni tratti montani sono stati costruiti più ordini di briglie per costruire un letto sovralluvionato per ridurre l'erosione torrentizia. Ciò è causa fondamentale anche se non unica della forte erosione delle spiagge per effetto della diminuzione degli apporti solidi dall'entroterra.

4.2. Caratteristiche geomorfologiche dell'area di studio

L'evoluzione geomorfologica dell'area è stata condizionata da numerosi fattori, tra cui l'ampiezza dei sollevamenti, l'importanza delle dislocazioni tettoniche, le variazioni eustatiche del livello marino, la successione delle diverse fasi climatiche nonché, più recentemente, le attività antropiche.

A tali fattori si deve l'attivazione nel tempo di processi morfodinamici che, condizionati a loro volta dall'assetto litostrutturale del substrato, hanno prodotto le diverse forme del rilievo.

I morfotipi ricorrenti nell'ambito dell'area in esame possono essere raggruppati nelle seguenti categorie principali:

- a) *le superfici e i versanti strutturali;*
- b) *i versanti fluvio-denudazionali;*
- c) *i fondovalle attuali.*

a) Le superfici e i versanti strutturali

Le superfici strutturali (cuestas), ossia superfici d'erosione modellate in corrispondenza dell'affioramento di uno strato più resistente all'erosione, sono presenti al margine occidentale dell'abitato di Pietrapaola. Alcune di queste superfici sono denominate Muraglie di Annibale.

Esse sono dovute all'affioramento di strati relativamente resistenti che giacciono su litotipi più erodibili.

b) I versanti fluvio-denudazionali

I versanti che si affacciano sulle aste principali nei bacini idrografici dei torrenti Acquaviti e Calamiti, che attraversano il territorio di Pietrapaola presentano caratteristiche alquanto diverse in relazione alle peculiarità litostrutturali di rocce e terreni affioranti.

Infatti, ai versanti lunghi e fortemente acclivi (spesso subverticali) modellati sulle arenarie, si contrappongono quelli modellati in corrispondenza delle argille neogeniche, dal profilo notevolmente più dolce.

Sotto l'aspetto morfodinamico i primi sono caratterizzati dalla ricorrenza di fenomeni gravitativi rapidi, anche di grandi dimensioni, del tipo crollo, scorrimento e *rock avalanche* (valanga di roccia) e più spesso, allorché vengono coinvolti materiali detritici (particolarmente abbondanti

in corrispondenza dei versanti in roccia granitica sui quali si formano spesse coltri di sabbioni eluviali), *debris avalanche* (valanga di detrito), e *debris flow* (colata di detrito).

Questi ultimi fenomeni costituiscono la prima fase evolutiva della formazione d'impluvi torrentizi (Sorriso-Valvo, 1988) che s'impostano all'interno della nicchia di frana, rimobilizzando i materiali accumulati alla base del versante fino ad eliminarli talvolta completamente.

Frane di crollo/ribaltamento interessano diffusamente le alte scarpate in roccia. Sui tratti di versante modellati in argilla sono presenti movimenti gravitativi lenti e progressivi del tipo scorrimento, creep e colamento, riconoscibili tra l'altro dalle caratteristiche ondulazioni superficiali e dai disturbi indotti a strade e costruzioni.

c) Il fondovalle attuale

I fondovalle attuali assumono dimensioni significative nel tratto terminale dei predetti corsi d'acqua principali.

I fondovalle, nei tratti di interesse, risultano allargati, interessati da tendenza alla deposizione in alveo con aree sovralluvionate.

4.2.1. PROCESSI MORFODINAMICI, TIPOLOGIE E STATO DI ATTIVITA'

4.2.1.1. Fenomeni franosi

I fenomeni franosi sono stati riprodotti in cartografia in maniera opportuna, ossia tenendo in considerazione sia il fattore di scala che il tipo di fenomeno predominante ed il suo stato d'attività. La Carta Geomorfologica differenzia le frane rilevate in base alla tipologia e, per singola tipologia, definisce lo stato d'attività; in tal senso si è fatto riferimento alle indicazioni delle Linee Guida per la redazione degli "Studi relativi alla valutazione ed alla zonazione della pericolosità e del rischio di frana" emanate dall'Autorità di Bacino Regionale. L'attenzione – quindi le indicazioni cartografiche – è stata riposta nei confronti dei fenomeni quiescenti ed attivi (in particolare a quelli con sintomi d'attività molto recente).

L'intensità valutata qualitativamente sulla base delle superficie coinvolte e delle probabili velocità, ha permesso di pervenire ad una Carta della Pericolosità geologica che associa a ciascun movimento di massa rilevato un parametro IP definito sulla base della probabilità di ricorrenza dell'evento e dell'intensità. Per ciascun movimento franoso è stata redatta una

scheda conforme al modello IFFI (Inventario dei fenomeni franosi italiani). Le schede sono fornite in ALLEGATO 2.

La frequenza delle frane rilevate sui versanti più acclivi è particolarmente elevata nei terreni plastici di tipo argilloso ed argilloso-marnoso. Il che significa che su tali terreni è molto probabile che si verifichino in futuro fenomeni franosi anche laddove non ne sono stati rilevati con la presente indagine.

4.2.1.2. Azione delle acque superficiali

All'azione delle acque superficiali sono invece correlati:

- i depositi di fondovalle;
- le conoidi;
- i solchi di ruscellamento concentrato.

Questi elementi risentono di diverse condizioni di attività, sia tra loro che nell'ambito della medesima tipologia.

Attivi sono da considerarsi i depositi di fondovalle mobili presenti sul fondo degli alvei (greti torrentizi o fossi tributari minori), le conoidi recenti ed i solchi di ruscellamento concentrato; lo stato d'attività, tuttavia, è sempre connesso ai deflussi idrici superficiali e quindi è legato in maniera diretta ai fattori meteorici.

Le conoidi antiche ed i depositi alluvionali fissati (sia artificialmente che naturalmente) - talora terrazzati all'intorno degli alvei ordinari - sono al contrario forme inattive, abbastanza stabili sotto il profilo morfodinamico. La loro riattivazione – totale o parziale - è legata ad eventi del tutto eccezionali.

4.2.1.3. Processi in alveo e trasporto solido

I bacini idrografici dei torrenti Acquaniti e Calamiti sono chiaramente differenziabili in due settori.

Nel primo settore, con caratteristiche pressoché montane, gli alvei manifestano tendenza all'approfondimento, ed i versanti laterali presentano forti acclività, soprattutto nelle porzioni di testata, in relazione alla competenza del substrato di natura litoide. Qui i fenomeni di dissesto, sia attivi che quiescenti, hanno una distribuzione areale omogenea. La quantità di sedimenti mobilitata sui versanti in questo settore può essere ritenuta di notevole entità. Il materiale coinvolto nei processi di trasporto è quello che costituisce il piede delle frane la cui

massa “mobile” è composta da detriti d’origine lapidea; tali accumuli, nei periodi di maggior precipitazione o nel caso di eventi eccezionali, vengono intaccati dalla corrente fluviale e trasportati verso valle.

Il materiale in questione in genere ha una granulometria media e grossolana, con presenza di blocchi raramente di dimensioni superiori al metro cubo.

In questa porzione dei bacini non esistono in alveo opere di protezione di particolare rilevanza e soprattutto mancano opere trasversali che possano dissipare parzialmente l’energia della corrente, per cui la capacità erosiva e di trasporto delle acque risulta intensa.

Il secondo settore qui analizzato riguarda la parte media e bassa dei bacini sino alla sezione di foce ove gli alvei di piena sono quasi interamente arginati e raggiungono estensione areale elevata. In tale ambito territoriale sono prevalenti i fenomeni di sovralluvionamento intervallati a fase di erosione di fondo.

In queste aree gli insediamenti urbani recenti e le attività agricole hanno un ruolo fondamentale nella gestione e nella fruibilità del territorio per l’evidente configurazione di situazione di rischio di esondazione conseguente alla loro localizzazione.

Particolarmente rilevanti i processi antropici correlati all’urbanizzazione di aree collinari. Queste aree sono state interessate da numerose opere di urbanizzazione (fabbricati pubblici e privati, strade, ponti etc...). Ciò ha generato situazioni di rischio idrogeologico.

Le zone a maggiore rischio d’esondazione sono le aree di fondovalle e quelle prossime alla foce dove, diminuendo la capacità di trasporto solido, le acque provenienti dai bacini tributari a maggiore pendenza riescono a incidere facilmente i depositi di versante e a rimaneggiare grosse quantità di materiale, distribuendole sugli estesi areali di fondovalle.

In periodi critici con precipitazioni particolarmente intense si ha la formazione di depositi da sovralluvionamento; il fenomeno è conseguente al verificarsi, di un elevato trasporto solido, di gran lunga superiore a quello che la corrente può convogliare verso valle nell’intervallo di tempo limitato alla durata della piena.

4.3. Analisi della pericolosità di frana

L'analisi di pericolosità di frana è stata eseguita in conformità agli indirizzi espressi nelle Norme di Attuazione e misure di Salvaguardia del PAI Calabria nonché nelle "linee guida della pianificazione territoriale e schema base della carta dei luoghi in attuazione della legge urbanistica della Calabria n° 19 del 16/04/ 2002."

L'analisi eseguita è stata articolata nel modo seguente:

- Analisi comparativa delle aree definite a rischio e/o a pericolo di frana nel PAI con quelle interessate dalla PSC.
- Analisi della pericolosità di frana per tutti i versanti e per l'intero territorio comunale.
- Analisi di dettaglio della pericolosità di frana nelle zone dei versanti interessati dall'ipotesi di nuovi insediamenti urbani o infrastrutture.
- I fenomeni rilevati sui versanti studiati sono essenzialmente ascrivibili a:
 - Frane di crollo, con scivolamento e ribaltamento di blocchi, da creste e pareti che interessano essenzialmente quasi tutte le formazioni rocciose rilevate. La dimensione dei blocchi è da correlare alla tipologia delle discontinuità in termini di giacitura, persistenza e spaziatura. In particolare, nelle arenarie e nei conglomerati sono presenti sistemi di fratture talora beanti, con persistenza di 5 – 10 metri, variamente orientate, a basso valore dell'indice JRC, che danno luogo a crolli di blocchi di notevole dimensione e volume.
 - Frane di scorrimento lungo versanti ed in corrispondenza di aree con affioramenti argillosi.
 - Frane complesse che associano tipologie diverse nel medesimo corpo di frana.
 - Zone franose ove si rileva una franosità diffusa ascrivibile a differenti tipologie spesso coalescenti.
 - Fenomeni di erosione più o meno intensa associati a crollo di blocchi degli orli che interessano i depositi alluvionali terrazzati.

L'analisi della pericolosità mira a fornire il quadro di pericolosità complessiva dei versanti definendo la tipologia e lo stato di attività dei fenomeni rilevati mediante aerofotointerpretazione e riscontri in sito ed utilizzando il volo a colori Calabria 2001.

A ciascun areale di pericolo è stato attribuito, oltre che un codice identificativo ed uno stato di attività, l'attribuzione ad una sottoclasse di pericolosità, una intensità ed un indicatore di Pericolosità attraverso la "matrice intensità – pericolosità".

Dei fenomeni franosi rilevati, che rientrano nelle classi da IP₁ ad IP₄, di seguito si forniscono le relative tabelle.

TABELLA1 – classi di pericolosità

Sigla	Tipologia	Stato di attività	Sottoclasse di pericolosità	Intensità	Pericolosità
PTP 1	Zona franosa superficiale	Attivo	ip23	I1	IP2
PTP 2	Zona franosa superficiale	Attivo	ip23	I1	IP2
PTP 3	Colamento	Quiescente	ip1	I2	IP1
PTP 4	Zona franosa superficiale	Quiescente	ip1	I1	IP0
PTP 5	Colamento	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 6	Colamento	Quiescente	ip1	I2	IP1
PTP 7	Zona franosa superficiale	Quiescente	ip1	I2	IP1
PTP 8	Zona franosa superficiale	Attivo	ip23	I1	IP2
PTP 9	Scorrimento	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 10	Zona ad erosione intensa	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 11	Zona franosa superficiale	Attivo	ip23	I1	IP2
PTP 12	Scorrimento	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 13	Colamento	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 14	Frana complessa	Attivo	ip21	I2	IP2
PTP 15	Scorrimento	Attivo	ip21	I2	IP2
PTP 16	Scorrimento	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 17	Zona franosa superficiale	Attivo	ip23	I1	IP2
PTP 18	Superficie interessata da soli	Attivo	ip23	I1	IP2
PTP 19	Zona franosa superficiale	Quiescente	ip1	I1	IP0
PTP 20	Scorrimento	Quiescente	ip1	I2	IP1
PTP 21	Scorrimento	Quiescente	ip1	I2	IP1
PTP 22	Colamento	Quiescente	ip1	I2	IP1
PTP 23	Colamento	Quiescente	ip1	I2	IP1
PTP 24	Superficie interessata da soli	Attivo	ip23	I1	IP2
PTP 25	Scorrimento	Quiescente	ip1	I2	IP1
PTP 26	Scorrimento	Quiescente	ip1	I2	IP1
PTP 27	Zona franosa superficiale	Attivo	ip23	I1	IP2
PTP 28	Scorrimento	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 29	Scorrimento	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 30	Scorrimento	Attivo	ip22	I2	IP3
PTP 31	Zona franosa superficiale	Quiescente	ip1	I1	IP0
PTP 32	Scorrimento	Attivo	ip22	I2	IP3
PTP 33	Scorrimento	Attivo	ip22	I2	IP3
PTP 34	Scorrimento	Attivo	ip22	I2	IP3
PTP 35	Scorrimento	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 36	Scorrimento	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 37	Scorrimento	Quiescente	ip1	I2	IP1
PTP 38	Scorrimento	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 39	Zona franosa superficiale	Attivo	ip23	I1	IP2
PTP 40	Zona franosa superficiale	Attivo	ip23	I1	IP2
PTP 41	Superficie interessata da soli	Attivo	ip23	I1	IP2
PTP 42	Colamento	Quiescente	ip1	I2	IP1
PTP 43	Superficie interessata da soli	Attivo	ip23	I1	IP2
PTP 45	Superficie interessata da soli	Attivo	ip23	I1	IP2
PTP 46	Superficie interessata da soli	Attivo	ip23	I1	IP2
PTP 47	Scorrimento	Attivo	ip23	I2	IP4

