

**Riassetto e realizzazione della Rete di trasmissione Nazionale a 380/220/150
kV nell’area del Parco del Pollino
RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE**



Storia delle revisioni

Rev. 00	del 28/02/10	Prima emissione
Rev. 01	del 20/12/12	Aggiornamento a seguito richiesta MATTM di revisione progetto con nota DVA-2012-0022821 del 24/09/2012
Rev. 02	del 17/12/14	Aggiornamento dello Studio a seguito di revisione del progetto

Elaborato		Verificato		Approvato
 SETIN srl Servizi Tecnici Infrastrutture	V.Carucci	G.Luzzi ING/SI-SAM		N.Rivabene ING/SI-SAM

Indice

1	INTRODUZIONE	4
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	5
2.1	Descrizione del tracciato e delle opere	6
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE	7
3.1	La dorsale del Pollino	7
3.1.1	Bacino del Mercure	9
3.1.2	Il Bacino di Morano Calabro.....	11
3.1.3	Il Bacino di Castrovillari.....	12
4	CARATTERISTICHE LITOLOGICHE.....	13
5	OSSERVAZIONI GEOMORFOLOGICHE	15
5.1	Nuova linea a 220 kV "Laino-Tuscano"	17
5.2	Nuova linea a 150 kV in variante all'elettrodotto Rotonda - Mucone All.	17
5.3	Nuovo raccordo a 150 kV CP Castrovillari	17
5.4	Demolizione linea a 220 kV "Rotonda – Tuscano"	17
5.5	Demolizione linea a 150 kV "Rotonda – Palazzo 2"	18
5.6	Demolizione linea a 150 kV "Rotonda – Castrovillari"	18
5.7	Mantenimento della linea a 380 kV "Laino - Rossano"	18
6	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	19
6.1	Idrografia superficiale	21
7	INQUADRAMENTO CLIMATICO.....	22
8	INQUADRAMENTO SISMICO	26
9	RESOCONTO DELLE ATTIVITA' DI SOPRALLUOGO.....	42
9.1	Nuova linea 150 kV Rotonda – Mucone All.....	42
9.2	Linea 380 kV Laino - Rossano	42
9.3	Demolizione linea 150 kV Rotonda – Palazzo2	44
9.4	Nuova linea 220 kV Laino – Tuscano.....	44
10	CRITERI PROGETTUALI DELLE STRUTTURE DI FONDAZIONE	45
10.1	Elettrodotto aereo	45
10.2	Gestione delle terre e rocce da scavo.....	47
10.2.1	Stabilità degli scavi.....	47
10.3	Indagini suggerite per la progettazione esecutiva.....	47
11	CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE SUI TERRENI	49
12	CONCLUSIONI	50
13	bibliografia.....	51

Allegato 1 - Report Fotografico delle attività di sopralluogo

Cartografie

SRIARI10009_01 - Carta litologica

SRIARI10009_02 - Carta del Piano di Assetto Idrogeologico

1 INTRODUZIONE

La presente relazione ha come finalità un inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico preliminare per la realizzazione di più interventi che rientrano nel vasto piano di riassetto e razionalizzazione **nell'area nord Calabria/sud Basilicata, ai confini meridionali del Parco Nazionale del Pollino**. Tali interventi consentiranno di ridurre notevolmente l'impatto ambientale delle infrastrutture di trasmissione presenti sul territorio. L'opera in oggetto è inserita nel piano di sviluppo della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) elaborato da TERNA S.p.A. ed approvato dal Ministero dello Sviluppo Economico, ed, in particolare, è inserita nell'ambito dei lavori di razionalizzazione e potenziamento della RTN nella zona del Nord della Calabria, denominati "**Riassetto rete Nord Calabria**".

Nello svolgimento di questa attività si è fatto riferimento alla normativa vigente in materia:

- D.G.R. 2984/1999 – Piano Regionale Difesa del Suolo (regione Calabria);
- D.G.R. 115/2001 – Approvazione Piano Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) regione Calabria – art. 1bis della L. 365/2000, art 17 L. 183/1989, art. 1 L. 267/1998;
- Delibera del C.I. n.3 del 26/1/09 – Approvazione Piano Assetto Idrogeologico (PAI) – regione Basilicata - redatto ai sensi dell'art.65 del D.Lgs 152/2006,;
- 31/07/2002 - Modifiche al PAI da parte del Comitato Istituzionale dell' Autorità di Bacino Regionale (regione Calabria);
- Piano Di Gestione Acque (Direttiva Comunitaria 2000/60/CE, D.L.vo 152/06, L. 13/09, D.L. 194/09) del Distretto Idrografico dell'Appennino meridionale;
- Piano di Tutela delle Acque della Regione Calabria (Deliberazione di Giunta regionale n. 394 del 30.06.2009, ai sensi dell'art. 121 del Dlgs. 152/06 e s. m. e i.;
- D.G.R. 47/2004 – Riclassificazione sismica del territorio regionale (regione Calabria) (come da All. A dell'ordinanza P.C.M. 3274/2003);
- Delibera di Giunta Regionale N. 2000 del 04.11.2003 – Classificazione sismica del territorio regionale (Regione Basilicata);
- Ordinanza P.C.M. 3519 del 28 aprile 2006 - "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone".

Il contenuto della presente è conforme alle prescrizioni del D.M. 14/01/2008 "Testo Unico – "Norme tecniche per le costruzioni", del D.Lgs. n. 152/2006 e successiva modifica del D.Lgs. n. 4/2008.

La seguente relazione rientra in un ambito progettuale preliminare, per cui si è proceduto a una ricerca bibliografica sulla letteratura esistente per quanto riguarda la parte degli inquadramenti geologico, geomorfologico, idrogeologico; a una ricerca dei dati disponibili in rete per le informazioni climatiche, sismiche.

Nell'ambito della presente relazione geologica di carattere preliminare, si è ritenuto opportuno consigliare alcune indagini geognostiche, da effettuare per la definizione delle caratteristiche dei terreni che saranno interessati dalle operazioni di scavo per la messa in opera del cavo elettrico.

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il progetto di razionalizzazione nell'area nord Calabria/sud Basilicata, ai confini meridionali del Parco Nazionale del Pollino interessa i seguenti comuni riportati in Tab. 2-1.

COMUNE	Nuova linea aerea a 220 kV "Rotonda-Tuscano"	Demolizione linea a 220 kV "Rotonda-Tuscano"	Nuova linea aerea a 150 kV "Rotonda-Terranova"	Raccordo a 150 kV CP Castrovillari	Linea a 380 kV da mantenere "Laino-Rossano"	Demolizione linea a 150 kV "Rotonda-Castrovillari "	Demolizione linea a 150 kV "Rotonda-Palazzo 2"
Castelluccio Inferiore (PZ)	X	X					
Rotonda (PZ)		X	X		X	X	X
Viggianello (PZ)					X		
Laino Borgo (CS)	X	X			X		
Laino Castello (CS)		X					X
Mormanno (CS)							X
Morano Calabro (CS)					X	X	
San Basile (CS)					X		
Castrovillari (CS)				X		X	
Papasidero (CS)							X
Orsomarso (CS)							X

Tab. 2-1: Comuni attraversati dalle opere in progetto

2.1 Descrizione del tracciato e delle opere

Il progetto di razionalizzazione nell'area nord Calabria/sud Basilicata, riformulato in risposta alla richiesta della DVA, prevede:

1. INTERVENTO 1:

- realizzazione del raccordo aereo a 220 kV "Laino – Tusciano" interessante i Comuni di Laino Borgo (Cs) e Castelluccio Inferiore (Pz) (ca. 3 km), con spostamento dell'ingresso dalla stazione di Rotonda a quella di Laino;
- demolizione dell'elettrodotto aereo 220 kV "Rotonda – Tusciano" non più esercito che interessa i Comuni di Rotonda (Pz), Laino Borgo (Cs) e Castelluccio Inferiore (Pz) (ca. 5 km);

2. INTERVENTO 2:

- realizzazione del raccordo aereo 150 kV in variante all'elettrodotto 220 kV, declassato a 150 kV, Rotonda-Mucone All.per complessivi 3,5 km ricadenti nel Comune di Rotonda (Pz);
- realizzazione del raccordo aereo di circa 350 m a 150 kV tra la CP Castrovillari e la linea aerea 150 kV "Rotonda-Mucone All." nel Comune di Castrovillari (Pz);
- demolizione dell'elettrodotto aereo a 150 kV "Rotonda – Castrovillari" di circa 25,7 km nei Comuni di Rotonda (Pz), Morano Calabro (Cs) e Castrovillari (Cs);

3. INTERVENTI DI DEMOLIZIONE E DECLASSAMENTO:

- Demolizione dell'elettrodotto aereo a 150 kV "Rotonda – Palazzo II" di circa 19,7 km nei Comuni di Rotonda (Pz), Laino Castello (Cs), Mormanno (Cs), Papisidero (Cs) e Orsomarso (Cs);
- Declassamento a 150 kV dell'elettrodotto aereo a 220 kV "Rotonda-Mucone All."

4. Mantenimento in servizio dell'esistente elettrodotto a 380 kV "Laino – Rossano" T.322 dalla SE di Laino fino al sostegno n.88, della lunghezza di 30 km, interessante i Comuni di Rotonda (Pz) e Viggianello (Pz) in Basilicata e San Basile (Cs), Laino Borgo (Cs) e Morano Calabro (Cs) in Calabria (prescrizione n.1 decreto VIA n.3062 del 19/06/1998);

Per un inquadramento cartografico dei tracciati delle linee oggetto di intervento di rimanda agli elaborati SRIARI10007_04 e SRIARI10007_05 dello Studio di Impatto Ambientale e DG10024FACSC0050 del Piano Tecnico delle Opere.

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

3.1 La dorsale del Pollino

Il confine calabro-lucano riveste tradizionalmente un particolare interesse nella geologia dell'Italia meridionale, rappresentando la complessa fascia di raccordo tra i domini strutturali dell'Appennino Calcareo e i termini cristallino-metamorfici dell'Arco Calabro-Peloritano (fig. 3.1-1). Quest'ultimo costituisce parte di un segmento alpidico, ed è strutturalmente delimitato a N dalla linea di Sangineto. La segmentazione del settore calabrese, delimitato a N e a S da due principali strutture, avviene ad opera di importanti sistemi di faglie divisibili in due gruppi: paralleli alle direttrici strutturali della catena e trasversali alla stessa, che ne interrompono la continuità andando a formare una classica struttura a blocchi, in cui si alternano alti strutturali e bacini sedimentari. L'intera letteratura scientifica a riguardo è concorde nell'evidenziare come tutto l'arco calabro sia controllato da un forte campo di stress estensionale fin dal tardo Pliocene. Questa attività è tuttora in atto, come dimostrato dai terremoti, anche di elevata intensità, aventi meccanismi focali dominanti di tipo normale.

In questo contesto la Catena del Pollino si configura come una delle maggiori strutture geologiche, costituendo, nell'accezione classica, una estesa monoclinale, con direzione media WNW-ESE ed immersione generale a NE, di carbonati mesozoico-terziari di piattaforma (Complesso "Panormide" o Unità del Pollino). Questa dorsale è bordata da bacini Quaternari, ricoperti da sedimenti marini e continentali (Schiattarella, 1998).

L'ossatura geologica della Catena del Pollino è costituita dalla potente successione calcareo-dolomitica mesozoica di piattaforma dell'Unità Alburno-Cervati. A nord e a sud della dorsale affiorano i terreni ofiolitiferi del Complesso Liguride. I terreni affioranti a sud-ovest della "Linea del Pollino", che costituiscono il substrato pre-quaternario dei bacini suddetti e i rilievi circostanti, sono prevalentemente rappresentati da successioni calcareo-dolomitiche mesocenozoiche appartenenti all'Unità di Verbicaro e alla stessa Unità Alburno-Cervati (Perri et al., 1997).

Le principali strutture tettoniche dell'area di studio, i Monti di Lauria, la Catena del Pollino, e i bacini del Mercure, di Morano e di Castrovillari, sono caratterizzati da una tettonica polifasica dal Miocene al Quaternario, riscontrabile nei terreni della morfostruttura carbonatica e nelle depressioni contigue. L'attuale assetto della dorsale deriva dalla scomposizione ad opera della tettonica fragile quaternaria di una primitiva struttura compressiva caratterizzata dalla sovrapposizione di più unità carbonatiche. Probabilmente, fin dalle fasi tettonogeniche mioceniche, lo smembramento dei fronti di accavallamento porta alla attivazione di grandi faglie trascorrenti destre ad andamento meridiano (Schiattarella, 1996). Lo stesso autore (Schiattarella, 1998) individua due distinte fasi tettoniche quaternarie. La prima, nel Pliocene Inferiore, è stata caratterizzata da movimenti trascorrenti aventi un andamento N120° delle faglie principali. La seconda fase è avvenuta durante il Pleistocene Medio, e si è caratterizzata per un regime estensionale puro, avente una tensione assiale orientata NE-SW. In questa fase si sono principalmente riattivate delle strutture pre-esistenti, ed aventi differenti cinematismi (Fig. 3.1-2).

Mentre una serie di forti terremoti (con magnitudo 6.5 – 7.0) ha interessato le zone vicine, l'area del Pollino non ha conosciuto terremoti storici aventi magnitudo elevate (Michetti et al., 1998). L'elemento tettonico più importante che si riscontra nel territorio in esame, è la cosiddetta faglia del Pollino, una delle maggiori faglie normali quaternarie dell'Arco Calabro settentrionale (lunghezza di circa 20 km in direzione NW-SE) (Fig. 3.1-3). Analisi paleosismologiche hanno evidenziato che la faglia del Pollino si è rimobilizzata nel corso di almeno due terremoti, ritenendo pertanto che quest'area di rottura che delimita ad est il Bacino di Castrovillari, possa essere ad alta pericolosità sismica (Michetti et al., 1998). Cinti et al. (1995a) dimostrano altresì la riattivazione della faglia del Pollino nell'Olocene, classificandola come una faglia normale capace di produrre uno spostamento lungo il suo piano in corrispondenza dei terremoti di maggiore energia. Gli stessi autori dimostrano come anche la cosiddetta faglia di Castrovillari (o faglia di Frascineto), una faglia normale avente direzione NNW, localizzata all'interno dell'omonimo bacino, e con una lunghezza stimata di circa 25 km (Fig. 3.1-4), sia stata rimobilizzata almeno quattro volte negli ultimi 30.000 anni. Il più recente di questi eventi si è verificato intorno al 760 d.C., mentre il penultimo nel 410 a.C.. Gli stessi autori stimano delle magnitudo di 6.5 -7.0 per i terremoti che hanno causato questi movimenti. In ogni caso, Cinti et al. (1995b), convergono nel dire che sia la faglia del Pollino a rappresentare l'elemento tettonico più importante dell'intera area.

La zona pedemontana dei rilievi del confine calabro-lucano è caratterizzata dalla presenza di una serie di depressioni tettoniche più o meno estese. Nell'area interessata dalla opere in oggetto, sono presenti tre di questi bacini:

- Bacino del Fiume Mercure;
- Bacino di Morano Calabro;

- Bacino di Castrovillari – Cassano.

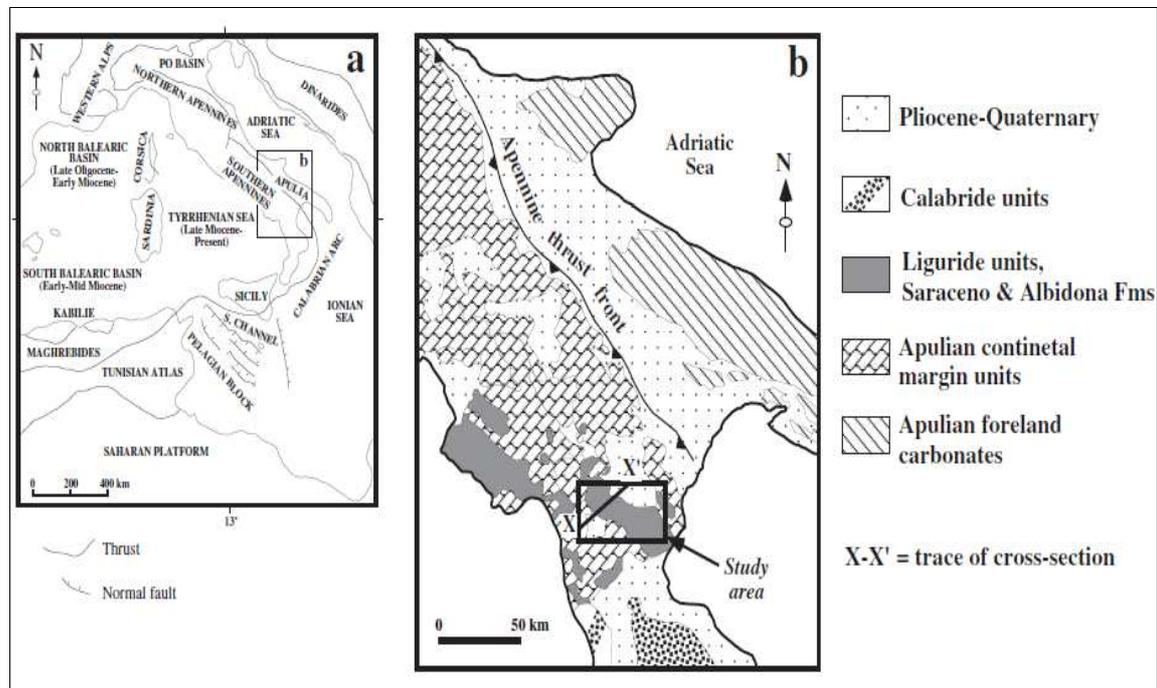


Fig. 3.1-1: Carta geologica semplificata dell'Appennino meridionale con le principali unità geologiche (da Mazzoli, 1998)

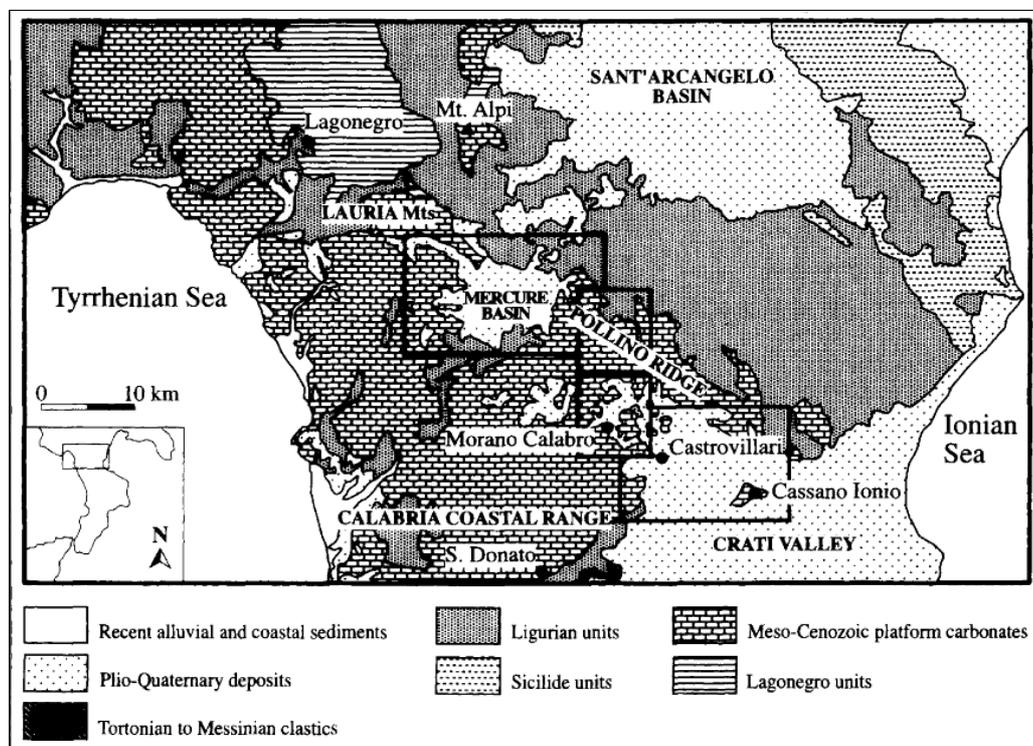


Fig. 3.1-2: Schema geologico del confine calabro-lucano. LEGENDA: 1) Alluvioni e sedimenti di piana costiera attuali; 2) Depositi marini e continentali plio-quaternari; 3) Terreni clastici tortoniano-messiniani della

Catena Costiera Calabra; 4) Complesso Liguride; 5) Unità Sicilidi; 7) Carbonati di piattaforma meso-cenozoici; 7) Successioni bacinali meso-cenozoiche della "Serie calcareo-silico-marnosa" Auct. (Unità Lagonegresi)

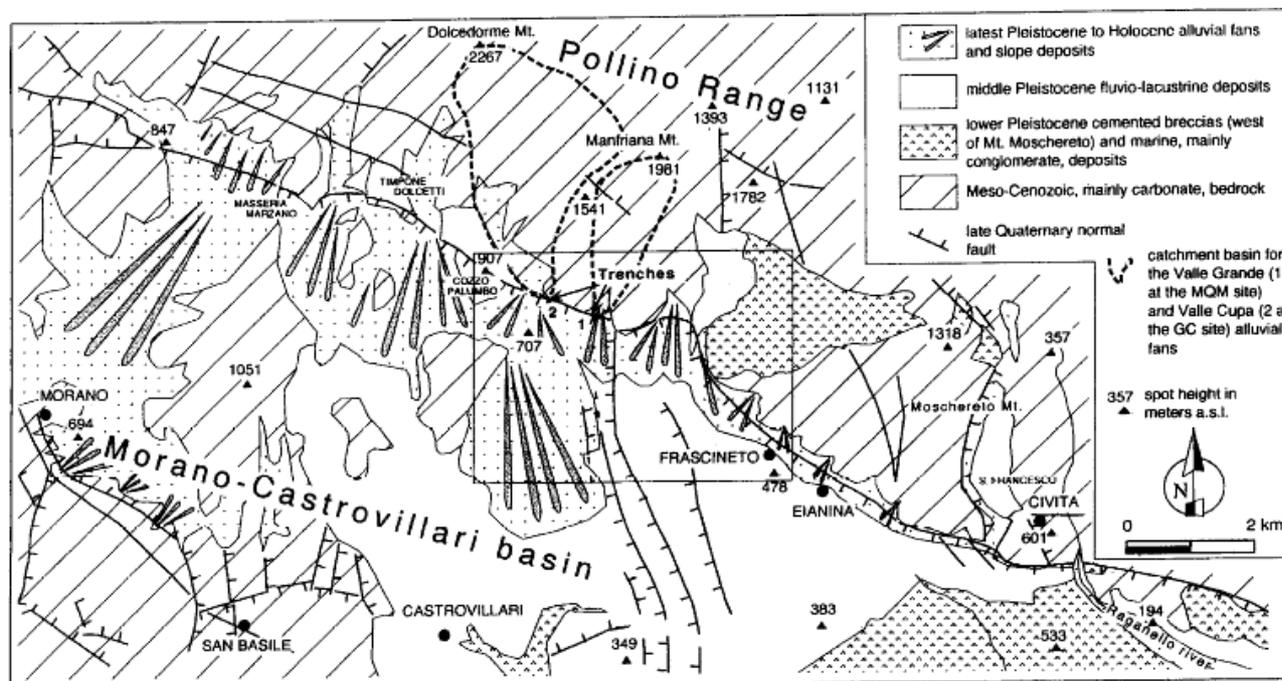


Fig. 3.1-3: Schema geologico e faglie quaternarie della regione del Pollino. LEGENDA: 1) Depositi di conoide alluvionale e detriti di versante del Pleistocene Sup. e dell'Olocene; 2) Depositi fluvio – lacustri del Pleistocene Medio; 3) Breccie cementate del Pleistocene Inf. E depositi marini, prevalentemente conglomeratici 4) Carbonati di piattaforma meso-cenozoici; 5) Faglie normali del tardo Quaternario

3.1.1 Bacino del Mercure

L'attuale bacino del Fiume Mercure è ospitato da un'ampia depressione tettonica che interrompe la continuità fisica della Catena del Pollino, essendo interposta tra i rilievi più occidentali di quest'ultima ad oriente ed i Monti di Lauria ad ovest, che da un punto di vista morfostrutturale rappresentano la prosecuzione della dorsale carbonatica del Pollino (Fig. 3.1.1-1). Il basso strutturale del Mercure (Vezzani, 1967) è colmato in massima parte da sedimenti fluvio-lacustri medio-alto pleistocenici e, subordinatamente, da terreni quaternari più antichi, costituiti da breccie di versante ed eteropici depositi conoidali continentali attribuiti da Schiattarella et al. (1994) alla parte alta del Pleistocene inferiore.

