COMUNE DI MONTALTO UFFUGO

Prov. di Cosenza

Finanziato dall'Unione europea
NextGenerationEU



INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO A RISCHIO IDROGEOLOGICO ALLA LOCALITÀ CALDOPIANO MEDIANTE RIPRISTINO DELLA STRUTTURA STRADALE DI CONTENIMENTO INTERESSATA DA DISSESTO
CUP: H84H20000700001–

PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

COMMITTENTE : AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI MONTALTO UFFUGO

RELAZIONE GEOLOGICA

			TAV.34

Il R.U.P.
Ing. Massimiliano Costanzo

Il Progettista
Ing. Govanni Motta



COMUNE DI MONTALTO UFFUGO

PROV. DI COSENZA

Progetto:

"MESSA INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA DEL TERRITORIO A RISCHIO IDROGEOLOGICO ALLA LOCALITÀ CALDOPIANO MEDIANTE RIPRISTINO DELLA STRUTTURA STRADALE DI CONTENIMENTO INTERESSATA DA DISSESTO". CUP: H84H20000700001– CIG: 86936345BA

Committente: AMM.NE COMUNALE DI MONTALTO UFFUGO

RELAZIONE GEOLOGICA

Rende – giugno 2021

ORDINE DEI GEOLOGI REGIONE CALABRIA
DOTT. GEOLOGO VINCENZO SICILIA
n° 273

IL GEOLOGO
DOTT. VINCENZO SICILIA Timbro e firma_____

INDICE ANALITICO

1. PREMESSA

2. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO GENERALE

2.1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

2.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE A SCALA REGIONALE

2.3. ASSETTO GEOLOGICO STRUTTURALE DELLA CATENA COSTIERA CALABRA

2.4. ASSETTO GEOMORFOLOGICO GENERALE E LOCALE

2.5. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO ED IDROGEOLOGICO GENERALE E LOCALE

2.6. CLIMATOLOGIA GENERALE E LOCALE

3. ASPETTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI LOCALI

3.1. MORFOLOGIA LOCALE

3.2. ASPETTI LITOLOGICI LOCALI

3.3. IDROLOGIA ED IDROGEOLOGIA LOCALI

4. CARATTERISTICHE TECNICHE DEI TERRENI

5. SISMICITA', PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE E RISPOSTA SISMICA LOCALE

6. CONCLUSIONI

Allegati

Tav. 1. Stralcio geologico in scala 1:10.000
Tav. 2. Stralcio topografico in scala 1:5.000
Tav. 3. Carta inventario delle aree a rischio frana e rischio idraulico
Tav. 4. Carta delle indagini

1. PREMESSA

Il presente studio geologico-tecnico è stato eseguito nel territorio comunale di Montalto Uffugo(CS), alla frazione Caldopiano, ed è stato commissionato dall'omonima amministrazione comunale per un progetto di "***Messa Intervento di messa in sicurezza del territorio a rischio idrogeologico alla località Caldopiano mediante ripristino della struttura stradale di contenimento interessata da dissesto".***

Esso è stato articolato attraverso varie fasi di studio che saranno esposte qui di seguito.

Una ***prima fase*** è stata dedicata alla ***ricerca bibliografica*** di studi precedenti e cartografia riguardanti l'area in esame e/o quelle immediatamente limitrofe.

Sicuramente il punto di partenza è rappresentato dalla Carta Geologica d'Italia (1:25.000), dalla Carta Topografica IGM (1:10.000), dal recente Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) realizzato dalla Regione Calabria e dalla Carta Tecnica Regionale sulla quale sono stati realizzati anche gli allegati cartografici al P.S.C. del Comune di Montalto Uffugo, assai utili per una caratterizzazione generale delle aree di intervento, unitamente alle foto aeree da visionare con metodologia stereoscopica.

La relazione geomorfologica del P.S.C. comunale e di altri studi effettuati in precedenza dal sottoscritto sul sito di interesse, sono risultati molto utili al fine della caratterizzazione geologica del sito di intervento; inoltre esistono numerose pubblicazioni riguardanti il contesto geomorfologico di interesse del presente studio.

Successiva alla fase di ricerca bibliografica si è delineata una ***fase di rilevamento*** di campagna.

Mediante diversi e mirati sopralluoghi si è cercato di individuare gli affioramenti presenti nelle aree di interesse sui quali attingere dati riguardanti le caratteristiche litologiche, geometriche e microstrutturali delle formazioni affioranti, sulla base di quanto ricavato dalla ricerca bibliografica.

Infine, sul sito di intervento, in data giugno 2018 è stata realizzata una ***campagna di indagini geognostiche*** di tipo diretto per la redazione del progetto preliminare, con l'esecuzione di n.3 sondaggi a carotaggio continuo con il prelievo di campioni indisturbati, spt in foro e prove di laboratorio sui campioni.

Ad integrazione della prima, in data odierna, è stata realizzata una seconda campagna di indagini con la realizzazione di n.2 prospezioni sismiche a rifrazione, n.2 prospezioni masw, n.2 misure hvsr e n.3 sondaggi penetrometrici.

Le indagini hanno consentito di evidenziare in modo sufficientemente dettagliato le caratteristiche geologiche dei terreni interessati per un volume sufficientemente significativo e proporzionale all'importanza delle opere previste dal progetto.

Lo studio ha pertanto assolto al compito di esprimere un parere circa la compatibilità dell'intervento proposto con la idoneità geomorfologica e sismotecnica del sito nel rispetto ed ai sensi delle norme tecniche secondo la normativa vigente in materia e con particolare riferimento a:

1. ***D.M. 17.01.2018 – "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".***
2. ***Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7***
3. ***Legge Regionale 16:2020***

2. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO GENERALE

2.1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il comprensorio comunale di Montalto Uffugo si colloca su una larga fascia di territorio che di allunga da ovest verso est sul versante orientale della Catena Costiera Calabra sino al raccordo con la piana alluvionale del fiume Crati, tra le quote media dei 200 e dei 1.000 mt s.l.m., su una superficie di circa 76,77 kmq.

Tale superficie è equamente condivisa tra zona valliva e collinare che ne occupano circa il 75 % circa, mentre il resto è zona montana e pedemontana.



Aerofoto con limiti comunali

Ad ovest esso confina con i comuni di San Benedetto Ullano, Paola e Fuscaldo, lungo la cresta della dorsale montuosa della Catena Costiera Calabra; a Sud ed Est confina con i comuni di San Vincenzo La Costa e Rende, a nord confina con il comune di San Benedetto Ullano e Lattarico mentre ad est confina con il comune di Rose e Luzzi.

Il territorio di Montalto Uffugo, relativamente all'area di interesse, cartograficamente, ricade alla sezione B del Foglio n° 229, II - S.O. della Carta d'Italia in scala 1:10.000 IGM edita dalla Cassa per il Mezzogiorno.

L'area interessata dallo studio è localizzata sul versante orientale della Catena Costiera Calabra in una fascia morfologica pedemontana, in corrispondenza della SP 95 alla frazione Caldopiano.

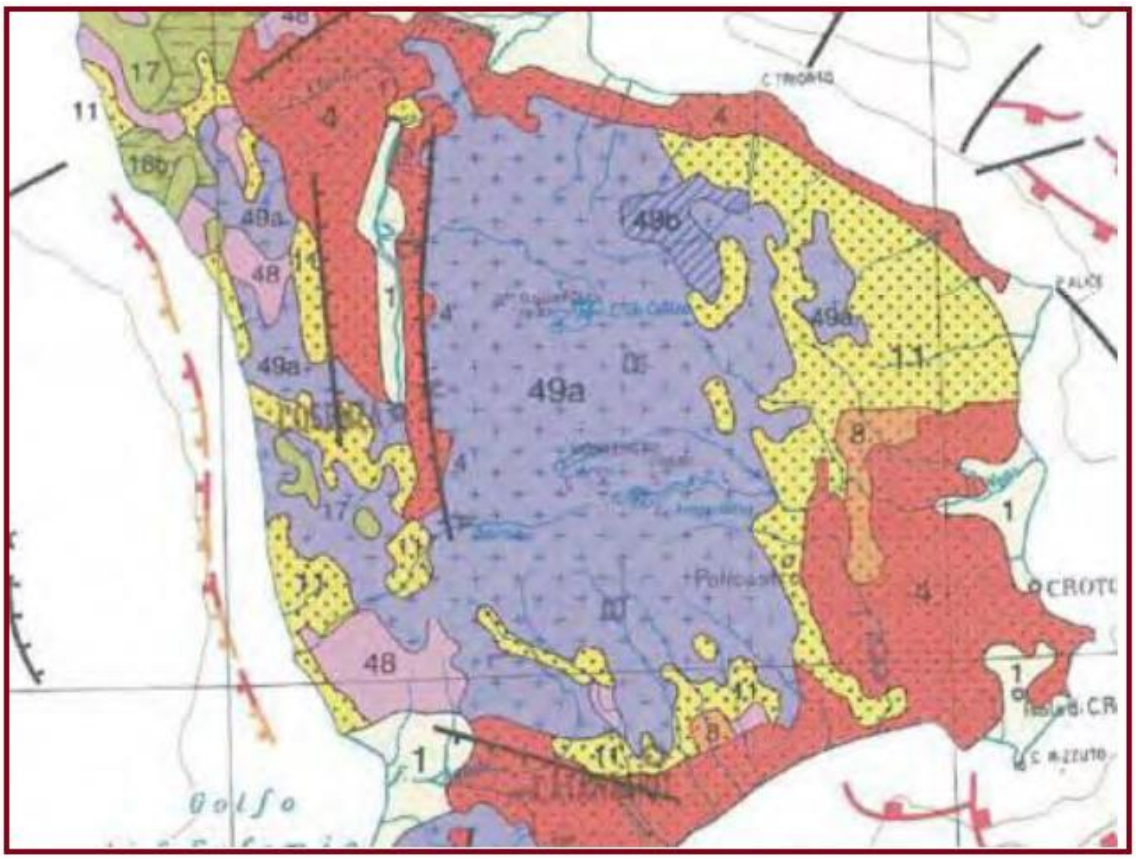
2.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE A SCALA REGIONALE

L'area oggetto di studio ricade nel settore settentrionale della Calabria, e precisamente, nel territorio della provincia di Cosenza.

Dal punto di vista geologico tale settore ricade nel conteso dell'Arco Calabro-Peloritano (AMODIO MORELLI *et al.*, 1976), ampia porzione d'origine alpina, dalla caratteristica forma ad arco, interposta tra la catena Maghrebide (ad andamento E-W) e l'Appennino meridionale (ad andamento NW-SE) estruso al di sopra della crosta oceanica del Bacino Jonico durante le fasi finali dei processi collisionali tra Africa ed Europa (Ben Avraham et alii, 1990).

La geologia della Calabria è caratterizzata prevalentemente da falde cristalline denominate Complesso Calabride, OGNIBEN, 1969; 1973; o Unità dell'Arco Calabro-Peloritano da AMODIO MORELLI *et al.,* 1976) messe in posto, nel Miocene inferiore durante l'orogenesi alpina (AMODIO MORELLI *et al.,* 1976).

In Calabria settentrionale (Fig. sotto) queste falde, costituite da rocce granitiche e da rocce metamorfiche e ofiolitiche sia di basso che di alto grado, sono sovrascorse sui terreni sedimentari che costituiscono la Catena appenninica.



Schema geologico della Calabria. 1) Depositi continentali (alluvioni, sedimenti lacustri e lagunari) e, subordinatamente, marini (spiagge) – Pleistocene superiore-Olocene; 4, 8) Depositi terrigeni marini – Pliocene inferiore p.p. -Pleistocene inferiore; 11, 16) Depositi terrigeni marini – Miocene sup.-Pliocene inferiore p.p.; 17, 18)Unità carbonatiche e terrigene della catena Appenninica – Triassico-Oligocene; 19) Sabbie e conglomerati – Oligocene-Miocene; 48) Sedimenti oceanici con ofioliti – Cretacico-Oligocene; 49) Unità metamorfiche e graniti (da Bigi et al., 1989)

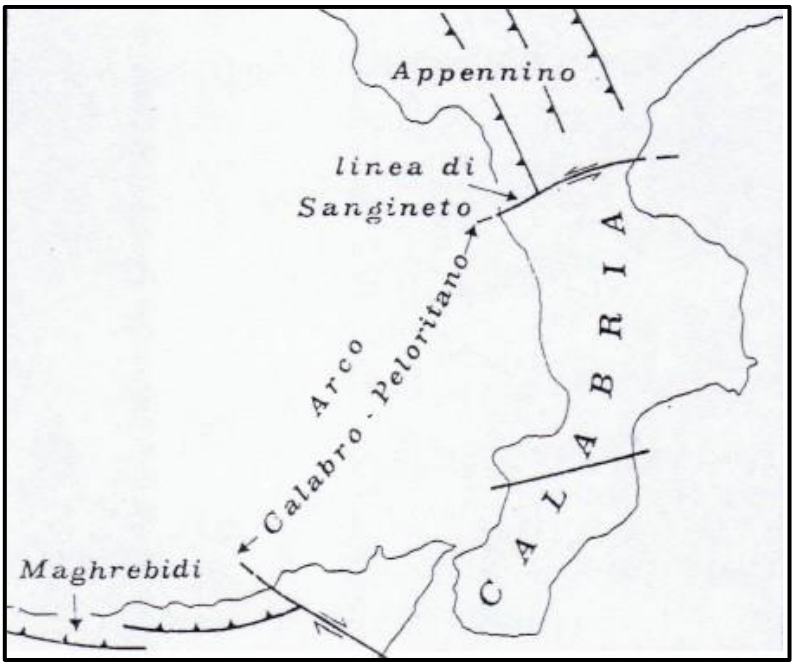
Le rocce granitiche e metamorfiche che compongono quasi totalmente i rilievi della Sila, delle Serre e dell'Aspromonte spiccano nettamente rispetto alle rocce sedimentarie (calcaree e terrigene) che compongono la gran parte dell'Appennino meridionale e della Sicilia.

Due grossi sistemi strutturali trasversali delimitano i terreni cristallini calabridi rispetto alle catene sud-appenninica (linea di Sangineto) e maghrebide (linea di Taormina).

Da un punto di vista strutturale, i terreni che compongono interamente la Calabria hanno subito numerose fasi tettoniche; tra queste, la più importante risulta il sovrascorrimento tra le varie unità cristalline calabridi e tra le rocce sedimentarie del versante ionico (soprattutto nell'alto Ionio tra i fiumi Sinni e Trionto). Queste fasi tettoniche si sarebbero ultimate tra il Messiniano ed il Pliocene.

La struttura della regione così determinata risulta ulteriormente segmentata da importanti sistemi di faglie legati all'apertura del basso Tirreno ed organizzate secondo sistemi longitudinali, paralleli alle direttrici strutturali della catena e sistemi trasversali che interrompono la continuità della stessa. Questi due diversi sistemi strutturali sono i principali responsabili dell'apertura di importanti bacini sedimentari, sia continentali che marini, longitudinali (bacini del Grati, del

Mesima, di Crotone-Capo Spartivento, di Paola-Gioia) e trasversali (fossa del basso Crati-Sibari, fossa di Catanzaro, fossa di Siderao) all'asse della catena calabra (GRISETTI, 1979).



Relazioni tra Arco Calabro e sistema orogenico appenninico-maghrebide

2.3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE DELLA CATENA COSTIERA CALABRA

La Catena Costiera tirrenica rappresenta la struttura geologica fondamentale della zona che strutturalmente è da considerarsi un Horst con asse rettilineo N-S. Essa è limitata ad Est dalla Valle del Crati e ad Ovest dal sommerso bacino di Paola.

Lungo il suo fianco occidentale, allo sbocco dei corsi d'acqua, nella poco estesa pianura costiera, sono ubicate una serie di conoidi alluvionali indicatrici dell'attività tettonica dell'area strettamente legati ai tassi di sollevamento nonché alle condizioni climatiche e alle variazioni del livello del mare.

Essa risulta costituita da numerose unità tettoniche cristalline (ofiolitiche, metasedimentarie, metamorfiche di basso e medio-alto grado e plutoniche) ricoperte, a partire dal Miocene medio-superiore, da sedimenti maghrebide terrigeni e biodetritici.

Solo le estreme parti settentrionale e meridionale sono rispettivamente caratterizzate da rocce calcareo-dolomitiche appartenenti al Massiccio del Pollino (a nord) e dai terreni granitici e metamorfici del Massiccio Silano (a sud).

Da un punto di vista generale possiamo affermare che la Catena Costiera Calabra è un edificio a falde di ricoprimento sovrapposte formate sia da terreni cristallino – metamorfici che sedimentari sui quali si rinviene talvolta la presenza di depositi clastici ed evaporitici altomiocenici e plioquaternari legati a più cicli trasgressivi post-orogeni i quali giacciono in trasgressione sui terreni alloctoni della Catena.

Per ciò che concerne la Catena in sè stessa possiamo affermare che l’ossatura geologica

del rilievo è costituita da rocce cristallino metamorfiche e granitoidi più o meno fratturate e degradate, costituite essenzialmente da gneiss, scisti biotitici e leucoscisti, rocce intrusive a composizione acida da granitica a granodioritica.

Alla base affiora una unità ofiolitifera costituita in prevalenza da filladi grigio-scure con associate metareniti e scisti anfibolitici.

In condizioni di profonda deformazione tettonica, le filladi sono intercalate a matabasiti di origine profonda e visibili in superficie lungo i piani di sovrascorrimento.

Sopra le filladi giace una unità tettonostartigrafica costituita da gneiss biotitico-granatiferi, talvolta muscovitici e con livelli quarzoso-feldspatici.

Su tutte le rocce ovunque, lungo i versanti e le spianate sommitali, si rinvengono prodotti di soliflussione e dilavamento olocenici, talvolta frammisti a materiale alluvionale; mentre il fondovalle è caratterizzato dalle tipiche litologie degli ambienti fluviali alluvioni fisse e mobili.

Ai bordi del suddetto edificio geologico si sono sviluppati i bacini sedimentari dal miocene all'attuale di cui la valle del Crati ne costituisce il più importante.

Quest'ultima rappresenta una depressione tettonica riempita da sedimenti marini e continentali ascrivibili al miocene ed olocene e si estende in direzione meridiana.

Tra queste due grandi strutture geologiche si sono sviluppati una serie di bacini minori che hanno dato vita ad un susseguirsi di cicli sedimentari trasgressivo/regressivi miocenici e pliocenici.

Basalmente affiorano i terreni del ciclo sedimentario Tortoniano-Pliocene inferiore sui quali giacciono i depositi dei cicli medio pliocenico-quaternari.

Sul substrato costituito dai suddetti terreni giacciono depositi terrazzati quaternari di origine marina e continentale.

2.4. ASSETTO GEOMORFOLOGICO GENERALE E LOCALE

La Calabria settentrionale è caratterizzata da grosse strutture morfologiche generate nel corso della tormentata storia geologica che tale regione ha subito, riuscendo ad individuare diversi sistemi morfologici più o meno ampi e caratterizzati da fenomeni di evoluzione morfodinamica abbastanza diversificati da un settore all'altro.

La Calabria settentrionale, è limitata da un gruppo montuoso del Pollino, le cui vette più alte raggiungono i 2250 m altezza; questo si sviluppa in direzione E-W, costituendo un sistema continuo dallo Ionio al Tirreno.

La morfologia è caratterizzata da versanti generalmente molto acclivi ed incisioni fluviali estremamente approfondite. Infatti, numerose gole e forre, presenti nei corsi d'acqua principali che solcano il Pollino, fanno di esso un ambiente quasi unico sotto l'aspetto paesaggistico.

La morfologia carsica è chiaramente un fattore tipico di queste aree.

Sul versante ionico, il territorio calabrese si prolunga lungo una fascia orientata N-S, da Trebisacce-S. Lorenzo Bellizzi a Rocca Imperiale-Nocara. Le litologie prevalentemente argillitico-

arenitiche fanno si che il paesaggio assuma un aspetto collinare con notevoli frane e dissesti gravitativi talora anche profondi.

A sud del Pollino, si sviluppano estesamente i sistemi morfologici della Catena Costiera, della valle del fiume Crati e del Massiccio Silano.

La Catena Costiera rappresenta un sistema montuoso esteso per circa 100 km e largo oltre 15 km, le cui cime sfiorano i 2000 m. Le litologie sono molto variabili, dai calcari mesozoici delle unità appenniniche alle litologie cristalline plutonico-metamorfiche di quasi tutte le unità dell'Arco Calabro.

Morfologicamente, si tratta di un rilievo giovane ancora in sollevamento, i versanti sono generalmente molto acclivi e solo nelle parti basse si riscontra la presenza di forme collinari; sul versante costiero sono presenti tipiche morfologie terrazzate (i.e. Diamante, CAROBENE & FERRINI, 1990; S. Lucido-Amantea, SORRISOVALVO & SYLVESTER, 1990) e morfologie tipiche di conoidi alluvionali (i.e. S. Lucido-Amantea, SORRISO-VALVO & SYLVESTER, 1990; Paola-Fuscaldo).

La valle del fiume Crati, che si sviluppa da Cosenza fino alla piana di Sibari, costituisce un *graben* asimmetrico bordato da numerose faglie alcune delle quali ancora attive, riempito da sedimenti plio-quaternari (LANZAFAME & ZUFFA, 1976; LANZAFAME & TORTORICI, 1981).

I margini della valle sono costituiti: ad est dalla Sila, ad ovest dalla Catena Costiera ed a nord dal Massiccio del Pollino.

L'asse della valle è orientato N-S mentre, in corrispondenza della piana di Sibari, questo ruota di circa 60° orientandosi NE-SW.

La morfologia, tipicamente collinare, è caratterizzata da un fitto reticolo idrografico dominato dal fiume Crati, capace di trasportare notevoli volumi di sedimento.

Forme morfologiche tipiche sono i terrazzamenti sia marini che continentali e le conoidi alluvionali mentre, soprattutto sul versante silano si osserva la presenza di numerose frane nei sedimenti sabbiosi quaternari e nei terreni cristallini profondamente alterati (GUERRICCHIO **&** MELIDORO, 1973; CARRARA & MERENDA, 1974; 1976; FREGA *ET AL.*, 1976; MERCURI & MERENDA, 1981; CASCINI *et al.,* 1988; 1991a; 1991b).

Il Massiccio della Sila, la cui vetta più alta raggiunge i 1930 m (M.te Botte Donato), mostra una morfologia piatta con enormi spianate ad alta quota.

Esso è orientato secondo N-S, ha una forma subrettangolare e si estende da poco a nord della stretta di Catanzaro fino alla piana di Sibari.

La morfologia è quella tipica di un'area in sollevamento; sono ancora riconoscibili forme legate ad eventi glaciali. Un aspetto caratteristico è dato dall'enorme stato di alterazione in cui si trovano le rocce cristalline talora ridotte a terreni semisciolti.