PTP 48	Scorrimento	Attivo	ip22	I2	IP3
PTP 49	Scorrimento	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 50	Zona franosa superficiale	Quiescente	ip1	I1	IP0
PTP 51	Scorrimento	Attivo	ip22	I2	IP3
PTP 52	Superficie interessata da soli	Attivo	ip23	I1	IP2
PTP 53	Frana complessa	Attivo	ip21	I2	IP2
PTP 54	Colamento	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 55	Scorrimento	Attivo	ip22	I2	IP3
PTP 58	Frana complessa	Attivo	ip21	I2	IP2
PTP 59	Frana complessa	Attivo	ip21	I2	IP2
PTP 60	Colamento	Attivo	ip22	I2	IP3
PTP 61	Frana complessa	Attivo	ip21	I2	IP2
PTP 62	Frana complessa	Attivo	ip21	I2	IP2
PTP 63	Colamento	Attivo	ip22	I2	IP3
PTP 64	Colamento	Attivo	ip22	I2	IP3
PTP 65	Colamento	Attivo	ip22	I2	IP3
PTP 66	Superficie interessata da soli	Attivo	ip23	I1	IP2
PTP 67	Zona ad erosione intensa	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 68	Zona franosa superficiale	Quiescente	ip1	I1	IP0
PTP 69	Zona franosa superficiale	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 70	Frana complessa	Attivo	IP22	I2	IP3
PTP 71	Scorrimento	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 72	Scorrimento	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 73	Superficie interessata da soli	Attivo	ip22	I2	IP3
PTP 74	Scorrimento	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 75	Scorrimento	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 76	Zona franosa superficiale	Attivo	ip22	I2	IP3
PTP 77	Scorrimento	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 78	Scorrimento	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 79	Scorrimento	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 80	Zona franosa superficiale	Quiescente	ip1	I2	IP1
PTP 81	Scorrimento	Quiescente	ip1	I2	IP1
PTP 82	Zona franosa superficiale	Attivo	ip2	I2	IP3
PTP 83	Scorrimento	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 84	Scorrimento	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 85	Zona franosa superficiale	Attivo	ip22	I2	IP3
PTP 86	Zona franosa superficiale	Attivo	ip22	I2	IP3
PTP 87	Zona franosa superficiale	Attivo	ip22	I2	IP3
PTP 88	Zona franosa superficiale	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 89	Scorrimento	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 90	Scorrimento	Attivo	ip22	I2	IP3
PTP 91	Scorrimento	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 92	Zona franosa superficiale	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 93	Scorrimento	Attivo	ip22	I2	IP3
PTP 94	Scorrimento	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 95	Zona franosa superficiale	Quiescente	ip1	I2	IP1
PTP 96	Scorrimento	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 97	Scorrimento	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 98	Scorrimento	Attivo	1p23	I2	IP4
PTP 99	Scorrimento	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 100	Scorrimento	Attivo	ip22	I2	IP3
PTP 101	Crollo	Attivo	ip23	I4	IP4
PTP 102	Frana complessa	Attivo	ip22	I2	IP3
PTP 103	Zona franosa superficiale	Quiescente	ip1	I2	IP1
PTP 104	Frana complessa	Attivo	ip22	I2	IP3

PTP 104	Scorrimento	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 105	Colamento	Quiescente	ip1	I2	IP1
PTP 106	Scorrimento	Quiescente	ip1	I2	IP1
PTP 107	Scorrimento	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 108	Scorrimento	Attivo	ip22	I2	IP3
PTP 109	Scorrimento	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 110	Colamento	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 111	Colamento	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 112	Scorrimento	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 113	Colamento	Attivo	ip23	i2	IP4
PTP 114	Scorrimento	Attivo	ip22	I2	IP3
PTP 115	Scorrimento	Quiescente	ip1	I3	IP1
PTP 116	Scorrimento	Quiescente	ip1	I3	IP1
PTP 117	Scorrimento	Quiescente	ip1	I3	IP1
PTP 118	Scorrimento	Attivo	ip22	I2	IP3
PTP 119	Colamento	Quiescente	ip1	I3	IP1
PTP 120	Colamento	Quiescente	ip1	i2	IP1
PTP 121	Zona franosa superficiale	Attivo	Ip23	I2	IP4
PTP 122	Colamento	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 123	Colamento	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 124	Colamento	Quiescente	ip1	i2	IP1
PTP 125	Zona franosa superficiale	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 126	Zona franosa superficiale	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 127	Zona ad erosione intensa	Attivo	ip23	I1	IP2
PTP 128	Scorrimento	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 129	Colamento	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 130	Colamento	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 131	Scorrimento	Quiescente	ip1	I2	IP1
PTP 132	Zona franosa superficiale	Quiescente	ip1	I1	IP0
PTP 133	Colamento	Quiescente	ip1	I2	IP1
PTP 134	Colamento	Quiescente	ip1	I2	IP1
PTP 135	Colamento	Quiescente	ip1	I2	IP1
PTP 136	Scorrimento	Quiescente	Ip1	I2	IP1
PTP 137	Scorrimento	Quiescente	ip1	I2	IP1
PTP 138	Zona franosa superficiale	Attivo	Ip23	I2	IP4
PTP 139	Colamento	Quiescente	ip1	I2	IP1
PTP 140	Colamento	Quiescente	ip1	I2	IP1
PTP 141	Colamento	Quiescente	ip1	I2	IP1
PTP 142	Zona franosa superficiale	Attivo	ip23	I2	IP4
PTP 143	Scorrimento	Quiescente	ip1	I2	IP1
PTP 144	Scorrimento	Quiescente	ip1	I2	IP1
PTP 145	Scorrimento	Quiescente	ip1	I2	IP1
PTP 146	Scorrimento	Quiescente	ip1	I2	IP1
PTP 147	Scorrimento	Quiescente	ip1	I2	IP1
PTP 148	Colamento	Quiescente	ip1	I2	IP1
PTP 149	Colamento	Quiescente	ip1	I2	IP1
PTP 150	Colamento	Quiescente	ip1	I2	IP1
PTP 151	Colamento	Quiescente	ip1	I2	IP1
PTP 152	Colamento	Quiescente	ip1	I2	IP1
PTP 153	Scorrimento	Quiescente	ip1	I2	IP1
PTP 154	Scorrimento	Quiescente	ip1	I2	IP1

5. MORFODINAMICA COSTIERA

5.1. Generalita'

La Calabria presenta uno sviluppo costiero di circa 740 Km. La fisiografia del litorale è variabile, con le spiagge (615 km circa) che prevalgono sulla costa alta (125 Km circa).

Sul versante Tirrenico sono ubicate le grandi spiagge sabbiose della Piana di Gioia Tauro, di S. Eufemia, di Scalea che trovano sviluppo lungo le pianure costiere situate in corrispondenza della parte terminale rispettivamente dei fiumi Mesima e Petrace, del fiume Amato, del fiume Lao. Spiagge ciottolose sono localizzate in prevalenza lungo la porzione di litorale Jonico che si affaccia sul golfo di Taranto. Su entrambi i versanti si rinvencono, altresì, numerose e variamente distribuite, sottili spiagge sabbiose alimentate dalle fiumare.

I litorali con costa alta sono concentrati per il versante Tirrenico, lungo il Promontorio di Capo Vaticano e nel tratto tra Palmi e Scilla, mentre per il versante Jonico, a sud di Crotona, nel tratto compreso tra il Santuario Hera Lacinia e Le Castella.

5.2. Evoluzione della linea di riva

Un litorale, sia esso a falesia o a spiaggia, può presentare un bilancio positivo o negativo, a seconda se gli apporti, cioè le fasi di sedimentazione, sono superiori o inferiori ai prelievi, cioè alle fasi di evacuazione dei materiali che costituiscono la costa.

I bilanci negativi dei litorali, ovvero l'erosione in senso lato delle coste, cioè il predominio dei prelievi sugli apporti, hanno varie cause: naturali e antropiche.

Fra le prime si ricorda la rifrazione delle onde, le variazioni climatiche, i mutamenti dei percorsi fluviali nelle zone di foce; infine è opportuno ricordare le trasgressioni marine, di tipo eustatico, isostatico, tettonico, che portano a vistose, anche se lentissime, invasioni del mare. Si tratta tuttavia di fenomeni relativamente lenti, soprattutto se rapportati alla vita umana, che dal punto di vista applicativo, ben difficilmente possono essere contrastati.

Le cause antropiche dell'erosione delle coste hanno invece effetti commensurati alle attività dell'uomo: i lavori estensivi di rimboschimento, rinfoltimento, inerbimento, la sistemazione ed il rivestimento vegetale di terreni franosi, le escavazioni in alveo di sabbia e ghiaia, che depauperano gli apporti detritici dei fiumi al mare; la costruzione di manufatti lungo i litorali, che allontanano i getti di foce dalla spiaggia e impediscono i trasferimenti lungo le coste;

l'estrazione incontrollata di acqua dal sottosuolo, che determina effetti di subsidenza; la costruzione di casse di espansione delle piene e di dighe per riserve d'acqua per l'irrigazione, che sottraggono sedimenti fluviali al mare; la distruzione di barre sabbiose naturali sommerse e delle dune costiere, che espone le spiagge all'azione violenta del moto ondoso.

Tra le cause antropiche, infine, è opportuno ricordare gli stessi interventi strutturali con barriere frangiflutti e pennelli, messi in opera per contrastare l'erosione stessa. Tali opere, progettate spesso su indicazioni di studi insufficienti e carenti della comprensione dei meccanismi della dinamica meteomarina, se da un lato hanno sortito l'effetto voluto per le aree interessate dall'intervento, dall'altro hanno accentuato, se non addirittura innescato, i processi erosivi lungo tratti di litorale contigui.

Nell'ambito del PAI Calabria si è ricorso ad una metodologia della valutazione del rischio di erosione costiera basata sulla definizione di un indicatore di pericolosità dedotta dall'analisi dell'evoluzione della linea di costa in un arco temporale pari a circa un cinquantennio. La ricostruzione della linea di costa è derivata dalla cartografia a scala 1:10.000 CASMEZ, 1954, e dalle ortoimmagini 1998 e 2003. L'analisi così condotta ha permesso di individuare complessivamente i tratti del litorale in erosione (tabella seguente).

I raffronti delle linee di costa 1954 -2003 sono stati visualizzati su cartografia a scala 1:10.000.

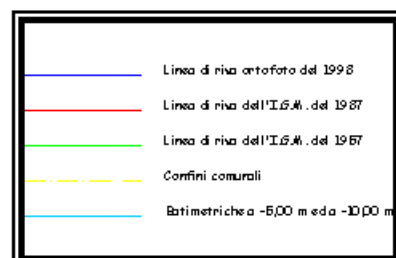
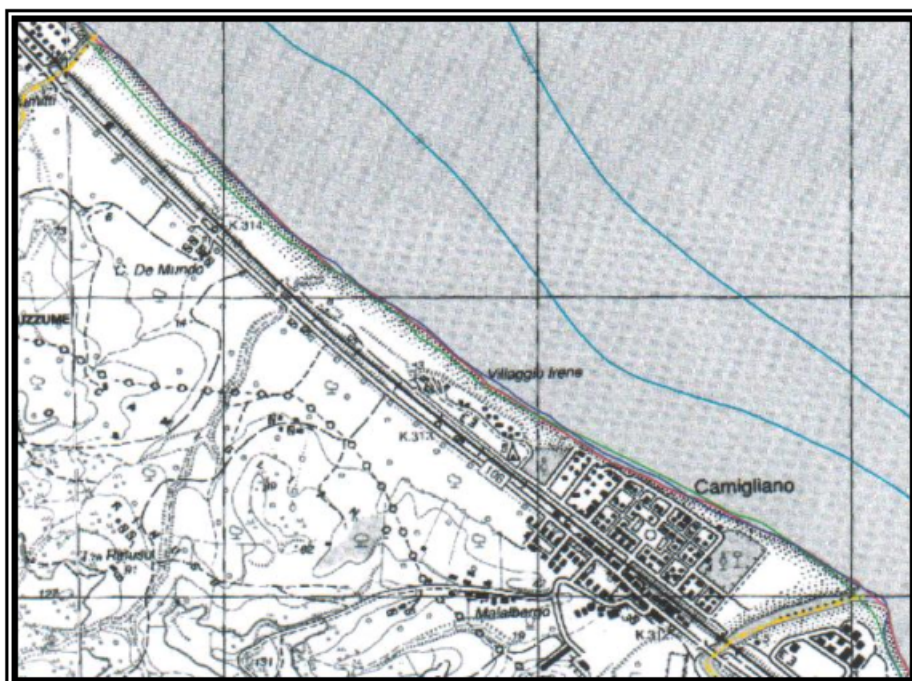
Comune di Pietrapaola		
Intervallo temporale	Ampliamento areale della Spiaggia mq	Aree Erose mq
1954-1998	61176	6133
1998-2003	8580,8	5574,3
tot.1954-2003	67514,8	3829,2

5.3. Clima meteo marino

Lo studio effettuato dal Dipartimento di Difesa Università della Calabria (Memoria e Studi N° 372 P. Veltri, A. Fiorini Morosini ARCHIVIO DELLE COSTE CALABRESI E STIMA DEL RISCHIO DI EROSIONE COSTIERA TRAMITE UN METODO PARAMETRICO *RENDE (CS)*, *APRILE 2003*) ricostruisce gli eventi ondosi a partire dalle condizioni del vento e dall'esposizione del paraggio attraverso gli episodi ondosi (verificatisi in un periodo abbastanza lungo) conseguenti all'azione dei venti foranei rilevati da una stazione di misura ubicata all'interno del settore di traversia o in prossimità di esso. Le grandezze significative relative a ogni evento vengono dedotte su basi statistiche attraverso le quali si forniscono le caratteristiche dell'onda significativa generata da un campo di vento avente velocità e direzione costante per tutta la durata dell'evento e su tutta l'area di generazione. Questa semplificazione del fenomeno di trasferimento di energia dal vento alla superficie del mare permette la ricostruzione delle mareggiate una volta note la velocità media, la direzione media e la durata dell'evento anemometrico registrato da una opportuna stazione di rilevamento, ma anche l'esposizione del paraggio e l'estensione dell'area di generazione. Infatti, le condizioni meteorologiche sono generalmente note con buona approssimazione e per lunghi periodi di tempo o attraverso l'analisi delle carte sinottiche meteorologiche o direttamente dalle registrazioni delle stazioni costiere (nel caso di mari interni).