La genesi del bacino sarebbe dovuta allo sbarramento tettonico dell'alta valle del Fiume Sinni, mentre l'estinzione del bacino risulterebbe legata all'erosione della soglia da parte del Fiume Lao nei pressi di Laino Borgo.

I depositi continentali del Bacino del Mercure si dividono in: depositi pre-lacustri, depositi fluvio-lacustri e depositi post-lacustri (Schiattarella et al., 1994).

I depositi continentali pre-lacustri affiorano lungo i rilievi bordieri dell'area bacinale, sospesi sull'attuale fondovalle. Si tratta di sedimenti clastici grossolani e subordinatamente fini di ambiente detritico-alluvionale. I depositi presentano caratteri tipici delle breccie di versante stratificate e cementate, ad elementi carbonatici a spigoli vivi immersi in una matrice sabbioso-argillosa a luoghi arrossata.

I sedimenti fluvio-lacustri pleistocenici del bacino del Mercure sono rappresentati da depositi clastici prevalentemente grossolani, derivati dalla degradazione fisica dei rilievi calcareo-dolomitici.

Si tratta di ghiaie più o meno grossolane localmente cementate e quasi sempre clastosostenute, anche se talora si osservano componenti clastiche più fini che fungono da matrice o individuano strati lenticolari interposti di modeste dimensioni. Nelle zone marginali del bacino (Laino Borgo e Laino Castello) tali depositi sono in genere massivi.

La successione fluvio-lacustre ghiaiosa presenta le caratteristiche dei grandi corpi di conoide alluvionale il cui assetto morfologico è ancora parzialmente riconoscibile. In particolare, due grandi apparati conoidali dominano tutto il settore meridionale del bacino e si sviluppano essenzialmente da sud verso nord. Apparati alluvionali minori sono localizzati a nord di Laino.

I depositi lacustri s.s. sono costituiti da argille e, più diffusamente, da marne lacustri, che affiorano in buona parte della porzione settentrionale ed orientale del bacino.

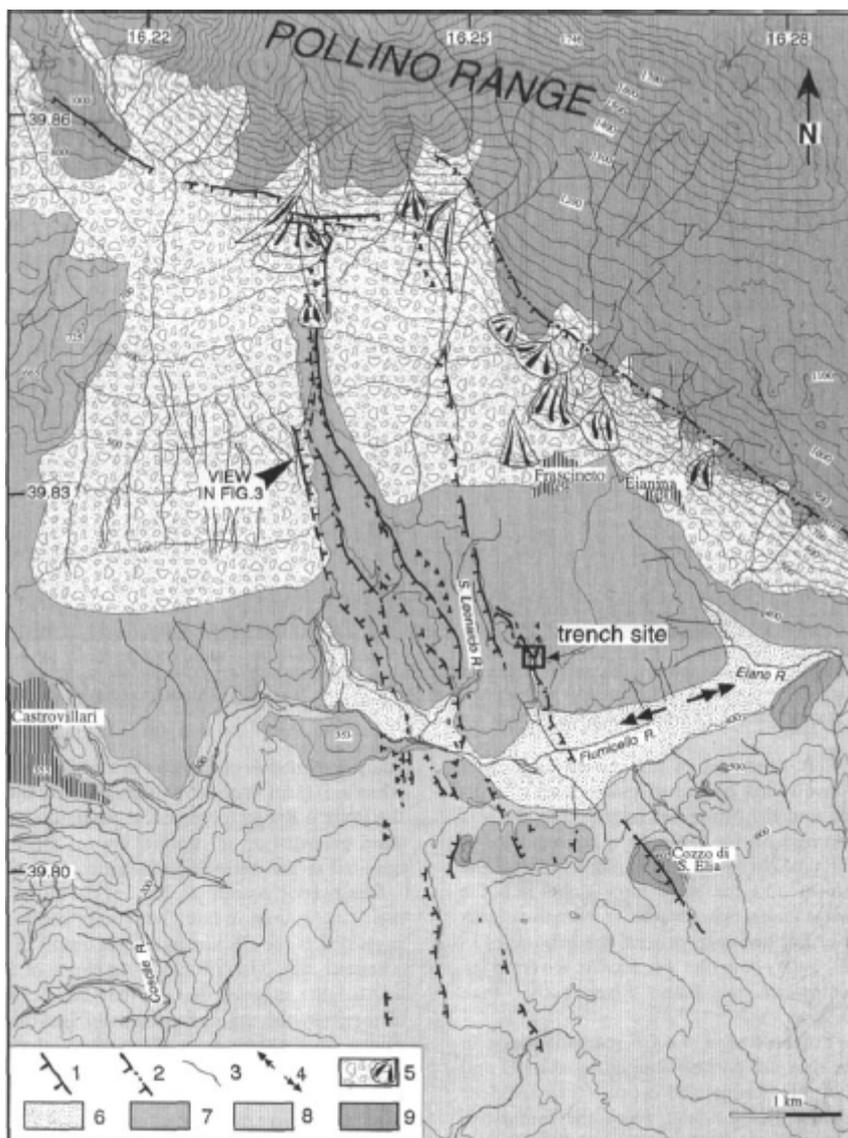


Fig. 3.1.1-1: Mappa della faglia di Castrovillari. LEGENDA: 1) Tracce della faglia di Castrovillari (linee tratteggiate se riconosciute solo da foto aeree); 2) Faglia del Pollino; 3) fiumi attivi; 4) Suddivisione del drenaggio nella Valle del Fiumicello; 5) Detriti di versante e conoidi alluvionali recenti e attivi; 6) Alluvioni e colluvio olocenici; 7) Depositi di conoide del Pleistocene Sup.; 8) Depositi marini sabbiosi e conglomeratici del Pleistocene Medio e Sup.; 9) Substrato calcareo Meso-cenozoico

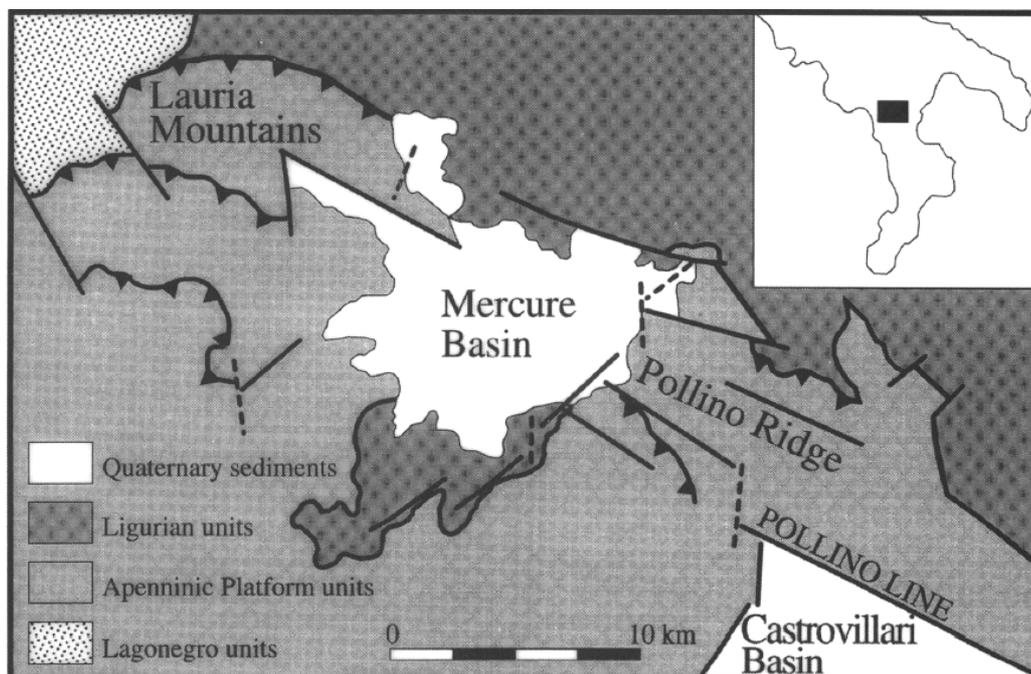


Fig. 3.1.1-2: Principali strutture del confine tra Calabria e Basilicata. Le linee in grassetto rappresentano le faglie e gli altri contatti tettonici, le altre linee i contatti stratigrafici. LEGENDA: 1) Depositi marini e continentali plio-quadernari; 2) Complesso Liguride; 3) Carbonati di piattaforma meso-cenozoici; 4) Successioni bacinali meso-cenozoiche della "Serie calcareo-silico-marnosa" Auct. (Unità Lagonegresi)

3.1.2 Il Bacino di Morano Calabro

Il bacino di Morano Calabro, che si sviluppa nel Quaternario lungo il fianco meridionale della dorsale del Pollino, rappresenta un ottimo esempio di depressione controllata strutturalmente. Esso si è generato in una zona di faglie trascorrenti, ma è stato modificato da una tettonica estensionale (Schiattarella, 1998) (Fig. 3.1.2-1). I dati stratigrafici, strutturali e geomorfologici indicano una deformazione polibacica caratterizzata da variazioni nell'orientazione degli assi tensionali nel Pleistocene. In particolare, secondo gli autori delle pubblicazioni scientifiche, appare chiara una transizione da movimenti trascorrenti sinistri, lungo le faglie ad immersione N120°, a movimenti normali lungo gli stessi piani di faglia. Molti di questi piani di faglia, infatti, mostrano una serie di generazioni di strie meccaniche e di calcite fibrosa sin tettonica con un progressivo incremento dei valori di inclinazione. Inoltre, un evento tettonico successivo ha prodotto delle faglie normali ad andamento N150-170°, e nello stesso campo di stress le faglie ad andamento N120° sono state riattivate con una componente destra del movimento (Schiattarella, 1998).

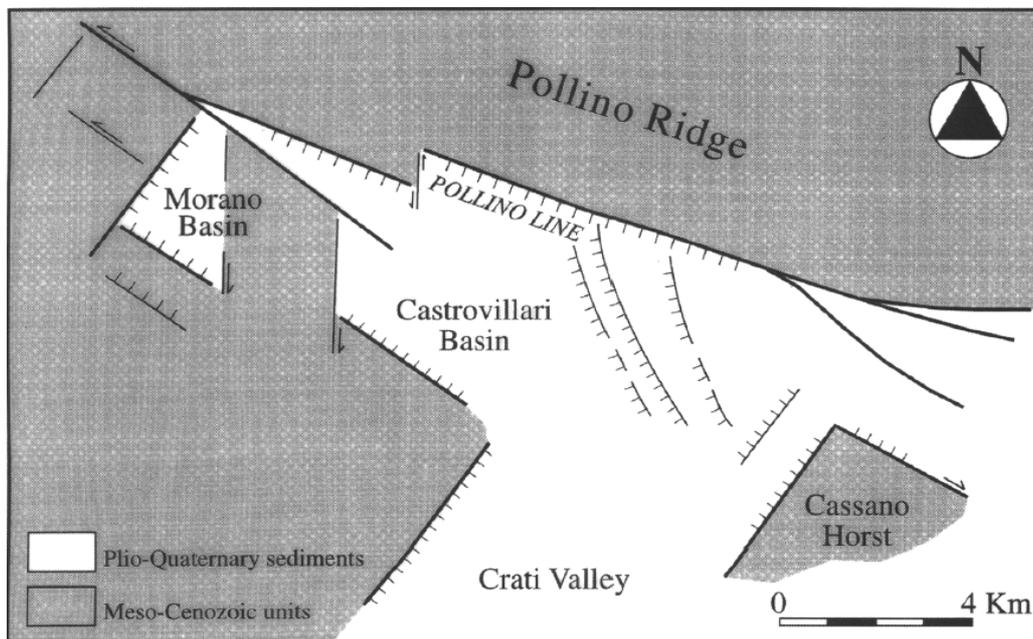


Fig. 3.1.2-1: Schema tettonico dei bacini di Morano Calabro e di Castrovillari. Le linee in grassetto mostrano le faglie principali. La famiglia di tre faglie ad andamento N150-170°, nell'area del Bacino di Castrovillari, e le faglie trascorrenti destre che delimitano a NE l'horst di Cassano, rappresentano gli effetti dell'ultima sequenza tettonica. LEGENDA: 1) Depositi marini e continentali plio-quaternari; 2) Carbonati di piattaforma meso-cenozoici

3.1.3 Il Bacino di Castrovillari

Il Bacino di Castrovillari costituisce una estesa depressione morfostrutturale colmata da sedimenti quaternari. Ubicato al margine del versante meridionale della Catena del Pollino, è delimitato a sud-ovest dai rilievi nord-orientali della Catena Costiera Calabra e confinato a sud-est dall'alto morfostrutturale di Cassano allo Jonio. Esso rappresenta l'appendice settentrionale della più estesa "fossa" del fiume Crati che, nel corso del Pliocene e del Pleistocene inferiore, rappresentava un paleogolfo allungato in direzione sud, posto tra la Catena Costiera Calabra e il Massiccio della Sila, aperto verso est sul Mar Ionio, in corrispondenza dell'attuale Piana di Sibari, tra la Catena del Pollino e la Sila Greca.

La presenza di depositi marini transizionali e continentali, organizzati in più cicli sedimentari, e quella di numerosi elementi tettonici e geomorfologici, testimoniano adeguatamente la complessa evoluzione durante il Plio-Quaternario.

La successione sedimentaria plio-pleistocenica del bacino è essenzialmente costituita da sedimenti clastici più o meno grossolani di origine marino-costiera e transizionale. Solo nella parte alta presenta depositi di origine continentale. Depositati marini e continentali, a luoghi terrazzati, del Pleistocene medio e superiore sono localizzati in corrispondenza dell'odierna Piana di Sibari e ai margini dei rilievi perimetrali del bacino. Lo stesso vale per i depositi continentali olocenici.

I depositi pliocenici e infra-pleistocenici del Bacino del Crati e dell'area di Castrovillari possono essere distinti in tre cicli sedimentari, con caratteri marcatamente trasgressivo-regressivi, separati da fasi tettoniche ed erosionali. Le facies grossolane sabbioso-conglomeratiche degli ultimi due cicli sono distribuite ai margini interni e pedemontani del bacino, mentre quelle fini argillose e sabbiose sono predominanti nell'area depocentrale (Piana di Sibari) e non affioranti. La loro presenza è stata riscontrata grazie a sondaggi profondi effettuati nei pressi di Doria, che ne hanno rivelato uno spessore di oltre 600 metri (Russo & Schiattarella, 1992).

4 CARATTERISTICHE LITOLOGICHE

L'area di studio ricade all'interno dei Fogli 220 "Verbicaro" e 221 "Castrovillari" della Carta Geologica d'Italia, in scala 1:100.000. I tracciati delle diverse opere in oggetto, ricadono in sei Fogli della Carta Geologica della Calabria, redatti in scala 1:25.000 dalla CASMEZ:

- Foglio 220 - I S.E. "Papasidero";
- Foglio 221 - II N.O. "Castrovillari";
- Foglio 221 - III N.E. "Saracena";
- Foglio 221 - IV S.E. "Morano Calabro";
- Foglio 221 - IV S.O. "Mormanno";
- Foglio 221 - IV N.O. "Rotonda".

Anche in relazione con quanto descritto nel paragrafo relativo all'inquadramento geologico-strutturale dell'area, il totale delle formazioni geologiche presenti in un così vasto territorio risulta essere estremamente elevato. Sono infatti presenti formazioni riferibili sia all'ambiente sedimentario, in gran parte, che di natura metamorfica, magmatica e ignea. Le sole rocce sedimentarie coprono un arco di tempo dal Trias all'Attuale.

I termini metamorfici presenti in questo settore sono costituiti, prevalentemente, da scisti, argillosi o calcarei (calcescisti). Tra questi è importante segnalare la presenza della formazione denominata "Scisti del Fiume Lao", che presentano intercalazioni di argilliti non metamorfiche. Laddove sono interessati da stress tettonici, e quindi con un elevato numero di discontinuità, si ha un notevole decadimento delle loro caratteristiche geotecniche che rendono tali depositi particolarmente soggetti a fenomeni gravitativi generalizzati come avviene a nord del centro abitato di Mormanno.

I termini sedimentari più antichi sono costituiti dalle dolomie e dai calcari triassici, che costituiscono alcuni dei rilievi più elevati della zona di studio. A volte si presentano ben stratificate, ma in molti casi, a seguito della forte tettonizzazione, presentano un grado di fratturazione molto elevato, fino alla frantumazione della roccia stessa. Le loro caratteristiche geotecniche dipendono molto dal grado di fratturazione, come sempre accade per gli ammassi rocciosi. Laddove la fratturazione è poco intensa hanno una elevata resistenza all'erosione.

Durante tutto il Mesozoico si è avuta la deposizione di una serie quasi esclusivamente calcarea, costituita da diversi termini aventi caratteristiche comunque abbastanza omogenee. Si tratta infatti di calcari compatti, da massici a stratificati, che presentano una elevata resistenza all'erosione e buone caratteristiche geotecniche. Queste, in ogni caso, sono anche e soprattutto funzione del grado di fratturazione e alterazione che questi ammassi rocciosi presentano. Pertanto le loro caratteristiche saranno più scadenti in prossimità dei principali lineamenti tettonici che caratterizzano l'area. La loro permeabilità è elevata, e costituiscono quindi degli ottimi acquiferi.

La formazione dei conglomerati o brecce calcaree, dell'Eocene e Paleocene, presenta una elevata resistenza all'erosione e una elevata permeabilità. Essa caratterizza la parte alta del centro abitato di Rotonda, e alcune delle aree più rilevate dei rilievi a monte dell'autostrada A3, in corrispondenza dello svincolo di Campotenese, al di sopra dei termini dolomitici.

I termini miocenici si riferiscono ai calcari fossiliferi (calcareniti), ben stratificati, e talora con intercalazioni di argille fogliettate e alle argille a scagliette color tabacco, che rappresentano i termini del complesso fliscioide basale. Queste ultime, presentano una scarsa resistenza all'erosione e caratteristiche geotecniche piuttosto scadenti.

I termini pliocenici affiorano esclusivamente nel bacino di Castrovillari e sono costituiti dai seguenti membri:

- P3cl-s: conglomerati sabbiosi poligenici, composti prevalentemente da grossi ciottoli arrotondati calcarei ed arenacei, cementati e grossolanamente stratificati. La resistenza all'erosione è moderatamente elevata e la permeabilità bassa.
- P3s-cl: alternanza di sabbie e conglomerati poligenici, con ciottoli eterometrici calcarei, arenacei e cristallini, ben arrotondati. Spesso sono presenti brusche eteropie laterali di facies. Colore giallo-rossastro. La resistenza all'erosione è funzione del grado di cementazione, la permeabilità generalmente elevata.
- P3s: sabbie gialle o grigie, a grana da fine a grossolana. Frequentemente clinostatificati e a stratificazione incrociata. Resistenza all'erosione da moderata a scarsa.

I termini pleistocenici sono tutti di origine continentale, ad eccezione dei lembi di terrazzi marini presenti a sud degli abitati di Castrovillari e San Basile, nella valle del Fiume Coscile. Questi, denominati con la sigla Qs-cl, sono costituiti da sabbie giallo-rossastre, con intercalazioni di ciottoli e conglomerati, e presentano diversi ordini gerarchici. Il loro spessore è generalmente di pochi metri, e presentano una resistenza all'erosione da media a moderata.

La successione sedimentaria del Pleistocene è costituita da:

- qss: silts argillose o calcaree, bianche o giallastre, ben stratificate, con sottili intercalazioni di argille, contenenti talora materiale carbonioso. Localmente si osservano piccoli depositi lenticolari di lignite. In parte non fossilifere, in parte contengono abbondanti ostracodi. Questo complesso presenta scarsa resistenza all'erosione. Permeabilità da bassa a media.
- qt: orizzonti tufacei calcarei presenti come intercalazioni nella formazione precedente, più resistenti all'erosione e con un certo rilievo morfologico.
- qcl-s: conglomerati poligenici e sabbie, passanti lateralmente e verticalmente a sabbie con intercalazioni di silts calcaree ed argillose, e all'unità qss. I conglomerati, spesso cementati, sono composti da ciottoli ben arrotondati. Le sabbie contengono talora frammenti di macrofossili. Localmente si osservano orizzonti di tufi calcarei (qt). Questo complesso presenta una resistenza all'erosione da moderata a buona. Permeabilità da media a elevata.
- qcl-s: depositi sabbiosi e conglomeratici mal selezionati, con ciottoli eterogenei, localmente passanti a limi. Si tratta di depositi fluviali, formati nelle depressioni dei rilievi calcareo-dolomitici. I depositi più grossolani sono spesso cementati e quindi più competenti, mentre quelli più fini sono facilmente disagiabili.

Al Pleistocene sono riferiti anche dei depositi di antiche conoidi e detriti di frana (qccl), spesso cementati, composti da frammenti angolari di calcari e dolomie, localmente associati a terra rossa. Presentano una discreta resistenza all'erosione ed elevata permeabilità.

Le conoidi di deiezione oloceniche, sono molto frequenti soprattutto alla base dei rilievi carbonatici che costituiscono la dorsale del Monte Pollino.