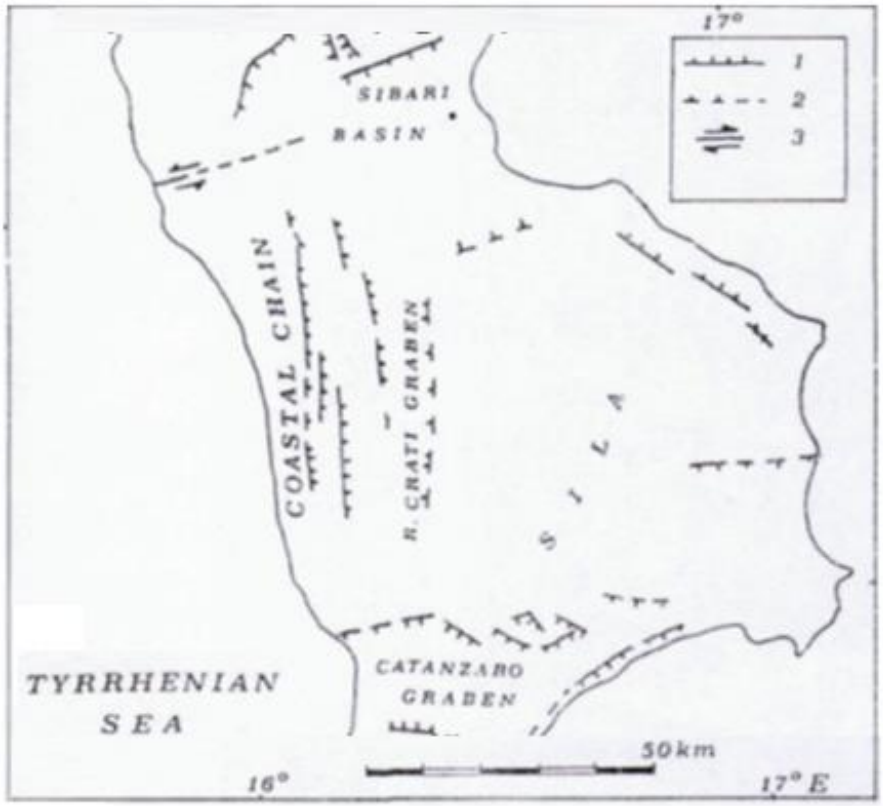
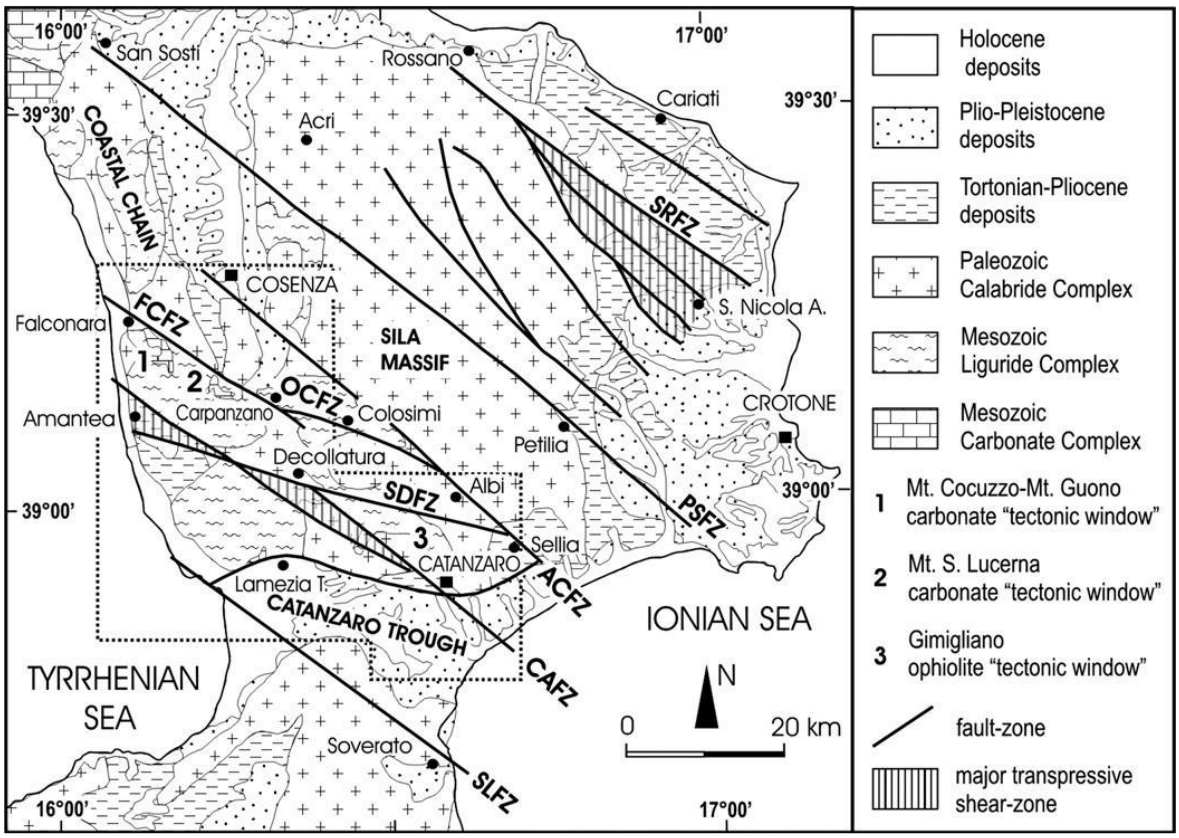


Fig. 3 - Strutture tettoniche principali di età neogenica in Calabria e nei Monti Peloritani che hanno fortemente influenzato la morfologia della regione. 1: faglie; 2: faglie presunte; 3: faglie trascorrenti. Da BOTTARI *et al.* (1981-82).



Principali linementi tettonici (Miocene medio-Pleistocene medio) della Calabria centro-settentrionale. (SLFZ) Soverato-Lamezia Fault Zone*; (CAZF) Catanzaro-Amantea* Fault Zone; *(ACFZ) Albi-Cosenza* Fault Zone; *(SDFZ) Sellia-Decollatura* Fault Zone; *(OCFZ) Ospedale-Colosimi* Fault Zone; *(FCFZ) Falconara-Carpanzano* Fault Zone; *(PSFZ) Petilia-S.Sosti* Fault Zone; *(SRFZ) S.Nicola-Rossano* Fault Zone.

Da un punto di vista strutturale possiamo affermare che il territorio comunale di Montalto Uffugo ricade tra due grandi sistemi strutturali che sono la Catena Costiera ed il Bacino del Crati.

Quest'ultimo è suddiviso in due tronconi dei quali uno a sud posizionato assialmente alla Catena Costiera ed al Massiccio Silano ed uno a nord rappresentato dalla pianura di Sibari, che si dispone a 60 gradi rispetto al primo, sviluppandosi lungo la Linea di Sangineto.

L'area in esame è situata in una zona strutturalmente complessa in quanto ricade lungo una importante direttrice tettonica regionale con direzione N –S, responsabile del sollevamento dell'edificio a falde cristallino – metamorfiche di età paleozoca che strutturano l'horst della Catena Costiera Calabra, rispetto al graben della valle del fiume Crati.

Lungo circa 50 km, da San Fili sino a San Marco Argentano ed attivo sin dal Pliocene inferiore, a questa grande struttura tettonica sono associati diversi e diffusi sistemi di faglie a carattere distensivo anche son mancano esempi a carattere compressivo, entrambi generatesi attraverso deformazioni polifasiche.

Nell' horst della Catena affiorano quasi esclusivamente terreni cristallino-metamorfici derivanti da formazioni della Catena Alpina.

Nel graben, invece, affiorano quasi elusivamente depositi postorogeni della valle del Crati.

Basalmente affiorano i terreni del ciclo sedimentario Tortoniano-Pliocene inferiore sui quali giacciono i depositi dei cicli medio pliocenico-quaternari.

Nell'area considerata sono state rilevate in maggioranza faglie di origine distensiva, ma anche di origine compressiva e trascorrente.

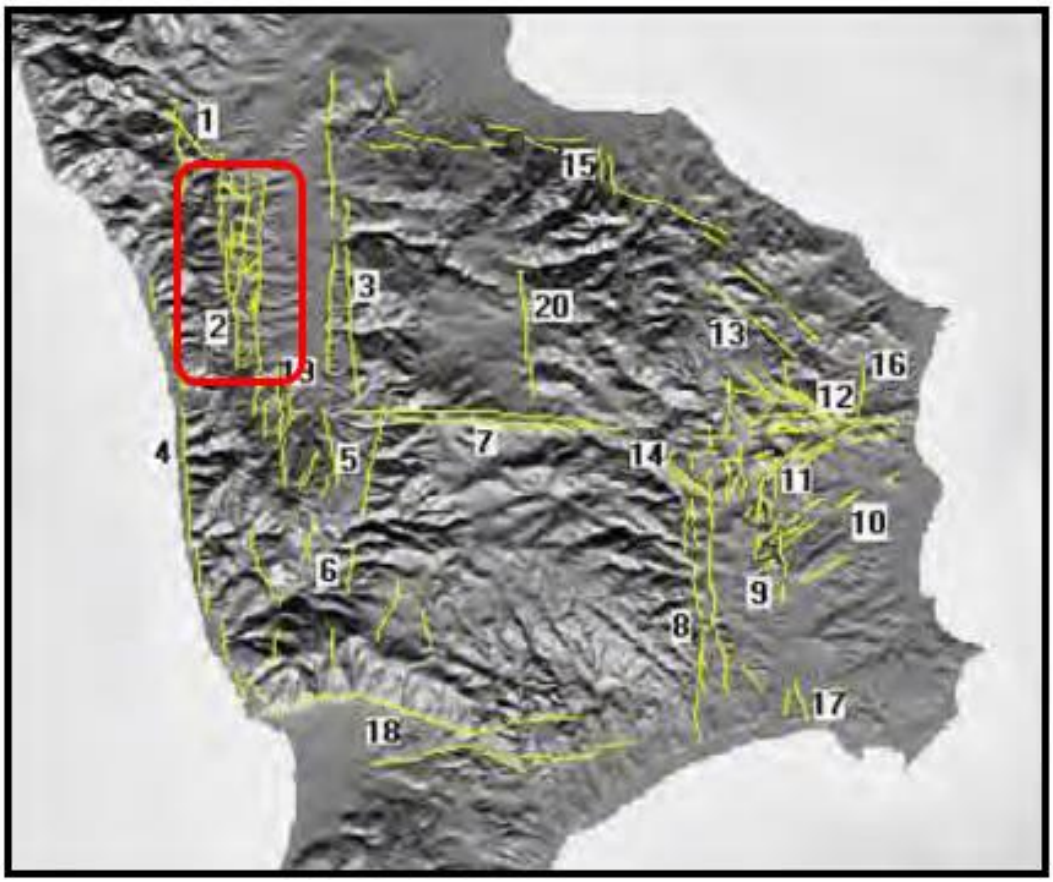
Le strutture distensive, che sono quelle responsabili del sollevamento dell horst della Catena, costituiscono un sistema tettonico a gradinata con immersione verso est e piani di faglia inclinati da 0 (sub verticali) a 30°.

Esso culmina con la direttrice San Fili – San Marco Argentano e giustappone i termini cristallini paleozoici con i termini sedimentari neogenici, con dislocazioni anche all'interno di questi ultimi.

Le strutture compressive sono rappresentate in primo luogo da thrust con piani orientati mediamente N-S, immersione verso Est ed inclinazioni variabili da 0/30° a 30/60° a seconda che si tratti di flat o di ramp.

Tali strutture hanno evidenziato cinematismi inversi, con pitch mediamente orientati Est-Ovest; in subordine sono stati riconosciuti thrust orientati Est-Ovest con inclinazioni inferiori ai 40° verso Sud e pitch orientati mediamente Nord-Sud.

Le strutture trascorrenti mostrano direzioni medie Est-Ovest (Nord 80-120°) e piani sub verticali.



Schema neotettonico faglie attive con area di interesse

Il sistema CS2 corrisponde alle grandi faglie normali N-S che bordano ad occidente la fossa tettonica della valle del Crati (Lanzafame e Tortorici, 1981).

Il rigetto complessivo di queste strutture è stimabile in 1500-2000 m nel corso del Pleistocene.

La faglia mostra una fortissima evidenza morfologica e si organizza in dettaglio in una "scalinata" di elementi a dislocazione normale ribassati verso E.

Le dislocazioni in molti casi interessano anche la superficie sommitale delle conoidi quaternarie, indicando il persistere di deformazioni attive anche durante l'Olocene (Moretti, 1999). Tale sistema però non viene collegato a sismi storici di portata distruttiva.

2.5. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO ED IDROGEOLOGICO GENERALE E LOCALE

Il reticolo idrografico della Calabria Settentrionale è fortemente condizionato dalla morfologia, la quale risulta controllata dalla tettonica a causa dell'elevato sollevamento a cui è soggetta a tutt'oggi la Calabria; di conseguenza l'approfondimento del reticolato idrografico risulta molto intenso ed i limiti dei principali bacini mostrano buone corrispondenze con le principali strutture tettoniche (SORRISO-VALVO & SYLVESTER, 1993).

Le correlazioni appaiono molto marcate soprattutto in corrispondenza dei bacini del Crati e del Mesima, strutturati dalle maggiori faglie normali appartenenti alla rift - zone.



Relazioni tra la distribuzione dei bacini idrografici e l'assetto neotettonico (Le strutture tettoniche riportate sono state desunte da: Monaco e Tortorici, 2000; Sorriso-Valvo e Tansi, 1996)

La morfologia molto tormentata, la breve distanza che intercorre fra i principali sistemi montuosi ed il mare, il rilevante sviluppo costiero rispetto all'estensione territoriale danno luogo a numerosi corsi d'acqua caratterizzati da bacini imbriferi generalmente molto modesti, di medio-basso ordine gerarchico con breve corso in pianura e con forti pendenze longitudinali.

Per effetto delle elevate pendenze dei tratti montani dei bacini e per la presenza di estese formazioni prevalentemente impermeabili, le acque meteoriche vengono smaltite molto rapidamente ed il regime dei corsi d'acqua riproduce in genere, più o meno fedelmente, l'andamento degli afflussi meteorici.

Pertanto i deflussi più cospicui corrispondono alle stagioni piovose mentre i deflussi della stagione estiva risultano essere generalmente quasi nulli o molto modesti finché non sopraggiungono le piogge del medio autunno; solo alcuni dei principali corsi d'acqua, per la maggior parte provenienti dal Massiccio Silano, hanno un regime più costante.

La struttura della rete idrografica si presenta comunque nel complesso alquanto elementare.

Lo spartiacque principale corre da nord a sud seguendo le cime della Catena Costiera, delimitando un versante tirrenico, arealmente meno esteso, ed uno ionico molto più ampio.

L'assetto neotettonico regionale e l'attuale morfologia del territorio consentono lo sviluppo dei fiumi di maggiore lunghezza (Crati, Neto) soltanto nel settore settentrionale della Calabria.

Il versante tirrenico ha appena 5 corsi d'acqua rilevanti per lunghezza e portata, compresi tra il fiume Lao, che scende dal versante sud-occidentale del Pollino ed ha andamento regolare, ed il fiume Savuto, che drena il fianco sud-occidentale della Sila ed ha carattere torrentizio.

Il versante ionico settentrionale presenta i maggiori fiumi della regione.

Insieme alle maggiori lunghezze questi corsi d'acqua hanno deflussi fra i più regolari dell'intera regione.

Nel settore meridionale mancano le condizioni morfologiche affinché possano svilupparsi corsi d'acqua di sensibile lunghezza: infatti, i versanti ionico e tirrenico, tra i quali si interpone il sistema cristallino-metamorfico Serre-Aspromonte con altezze frequentemente superiori ai 1.000 m, sono separati soltanto da poche decine di km in linea d'aria (in alcuni punti meno di 40 km) ed i corsi d'acqua assumono per lo più regime di fiumara.

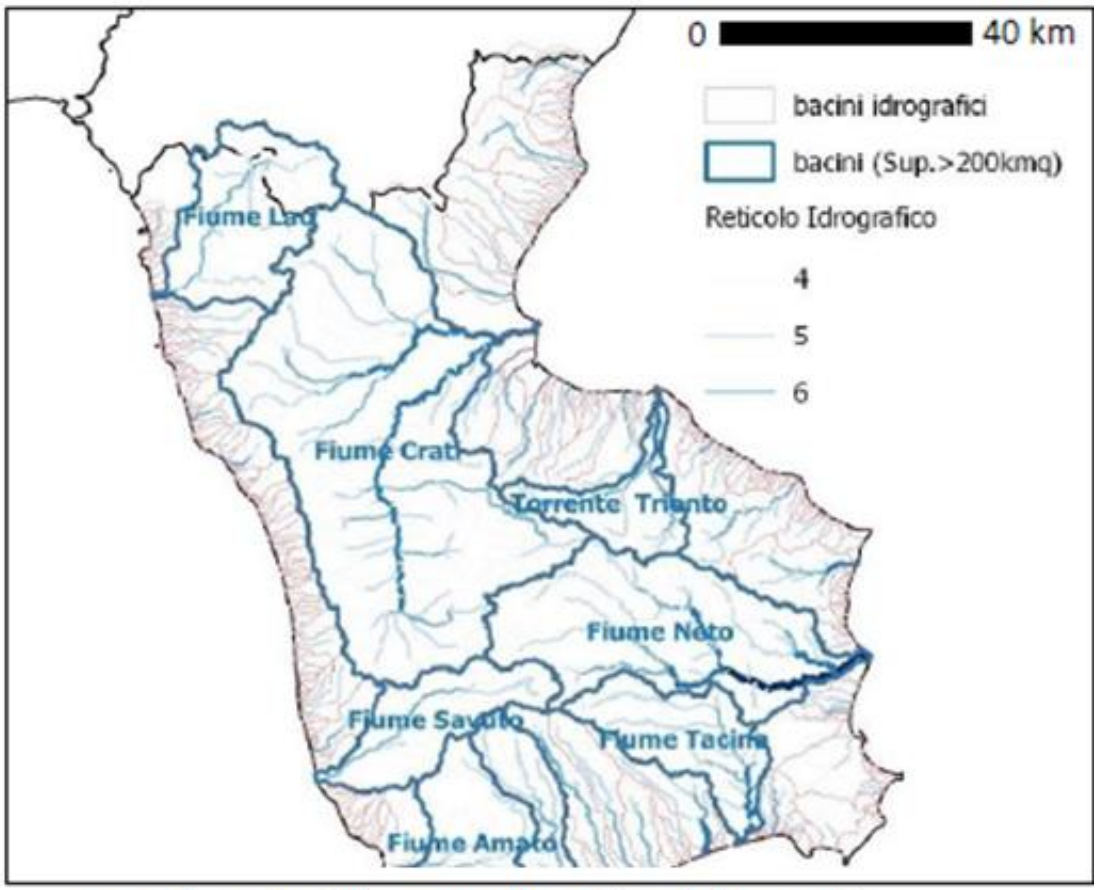
Il Crati è il principale fiume della Calabria per lunghezza, bacino e portata media annua.

Gli altri principali fiumi ionici sono il Trionto, il Neto, il Tacina, l'Alli ed il Corace che drenano la parte orientale e meridionale dell'altopiano silano.

Negli ultimi anni l'impatto combinato dei cambiamenti del clima – che si manifestano con una frequenza sempre maggiore di eventi pluviometrici di notevole intensità - e di un inadeguato uso del suolo, ha sensibilmente innalzato il grado di rischio alluvionale della regione.

Il Servizio Idrografico ha operato una suddivisione del territorio regionale in 36 bacini idrografici a loro volta suddivisi in 75 secondari e in 591 elementari.

Essi sono caratterizzati prevalentemente da superfici di ridotte estensioni (Tabella 1): il 44,5% dei bacini idrografici ha una superficie inferiore a 1 kmq, il 40,4 % compresa tra 1 e 10 kmq, mentre solo l'1% di essi risulta avere una superficie superiore ai 200 kmq.



Bacini Idrografici delle principali aste fluviali dei corsi d'acqua della Calabria Settentrionale

I bacini significativi, con superficie maggiore di 200 kmq, sono i seguenti: fiume Crati, fiume Neto, fiume Mesima, fiume Lao, fiume Amato, fiume Tacina, fiume Petrace, fiume Savuto, fiume Corace, torrente Trionto Analogamente sono poco frequenti i fiumi con lunghezza dell'asta principale superiore a 50 km: il Crati con 81,4 km, il Neto (80,8 km), il Tacina (58 km), l'Amato (56,2 km) ed il Savuto (72,7km). Il resto è rappresentato da corsi d'acqua di breve lunghezza che hanno però una pendenza media longitudinale molto elevata (VICECONTE, 2004).

superficie bacini idrografici	numero	%
sup < 1 kmq	446	44,5 %
1 kmq ≤ sup < 10 kmq	405	40,4 %
10 kmq ≤ sup < 20 kmq	48	4,8 %
20 kmq ≤ sup < 30 kmq	26	2,6 %
30 kmq ≤ sup < 40 kmq	14	1,4 %
40 kmq ≤ sup < 50 kmq	8	0,8 %
50 kmq ≤ sup < 100 kmq	31	3,1 %
100 kmq ≤ sup < 200 kmq	15	1,5 %
sup ≥ 200 kmq	10	1,0 %
totale	1003	100,0 %

Estensione dei bacini idrografici calabresi

Bacini Ionici				
Nome	Sup.(kmq)	Perim.(Km)	Lung. (Km)	Alt. Med(m)
Ferro	119,83	64,66	29,7	467,7
Straface	39,3	36,28		447,2
Saraceno	87,55	53,03	23,7	717,4
Crati	2247,79	319,16	94,75	603,2
Coriglianeto	63,09	57,9	31,33	614,9
Trionto	288,49	128,77	47,34	810,4
Nica	174,96	76,39	33,22	317,7
Neto	1070,03	218,1	93,33	830,1

Bacini Tirrenici				
Nome	Sup.(kmq)	Perim.(Km)	Lung. (Km)	Alt. Med(m)
Lao	594,46	144,64	63,15	768,8
Abatemarco	63,73	48,48	22,85	703,2
Corvino	35,68	29,62		679,8
Licetta	46,94	39,6	16,4	631,5
Oliva	59,23	45,17	18,4	586,9
Savuto	411,54	124,67	55,14	792,4

Principali torrenti del settore settentrionale della Calabria

Per quanto riguarda l'idrografia locale, nelle aree montane interne i corsi d'acqua rivelano carattere torrentizio con alvei molto incisi su versanti acclivi sui quali esercitano una marcata azione erosiva; tali lineamenti idrici sono spesso coincidenti con i principali lineamenti tettonici dell'area

Nelle aree collinari, dove le pendenze diminuiscono visibilmente, i corsi d'acqua passano da una attività di erosione intensa ad un'attività di sedimentazione.