5.4. Studio dell'evoluzione della linea di riva

Il lavoro è consistito nel confronto di basi cartografiche diacroniche georiferite omogeneamente a partire dalla Cartografia 1:10.000 Casmez del 1954 che sono state raffrontate con le ortofoto IT 2000, a scala nominale 1:10.000, risalenti al 1998 e con le ortofoto AGEA 2003 anche esse a scala nominale 1:10000. In tal modo è stato possibile effettuare tre diversi confronti, utili per valutare sia l'evoluzione della linea di riva, sia la consistenza delle aree complessivamente in erosione o ripascimento. Per tenere conto della distorsione e dei problemi di accostamento di più carte, la sovrapposizione è stata corretta, imponendo la coincidenza di punti fissi, quali torri e caselli ferroviari. Tale procedura non ha, comunque, consentito di eliminare gli inevitabili errori grafici, stimabili pari ad almeno 2/10 di millimetro.



ricognizione anno 1987.

5.5. Valutazione del rischio di erosione costiera

La valutazione del rischio avviene con metodo quali-quantitativo sulla base della stima del danno e della probabilità di un moto ondoso di tipo erosivo. Il parametro legato al danno in essere DE è correlato alla cosiddetta superficie erosa unitaria (S.E.U.) intesa come rapporto tra la superficie erosa Se e la lunghezza Le di un tratto di litorale in erosione .. Una volta ottenuti i valori di S.E.U., si sono ricavati per ciascun tratto, i valori del parametro DE , pari al rapporto tra S.E.U. e la larghezza media Lm della zona erosa. La definizione del danno potenziale Dp avviene attribuendo un valore compreso fra 0,25 e 1,00, secondo una scala di danni potenziali (Veltri et al. 2002). e correlandolo al valore delle opere presenti lungo un tratto dato di spiaggia emersa secondo la tabella che segue:

PARAMETRO Dp	Livello danno potenziale	Definizione dei criteri
1,00	Altissimo	TIPO A-A
0,75	Alto	TPO A
0,50	Medio	TIPO M
0,25	Moderato-basso	TIPO M-B

(Da Veltri et al.,2002)

Nella tabella viene specificato che il tipo A-A comprende i centri urbani continui ove una mareggiata può provocare danni molto gravi alle persone ed alle cose.

Il tipo A comprende i nuclei abitati con minore densità di popolazione e le reti infrastrutturali.

Il tipo M comprende le aree extraurbane poco abitate e le infrastrutture secondarie.

Il tipo M-B comprende le aree prive di insediamenti.

Per pervenire alla definizione del parametro P, che esprime la probabilità che sul tratto costiero in esame si verificano mareggiate di tipo erosivo, è stato necessario ricostruire, preliminarmente, gli eventi di burrasca a largo conseguenti ai venti foranei registrati presso le stazioni anemometriche. Il modellamento di un profilo di spiaggia dipende, infatti, da numerosi parametri, tra cui, appunto le caratteristiche dell'attacco ondosso e la sua durata. A ciò vanno aggiunti la tipologia di trasporto solido prevalente, le escursioni di marea, la batimetria del paraggio, il profilo iniziale della spiaggia, la granulometria della sabbia e la sua distribuzione. Si è proposta la distinzione della tipologia di attacchi ondosi utilizzando un criterio semplificato basato sul tipo di profilo: ripascitivi se il profilo è a berma, erosivi se è a barra e intermedi, ossia ricostruttivi della spiaggia emersa e distruttivi di quella sommersa e/o viceversa. Per fare ciò si è fatto riferimento a due parametri adimensionali, il primo che rappresenta la ripidità a largo HS/LS , rapporto tra l'altezza d'onda significativa HS e la corrispondente lunghezza d'onda LS , il secondo, introdotto da *Kriebel et al.* (1986), pari a HS/wTS , rapporto fra la stessa altezza significativa e il prodotto fra la velocità w di caduta dei sedimenti e il periodo dell'onda TS . Ciascuna coppia di valori dei due parametri adimensionali sopra definiti rappresenta un punto in un grafico come quello di figura 15, proposto da *Chiaia et al.* (1990), che consente di classificare l'evento di burrasca a largo ad esso associato come ripascitivo, erosivo o intermedio.

Dall'incrocio tra i valori del danno D con quelli della probabilità P, si sono quindi ricavati, con il criterio della matrice del rischio, i livelli di rischio per ciascun comune.

-	D1	D2	D3	D4
P1	R1	R1	R2	R3
P2	R2	R2	R2	R3
P3	R2	R3	R3	R4
P4	R2	R3	R3	R4

Il confronto tra i risultati ottenuti utilizzando il metodo e la situazione reale conferma che esso è formalmente corretto, dato che si rileva una sostanziale attinenza con lo stato delle coste. La sostanziale affidabilità del metodo si evince nonostante alcune scelte, che pure sono state soggettive, soprattutto per quanto riguarda il parametro P che, come detto, risente sensibilmente della granulometria della spiaggia emersa.

Lungo il litorale calabrese si sono individuate (Veltri et al., 2003), a partire dal Nord del litorale ionico cosentino e procedendo in senso orario fino al Nord del litorale tirrenico cosentino, 16 sub unità fisiografiche:

- sub unità fisiografica 1: tratto di litorale compreso tra Rocca Imperiale (ultimo comune a nord, sul versante ionico, della provincia cosentina e dell'intera regione) e Capo Spulico (ricadente nel comune di Roseto Capo Spulico). E' compreso, oltre ai precedenti, il solo comune di Montegiordano;
- sub unità fisiografica 2: tratto di litorale compreso tra Capo Spulico e Capo Trionto (ricadente nel comune di Rossano). Fanno parte di tale sub unità, procedendo da nord verso sud, i comuni di Amendolara, Albidona, Trebisacce, Villapiana, Cassano allo Ionio, Corigliano e Rossano.
- sub unità fisiografica 3: tratto di litorale compreso tra Capo Trionto e Punta Alice (ricadente nel comune di Cirò Marina). Fanno parte di tale sub unità, procedendo da nord verso sud i comuni di Crosia, Calopezzati, Pietrapaola, Mandatoriccio, Scala Coeli, Cariati, Crucoli, Cirò e Cirò Marina;
- sub unità fisiografica 4: tratto di litorale compreso tra Punta Alice e Capo Colonne (ricadente nel comune di Crotona). Fanno parte di tale sub unità, procedendo da nord verso sud, i comuni di Cirò Marina, Torre Melissa, Strongoli e Crotona;

- sub unità fisiografica 5: tratto di litorale compreso tra Capo Colonne e Capo Rizzuto (ricadente nel comune di Isola Capo Rizzuto). Fanno parte di tale sub unità, procedendo da nord verso sud, i comuni di Crotone e Isola Capo Rizzuto; -
- sub unità fisiografica 6: tratto di litorale compreso tra Capo Rizzuto e Le Castella (ricadente nel comune di Isola Capo Rizzuto). Tale sub unità ricade interamente nel comune di Isola Capo Rizzuto;
- sub unità fisiografica 7: tratto di litorale compreso tra Le Castella e Punta Stilo (ricadente nel comune di Monasterace). Fanno parte di tale sub unità, procedendo da nord verso sud, i comuni di Isola Capo Rizzuto, Cutro, Belcastro, Botricello, Cropani, Sellia Marina, Simeri Cricchi, Catanzaro, Borgia, Squillace, Staletti, Montauro, Montepaone, Soverato, Satriano, Davoli, San Sostene, Sant'Andrea Apostolo dello Ionio, Isca sullo Ionio, Badolato, Santa Caterina dello Ionio e Guardavalle;
- sub unità fisiografica 8: tratto di litorale compreso tra Punta Stilo e Capo Spartivento (ricadente nel comune di Palizzi). Fanno parte di tale sub unità, procedendo da nord verso sud, i comuni di Monasterace, Stilo, Camini, Riace, Stignano, Caulonia, Roccella Ionica, Gioiosa Ionica, Grotteria, Siderno, Locri, Portigliola, S. Ilario dello Ionio, Ardore, Bovalino, Casignana, Africo, Bianco, Ferruzzano, Bruzzano Zeffirio e Brancaleone;
- sub unità fisiografica 9: tratto di litorale compreso tra Capo Spartivento e Punta di Pellaro (ricadente nel comune di Reggio Calabria). Fanno parte di tale sub unità, procedendo da est verso ovest, i comuni di Palizzi, Bova Marina, Condofuri, S. Lorenzo, Melito di Porto Salvo, Montebello Ionico e Motta S. Giovanni;
- sub unità fisiografica 10: tratto di litorale compreso tra Punta di Pellaro e Punta Pezzo (ricadente nel comune di Villa S. Giovanni). Fanno parte di tale sub unità, procedendo da sud verso nord, i comuni di Reggio Calabria e Villa S. Giovanni; -
- sub unità fisiografica 11: tratto di litorale compreso tra Punta Pezzo e Capo Vaticano (ricadente nel comune di Ricadi). Fanno parte di tale sub unità, procedendo da sud verso nord, i comuni di Scilla, Bagnara, Seminara, Palmi, Gioia Tauro, S. Ferdinando, Rosarno, Nicotera, Joppolo e Ricadi;
- sub unità fisiografica 12: tratto di litorale compreso tra Capo Vaticano e Punta di Zambrone (ricadente nel comune di Zambrone). Fanno parte di tale sub unità,

procedendo da sud verso nord, i comuni di Ricadi, Tropea, Parghelia e Zambrone;
- 13)

- sub unità fisiografica 13: tratto di litorale compreso tra Punta di Zambrone e Capo Suvero (ricadente nel comune di Gizzeria). Fanno parte di tale sub unità, procedendo da sud verso nord, i comuni di Briatico, Vibo Marina, Pizzo, Curinga, Lamezia Terme e Gizzeria;
- sub unità fisiografica 14: tratto di litorale compreso tra Capo Suvero e Punta di Cirella (ricadente nel comune di Diamante). Fanno parte di tale sub unità, procedendo da sud verso nord, i comuni di Falerna, Nocera Tirinese, Amantea, Belmonte Calabro, Longobardi, Fiumefreddo Bruzio, Torremezzo, San Lucido, Paola, Fuscaldo, Guardia Piemontese, Acquappesa, Cetraro, Cittadella del Capo, Sangineto, Belvedere e Diamante;
- sub unità fisiografica 15: tratto di litorale compreso tra Punta di Cirella e Capo Scalea (ricadente nel comune di S. Nicola Arcella). Fanno parte di tale sub unità, procedendo da sud verso nord, i comuni di Grisolia, Santa Maria del Cedro e Scalea;
- sub unità fisiografica 16: tratto di litorale compreso tra Capo Scalea e Foce del Fiume Noce (che segna il confine tra la Calabria e la Basilicata). Fanno parte di tale sub unità, procedendo da sud verso nord, i comuni di S. Nicola Arcella, Praia a Mare e Tortora (ultimo comune a nord, sul versante tirrenico, della provincia cosentina e dell'intera regione).

Per quanto riguarda i settori di traversia geografici, essi sono quelli riportati nella seguente tabella : Sub unità fisiografica 1 Rocca Imperiale 49°-177° Montegiordano 34°-163° Rosèto Capo Spulico 18°-144° Settore di traversia della sub unità fisiografica 1: 18°-177°

Sub unità fisiografica 2 Zona nord Amendolara 35°-211° Trebisacce 39°-183° Villapiana 36°-165° Cassano allo Jonio 26°-133° Settore di traversia della sub unità fisiografica 2 (zona nord): 26°-211° Zona sud Corigliano 350°-101° Rossano 320°-88° Settore di traversia della sub unità fisiografica 2 (zona sud): 320°-101°

Sub unità fisiografica 3 Crosia 319°-124° Calopezzati 339°-119° Pietrapaola 325°-116° Mandatoriccio 318°-114° Scala Coeli 314°-111° Cariati 311°-105° Crucoli 342°-120° Cirò 327°-108° Cirò Marina 317°-100° Settore di traversia della sub unità fisiografica 3: 311°-124°

Sub unità fisiografica 4 Cirò Marina 26°-176° Torre Melissa 20°-162° Strongoli 10°-138°
Crotona 2°-165° Settore di traversia della sub unità fisiografica 4: 355°-170°

Sub unità fisiografica 5 Crotona 52°-180° Isola Capo Rizzuto 34°-222° Settore di
traversia della sub unità fisiografica 5: 19°-217°

Sub unità fisiografica 6 Isola Capo Rizzuto 130°-240° Settore di traversia della sub unità
fisiografica 6: 130°-240°

Sub unità fisiografica 7 Isola Capo Rizzuto 149°-251° Cutro 115°-248° Belcastro 80°-
242° Botricello 80°-242° Cropani 75°-245° Sellia Marina 75°-245° Simeri Crichi 75°-245°
Catanzaro 78°-186° Borgia 78°-183° Squillace 78°-183° Staletti 73°-178° Montauro 70°-
167° Montepaone 70°-167° 31Soverato 64°-177° Satriano 64°-177° Davoli 60°-173° San
Sostene 60°-173° S. Andrea Apostolo dello Ionio 57°-173° Isca sullo Ionio 57°-173°
Badolato 53°-175° Santa Caterina dello Ionio 49°-174° Guardavalle 45°-174° Settore di
traversia della sub unità fisiografica 7: 45°-251° Sub unità fisiografica 8 Monasterace 2°-
216° Stilo 2°-216° Camini 2°-216° Riace 40°-216° Stignano 40°-216° Caulonia 50°-215°
Roccella Ionica 59°-212° Gioiosa Ionica 67°-206° Grotteria 67°-206° Siderno 56°-205°
Locri 52°-203° Portigliola 50°-200° S. Ilario dello Ionio 50°-200° Ardore 48°-189° Bovalino
46°-191° Casignana 46°-181° Africo 42°-190° Bianco 42°-190° Ferruzzano 38°-206°
Bruzzano Zeffirio 38°-206° Brancaleone 36°-211° Settore di traversia della sub unità
fisiografica 8: 50°-200°