I detriti di versante (dt), i detriti di frana (df), i prodotti di solifluzione e dilavamento (a), le alluvioni fissate dalla vegetazione o artificialmente (af) e le alluvioni mobili (ac) costituiscono i classici termini olocenici, aventi generalmente proprietà geotecniche scadenti.

5 OSSERVAZIONI GEOMORFOLOGICHE

L'elemento geomorfologico più antico riconoscibile nell'area è rappresentato dai lembi relitti di un antico paesaggio di erosione subaerea posti in posizione apicale sui principali rilievi della Catena del Pollino. Questo paesaggio si presenta dunque appena ondulato (fig. 5-1) con evidenti tracce di erosione subaerea (incisioni, doline, ecc.).

Le evidenze geologiche e geomorfologiche portano a considerare di età pliocenica il modellamento di questo paesaggio.

Le fasce pedemontane sono diffusamente caratterizzate da depositi di breccie calcareo-dolomitiche, fortemente cementate e carsificate. Verso valle, dove si trova l'area di studio, le breccie sono chiaramente eteropiche dei depositi lacustri che chiudono il terzo ciclo sedimentario. I depositi lacustri formano ampie superfici sub-pianeggianti di chiara origine strutturale, profondamente incise dai principali corsi d'acqua che solcano l'area.

Due sistemi di faglie orientati a NW e SE hanno dislocato a "blocchi" questi depositi, realizzando una "gradinata a ripiani" a partire da circa 600 m fino a 280 m, degradanti dall'alto strutturale e morfologico di Cassano allo Jonio verso l'abitato di Castrovillari.

I depositi più recenti costituiti dalle alluvioni del Pleistocene superiore, risultano morfologicamente incastrati in quelli più antichi appena descritti, e le loro morfologie sono ben conservate. I depositi del I e II ciclo sono totalmente separati dai rilievi alimentatori, mentre questo non è vero per i depositi del III ciclo a sud-ovest di Castrovillari, dove le superfici terrazzate sono perfettamente raccordate ai rilievi adiacenti che mostrano uno spiccato profilo concavo evoluto: ciò dimostrerebbe una sostanziale stabilità tettonica di questa zona dopo la deposizione del III ciclo.

Nell'area di studio i depositi fluvio-lacustri sono a luoghi sormontati da depositi colluviali, i quali si adattano alla morfologia della superficie sottostante con massimo spessore nelle aree di accoglienza morfologica. In genere si rinvengono anche alla base dei rilievi. Si tratta di depositi a struttura disorganizzata, provenienti dal disfacimento delle rocce in posto del substrato, molto spesso con un buon grado di evoluzione pedogenetica.

Evidenze del sollevamento recente si osservano lungo il Fiume Lao, il quale mostra un alveo ben al di sotto delle superfici che identificano i terrazzi più recenti, indicando un'azione di sovraescavazione.

L'identificazione delle morfo-strutture è notevolmente facilitata, oltre che da evidenze strettamente geologiche, anche dalla presenza di alcuni elementi superficiali. Tra questi sono state considerate in primo luogo le scarpate di faglia, le quali determinano versanti originariamente rettilinei il cui stato di conservazione dipende dall'età della dislocazione e dai litotipi interessati. Altri indicatori morfo-neotettonici considerati sono: discontinuità altimetriche e piano altimetriche di crinale, gradini e selle morfologiche, picchi isolati e corsi d'acqua rettificati con strutture tipo "gomito" e "doppio gomito".

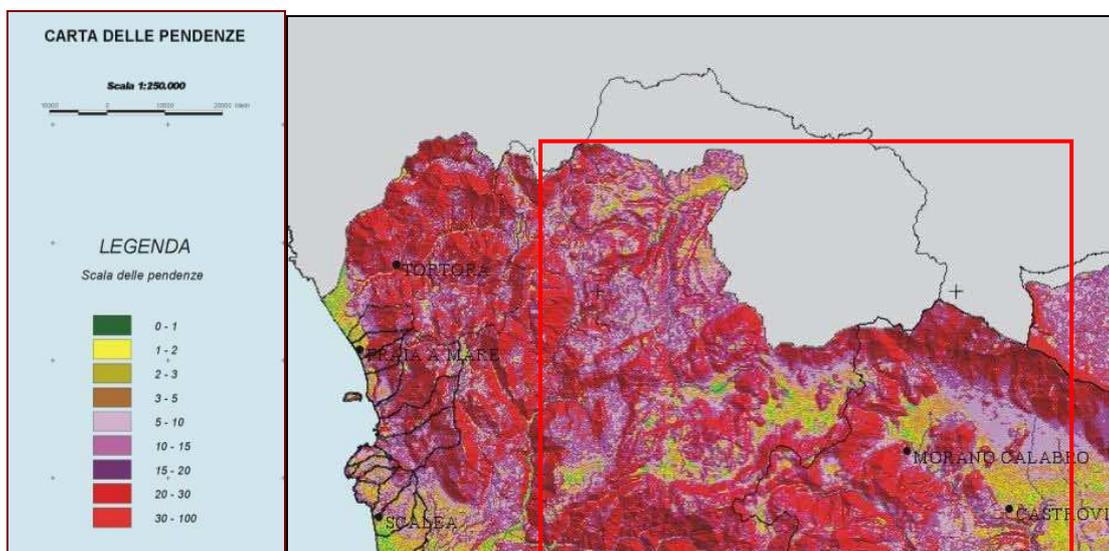


Fig. 5-1: Carta delle pendenze della Regione Calabria nell'ambito del Piano Stralcio di Bacino per l'assetto idrogeologico (Fonte: Autorità di Bacino Regione Calabria, nel riquadro l'area di studio)

Pur ricadendo alcune opere in oggetto nel territorio regionale della Basilicata, da un punto di vista idrogeologico esse appartengono al bacino regionale della Calabria, e pertanto in questa relazione si è fatto esclusivo riferimento al Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Calabria.

Il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Calabria, analogamente a quello degli altri bacini, si suddivide in una parte dedicata al rischio di frana, in una dedicata al rischio idraulico e in una relativa al rischio di erosione costiera. Quest'ultimo evidentemente non interessa il territorio investigato.

Per quanto concerne la pericolosità di frana, nel PAI sono stati censiti i fenomeni franosi che interessano i centri abitati. Questi elaborati, denominati **Carte Inventario dei Centri Abitati Instabili – Cartografazione e Classificazione dei fenomeni franosi (Elaborato 15.1)**, si riferiscono ad un intorno significativo rispetto ai centri abitati, mentre non coprono le aree a bassa o nulla densità abitativa. Le Tavole relative al territorio in esame, e quindi prese in considerazione nel presente lavoro sono:

- Tav. 076-022 – Comune di Castelluccio Inferiore;
- Tav. 076-070 – Comune di Rotonda;
- Tav. 078-063 – Comune di Laino Borgo;
- Tav. 078-064 – Comune di Laino Castello;
- Tav. 078-084 – Comune di Mormanno;
- Tav. 078-092 – Comune di Papasidero;
- Tav. 078-088 – Comune di Orsomarso;
- Tav. 078-083 – Comune di Morano Calabro;
- Tav. 078-111 – Comune di San Basile;
- Tav. 078-033 – Comune di Castrovillari.

Le analoghe carte del rischio di frana, denominate **Carte Inventario delle Frane e delle relative Aree a Rischio – Perimetrazione delle Aree a Rischio e/o Pericolo di frana**, sono riportate nell'Elaborato 15.2 del PAI.

Oltre a queste carte di dettaglio sui centri abitati, è presente una cartografia che riguarda l'intero territorio, denominata **Carta Inventario delle frane relative alle infrastrutture (strade, ferrovie e reti di servizio) ed ai beni culturali ed ambientali**, che costituisce l'Elaborato 15.3 del PAI e rappresenta il dato più completo per quanto concerne la pericolosità di frana. Di questo elaborato, le tavole che interessano il territorio analizzato sono:

- Tav. 15.3 – T2;
- Tav. 15.3 – T3;
- Tav. 15.3 – T6;
- Tav. 15.3 – T7.

Per quanto concerne la pericolosità e il rischio idraulico, la cartografia PAI si suddivide in due diverse tipologie di elaborati: le **Carte delle Aree vulnerate ed elementi a rischio** e le **Carte di Perimetrazione delle aree a rischio idraulico**. Delle carte delle Aree Vulnerate, le tavole che interessano le opere in oggetto sono:

- AV 76022 – Comune di Castelluccio Inferiore;
- AV 76070 – Comune di Rotonda;
- AV 78063/A – Comune di Laino Borgo;
- AV 78063/B – Comune di Laino Borgo;
- AV 78064/A – Comune di Laino Castello;
- AV 78064/B – Comune di Laino Castello;
- AV 78084/B – Comune di Mormanno;
- AV 78084/C – Comune di Mormanno;
- AV 78092/A – Comune di Papasidero;

- AV 78092/B – Comune di Papasidero;
- AV 78088/B – Comune di Orsomarso;
- AV 78083/A – Comune di Morano Calabro;
- AV 78083/B – Comune di Morano Calabro;
- AV 78083/C – Comune di Morano Calabro;
- AV 78111 – Comune di San Basilio;
- AV 78033/B – Comune di Castrovillari.

Analogamente, le stesse sono state prese le stesse tavole delle Carte di Perimetrazione delle aree a rischio idraulico, contrassegnate dalla sigla RI.

Al fine di valutare l'incidenza delle opere oggetto della presente relazione con gli elementi geomorfologici evidenziati dal P.A.I. e con le aree considerate a pericolosità e rischio idraulico, si procede ad una analisi di dettaglio relativa ad ogni singola opera prevista, sia essa una nuova costruzione o una demolizione. Nel paragrafo dedicato al sopralluogo, i dissesti e le aree a pericolosità idraulica segnalate dal P.A.I. ritenuti più significativi in relazione alle opere, vengono discussi più approfonditamente.

5.1 Nuova linea a 220 kV “Laino-Tuscano”

Analisi della pericolosità e del rischio di frana (cfr. Elab. REFR06003BASA00209_02).

- Non sono presenti elementi nella cartografia P.A.I..

Il tracciato incontra una zona di attenzione per il rischio idraulico, ma nessuno sostegno vi ricade.

5.2 Nuova linea a 150 kV in variante all'elettrodotto Rotonda - Mucone All.

Analisi della pericolosità e del rischio di frana (cfr. Elab. REFR06003BASA00209_02).

- L'opera attraversa il Fosso Paraturo, il cui versante in destra idrografica è caratterizzato da una estesa zona franosa profonda quiescente (denominato ROT6). Il sostegno ubicato poco fuori la S.E. di Rotonda (cod. 196/9) è comunque ubicato fuori da tale zona. La parte sommitale del versante in sinistra idrografica è invece caratterizzato dalla presenza di una scarpata di frana per arretramento progressivo, attiva. A tale elemento non è associato alcun rischio, e i sostegni si trovano nella parte interna della superficie pianeggiante rispetto a tale scarpata;
- In località Lori (Comune di Rotonda) è presente una zona franosa superficiale quiescente, nella cui area sommitale si è innescata una frana attiva per scorrimento. Uno dei futuri sostegni di questa linea (cod. 196/5) si trova lungo il bordo esterno della zona franosa superficiale quiescente (denominata ROT7). Ad essa non è comunque associato alcun rischio.

5.3 Nuovo raccordo a 150 kV CP Castrovillari

Analisi della pericolosità e del rischio di frana (cfr. Elab. REFR06003BASA00209_02).

- Non sono presenti elementi nella cartografia P.A.I..

5.4 Demolizione linea a 220 kV “Rotonda – Tuscano”

Analisi della pericolosità e del rischio di frana (cfr. Elab. REFR06003BASA00209_02).

- Non sono presenti elementi nella cartografia P.A.I..

Il tracciato incontra una zona e due aree di attenzione per il rischio idraulico, ma nessuno sostegno vi ricade.

5.5 Demolizione linea a 150 kV “Rotonda – Palazzo 2”

Analisi della pericolosità e del rischio di frana (cfr. Elab. REFR06003BASA00209_02).

- Due sostegni (23037B1-002 e 23037B1-004) ricadono in prossimità delle scarpate di frana attive che bordano l'area sub-pianeggiante in località “il Cugno” nel Comune di Rotonda, posta tra il Fosso Paraturo e il Vallone Scala;
- Due sostegni (23037B1-029 e 23037B1-030) si trovano nella zona franosa superficiale quiescente posta a monte dalla S.P. 4, lungo il versante nord-orientale di Colle Trodo, nel Comune di Mormanno;
- Due sostegni (23037B1-038 e 23037B1-039) ricadono in prossimità di aree interessate da frane attive lungo il versante occidentale del Monte Velatro in Loc. Schiena di Nepeta, nel Comune di Papasidero;
- Un sostegno (23037B1-044) ricade in prossimità di una zona franosa attiva superficiale in Loc. Avena, nel Comune di Papasidero;
- Il palo gatto terminale della linea (23037B1-999-PALN) presso la SE Palazzo 2 ricade in area di attenzione per rischio idraulico relativo al Fiume Lao.

5.6 Demolizione linea a 150 kV “Rotonda – Castrovillari”

Analisi della pericolosità e del rischio di frana (cfr. Elab. REFR06003BASA00209_02).

- Un sostegno (23021C1-501) ricade nella zona franosa profonda inattiva che caratterizza il versante in destra idrografica del Fosso Paraturo;
- Due sostegni (23021C1-500 e 23021C1-499) sono ubicati in corrispondenza del bordo della zona franosa superficiale, quiescente, denominata ROT7, in località Lori;
- Cinque sostegni (23021C1-460, 459, 458, 457, 456) ricadono all'interno dell'area di conoide alluvionale relativa al Vallone della Posta (Comune di Morano Calabro);
- Due sostegni (23021C1-453, 452) ricadono all'interno dell'area di conoide alluvionale relativa ai Valloni del Tiglio e del Trifoglio (Comune di Morano Calabro).

5.7 Mantenimento della linea a 380 kV “Laino - Rossano”

Analisi della pericolosità e del rischio di frana (cfr. Elab. REFR06003BASA00209_02).

- Un sostegno (21322C1-145) è ubicato poche decine di metri al di fuori di una zona franosa superficiale quiescente, denominata ROT4;
- Un sostegno (21322C1-125) ricade all'interno dell'area di conoide alluvionale relativa ai Valloni del Tiglio e del Trifoglio (Comune di Morano Calabro).

6 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

I dati di seguito riportati provengono dal Piano di Tutela delle Acque redatto dalla Regione Calabria.

Tra i depositi detritici recenti, gli acquiferi alluvionali di fondo valle dei principali corsi d'acqua e delle pianure costiere costituiscono il tema idrogeologico di maggiore interesse dell'intera regione per volumi di risorse immagazzinate e per favorevoli condizioni di sfruttamento.

Si tratta di acquiferi porosi caratterizzati da valori medi di permeabilità sull'ordine di 10^{-3} - 10^{-5} m/s, con valori localmente più alti (10^{-2} - 10^{-4} m/s) in presenza di termini ghiaioso-sabbiosi e valori più bassi (10^{-4} - 10^{-6} m/s) in corrispondenza dei depositi costituiti prevalentemente da sabbie fini e argille o limi, caratteristici dei materiali semipermeabili. I valori della porosità efficace variano dal 5% al 20% in relazione alla granulometria prevalente.

L'alimentazione delle falde contenute nei depositi alluvionali delle pianure costiere e del fondo valle dei maggiori corsi d'acqua è costituita essenzialmente dall'infiltrazione di un'aliquota delle acque di deflusso superficiale e di una percentuale delle precipitazioni dirette sulle aree di affioramento dei depositi, rappresentata dalla pioggia efficace. La percentuale di acque meteoriche che si infiltra nelle altre formazioni più o meno permeabili affioranti nei bacini viene restituita sotto forma di numerose sorgenti con portata diversa, le cui acque, qualora non captate, vanno ad alimentare il deflusso superficiale e quindi parzialmente anche quello sotterraneo. Il primo è decisamente prevalente nel periodo dell'anno in cui si hanno le precipitazioni più abbondanti e tende progressivamente a diminuire nel periodo asciutto fino ad esaurirsi; il secondo è invece permanente durante l'anno, con variazioni generalmente contenute in assenza di prelievi dal subalveo.

L'idrostruttura carbonatica del Pollino, localizzata a ridosso del limite sud occidentale del territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Basilicata, è caratterizzata da acquiferi dotati di elevata potenzialità. L'idrostruttura presenta un assetto stratigrafico-strutturale complesso, essendo costituita da più unità tettoniche costituite da successioni calcaree e/o dolomitiche (Unità del Pollino, Unità di Verbicaro, Unità di Timpone Pallone), su cui risultano sovrapposte successioni argillose metamorfosate dell'Unità del Frido. La dorsale è inoltre dissecata da un importante sistema di faglie trascorrenti (Sistema del Pollino) ed è delimitata da strutture distensive e compressive, che mettono a contatto le successioni carbonatiche con successioni pelitiche a bassa permeabilità che ne tamponano la circolazione idrica. Tale assetto stratigrafico-strutturale della dorsale del Pollino determina la formazione di importanti spartiacque interni, che delimitano alcune importanti substrutture, caratterizzate da una circolazione idrica con differenti caratteristiche idrodinamiche e propri recapiti, quali: substruttura del Massiccio del Pollino e Substruttura di Madonna del Pollino, che ricadono all'interno del territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Basilicata; Substruttura di M.Sellaro, Substruttura di Timpone Pallone e Substruttura di M.Maschereto, ricadenti nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Calabria (Fig. 6-1).

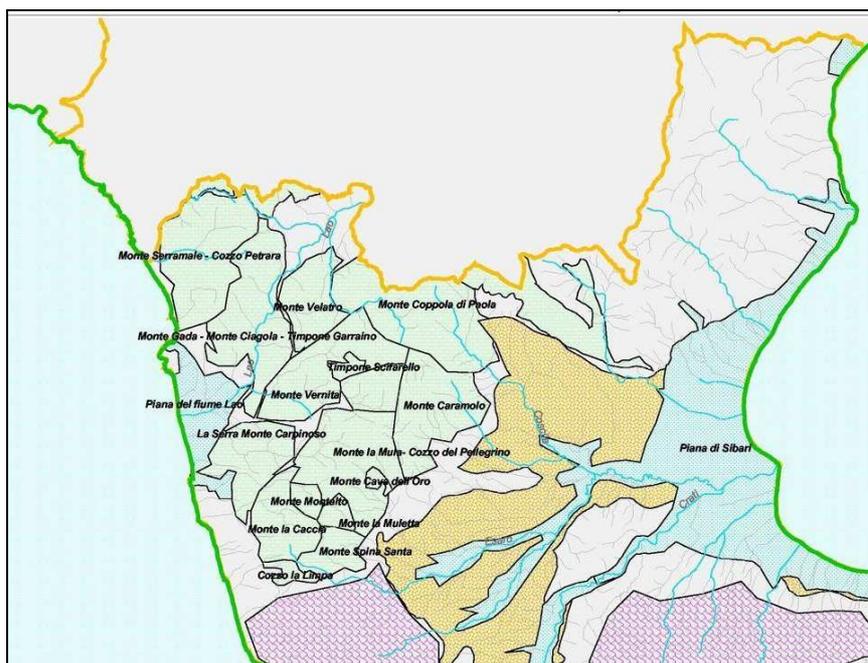


Fig. 6-1: Carta dei corpi idrici sotterranei individuati nel Piano di gestione delle acque

La sub-struttura del Massiccio del Pollino comprende i rilievi che vanno dal M. Pollino alle sorgenti del Mercure. L'andamento del deflusso idrico sotterraneo è diretto prevalentemente verso nord-ovest con recapito principale nella Sogente del Mercure ($Q_m=2.050$ l/sec).

Tra i depositi detrici recenti, gli acquiferi alluvionali costituiscono le riserve acquifere di maggiore interesse (Fig. 6-2). Si tratta di acquiferi porosi con valori di permeabilità media dell'ordine di $10^{-3} - 10^{-5}$ m/s, con valori localmente più alti in presenza di termini ghiaioso sabbiosi (permeabilità elevata: $10^{-2} - 10^{-4}$ m/s) e valori più bassi in presenza di depositi costituiti prevalentemente da sabbie fini e argille o limi (permeabilità bassa: $10^{-4} - 10^{-6}$ m/s). I depositi conglomeratico-sabbiosi sono sede in alcune aree, di importanti risorse idriche, soprattutto in zone con notevoli spessori alluvionali.

Tra le formazioni caratterizzate da permeabilità per fessurazione, valori elevati di permeabilità si riconoscono in gran parte del complesso calcareo-dolomitico al confine calabro-lucano. Tra le falde più estesa di questa tipologia, c'è proprio quella del fiume Lao. Si tratta di una falda libera, alimentata dalle zone montuose retrostanti, con direzione di deflusso principale verso ovest e sostenuta da formazioni argillose e arenacee a bassa permeabilità. I valori del gradiente idraulico sono generalmente alti (fino al 2%).

Le formazioni costituite dai complessi flyschoidi e argillosi caotici, dalle rocce ignee e metamorfiche a tessitura massiccia, non contengono falde estese, ma soltanto livelli acquiferi di estensione e spessore limitato. Sono caratterizzati da una infiltrazione e circolazione discontinua e frazionata. Spesso, se poco fratturati, costituiscono delle zone impermeabili.

L'area oggetto di studio ricade all'interno del Bacino di alimentazione dell'acquifero alluvionale del Sibari. La Piana di Sibari è circondata da un anfiteatro montuoso costituito a Nord, da rocce calcareo-dolomitiche mesozoiche e da terreni *flyschiodi* mesozoico-terziari appartenenti al gruppo del Pollino, a sud, invece, dalle rocce cristalline e metamorfiche paleozoiche della Catena costiera della Sila; ad ovest, dai depositi plio-pleistocenici marini e continentali, argilloso-sabbiosi e conglomeratici dell'area Cassano-Doria.

Nella Piana sfociano vari corsi d'acqua con trasporto solido molto elevato, alimentato soprattutto dai corpi delle frane attive nei terreni *flyschiodi* affioranti nei bacini montani, veicolati attraverso le piene che nel passato hanno avuto caratteri eccezionali. Tali eventi hanno prodotto un notevole sovralluvionamento dei corsi d'acqua per l'improvvisa perdita della loro capacità di trasporto, passando dalle aree montane a quelle di pianura.