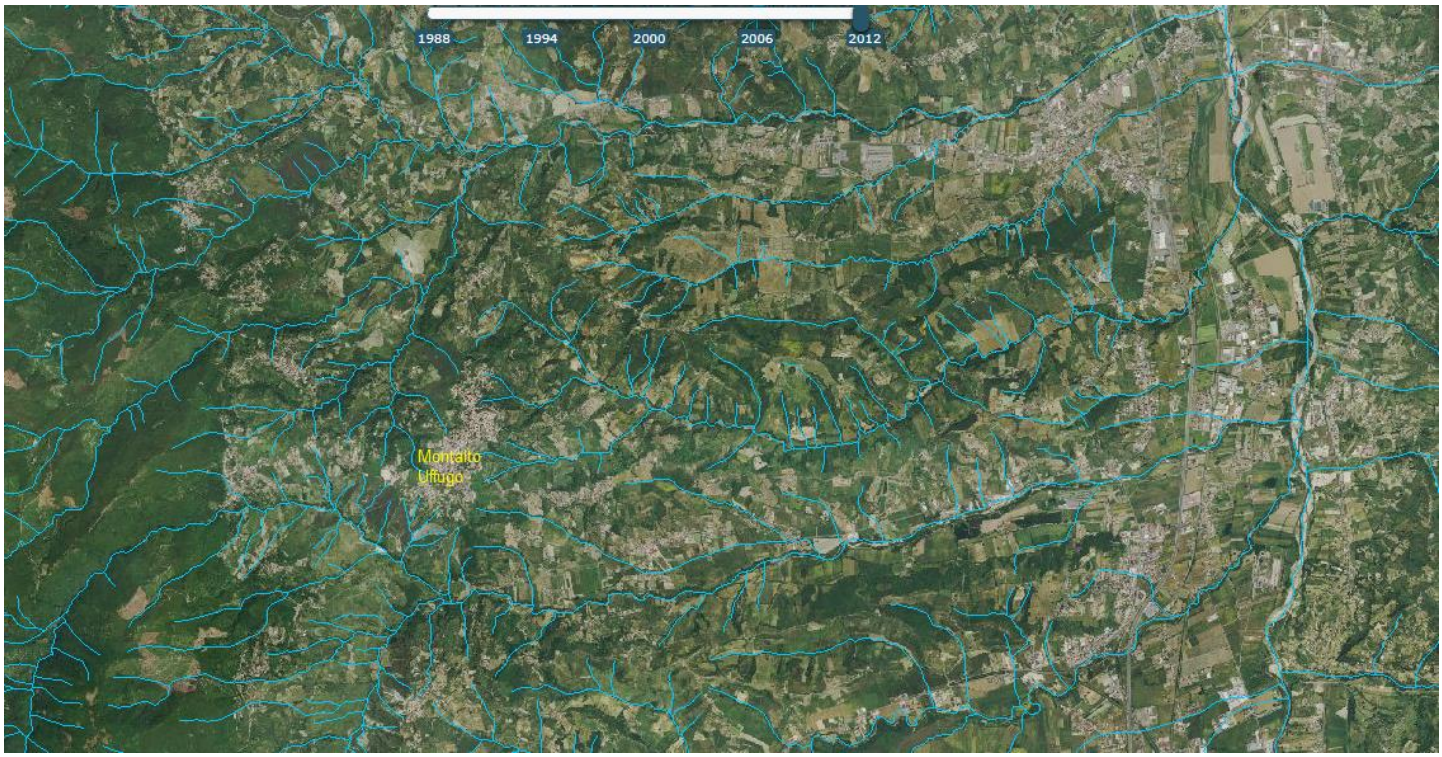
Le aste drenanti hanno direzione ovest-est e nell'area sono caratterizzate dai tratti prossimali, con alvei di medio ordine gerarchico e alta pendenza, con tendenze erosive per arretramento della testa (*headward erosion*) e per approfondimento dell'alveo (*deepning erosion*).

Notevole anche l'azione morfoselettiva, agente in prevalenza sui litotipi a carattere argillosi ed in misura minore sui litotipi arenacei e conglomeratici e ancor minore sui litotipi metamorfici di alto grado, con il risultato di ottenere alte energie di rilievo nei contesti ad alta resistenza e blandi nei terreni erodibili.

L'idrografiaè abbastanza sviluppata come ben visibile nello stralcio di seguito riportato dell'idrografia superficiale fornito dall'ABR.

Il reticolo idrografico risulta denso e gerarchizzato, di tipo dentritico, vincolato in non poche occasioni ad un controllo strutturale come si può verificare dalla presenza di tratti brevi e rettilinei che ricalcano i lineamenti tettonici della zona.

Per quanto riguarda la circolazione idrica essa è certamente controllata a grande scala dai segmenti tettonici della master fault, ed i principali movimenti verticali sono legati ad essa.



A livello idrogeologico, riferendoci ai terreni sinora descritti, facciamo una distinzione tra i termini cristallini e quelli sedimentari.

Per ciò che concerne i primi essi non hanno in genere una permeabilità elevata.

Nella parte più superficiale alterata e microscagliettata risiede una permeabilità per porosità secondaria con valori generalmente medio bassi, ma molto variabili, che dipendono dalla presenza o meno di materiale residuale in matrice rispetto al materiale detritico.

Nel sottostante ammasso roccioso, invece, notiamo una permeabilità sempre secondaria ma per fratturazione con valori di permeabiltà più elevati ma che dipendono dal grado di fratturazione e dove risiede la circolazione idrica principale.

La permeabilità diminuisce con la profondità, in corrispondenza di termini più integri e compatti.

Riguardo i terreni sedimentari, i termini più permeabili sono dati dai conglomerati e dalle sabbie quando si trovano in condizioni non eccessive di cementazione o, in quest'ultimo caso, quando si trovano in condizioni di fratturazione spinta.

Essi sono caratterizzati, nel primo caso, da una permeabilità per porosità primaria, nel secondo da una permeabilità per porosità secondaria ma in entrambi i casi con valori di permeabilità in genere elevati e sede di intensa circolazione idrica.

Per quanto riguarda le argille esse possono essere considerate poco impermeabili nei termini più superficiali alterati ed allentati e praticamente impermeabili nei termini più profondi più integri e compatti.

Nei termini igneo-metamorfici generalmente la falda freatica è presente ma limitata alle porzioni più profonde di terreno e nei termini più fratturati.

Nei terreni sedimentari miocenici e pliocenici, invece, la profondità della falda dipende direttamente dalla presenza più o meno superficiale dell'argilla la quale può rendere possibile la presenza dell'acqua a breve distanza dal p.c..

Qui di seguito, per brevità di trattazione, saranno descritti solo i complessi idrogeologici che affiorano nell'area di stretto interesse tra tutti quelli classificati dai vari autori e qui di seguito elencati:

1_Complesso clastico di deposizione continentale (Quaternario recente)

2_Complesso conglomeratico-sabbioso e calcarenitico (Pleistocene)

3_Complesso sabbioso-argilloso (Calabriano)

4_Complesso argilloso-marnoso (Pliocene)

5_Complesso conglomeratico-sabbioso (Pliocene inferiore)

6_Complesso sabbioso-arenaceo-marnoso ed evaporitico (Miocene)

7_Complesso argilloso-marnoso ed argilloso eterogeneo (Cretaceo-Miocene)

8_Complesso calcareo-marnoso (Eocene-Giurassico)

9_Complesso calcareo-dolomitico (Lias inf.-Trias medio)

10_Complesso cristallino-carbonatico-metamorfico (Paleocene-Trias)

11_Complesso cristallino-metamorfico (Paleozoico)

12_Complesso metamorfico (Paleozoico)

1_Complesso clastico di deposizione continentale (Quaternario recente).

Si tratta di sedimenti clastici riferibili alle alluvioni recenti e terrazzate, detriti di falda e/o frana e coni di deiezione. Le alluvioni si sviluppano essenzialmente lungo il corso dei fiumi principali e si allargano notevolmente in prossimità dello sbocco al mare, mentre fasce consistenti di detrito di falda sono rilevabili ai piedi dei principali rilievi montuosi. Questi depositi presentano granulometria generalmente ghiaiosa-ciottolosa e sabbioso-ghiaiosa e sono caratterizzati da una permeabilità primaria quasi sempre elevata che può ridursi notevolmente in prossimità di locali lenti argilloso-siltose e dove i termini sabbioso-ghiaiosi fanno passaggio ai sedimenti sabbioso-limosi litoranei. I valori del coefficiente di permeabilità possono essere stimati tra 1,0 e 10,0 cm/sec. Nei sedimenti alluvionali, specie in prossimità delle grandi vallate e pianure alluvionali, si possono creare delle falde idriche rilevanti anche grazie al notevole spessore dei sedimenti, alla conformazione geometrica di perfetta pianura ed all'estensione areale dei medesimi; essi sono caratterizzati da un c.i.p. con valori elevati sino all 60%. Riguardo i detriti di versante alla base dei rilievi montuosi, costituiti da materiali di alterazione e fratturazione delle rocce del rilievo stesso, essi sono caratterizzati dalla medesima tipologia di permeabilità mentre i valori di permeabilità sono inferiori e variabili i base alla presenza di materiale fine di origine residuale, plastico e molto fine, come avviene, in genere, per i rilievi di origine cristallino-metamorfica. I valori del coefficiente di permeabilità possono essere stimati tra 1,0 e 5,0 cm/sec. Le falde idriche sono presenti ma ad elevata profondità; accumuli idrici sospesi di tipo superficiale ed a carattere temporaneo, invece, sono resi possibili dall'eterogeneità microstrutturale di tali complessi, costituiti da materiali a differente grado di alterazione e fratturazione. Infine la loro giacitura, quasi sempre in posizione pedemontana ed in pendio, rendono possibile il rapido drenaggio delle acque di infiltrazione non consentendo accumuli idrici a carattere di falda vera e propria; sono rilevabili sorgenti di versante

ma a carattere quasi sempre temporaneo in quanto alimentate da piccole falde sospese che dipendono direttamente dalle precipitazioni del momento.
Nelle particolari occasioni in cui tali materiali sono tamponati lateralmente da complessi impermeabili, come succede spesso nella Catena Costiera Calabra dove la coltre detritica di falda e la parte più alterata del complesso igneo-metamorfico sono tamponate lateralmente, mediante un contatto tettonico, dalle argille mioceniche, allora la falda di base, in genere localizzata solo nelle porzioni più fratturate dell'ammasso, risale sino a livelli più superficiali sino ad interessare la coltre detritica. Questo dà vita a sorgenti a carattere perenne e con portate talvolta interessanti.

4_Complesso argilloso-marnoso (Pliocene).

Comprende le formazioni argillose ed argilloso-marnose di età pliocenica, con spessori elevati sino a 600-700 mt. Il c.i.p. è da considerarsi quasi nullo; esse costituiscono anche il basamento impermeabile degli acquiferi superiori alluvionali pleistocenici, in particolar modo nelle pianure alluvionali di fondovalle.

11_12_Complesso cristallino-metamorfico e metamorfico (Paleozoico).

E' costituito dalle rocce intrusive a struttura massiccia ed alle metamorfiti a struttura gneissica. Le prime sono rappresentate da graniti e rocce granitoidi mentre le seconde comprendono soprattutto gneiss e scisti biotitici. Tutte le rocce appartengono al complesso calabride e sono molto diffuse su tutto il territorio regionale; infatti esse, insieme alle metamorfiti scistose, costituiscono l'ossatura fondamentale dei rilievi Silani, della Catena Costiera, delle Serre e dell'Aspromonte. La quantificazione del grado di permeabilità è complessa perchè le fasce di degradazione e fratturazione si presentano spesso come coltri superficiali di alterazione di un terreno residuale a tessitura prevalente sabbioso-ghiaiosa e con percentuale variabile di materiale residuale fine e molto fine a componente argillosa.
Le manifestazioni sorgentizie rilevabili in tali litologie, anche se innumerevoli, sono generalmente di piccola portata (meno di 10 lt/sec). Esistono tuttavia un centinaio di sorgenti con portate sensibilmente minori e di importanza non trascurabile, da mettere in relazione con grosse dislocazioni tettoniche, come già descritto in precedenza nella descrizione finale del complesso clastico di deposizione recente. Quest'ultimo, infatti, si origina quando la coltre di alterazione cristallina si mobilita e si deposita più a valle lungo i pendii; durante il tempo essa può essere fissata dalla vegetazione e subire un certo grado di consolidazione.
Le riserve idriche di tali formazioni sono da ritenersi di importanza locale. La complesso cristallino-metamorfico è attribuibile un c.i.p. potenziale mpòto variabile in relazione alle condizioni microstrutturali dell'ammasso, ossia in base alle condizioni di alterazione e fratturazione del complesso. I valori del c.i.p. variano dal 10 al 30% sino al 40%. Infine c'è da dire che fanno parte del complesso metamorfico anche il complesso scistoso-filladico caratterizzato da struttura finemente scistosa, con fenomeni di argillificazione nelle porzioni più superficiali che determinano una diminuzione degli interstizi vuoti con conseguente diminuzione del grado di permeabilità. Quest'ultimo è generalmente scarso ed il c.i.p. può essere stimato tra il 10 ed il 35%.

2.6. CLIMATOLOGIA GENERALE E LOCALE

La Calabria rientra nell'area dei climi mediterranei temperati dove il clima locale è controllato dalle brezze marine e dai flussi d'aria che risalgono i versanti prospicienti le coste; queste situazioni si verificano frequentemente in condizioni calme (o quasi) caratterizzate da cielo sereno, tipiche delle stagioni non fredde in Calabria (Baldi et al., 1998).

L'orografia della regione riveste un ruolo chiave nel determinare la posizione e l'energia dei moti convettivi dei cumuli di nubi.

La distribuzione delle nubi in condizioni di bel tempo è fortemente correlata con la specifica morfologia della penisola, che induce i flussi di fase ascendente e le brezze marine, accompagnata da una convergenza forte e da risalita sopra le creste dei crinali nell'interno della penisola.

In tutte le stagioni, condizioni di bassa pressione causano temporali ad alta intensità e di lunga durata portati da fronti di aria calda in avvicinamento da SE.

Quindi il rilievo influenza significativamente la piovosità sul territorio regionale; in modo abbastanza netto si oppongono pianure costiere aride a zone montuose interne con precipitazioni frequentemente copiose.

L'azione di fattori locali quali l'orografia, la distanza dal mare, la presenza di laghi o di aree urbanizzate e del tipo di vegetazione differenzia notevolmente le quantità di precipitazioni e la distribuzione nel corso di un anno medio.

Quindi, a causa della sua posizione geografica e dell'elevata percentuale di morfologia montuosa (42%), la Calabria essa risulta essere una regione con marcati contrasti climatici (Caloiero e Mercuri 1980).

Anche all'interno delle stesse fasce il clima si diversifica tra le zone litoranee e le porzioni più basse dei versanti che si affacciano al mare, dove il clima è tipicamente mediterraneo con inverni miti

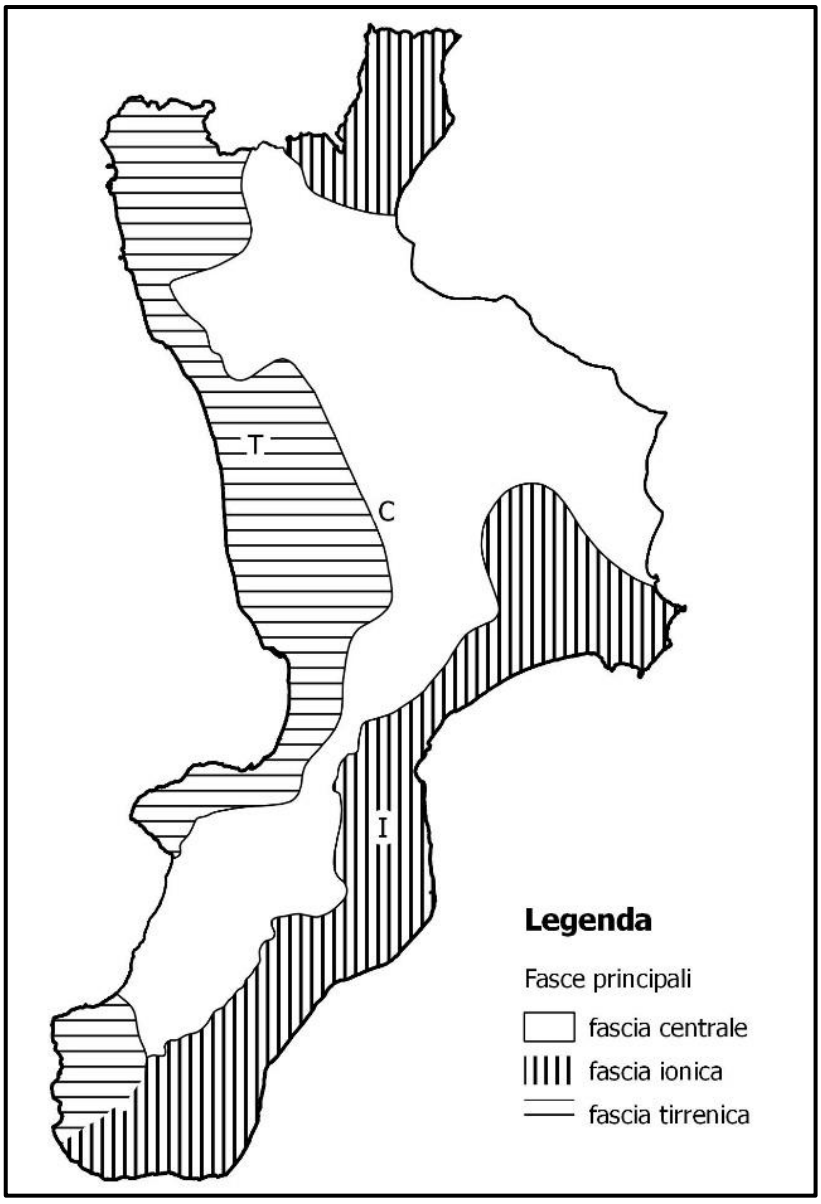
ed estati caldo – secche, e le aree ad altitudine maggiore, più interne, dove il clima è montano – mediterraneo con inverni più freddi e piovosi ed estati meno calde e più fresche, non esenti da precipitazioni.

L'orografia regionale produce tuttavia un marcato effetto sulle masse umide che provengono in prevalenza da NW e SE, permettendo di distinguere due distinte zone climatiche dalle differenze abbastanza marcate soprattutto per quanto concerne la distribuzione delle piogge.

Zona Tirrenica, esposta a correnti occidentali, caratterizzata da piovosità elevate, temperature non molto alte e giorni piovosi frequenti.

Zona Ionica, esposta alle influenze africane, più arida, con temperature più elevate e piogge più brevi ma intense.

Zona Centrale, si sviluppa dal bacino del Crati a quello del Mesima ed è contraddistinta da caratteri climatici intermedi rispetto ai precedenti.



PLUVIOMETRIA

Mese	***Piovosità***		***Giorni Piovosi***	
	mm	***%***	***N***	***%***
Gennaio	*172*	*15*	*12*	*14*
Febbraio	*130*	*11*	*10*	*12*
Marzo	*114*	*10*	*9*	*10*
Aprile	*73*	*6*	*7*	*8*
Maggio	*57*	*5*	*5*	*6*
Giugno	*28*	*3*	*3*	*3*
Luglio	*16*	*1*	*2*	*2*
Agosto	*23*	*2*	*3*	*3*
Settemre	*61*	*5*	*5*	*6*
Ottobre	*132*	*12*	*8*	*9*
Novembre	*164*	*14*	*10*	*11*
Dicembre	*181*	*16*	*15*	*16*
Totali	*1151*	*100*	*89*	*100*

Precipitazioni e numero di giorni piovosi in Calabria: medie mensili per il periodo 1921 – 1980 (da Caloiero et al., 1990)

Valori annui degli Afflussi meteorici –PROVINCIA DI CS- (in mm.)

Stazione	Media	Minimo	Massimo
Nocara	727,48	278,70	1337,00
Montegiordano	531,62	247,20	1337,00
Oriolo	886,49	520,60	1289,70
Castroregio	770,37	392,80	1185,60
Amendolara	563,99	347,30	947,90
Albidona	872,30	324,90	1454,80
Alessandria del C.	969,33	398,10	1582,10
Trebisacce	624,59	333,20	926,50
Cerchiara di C.	/	/	/
Villapiana S.	508,23	193,90	876,20
Francavilla M.	717,55	377,00	923,40
S. Lorenzo B.	1132,97	688,00	1582,70
Civita	819,30	421,40	1142,20
Cassano	773,76	477,00	1037,50
Doria	/	/	/
Sibari	420,80	354,20	487,40
Piane Crati	1116,49	734,10	1548,60
Serra Pedace	1067,32	715,00	1413,60
Trenta	995,45	469,20	1519,50
Domanico	1681,50	990,00	2567,30
Cosenza	1011,50	670,60	1363,00
Cerisano	1771,91	1181,70	2481,00
S. Pietro in G.	1028,23	737,10	1408,20
Rende	1291,60	792,40	1960,50
Rose	1045,21	475,50	1668,90
Montalto U.	1367,46	697,30	2459,50
Laghitello C.C.	2066,55	1143,10	3120,60
S. Martino di F.	1657,63	2093,90	2086,10
Camigliatello S.	1685,35	1143,60	2301,50
Cecita	1169,59	848,20	1752,50
Pinutello C.C.	1156,99	663,10	1597,70
Acri	1065,25	653,20	1508,50
Torano S.	893,40	594,00	1407,80
Tarsia	804,38	535,10	1227,00
S. Sofia D'E.	986,99	625,70	2433,70
S. Agata C.C.	779,14	500,70	1340,90
Morano Calabro	1235,92	598,00	1671,40
Castrovillari	884,35	337,00	1611,50
Piano Campolongo	1966,80	1361,00	2644,00
Firmo	880,20	437,00	1378,40
S. Agata D'E.	1643,78	736,00	2550,30
Malvito	1572,16	1051,90	2279,50
Roggiano G.	792,83	259,00	1267,60
S. Sosti	1761,44	778,40	2655,00
Acquaformosa	1451,83	643,90	2226,70
Fagnano C.	1240,64	601,40	2146,40
S. Marco A.	1353,40	607,40	2145,00
Tarsia S.	/	/	/
S. Marco A.	1353,40	607,40	2145,00
Tarsia S.	/	/	/
Spezzano A. S.	436,20	382,40	490,00
Caselle	606,74	215,60	849,40
Mongrassano	1359,65	1230,10	1628,00
Croce di G.	/	/	/
Thurio	/	/	/
Macchia A.	871,43	753,30	1086,00
S. Giorgio A.	955,26	525,10	1469,10
Schiavonea	602,11	229,00	1000,00
S. Giacomo D'A	1118,71	456,00	1570,80
Corigliano C.	1146,90	822,80	1471,00
Rossano	893,79	502,10	1225,90
Staggi	1138,83	868,30	1734,50
Difesella	1154,51	893,20	1749,90
Longobucco	1267,72	925,00	1708,50
Bocchigliero	1300,89	815,80	1797,70
Cropalati	1106,65	594,80	1771,20
Crosia	779,36	458,00	1251,80
Pietrapaola	1058,68	606,00	1744,80
Cariati M.	954,17	544,00	1442,80
Campana	1246,64	835,90	1843,50
Scala Coeli	1136,18	412,70	1767,60
Crucoli	971,26	575,50	1817,40
Montagna C.C.	/	/	/
Umbriatico	1034,97	617,00	1417,60
Cirò M.	737,89	404,50	1154,60
S. Giovanni in F.	1194,48	609,80	2247,80
Quaresima C.C.	1611,07	1131,00	2098,70
Lorica C.C.	1359,73	1099,20	1505,00
Rovale	1068,24	919,30	1218,00
Nocelle	1171,22	685,20	1592,40
Sculca C.C.	1328,70	917,60	1971,10
Monteoliveto C.C.	1306,77	893,40	1822,80
Serralunga	922,70	652,00	1258,00
Stratalati C.C.	1298,98	604,30	2945,90
Montenero	/	/	/
Barberano	1456,93	598,40	2216,90
Trepidò	1360,25	562,40	2501,40
Casa Pasquale	1456,65	704,60	2758,00
Savuto C.C.	1515,31	595,50	2305,30
Parenti	1485,04	1037,50	1968,20
Rogliano	1285,19	894,00	1918,00
Martirano Lombardo	2113,25	1694,50	2532,00
Nocera Terinese	1329,62	718,40	1646,80
Aiello Calabro	1176,24	679,50	1749,00
Amantea	935,69	588,10	1376,60
Fiumefreddo B.	1093,98	652,00	1563,70
Paola	1095,84	720,20	1756,50
Cristiano C.C.	1699,97	1217,70	2055,00
Guardia P.	1251,37	752,10	1811,70
Cetraro	957,66	589,00	1288,30
Belvedere M.	984,68	527,10	1344,40
Cirella	974,49	663,20	1614,80
Verbicaro S.	1049,94	539,00	1520,00
Laino Borgo	/	/	/
Campotenese	1583,37	910,90	2221,90
Mormanno	1844,79	1177,60	2738,30
Papasidero	1710,48	707,30	2361,20
Orsomarso	1266,39	492,80	2038,20
Scalea	1050,54	658,20	1771,00
Praia a Mare	1372,23	1024,00	1946,70
Aieta	1685,75	1001,60	2737,00

Il versante occidentale è soggetto a piogge tra le più abbondanti dell'Italia peninsulare, in contrasto con quello orientale, più arido.