Sub unità fisiografica 9 Palizzi 81°-266° Bova Marina 95°-261° Condofuri 91°-258° S.
Lorenzo 87°-261° Melito di Porto Salvo 86°-282° Montebello Ionico 115°-292° Motta S.
Giovanni 124°-322° Settore di traversia della sub unità fisiografica 9: 86°-282°

Sub unità fisiografica 10 Reggio Calabria 180°-356° Villa S. Giovanni 180°-19° Settore di
traversia della sub unità fisiografica 10: 180°-356°

Sub unità fisiografica 11 Scilla 249°-211° Bagnara 243°-360° Seminara 243°-360° Palmi
228°-356° Gioia Tauro 213°-344° S. Ferdinando 210°-334° Rosarno 210°-334° Nicotera
195°-305° Joppolo 140°-310° Ricadi 124°-301° Settore di traversia della sub unità
fisiografica 11: 226°-352°

Sub unità fisiografica 12 Ricadi 215°-50° Tropea 250°-65° Parghelia 246°-60° Zambrone
215°-50° Settore di traversia della sub unità fisiografica 12: 215°-65°

Sub unità fisiografica 13 Briatico 280°-112° Vibo Marina 290°-70° Pizzo 220°-20° Curinga
190°-6° Lamezia Terme 180°-345° Gizzeria 130°-345° Settore di traversia della sub unità
fisiografica 13: 243°-345°

Sub unità fisiografica 14 Falerna 165°-333° Nocera Tirinese 155°-341° Amantea 173°-347° Belmonte Calabro 180°-346° Longobardi 179°-348° Fiumefreddo Bruzio 177°-352° Falconara Albanese 178°-345° San Lucido 168°-348° Paola 170°-337° 33 Fuscaldo 162°-337° Guardia Piemontese 155°-319° Acquappesa 155°-345° Cetraro 155°-295° Bonifati 160°-343° Sangineto 173°-343° Belvedere Marittimo 164°-352° Diamante 155°-347° Settore di traversia della sub unità fisiografica 14: 155°-352°

Sub unità fisiografica 15 Grisolia 180°-343° Santa Maria del Cedro 172°-342° Scalea 175°-337° Settore di traversia della sub unità fisiografica 15: 172°-343°

Sub unità fisiografica 16 S. Nicola Arcella 220°-330° Praia a Mare 175°-330° Tortora 173°-326° Settore di traversia della sub unità fisiografica 16: 173°-330°

Dai settori di traversia geografici si è, quindi, passati ai settori di traversia efficaci. Sfruttando il concetto di fetch efficace, si sono trascurate quelle direzioni alle quali corrispondono fetches efficaci inferiori a un prefissato valore soglia che si è posto pari a 100 km.

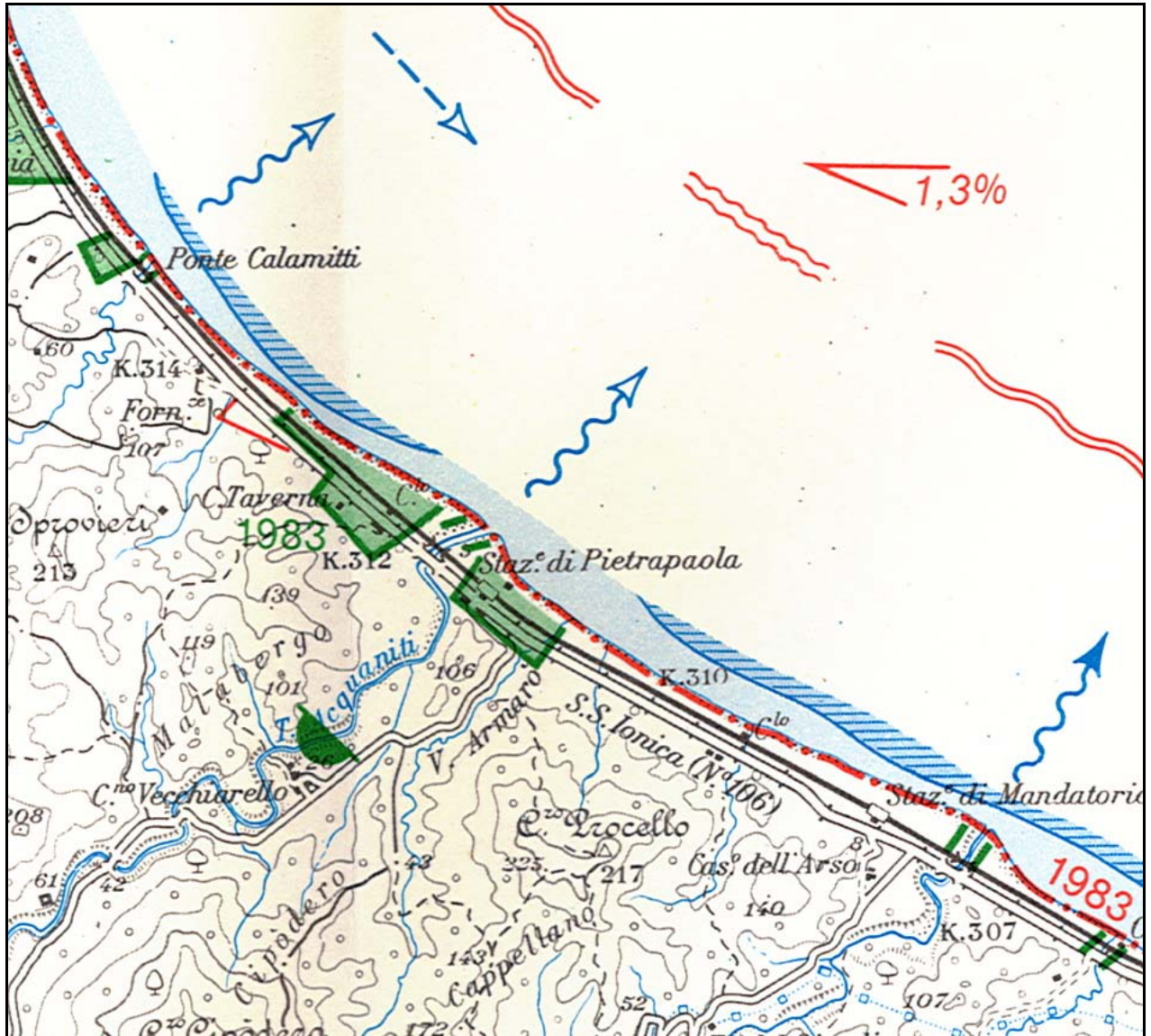
Per ciascuna delle 16 sub unità fisiografiche considerate, le ampiezze dei settori di traversia efficaci sono indicate nella tabella 4 di seguito riportata: sub unità fisiografica 1 59°-185° sub unità fisiografica 2 zona nord 49°-181° sub unità fisiografica 2 zona sud 33°-111° sub unità fisiografica 3 5°-140° sub unità fisiografica 4 15°-205° sub unità fisiografica 5 25°-245° sub unità fisiografiche 6 e 7 50°-200° sub unità fisiografica 8 35°-230° sub unità fisiografica 9 60°-235° sub unità fisiografica 10 160°-225° sub unità fisiografica 11 235°-0° sub unità fisiografica 12 220°-5° sub unità fisiografica 13 230°-350° sub unità fisiografica 14 180°-350° sub unità fisiografica 15 180°-325° sub unità fisiografica 16 190°-310° .



COMUNE	PIETRAPAOLA
SUB UNITA'	3
DP	M
DE	0,05
D	0,06
P	P2
R	R3
CLASSIFICAZIONE	RISCHIO MEDIO

Lo stato del litorale del comune di Pietrapaola è dunque nel complesso buono, soprattutto in considerazione del graduale ripascimento che si sta verificando anche nell'ultimo decennio. Dall'esame delle ortofoto del 1998 si è rilevata una lunghezza della linea di riva comunale pari a circa 3.100 metri. E' da segnalare, inoltre, un complessivo ripascimento, rispetto al 1988, proprio in corrispondenza della marina (località Camigliano), con avanzamenti della linea di riva anche di 15 metri. Linea di battigia che, comunque, in questa zona rimane arretrata, rispetto al 1957, tra i 10 ed i 20 metri.





Lupia Palmieri et al. - Atlante Italiano delle Spiagge (1984)



TAV 11 EVOLUZIONE DELLA LINEA DI RIVA DAL 1954 AL 2003

6. IDROGEOLOGIA

6.1. Caratteristiche idrogeologiche

Vengono di seguito illustrate le caratteristiche idrogeologiche con riferimento specifico alla superficie piezometrica ed allo spessore dei depositi delle alluvioni recenti riferiti ai Bacini idrografici dei torrenti Acquaniti e Calamiti che rappresentano i principali corsi d'acqua che attraversano il territorio comunale di Pietrapaola.

Quanto alla piezometrica, la tavola 12 ne indica le quote s.l.m. riferite a valori medi nel mese di luglio. La carta evidenzia che, nella zona di interesse, la falda è rinvenibile a profondità attorno ai 10 metri nella zona a monte dell'abitato di Camigliano, e tra 0 e 5 metri nella fascia costiera tra le foci dei torrenti Acquaniti e Calamiti. Per quanto attiene gli spessori della copertura alluvionale recente, in generale questa si attesta su di uno spessore inferiore a i 20 metri in tutta l'area costiera, inoltre gli spessori subiscono incrementi passando dal bordo esterno dell'alveo di piena al suo asse longitudinale (incrementi nell'ambito delle singole sezioni trasversali);

Per quanto attiene le finalità del presente studio sono state individuate con particolare accuratezza le aree ove la falda freatica risulti a profondità minore di m 5 dal p.c. trattandosi di aree con probabile pericolo di liquefazione.

6.2. CLASSI DI PERMEABILITA'

6.2.1. Unità a permeabilità primaria

Tra le unità cartografate le rocce a più elevata permeabilità ($k = 10^{-2} - 10$ cm/s) sono rappresentate dalle alluvioni attuali e terrazzate, dai coni di deiezione e dai detriti di falda che però non risultano essere presenti in maniera consistente dal punto di vista areale anche perché in molti casi sono ricoperti da uno strato eluviale argilloso che ne riduce sensibilmente la permeabilità verticale.

Una permeabilità primaria sensibilmente più bassa ($k \geq 10^{-4} - 10^{-6}$ cm/s) si ha nei sedimenti quaternari sabbioso-limosi del litorale jonico, nei depositi alluvionali e nelle sabbie dunarie.

6.2.2. Unità a permeabilità secondaria per fratturazione

Una permeabilità secondaria variabile legata a fenomeni di fratturazione e di fessurazione può essere ascritta al Flysch tardiorogeno calabride.

6.2.3. Unità impermeabili

A questo gruppo appartengono le formazioni argilloso-marnose presenti in ampie aree sul territorio comunale che permettono prevalentemente lo scorrimento superficiale delle acque

6.3. Falde acquifere e sorgenti

Le alluvioni dei torrente Calamiti ed in modo maggiore dell'Acquaniti costituiscono il serbatoio acquifero principale dell'area sia per la notevole capacità di immagazzinamento che per il volume imbevuto.

Queste falde costituiscono in effetti dei raggruppamenti di livelli acquiferi locali e discontinui. La falda freatica, sempre presente in tali depositi, ha un gradiente idraulico diverso da zero e le quote della piezometrica, pur tenendo conto delle oscillazioni stagionali, sono sempre prossime a quelle del piano di campagna (tavola 12). Le profondità dei livelli di falda, infatti, decrescono da monte verso valle e tendono allo zero in prossimità degli ambiti fociali . Associate alla falda freatica principale si riscontrano spesso piccole falde sospese che si determinano per effetto delle variazioni laterali di permeabilità in conseguenza delle eteropie di facies litologiche.

7. IDROGRAFIA SUPERFICIALE

L'idrografia fondamentale del territorio studiato è impostata essenzialmente sulle reti dei torrenti Calamiti ed Acquaniti, ai quali fa capo una fitta rete di compluvi con incisioni a V e reticolo di tipo dendritico.

Si tratta di una rete a regime torrentizio caratterizzato da piene rapide ed improvvise cui corrispondono letti di piena molto ampi.

La particolare tipologia del regime idraulico, che pur con tempi di ritorno brevi (20-50 anni), annovera piene con portate al colmo eccezionali, consiglia di ridurre al minimo gli attraversamenti in alveo ed, ove necessario, di utilizzare negli attraversamenti opere di stabilizzazione.