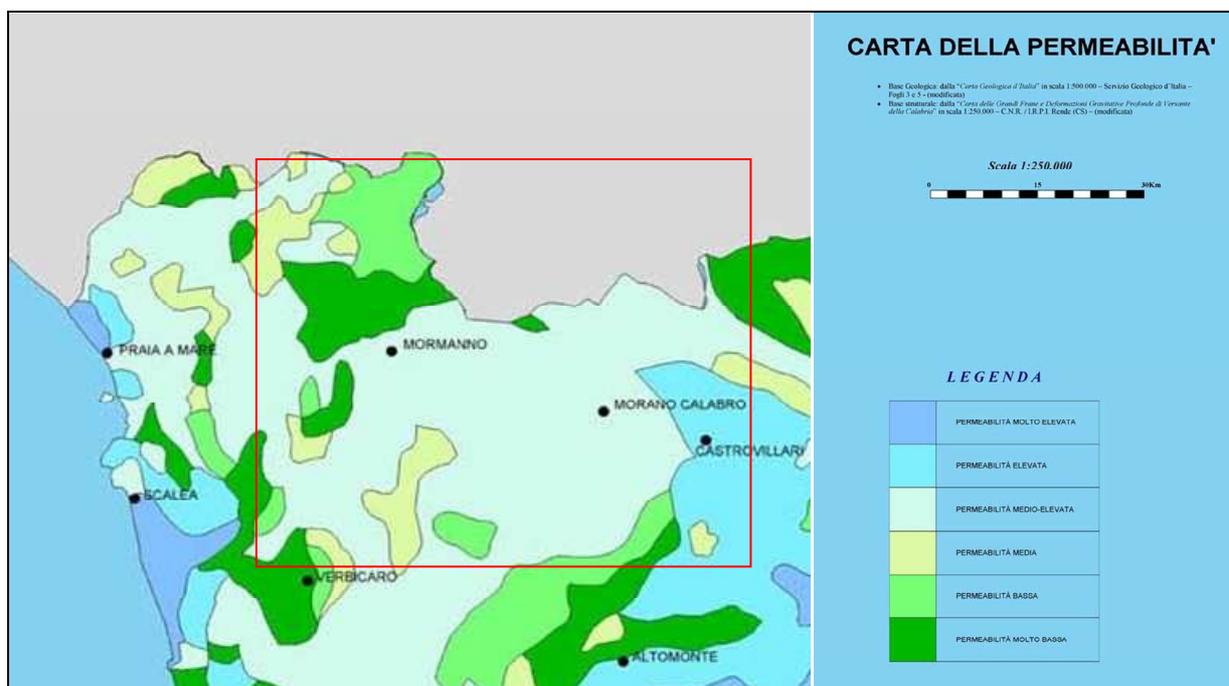


Fig. 6-2: Carta delle permeabilità redatta dalla Regione Calabria (nel riquadro è delimitata l'area di studio)

6.1 Idrografia superficiale

La porzione lucana del Parco Nazionale del Pollino è ricadente all'interno del Bacino del Lao e in particolare una porzione dell'affluente Mercure.

Spostandosi nella parte calabra del Parco, i bacini idrografici interessati dalle opere in progetto sono principalmente il bacino del Crati (affluente Coscile) e il bacino interregionale del Lao.

Lungo 91 km e con un bacino idrografico di 2.240 km², il Crati è il fiume più lungo della Calabria. Nasce con il nome di Craticello dal Timpone Bruno a 1.742 m di altitudine sulle pendici occidentali dell'Altopiano della Sila, scende poi assai ripido in direzione nord bagnando la città di Cosenza dove raddoppia di dimensione per l'affluenza del fiume Busento. Da qui attraversa con ampio letto ciottoloso la pianura chiamata Vallo del Crati, dove si arricchisce ancora per l'apporto di svariati affluenti tra cui i fiumi Mucone e Arente sulla sponda destra, e i torrenti Turbolo e Cucchiato sulla sponda sinistra.

Dopo una lunga e ripida discesa, il Fiume Crati giunge in prossimità di Tarsia a 208 m di altitudine, dove la sua corsa viene sbarrata dalla diga che forma il lago artificiale di Tarsia, Riserva Regionale e punto di approdo e nidificazione di molte specie di uccelli migratori. A valle dello sbarramento il Fiume Crati si dirige a est verso la Piana di Sibari dove riceve l'ultimo affluente, il Coscile, prima di gettarsi nelle acque del mar Ionio all'altezza del paese di Mirto Crosia.

Il Fiume Lao nasce sul versante occidentale del gruppo montuoso del Pollino, in Basilicata, a circa 1.600 m di quota da Serra del Prete. Dopo un lungo percorso sotterraneo le sue acque limpide affiorano in superficie nel territorio del comune di Viggianello e scorrono in una valle dalla bellezza straordinaria e di grande interesse naturalistico e storico. Nella Riserva si trovano formazioni boschive di notevole interesse e varietà, dalla macchia mediterranea alla faggeta.

Dopo aver percorso 51 Km, sfocia nel Mar Tirreno in prossimità di Scalea. Ha una portata di magra di 4,5 m³ al secondo e scendendo a valle viene alimentato da altri numerosi torrenti quali: il fiume Battendiero, il fiume Iannello e il fiume Argentino. Nasce con il nome Mercure (legato alle vicende dei monaci brasiliani) in località Vocolio a sud dell'abitato di Viggianello, in Basilicata; quando entra in territorio calabro assume appunto il nome di Lao. Con un bacino idrografico di 601 Km², il Lao viene collocato al centoundicesimo posto tra i fiumi italiani. Scendendo verso valle il fiume bagna i comuni di Laino Borgo, Laino Castello, Papisidero, Orsomarso, Santa Domenica Talao, Santa Maria Del Cedro, Scalea.

7 INQUADRAMENTO CLIMATICO

La Calabria è la regione più piovosa dell'Italia meridionale; la piovosità media annua in Calabria è di 1176 mm (in Italia 970 mm), con un contributo unitario medio di $37.2 \text{ l}/(\text{sec} \cdot \text{Km}^2)$ (Rapporto V.A.P.I.).

Questi valori di precipitazione sono dovuti all'orografia ed all'azione del mare. In particolare la Catena Costiera a nord e la Catena delle Serre a sud costituiscono un notevole ostacolo sia per i venti occidentali, di origine atlantica, che per quelli orientali. In conseguenza della convezione forzata che ne deriva, vengono scaricati sui relativi versanti notevoli quantità di precipitazioni. In generale, poiché i venti occidentali sono più carichi di umidità di quelli orientali e dal momento che il versante tirrenico della Catena Costiera ha una pendenza maggiore del versante ionico delle Serre, si hanno sul Tirreno piogge frequenti e di minore intensità e sullo Ionio piogge brevi e molto intense. La maggiore piovosità si ha lungo la dorsale appenninica, mentre minimi di piovosità si riscontrano lungo i litorali e negli estesi bacini pleistocenici. La maggiore quantità di precipitazioni si verifica dall'autunno alla primavera, con massimi in dicembre, spesso sotto forma di eventi di breve durata e notevole intensità, concentrate in pochi giorni e con massimi giornalieri elevati.

Questi dati di carattere generale sono in linea con i dati pluviometrici raccolti nelle diverse stazioni pluviometriche distribuite sul territorio in questa sede indagato. La rete delle stazioni pluviometriche della Regione Calabria è riportata nella Tavola 7 del PAI regionale, denominata appunto "Carta delle stazioni di misura idropluviometriche" in scala 1:250.000. La figura 7-1, che rappresenta uno stralcio della suddetta carta, mostra la distribuzione e la tipologia delle stazioni di misura nel territorio che interessa le opere in oggetto. I dati pluviometrici, di temperatura, delle portate e dei livelli idrometrici dei fiumi sono quelli messi a disposizione dall'ARPACAL sul proprio sito internet (http://195.216.128.112:81/banca_dati/midmar/banca_dati.php). Le stazioni pluviometriche prese in considerazione sono quelle di Laino Borgo, Mormanno, Campotenese, Morano Calabro e Castrovillari, mentre le stazioni di misura delle portate sono quelle di Piè di Borgo sul Fiume Lao e di Ponte Umberto sul Fiume Coscile.

La figura 7-2 mostra la variazione delle medie annuali (a sinistra) e mensili (a destra) delle precipitazioni in millimetri, per le cinque stazioni pluviometriche. Il dato più rilevante è dato dal fatto che in tutte le stazioni la variazione delle precipitazioni durante l'anno è identica, con dei massimi di precipitazione nei mesi invernali e dei minimi nel periodo estivo, congruamente con i caratteri climatici dell'intero sud Italia. Tutte le stazioni, comprese quelle non più attive, presentano comunque un periodo di osservazione molto lungo, sempre superiore ai 50 anni. Ciò consente di poter confrontare i valori di precipitazione media annua nei diversi punti. La tabella 7-1 mostra come i valori di precipitazione media risultino estremamente variabili in tutto il territorio interessato dalla opere. Infatti, da valori di precipitazione molto elevati (Mormanno, Laino e Campotenese) si passa a valori inferiori ai 1000 mm/anno a Castrovillari. Questo indica un ben diverso regime pluviometrico tra la parte più di alta quota dell'area di studio (a Campotenese siamo a più di 1000 m s.l.m.), rispetto ai 400 m di quota di Castrovillari.

Da non trascurare anche le precipitazioni nevose che caratterizzano i mesi invernali nelle zone più elevate, in cui anche i tracciati delle opere in oggetto ricadono.

Le differenze climatiche riscontrabili tra la parte più montuosa e quella più collinare, a sud, del territorio attraversato dalle opere in oggetto, sono evidenziate anche dalla variazione delle temperature. Le sole stazioni per cui si hanno a disposizione i valori di temperatura per un tempo superiore ai 10 anni, sono quelle di Laino e di Castrovillari. La figura 7-3 mostra l'andamento delle temperature medie per queste due stazioni nel corso dell'anno, che risulta essere del tutto analogo. Nella stazione di Laino, però, la temperatura media annua è pari a 13.3°C , ben tre gradi inferiore rispetto al valore misurato a Castrovillari (16.2°C).

Per quanto riguarda i dati di portata e dei livelli idrometrici si è fatto riferimento alle stazioni ubicate lungo i corsi d'acqua più importanti che caratterizzano questa porzione di territorio (Fiume Lao e Fiume Coscile). Per il Fiume Lao la stazione di riferimento è quella di Piè di Borgo. In essa le misure sono state effettuate tra il 1925 ed il 1975, seppur con molte interruzioni, per un totale di 31 anni di acquisizioni. La portata media è risultata essere di $8,344 \text{ m}^3/\text{sec}$, mentre la portata massima mensile è stata registrata nel marzo del 1951 ($31,5 \text{ m}^3/\text{sec}$). La figura 7-4 mostra l'andamento delle portate del Fiume Lao nel corso dell'anno. Il picco invernale e il minimo dei mesi estivi ricalca fedelmente l'andamento delle precipitazioni riscontrato nel medesimo posto. Questo andamento del regime idrometrico testimonia uno stretto legame con gli afflussi meteorici determinato da un rapido smaltimento degli stessi.

E' da notare che sono state effettuate delle misure di portata a Piè di Borgo tra il 2007 e il 2008. Pur trattandosi di pochi dati, quindi statisticamente non rilevanti, si nota una drastica diminuzione dei valori di portata rispetto ai valori riscontrati fino al 1975. E' evidente che questo debba essere quasi completamente essere messo in relazione alla captazione idrica effettuata sia lungo il corso del Fiume Mercure, sia lungo il Fiume Battendiero (lago di Mormanno).

Per quanto riguarda la stazione idrometrica di Ponte Umberto in pratica non si hanno dati. Anche se la sua ubicazione è qualche km a sud rispetto a Castrovillari, vengono comunque riportati i dati idrometrici della stazione di Camerata, sempre sul Fiume Coscile (figura 7-4). Anche l'andamento delle portate in questa stazione indica uno smaltimento delle acque meteoriche piuttosto rapido nel relativo bacino idrografico.



Fig. 7-1: Stralcio della Carta delle Stazioni di misura Idropluviometriche in scala 1:250.000 (Tavola 7 del PAI Calabria)

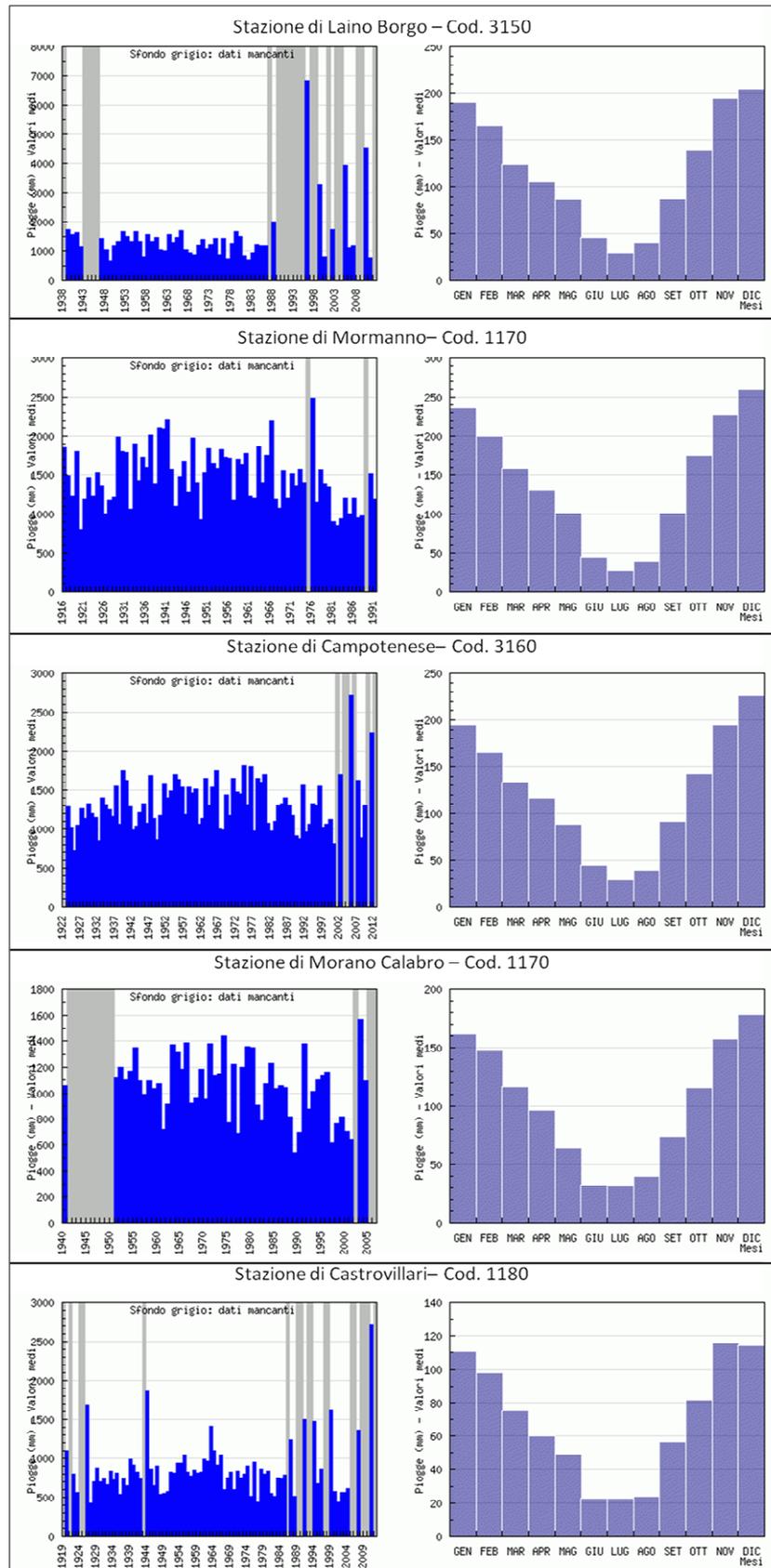


Fig. 7-2: Dati pluviometrici relativi alle piogge medie annuali e mensili delle cinque stazioni prese in considerazione (Laino Borgo, Mormanno, Campotenesi, Morano Calabro, Castrovillari)

Codice stazione	Località	Anni acquisizione	dal	al	Pioggia media annuale (mm)
3150	Laino Borgo	71	1938	2012	1332,7
3170	Mormanno	76	1916	1991	1579,1
3160	Campotenesese	91	1922	2012	1390,2
1170	Morano Calabro	57	1951	2006	1151,3
1180	Castrovillari	95	1919	2012	832,7

Tab. 7-1: Pioggia media annuale nelle cinque stazioni prese in considerazione

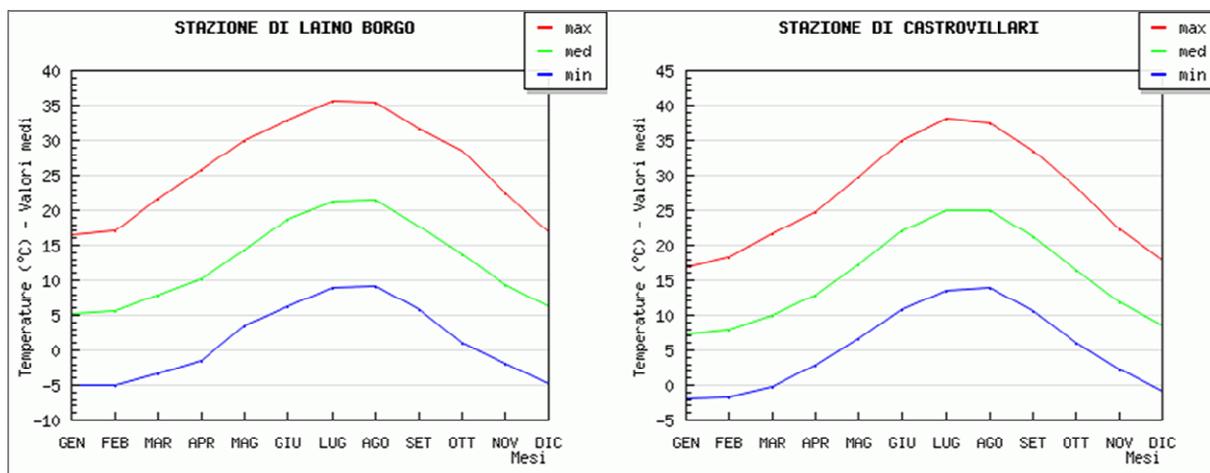


Fig. 7-3: Andamento delle temperature (°C) medie (massime, medie e minime) mensili, per le stazioni di Laino Borgo e Castrovillari

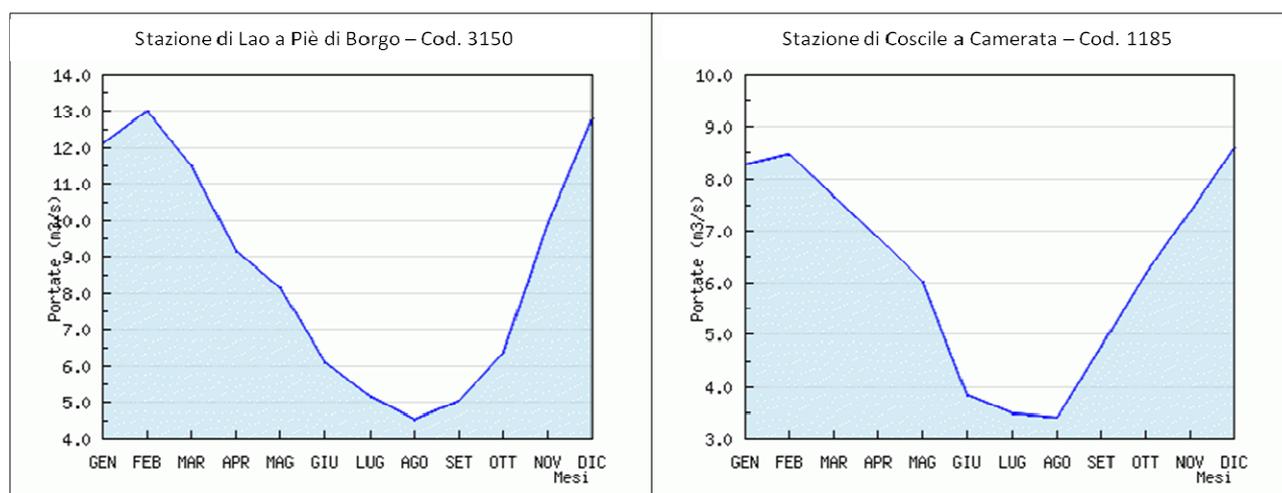


Fig. 7-4: Andamento delle portate (m³/sec) medie mensili, per le stazioni sul Fiume Lao a Piè di Borgo e del Fiume Coscile a Camerata (Castrovillari)

8 INQUADRAMENTO SISMICO

Secondo il Decreto Ministeriale del 14-01-2008, entrato in vigore dal 1 luglio 2009, riguardante le Nuove Norme Tecniche per le costruzioni, nella fase preliminare di progetto bisogna tener conto di un quadro sismico a livello comunale.

A tal fine sono stati presi in considerazione l'attuale classificazione sismica in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido (O.P.C.M. 3915 del 28/04/2006) dei comuni direttamente interessati dalle opere in progetto, la loro storia sismica, la Mappa di pericolosità sismica di riferimento per l'intero territorio nazionale, nonché i parametri spettrali di risposta elastica relativi agli stessi comuni.

L'area dei comuni considerati nel presente lavoro ricade nella zona sismica 2 (fig. 8-1), secondo la zonazione sismica espressa dalla normativa regionale vigente sia della Regione Calabria (Deliberazione di G.R.C. 47, 10 febbraio 2004), sia della Regione Basilicata (Delibera C.R.B., 19 novembre 2003), che costituiscono il recepimento di tali regioni dell'ordinanza C.P.M. del 20 marzo 2003, n. 3274.