Una determinante azione di cattura delle correnti umide di origine atlantica, che con frequenza sono presenti sul Mar Tirreno, è esercitata nell'area volta al mar Tirreno dai rilievi.

Nella Catena Costiera e nell'Aspromonte si toccano e persino si possono superare i 2000 mm annui di precipitazioni mentre la fascia ionica presenta precipitazioni tra i 600 e i 1000 mm annui, con valori anche più bassi, fino a 500 mm, nelle aree pianeggianti, per esempio nella piana di Sibari, ed in quelle costiere.

Santuario di Polsi, situata in Aspromonte, è la località che ha il totale precipitativo più alto della Calabria con 2160 mm di pioggia annui, mentre quelle meno piovose risultano Villapiana, che ha un totale precipitativo medio annuo di 504 mm ed è sul versante ionico Melito Porto Salvo (556 mm), Bova Marina (548 mm), Capo d'Armi (532 mm) che sono situate all'estremità meridionale della regione e a basse quote.

Significativo è il confronto pluviometrico tra Amantea e Crotone che, pur essendo situate sul livello del mare ed alla stessa latitudine, hanno caratteristiche pluviometriche diverse: Amantea è

più piovosa con un totale annuo di 927 mm contro i 681 mm di Crotone, dimostrando come il versante orientale sia meno piovoso di quello occidentale.

Questo è dovuto al fatto che nella maggior parte dei casi, le perturbazioni provengono da Ovest e, nel loro movimento verso Est, perdono parte del loro carico di pioggia sull'Altopiano Silano, cosicché la costa ionica risulta meno esposta agli eventi precipitativi.

Inoltre la Catena Costiera sembra essere più piovosa rispetto all'Altopiano Silano.

Va notato ancora che la stazione di Croceferrata (1937 mm), situata anche essa sull'Appennino Calabrese (Serre Calabresi) mostra un totale precipitativo maggiore di Camigliatello Silano (1610 mm), che è situata sulla Sila ad una quota superiore.

Questo è, probabilmente, dovuto al fatto che, mentre l'Altopiano Silano è in parte schermato ad Ovest dalla Catena Costiera, le Serre Calabresi non hanno barriere orografiche verso Ovest, risultando quindi più esposte alle correnti occidentali.

In inverno, precipitazioni molto intense sono causate da fronti di aria fredda provenienti da nord-ovest, nella breve primavera il tempo è molto instabile, con precipitazioni scarse, in estate, le tempeste convettive forti sono frequenti, e in autunno, precipitazioni intense sono causate da fronti di aria fredda che possono provenire da NE.

Nel semestre caldo, le stazioni situate nella costa Ionica centro-meridionale mostrano una percentuale precipitativa minore rispetto alle stazioni situate sulla costa Tirrenica (Gioia Tauro 24%, Riace 17%, e ancora Sant'Eufemia 25% e Catanzaro Lido 20%). Questo significa che le stazioni Ioniche nel semestre caldo sono meno esposte alle perturbazioni rispetto alle stazioni Tirreniche.

Uno schema generale atto a definire zone e sottozone omogenee della Calabria, con riferimento ai massimi annuali delle precipitazioni brevi e di alta intensità, è fornito in Versace et al. (1989), Terranova (2004), dopo aver proposto una disamina degli studi precedenti, ha evidenziato come gli eventi di pioggia eccedenti valori elevati di soglia, riguardo ad intensità massima ed a totali, siano più frequenti sui versanti ionici della Calabria.

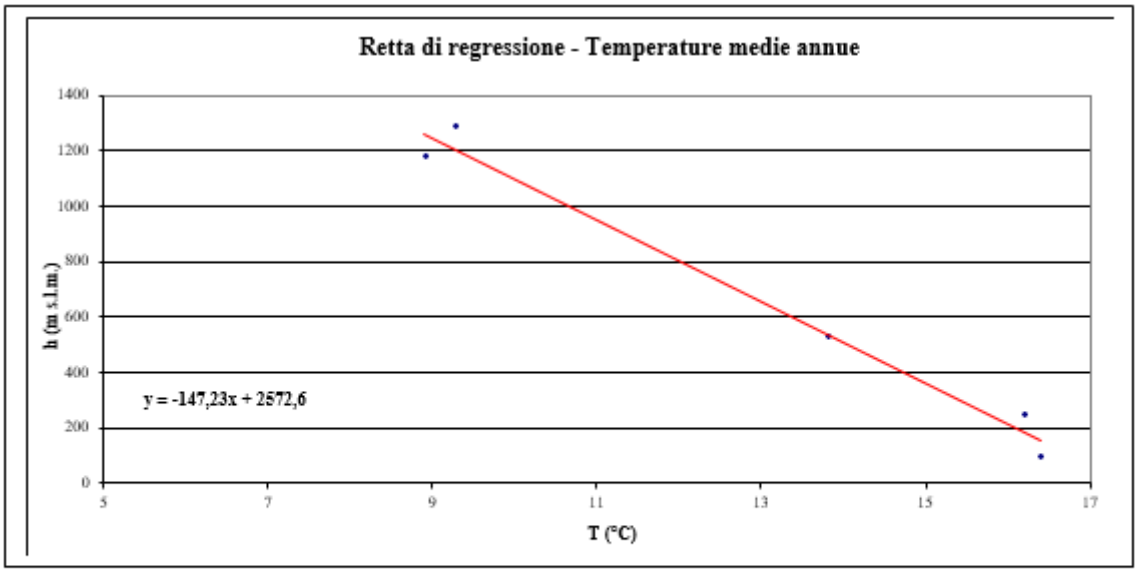
Per quanto riguarda il numero di eventi di pioggia che interessano il territorio, Versace et al. (1989) indicano la maggiore frequenza e la minore intensità degli eventi piovosi sulla fascia tirrenica, in particolare della Catena Costiera, rispetto a quelli della fascia ionica, in particolare delle Serre, ove gli eventi sono più brevi e più intensi.

Secondo Bellecci et al. (2003) il numero di eventi piovosi è maggiore sulla fascia tirrenica della Catena Costiera e minore nelle fasce costiere della piana di Sibari, del Marchesato e dell'estremo versante meridionale dell'Aspromonte, in quanto protette dalle perturbazioni, provenienti in genere da Nord Nord-Ovest in Inverno, rispettivamente dal massiccio del Pollino, dall'Altopiano silano e dai monti Peloritani della Sicilia.

Da questo effetto di protezione risentono solo parzialmente i versanti ionici delle Serre; in questa zona in effetti, provenendo dall'Egeo, le precipitazioni autunnali sono maggiori di quelle invernali.

In termini di medie annue, i valori più bassi di pioggia media annua sono relativi alle aree della Calabria ionica settentrionale e quelli più elevati ai rilievi della Catena Costiera paolana, delle Serre e dell'Aspromonte mentre le fasce costiere, soprattutto ioniche, presentano i valori più bassi di numero di giorni piovosi (NRD) mentre le aree montane presentano valori più elevati.

Per quanto riguarda **le temperature**, la Calabria è caratterizzata da estati calde ed inverni freddi; le medie annuali variano dai 5°C del massiccio del Pollino, ai 10°C dei versanti montani, ai 18°C lungo le coste.



Rappresentazione grafica della retta di regressione per le temperature medie annue

Per ciò che riguarda le temperature medie massime, il mese più caldo risulta agosto mentre quello più freddo è gennaio; le massime temperature giornaliere possono eccedere i 40°C in alcuni giorni di luglio o agosto.

In gennaio la temperatura media è di circa 10°C lungo le coste e di 4°C in montagna.

Sopra i 1500 m s.l.m. in Sila ed i 1700 m s.l.m. in Aspromonte le temperature medie giornaliere possono frequentemente assumere valori negativi.

Sempre dalle analisi delle temperature medie mensili, emerge come per tutte le stazioni in esame, i mesi che vanno da agosto a dicembre sono più caldi dei corrispondenti che vanno da febbraio a giugno, aspetto, questo, caratteristico del clima Mediterraneo, e più in generale dei climi marittimi (Conrad e Pollack, 1950).

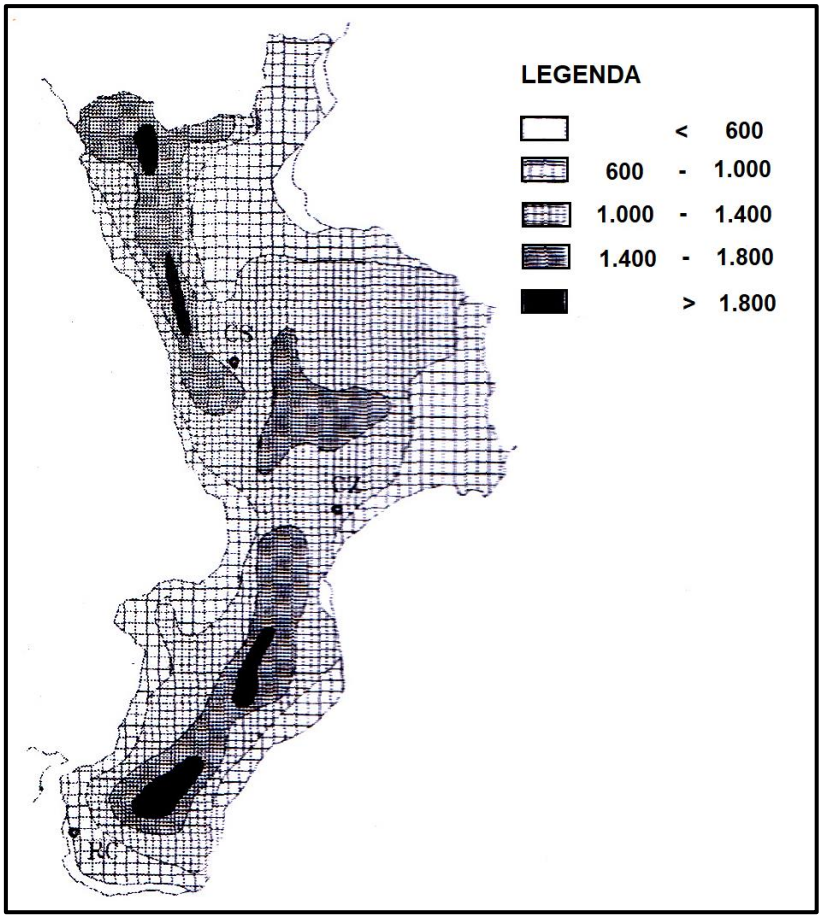
Su tutta la Calabria le temperature è correlate linearmente con la quota; in particolare il gradiente medio è di −0.748°C ogni 100 m lungo i versanti ionici e di −0.610°C ogni 100 m su quelli tirrenici (Catani et al., 1995).

Le varie aree regionali presentano andamenti termometrici simili la cui variabilità spaziale, in funzione della quota Z in metri e della latitudine Lat in gradi sessagesimali, è descritta dalla relazione, con coefficiente di correlazione 0.972, proposta da Claps e Sileo (2001): $T = 33.73 - 0.0063\,Z - 0.4091\,Lat$ (2.1)

Se si osservano le temperature medie mensili rispettivamente per il mese di Gennaio e per il mese di Luglio, si nota come per il mese di Luglio, che è il mese in cui si registra il massimo di eliofania e radiazione solare, e quindi il mese in cui si ha la maggiore influenza del mare sulle escursione termiche diurne, tutte le località marittime mostrano una escursione termica minore rispetto a quelle situate all'interno della regione; in particolare si va da una escursione minima pari a 7.8°C registrata a Pizzo Calabro ad una massima a Serra San Bruno di 14.5°C.

Inoltre, sempre per il mese in esame e nella parte centrale e settentrionale della regione, emerge un altro aspetto interessante: le località marittime Ioniche hanno una escursione termica media maggiore delle rispettive località marittime Tirreniche.

Questa differenza è dovuta probabilmente alle diverse caratteristiche pluviometriche fra il versante Ionico e quello Tirrenico.



Distribuzione delle Temperature Medie Annue in Calabria

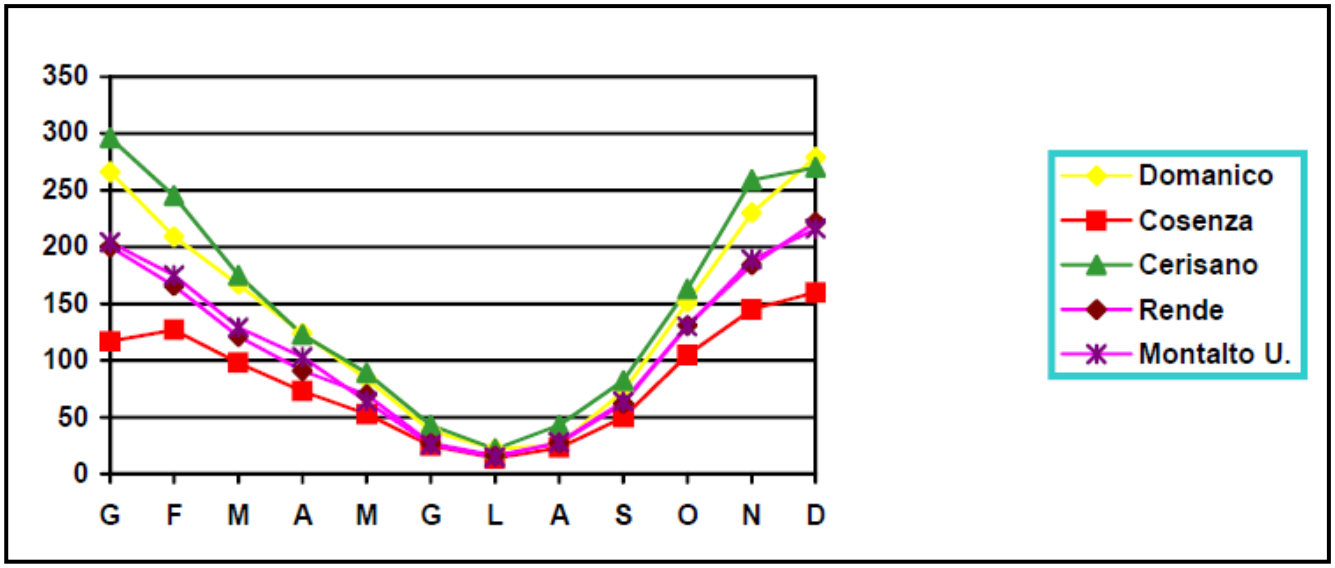
Il clima che caratterizza il territorio comunale di Montalto Uffugo risulta tipico delle zone di raccordo tra le valli e le catene montuose, nel caso specifico la valle del Crati e la Catena Costiera, prevalentemente caldo umido d'estate e freddo umido d'inverno; la temperatura media annua presenta quindi dei valori medi delle oscillazioni termometriche tra 14° e 16°.

Dai dati storici risulta evidente come, all'aumentare dell'altitudine aumentino i giorni piovosi.

Si evidenziano comunque dei minimi nei mesi di giugno-luglio e massimi tra dicembre e gennaio; le precipitazioni medie annue che caratterizzano il regime pluviometrico della zona in esame, infatti, variano tra gli 800 mm per le zone collinari (tra 300 e 700 mt s.l.m.) ed i 1.300 mm per le aree montane, in quanto le caratteristiche climatica dell'area sono fortemente condizionate dall'orografia del territorio.

Il regime pluviometrico influenza direttamente tutta l'idrografia dell'area anche se la circolazione idrica superficiale risulta influenzata in maniera concreta anche dall'assetto litostratigrafico.

Qui di seguito sono visibile alcune figure e tabelle, importate dagli annali storici disponibili sul web, che riassumono l'andamento pluviometrico e termometrico registrati dalla stazione di Montalto Uffugo, che è quella più vicina all'area in esame ed ubicata in condizioni morfologiche e di esposizione similari.



Dati idrologici relativi a località vicine all'ambito di studio

Dalla fig. sopra risulta evidente come, all'aumentare dell'altitudine aumentino i giorni piovosi.

Si evidenziano comunque dei minimi nei mesi di giugno-luglio e massimi tra dicembre e gennaio.

Le precipitazioni medie annue che caratterizzano il regime pluviometrico della zona in esame, infatti, variano tra gli 800 mm per le zone collinari (tra 300 e 700 mt s.l.m.) ed i 1.300 mm per le aree montane, in quanto le caratteristiche climatica dell'area sono fortemente condizionate dall'orografia del territorio.

Il regime pluviometrico influenza direttamente tutta l'idrografia dell'area anche se la circolazione idrica superficiale risulta influenzata in maniera concreta anche dall'assetto litostratigrafico.

DATI PLUVIOMETRICI

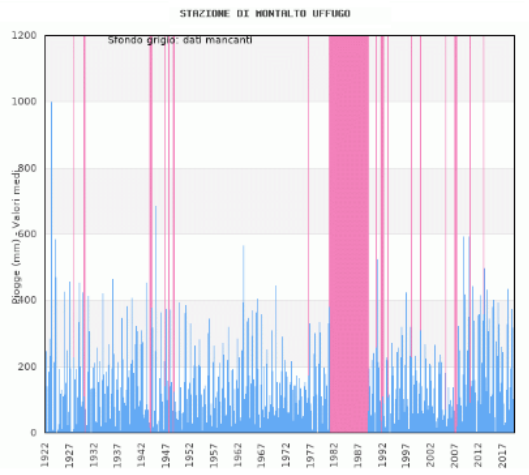
Stazione di Montalto Uffugo (cod. 1060) - Piogge mensili