8. ANALISI DELLA SISMICITA'

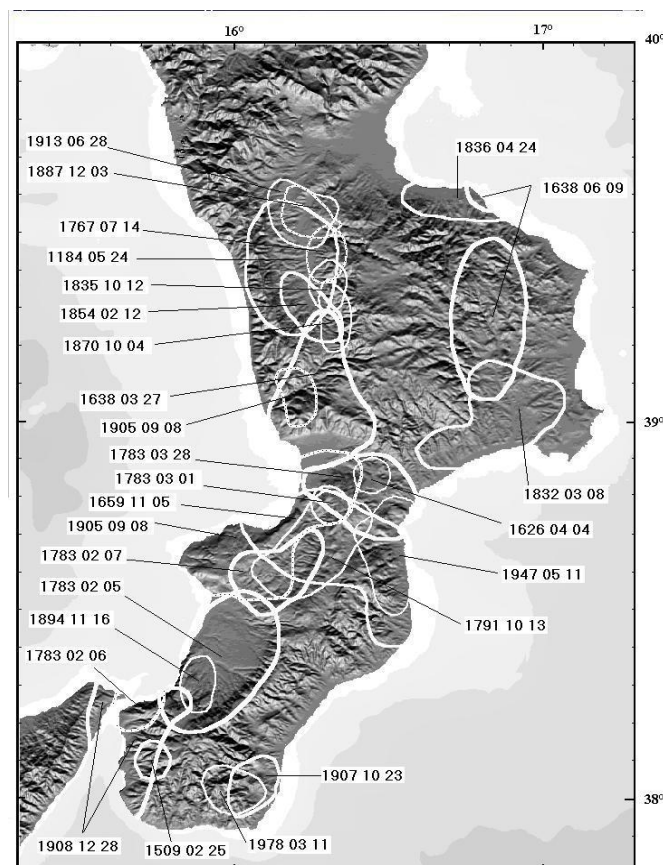
8.1. la situazione regionale

La Calabria è una delle regioni ripetutamente colpita in epoca storica da terremoti distruttivi tali da modificarne l'assetto morfologico e socio-economico con conseguenze disastrose come modificazioni al tessuto urbanistico di interi centri importanti o addirittura modificazioni linguistiche nell'intera regione. Nella Carta 1 sono mostrate le aree epicentrali dei principali terremoti calabresi tratta dagli Studi presso il Laboratorio di sismologia dell'Università degli Studi della Calabria

Per quanto riguarda i dati macrosismici, sono stati tratti dal catalogo parametrico "Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani" a cura di Molin, Stucchi e Valensise (elaborato per il Dipartimento della Protezione Civile), consultabile al sito Internet: <http://emidius.itim.mi.cnr.it/DOM/home.html>, che, come già accennato rappresenta uno degli studi attualmente più aggiornati sulla sismicità del territorio italiano. Esso è basato sulle informazioni storiche disponibili sui terremoti avvenuti in Italia dall'anno 1000 d.C. fino al 1990, raccolte nel "DOM4.1", un database di osservazioni macrosismiche di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno " (a cura di Monachesi e Stucchi, aggiornato a gennaio 2000), che sono sintetizzate per regioni, province e comuni.

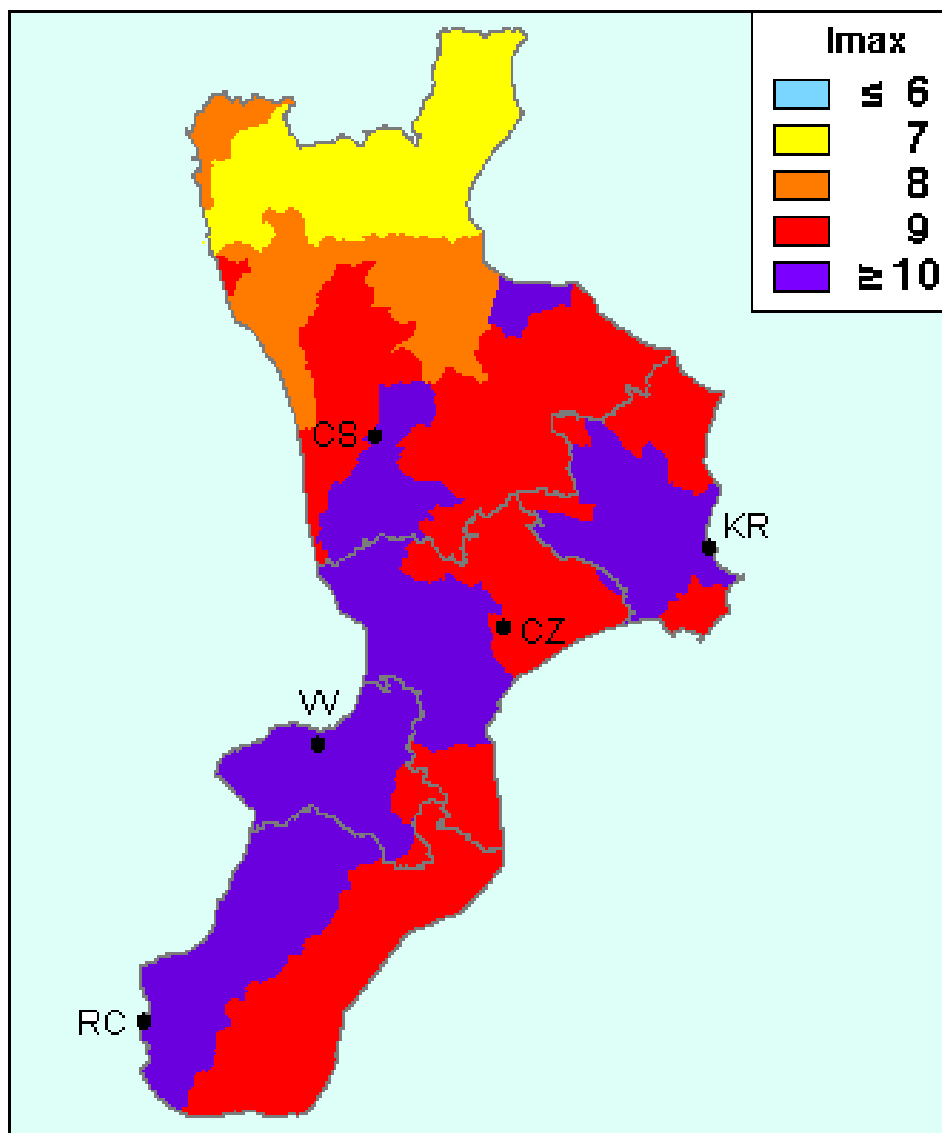
Normalmente per ciascun comune italiano viene riportata l'intensità massima osservata. Non mancano tuttavia, come appena osservato, casi in cui le informazioni macrosismiche sono scarse o inesistenti ed altri in cui esse portano ad una valutazione di intensità massima osservata troppo bassa se confrontata con quella dei comuni limitrofi. Stanti gli scopi cautelativi della redazione del catalogo, per ovviare a questo inconveniente è stato introdotto il concetto di intensità massima ponderata ($I_{max/pon}$): si tratta di un valore stimato per estrapolazione ed attribuito ad una località sulla base dei valori attribuiti a quelle circostanti, utilizzando, quando necessario, adeguate leggi di attenuazione.

Come abbiamo accennato la Calabria costituisce l'area a maggiore pericolosità d'Italia, nella Fig.2 e nella tabella 1a e b viene illustrata in dettaglio la situazione della regione dove su 406 comuni solo 36 in provincia di Cosenza mostrano un'intensità massima osservata pari al VII grado MCS, tutti gli altri mostrano invece un'intensità superiore all'VIII, mentre tutti i capoluoghi di provincia, ad eccezione di Catanzaro presentano un'intensità massima osservata maggiore del X grado.



Aree mesosismiche dei maggiori terremoti storici in Calabria. Le linee di diverso spessore racchiudono le aree con danneggiamento maggiore rispettivamente del IV, IIV e IX grado MCS

Fig. 2 : Massime intensità macrosismica osservate in Calabria



Tab. 1a - Distribuzione dei dati nella Regione Calabria

REGIONE	TOTALE COMUNI	COMUNI PRIVI DI DATI		COMUNI CON IMAX/OSS		COMUNI CON IMAX/PON	
		N.	%	N.	%	N.	%
CALABRIA	409	2	0.5	348	85.1	59	14.4

Tab. 1b - Distribuzione dei dati nella Regione Calabria per provincia

PROVINCIA	NUM. TOTALE DI COMUNI	IMAX NEI CAPOL. PROV.	COMUNI CON IMAX ≥ 10	COMUNI CON IMAX = 9	COMUNI CON IMAX = 8	COMUNI CON IMAX = 7	COMUNI CON IMAX ≤ 6
COSENZA	155	≥ 10	32	54	33	36	0
CATANZARO	80	9	46	34	0	0	0
REGGIO CALABRIA	97	≥ 10	48	49	0	0	0
CROTONE	27	≥ 10	16	11	0	0	0
VIBO VALENTIA	50	≥ 10	45	5	0	0	0
TOTALE	409		187	153	33	36	0

8.2. Zone sismogenetiche della Calabria e rischio sismico

Vediamo ora in dettaglio quali sono le caratteristiche della Zona Sismogenetica nella quale ricade il Comune di Pietrapaola secondo gli studi più recenti.

Infatti, per lo studio del rischio sismico un metodo semplificato utilizzato è quello della realizzazione degli scenari storici. In pratica si tratta di sfruttare la notevole quantità di informazioni storiche disponibili per poter rappresentare la intensità di terremoti occorsi nel passato (e che quindi si suppone possano ripetersi) sovrapponendoli alle informazioni territoriali del presente. È così possibile avere una rapida stima di quello che potrebbe accadere, in termini di popolazione ed abitazioni coinvolte se si dovesse ripetere un terremoto già avvenuto in epoca storica.

Come schema di riferimento è stata utilizzata la carta delle Zone Sismogenetiche proposta dal GNDT (Fig. 3). In tale carta, derivata da quella che rappresenta l'intero territorio italiano, il territorio calabrese è suddiviso in aree omogenee al loro interno per tipi di meccanismo genetico dei terremoti. Ciascuna zona, caratterizzata da almeno un terremoto rappresentativo (o di riferimento), coincide con la proiezione in superficie di segmenti attivi di faglia (capaci di generare terremoti), dotati di comportamento cinematico coerente.

Ciascuna zona contiene sia una faglia principale, probabile responsabile dei terremoti maggiormente energetici, sia quelle minori ad essa associate.

Nella tabella 2 invece vengono riportati i terremoti caratteristici delle varie zone con i parametri epicentrali.

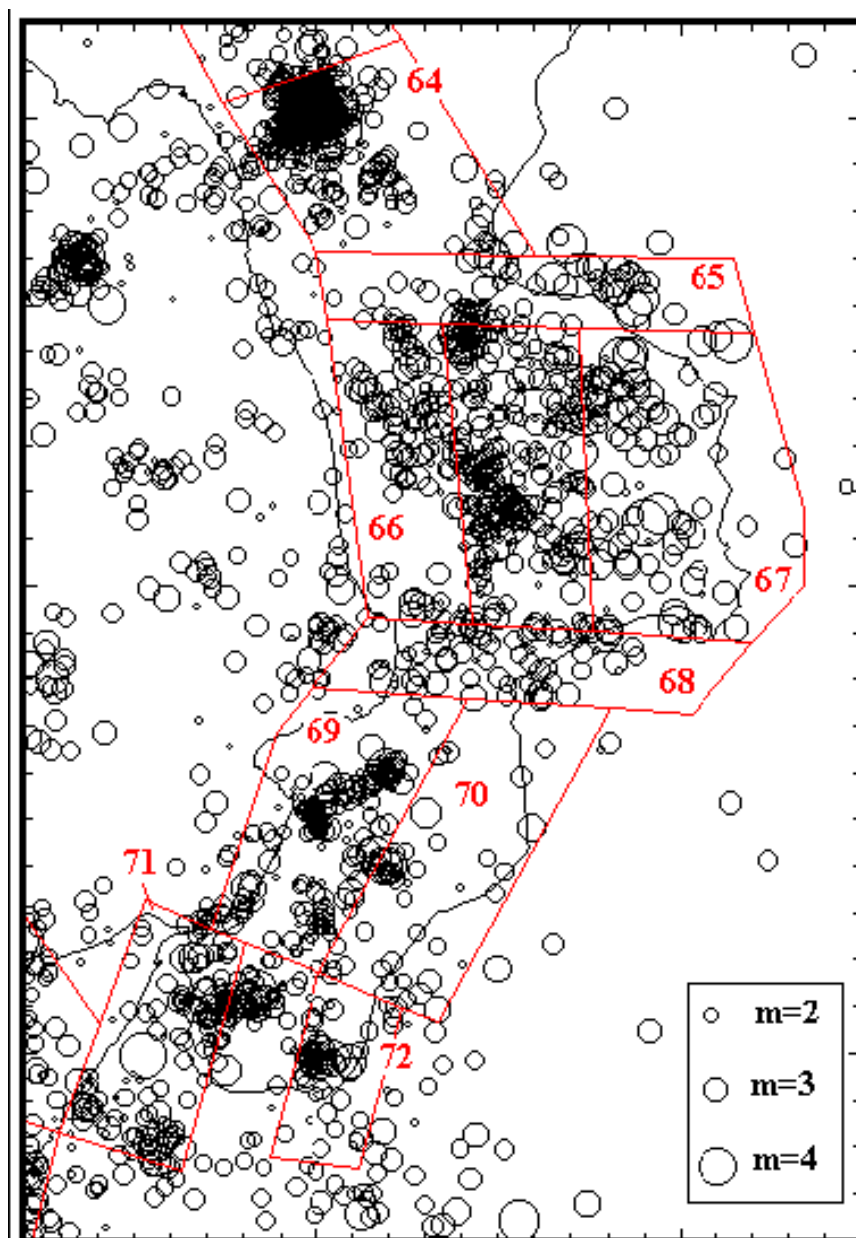


Fig. 3 - Attuali zone sismogenetiche e distribuzione superficiale della sismicità registrata e localizzata dalla Rete Regionale dell'Università della Calabria tra il gennaio 1986 e l'agosto 1999. Gli ipocentri sono stati selezionati in base alla profondità ($h < 40$ km) ed alla qualità della localizzazione ($rms < 1$, $obs > 10$).

ZS	Anno	M	G	località	ImaxMCS	Latitud.	Longitud.	Numero di oss.
64	1894	5	28	POLLINO	70	39.970	16.063	22
65	1836	4	25	ROSSANO	100	39.567	16.700	37
66	1638	3	27	NICASTRO	110	39.083	16.283	233
67	1832	3	8	CROTONESE	100	39.050	16.917	52
68	1783	3	28	CALABRIA CENTR.	110	38.800	16.467	324
69	1905	9	8	GOLFO DI S.EUFEMIA	105	38.754	16.026	735
70	1947	5	11	MAR IONIO	90	38.712	16.581	161
71	1908	12	28	CALABRO MESSINESE	110	38.133	15.667	183
72	1907	10	23	FERRUZZANO		38.155	16.024	267

Tabella 2 Elenco dei terremoti rappresentativi delle Zone Sismogenetiche della Calabria con le loro principali caratteristiche

8.3. zona sismogenetica 65

Per quello che riguarda la sismicità storica, il territorio comunale di Pietrapaola ricade nelle Zone 65 e 67,

Alla zona 65 possono essere attribuiti almeno tre eventi con intensità uguale o superiore all'ottavo grado MCS (25 aprile 1836, $I_{max}=10$; 3 dicembre 1887, $I_{max}=8.5$; 28 giugno 1913, $I_{max}=9$) oltre ad una probabile riattivazione della struttura in occasione del grande terremoto del Crotonese del 9 giugno 1638 ($I_{max}=10$).