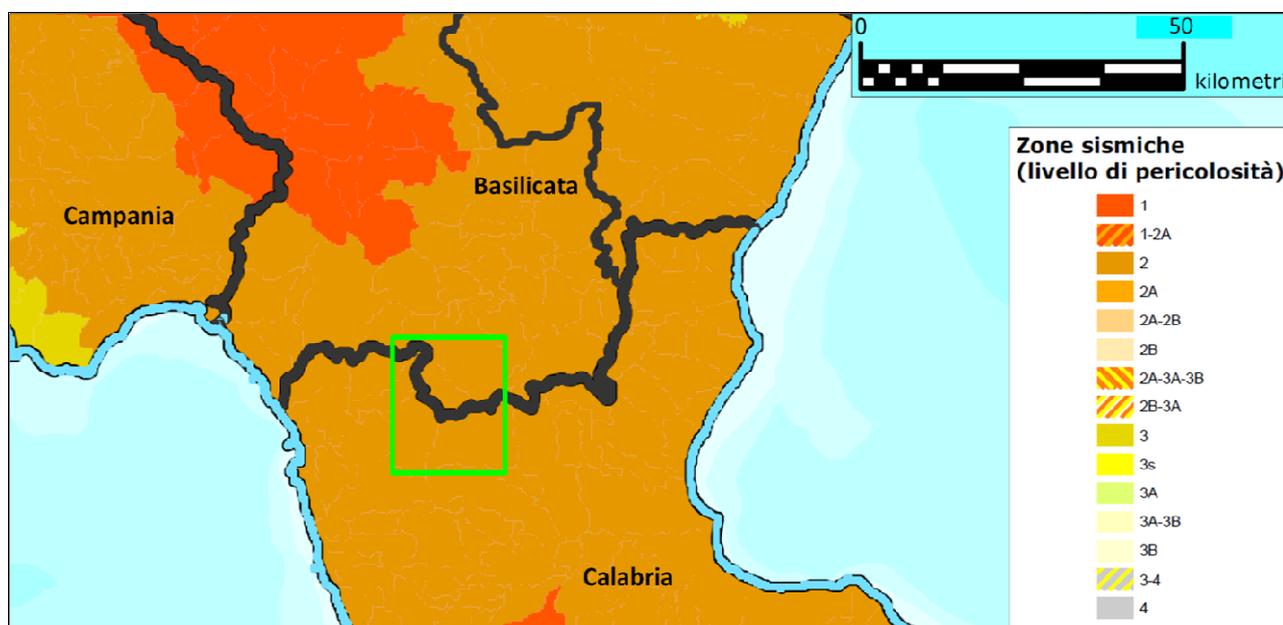


Fig. 8-1: Stralcio della Mappa di classificazione sismica aggiornata al 2012 dell'area interessata dalla opere in progetto, nel riquadro in verde

http://www.protezionecivile.gov.it/resources/cms/documents/class2012_02prov.pdf

L'Allegato 1b dell'ordinanza P.C.M. 3519/2006 presenta i valori di pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni. Le mappe di pericolosità sismica, Gruppo di Lavoro MPS (2004), riportano le accelerazioni di cui prima, per ogni comune (fig. 8-2).

La storia sismica di ogni singolo comune interessato dagli interventi (Castrovillari, Laino Borgo, Laino Castello, Papisidero, Orsomarso, Morano Calabro, Mormanno, Rotonda, Castelluccio Inferiore) è stata ricavata dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (versione CPTI11) (disponibile sul sito dell'INGV all'indirizzo: <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI11/>) che rappresenta il più completo e aggiornato database dei parametri macrosismici e strumentali dell'intero territorio nazionale. Nelle figure da 8.3 a 8.12 sono riportate sia le tabelle riassuntive della storia sismica che i grafici intensità macrosismica/tempo per i sette comuni presi in considerazione. Per il Comune di San Basile non è invece presente alcun dato in questo database.

Il D.M. del 14-01-2008 prevede che l'azione sismica di riferimento per la progettazione (paragrafo 3.2.3) venga definita sulla base dei valori di pericolosità sismica proposti nel sito ufficiale dell'INGV (<http://esse1.mi.ingv.it/>) al termine del Progetto S1. Queste stime di pericolosità sismica sono state successivamente elaborate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici per ottenere i parametri che determinano la forma dello spettro di risposta elastica; tali parametri, elaborati tramite il software "Spettri 1.03" (disponibile sul sito istituzionale del C.S.L.P.) sono riportati per i comuni

interessati nelle tabelle in basso a destra delle figure da 8-3 a 8-12. In queste tabelle vengono riportati i valori dei seguenti parametri per i diversi tempi di ritorno (T_R espressi in anni) previsti:

- a_g : accelerazione iniziale massima al sito (unità di misura: g);
- f_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale (secondi).

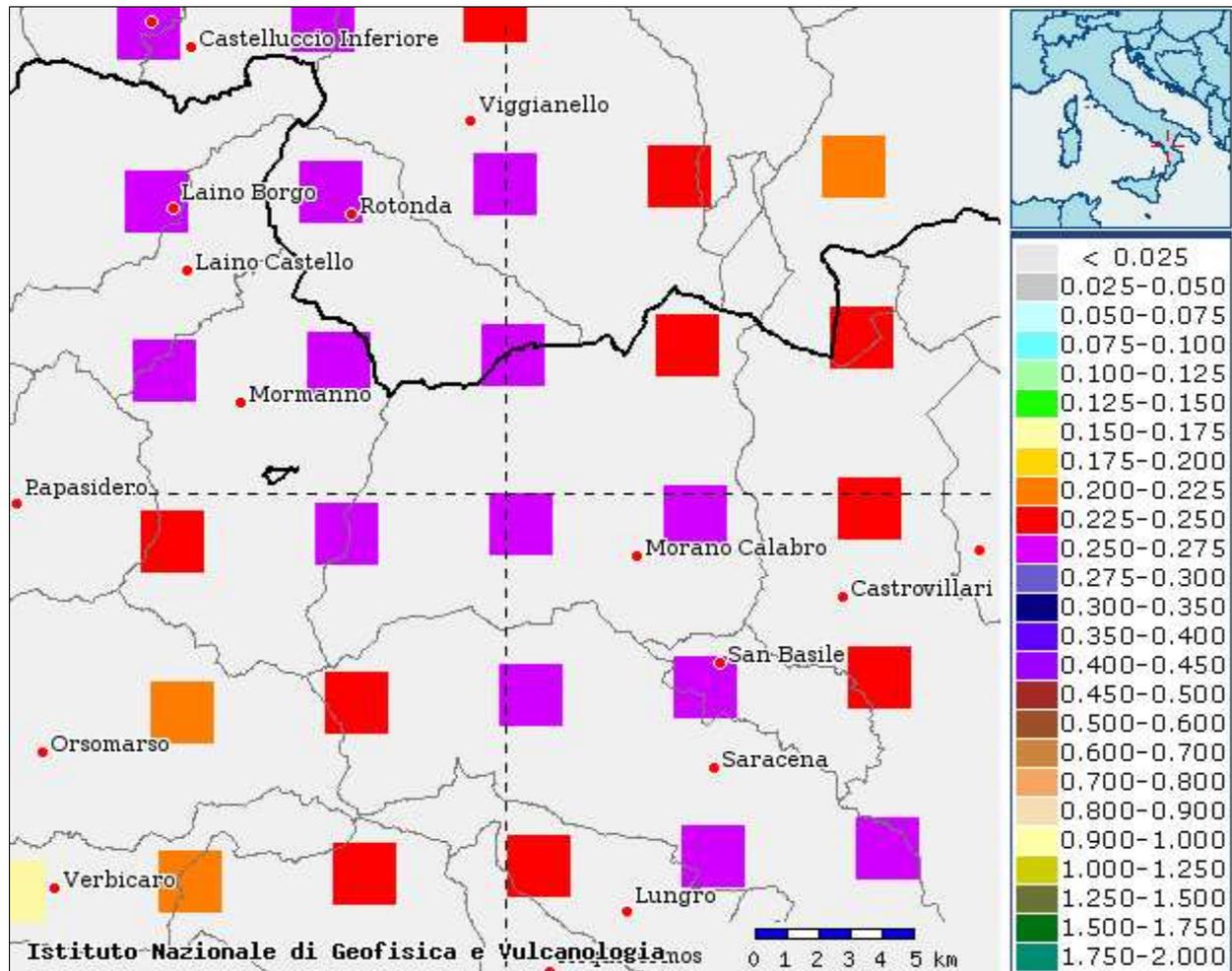


Fig. 8-2: Stralcio riferito all'area oggetto di studio (dal sito <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>) della Mappa di pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale (prevista dall'Ordinanza PCM 3519 del 28 aprile 2006, All. 1b), espressa in termini di accelerazione massima (a_g) del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat. A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)

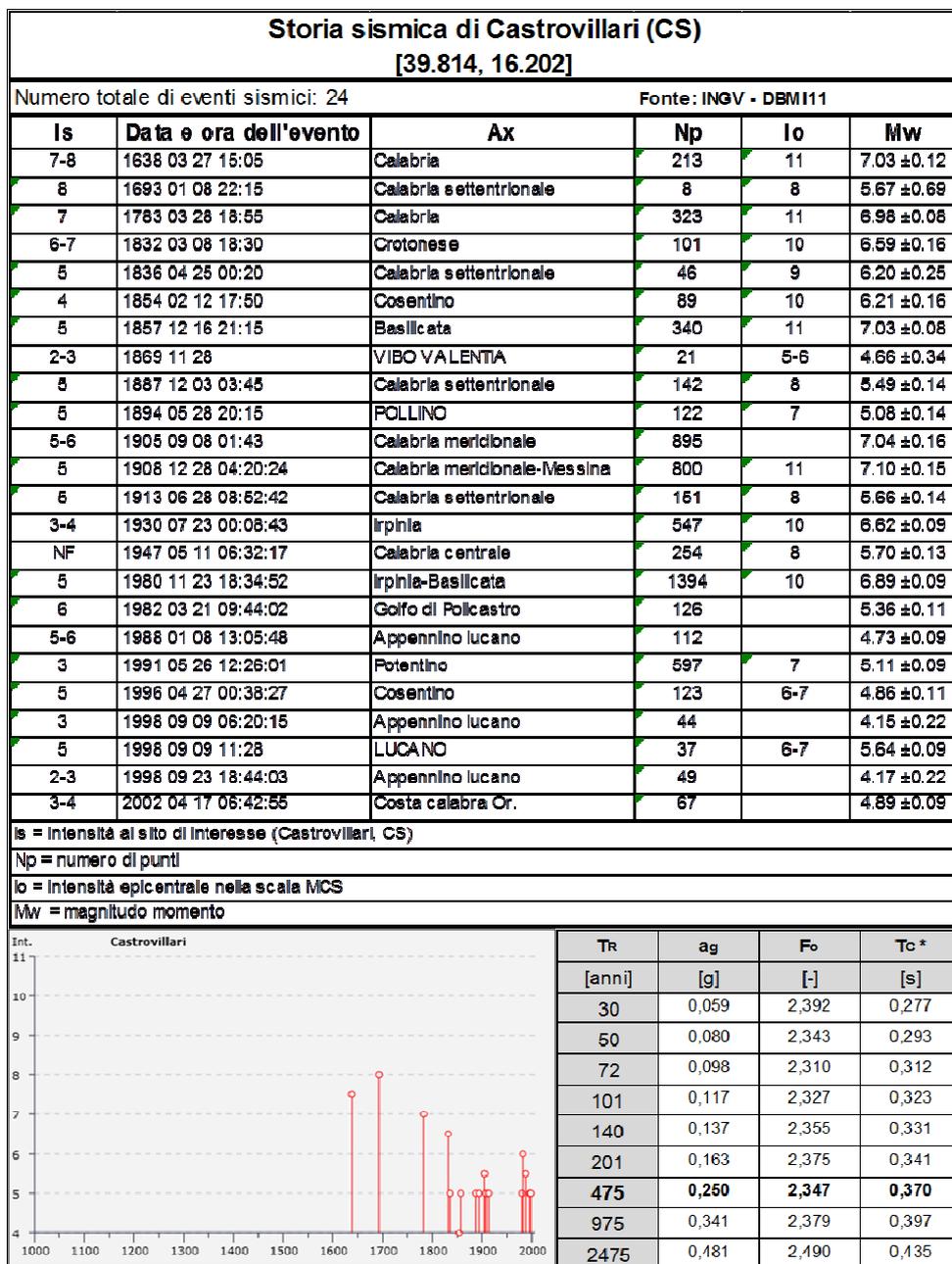


Fig. 8-3: Storia sismica del Comune di Castrovillari (CS) e tabella dei parametri spettrali di risposta elastica (elaborato da Software "Spettri 1.3", Consiglio Sup. LL. PP.)

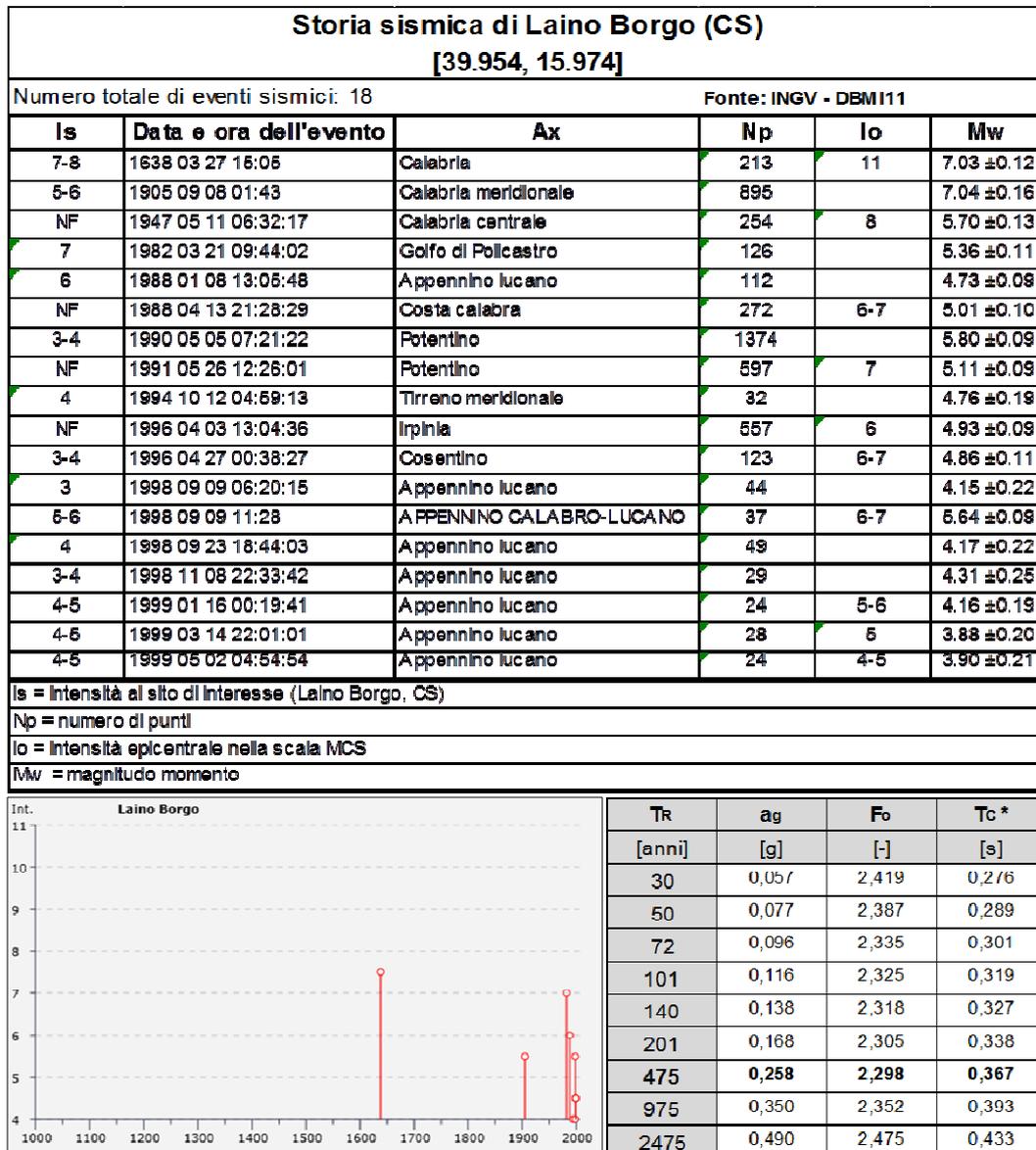


Fig. 8-4: Storia sismica del Comune di Laino Borgo (CS) e tabella dei parametri spettrali di risposta elastica (elaborato da Software "Spettri 1.3", Consiglio Sup. LL. PP.)

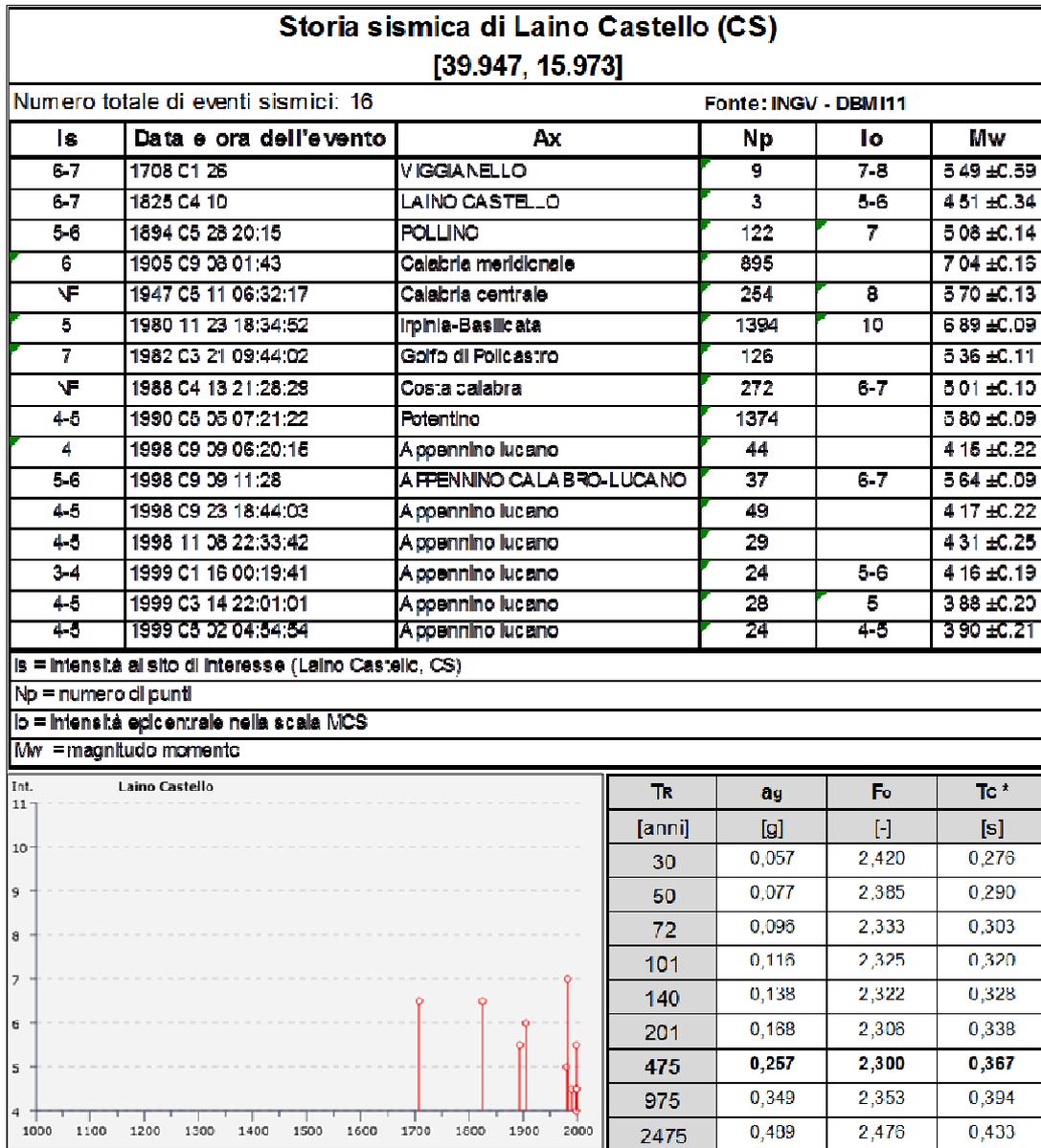


Fig. 8-5: Storia sismica del Comune di Laino Castello (CS) e tabella dei parametri spettrali di risposta elastica (elaborato da Software "Spettri 1.3", Consiglio Sup. LL. PP.)

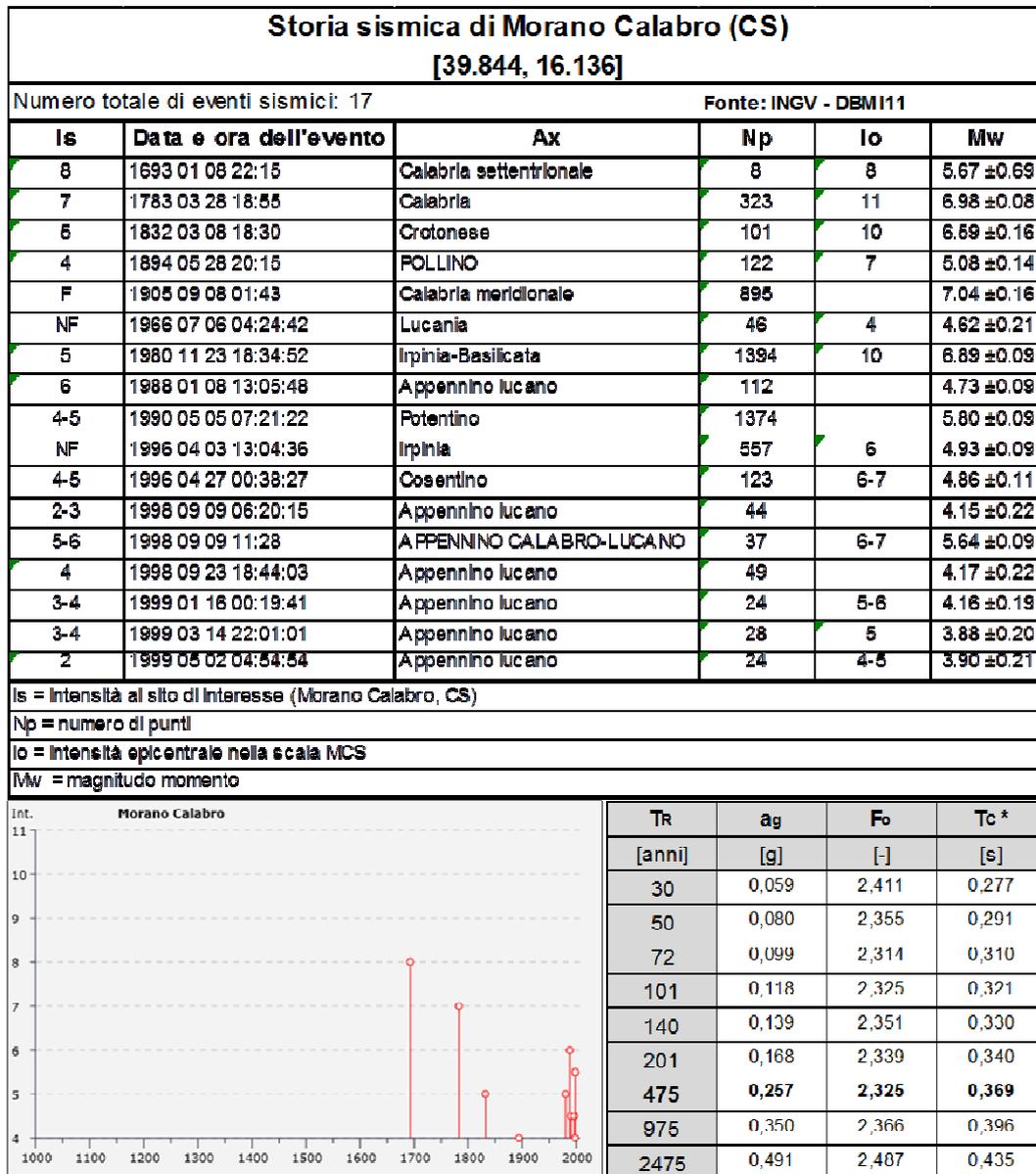


Fig. 8-6: Storia sismica del Comune di Morano Calabro (CS) e tabella dei parametri spettrali di risposta elastica (elaborato da Software "Spettri 1.3", Consiglio Sup. LL. PP.)