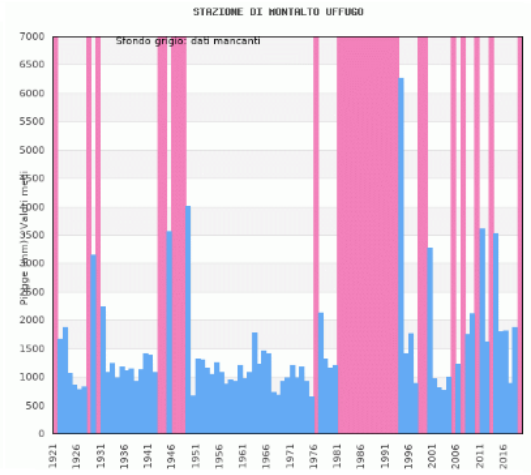
Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Tot
1921	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	124.0	»
1922	310.0	161.0	246.0	138.0	59.0	3.0	-	-	184.0	159.0	285.0	141.0	1,686.0
1923	232.0	199.0	999.0	201.0	-	7.0	-	6.0	3.0	16.0	212.5	584.0	2,459.5
1924	104.0	470.0	186.0	82.0	-	-	8.0	4.0	-	24.0	190.0	5.0	1,073.0
1925	-	118.0	90.0	66.0	128.0	11.0	6.0	-	11.0	108.0	322.0	426.0	1,286.0
1926	114.0	13.0	80.0	150.0	248.0	60.0	27.0	-	21.0	-	64.0	310.0	1,087.0
1927	456.0	193.0	66.0	29.0	4.0	-	-	2.0	2.0	10.0	69.0	226.0	1,057.0
1928	»	75.0	161.0	58.0	192.0	-	24.0	-	106.0	20.0	332.0	119.0	»
1929	453.0	336.0	27.0	199.0	78.0	15.0	-	93.0	92.0	344.0	424.0	109.0	2,170.0
1930	»	»	»	»	70.0	-	20.5	8.0	41.5	183.0	131.9	413.1	»
1931	293.7	304.5	187.0	130.0	28.0	1.0	1.0	-	134.5	100.0	197.5	170.5	1,547.7
1932	132.5	122.0	210.5	152.1	24.7	32.2	-	17.6	30.4	102.6	256.1	48.4	1,129.1
1933	152.3	215.1	42.0	64.2	40.0	77.2	6.1	20.0	73.0	158.6	395.2	420.3	1,664.0
1934	186.0	-	174.0	62.8	116.8	31.0	7.2	16.2	70.6	181.4	140.2	139.5	1,125.7
1935	204.2	197.6	268.0	-	41.2	4.5	19.5	6.7	116.1	129.4	194.8	463.7	1,645.7
1936	112.6	238.0	188.4	90.8	75.2	30.8	-	20.4	67.4	161.8	124.4	127.0	1,236.8
1937	126.0	190.8	212.8	65.0	56.8	4.4	3.4	25.6	135.5	127.7	201.8	347.6	1,497.4
1938	220.2	164.0	19.6	106.6	90.4	3.6	0.4	82.4	5.8	128.4	109.2	381.2	1,311.8
1939	202.0	53.0	166.0	26.6	188.0	31.0	-	24.8	131.4	208.6	97.6	398.1	1,527.1
1940	406.4	217.2	48.6	180.6	81.4	71.8	7.0	23.8	21.9	266.6	96.6	322.6	1,744.5
1941	245.4	304.2	27.4	139.8	79.6	38.4	9.5	9.1	95.4	266.6	170.2	95.4	1,481.0
1942	309.1	271.6	98.1	17.6	28.6	53.7	20.6	43.1	19.1	69.2	151.2	81.9	1,163.8
1943	453.0	57.9	85.3	44.9	68.0	29.5	4.4	6.9	13.2	»	»	»	»
1944	»	376.1	317.5	24.5	16.8	13.9	2.2	-	66.3	244.1	168.9	208.0	»
1945	685.4	14.8	25.7	13.4	3.5	1.0	3.3	34.8	165.0	56.7	363.9	303.3	1,670.8
1946	164.2	58.6	117.0	93.1	11.9	0.4	8.5	5.8	-	215.8	140.2	»	»
1947	270.5	373.6	98.3	47.8	156.1	0.5	10.6	»	»	137.9	124.8	371.2	»
1948	295.6	151.5	-	63.7	66.8	5.5	0.9	»	»	122.9	92.5	34.2	»
1949	80.6	12.2	63.5	13.2	39.9	18.0	37.3	14.3	25.2	65.2	392.4	60.1	821.9
1950	102.7	135.4	58.5	50.7	7.8	2.2	2.9	16.0	59.6	77.1	153.1	360.1	1,026.1
1951	241.6	237.2	385.5	19.2	101.0	1.8	11.6	29.4	43.0	129.6	124.2	99.0	1,423.1
1952	150.9	330.9	91.8	50.5	115.8	1.2	27.2	164.9	28.4	135.8	202.0	187.8	1,487.2
1953	182.7	262.2	12.6	111.1	46.4	199.5	0.2	42.5	47.2	203.2	57.0	35.4	1,200.0
1954	281.6	199.0	134.6	64.8	114.0	17.8	3.8	5.8	20.2	76.4	131.2	129.8	1,179.0
1955	130.4	142.4	87.1	83.4	2.0	9.0	29.0	112.2	299.8	190.6	171.4	41.8	1,299.1
1956	102.2	344.4	27.0	51.0	88.2	66.0	7.8	20.2	14.7	142.8	213.2	96.8	1,174.3
1957	260.8	63.6	72.8	25.8	107.0	2.6	7.0	13.4	32.0	121.8	168.8	111.6	987.2
1958	72.8	47.4	209.9	92.8	29.8	28.6	5.6	-	67.2	132.6	270.6	223.8	1,181.1
1959	233.4	1.8	104.2	81.8	49.4	34.0	25.0	30.8	55.4	84.8	218.0	224.0	1,142.6
1960	320.1	130.6	151.6	99.4	81.8	1.0	19.0	-	87.8	188.6	130.0	191.6	1,401.5
1961	114.2	65.6	48.8	130.5	116.8	26.8	15.4	11.8	-	159.0	284.0	206.6	1,179.5
1962	130.6	133.6	226.6	163.9	35.6	20.8	34.9	-	46.8	39.2	246.9	392.5	1,471.4
1963	234.4	564.0	218.0	180.4	101.6	64.5	52.1	117.8	56.6	138.0	52.2	334.4	2,114.0
1964	95.6	113.4	347.4	170.6	64.0	44.9	14.4	36.2	67.3	148.0	119.4	292.0	1,513.2
1965	267.1	367.6	56.6	159.8	24.2	7.8	2.2	22.8	140.4	51.9	363.6	208.5	1,672.5
1966	402.6	189.9	78.5	85.9	55.9	24.2	13.0	13.8	50.2	145.0	358.6	304.9	1,722.5
1967	180.6	68.3	36.4	198.2	8.6	46.2	38.4	12.6	79.4	12.0	52.2	206.8	939.7
1968	250.9	53.8	41.0	13.0	36.2	61.6	0.2	113.0	8.4	25.0	85.0	307.1	995.2
1969	116.6	186.8	153.6	26.8	76.8	36.2	21.6	51.0	65.1	46.2	146.3	444.4	1,371.4
1970	240.3	151.8	95.8	16.8	47.0	72.4	18.1	24.7	52.5	148.7	112.0	105.4	1,085.5
1971	185.5	142.6	287.8	103.2	8.0	17.9	74.1	11.8	107.2	59.2	218.7	126.0	1,342.0
1972	182.2	168.0	96.5	83.0	59.8	0.6	38.3	60.8	70.1	144.8	80.1	86.2	1,070.4
1973	154.0	215.7	181.8	128.6	10.6	10.2	35.6	63.2	124.1	140.6	126.5	140.5	1,325.4
1974	54.8	90.6	104.2	172.8	54.5	2.8	2.4	13.6	99.2	156.6	163.4	134.6	1,049.5
1975	18.4	69.4	110.2	30.0	43.4	11.2	-	49.4	24.2	139.6	152.5	49.0	697.3
1976	49.2	127.7	116.6	89.8	74.9	103.6	98.8	20.0	»	173.0	330.8	181.1	»
1977	82.4	88.3	49.3	64.7	5.4	2.0	7.0	33.5	110.4	94.4	236.6	62.4	836.4
1978	299.6	199.6	114.4	195.0	114.4	9.6	-	-	95.4	207.2	79.6	99.1	1,413.9
1979	333.8	301.6	83.2	108.0	18.2	23.4	27.4	40.2	11.2	82.0	135.1	197.0	1,361.1
1980	99.6	47.2	178.6	112.0	143.0	23.2	-	8.8	4.0	261.4	330.8	378.8	1,587.4
1989	»	65.6	87.0	194.6	69.2	138.6	46.4	31.2	51.0	219.0	107.8	117.4	»
1990	43.8	100.8	74.6	239.6	60.6	3.0	1.0	2.2	»	257.0	233.0	524.8	»
1991	49.4	212.8	97.0	196.4	110.4	17.2	95.0	8.6	34.8	»	»	»	»
1992	»	109.4	88.0	»	39.2	49.0	12.6	3.2	16.4	178.4	226.6	219.2	»
1993	136.4	»	»	107.2	113.2	5.8	0.2	0.2	42.6	57.2	73.4	269.6	»
1994	232.4	171.6	-	200.4	93.4	12.2	28.2	8.0	48.4	102.0	130.4	107.6	1,134.6
1995	242.0	189.2	257.0	182.6	37.8	25.4	8.0	133.6	100.4	6.6	227.2	319.6	1,729.4
1996	122.2	232.0	294.2	111.8	100.6	12.8	5.2	63.6	204.4	194.2	422.8	277.0	2,040.8
1997	66.8	34.0	79.4	100.0	31.0	7.8	10.4	42.0	44.8	232.6	246.6	318.4	1,213.8
1998	226.0	»	56.6	35.2	173.0	13.0	7.0	42.4	145.8	106.4	231.6	188.4	»
1999	115.4	118.2	82.4	155.2	57.0	19.6	150.6	8.0	107.4	118.2	»	308.0	»
2000	106.4	140.2	51.6	65.8	9.4	4.8	57.6	0.8	96.8	76.6	202.8	268.0	1,080.8
2001	223.6	59.0	105.6	135.0	68.6	43.8	7.2	23.6	82.2	15.6	207.6	202.4	1,174.2
2002	67.6	61.8	24.2	155.4	78.4	15.6	30.6	58.4	133.0	69.8	111.2	265.6	1,071.6
2003	216.2	33.6	10.0	7.0	14.2	42.4	3.6	55.0	-	211.4	176.6	151.8	921.8
2004	235.2	114.0	211.4	188.6	66.8	69.2	20.4	13.6	38.2	-	52.8	179.0	1,189.2
2005	46.6	»	15.4	67.6	20.4	18.4	1.4	40.2	137.6	43.6	70.2	84.6	»
2006	50.4	46.8	99.0	44.2	4.4	79.0	49.8	59.0	137.0	44.0	66.4	41.2	721.2
2007	»	»	»	»	»	20.4	»	2.0	83.4	147.4	322.2	249.0	»
2008	113.8	45.4	12.4	106.0	53.8	81.4	31.4	0.4	174.8	89.0	216.6	524.4	1,449.4
2009	591.6	335.6	417.0	145.2	26.4	77.8	0.4	-	141.0	247.6	129.6	350.2	2,462.4
2010	575.2	592.2	»	90.6	126.0	139.8	5.4	1.4	156.8	214.0	440.8	339.4	»
2011	188.8	116.2	157.4	75.4	118.8	14.2	2.8	-	83.4	94.2	77.6	353.6	1,282.4
2012	133.8	358.2	35.2	414.6	84.8	5.0	84.0	-	113.2	210.8	187.2	338.4	1,965.2
2013	»	357.4	496.8	90.4	165.4	29.2	7.8	37.4	126.2	83.0	430.6	161.6	»
2014	305.6	231.0	343.8	177.8	53.0	58.2	108.6	2.6	115.4	54.6	99.0	247.8	1,797.4
2015	379.6	400.6	242.8	46.8	24.4	2.2	2.2	46.8	138.4	275.2	232.8	11.2	1,803.0
2016	392.0	259.2	326.8	103.6	122.0	28.8	4.2	33.2	150.8	140.6	259.6	17.2	1,838.0
2017	242.2	87.6	79.2	62.6	22.6	0.8	28.8	-	127.2	27.2	210.0	326.6	1,214.8
2018	201.8	434.2	312.4	22.0	68.6	137.6	18.6	58.0	63.6	192.6	372.4	215.8	2,097.6
2019	316.6	36.6	100.0	87.0	147.8	»	»	»	»	»	»	»	»

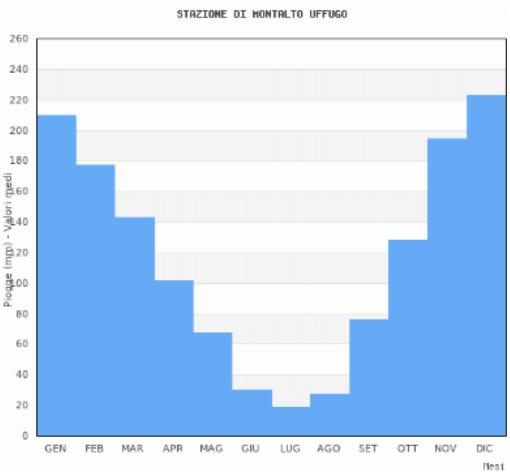
1039 mesi disponibili
91 anni disponibili

Valori medi mensili ed annuale

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Tot
209.7	177.3	143.3	101.5	67.4	30.2	19.2	27.4	76.4	128.4	194.4	222.6	**1,397.8**







DATI TERMOMETRICI

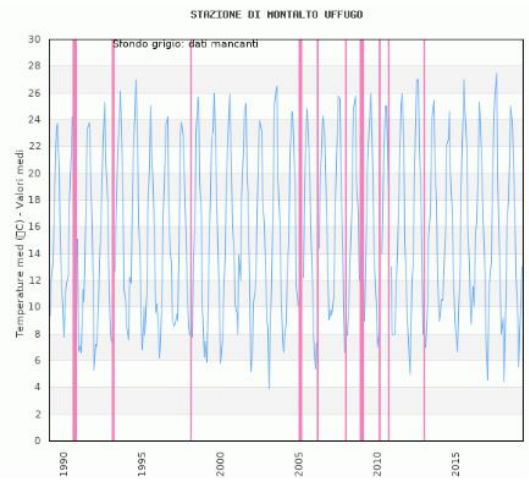
Stazione di Montalto Uffugo (cod. 1060) - Temperature medie mensili

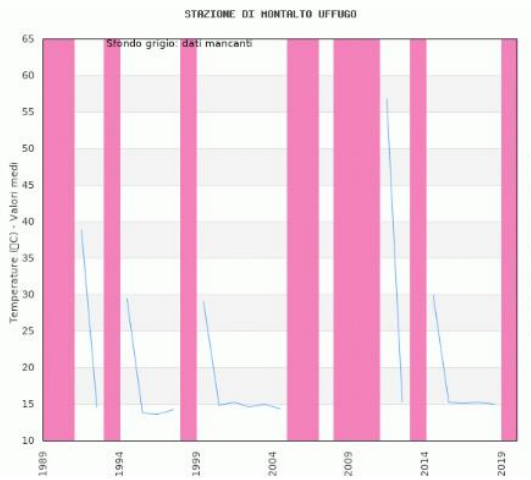
Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Med
1989	»	9.4	11.8	13.4	15.9	18.9	23.5	23.7	20.2	14.8	11.1	9.9	»
1990	7.8	11.1	11.8	12.4	17.5	21.4	24.2	»	»	»	15.1	6.7	»
1991	7.1	6.6	11.3	10.4	13.2	21.1	23.4	23.8	21.3	16.0	11.9	5.3	15.0
1992	7.2	7.1	10.0	13.2	17.0	19.5	22.8	25.3	21.0	17.9	13.9	8.1	16.0
1993	7.4	»	»	12.7	18.2	21.6	24.0	26.1	20.8	18.0	11.4	10.2	»
1994	8.6	7.6	12.3	11.8	18.0	20.8	24.4	27.0	22.7	16.6	12.6	9.2	16.7
1995	6.8	10.0	7.9	11.2	16.9	20.5	25.0	22.5	18.9	16.1	9.6	10.2	15.1
1996	8.0	6.2	7.6	12.0	16.8	21.3	23.6	24.2	17.2	14.0	13.2	9.1	15.2
1997	8.6	8.8	9.5	9.0	18.3	22.9	23.8	22.7	20.5	15.3	12.2	8.5	15.6
1998	7.9	»	7.8	13.7	16.2	23.1	25.7	25.3	19.5	16.7	10.2	6.3	»
1999	7.4	5.9	9.8	12.9	18.7	22.5	23.2	26.0	20.7	17.6	11.6	9.2	16.3
2000	5.8	7.6	9.9	14.0	18.7	22.5	24.4	25.9	20.2	16.0	13.9	10.2	16.5
2001	9.4	8.0	13.9	12.0	18.1	21.7	24.6	25.2	19.4	18.7	11.5	5.2	16.3
2002	6.4	10.3	11.4	12.5	16.9	22.9	23.9	23.2	18.3	16.1	13.5	9.1	15.8
2003	8.3	3.9	9.1	12.2	19.8	25.0	26.3	26.5	19.6	16.3	12.5	7.7	16.7
2004	6.6	8.2	8.9	12.5	15.0	21.4	24.5	24.6	20.3	19.0	11.6	10.1	15.9
2005	»	»	»	12.2	18.7	21.6	24.8	22.9	19.9	15.7	11.3	7.9	»
2006	5.4	7.3	»	14.4	18.8	22.0	24.3	23.4	20.5	17.7	11.8	9.1	»
2007	9.8	9.4	10.7	14.2	17.9	23.2	25.8	25.6	19.4	14.9	10.0	6.6	16.2
2008	»	7.9	10.7	13.3	17.5	22.1	24.9	25.8	19.8	17.0	12.0	»	»
2009	»	»	9.0	13.0	20.0	22.0	25.0	26.0	20.0	15.0	13.0	10.0	»
2010	7.0	8.0	»	14.0	17.0	22.0	25.0	25.0	19.0	»	13.0	8.0	»
2011	8.0	8.0	10.0	14.0	17.0	22.0	25.0	26.0	23.0	15.0	11.0	9.0	16.4
2012	6.0	5.0	12.0	13.0	17.0	24.0	27.0	27.0	22.0	18.0	14.0	8.0	17.1
2013	»	7.0	10.0	15.0	17.0	21.0	24.0	25.4	20.9	17.7	12.0	8.9	»
2014	9.4	10.6	10.5	12.8	16.3	22.1	22.6	24.6	20.3	17.2	13.6	9.3	16.2
2015	8.0	6.7	9.5	13.4	19.0	22.0	27.0	25.0	22.0	16.6	13.1	9.6	16.8
2016	8.7	11.5	10.1	15.6	16.5	21.8	25.3	23.6	19.5	16.8	12.4	8.1	16.2
2017	4.6	9.8	11.7	13.4	18.1	24.3	26.1	27.5	19.9	16.2	11.4	8.0	16.5
2018	9.2	4.4	10.7	15.9	18.1	21.1	25.0	23.9	21.4	16.9	12.7	9.1	16.7
2019	5.5	7.9	11.8	13.0	»	»	»	»	»	»	»	»	»

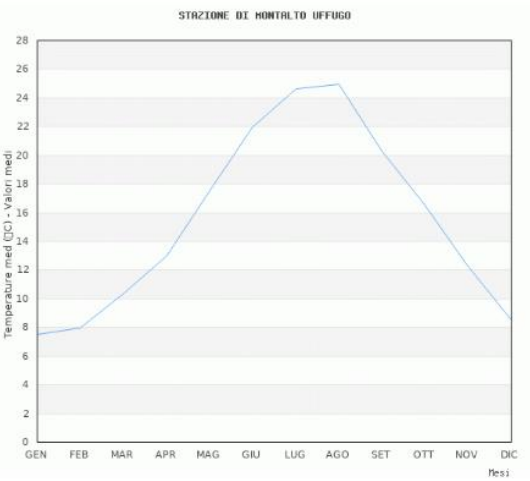
346 mesi disponibili
31 anni disponibili

Valori medi mensili ed annuale

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Med
7.5	7.9	10.4	13.0	17.5	21.9	24.6	25.0	20.3	16.6	12.2	8.5	**16.2**







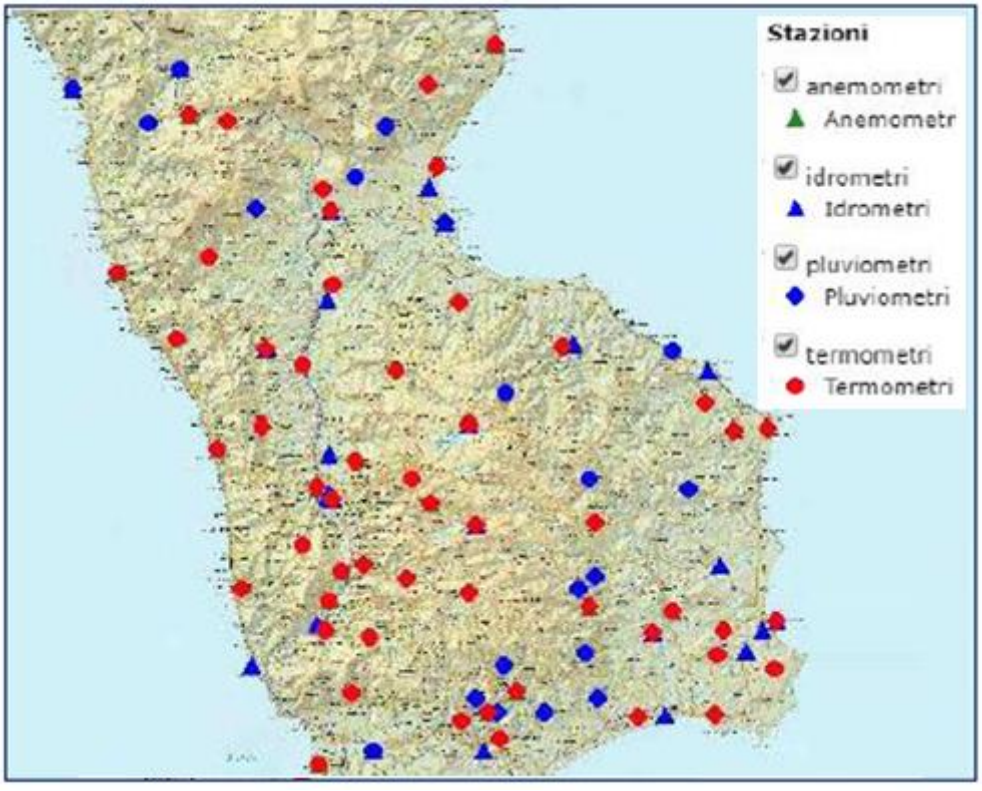
Il Centro Funzionale Multirischi dell'ARPACAL gestisce la **rete di monitoraggio idrometeorologico** della Regione Calabria.

Tale rete trasmette in tempo reale i dati provenienti dalle stazioni in telemisura dislocate uniformemente su tutto il territorio regionale.

Attualmente sono presenti **414 stazioni** in tele-misura distribuiti geograficamente secondo quanto indicato nelle seguenti figure:

anemometri	radiometri	pluviometri	nivometri	barometri	termometri	igrometri	idrometri
27	27	159	4	23	106	29	39

Elenco dei sensori della rete di monitoraggio idrometeorologico del Centro Funzionale Multirischi dell'ArpaCal (fonte: http://www.cfd.calabria.it/)



3. ASPETTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI LOCALI

3.1. MORFOLOGIA LOCALE

L'area interessata dallo studio è localizzata sul versante orientale della Catena Costiera Calabra in una fascia morfologica di tipo alto-collinare e ricadente nel Complesso Sedimentario Pliocenico.

Si tratta di un'area caratterizzata da pendenze più moderate rispetto a quelle dei rilievi della Catena.

Il nucleo urbano del paese di Montalto Uffugo, è localizzato sull'ampio versante orientale del rilevo di Cozzo Cervello (vedi carta topografica allegata), morfologicamente appartenente ad uno dei tanti crinali che si staccano dai rilievi principali della Catena Costiera, per poi degradare nella valle del Crati.

Esso è stato realizzato in maggioranza sulla cresta ed immediatamente a ridosso dei versanti di un crinale irregolare che si sviluppa in direzione media N – S, ad un'altitudine media tra i 430 e 470 mt slm.

Il rilievo collinare su cui sorge l'abitato di Montalto, morfologicamente, si è sviluppato attraverso un forte controllo strutturale, fermo restando, che tale fenomeno è sempre strettamente legato alla natura geologica dei terreni affioranti, che nel caso in esame, sono in parte sedimentari.

Tali strutture, sovente portano in affioramento il substrato cristallino, per cui la morfologia è quasi sempre molto accidentata.

La dorsale su cui sorge il centro storico di Montalto, presenta una zona sommitale generalmente irregolare, piatta e poco ondulata, bordata a tratti da cornici subverticali, in special modo per i versanti meridionali.

Tutto ciò è dovuto, sia alla presenza della formazione arenitica altomiocenica, che alle rocce del substrato.

Queste formazioni costituiscono litosomi a geometria tabulare e giacitura sub-orizzontale o poco inclinata, poggianti sul carapace alterato delle rocce cristalline del substrato.

La differente risposta all'erosione (maggiore resistenza offerta dalle arenarie e dalle porzioni più integre del substrato), genera un vistoso fenomeno di morfoselezione responsabile del tipico profilo dei versanti.

Le zone sub-pianeggianti e le cornici sommitali, in alcuni punti prossime alla verticale, si raccordano al fondovalle laterale attraverso versanti più o meno incisi, che si sviluppano nei terreni miocenici mostrando pendenze abbastanza sensibili.

Un discorso a parte va fatto per l'abitato di Caldopiano, ubicato a SW del nucleo di Montalto, da cui dista 4 Km circa, ubicato nella zona pedemontana dei versanti orientali della Catena Costiera originatisi in seguito a successivi movimenti delle strutture tettoniche (faglie), che presentano andamento meridiano (NS) e carattere estensionale.

Queste, ribassando in una sorta di gradinata, l'edificio della Catena Costiera verso i bacini bordieri, determinano degli accostamenti tettonici tra le rocce metamorfiche che costituiscono l'ossatura della stessa e i depositi sedimentari ascrivibili al periodo mio-pliocenico.

Queste faglie, che corrispondono ad una porzione del lineamento tettonico S. Marco Argentano-S. Fili, secondo TORTORICI *et.al.* (1995), sarebbero tuttora attive.



Fault description

GENERAL IDENTIFICATION

Fault Code	32801
Fault Name	San Benedetto Ullano
Region Name	Calabria
Tectonic Environment	ND
System Name	SAN MARCO ARGENTANO-SAN FILI
Synopsis	
Rank	Primary

GEOMETRY AND KINEMATICS

Segmentation	Single Segment
Average Strike (°)	340
Dip (°)	Undefined
Dip Direction	E
Fault Length (km)	9.8
Mapping Scale	1:25000
Fault Depth (m)	
Kinematics	Normal Oblique DX

ACTIVITY

Surface Evidence	ND
Last Activity	Historical (<3,000)
Applied Tecnique	Field studies
Evidence for Capability	Displacement of latest Pleistocene-Holocene deposits and/or land forms

SLIP PARAMETERS

Recurrence Interval (yr)	
Slip Rate (mm/yr)	
Max Credible Rupture Length (km)	
Max Credible Slip (m)	
Time Since Last Event (yr)	
Max Known Magnitude (Mw)	
Max Known Intensity (MCS)	
Known Seismic Events	

FINAL REMARKS

Capability Consensus	Medium reliability
Study Quality	FAIR
Notes	
Fault Trace Reference	
Last Update	

REFERENCES

Authors	Title	Reference	Year
MONACO C. & TORTORICI L. (1995)	Tettonica estensionale quaternaria nell'Arco Calabro e in Sicilia orientale.	Studi Geologici Camerti, 1995/2, 351-362.	1995

Il sito oggetto di studio è localizzato in zona sud- ovest rispetto al nucleo urbano, su di un'area di versante, in particolare la porzione terminale dell'ampio e ripido versante di Monte Cozzarello che, in prossimità della SP 95 si raccorda con i rilievi collinari visibilmente meno inclinati in quanto costituiti da terreni meno rigidi e più plastici dati dalla formazione argillosa pliocenica.