Il terremoto di riferimento che rappresenta il massimo storico dell'area è quello del 25 aprile 1836 .

Per l'evento del 1836 sono state segnalate dalle cronache dell'epoca forti ondate di maremoto lungo la costa tra Rossano e Punta Alice nonché fenomeni di liquefazione e l'apertura di lunghe fratture parallelamente alla linea di costa (E-W) che possono essere attribuite a riattivazioni lungo linee di faglia.

La sismicità più recente si è invece mantenuta su livelli modesti: dal 1986 soli quattordici eventi hanno superato la soglia della magnitudo 3, e quattro quella di 3.5.

Tra questi sono da ricordare gli eventi del 8 agosto 1995 sulla foce del Crati e quello del 28 dicembre 1995 che anticipa la sequenza dell'aprile-maggio 1996 in Sila Greca (Colozza et al., 1996; Bruno et al., 1997), appena a sud dei confini della Zona. Sono comunque anche da ricordare il terremoto del 22 dicembre 1985 ($m=3.9$) e, immediatamente a N dei confini della Zona 65, quelli del 5 febbraio 1985 e 12 aprile 1988 ($m=4.4$). L'attività maggiore sembra essere confinata nella porzione orientale della Zona, in particolare lungo le coste rossanesi e nel prospiciente Golfo di Sibari; questa distribuzione coincide bene con l'area mesosismica dei due maggiori terremoti storici (9 giugno 1638 e 24 aprile 1836). La distribuzione della sismicità nel tempo mostra un andamento costante ma di livello basso, con un numero mensile di scosse localizzate mediamente inferiore a 5, tranne che in occasione dell'attività del dicembre 1995-maggio 96 in Sila Greca.

8.4. Zona sismogenetica 67

La Zona Sismogenetica 67 comprende il versante orientale della Sila ed il Bacino Crotonese, arrivando a contenere anche parte dell'offshore ionico. Storicamente la Zona è stata interessata da due terremoti di grande energia (9 giugno 1638, $I_{max} = 10$; 8 marzo 1832, $I_{max} = 10$), mentre mancano attendibili informazioni sulla sismicità di minore energia. Entrambi questi eventi furono preceduti da scosse premonitrici che limitarono il numero delle vittime.

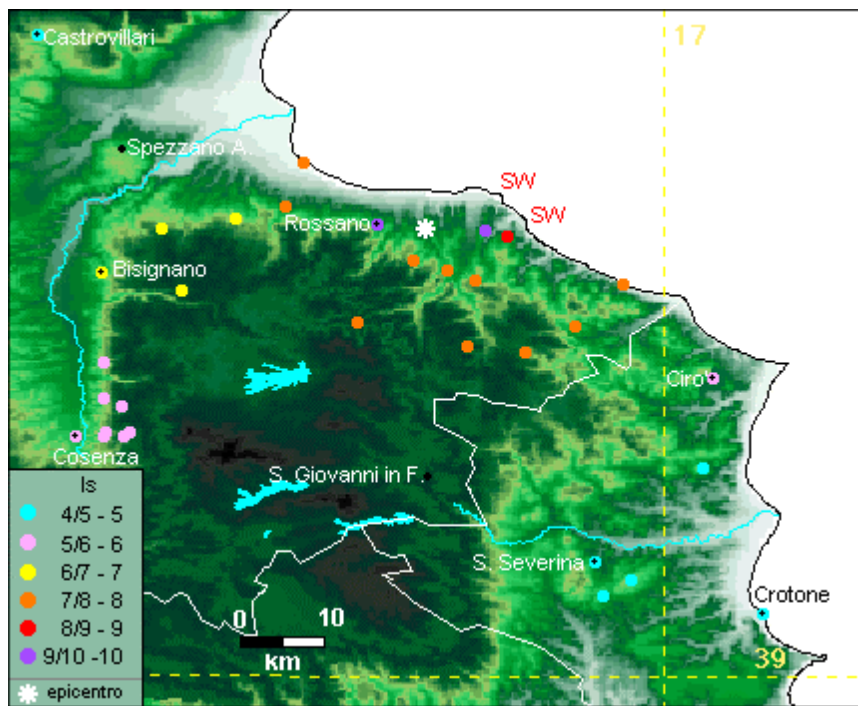
La Zona è stata soggetta dal 1986 a trentatré scosse con $m \geq 3.0$, di cui quattro con magnitudo superiore a 4.0. Tra questi ricordiamo le due scosse del 24 gennaio 1990 ($m = 4.5$ e 4.1). Il terremoto del 23 agosto 1993 ($m = 4.0$) ha avuto profondità focale di 65 km, per cui gli effetti macrosismici sono stati modesti; va anche ricordato il terremoto di Crotona del 15 agosto 1977, di magnitudo 5.5, localizzato ad oltre 50 km di profondità e con meccanismo focale compressivo. Questi eventi subcrostali sono da mettere in relazione alla flessura della litosfera ionica ed appartengono quindi ad un diverso contesto sismotettonico rispetto alle scosse più superficiali, correlate alle faglie normali che separano la Sila dal Bacino Crotonese (Moretti, 1993) o ad elementi trascorrenti di trasferimento.

La distribuzione nel tempo della sismicità è piuttosto costante; analogamente alla Zona 65, le scosse maggiori non sono state seguite da un apprezzabile numero di repliche. La profondità degli ipocentri mostra un evidente massimo tra 15 e 20 km, mentre consistenti rilasci di energia sono localizzati fino a 50 km e, sporadicamente, fino a 90 km nella zona di flessura.

La struttura tettonica che caratterizza cinematicamente la Zona è costituita da una grande faglia normale (*Faglie del Marchesato*, CS8 in Moretti, 1999), che si estende in senso N-S per oltre 60 km e mostra dislocazioni verticali fino a 2000 m dopo il Pleistocene inferiore (Moretti, 1993); le fonti storiche riportano notizie di movimenti verticali della faglia principale e di altre strutture minori in occasione del terremoto del 9 agosto 1638. Alla faglia principale è associato un esteso sistema idrotermale ad alimentazione profonda (Quattrocchi et. al., 2000) che evidenzia la tettonica attiva dell'elemento.

La Zona appare troppo estesa verso est perché comprende oltre alla sismicità connessa con le faglie N-S che bordano ad oriente l'altopiano silano anche quella subcrostale al largo delle coste crotonesi, che deve essere invece attribuita alla flessura

ed alla subduzione dell'avampaese ionico. Si propone pertanto un ridimensionamento della zona sismogenetica, con la sua limitazione alla fascia interessata dalle strutture estensionali più superficiali. Nell'ottica di inglobare l'area silana nelle zone adiacenti potrebbe essere leggermente ampliata verso occidente fino a comprendere i bordi della Sila, interessati da terremoti con meccanismo distensivo (p.es. 24 aprile 1991, m=3.9).



MASSIME INTENSITA' SISMICHE DELLA ZONA 65

Lo studio del GNDT che fornisce il valore di I_{max} (Intensità massima osservata o valore ponderato proposto) dei comuni delle provincia di Cosenza si ha:

Comune	Re	Pr	Com	Lat	Long	I MAX
PIETRAPAOLA	18	78	99	39.48625	16.81502	9

8.4. Microzonazione sismica

L'analisi condotta assume un carattere preliminare in conformità a quanto previsto nelle Linee Guida di cui alla Legge Urbanistica Regionale.

Sotto il profilo metodologico, sono stati utilizzati i dati relativi a:

- Prospezioni sismiche a rifrazione con rilevamento in onda S entro 30 metri di profondità in conformità all'OPCM N° 3274; e successive modificazioni ed integrazioni
- Prove penetrometriche statiche e dinamiche;
- Livelli piezometrici rilevati da pozzi;
- Elementi geomorfologici rilevanti ai fini della microzonazione.

Preliminarmente sono state definite e delimitate le aree caratterizzate da terreni di fondazione ricadenti nella categorie previste dalla citata OPCM. Nel caso di Pietrapaola le aree di interesse ricadono nelle categorie "B" e "C".

La definizione degli areali con falda freatica posta a profondità minore di m 5, oltre che di quelli senza livelli saturi, e la caratterizzazione attraverso l'indice N_{spt} hanno, a loro volta, permesso di definire le aree con pericolo di liquefazione.

Inoltre, ai fini degli effetti locali di amplificazione sismica, sono stati localizzati gli elementi morfologici che rappresentano probabili fattori di amplificazione sismica.

9. INDAGINI GEOMECCANICHE

9.1 . Sondaggi meccanici

I sondaggi meccanici a rotazione e carotaggio continuo sono stati eseguiti, a più riprese, per finalità di tipo geolitologico e geotecnico nel territorio di Camigliano in numero di 4 .

In allegato sono riportate le relative colonne stratigrafiche.

Essi consentono la valutazione, con sufficiente approssimazione, dell'assetto litologico del sottosuolo, forniscono dati di prove in situ (SPT) e sono serviti al prelievo di campioni per l'esecuzione di prove di laboratorio.

9.2. Prove penetrometriche statiche

Sono state eseguite con penetrometro statico da 10 ton del tipo Gouda munito di punta conica del Begemann.

Consentono di valutare la densità relativa e l'attrito interno in condizioni drenate utilizzando le correlazioni normalmente reperibili nella letteratura geotecnica (Gibbs e Holtz, 1957; TROFIMENKOV, 1974) .

9.3. Prove penetrometriche dinamiche

Le prove dinamiche sono state eseguite con penetrometro dinamico leggero, semiautomatico, TECNOTEST mod.TP223/S con maglio da Kg 30 e altezza di caduta 20 cm. Consentono di valutare la densità relativa delle sabbie e delle ghiaie e, per correlazione, l'angolo di attrito interno in condizioni drenate (DE MELLO, 1971).

9.4. Sismiche a rifrazione

La maggior parte delle sismiche a rifrazione sono state eseguite con SISMOGRAFO a 12 Canali (modello ECHO 12/24 2002 Seismic unit). Per il rilievo delle onde P ed S sono stati utilizzati n. 12 geofoni verticali (OYO Geospace) e 12 orizzontali (OYO Geospace) i cui risultati sono stati utilizzati

per definire la stratigrafia sismica, di valutare le caratteristiche meccanico elastiche dei terreni indagati. I profili presentano ciascuno lunghezza di 120m. ,equidistanza dai geofoni di 5 m. e profondità indagata di 30m.

10. VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Le indagini eseguite hanno riguardato tutte le formazioni interessate dalla zonizzazione prevista dal P.S.C.

Per ciascuna di tali formazioni sono stati definiti i parametri di resistenza al taglio in condizioni drenate, le caratteristiche elastodinamiche e quelle di resistività elettrica.

In dettaglio, la valutazione hanno riguardato i seguenti parametri:

- Densità relativa ($D_r = \%$);
- Attrito interno (φ°);
- Coesione ($c = \text{Kg/cm}^2$);
- Peso di volume ($\gamma = \text{t/m}^3$)
- Velocità delle Onde sismiche ($V_p = \text{m/s}$)

La notevole mole di dati rilevati infatti consente di formulare con la necessaria attendibilità il modello geomeccanico dei terreni e di valutare significativamente i principali parametri di resistenza a taglio e di deformabilità.

10.1. Argille marnose

Affiorano a Sud dell'abitato di Crosia si presentano in banchi ed hanno una potenza complessiva di un centinaio di m.

Si tratta di argille marnose con intercalazione di livelli arenacei decimetrici che localmente assumono una facies flyscioide . Lo spessore della copertura superficiale, di natura colluviale, con inclusi ciottoli arenacei, è valutabile intorno a m 3. La falda è assente.

10.2. Arenarie stratificate con interstrati marnosi e siltosi

Si tratta di formazioni molto frequenti affioranti nelle aree altimetricamente più elevate del territorio affiorando nel Centro Storico e nei suoi dintorni.

Si tratta di arenarie grigie e giallastre in banchi con matrice sabbiosa, entro i quali si intercalano livelli con cemento calcareo. Le arenarie presentano spessore della copertura di alterazione da 0 a 3 m, di natura limo-sabbioso-argillosa derivante dalla dissoluzione del cemento calcareo delle arenarie. La falda è assente ma sono presenti fenomeni sorgenti di ridottissima portata e di carattere temporaneo.

10.3. Sabbie monogranulari gialle con locali intercalazioni calcarenitiche

Si rinvengono nei pressi dell'abitato di Camigliano e risultano poco consolidate. Presentano intercalazioni di livelli calcarenitici e, più raramente, argillosi.

La copertura di natura sabbiosa è ridotta, con spessore di poco superiore a 50 cm. La falda è assente.

10.4. Conglomerati sabbiosi

Affiorano nel territorio nei pressi di Camigliano e risultano costituiti da sabbie e ghiaie con ciottoli ed in subordinate arenacea immersi in matrice limosa e sabbiosa.

Costituiscono resti di terrazzi marini di vario ordine essendo dislocati a varie altezze.

La copertura superficiale è rappresentata da argille siltose e silts sabbioso ed ha spessore ridotto dell'ordine di circa 50 cm. La falda è assente nei primi 20 m..

10.5. Alluvioni

Affiorano nelle località Camigliano, Vecchiarello, Porcile, in corrispondenza degli alvei e dei paleoalvei torrentizi e risultano costituite da sabbie e ghiaie con ciottoli e blocchi.

Sono sede di falde acquifere sotterranee presenti anche a piccola profondità .

10.6 Argille siltose

Le argille siltose sovraconsolidate, affiorano abbondantemente nell'area dell'abitato di Camigliano.