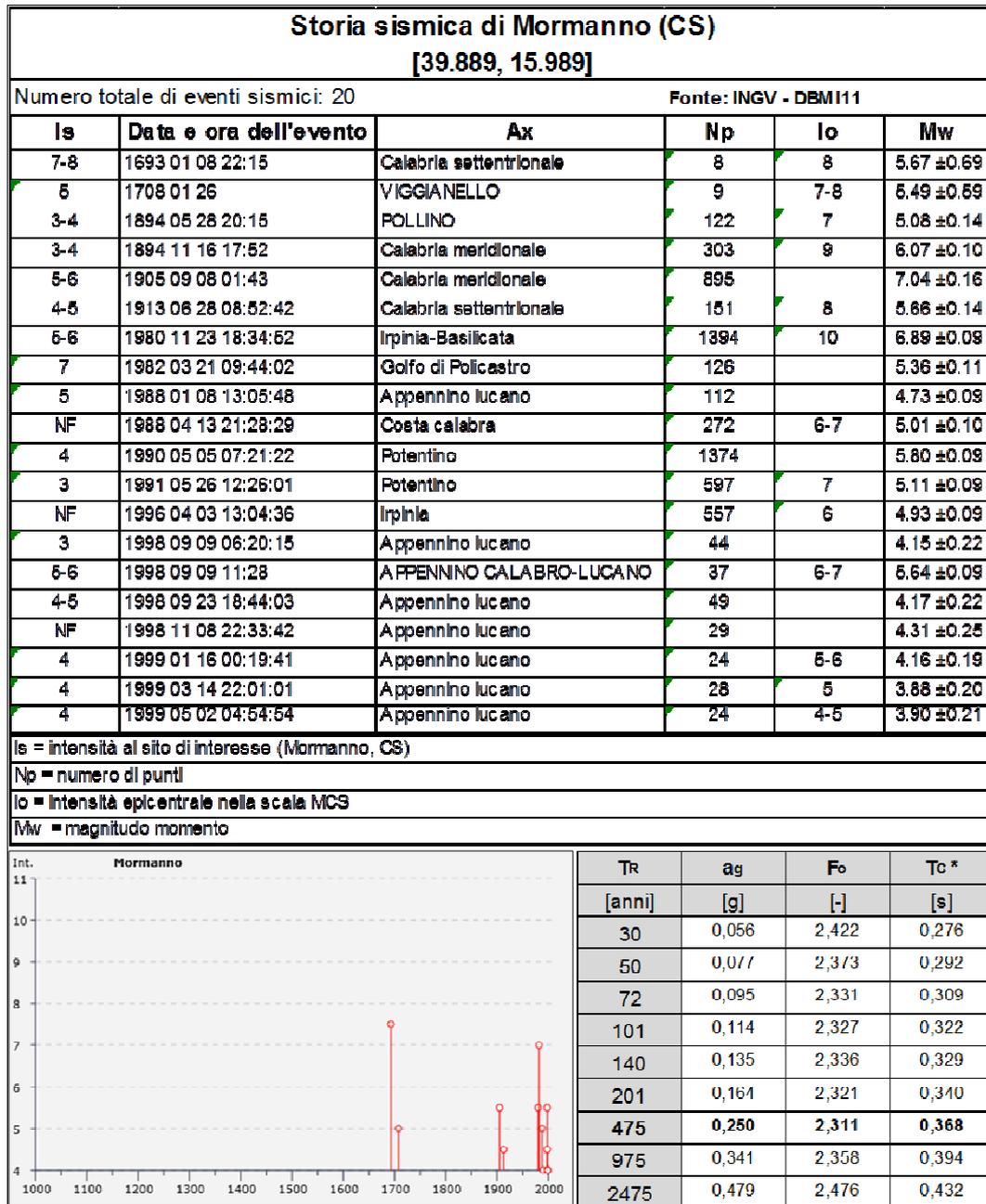


Fig. 8-7: Storia sismica del Comune di Mormanno (CS) e tabella dei parametri spettrali di risposta elastica (elaborato da Software "Spettri 1.3", Consiglio Sup. LL. PP.)

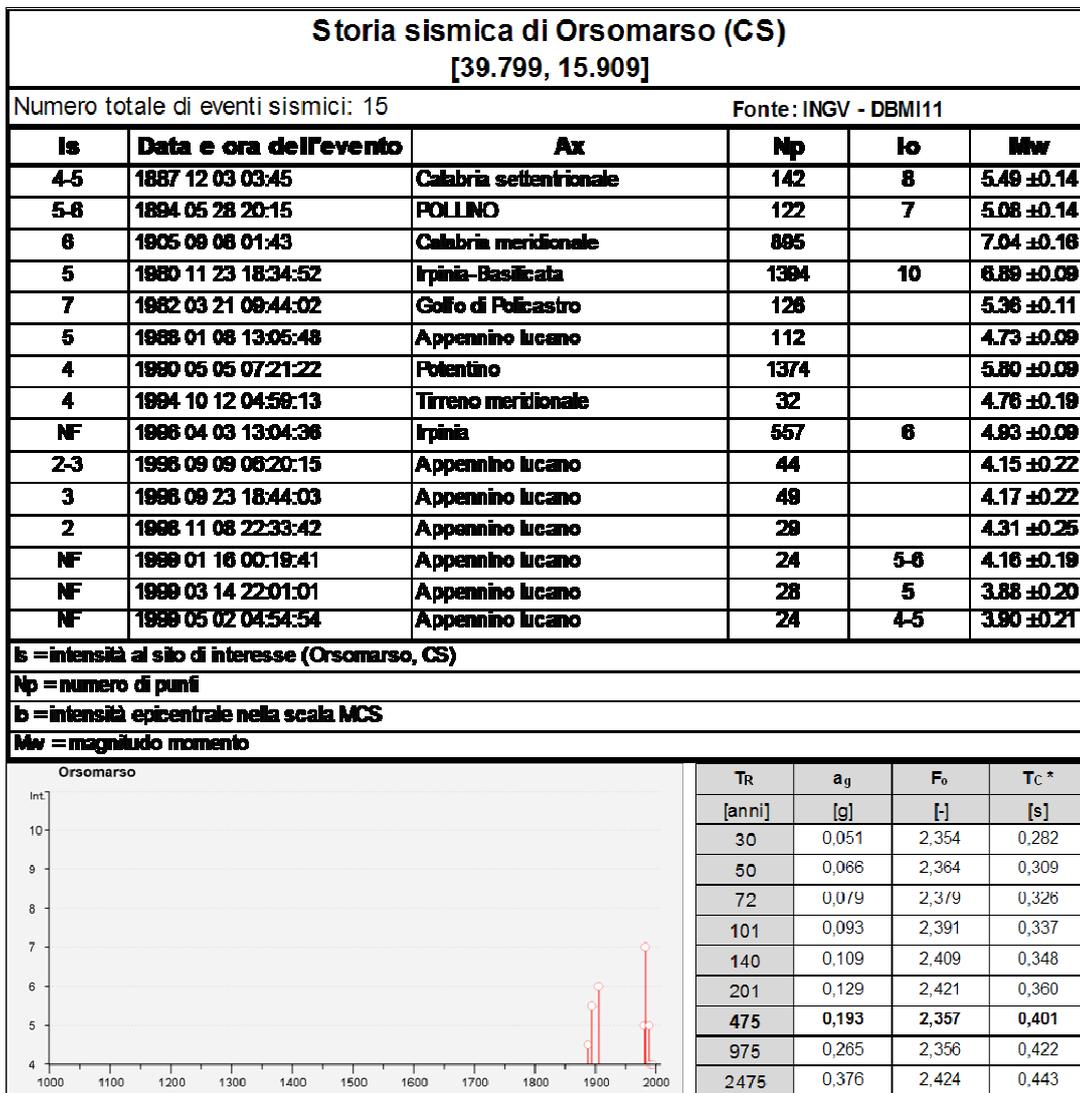


Fig. 8-8: Storia sismica del Comune di Orsomarso (CS) e tabella dei parametri spettrali di risposta elastica (elaborato da Software "Spettri 1.3", Consiglio Sup. LL. PP.)

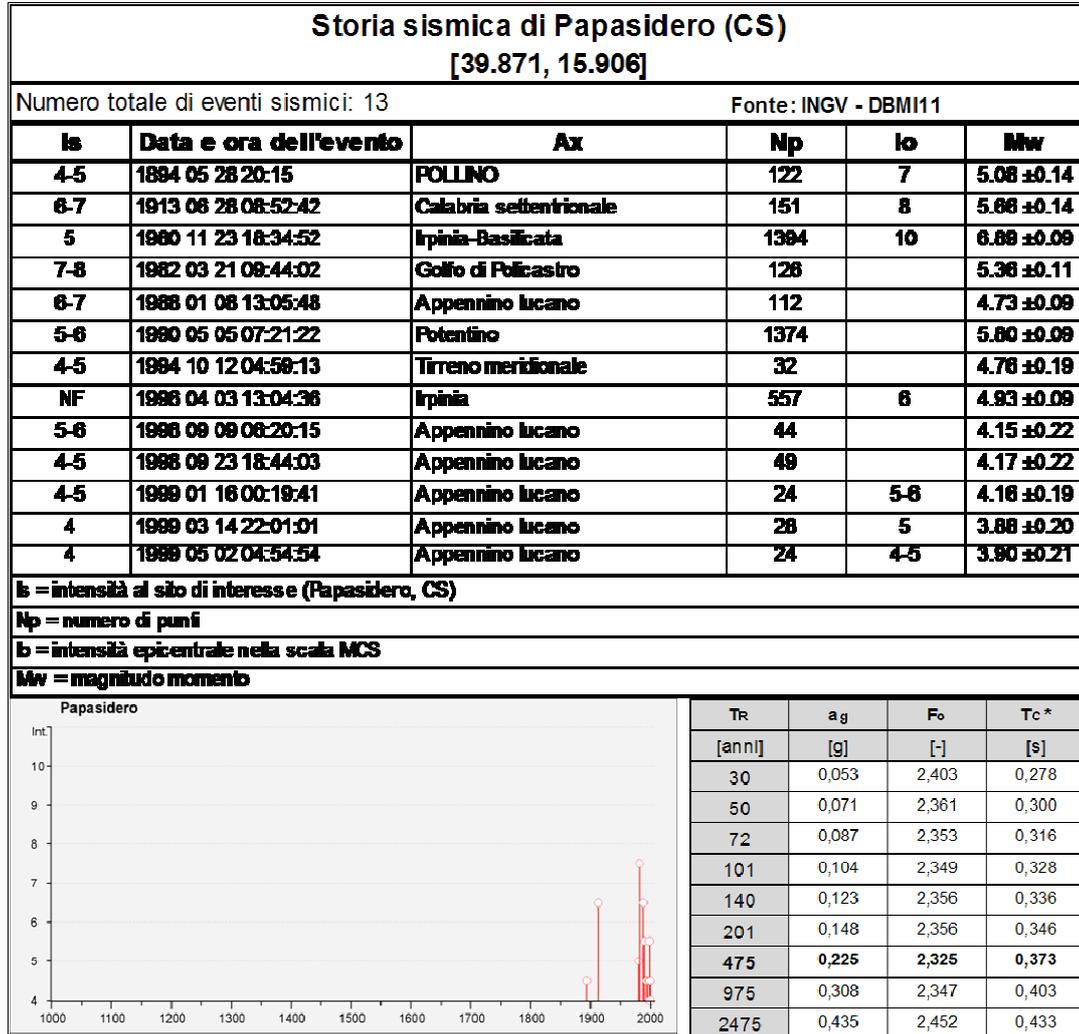


Fig. 8-9: Storia sismica del Comune di Papisidero (CS) e tabella dei parametri spettrali di risposta elastica (elaborato da Software "Spettri 1.3", Consiglio Sup. LL. PP.)

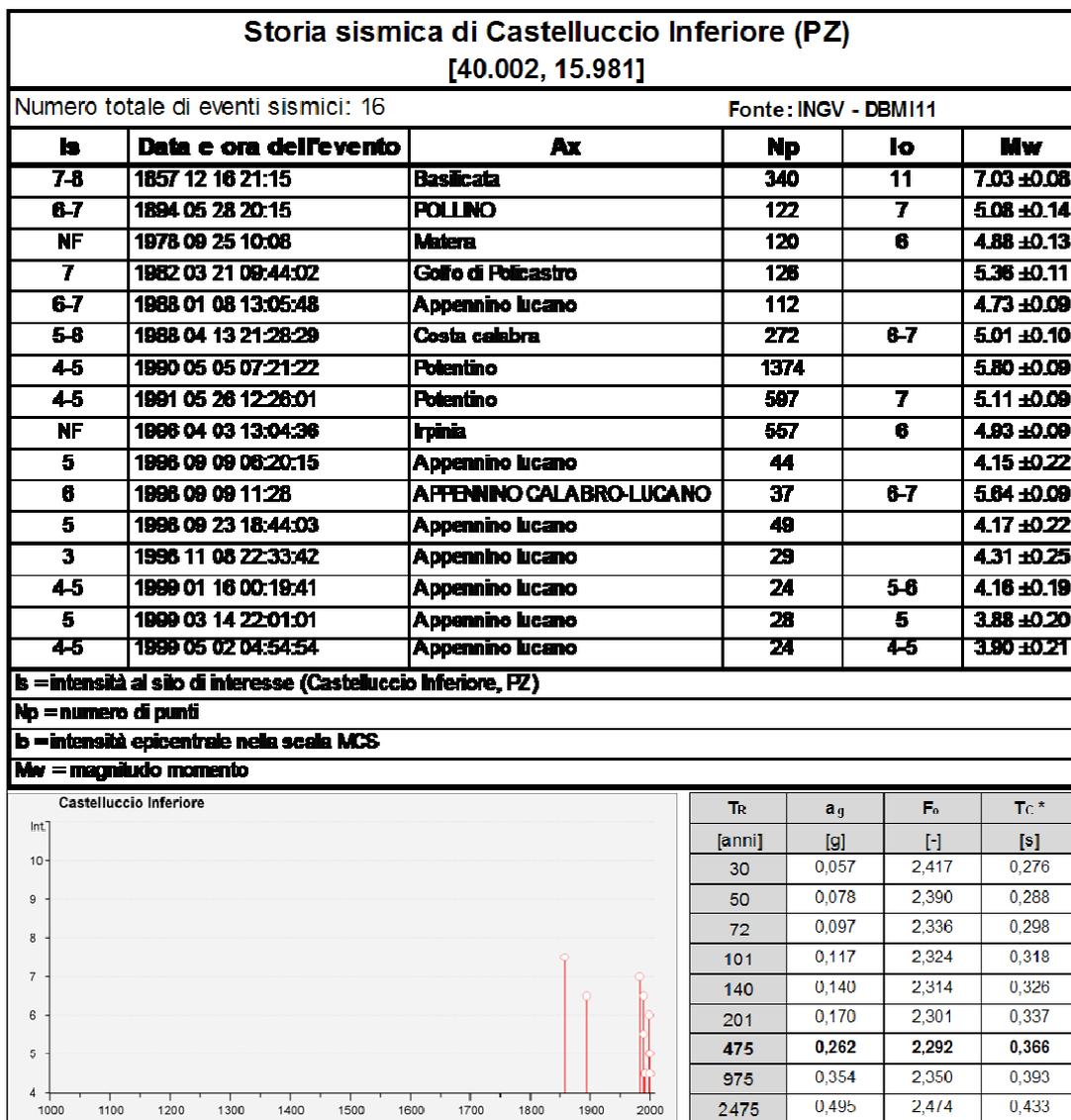


Fig. 8-10: Storia sismica del Comune di Castelluccio Inferiore (PZ) e tabella dei parametri spettrali di risposta elastica (elaborato da Software "Spettri 1.3", Consiglio Sup. LL. PP.)

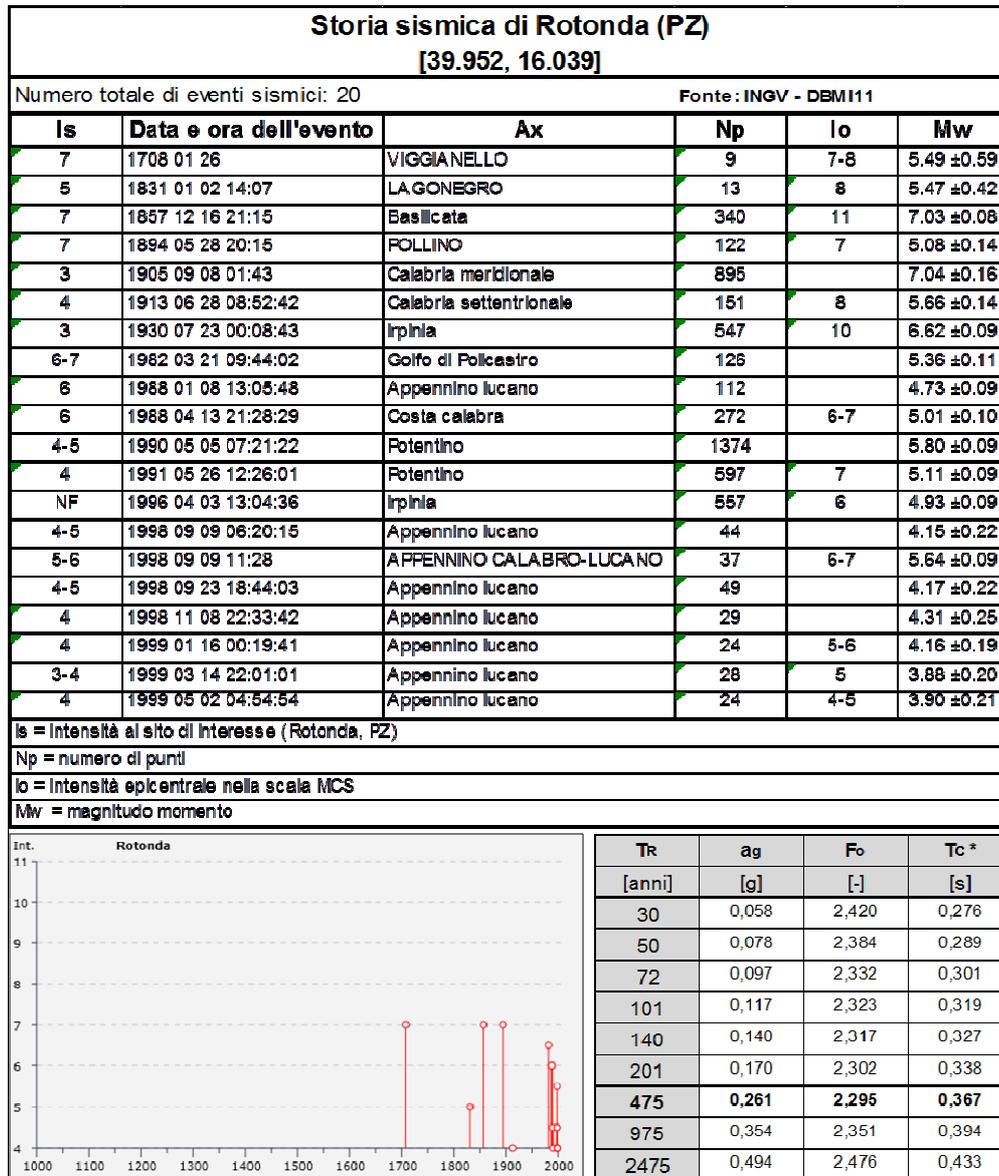


Fig. 8-11: Storia sismica del Comune di Rotonda (PZ) e tabella dei parametri spettrali di risposta elastica (elaborato da Software "Spettri 1.3", Consiglio Sup. LL. PP.)

TR	ag	Fo	Tc *
[anni]	[g]	[-]	[s]
30	0,060	2,397	0,277
50	0,081	2,343	0,292
72	0,100	2,303	0,311
101	0,118	2,326	0,322
140	0,139	2,356	0,331
201	0,166	2,364	0,340
475	0,255	2,343	0,369
975	0,347	2,376	0,397
2475	0,488	2,492	0,436

Fig. 8-12: Tabella dei parametri spettrali di risposta elastica del Comune di San Basile (CS) (elaborato da Software "Spettri 1.3", Consiglio Sup. LL. PP.)

Le considerazioni di carattere geodinamico generale, hanno consentito di definire il quadro delle sorgenti sismogenetiche che caratterizzano, a grande scala, l'area studiata. Come avviene per l'intero territorio nazionale, esse sono contenute nel database DISS (*Database of Individual Seismogenic Sources* - Vers. 3.1.1) redatto dall'INGV e consultabile sul suo sito istituzionale (<http://diss.rm.ingv.it/diss/>). In questo database, vengono distinte le sorgenti sismogenetiche "individuali" da quelle "composita" (*Individual and Composite seismogenic sources*). In particolare, una sorgente sismogenetica "composita" è una struttura, desunta sulla base di considerazioni di carattere regionale e dati geologici di sottosuolo, che abbraccia un numero imprecisato di sorgenti individuali. Queste sorgenti non vengono considerate come capaci di un terremoto di specifica magnitudo, mentre le caratteristiche strutturali sono in genere documentate da attività dal Pleistocene superiore all'Attuale. L'intero lavoro di definizione di questo database è finalizzato all'analisi di pericolosità sismica con approccio probabilistico, che trova applicazione negli studi di risposta sismica locale già riportati in precedenza.

La figura 8-13 mostra la presenza di sorgenti sismo genetiche sia "individuali" che "composita" nell'area di intervento. Tra le sorgenti "individuali" si individuano quella del bacino del Fiume Mercure e quella di Castrovillari. In particolare, la prima può essere ricollegata, anche geograficamente, alla sorgente "composita" di Rimendiello-Mormanno, mentre quella di Castrovillari, alla sorgente "composita" del Pollino. In più, insistono nei dintorni dell'area di studio due sorgenti la cui effettiva attività è tuttora oggetto di studio e analisi approfondita, e pertanto definite, all'interno del database DISS (*version 3*), come sorgenti "dibattute". Si tratta, nello specifico, della sorgente Maratea (verso il Tirreno) e della sorgente sismo genetica di Piana Perretti, ubicata poco a nord di Castelluccio Inferiore, e rappresentata in rosso nella figura 8-13.