Come si può notare la morfologia è condizionata strettamente dalla litologia che ha risposto in maniera vistosamente differenziale all'erosione ed al dissesto.

Un ampio tratto del versante a monte ed a valle del sito è stato modificato dall'azione umana con una visibile sistemazione a gradonature che hanno dato vita a lunghi e relativamente ampi pianori che si succedono a diverse quote sul versante stesso.

Generalmente essi sono sufficientemente sistemati sia livello geometrico con stacchi morfologici contenuti tra i vari pianori e strutturalmente sostenuti da muri in calcestruzzo o muratura, sia a livello idraulico con l'esistenza di una adeguata rete di canali di scolo.

Comunque in diversi punti sia la rete di scolo che le strutture di contenimento cominciano a manifestare segni evidenti di dissesto in quanto realizzati con metodologie ormai superate e che non hanno ricevuto alcuna manutenzione durante il tempo.

Nel tratto interessato dal progetto esiste un potente e lungo muro a protezione del versante a monte della strada che manifesta importanti segni di dissesto struttura e che, allo stato attuale, non è più in grado di assicurare la sua funzione di sostegno a carico del versante stesso.





Segni di dissesto sul muro interessato dal progetto

3.2. ASPETTI LITOLOGICI LOCALI

I tratti essenziali dell'area esaminata, evidenziano chiaramente, i caratteri di elemento di raccordo tra due domini geologici:

1. ***quello occidentale*** caratterizzato dalla sovrapposizione (falde di ricoprimento) di unità tettoniche a diverso grado metamorfico, che costituiscono l'ossatura della Catena Costiera, sulla quale si ritrovano lembi di depositi sedimentari clastici ed evaporitici altomiocenici e plio-quaternari legati a più cicli trasgressivi postorogeni;

2. ***quello orientale*** caratterizzato invece dalla presenza di successioni sedimentarie depositatesi nell'ambito del bacino del Crati in un arco di tempo compreso tra il Miocene superiore e l'Olocene.

Il territorio comunale, dal basso verso l'alto, è caratterizzato dalla seguente successione stratigrafica:

a -***substrato igneo-metamorfico*** costituito da para-gneiss e scisti biotitici, associati a gneiss granitoidi e intrusioni basiche.

Il complesso è attribuito all'Unità tettonica Polia-Copanello di AMODIO-MORELLI et al. (1976), che rappresenta la più elevata tra le unità attribuite con certezza alla Catena Alpina cretacico-paleocenica.

b - ***successione silico-clastica altomiocenica*** di età Tortoniano-Messiniano. La formazione basale di tipo sedimentaria, inizia con:

- ***conglomerati*** poligenici ed eterometrici, con ciottoli di rocce prevalentemente metamorfiche, ben arrotondati ed immersi in una matrice sabbiosa grossolana di colore rossastro.
- ***marne*** bruno chiare ed ***argille marnose*** grigie, fogliettate e talvolta nodulari
- ***sabbie ed arenarie*** immature giallastre o rosso-brune poco cementate, con intercalazioni argillose, che a luoghi, in mancanza del conglomerato, poggiano direttamente sul substrato.
- ***calcareniti*** di colore biancastro-rosato, grigio all'alterazione, in genere grossolane, ben cementate e talvolta con stratificazione decimetrica.
- ***calcari evaporitici*** bianco-rosati, da massivi o mal stratificati.
- ***gessi***
- ***depositi recenti***
  - detriti di versante e/o di frana stabilizzati;
  - detriti di versante e/o di frana mobilizzabili;
  - depositi eluvio-colluviali e/o di soliflussione e dilavamento;
  - depositi alluvionali fissati dalla vegetazione;

L'ossatura geologica del sito è data da una formazione di argille plioceniche che in profondità passano a marne argillose, sovrastate da un orizzonte detritico costituito da materiale eluvio colluviale proveniente dal disfacimento delle rocce scistose che affiorano a monte del sito e con le quali le argille si pongono in contatto tettonico.

3.3. IDROLOGIA ED IDROGEOLOGIA LOCALI

Principale carattere che regola il sistema idrico superficiale è la pendenza naturale del versante e le linee di crinale che fungono da spartiacque per il deflusso superficiale delle acque.

I crinali tra M.te Gioco, Timpone del Lupo e Cozzarello costituiscono lo spartiacque principali dell'area, orientati in direzione est-ovest secondo l'allungamento della Catena Costiera.

Da questi si diramano in direzione subortogonale gli spartiacque secondari che scendono verso valle.

Essi sottintendono una serie di impluvi minori che convogliano negli impluvi principali del torrente Settimo, Mavigliano e Mesca, posti poco al disotto del pedemonte e che poi confluiscono nel fiume Crati.

Essi si allungano in direzione W-E ortogonale alla prima funzionando a mò di collettore per la maggior parte delle acque che scendono dalla porzione montana.

Nel PAI Calabria il sito non rientra in nessuna area a vincolo frana o idraulico.

Tra i vari stacchi morfologici tra cui quello su cui insiste il versante in oggetto, esiste una semplice ma efficace rete di canali di scolo superficiali e sotterranei che confluiscono le acque nel torrente Mavigliano ad ovest.

Da un punto di vista microstrutturale, con riferimento all'assetto litostratigrafico prima esposto, i litotipi che costituiscono i siti in esame, possono essere così caratterizzati

dall'alto verso il basso:

- ***Massetto cementizio/o asfalto e sottofondo detritico eterogeneo*** -

- Argille marnose limose poco consistenti – Sono caratterizzati da una permeabilità per porosità primaria con con valori di permeabilità generalmente molto bassi in leggero aumento negli orizzonti scagliettati e fratturati caratterizzati da porosità secondaria con valori che si mantengono sempre molto bassi. Non sono in grado di dare vita ad una falda idrica vera e propria, piuttosto, localmente e strettamente temporanei, si possono formare solo dei limitati accumuli idrici sospesi superficiali di scarsa entità e strettamente legati alle precipitazioni che si esauriscono in un arco di tempo breve.

- Argille marnose limose da mediamente consistenti a consistenti – Sono da ritenersi praticamente impermeabili.

Nel tratto di territorio considerato, come abbiamo potuto vedere, trattandosi di terreni caratterizzati da valori di permeabilità molto bassa non si ipotizza una circolazione di acque tale da determinare accumuli idrici a carattere di falda.

C'è da dire inoltre, che le formazioni affioranti, soprattutto nelle porzioni più superficiali, presentano valori di addensamento e caratteristiche microstrutturali localmente molto variabili che possono determinare anche degli accumuli idrici locali di tipo superficiale sotto forma di esigui ritenzioni idriche sospese a carattere temporaneo e quasi mai estese arealmente.

Comunque tali accumuli idrici, sono prettamente temporanei in quanto direttamente legati alle precipitazioni stagionali con la caratteristica di restituire rapidamente a giorno le acque accumulate a causa della conformazione geometrica e morfologica del sito, bordato sui lati ed a valle da versanti che riescono a drenare abbastanza rapidamente le acque di infiltrazione.

Essi si possono manifestare infatti con escursioni e manifestazioni sorgentizie di versante, in prossimità di stacchi morfologici repentini, anch'esse visibilmente condizionate dalle precipitazioni stagionali.

Visti i caratteri morfologici e l'assetto litostratigrafico di tale settore, si può affermare che il deflusso idrico sotterraneo avviene prevalentemente da Ovest verso Est, ovvero verso la valle del F. Crati.

4. CARATTERISTICHE TECNICHE DEI TERRENI

Dal rilevamento geologico di campagna, e dall'esame comparato dell'insieme dei dati desunti dalle indagini in situ, si è potuta estrapolare una sequenza litotecnica e stratigrafica che si può ritenere sufficientemente rappresentativa della situazione presente nell'area di stretto interesse progettuale.

La programmazione delle indagini per la redazione del modello geologico, diverso dal modello geotecnico (6.2.1. Caratterizzazione e modellazione geologica del sito; 6.2.2. Indagini, caratterizzazione e modellazione geotecnica_norme 2018-2019) parte necessariamente da una conoscenza generale preventiva dell'area su cui si interviene.

Una caratterizzazione generale del sito e dell'area di studio prevede sicuramente un accurato rilevamento di campagna ed una quanto più possibile accurata ricerca bibliografica.

La Cartografia Ufficiale è sicuramente la base di partenza; gli studi pubblici di Psc, Microzonazione, di interventi pubblici e privati presso le amministrazioni comunali, possono risultare assai utili per una conoscenza geologica già importante dell'area di intervento.

Queste conoscenze permetteranno di stabilire la distribuzione delle litologie sia livello superficiale/areale sia in profondità nel sottosuolo, ciò ci permetterà di conoscere la misura del grado di uniformità litostratigrafica che presenta l'area di studio.

L'andamento areale e verticale delle formazioni affioranti in superficie rappresenta un fattore fondamentale per la redazione di un modello geologico completo e necessario per una corretta progettazione degli interventi in particolar modo quanto questi interessano aree estese di terreno (capannoni, ponti, dighe e strutture molto estese sul terreno) che possano manifestare facilmente caratteri litostratigrafici differenti tra punti posti già a distanza interessante l'uno rispetto all'altro.

Da questo si può facilmente dedurre come il numero, la tipologia di indagini non siano un fattore che dipende solo dall'opera da realizzare ma soprattutto dall'uniformità litostratigrafica del terreno accertata dal geologo e dalla disposizione o meno di altre indagini eseguite sull'area di intervento.

Queste ultime, se l'area manifesta una accertata uniformità litostratigrafica sia areale che verticale, possono risultare di grande utilità ai fini della caratterizzazione del modello geologico.

In tal modo il geologo, in base ai dati in possesso, è tenuto a motivare la campagna di indagini proposta, compatibilmente anche alle caratteristiche logistiche dei del sito di intervento ed alle possibilità operative relative allo stesso.

La recente ed attuale normativa non fa riferimento ad eventuali standard sulle indagini finalizzate al modello geologico in relazione alle varie tipologie di opere, piuttosto è il geologo ad operare scelte oculate in proposito e ad esporne opportune motivazioni.

Al fine di valutare le caratteristiche fisico-meccaniche dei corpi geologici interessati dalla struttura in progetto, sono state effettuate indagini indirette sul sito di indagine (n.2 sismiche a rifrazione, n.2 MASW, n.2 misure hvsr e n.3 sondaggi penetrometrici) ad integrazione delle indagini effettuate in data 2018(n.3 sondaggi a carotaggio continuo con analisi di laboratorio su campioni indisturbati ed spt in foro).

Per ciò che concerne i sondaggi tutti i dati tecnici della strumentazione usata, la metodologia di interpretazione ed i risultati di sintesi sono riportati in appendice.

Qui di seguito uno schema del modello geologico del terreno di fondazione.

Il modello geologico riportato qui di seguito si riferisce strettamente al piano stradale attuale sul quale sarà ubicata l'opera in progetto con particolare riferimento al carotaggio S3, ai sondaggi sismici Sis 2 e Masw 2 ed al sondaggio penetrometrico SP 3 (vedi carta delle indagini allegata).

Nella sezione geologica esplicativa, necessaria ai progettisti per eseguire la verifica di stabilità sul pendio, il modello geologico sarà esteso a tutto il pendio e sarà desunto da tutte le indagini eseguite, dirette ed indirette.

MODELLO LITOSTRATIGRAFICO E SINTESI DEI PARAMETRI GEOTECNICI DEL SOTTOSUOLO RELATIVO AL SITO DI INTERVENTO IN PROSSIMITÀ DEL SONDAGGIO S1 DOVE SARA' UBICATA L'OPERA STRUTTURALE IN PROGETTO.

Strato prof. mt	**Litologia**	**Parametri Geotecnici di picco desunti dalle indagini**	**Note**
Str.1 0,0 mt –0,60 mt	Materiale detritico di copertura	γ = 1,9 t/mc ***C*** = 0,04 Kg/cmq $\varphi°$ = 26	I parametri sono stati desunti dal valore delle prove penetrometriche
Str.2 0,60 mt – 2,20 mt	Argille marnose e marne argillose molto detensionate	γ = 2,05 t/mc ***C*** = 0,06 Kg/cmq $\varphi°$ = 23	Parametri desunti dalle prove penetrometriche, dalle prove di laboratorio e dal valore delle Vs
Str.3 2,20 mt – 9,20 mt	Argille marnose e marne argillose da molto detensionate a detensionate	γ = 2,1 t/mc ***C*** = 0,1 Kg/cmq $\varphi°$ = 26	Parametri desunti dalle prove penetrometriche, dalle prove di laboratorio e dal valore delle Vs
Str.4 9,20 mt – 27,00 mt	Argille marnose e marne argillose da normalmente consolidate a consolidate	γ = 2,2 t/mc ***C*** = 0,15 Kg/cmq $\varphi°$ = 26	Parametri ipotizzati dal valore dalle Vs
Str.5 27,00 mt ……..	Argille marnose e marne argillose da consolidate a molto consolidate	γ = 2,3 t/mc ***C*** = 0,20 Kg/cmq $\varphi°$ = 26	Parametri ipotizzati dal valore dalle Vs

I valori dei parametri caratteristici del terreno sono stati definiti in unione col progettista a partire dai valori di picco desunti dalle prove effettuate in situ.

I valori dei parametri per i primi 3 strati di terreno sono stati desunti sia dalle analisi di laboratorio su campioni indisturbati prelevati durante i carotaggi del 2018, sia dalle prove penetrometriche effettuate in data odierna e confrontati col valore delle Vs.

I valori della coesione sono stati desunti sia dalle prove di laboratorio che da quelli della coesione non drenata ottenuta dall'elaborazione dei dati delle prove penetrometriche, mediante la formula di riduzione di *Sorennsen & Okkels 2013* e prima ancora *Danish Code of praticle four fondation* per i materiali argillosi, l'unica esistente che correla la coesione drenata con la coesione non drenata, si può ottenere una stima della coesione effettiva del terreno:

$$C^1 = 0.1\ C^u$$

in seguito riveduta da vari autori nella formula

$$C^1 = 0{,}08/0.1\ C^u$$

Per gli strati 4,5 i valori sono stati supposti dai risultati dei sondaggi sismici a partire dai valori delle Vs che denotano un progressivo aumento di valori con la profondità evidenziando un aumento della consistenza del deposito e, quindi, un corrispondente miglioramento delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni.

Essi sono stati estrapolati indirettamente sia in via progressiva proporzionalmente all'addensamento dei terreni sia dall'incremento delle Vs rilevate dal Masw e dalle HVSR.

Dopo i 10,00 mt, come evidenzia l'andamento delle Vs nel diagramma del Masw, ma anche delle sismiche a rifrazione, le caratteristiche di addensamento aumentano progressivamente sino a raggiungere quasi gli 800 m/sec.

Una stima indiretta dei parametri geotecnici per gli strati più profondi dopo i 10,00 mt è stata resa possibile a partire dai valori delle Vs.

L'uso di tecniche geofisiche al fine di caratterizzare da un punto di vista geotecnico il terreno è divenuto in ingegneria e geologia geotecnica una consuetudine ben consolidata.

I metodi geofisici offrono alcuni vantaggi rispetto alle tecniche d'indagine più tradizionali (prove penetrometriche, dilatometriche, pressiometriche, etc.) tra i quali uno dei più rilevanti è la possibilità di determinare, meglio di qualunque altra prova in sito, i parametri geotecnici riferiti al loro stato iniziale.

Infatti, una delle caratteristiche principali dei metodi geofisici è ottenere informazioni sui parametri di stato e di comportamento dei geomateriali attraverso la perturbazione infinitesima di un campo di forze legato direttamente o indirettamente ai parametri geotecnici che si intendono valutare.

Tuttavia la potenzialità dei metodi geofisici (attivi e passivi) di determinare i parametri geotecnici dei terreni riferendoli al loro stato iniziale, non costituisce l'unica prerogativa di queste tecniche d'indagine.

Alcune di esse infatti hanno l'attraente caratteristica di essere *non-invasive* e pertanto di non richiedere per la loro esecuzione la perforazione di fori di sondaggio o l'introduzione di sonde.

Esse sono eseguite direttamente dal piano campagna e pertanto la loro implementazione risulta più rapida e spesso anche più economica di altri metodi d'indagine.

Inoltre la caratteristica di essere non-invasive rende queste tecniche molto adatte ad essere eseguite in tutte quelle situazioni stratigrafiche dove è difficoltosa la perforazione di fori di sondaggio o l'introduzione di sonde.

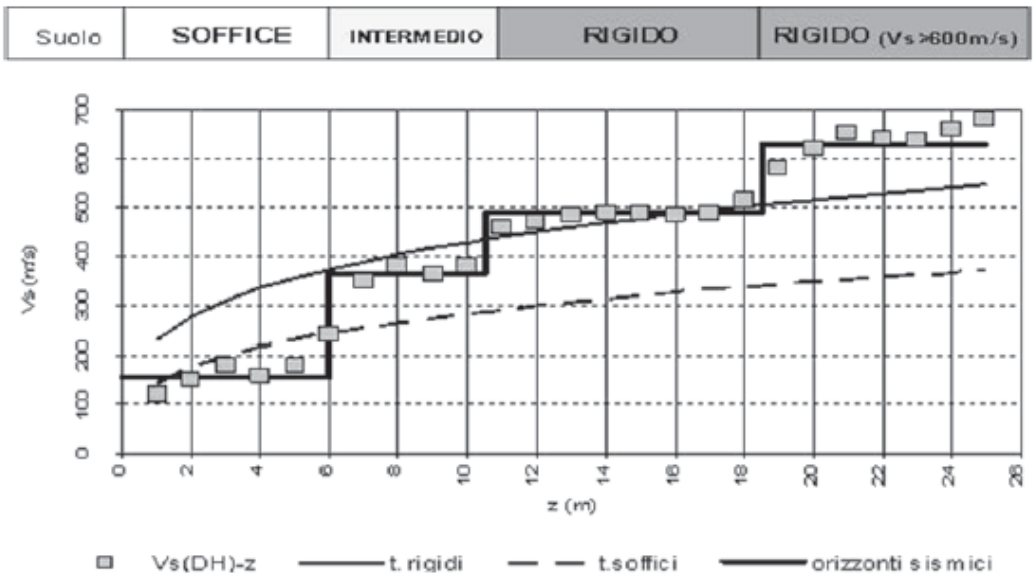
Infine, un'altra importante caratteristica dei metodi geofisici è quella di determinare valori medi e non puntuali dei parametri geotecnici dei geomateriali riferendoli a volumi di terreno rappresentativi dei caratteri megastrutturali dei depositi.

Negli ultimi anni, infatti, sono stati effettuati numerosi studi sulla correlazione tra le Vs, le SPT e le caratteristiche geomeccaniche del terreno, alcuni dei quali consentono in maniera empirica e speditiva di stabilire delle interessanti relazioni tra il valore delle SPT, Vs, la profondità ed alcuni parametri caratteristici del terreno stesso, in particolar modo se si conosce a priori già la natura dei terreni interessati.

Qui di seguito alcune correlazioni degli autori più importanti tra le NSPT, Vs e le principali tipologie di terreno, usate per avere un'idea abbastanza coerente sulle caratteristiche geomeccaniche e quindi una stima sui valori dei parametri caratteristici dei livelli di terreno più profondi.

Inoltre, sia i parametri di picco che quelli di progetto sono stati stimati sempre per difetto, per quanto possibile, al fine di operare a vantaggio della sicurezza

V_S e CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DEI TERRENI



.

Vs ed orizzonti di rigidezza del terreno

Le precedenti correlazioni tra Vs (in m/s) e z (in m) possono essere approssimate in termini di equazioni di potenza:

- per terreni rigidi: $Vs = 229{,}71 \cdot z^{0{,}2697}$
- per terreni soffici: $Vs = 144{,}51 \cdot z^{0{,}2822}$

mentre analoghe correlazioni sono riportate da Campbell et al. (1979)

- per terreni rigidi: $Vs = 240 \cdot (z + 0{,}6)^{0{,}349}$
- per terreni soffici: $Vs = 88 \cdot (z + 1{,}2)^{0{,}45}$

Una prima valutazione, sia pure speditiva, delle caratteristiche granulometriche può essere eseguita definendo il tipo di suolo o fattore F tramite la correlazione proposta da Ohta e Goto (1978)[4], riportata in questa sede in funzione di Vs e della profondità (z):

$$F = Vs/(78{,}98 \cdot z^{0{,}312})$$

Tabella 2.2. Valore di F per tipo di suolo (fonte: Ohta e Goto, 1978)

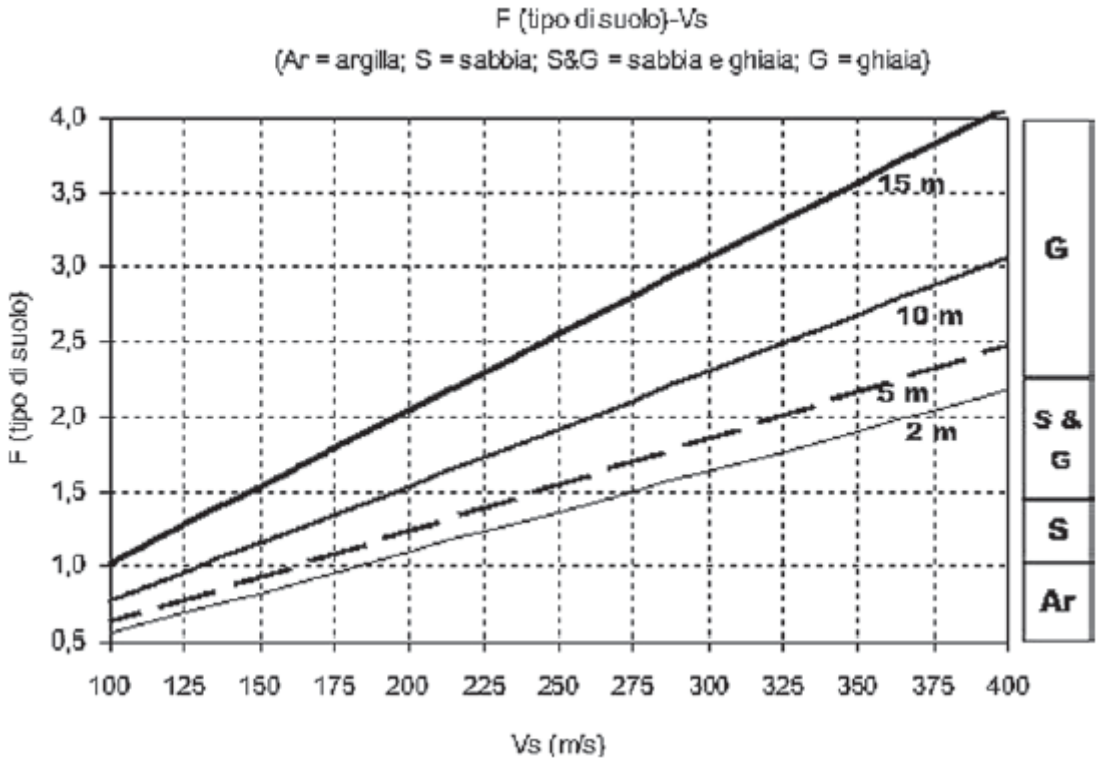
F	Tipo di suolo
1,000	Argilla
1,260	Sabbia fine
1,282	Sabbia media
1,422	Sabbia grossa
1,641	Sabbia e ghiaia
2,255	Ghiaia