Si presentano in banchi di notevole spessore e talora presentano localmente intercalazioni sabbiose. Sono solitamente ricoperte da prodotti colluviali di norma di natura siltosa con spessore dell'ordine di 2 – 3 m.

La falda è assente.

	LITOLOGIE					
PARAMETRI	Argille marnose	Arenarie stratificate	Sabbie giallastre	Conglomerati	Alluvioni	Argille siltose
ϕ (°)	18-20	35-39	33-34	32-38	30-32	5-21
Dr (%)				0.4-0.6	0.4-0.6	
c (Kg/cmq)	0.330.68	0.13-0.23	0.05-0.25			0.2-0.6
γ (g/cmc)	1.9	2.09	1.9-2.09	1.85-1.88	1.8-1.85	1.96-1.99
σ_c (Kg/cmq)		25.2				
Vp (m/s)	430-1881	850-2500	400-1600	50-1400	300-1800	325-1829
Vs (m/s)			170-800		120-450	119-456
E (Kg/cmq)		85000				

Quadro riassuntivo delle principali litologie e dei relativi parametri geomeccanici

11. CARTA DEI GEOTOPI E GEOSITI

Secondo Wimbledon et alii 1996, un geosito può essere ogni località, area o territorio dove sia possibile definire un interesse geologico o geomorfologico per la conservazione. Al di là delle definizioni, la conservazione dei luoghi di elevato interesse geologico, siano essi una gola, una dolina, uno stratotipo, un sito fossilifero od una sorgente, serve evidentemente a garantire che nel futuro si possa continuare ad apprezzare la storia geologica del territorio ed a trarre godimento dalla bellezza dei paesaggi e dei luoghi.

La conservazione dei geositi può avvenire solo attraverso un lavoro di individuazione, valutazione, catalogazione e pubblicizzazione dei risultati mediante la compilazione di database a livello locale prima e provinciale, regionale e nazionale in un secondo momento. Nell'ambito della definizione e salvaguardia delle aree di interesse naturalistico e paesaggistico la Legge Quadro sulle Aree Protette (394/1991). nell'art. 1 indica, tra le finalità del regime di tutela e di gestione delle aree protette, quella della conservazione di:

- singolarità geologiche;
- formazioni paleontologiche;
- valori scenici e panoramici;
- processi naturali;
- equilibri idraulici ed idrogeologici.

Le Linee guida della pianificazione regionale in attuazione della Legge Urbanistica della Calabria n°19 del 16/04/2002 recitano:

“Dove presenti, dovranno essere evidenziati gli ambiti di particolare interesse geomorfologico e i beni geologici (geositi) che si ritengono meritevoli di attenzione ai fini della previsione di limitazioni d'uso atte a preservarne i peculiari valori scientifico, naturalistico, educativo, o anche, ove possibile, ai fini di valorizzarli assumendoli come elementi ordinatori della pianificazione locale”.

In tale ottica all'interno del territorio comunale di Pietrapaola sono state individuate aree meritevoli di attenzione per le loro caratteristiche geologiche, geomorfologiche e paesaggistiche. Tali aree sono state riportate in tavola D “*Carta dei Geotopi e Geositi*” in scala 1:10.000. In tale elaborato sono stati messi in evidenza:

- L'area delle sorgenti sulfuree
- Le aree calanchive

- Le formazioni evaporitiche messiniane (Gessi)
- Le anse del Torrente Laurenzana
- Cordone dunale in località Camigliano
- Elementi tettonici nei pressi dell'abitato di Pietrapaola
- La rupe del Salvatore
- La rupe del Castello

11.1. Sorgenti sulfuree

Si tratta di un gruppo di sorgenti fredde che scaturiscono dalla formazione gessoso solfifera per contatto. Si caratterizzano per la presenza di acido solfidrico derivante dalla dissoluzione di gesso cristallino entro il quale possono perciò originarsi forme di carsismo.

11.2. Aree calanchive

I calanchi sono forme di erosione che caratterizzano il paesaggio delle argille. Si tratta di sistemi di drenaggio densi, gerarchizzati ed incisi caratterizzati da interfluvi stretti ed affilati. Complessa ed ancora incerta l'analisi dei fattori della morfogenesi. Le caratteristiche litologico-strutturali del substrato e le condizioni microclimatiche legate all'esposizione controllano la genesi e la distribuzione delle forme calanchive. Tra i fattori antropici che ne hanno certamente accelerato il processo sono da annoverare gli ampi ed estesi disboscamenti cui sono stati soggetti nel tempo i versanti. Il clima sub-arido, con precipitazioni rare e concentrate, la scarsa copertura vegetale e di suolo, fanno sì che si instauri un ruscellamento concentrato. I calanchi delle zone indicate sono caratterizzati da diverse condizioni evolutive che in taluni casi originano localmente delle frane.

11.3. Formazioni evaporitiche messiniane (Gessi)

In gran parte del bacino del Mediterraneo il mare ha invaso la terraferma nel Miocene inferiore ed in quello medio. Di particolare interesse risulta al riguardo il bacino sedimentario di Terravecchia-San Morello-Cariati per la sua rimarchevole potenza e per

la giacitura anticlinalica. In particolare, nella serie Scala Coeli-Pietrapaola-Acquanite si osserva il contatto tra i gessi e le sottostanti argille marnose che viene datato all'Elveziano-Tortoniano. L'area di interesse è estesa tra Cozzo Vigniti (m 355 slm) e Serra di Lido (m 221 slm) ed è caratterizzata dalla presenza di gesso in sottili strati di diverso colore con immersione prevalente verso Nord – Nord Ovest ed inclinazione di 10°-15° e presentano processi morfoevolutivi per crolli dalle scarpate subverticali.

11.4. Anse del Torrente Laurenzana

Di particolare valenza paesaggistica appaiono le anse meandriche del torrente laurenzana che si originano nella media valle del corso d'acqua per effetto delle meccaniche delle rocce filladiche particolarmente influenzate dalla marcata scistosità che per la tettonica dell'area soggetta a rapido sollevamento.

11.5. Cordone dunale di Camigliano

In località Camigliano è presente un cordone dunale di origine eolica che si estende per circa 1,5 Km da nord dell'abitato sino al torrente Calamitti. Tale deposito è definito nella letteratura geologica come: "dune e sabbie eoliche stabilizzate". Si tratta in effetti di accumuli di sabbia sub paralleli alla linea di riva. La granulometria essendo funzione dell'energia eolica che ne determina l'accumulo è in genere uniforme. Tali depositi, vitali per l'equilibrio morfodinamico della spiaggia sono spesso colonizzati da specie psammofile diverse.

11.6 Elementi tettonici nei pressi dell'abitato di Pietrapaola

Nei pressi dell'abitato di Pietrapaola lungo la strada che dalla marina conduce al paese nella zona compresa tra Cozzo di Renna e località Velistriero, in corrispondenza di alcuni tornanti sulla strada si possono osservare una serie di faglie dirette che dislocano le formazioni dei conglomerati e delle arenarie del Miocene medio superiore. Tali faglie hanno orientazione all'incirca NO-SE con immersione del piano verso NE ed inclinazione di circa 15-20°. L'idrografia superficiale dell'area è stata condizionata dagli eventi tettonici come visibile nell'area dopo i tornanti alla destra di un breve rettilineo.

11.7. La rupe del Salvatore e la rupe del Castello

La presenza di arenarie a clipeastri connota molti centri abitati collinari della Calabria tra cui quello di Pietrapaola. Qui, in realtà, affiora un conglomerato trasgressivo sul basamento granitico e filladico con ciottoli, a cemento rossastro cui seguono le arenarie giallastre e grigie tenere con livelli calcarenitici più competenti. Nel centro abitato di Pietrapaola le arenarie raggiungono una potenza di 150 metri. L'azione degli agenti atmosferici in uno con l'elevato grado di fratturazione di origine tettonica, determina la particolare morfologia delle rupi ove i livelli meglio cementati vengono messi in evidenza da scarpate subverticali dalle quali possono originarsi crolli di blocchi di notevoli dimensioni.

Nelle arenarie tenere quindi facilmente escavabili, l'azione dell'uomo si è esplicata nello scavo di cavità tra le quali primeggia la Grotta del Principe nella Rupe del Salvatore. Si tratta di una grotta con triplice ricovero provvista di feritoia, accessibile con gradini scavati nella viva roccia. Ai quattro lati della grotta principale sono presenti colonnine con capitelli e disegni incisi direttamente nella roccia.

12. CARTA DELLA STABILITA'

Di seguito si forniscono chiarimenti in ordine alle modalità di elaborazione della Carta della stabilità finalizzata alla definizione di vincoli e regole di uso del suolo.

La Carta è elaborata mediante analisi multifattoriale prendendo in considerazione i seguenti parametri:

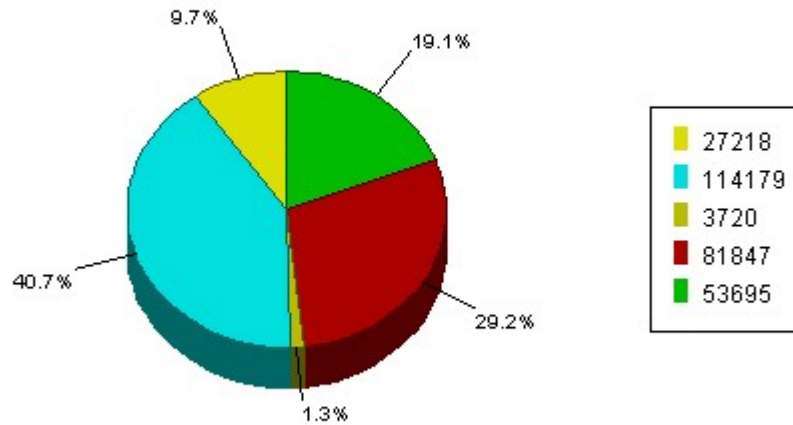
1. caratteristiche litotecniche definite sulla base di analisi geotecniche e sismiche;
2. classi di pendenza definite sulla base dell'altimetria dedotta dalla Carta Tecnica a scala 1:5000;
3. indice IP di pericolosità-intensità per gli areali di frana elaborato sulla base della metodologia definita nel Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto I idrogeologico della Calabria.

La metodologia appositamente messa a punto, che utilizza tecnologie GIS, mira alla differenziazione in unità elementari di territorio, individuabili in celle predefinite di dimensione idonea all'elaborazione, a ciascuna delle quali è associato un indicatore correlabile al rischio di frana definito "peso totale (PT)". L'indicatore PT è la sommatoria di indici elementari dedotti attraverso l'attribuzione di pesi relativi a ciascuno dei fattori presi in considerazione.

A ciascuno di essi sono associati i seguenti pesi relativi:






- caratteristiche litotecniche: n° 5 classi con pesi da 1 a 5 differenziate sulla base di parametri di resistenza a taglio, densità relativa e caratteristiche elastodinamiche;
- frane: con indici pericolosità-intensità da IP_1 ad IP_4 differenziati sulla base dello stato di attività e della tipologia;
- pendenze: differenziate in n° 5 classi di isovalore.

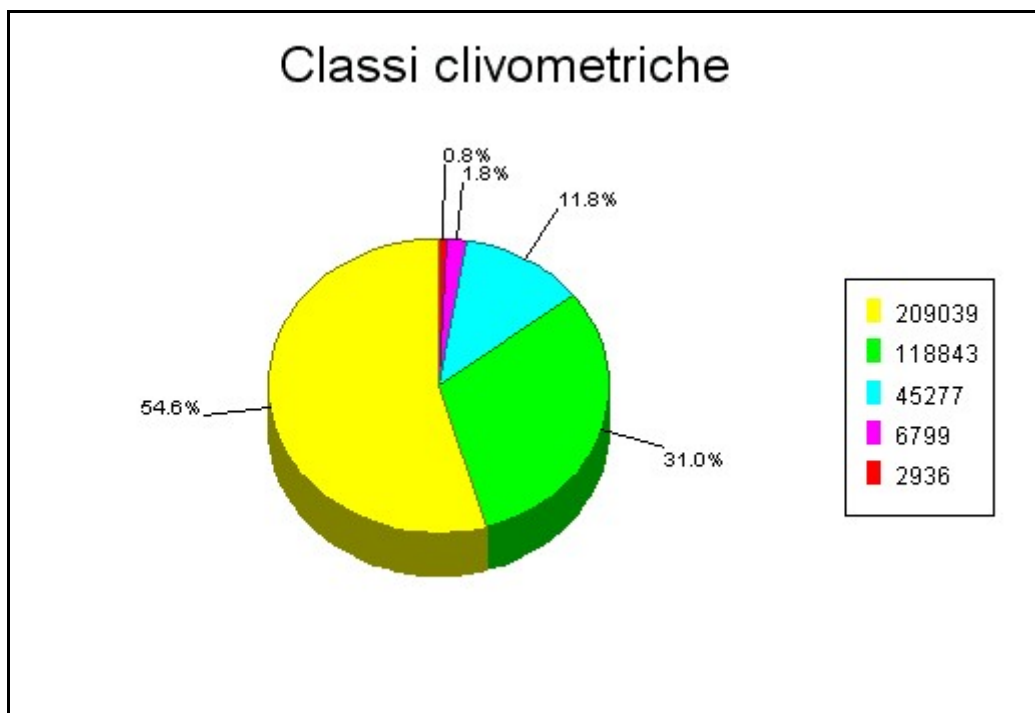
Classi litotecniche



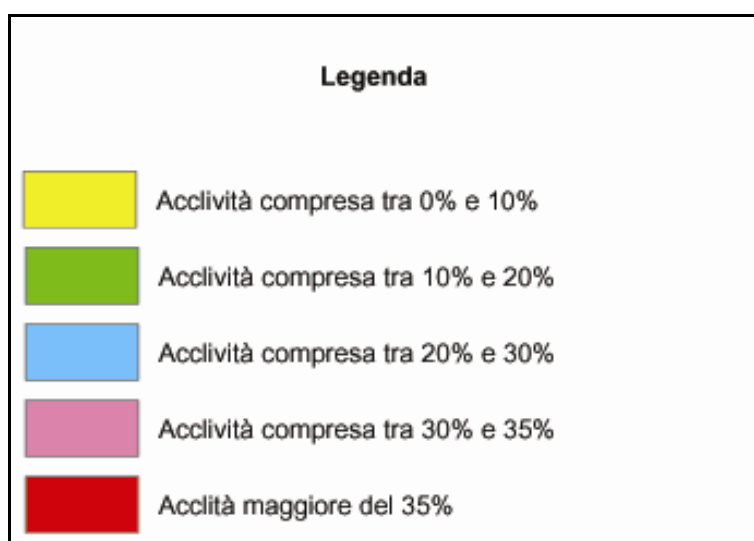
Frequenza delle classi litotecniche espresse in percentuale