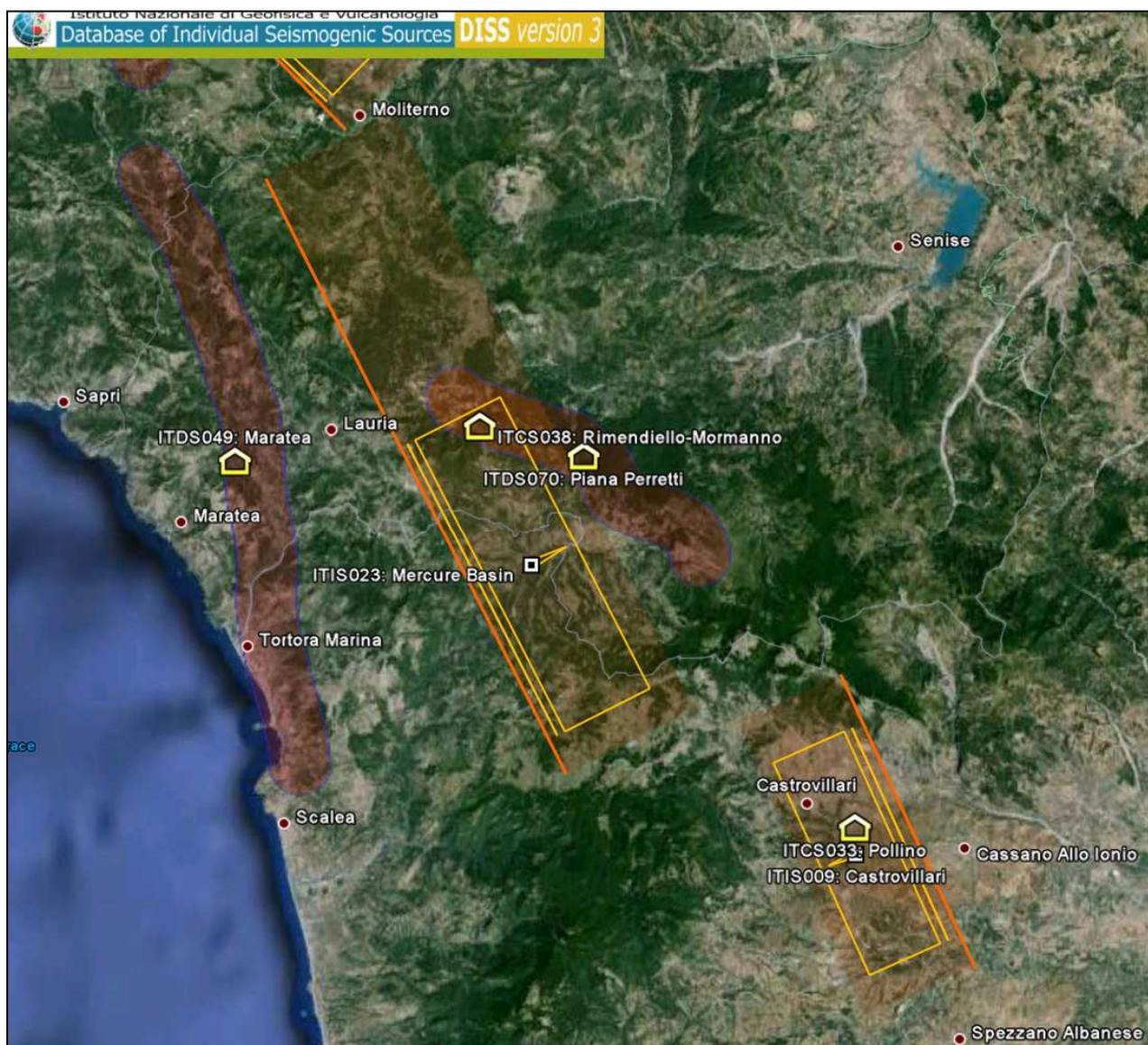


Fig. 8-13: Quadro delle sorgenti sismogenetiche che caratterizzano, a grande scala, l'area studiata (DISS: Database of Individual Seismogenic Sources - Vers. 3.1.1).

L'area è compresa tra due zone ad alta sismicità caratterizzate da forti terremoti storici. A nord, il terremoto più rilevante è quello del 1857 (Mw=7.0), che colpì la Val D'Agri, e a sud i terremoti più importanti, con magnitudo superiore a 6.5, sono localizzati nella Sila. Dal punto di vista storico, grazie al Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPT111, Figg. da 8-3 a 8-12), sappiamo che il Pollino e l'intera zona di confine tra Calabria e Basilicata nel passato non hanno avuto terremoti distruttivi (con magnitudo Mw superiore a 6). Infatti, per quest'area ci sono notizie relative a terremoti di energia moderata: il terremoto del 1693 di magnitudo pari a 5.7, quello del 1708 con magnitudo stimata 5.5 e l'evento del 1998 di magnitudo pari a 5.6. Questi eventi non hanno prodotto effetti di danneggiamento superiori al grado VIII-IX della Scala Mercalli MCS (Fig. 8-15). Di contro, studi paleo-sismologici, che studiano i terremoti molto antichi, hanno trovato prove significative dell'esistenza di importanti faglie sismogenetiche nella zona, dove sismogenetiche vuol dire che possono generare terremoti. Inoltre, la sismicità più recente nella regione è caratterizzata dalla presenza di sequenze sismiche; una delle più significative negli ultimi decenni è quella della Valle del Mercure, caratterizzata dall'evento sismico di magnitudo Mw 5.6 avvenuto il 9 settembre 1998. Nel corso degli ultimi anni diversi studi hanno riguardato questa sequenza sismica. Tra questi, quello condotto da Bronzetti et al. (2009) ha individuato e ricollocato tutti gli eventi sismici della sequenza di settembre-ottobre 1998, molti dei quali molto superficiali (meno di 9 km di profondità). La figura 8-14 mostra la distribuzione degli epicentri, nonché le diverse faglie note in letteratura, ad andamento prevalentemente NW – SE, che caratterizzano l'area in prossimità di Castelluccio Inferiore.

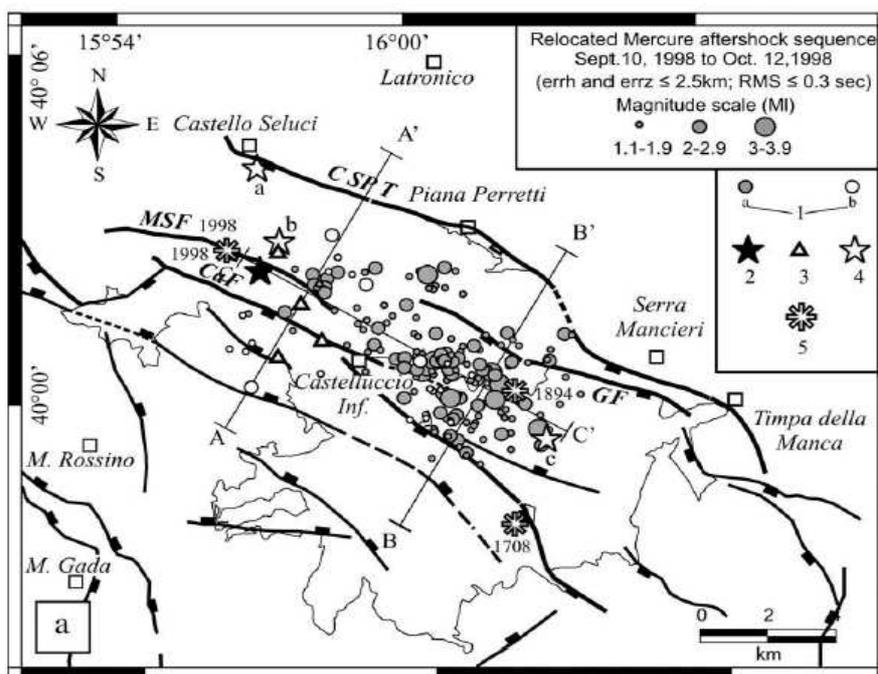


Fig. 8-14: La sequenza sismica del Mercure del 1998 (Brozzetti et al., 2009). 1) distribuzione degli epicentri (a = eventi più superficiali di 9 km; b = eventi più profondi di 9 km, i secondi occorsi solamente tra il 18 ed il 19 settembre e dal 30 settembre al primo ottobre); 2) epicentro ricollocato per l'evento maggiore (Mw 5.6); 3) ricollocazione degli eventi precedenti; 4) epicentri strumentali da precedenti dati bibliografici; 5) epicentri macrosismici per i maggiori eventi storici della valle del Mercure (1998, 1894 e 1708). Le linee più spesse si riferiscono alle faglie riconosciute dagli autori.

Negli ultimi anni, l'area in cui ricadono le opere in progetto è stata interessata da un'attività sismica molto intensa, anche se fortunatamente senza eventi particolarmente distruttivi. Come riportato sul sito istituzionale dell'INGV, dal 2010 l'area del Pollino è caratterizzata da periodi di attività sismica frequente intervallati da periodi di relativa calma. In particolare, si è verificata un'intensa attività sismica ad Aprile 2010, a Ottobre 2010 e tra Novembre 2011 e Febbraio

2012. Dopo questo massimo di attività, la sismicità dell'area si è attestata su livelli piuttosto modesti, con pochi terremoti al giorno. Alla fine di maggio 2012 l'attività è ripresa a seguito del terremoto di magnitudo Richter ML4.3 avvenuto il 28 maggio 2012 alle ore 03:06:27 italiane (01:06:27 UTC). Dal 1 gennaio 2010 ad agosto 2012 si sono verificati circa 2190 eventi di cui oltre 2000 di magnitudo minore di 2.0, 171 di magnitudo tra 2.0 e 3.0, 6 di magnitudo tra 3.0 e 4.0 ed uno di magnitudo pari a 4.3, avvenuto il 28 maggio 2012. La Fig. 8-16 riporta gli epicentri di tutti i terremoti avvenuti a partire dal gennaio 2010 e fino al 28 agosto 2012. Come è possibile notare, essi si concentrano essenzialmente nella zona di Mormanno e in quella di Morano Calabro, dove è ubicato l'epicentro della scossa del 28 maggio. Gli ipocentri risultano essere localizzati principalmente tra 2 e 10 km di profondità e formano due raggruppamenti distinti di sismicità. Quello occidentale, dove è avvenuta la maggior parte delle scosse, delinea una faglia in direzione Nord/Nord Ovest – Sud/Sud Est che si immerge verso il mar Tirreno. Il raggruppamento di sismicità orientale non identifica chiaramente una faglia né sulla mappa né in sezione trasversale.

L'attività sismica si è ulteriormente intensificata a partire da settembre 2012, con ben 400 eventi, dei quali 6 con magnitudo maggiore o uguale a 3.0, in un mese. L'evento di magnitudo più elevata è stato registrato il 14 settembre alle ore 05.50 con ML 3.7 mentre il primo ottobre si è verificato alle 22.28 un evento di ML 3.6. Questa sequenza, che ad oggi non ha esaurito il suo processo, ha avuto il suo picco nel terremoto di magnitudo 5.0 avvenuto alle ore 01:05:24 italiane del giorno 26 ottobre 2012 (23:05:24 25/Ott/2012 – UTC) alla profondità di 6.3 km. Questo terremoto è avvenuto nella crosta superiore, a 6.3 km di profondità, con un meccanismo di tipo distensivo. Il meccanismo focale dell'evento, testimonia come il piano di faglia è orientato in direzione NNW-SSE e si è mosso con un movimento di estensione in direzione ENE-WSW. La magnitudo momento (M_w), ricalcolata con i dati delle stazioni sismiche della Rete Sismica Nazionale, è pari a 5.2, leggermente superiore alla magnitudo Richter ML, pari a 5.0. L'orientazione e il movimento della faglia responsabile del terremoto sono coerenti con le conoscenze della sismotettonica della regione che evidenzia come tutto l'Appennino meridionale sia caratterizzato da questo stile deformativo.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi (§ 7.11.3 NTC 14/01/2008). In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento. Fatta salva la necessità della caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativo (per *volume significativo* di terreno si intende la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso), ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, **la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente V_{s30} di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità. Per le fondazioni superficiali tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse.** La misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio è fortemente raccomandata (**par. 12.2**). Nei casi in cui tale determinazione non sia disponibile, la classificazione può essere effettuata in base ai valori del numero equivalente di colpi della prova penetrometrica dinamica (*Standard Penetration Test*) N_{SPT30} nei terreni prevalentemente a grana grossa e della resistenza non drenata equivalente c_{u30} nei terreni prevalentemente a grana fine.

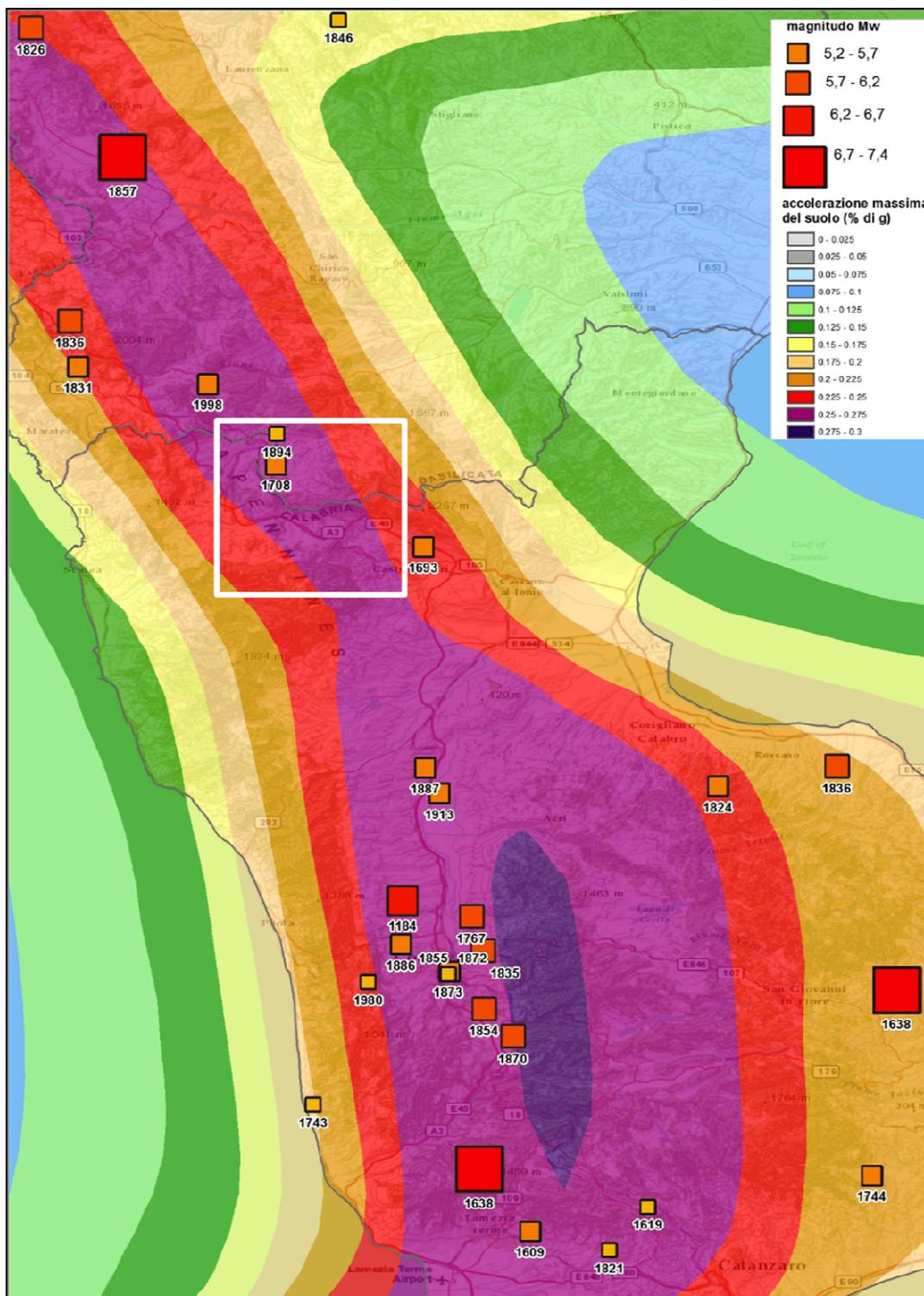


Fig. 8-15: Mappa di pericolosità sismica MPS04 per l'area del Pollino (GdL MPS, 2004). Il colore rosso corrisponde ad accelerazioni attese tra 0.225 e 0.250g, il colore viola corrisponde ad accelerazioni attese tra 0.250 e 0.275g. Sovrapposti i terremoti storici del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI11, <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI11/>). Nella zona interessata dalle opere (riquadro in bianco), il catalogo riporta eventi con magnitudo Mw inferiore a 6: il terremoto del 1693 di magnitudo pari a 5.7, quello del 1708 con magnitudo stimata 5.5 e, poco a nord, l'evento del 1998 di magnitudo pari a 5.6

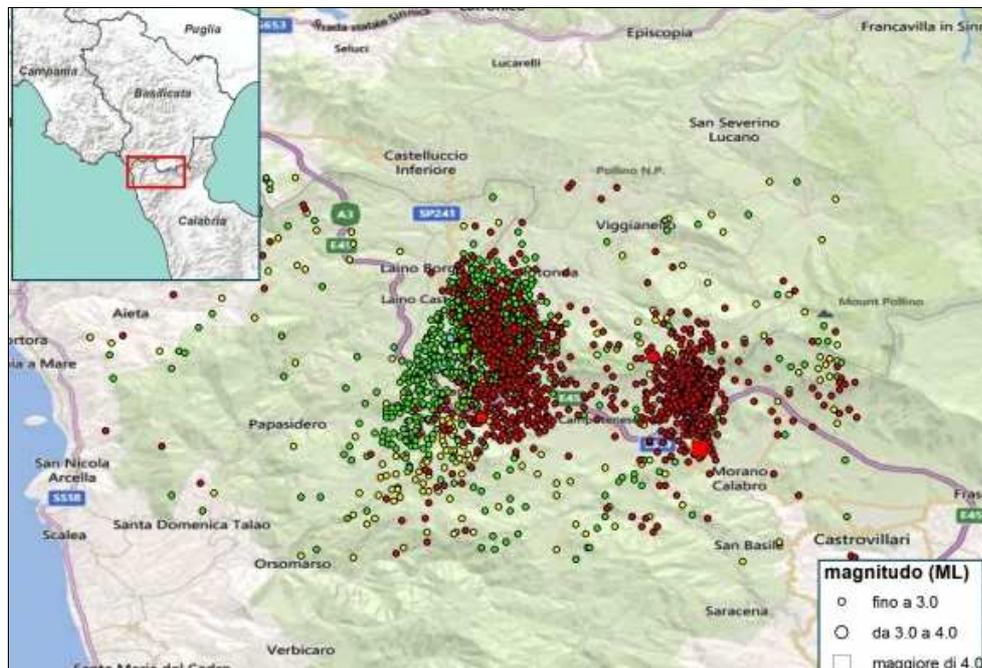


Fig. 8-16: Sismicità della zona del Pollino dal 2010 al 28 agosto 2012 (Iside, <http://iside.rm.ingv.it>). In giallo la sismicità del 2010, in verde quella del 2011 e in rosso i terremoti avvenuti nel 2012. L'epicentro del terremoto di magnitudo M4.3 del 28 maggio 2012 è il quadrato rosso, in prossimità di Morano Calabro e Castrovillari. I due terremoti di magnitudo maggiore di 3 avvenuti nel 2012 (ML3.2 del 28 maggio e ML3.7 del 18 agosto) sono i due cerchietti rossi più grandi

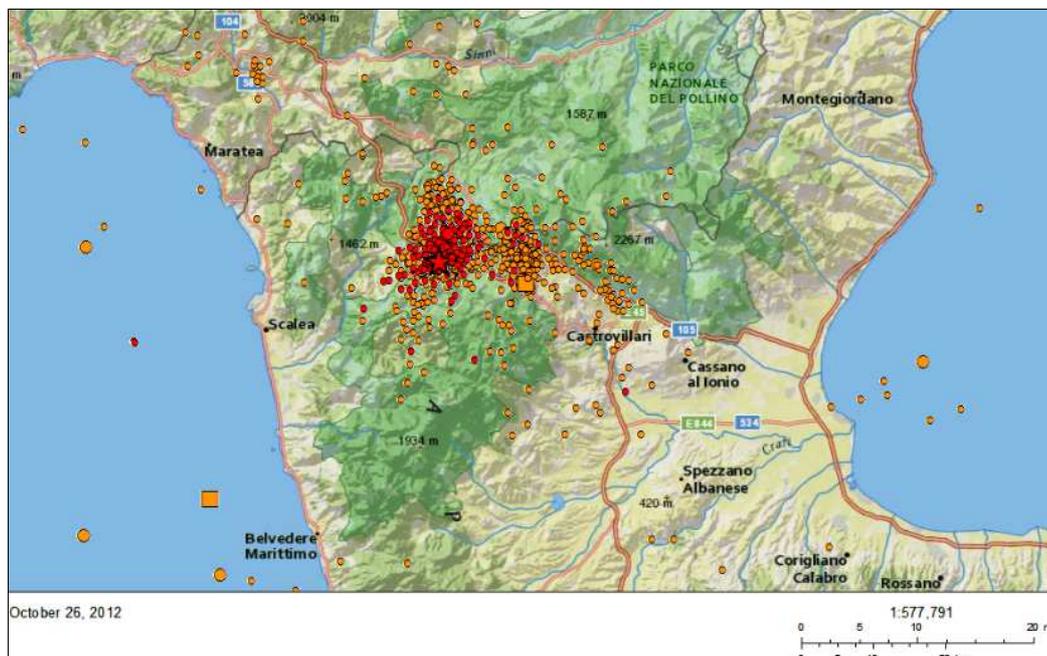


Fig. 8-17: Epicentri dei terremoti della zona del Pollino dal 1 gennaio al 26 ottobre (ore 10.00). In rosso i terremoti dei 3 giorni antecedenti la scossa di magnitudo 5.0 avvenuto alle 1:05 del 26 ottobre 2012, il cui epicentro è indicato dalla stella rossa (fonte INGV)

9 RESOCONTO DELLE ATTIVITA' DI SOPRALLUOGO

La presente relazione ha come scopo quella di descrivere le principali problematiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche evidenziate a seguito del sopralluogo effettuato nei giorni 4 e 5 agosto 2012 nelle aree interessate dalle opere in progetto e, in particolare, in quella interessata dalla nuova linea 150 kV Rotonda – Mucone All.

Per il mantenimento in servizio della linea 380 kV Laino – Rossano è stato effettuato un rilevamento geologico e geomorfologico tra la S.E. Laino Borgo e Castrovillari – San Basile, per un tratto di circa 30 km.

Per ogni opera sopra elencata è stata prodotta una specifica documentazione fotografica circa le condizioni dell'assetto idrogeologico dell'area in cui andranno a ricadere, con relativa cartografia, mentre di seguito vengono riportate le osservazioni da me effettuate.