Per una valutazione granulometrica si può fare riferimento anche all'indice del tipo di comportamento del terreno Ic (*Soil behavior type index*) di Robertson e Wride (1997)[6], calcolato in base alla correlazione con il modulo di taglio iniziale proposta da Mayne (2006)[7], che sviluppata per inversione e posto $G_0 = (\gamma/g) \cdot Vs^2$ diventa:

$$Ic = -0{,}7174 \cdot \mathrm{Ln}\,[Vs^2/(9{,}81 \cdot z)] + 6{,}3211$$

I valori di I_C consentono di distinguere i terreni a comportamento granulare da quelli a comportamento coesivo ($I_C > 2{,}6$) e di procedere ad una preliminare classificazione granulometrica e alla stima del contenuto di fine (F_C = % passante al setaccio 0,074 mm) secondo la correlazione di Robertson e Fear (1995)[8], praticamente uguale a quella riportata da Davies (1999)[9] nella seguente forma:

$$F_C\,(\%) = 42{,}4179 \cdot I_C - 54{,}8574$$



Qui di seguito riportiamo la nota correlazione di OTHA & GOTO (1978) dove il valore di Vs è valutato in funzione del numero di colpi della prova penetrometrica, della profondità dal p.c., da un coefficiente f_0 funzione dell'età geologica del deposito e di un coefficiente f_g funzione della granulometria.

f_a	Olocene (attuale)	Pleistocene (circa 1,8 Ma)
	1,0	1,303

f_g	Ghiaie	Sabbie ghiaiose	Sabbie grosse	Sabbie medie	Sabbie fini	Argille
	1,45	1,15	1,14	1,09	1,07	1,00

$$V_s = 54{,}33 \cdot (N_{SPT})^{0.173} \cdot \left(\frac{z}{0.303}\right)^{0.199} \cdot f_a \cdot f_g$$

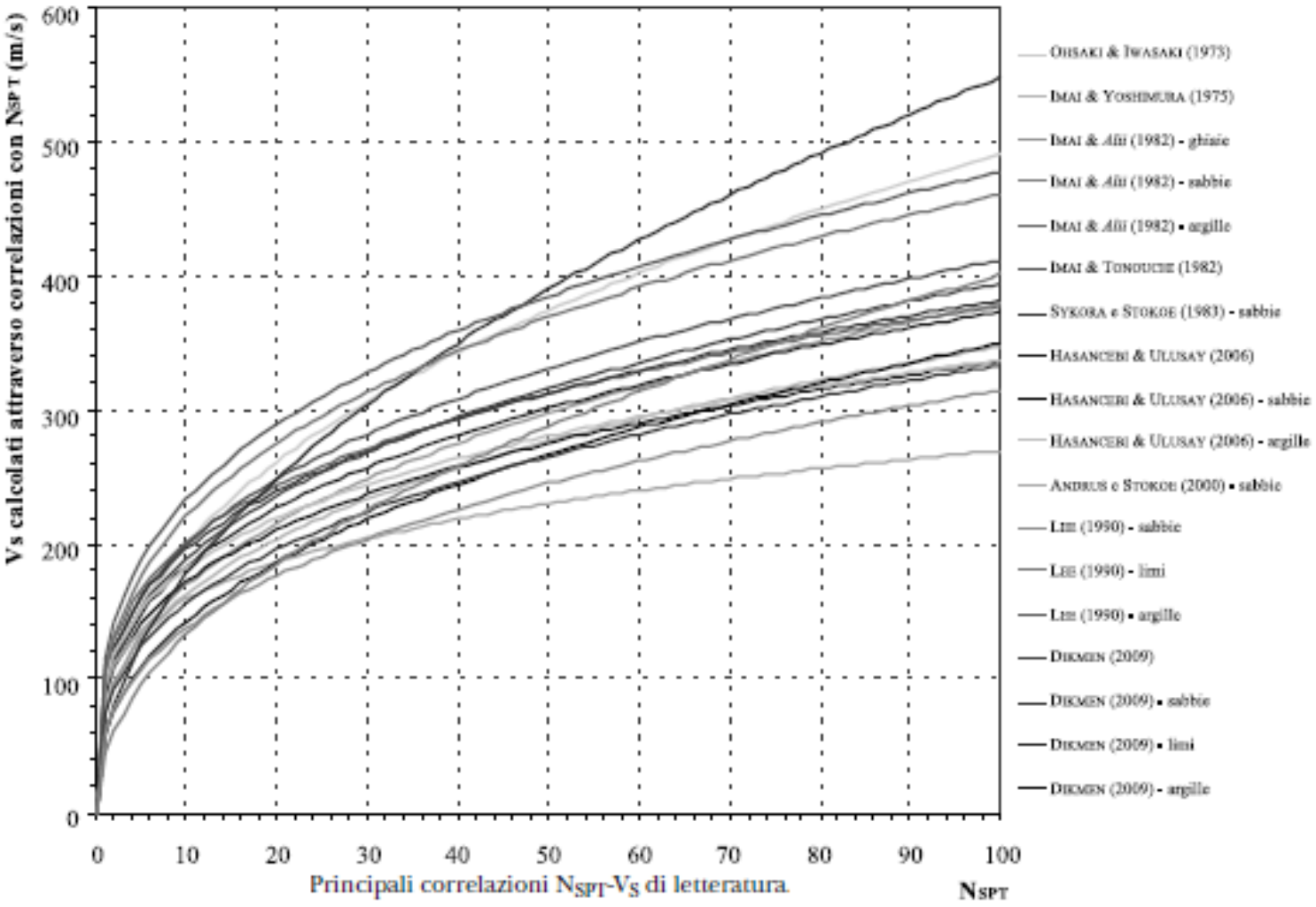
Infine la ormai nota e diffusa formula elaborata da C.G.T. italiano che deriva da un database di dati congiunti ottenuti dal confronto tra indagini sismiche e sondaggi penetrometrici effettuati sui medesimi siti e sui medesimi termini litologici

$$Vs = 100{,}59 \cdot N_{SPT}^{\,0{,}302}$$

Comunque in letteratura esiste una vasta gamma di formule, a seconda della tipologia di terreno, che correlano le Vs alle Nspt come riportato qui di seguito.

Principali correlazioni tra V_S and N_{SPT} (da Brandenberg *et al.*, 2010).

Author(s)	I.D.	All soils	Sand	Silt	Clay
Shibata (1970)	A	-	$V_s = 31.7\ N^{0.54}$	-	-
Ohba and Toriuma (1970)	B	$V_s = 84\ N^{0.31}$	-	-	-
Imai and Yoshimura (1975)	C	$V_s = 76\ N^{0.33}$	-	-	-
Ohta *et al.* (1972)	D	-	$V_s = 87.2\ N^{0.36}$	-	-
Fujiwara (1972)	E	$V_s = 92.1\ N^{0.337}$	-	-	-
Ohsaki and Iwasaki (1973)	F	$V_s = 81.4\ N^{0.39}$	-	-	-
Imai *et al.* (1975)	G	$V_s = 89.9\ N^{0.341}$	-	-	-
Imai (1977)	H	$V_s = 91\ N^{0.337}$	$V_s = 80.6\ N^{0.331}$	-	$V_s = 80.2\ N^{0.292}$
Ohta and Goto (1978)	I	$V_s = 85.35\ N^{0.348}$	-	-	-
Seed and Idriss (1981)	J	$V_s = 61.4\ N^{0.5}$	-	-	-
Imai and Tonouchi (1982)	K	$V_s = 96.9\ N^{0.314}$	-	-	-
Sykora and Stokoe (1983)	L	-	$V_s = 100.5\ N^{0.29}$	-	-
Jinan (1987)	M	$V_s = 116.1\ (N+0.3185)^{0.202}$	-	-	-
Okamoto *et al.* (1989)	N	-	$V_s = 125\ N^{0.3}$	-	-
Lee (1990)	O	-	$V_s = 57.4\ N^{0.49}$	$V_s = 105.64\ N^{0.32}$	$V_s = 114.43\ N^{0.31}$
Athanasopoulos (1995)	P	$V_s = 107.6\ N^{0.36}$	-	-	$V_s = 76.55\ N^{0.445}$
Sisman (1995)	Q	$V_s = 32.8\ N^{0.51}$	-	-	-
Iyisan (1996)	R	$V_s = 51.5\ N^{0.516}$	-	-	-
Kanai (1966)	S	$V_s = 19\ N^{0.6}$	-	-	-
Jafari *et al.* (1997)	T	$V_s = 22\ N^{0.85}$	-	-	-
Kiku *et al.* (2001)	U	$V_s = 68.3\ N^{0.292}$	-	-	-
Jafari *et al.* (2002)	V	-	-	$V_s = 22\ N^{0.77}$	$V_s = 27\ N^{0.73}$
Hasancebi and Ulusay (2006)	W	$V_s = 90\ N^{0.309}$	$V_s = 90.82\ N^{0.319}$	-	$V_s = 97.89\ N^{0.269}$
Ulugergerli and Uyanik (2007)	X	[a] $V_{SU} = 23.291\ \mathrm{Ln}(N) + 405.61$	-	-	-
Ulugergerli and Uyanik (2007)	Y	[b] $V_{SL} = 52.9\ e^{-0.011N}$	-	-	-
Dikmen (2009)	Z	$V_s = 58\ N^{0.39}$	$V_s = 73\ N^{0.33}$	$V_s = 60\ N^{0.36}$	$V_s = 44\ N^{0.48}$
Pitilakis *et al.* (1999)	AA	-	$V_s = 145(N_{60})^{0.178}$	-	$V_s = 132(N_{60})^{0.271}$
Hasancebi and Ulusay (2006)	AB	$V_s = 104.79(N_{60})^{0.26}$	$V_s = 131(N_{60})^{0.205}$		$V_s = 107.63(N_{60})^{0.237}$



Dai valori delle Nspt le correlazioni con i parametri caratteristici del terreno sono numerose e specifiche per ogni tipologia di terreno ma soprattutto abbastanza affidabili visti i numerosi studi da parte di noti autori che da tempo sono stati effettuati in proposito.

Come si può notare dal modello geologico, sia i valori dell'angolo di attrito che della coesione per gli strati più profondi sono valori visibilmente sottostimati rispetto alle caratteristiche di addensamento dei terreni interessati rilevate mediante le Vs.

Si è trovata infine una buona corrispondenza tra il rilevamento di campagna, gli studi precedenti e l'interpretazione provenuta dai risultati dei sondaggi effettuati.

Inoltre, le misure HVSR hanno consentito di avere un'ipotesi attendibile sull'andamento delle caratteristiche geomeccaniche del terreno per profondità molto elevate nonché di conoscere le frequenze di risonanza caratteristiche del terreno di fondazione.

5. SISMICITA', PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE E RISPOSTA SISMICA LOCALE

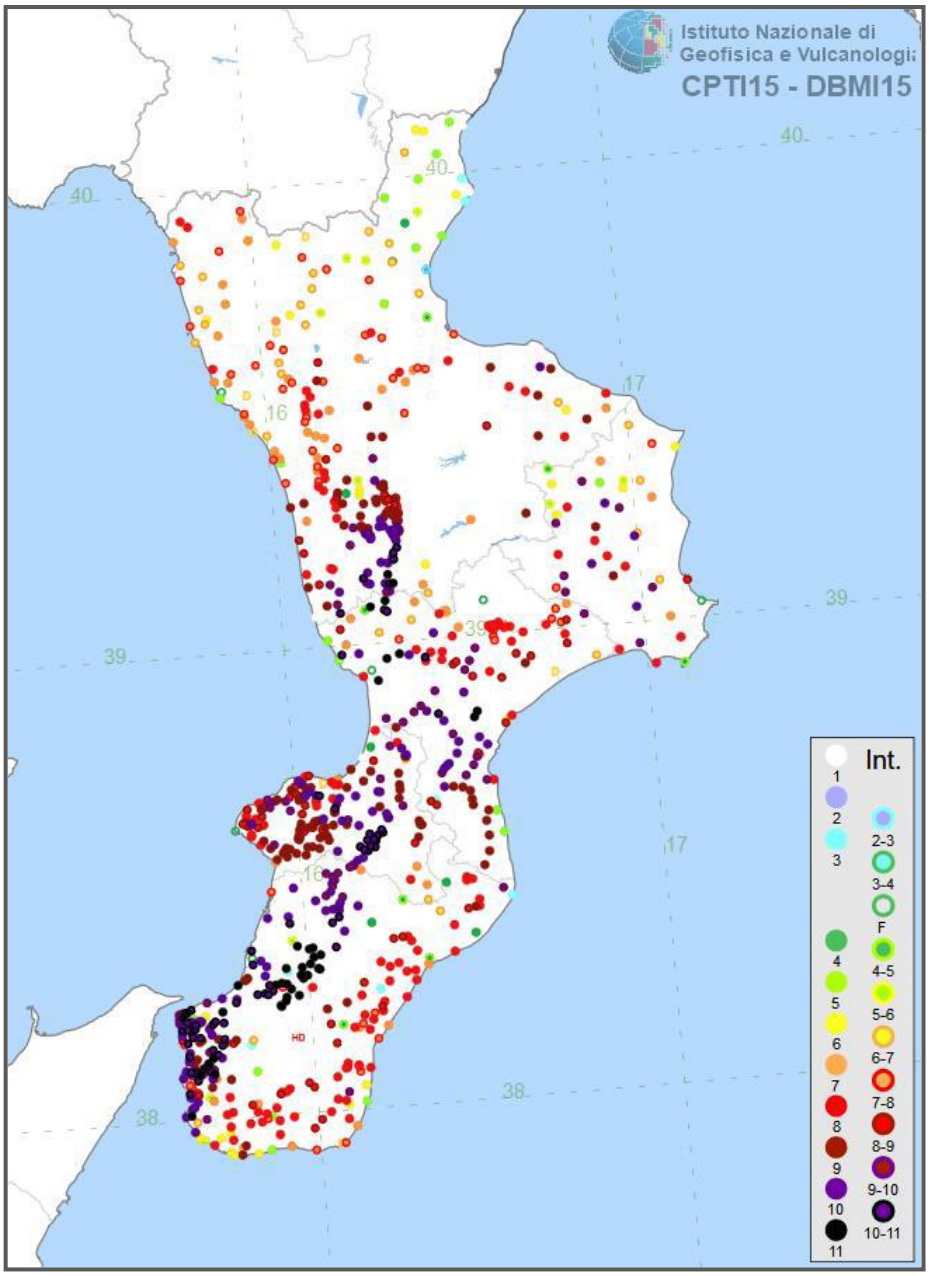
Qui seguito è riportata una rappresentazione grafica sintetica dei ***dati della sismicità storica della Calabria*** reperiti nel dall'archivio DBMI15 (Data Base Macrosismico Italiano, versione 2015) dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)5.

L'archivio contiene 122.701 dati di intensità macrosismica (MDP - Macroseismic Data Points) provenienti da diverse fonti, relativi a 3.212 terremoti con intensità massima ≥ 5 verificatisi in Italia nella finestra temporale 1000-2014.

Dalla consultazione del DBMI15 (Figura 14) emerge come la Calabria sia stata interessata, nel corso degli anni, da molti eventi sismici con una intensità al sito pari al X-XI grado della scala Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS).

Le notizie relative alla sismicità storica della Calabria, le analisi delle carte degli epicentri e le informazioni riguardanti le profondità ipocentrali di un gran numero di terremoti, sono state desunte dai numerosi lavori scientifici esistenti.

Da tali dati si ricava che la quasi totalità dei terremoti verificatisi in Calabria, in epoca storica, sono di tipo superficiale e localizzati in un intervallo sismogenetico compreso tra circa 10 e 20 Km di profondità, uniformemente attivo su tutto il territorio regionale



Intensità macrosismiche provenienti da diverse fonti relativo ai terremoti con intensità massima ≥ 5 in Calabria nella finestra temporale 1000-2014 (fonte: Data Base Macrosismico Italiano - DBMI 2015)

Considerando il rapporto esistente tra strutture tettoniche attive e sismicità, è stato possibile rilevare che:

- la linea di Sangineto non presenta alcuna attività sismica in epoca storica, mentre parallelamente ad essa, si rileva un netto allineamento di punti focali che comprende la più meridionale delle finestre tettoniche dei terreni del soggiacente blocco africano (Monte Cocuzzo) ed il bordo settentrionale del massiccio della Sila;

- tutte le strutture legate alle fasi tettoniche messiniana e medio-pliocenica, presenti nella porzione centro-settentrionale della Calabria, (Valle del Mesima, Stretta di Catanzaro e Valle del Crati), ed alcune delle principali faglie quaternarie (Poro-Valle Torbido e Reggio-Seminara),

risultano sismicamente attive o, comunque le linee tettoniche che ne danno riscontro nella geologia di superficie, risultano coincidere con allineamenti di punti focali di terremoti;

- una serie di sismi, in genere di bassa o media intensità e con profondità ipocentrali nei limiti della media regionale, si trovano distribuiti sul bordo orientale della Calabria, spesso al di fuori delle strutture attive sopra citate.

Si nota altresì come il settore della Calabria in cui si sono registrate le intensità macrosismiche maggiori rimarcano fedelmente l'andamento delle faglie attive rappresentate nelle precedenti figure.

Nelle tabelle che seguono vengono elencati i terremoti storici di intensità pari o superiori al VII grado della scala Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS) che hanno interessato la Calabria a partire dall'anno 1000 (GUIDOBONI E. *et al*, 2018) con una descrizione sintetica degli effetti ed i terremoti di magnitudo superiori a 3 registrati nella provincia di Cosenza (2008-2012)

data	area epicentrale	I mcs=Magnitudo equivalente	descrizione	vittime
1184-05-24	Valle del Crati	IX Mw=6,7	Il terremoto colpì in modo particolare i centri abitati della valle del Crati. Crollò la cattedrale di Cosenza e, secondo le fonti, le vittime furono numerose. Si ebbero danni gravi anche a Bisignano (CS), S. Lucido (CS) e Luzzi (CS).	migliaio
1509-02-25	Calabria meridionale	VIII Mw=5,6	A Reggio Calabria crollarono case e parti delle mura cittadine e la città rimase spopolata per la durata del periodo sismico, che durò alcuni mesi.	-
1609-07-20	Nicastro (CZ)	VII-VIII Mw=5,3	Colpita prevalentemente la cittadina di Nicastro.	-
1626-04-04	Girifalco (CZ)	IX Mw=6,0	Girifalco, situato in una zona poco popolata della Calabria, fu gravemente colpita. Gravi danni anche a Catanzaro e nei paesi di Arena, Badolato e Chiaravalle Centrale	37
1638-03-27 1638-06-08	Calabria centrale	XI Mw=7,0 (27,3) X Mw=6,9 (8,6)	Il 27 marzo una violenta scossa (XI grado) colpì la Calabria centrale ed in particolare i centri abitati del versante tirrenico tra Cosenza e Catanzaro, a N del Golfo di S. Eufemia. Una nuova scossa l'8 giugno (X grado) colpì viceversa il versante ionico producendo i danni più gravi nel crotonese. Complessivamente gran parte del territorio calabrese fu coinvolto.	10.000
1659-11-05	Calabria centrale	X Mw=6,5	La scossa interessò la Calabria centrale ed in particolare il territorio compreso tra il Golfo di S. Eufemia e quello di Squillace. Circa 40 paesi subirono danni gravi, tra questi: Castelmonardo, Filogaso, Panaia, Polia, San Demetrio, tutti in Provincia di Catanzaro. Gli effetti della scossa, in quest'area poverissima, furono aggravati dalle pessime condizioni degli edifici, spesso realizzati in mattoni crudi.	2.000
1693-01-08	Calabria settentrionale	VIII Mw=5,7	Danni a Castrovillari, Morano Calabro, Mormanno, Cassano allo Ionio, Oriolo.	-
1743-12-07	Calabria centrale	VIII Mw=5,7	Interessate le località di S. Giorgio di Polistena e Soriano in Catanzaro.	-
1744-03-21	Crotonese	VIII Mw=5,7	Gravi danni a Roccabernarda. Danni a Catanzaro, Cutro, Mesoraca, San Mauro Marchesato, Simeri. Fortemente risentito in tutta la Provincia di Catanzaro e nell'attuale Crotonese (allora Cotrone).	-
1767-07-14	Cosentino	VIII-IX Mw=6,0	Colpiti alcuni paesi della valle del Crati, a N di Cosenza. Danni a Luzzi, Rose, Castiglione Cosentino. Imprecisato il numero delle vittime.	centinaia
1783-02-05 1783-02-06 1783-02-07 1783-03-01 1783-03-28	Calabria centro-meridionale	XI Mw=7,0 (in entrambi i casi)	La scossa principale del 5 febbraio (XI grado), accompagnata da un maremoto tra Scilla e Bagnara C., fu seguita da altre 4 scosse di intensità pari o superiore al IX grado e da centinaia di scosse minori. La sequenza fu devastante su un'area vastissima, sconvolgendo, con frane e smottamenti, il paesaggio della Calabria meridionale (si formarono 215 laghetti). I centri abitati distrutti furono 182.	35.000
1791-10-13	Calabria centrale	IX Mw=6,0	Mileto fu l'unica città di un certo rilievo seriamente danneggiata, per il resto furono colpite in particolare le strutture edilizie già fortemente condizionate dagli eventi catastrofici del 1783.	15
1821-08-02	Catanzaro	VII Mw=5,1	Danneggiata Catanzaro, con il crollo di alcuni edifici e la morte di decine di persone. Danni anche a Nicastro.	decine
1824-12-11	Rossano (CS)	VII-VIII Mw=5,3	Interessate le località di Corigliano, Longobucco, Rossano.	-
1832-03-08	Crotonese	X Mw=6,6	La scossa causò i danni più gravi nella Provincia di Catanzaro, colpendo soprattutto l'edilizia povera e causando alcuni crolli anche a Catanzaro. I centri di Cutro, Mesoraca e Rocco di Neto furono ricostruiti in una località diversa.	250
1835-10-12	Cosentino	IX Mw=5,8	In rovina la contrada lungo la riva destra del Crati: Cosenza e Rende furono le sole località danneggiate sulla sinistra del Crati.	120
1836-04-25	Calabria settentrionale	IX Mw=6,2	Il terremoto interessò il versante ionico della Calabria settentrionale, danneggiando gravemente circa 20 paesi, tra i quali Crosia (CS), Calopezzati (CS) e Rossano (CS). Alle 250 vittime si aggiunsero le gravi conseguenze ad una economia locale basata su una florida agricoltura.	250