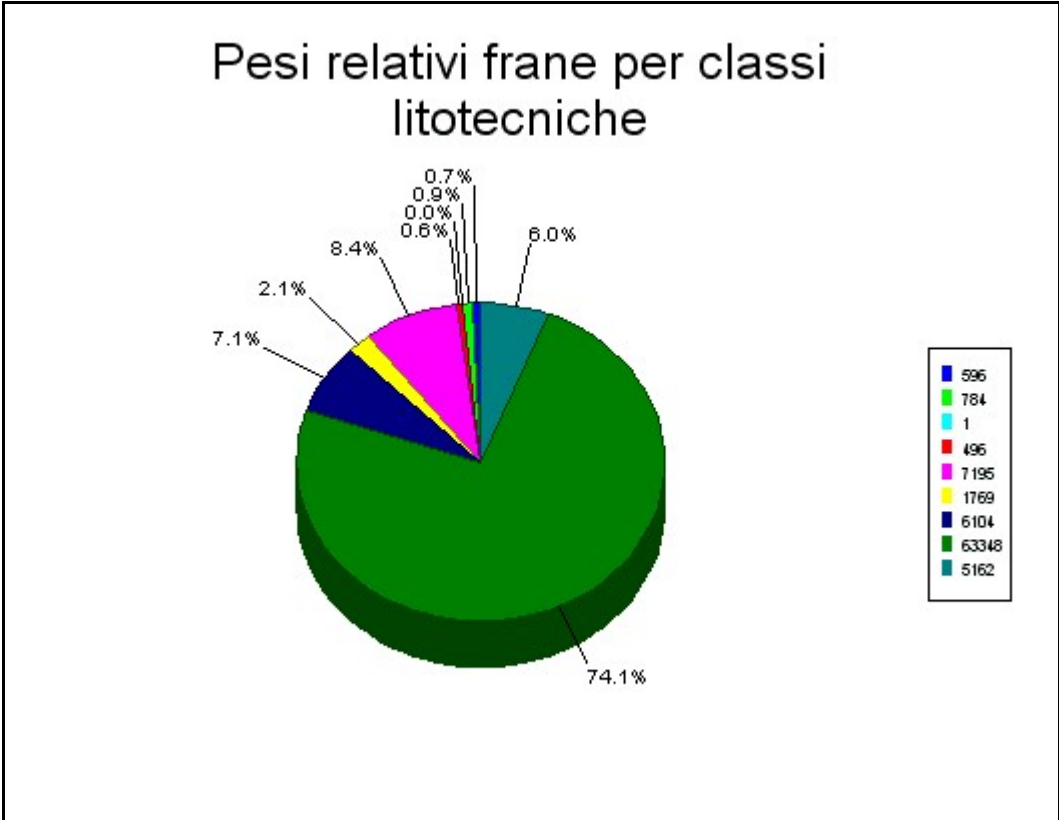
Legenda

-  Terreni granulari sciolti con granulometria da media a grossolana, scarsamente o mediamente addensati.
-  Terreni granulari non coesivi, al più debolmente coesivi, a granulometria grossolana e/o media, normalmente consolidati, e mediamente addensati.
-  Terreni coesivi mediamente consistenti, ad eccezione delle porzioni superficiali alterate soggette a movimenti gravitativi o a deformazioni plastiche, grado di consolidazione da medio ad alto nelle porzioni profonde.
-  Litotipi coesivi con intercalazioni litoidi, sovraconsolidati, da alterati a molto alterati nelle porzioni più superficiali, con alta propensione al dissesto.
-  Termini litoidi e pseudo litoidi localmente molto fratturati, con resistenza meccanica media e poca o nulla propensione al dissesto.



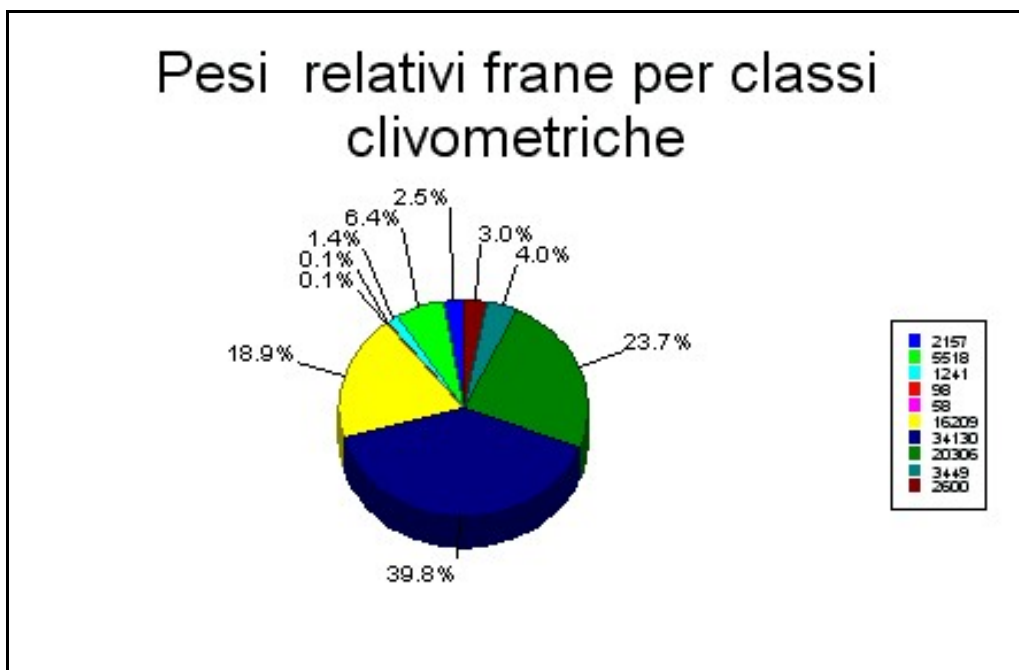
Frequenza delle classi clivometriche espresse in percentuale.





PESI RELATIVI FRANE PER CLASSI LITOTECNICHE

I valori maggiori si riferiscono all'incidenza delle frane con pericolosità IP3 ed IP4 che insistono sulle classi litotecniche di cui fanno parte le argille marnose, e le argille siltose.



PESI RELATIVI FRANE PER CLASSI CLIVOMETRICHE

I valori maggiori si riferiscono all'incidenza delle frane con pericolosità IP3 ed IP4 che insistono sulle classi di acclività compresa tra 10 e 20%

Le classi litotecniche differenziano cinque tipologie con caratteristiche meccaniche differenziate nella Carta Litotecnica. Le classi di pericolosità-intensità corrispondono agli indicatori utilizzati nelle Carta della Pericolosità di frana mentre le classi di pendenza sono quelle utilizzate nella Carta Clivometrica.

L'analisi della distribuzione degli areali di frana su aree a pendenza omogenea mostra una significativa correlazione tra frequenza di frana e classi di pendenza, altrettanto può dirsi per la distribuzione di frequenza di frane per classi litotecniche.

Il metodo così definito consente di attribuire dunque a ciascuna delle celle definite il "peso totale (PT)", sommatoria dei pesi dei singoli parametri presi in considerazione che fornisce una attendibile stima della probabilità di evento franoso, crescente con il valore di PT.

La significatività statistica delle correlazioni viene utilizzata per estrapolare l'indicatore PT ad aree omogenee a quelle delle celle, sotto il profilo litotecnico e clivometrico, non interessate da frane ma con eguale probabilità di attivazione

Una ulteriore semplificazione dell'analisi delle classi di aree con eguale indice PT così elaborate è resa possibile dalla constatazione che classi contigue hanno probabilità di evento molto simile. Sicché le classi ottenute possono a loro volta essere raggruppate in cinque classi di stabilità da molto elevata a molto bassa per le quali esiste un medesimo range di probabilità di evento franoso.

Così procedendo si perviene alla zonizzazione aree omogenee sotto il profilo della stabilità.

In conclusione, la *Carta della stabilità* così elaborata fornisce attendibili valutazioni in ordine alla possibilità di modificazione dell'uso attuale del suolo attraverso una stima di probabilità che si inneschi o si riattivi un fenomeno franoso sulle litologie rilevate e per determinate classi di pendenza.

La Carta rappresenta quindi lo strumento per pervenire alla definizione della *Carta della edificabilità* finalizzata a :

- definire e localizzare aree ove non è possibile procedere a cambiamenti d'uso, per talune specifiche destinazioni, essendo molto probabile che si instauri o si riattivi un evento franoso;
- definire regole di uso ossia prescrizioni da soddisfare e vincoli di uso affinché siano garantiti la stabilità dei versanti e, di conseguenza, la sicurezza sotto il profilo del rischio geologico pur in presenza di trasformazioni.

13. EDIFICABILITÀ, PRESCRIZIONI E VINCOLI

La definizione di classi di edificabilità è funzione:

- delle caratteristiche litotecniche;
- della pendenza dei versanti;
- della pericolosità geologica;
- della esistenza di vincoli aventi natura giuridica;
- della pericolosità sismica.

Sulla base dei predetti parametri è possibile definire aree omogenee ove:

- è comunque fatto divieto di trasformazioni edificatorie sia per l'esistenza di vincoli di inedificabilità che per le condizioni di instabilità;
- è possibile procedere ad attività di trasformazione previa definizione del modello geologico locale, attraverso significative campagne di indagini geognostiche, e verifiche analitiche di stabilità;
- è possibile procedere ad attività di trasformazione previa elaborazione del modello geologico locale.

Le indicazioni e le prescrizione per ciascuna zona sono fornite nell'allegata *Carta della Edificabilità*.

Sotto il profilo metodologico, si è dunque considerata quale base di partenza, la zonizzazione in classi di stabilità di cui alle TAVV. 7.1, e 7.2

Sono state escluse dalla edificazione le aree:

- soggette ai vincoli di cui al Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Calabria;
- soggette ai vincoli ambientali adottati in sede di redazione del PSC dal gruppo di progettazione;
- con indice di Pericolosità-Intensità (indice IP) di livello 3 e 4;
- con valori limiti delle pendenze, in funzione della frequenza delle frane e delle caratteristiche litotecniche, oltre i quali le modificazioni di uso comportano l'instaurarsi di condizioni di instabilità.

Per le aree ove sono possibili attività edificatorie è sempre obbligatorio elaborare il modello geologico di dettaglio corredato da adeguata campagna di indagini geognostiche significative. Si è inoltre proceduto a differenziare quelle aree ove, oltre quanto prescritto sopra, sono necessarie anche verifiche analitiche per l'analisi di stabilità ante e post intervento edificatorio.

Rossano luglio 2008

I Geologi
Dr. Tonino Caracciolo
Collaboratore Dr. Marcello Campana

ALLEGATO 1

AREE DI INTERESSE URBANISTICO		
n° tavola	Elaborato	scala
1	Carta geolitologica (Capoluogo)	1:5.000
1.1	Carta geolitologica (Camigliano)	
1.2	Carta geolitologica (Vecchiarello)	
2	Carta geomorfologica (Capoluogo)	1:5.000
2.1	Carta geomorfologica (Camigliano)	
2.2	Carta geomorfologica (Vecchiarello)	
3	Carta clivometrica (Capoluogo)	1:5.000
3.1	Carta clivometrica (Camigliano)	
3.2	Carta clivometrica (Vecchiarello)	
4	Carta litotecnica (Capoluogo)	1:5.000
4.1	Carta litotecnica (Camigliano)	
4.2	Carta litotecnica (Vecchiarello)	
5.1	Carta dell'ubicazione delle indagini (Camigliano)	1:5.000
5.2	Carta dell'ubicazione delle indagini (Vecchiarello)	
6	Carta della pericolosità di frana (Capoluogo)	1:5.000
6.1	Carta della pericolosità di frana (Camigliano)	
6.2	Carta della pericolosità di frana (Vecchiarello)	
7	Carta della stabilità (Capoluogo)	1:5.000
7.1	Carta della stabilità (Camigliano)	
7.2	Carta della stabilità (Vecchiarello)	
8	Carta dell'edificabilità (Capoluogo)	1:5.000
8.1	Carta dell'edificabilità (Camigliano)	
8.2	Carta dell'edificabilità (Vecchiarello)	
9.1	Carta della microzonazione sismica (Camigliano)	1:5.000
9.1	Carta della microzonazione sismica (Vecchiarello)	
10.1	Carta del rischio PAI (Camigliano)	1:5.000
10.2	Carta del rischio PAI (Vecchiarello)	
11.1	Carta dell'evoluzione della linea di riva (Camigliano)	1:5.000
12	Carta idrogeologica e del sistema idrografico (Capoluogo)	1:5.000
12.1	Carta idrogeologica e del sistema idrografico (Camigliano)	
12.2	Carta idrogeologica e del sistema idrografico (Vecchiarello)	
INTERO TERRITORIO COMUNALE		
A 1, A 2	Carta geolitologica	1:10.000
B 1, B 2	Carta geomorfologica	1:10.000
C	Carta delle sorgenti	1:10.000
D 1, D 2	Carta dei geotopi e geositi	1:10.000
E 1, E 2	Carta della pericolosità di frana	1:10.000
F 1, F 2	Carta idrogeologica e del reticolo idrografico	1:10.000
Area delle sorgenti		
T 1	Carta clivo metrica	
T 2	Carta ubicazioni sorgenti	
T 3	Carta dell'edificabilità	

ALLEGATO 2

SCHEDA IFFI

ALLEGATO 3

SONDAGGI GEOFISICI

ALLEGATO 4

INDAGINI PENETROMETRICHE