data	area epicentrale	I mcs=Magnitudo equivalente	descrizione	vittime
1854-02-12	Cosentino	X Mw=6,2	La scossa danneggiò gravemente Cosenza e i centri abitati della sua provincia, in particolare nell'alta Valle del Crati, tra questi i villaggi di Donnici Superiore, Donnici Inferiore e Sant'Ippolito.	500
1870-10-04	Cosentino	IX-X Mw=6,1	Colpiti principalmente alcuni centri della Provincia di Cosenza, situati fra le valli del Crati e del Savuto. I paesi di Mangone e Cellara furono quasi completamente distrutti; a Figline Vegliaturo, Piane Crati, Aprigliano, Santo Stefano di Rogliano vi furono crolli estesi a gran parte degli edifici.	120
1886-03-06	Cosentino	VII-VIII Mw=5,5	Interessate le località di Cosenza, Marano, Marchesato, Rende, Montalto Uffugo.	
1887-12-03	Calabria settentrionale	VIII Mw=5,5	Il terremoto fu caratterizzato da due violentissime scosse a meno di due ore di distanza l'una dall'altra con danni più gravi in alcuni centri della media valle del Crati in particolare Bisignano, Roggiano Gravina, San Martino di Finita e Cervicati.	20
1894-11-16	Calabria meridionale	IX Mw=6,1	I centri più colpiti furono San Procopio, Sant'Eufemia d'Aspromonte e San'Anna. A Reggio Calabria quasi tutti gli edifici subirono lesioni.	100
1905-09-08	Calabria	X-XI Mw=7,0	La scossa colpì la costa tirrenica tra Capo Suvero e Capo Vaticano, provocando danni molto gravi a numerose località, tra le quali: Monteleone (oggi Vibo Valentia), Triparni, Piscopio, Zammarò, Zungrì, Stefanaconi. Più di 8000 le case crollate o demolite, per lo più realizzate con materiali poveri, 300.000 i senzatetto.	560
1907-10-23	Calabria meridionale	VIII-IX Mw=5,9	Colpiti i centri del litorale ionico meridionale della Calabria, in particolare Ferruzzano, San'Ilario dello Ionio, Palizzi, Pietrapennata e Casalnuovo. Danni molto gravi furono segnalati nelle località del versante tirrenico settentrionale dell'Aspromonte, in particolare a Sinopoli e Oppido Mamertina.	170
1908-12-28	Calabria meridionale-Messina	XI Mw=7,1	Uno degli eventi sismici di energia più elevata mai registrati in Italia, con danni incalcolabili. Fu risentito in una regione vastissima. Disastroso nella zona dello Stretto e nell'entroterra siciliano e calabro. Distrutte Messina e Reggio Calabria. La scossa fu seguita da un'onda di maremoto che provocò ulteriori vittime.	100.000
1913-06-28	Calabria settentrionale	VIII Mw=5,7	Colpita la parte settentrionale della Provincia di Cosenza, in particolare Roggiano Gravina. Nessuna vittima.	-
1928-03-07	Capo Vaticano	VII-VIII Mw=5,8	Il terremoto ebbe epicentro in mare e i danni più gravi si registrarono a Sant'Onofrio, Mileto, Soriano Calabro, soprattutto nell'edifici vecchi e in cattive condizioni. Danni anche a Seminara e Gioia Tauro, con ordinanze di demolizione. Danni lievi agli edifici di nuova costruzione ed eseguiti secondo le norme.	-
1947-05-11	Calabria centrale	VIII Mw=5,7	Interessato il versante ionico della Calabria centrale all'altezza del golfo di Squillace. Il paese più colpito fu Isca sullo Ionio, Badolato, Cenadi, Gasperina, Santa Caterina dello Ionio, Sant'Andrea Apostolo dello Ionio, Satriano e Staletti.	4
1975-01-16	Stretto di Messina	VII-VIII Mw=5,2	Colpita l'area dello Stretto di Messina. I danni più gravi si ebbero in 30 paesi, dei quali una decina ubicati sulla costa siciliana e 20 nella Città Metropolitana di Reggio Calabria. A Reggio Calabria gli edifici subirono lesioni leggere. Danni più gravi a Cannavò, Vito inferiore e Vito superiore. Non vi furono vittime.	-
1978-03-11	Calabria meridionale	VIII Mw=5,2	Colpito il litorale ionico della Calabria meridionale. Le località più danneggiate furono Ferruzzano, Bova, Roccaforte del Greco e Palizzi.	-
1998-09-09	Appennino calabro-lucano	VI-VII Mw=5,6	Interessata soprattutto la Basilicata meridionale, a confine con la Calabria. Lievi danni a Rivello, Castelluccio Inferiore e Superiore	-
2012-10-26	Pollino	VI-VII Mw=5,0	Interessata soprattutto la Calabria Settentrionale, a confine con la Basilicata meridionale.	-

Elenco dei terremoti storici che hanno interessato la Calabria a partire dall'anno 1000 (Guidoboni et al., 2018; modificato).

TAB.2.2.3.2 -Sismi di magnitudo superiore a 3 registrati nella zona centro-sud della Provincia di Cosenza nel quadriennio 2008 - 2012					
Data	**Latitudine**	**Longitudine**	**Profondità**	**Magnitudo**	**Zone interessate**
26-12-2012	39.503	16.308	8.2	**3.0**	Bisignano, Santa Sofia D'Epiro.
27-12-2011	39.580	16.922	14.7	**3.6**	Mar Ionio (Pietrapaola, Calopezzati, Crosia)
17-11-2012	39.366	16.155	8.4	**3.4**	San Vincenzo la Costa, Montalto Uffugo Marano Marchesato e Principato, Castiglione C., Cosenza, Rende, Luzzi, Lattarico, Castrolibero.
14-12-2011	39.370	16.175	5.7	**3.1**	San Vincenzo la Costa, Marano Marchesato e Principato, Castiglione C., Cosenza, Rende, Luzzi, Lattarico, Castrolibero.
24-06-2011	39.611	16.609	23.0	**3.0**	Corigliano C., Rossano C., Crosia
08-12-2010	39.186	16.411	9.7	**3.2**	Parenti, Rogliano, Colosimi
10-06-2010	39.270	15.771	234.3	**3.3**	Mar Tirreno (San Lucido, Fiumefreddo Bruzio, Longobardi)
04-04-2010	39.349	16.816	28.1	**3.4**	San Giovanni in Fiore
08-02-2010	39.498	16.771	24.1	**3.5**	Coloveto, Pietrapaola, Calopezzati
01-01-2010	39.196	16.293	8.2	**3.1**	Rogliano, Santo Stefano di Rogliano, Colosimi
13-04-2009	39.525	16.392	14.2	**3.3**	Santa Sofia d'Epiro, San Demetrio Corone
04-07-2009	39.185	16.809	15.1	**3.2**	San Giovanni in Fiore
23-03-2009	39.225	16.071	57.6	**3.9**	Fiumefreddo Bruzio, Longobardi
13-04-2009	39.525	16.392	14.2	**3.3**	San Demetrio Corone, Santa Sofia d'Epiro
07-04-2009	39.185	16.809	15.1	**3.2**	San Giovanni in Fiore
23-03-2009	39.225	16.071	57.6	**3.9**	Fiumefreddo B., Longobardi
07-11-2008	39.149	16.464	10.7	**3.4**	Parenti, Rogliano, Colosimi
26-04-2008	39.142	16.530	11.0	**3.0**	Parenti,Bianchi,Colosimi,San Giovanni in Fiore
14-04-2008	39.149	16.522	10.9	**3.0**	Parenti,Bianchi,Colosimi,San Giovanni in Fiore
13-04-2008	39.164	16.515	9.9	**3.7**	Parenti,Bianchi,Colosimi,San Giovanni in Fiore
08-04-2008	39.158	16.525	9.8	**4.0**	Parenti,Bianchi,Colosimi,San Giovanni in Fiore
16-03-2008	40.021	15.773	280.5	**3.0**	Parenti,Bianchi,Colosimi,San Giovanni in Fiore
18-01-2008	39.140	16.525	9.1	**3.8**	Parenti,Bianchi,Colosimi,San Giovanni in Fiore

TAB.2.2.3.3- Sismi di magnitudo superiore a 3 registrati nella zona nord della Provincia di Cosenza nel quadriennio 2008 - 2012					
Data	**Latitudine**	**Longitudine**	**Profondità**	**Magnitudo**	**Zone interessate**
18-12-2012	39.841	16.167	8.1	**3.4**	Pollino (Laino Borgo,Laino Castello,Morano C., Mormanno)
13-12-2012	39.906	16.036	7.7	**3.0**	Pollino (Laino Borgo,Laino Castello,Morano C., Mormanno)
11-12-2012	39.888	16.017	10.0	**3.4**	Pollino (Laino Borgo,Laino Castello,Morano C., Mormanno)
30-11-2012	39.923	16.025	5.1	**3.2**	Pollino (Laino Borgo,Laino Castello,Morano C., Mormanno)
28-11-2012	39.927	16.020	5.8	**3.1**	Pollino (Laino Borgo,Laino Castello,Morano C., Mormanno)
25-11-2012	39.909	16.009	8.9	**3.0**	Pollino (Laino Borgo,Laino Castello,Morano C., Mormanno)
25-11-2012	39.916	16.008	9.8	**3.2**	Pollino (Laino Borgo,Laino Castello,Morano C., Mormanno)
25-11-2012	39.921	16.027	7.5	**3.7**	Pollino (Laino Borgo,Laino Castello,Morano C., Mormanno)
22-11-2012	39.921	16.030	9.0	**3.3**	Pollino (Laino Borgo,Laino Castello,Morano C., Mormanno)
08-11-2012	39.909	16.111	6.3	**3.0**	Pollino (Laino Borgo,Laino Castello,Morano C., Mormanno)
05-11-2012	39.935	16.005	8.7	**3.3**	Pollino (Laino Borgo,Laino Castello,Morano C., Mormanno)
03-11-2012	39.934	16.020	7.8	**3.2**	Pollino (Laino Borgo,Laino Castello,Morano C., Mormanno)
02-11-2012	39.917	16.033	7.2	**3.1**	Pollino (Laino Borgo,Laino Castello,Morano C., Mormanno)
2012-10-28	39.876	16.028	8.0	**3.2**	Pollino (Laino Borgo,Laino Castello,Morano C., Mormanno)
28-10-2012	39.925	16.007	8.8	**3.1**	Pollino (Laino Borgo,Laino Castello,Morano C., Mormanno)
25-10-2012	39.895	16.012	8.3	**3.3**	Pollino (Laino Borgo,Laino Castello,Morano C., Mormanno)
25-10-2012	39.881	16.009	6.3	**5.0**	Pollino (Laino Borgo,Laino Castello,Morano C., Mormanno)
23-10-2012	39.906	16.021	9.2	**3.0**	Pollino (Laino Borgo,Laino Castello,Morano C., Mormanno)
18-10-2012	39.887	16.034	7.8	**3.5**	Pollino (Laino Borgo,Laino Castello,Morano C., Mormanno)
04-10-2012	39.888	16.021	8.5	**3.0**	Pollino (Laino Borgo,Laino Castello,Morano C., Mormanno)
02-10-2012	39.906	16.019	7.4	**3.3**	Pollino (Laino Borgo,Laino Castello,Morano C., Mormanno)
01-10-2012	39.903	16.010	7.9	**3.3**	Pollino (Laino Borgo,Laino Castello,Morano C., Mormanno)
01-10-2012	39.901	16.013	8.1	**3.6**	Pollino (Laino Borgo,Laino Castello,Morano C., Mormanno)
28-09-2012	39.912	16.087	3.0	**3.0**	Pollino (Laino Borgo,Laino Castello,Morano C., Mormanno)
22-09-2012	39.783	16.614	8.9	**3.4**	Mar Ionio (Trebisacce, Villapiana)
14-09-2012	39.896	16.019	7.6	**3.7**	Pollino (Laino Borgo,Laino Castello,Morano C., Mormanno)
07-09-2012	39.877	16.028	8.5	**3.4**	Pollino (Laino Borgo,Laino Castello,Morano C., Mormanno)
01-09-2012	39.887	16.004	7.8	**3.4**	Pollino (Laino Borgo,Laino Castello,Morano C., Mormanno)
26-08-2012	39.877	16.206	6.8	**3.0**	Pollino (Morano, Castrovillari, Frascineto)
19-08-2012	39.875	16.005	5.0	**3.7**	Pollino (Laino Borgo, Laino Castello, Morano C., Mormanno)
28-05-2012	39.906	16.094	8.0	**3.2**	Pollino (Laino Borgo, Laino Castello, Morano C., Mormanno)
28-05-2012	39.859	16.118	3.0	**4.3**	Pollino (Laino Borgo, Laino Castello, Morano C., Mormanno)
01-04-2012	39.722	15.774	286.5	**3.9**	Mar Tirreno (Acquappesa, Belvedere, M., Bonifati, Diamante, Maierà, San Nicola Arcella)
24-11-2011	39.920	16.023	8.1	**3.3**	Pollino (Laino Borgo, Laino Castello, Morano C., Mormanno)
02-12-2011	39.910	15.997	8.0	**3.2**	Pollino (Laino Borgo, Laino Castello, Morano C., Mormanno)
01-12-2011	39.933	15.998	9.9	**3.3**	Pollino (Laino Borgo, Laino Castello, Morano C., Mormanno)
23-11-2011	39.912	16.019	7.5	**3.6**	Pollino (Laino Borgo, Laino Castello, Morano C., Mormanno)
25-03-2010	40.028	15.857	7.8	**3.2**	Pollino
28-11-2008	39.886	17.018	2.0	**3.1**	Mar Ionio (Villapiana, Trebisacce, Amendolara)
20-05-2008	39.958	15.952	276.7	**3.4**	Pollino (Laino Borgo, Laino Castello, Morano C., Mormanno)
10-03-2008	39.658	16.846	3.1	**3.3**	Pollino
19-02-2008	39.671	15.817	273.0	**3.0**	Mar Tirreno (Belvedere M., Bonifati, Diamante, Buonvicino, Santa Maria del Cedro)
15-01-2008	39.812	16.331	16.5	**3.0**	Civita, Francavilla Marittima, Cassano allo Ionio

Per quanto concerne la sismicità storica del Comune di San Fili, attraverso la consultazione (per località) del *DATABASE MACROSISMICO ITALIANO 2004 (DBMI04)* fonte INGV, si evince che per codesto comune sono disponibili complessivamente n° 6 osservazioni (riportate nella tabella sotto esposta)

Codice ISTAT	Regione	Provincia	Comune	Popolazione residente (1991)	Abitazioni (1991)	Grado di Sismicità	Data di classificazione	Indice di rischio	Intensità massima osservata (MCS)
18078081	CALABRIA	COSENZA	MONTALTO UFFUGO	15093	6185	9	18/04/09	0,5272	9

Effetti	In occasione del terremoto del:			
I[MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
8-9	1638 03 27 15:05	Calabria	213	11 7.03 ±0.12
7-8	1783 03 28 18:55	Calabria	323	11 6.98 ±0.08
7-8	1854 02 12 17:50	Cosentino	89	10 6.21 ±0.16
6	1870 10 04 16:55	Cosentino	56	9-10 6.10 ±0.19
7-8	1886 03 06	COSENTINO	11	7-8 5.55 ±0.60
5	1887 12 03 03:45	Calabria settentrionale	142	8 5.49 ±0.14
7	1905 09 08 01:43	Calabria meridionale	895	7.04 ±0.16
6-7	1908 12 28 04:20	Calabria meridionale-Messina	800	11 7.10 ±0.15
3	1988 04 13 21:28	Costa calabra	272	6-7 5.01 ±0.10
5-6	1990 05 05 07:21	Potentino	1374	5.80 ±0.09
3	1996 04 27 00:38	Cosentino	123	6-7 4.86 ±0.11
3	2001 10 18 11:02	Cosentino	115	5-6 4.31 ±0.09



Nell'ambito della zonizzazione sismogenetica ZS9 prodotta dall'*INGV* (ai fini della ricostruzione della mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale) il territorio Calabrese è suddiviso in due differenti sorgenti sismogenetiche (fig. 1) una sul lato Tirrenico (n°929) ed una sul lato ionico (n°930) che evidenziano valori di sismicità completante differenti.

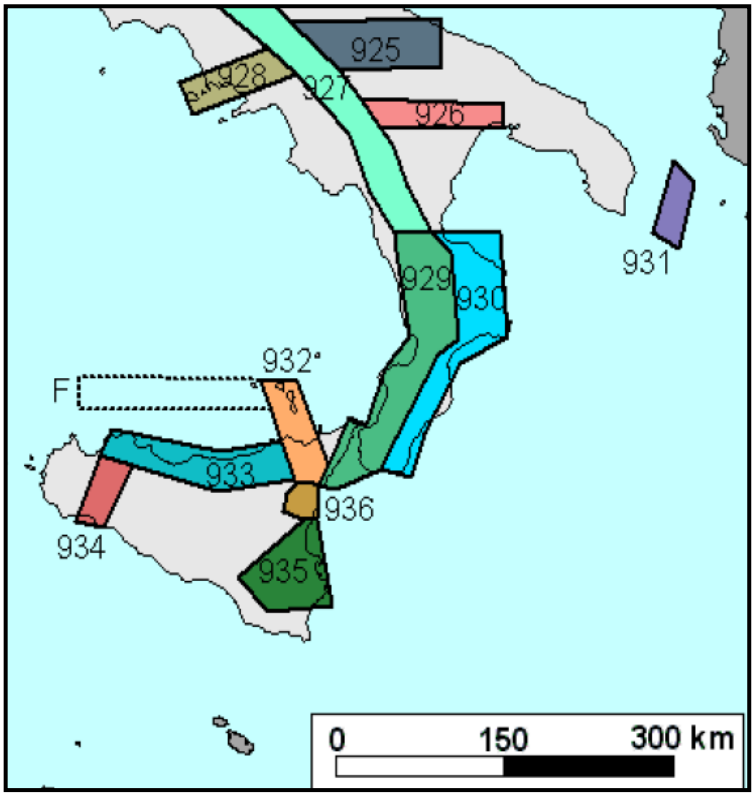
I terremoti con più elevata magnitudo infatti, hanno interessato i bacini del Crati, del Savuto e del Mesima fino allo stretto di Messina.

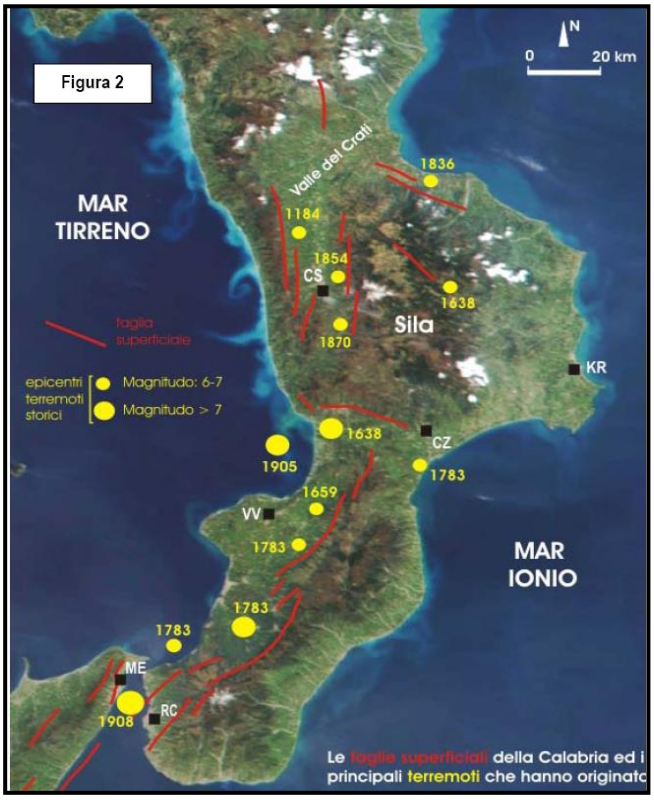
Il territorio comunale di Montalto Uffugo ricade nella *zona sorgente* contrassegnata con il n° 929 e pertanto in un settore caratterizzato da elevata sismicità.

Inoltre il sito di studio, non dista eccessivamente da due grossi sistemi tettonici con marcati caratteri sismogenetici, che vengono individuati rispettivamente con le sigle CS2 e CS3, nell'ambito della ricognizione sulle faglie attive in Calabria (*Moretti 1999).*

Come si evince dalla figura riportata, gli epicentri dei terremoti più distruttivi che si sono verificati nel corso dei secoli in Calabria, si localizzano proprio in prossimità di alcune importanti faglie simogenetiche a carattere regionale.

Queste strutture tettoniche in alcuni casi, sono state capaci di produrre dei sismi con magnitudo molto elevate, talvolta superiori al 7° Richter, che ovviamente hanno seminato morte e danni incalcolabili in tutta la regione, in alcuni casi producendo il completo sconvolgimento di interi territori comunali (piana di Gioia Tauro, sequenze sismiche del 1783).





La pericolosità riferita ai terremoti è il prodotto inscindibile delle sue due componenti: la sismicità di base e la pericolosità sismica locale.

La scala di studio della prima non può che essere quella regionale e si basa sulla probabilità che in un'area si verifichi un evento naturale di una data intensità in un determinato intervallo di tempo, il cosiddetto "terremoto di riferimento" necessario per gli studi di microzonazione sismica.

La seconda dipende invece dalle condizioni geologiche e geomorfologiche di una zona che sono in grado di produrre effetti diversi e deve, pertanto, essere analizzata mediante livelli progressivi di approfondimento.

Essa si compone quindi di due contributi: quello di **base** e quello **locale**.

La risposta sismica locale è stata calcolata col programma GEOSTRU RSL III 2021 mediante analisi 1D come prevede la normativa per la tipologia di opera in progetto; la verifica alla suscettibilità a liquefazione non è stata eseguita per due condizioni geologiche ed idrogeologiche rilevate a carico dei terreni indagati:

1. Non è stata rilevata la presenza di falda fino a 20 mt dal p.c. (vedi paragrafo dedicato).
2. Le caratteristiche granulometriche sei terreni, confrontate con i diagrammi riportati nella normativa, non rientrano nel fuso granulometrico dei terreni potenzialmente liquefacibili essendo costituiti in maggioranza da materiale fine, argilla + limo, per una percentuale compresa tra il 70 ed il 95%.

Inoltre lo strato superficiale di copertura costituito da materiale eterogeneo in maggioranza grossolano e da manto stradale, quindi difficilmente liquefacibile, sarà asportato durante la realizzazione dei lavori in progetto.

CONCLUSIONI

L'indagine preliminare effettuata in data 2018 unitamente alla ricerca bibliografica e studi precedenti, al rilevamento di campagna, hanno consentito di effettuare una prima valutazione sull'assetto litostratigrafico e geomorfologico del sito di intervento; da qui è stata definita una campagna di indagini complementare sia per confermare quanto ipotizzato dalle osservazioni di campagna sia per ottenere dati più dettagliati sulle caratteristiche litostratigrafiche e tecniche dei terreni interessati.

In tal modo è stato possibile ottenere un modello geologico e sismico adeguatamente proporzionale alla tipologia di opera prevista.

I sondaggi penetrometrici hanno consentito di caratterizzare direttamente e puntualmente le porzioni più superficiali di terreno dove risiederanno le strutture di fondazione, mentre i sondaggi sismici hanno consentito la determinazione della categoria di sottosuolo e delle caratteristiche geomeccaniche dei livelli più profondi mediante correlazioni empiriche di illustri autori, sempre più usate nell'ingegneria geotecnica; inoltre, le misure HVSR hanno consentito di rilevare le frequenze

più importanti del terreno di fondazione, utilissime per il dimensionamento strutturale dell'opera da realizzare.

L'analisi geologico-tecnica e sismica ed idrogeologica effettuata hanno consentito di determinare gli elementi di rischio presenti nel contesto geologico, morfologico ed idrogeologico interessato e di un modello geosismico dettagliato, necessario per una corretta progettazione.

Dalla consultazione delle cartografie del PAI Calabria risulta che ***il sito in esame non rientra in nessuna area a vincolo che possa mettere in risalto a presenza di situazioni di rischio idrogeologico o idraulico*** (vedi cartografia allegata).

Tuttavia si consiglia di adottare i seguenti accorgimenti:

- La struttura dovrà essere adeguatamente verificata in funzione dei parametri geotecnici, sismici ed idrogeologici forniti nel presente lavoro.

Con la presente relazione, sono stati forniti ai progettisti gli elementi necessari per eseguire la progettazione di tutte le opere previste dal progetto.

Rende, giugno 2021

Il Geologo

Dr. Vincenzo Sicilia