9.1 Nuova linea 150 kV Rotonda – Mucone All.

STOP 1

Dopo un primo sostegno posto poco al di fuori della S.E. Rotonda, questa linea elettrica aerea si sviluppa su una superficie terrazzata, sub-pianeggiante, posta tra il Fosso Paroturo e il Vallone Scala. I depositi terrazzati appartengono alle formazioni terrigene pleistoceniche, prevalentemente siltose, che poggiano sui depositi conglomeratici e sabbiosi, più resistenti. Alcuni sostegni sembrano essere ubicati in prossimità del bordo esterno della superficie terrazzata. Una loro ubicazione anche di pochi metri più distante dal bordo non può che migliorare le condizioni di sicurezza in relazione ad eventuali movimenti gravitativi che si possono instaurare lungo i versanti, in particolare nei confronti di un naturale arretramento della testata degli stessi. Il P.A.I. della Regione Calabria (Elaborato 15.1 – Tav. 076-070 Carta inventario dei Centri abitati instabili – Comune di Rotonda, PZ) riporta infatti i bordi di questa superficie terrazzata come scarpate attive. Nella stessa tavola è riportata una zona franosa superficiale quiescente (denominata ROT7), in corrispondenza di un piccolo fosso in sinistra idrografica del Fosso Paroturo. Nella parte alta è riportata una piccola frana per scorrimento, attiva, denominata ROT7.1. Il sostegno 5 è ubicato poco al di fuori della zona franosa superficiale, in un'area al momento non interessata da movimenti gravitativi.

STOP 2

Gli ultimi 3 sostegni di questa variante (2, 1 e 196_ESIST) sono ubicati in un'area dove affiorano i termini calcarei e dolomitici del Miocene. Tutti questi ammassi rocciosi risultano, in quest'area, particolarmente fratturati, a luoghi completamente cataclasati, essendo visibili anche superfici di faglia. Questo comporta un notevole decadimento delle loro caratteristiche di resistenza e deformabilità, funzioni del grado di alterazione e fratturazione degli ammassi rocciosi.

9.2 Linea 380 kV Laino - Rossano

STOP 3

I primi sostegni al di fuori della S.E. di Laino sono ubicati in un'area con morfologia collinare, con terreni generalmente coltivati, caratterizzati dalla presenza dei depositi terrigeni pleistocenici, generalmente limoso-sabbiosi. In questo tratto viene oltrepassata la valle del Fiume Mercure. Nella foto del report viene mostrato il sostegno 147, ubicato poco a nord del centro abitato di Rotonda, lungo un versante poco acclive.

STOP 4

Lungo il versante esposto ad E e N-E, in corrispondenza del centro abitato di Rotonda, sono presenti dei movimenti gravitativi riportati anche dal P.A.I. della Regione Calabria (El. 15.1 – Tav. 076-070, Carta Inventario dei Centri Abitati instabili – Comune di Rotonda). In particolare, si tratta di uno scorrimento attivo (denominato ROT2), e di una zona franosa profonda anch'essa attiva (ROT1). Queste forme gravitative, la cui presenza è stata riscontrata anche nel corso del sopralluogo, si sviluppano nei termini dei conglomerati e brecce calcaree e nei calcari che caratterizzano il centro storico di Rotonda. Il sostegno della linea a 380 kV (145) si trova molto più in basso lungo il versante, ed è presente anche un fosso, in sinistra idrografica del Fosso di Grottascura, che interrompe la continuità del versante stesso. Pertanto esso non è interessato dai movimenti gravitativi ROT1 e ROT2.

STOP 5

Il sostegno 144 si trova nella zona marginale rispetto ad una zona franosa superficiale e quiescente riportata dal P.A.I. (cod. ROT4). Al momento non sembra che questo sostegno sia interessato da movimenti gravitativi attivi, tali da inficiare la stabilità dello stesso.

STOP 6

Dalla S.P. 28, che congiunge Rotonda con Campotenesese, in località Fosso della Valle, si osserva la presenza di un'area ad intensa erosione, ubicata lungo un versante per il resto caratterizzato da una fitta vegetazione. Le caratteristiche litologiche (rilievo costituito da dolomie), e l'unicità del fenomeno, portano a considerare quest'area come una vecchia cava dismessa, ed, evidentemente, non messa in sicurezza. La linea elettrica non presenta sostegni in prossimità di tale area.

STOP 7

I sostegni 130 e 129 si trovano in prossimità di un'area considerata in frana all'interno del versante immergente verso sud-ovest e l'altipiano di Campotenesese. In questo settore particolare, gli ammassi rocciosi risultano particolarmente fratturati, fino a frantumati, e, in assenza di elementi tettonici particolari, questo loro stato di fratturazione è presumibilmente attribuibile alla mobilizzazione per gravità. Inoltre sono riconoscibili forme morfologiche concave e convesse tipiche delle aree di frana e due distinti fossi di incisione in corrispondenza dei limiti destro e sinistro del corpo di frana. Non si riscontrano tuttavia elementi che lascino ipotizzare una mobilizzazione recente.

STOP 8 e 9

In corrispondenza del Vallone della Posta/Torrente Pagani (STOP 8) e del Vallone del Tiglio/Torrente Trifoglio (STOP 9), il P.A.I. (Tavola 15.3 – T3) riporta due differenti zone di conoide effettivamente riscontrate anche nel corso del sopralluogo. Si tratta di aree in cui, i detriti trasportati da questi torrenti, si sono depositati a causa della perdita di energia da parte delle acque stesse, avendo incontrato una zona sub pianeggiante come l'altipiano di Campotenesese. Questi sedimenti, che assumono la tipica morfologia a ventaglio, presentano caratteristiche geotecniche in genere scadenti a causa della loro scarsa compattazione e incoerenza dovuta alla recente messa in posto. Spesso questi sedimenti sono a loro volta facilmente reincisi dai corsi d'acqua. Nel conoide del Vallone di Posta, di maggiori dimensioni, non sono ubicati sostegni della linea a 380kV. Nel Vallone del Tiglio, invece, all'interno dei sedimenti riferibili al conoide sono ubicati due sostegni della linea a 380 kV (125 e 124). In realtà, riferendosi strettamente all'area di conoide delimitate dal PAI, solo uno dei sostegni della linea a 380 kV ricade al suo interno (125). E' da sottolineare come ben sette sostegni della linea a 150 kV "Rotonda – Castrovillari" da demolire ricadono nelle aree dei conoidi.

STOP 10

Il corrispondenza del versante meridionale di Monte Cappellazzo, immediatamente a monte dell'Autostrada A3, il P.A.I. riporta una zona franosa profonda (Tavola 15.3 – T3). Un sostegno della linea a 380 kV da mantenere (117) ricade all'interno di tale area, seppure molto vicino al suo limite esterno. Il versante in questione è caratterizzato dalla presenza dei termini dolomitici e calcarei mesozoici, e si presenta quasi privo di vegetazione. Attualmente il tratto di autostrada sottostante è interessato dai lavori di ammodernamento, e dal sopralluogo non sono emersi elementi particolari per considerare tale area a rischio da frana.

STOP 11

Dal Castello di Morano Calabro è possibile avere una panoramica completa della piana antistante il centro abitato, che costituisce la parte iniziale del bacino del Fiume Coscile. Il P.A.I. (tavola RI 78083/C) riporta una zona di attenzione relativa alla pericolosità idraulica dello stesso Fiume Coscile e del suo affluente il Vallone Piana. Solo quest'ultimo intercetta il tracciato delle linee a 380 kV da mantenere.

STOP 12

Lungo la S.S. 19 che congiunge Morano Calabro e Castrovillari, il P.A.I. (Tavola 15.3 – T7) individua una serie di frane, tutte quiescenti, sia per scorrimento che complesse. Queste frane si sviluppano essenzialmente nei depositi detritici lungo alcuni versanti e non interessano i sostegni delle linee in esame, che invece si trovano in corrispondenza dei rilievi dolomitici.

STOP 13 e 14

All'altezza del centro abitato di San Basile la linea a 380 kV si sviluppa in destra idrografica del Fiume Coscile. In quest'area i sostegni sono ubicati principalmente sopra i depositi pleistocenici costituiti da un'alternanza di sabbie e conglomerati poligenici. Essi si trovano ad una certa distanza dal bordo del versante che degrada verso il Fiume Coscile, in un'area sub-pianeggiante (STOP 13). Dati di letteratura (Iovine & Parise, 2008; Iovine et alii, 2010a, b),

riportano la presenza di sinkhole, nei pressi di Piano dell'Acqua (STOP 14), nella zona più a sud interessata dalle linee a 380 kV. Questi lavori hanno messo in evidenza come tali fenomeni, che di fatto corrispondono ad uno sprofondamento del terreno, aventi generalmente un diametro massimo di 10 m e una profondità massima di 2,5 m, siano avvenuti di recente, due nel 2001, due negli anni '70 e uno tra il 2001 ed il 2007. La loro formazione è stata messa in relazione all'erosione sub-cutanea del terreno, dovuta ad una zona molto ricca di acqua, come dice lo stesso nome della località (Piano dell'acqua). I mutamenti locali del livello di falda potrebbero quindi aver innescato tali fenomeni. I sostegni ubicati in queste aree non sono stati al momento interessati dagli stessi.

9.3 Demolizione linea 150 kV Rotonda – Palazzo2

STOP 15

Lungo la S.S. 504 che congiunge Mormanno e Papisidero, il P.A.I. (Tavola 15.3 – T3) individua un'area di frana attiva per crollo che si sviluppa a monte della sede stradale in corrispondenza di località Schiena di Nepeta. Tale area si sviluppa quindi lungo il versante immergente verso NW, lungo la scarpata compresa tra i sostegni n. 38 e 39 della linea da demolire e la sede stradale. A valle di quest'ultima il P.A.I. individua una zona franosa profonda, con una ampia estensione areale. La presenza di fenomeni gravitativi quali i crolli è da correlarsi con la presenza di formazioni rocciose quali i le dolomie e i calcari dolomitici, che formano pareti sub verticali, mentre la zona franosa profonda si sviluppa nell'area caratterizzata dalla presenza degli scisti filladici del Fiume Lao.

STOP 16

Il piccolo borgo di Avena, una frazione del Comune di Papisidero è stato abbandonato nel marzo 1982 a seguito del terremoto che ha interessato il Golfo di Policastro, e che ha causato il danneggiamento di quasi tutti gli edifici. Esso si trova ubicato sui rilievi dolomitici, a luoghi estremamente fratturati, spesso sede di aree di intensa erosione e fenomeni gravitativi diffusi. Il sostegno n. 44 è ubicato su un promontorio completamente circondato da un'area, denominata PAP12, che il PAI della Regione Calabria (Tav. 078-092) segnala come una zona franosa superficiale, attiva, mentre nel versante a nord del paese è segnalata la presenza di una frana complessa, piuttosto ampia (PAP11). Così come il sostegno n.44, anche i successivi (n. 45 e n. 46) sono ubicati in aree aventi condizioni geomorfologiche simili.

STOP 17

I sostegni n. 47A e n. 47B si trovano in corrispondenza delle zone franose profonde, quiescenti, individuate dal PAI, denominate, rispettivamente, PAP10 e PAP3. I versanti non sembrano presentare forme gravitative che possano testimoniare un'attività relativamente recente, pur non potendo escludere che su versanti così acclivi si possano innescare fenomeni gravitativi più o meno ampi, anche in considerazione dell'elevato grado di fratturazione che il substrato roccioso carbonatico e dolomitico presenta in diversi settori dell'area studiata.

9.4 Nuova linea 220 kV Laino – Tusciano

STOP 18 e 19

La nuova linea a 220 kV "Laino – Tusciano" si sviluppa, con direzione circa E-W, in parte ripercorrendo una linea già esistente. I sostegni più prossimi alla SE Laino si trovano lungo versanti poco acclivi, caratterizzati, come l'intera area in cui si sviluppa questo singolo intervento, sul substrato terrigeno costituito dai termini pleistocenici che vanno dai conglomerati poligenici e sabbie, in basso, ai depositi più fini (limoso-argillosi) presenti sui ripiani sommitali. Questi termini presentano, come anche evidenziato precedentemente una resistenza all'erosione da moderata a scarsa e sono spesso soggetti a fenomeni gravitativi, generalmente di limitata estensione (piccole frane o gruppi di piccole frane, difficilmente cartografabili).

STOP 20

Il sostegno n. 216A della nuova linea a 220 kV "Laino – Tusciano" è ubicato in un terreno sub-pianeggiante in località Fornaci, in sinistra idrografica del Fosso di Capridoso, dove affiorano i termini terrigeni, limoso-argillosi, del Pleistocene.

10 CRITERI PROGETTUALI DELLE STRUTTURE DI FONDAZIONE

10.1 Elettrodotto aereo

La realizzazione di un elettrodotto è suddivisibile in tre fasi principali:

- esecuzione delle fondazioni dei sostegni;
- montaggio dei sostegni;
- messa in opera dei conduttori e delle corde di guardia.

Solo la prima fase comporta movimenti di terra, come descritto nel seguito.

Ciascun sostegno è dotato di quattro piedini separati e delle relative fondazioni, strutture interratoe atte a trasferire i carichi strutturali (compressione e trazione) dal sostegno al sottosuolo. Ciascun piedino di fondazione è composto di tre parti:

- un blocco di calcestruzzo armato costituito da una base, che appoggia sul fondo dello scavo, formata da una serie di platee (parallelepipedi a pianta quadrata) sovrapposte; detta base è simmetrica rispetto al proprio asse verticale;
- un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno;
- un "moncone" annegato nel calcestruzzo al momento del getto, collegato al montante del "piede" del sostegno. Il moncone è costituito da un angolare, completo di squadrette di ritenuta, che si collega con il montante del piede del sostegno mediante un giunto a sovrapposizione. I monconi sono raggruppati in tipi, caratterizzati dalla dimensione dell'angolare, ciascuno articolato in un certo numero di lunghezze.

Saranno inoltre realizzati dei piccoli scavi in prossimità del sostegno per la posa dei dispersori di terra con successivo reinterro e costipamento. L'abbinamento tra ciascun sostegno e la relativa fondazione è determinato nel Progetto Unificato Terna mediante apposite "tabelle delle corrispondenze" tra sostegni, monconi e fondazioni. Poiché le fondazioni unificate sono utilizzabili solo su terreni normali di buona e media consistenza, per sostegni posizionati su terreni con scarse caratteristiche geomeccaniche, su terreni instabili o su terreni allagabili, sono progettate fondazioni speciali (pali trivellati, micropali, tiranti in roccia), sulla base di apposite indagini geotecniche. La realizzazione delle fondazioni di un sostegno prende avvio con l'allestimento dei cosiddetti "microcantieri" relativi alle zone localizzate da ciascun sostegno. Essi sono destinati alle operazioni di scavo, getto in cemento armato delle fondazioni, reinterro ed infine all'assemblaggio degli elementi costituenti la tralicciatura del sostegno. I microcantieri interessano un'area circostante delle dimensioni massime di circa 30x30 m e sono immuni da ogni emissione dannosa. Durante la realizzazione delle opere, il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso ciascun "microcantiere" e successivamente il suo utilizzo per il reinterro degli scavi, previo accertamento, durante la fase esecutiva, dell'idoneità di detto materiale per il riutilizzo in sito. In caso contrario, saranno eseguiti appositi campionamenti e il materiale scavato sarà destinato ad idonea discarica, con le modalità previste dalla normativa vigente. In particolare, poiché per l'esecuzione dei lavori non sono utilizzate tecnologie di scavo con impiego di prodotti tali da contaminare le rocce e terre, nelle aree a verde, boschive, agricole, residenziali, aste fluviali o canali in cui sono assenti scarichi, vale a dire nelle aree in cui non sia accertata e non si sospetti potenziale contaminazione, nemmeno dovuto a fonti inquinanti diffuse, il materiale scavato sarà considerato idoneo al riutilizzo in sito.

Per tutte le tipologie di fondazioni, l'operazione successiva consiste nel montaggio dei sostegni, ove possibile sollevando con una gru elementi premontati a terra a tronchi, a fiancate o anche ad aste sciolte.

Infine una volta realizzato il sostegno si procederà alla risistemazione dei "microcantieri", previo minuzioso sgombero da ogni materiale di risulta, rimessa in pristino delle pendenze del terreno costipato ed idonea piantumazione e ripristino del manto erboso. In complesso i tempi necessari per la realizzazione di un sostegno non superano il mese e mezzo, tenuto conto anche della sosta necessaria per la stagionatura dei getti.

Di seguito vengono riportati, per ciascun tipo di fondazione tipicamente usata per i sostegni in progetto, i volumi di terra scavati e riutilizzati.

Fondazioni a plinto con riseghe

Predisposti gli accessi alle piazzole per la realizzazione dei sostegni, si procede alla pulizia del terreno e allo scavo delle fondazioni. Queste saranno in genere di tipo diretto e dunque si limitano alla realizzazione di 4 plinti agli angoli dei tralicci (fondazioni a piedini separati). Ognuna delle quattro buche di alloggiamento della fondazione è realizzata utilizzando un escavatore e avrà dimensioni di circa 3x3 m con una profondità non superiore a 4 m, per un volume medio di scavo pari a circa 30 mc; una volta realizzata l'opera, la parte che resterà in vista sarà costituita dalla parte fuori terra dei colonnini di diametro di circa 1 m. Pulita la superficie di fondo scavo si getta, se ritenuto necessario per un migliore livellamento, un sottile strato di "magrone". Nel caso di terreni con falda superficiale, si procederà all'aggottamento della fossa con una pompa di esaurimento. In seguito si procede con il montaggio dei raccordi di fondazione e dei piedi, il loro accurato livellamento, la posa dell'armatura di ferro e delle casserature, il getto del calcestruzzo.

Trascorso il periodo di stagionatura dei getti, si procede al disarmo delle casserature. Si esegue quindi il reinterro con il materiale proveniente dagli scavi, se ritenuto idoneo, ripristinando il preesistente andamento naturale del terreno. Il materiale di risulta, mediamente meno del 10% di quello scavato, può essere utilizzato in loco per la successiva sistemazione del sito o allocato in discarica.

Pali trivellati

La realizzazione delle fondazioni con pali trivellati avviene come segue.

- Pulizia del terreno; posizionamento della macchina operatrice; realizzazione di un fittone per ogni piedino mediante trivellazione fino alla quota prevista in funzione della litologia del terreno desunta dalle prove geognostiche eseguite in fase esecutiva (mediamente 15 m) con diametri che variano da 1,5 a 1,0 m, per complessivi 15 mc circa per ogni fondazione; posa dell'armatura; getto del calcestruzzo fino alla quota di imposta del traliccio.
- A fine stagionatura del calcestruzzo del trivellato si procederà al montaggio e posizionamento della base del traliccio; alla posa dei ferri d'armatura ed al getto di calcestruzzo per realizzare il raccordo di fondazione al trivellato; ed infine al ripristino del piano campagna ed all'eventuale rinverdimento. Durante la realizzazione dei trivellati, per limitare gli inconvenienti dovuti alla presenza di falda, verrà utilizzata, in alternativa al tubo forma metallico, della bentonite che a fine operazioni dovrà essere recuperata e smaltita secondo le vigenti disposizioni di legge. Anche in questo caso il materiale di risulta può essere riutilizzato per la sistemazione del sito o smaltito in discarica autorizzata.

Micropali

La realizzazione delle fondazioni con micropali avviene come segue.

- Pulizia del terreno; posizionamento della macchina operatrice; realizzazione di una serie di micropali per ogni piedino con trivellazione fino alla quota prevista; posa dell'armatura; iniezione malta cementizia.
- Scavo per la realizzazione dei dadi di raccordo micropali-traliccio; messa a nudo e pulizia delle armature dei micropali; montaggio e posizionamento della base del traliccio; posa in opera delle armature del dado di collegamento; getto del calcestruzzo. Il volume di scavo complessivo per ogni piedino è circa 4 mc.
- A fine stagionatura del calcestruzzo si procederà al disarmo dei dadi di collegamento; al ripristino del piano campagna ed all'eventuale rinverdimento.
- Durante la realizzazione dei micropali, per limitare gli inconvenienti dovuti alla presenza di falda, verrà utilizzato un tubo forma metallico, per contenere le pareti di scavo, che contemporaneamente alla fase di getto sarà recuperato. Anche in questo caso il materiale di risulta può essere riutilizzato per la sistemazione del sito o smaltito in discarica autorizzata.

Tiranti in roccia

La realizzazione delle fondazioni con tiranti in roccia avviene come segue.

- Pulizia del banco di roccia con asportazione del "cappellaccio" superficiale degradato (circa 30 cm) nella posizione del piedino, fino a trovare la parte di roccia più consistente; posizionamento della macchina operatrice per realizzare una serie di ancoraggi per ogni piedino; trivellazione fino alla quota prevista; posa delle barre in acciaio; iniezione di resina sigillante (bianca) fino alla quota prevista;
- Scavo, tramite demolitore, di un dado di collegamento tiranti-traliccio delle dimensioni 1,5 x 1,5 x 1 m; montaggio e posizionamento della base del traliccio; posa in opera dei ferri d'armatura del dado di

collegamento; getto del calcestruzzo. Trascorso il periodo di stagionatura dei getti, si procede al disarmo delle casserature. Si esegue quindi il reinterro con il materiale proveniente dagli scavi, se ritenuto idoneo. Il materiale di risulta, mediamente meno del 10% di quello scavato, può essere utilizzato in loco per la successiva sistemazione del sito o allocato in discarica.

Per la realizzazione dell'elettrodotto aereo, si può stimare una movimentazione di terre pari a circa 1800 mc.

10.2 Gestione delle terre e rocce da scavo

Durante la realizzazione delle opere, il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso l'area di cantiere e successivamente il suo utilizzo per il reinterro degli scavi, previo accertamento, durante la fase esecutiva, dell'idoneità di detto materiale per il riutilizzo in sito. In caso i campionamenti eseguiti forniscano un esito negativo, il materiale scavato sarà destinato ad idonea discarica, con le modalità previste dalla normativa vigente e il riempimento verrà effettuato con materiale inerte di idonee caratteristiche.

Il materiale di riempimento potrà essere miscelato con sabbia vagliata o con cemento 'mortar' al fine di mantenere la resistività termica del terreno al valore di progetto.

Poiché per l'esecuzione dei lavori non sono utilizzate tecnologie di scavo con impiego di prodotti tali da contaminare le rocce e le terre, nelle aree a verde, boschive, agricole, residenziali, aste fluviali o canali, in cui sono assenti scarichi, e in tutte le aree in cui non sia accertata e non si sospetti potenziale contaminazione, nemmeno dovuta a fonti inquinanti diffuse, il materiale scavato sarà considerato idoneo al riutilizzo in sito.

10.2.1 Stabilità degli scavi

In fase di esecuzione delle opere sarà necessario prevedere uno scavo di sbancamento per raggiungere il piano fondazionale: si pone quindi il problema della stabilità delle scarpate di scavo. Sarà necessario garantire la massima sicurezza in fase di scavo, per evitare l'innescarsi di superfici di scivolamento all'interno dei fronti di scavo. Si procederà gradatamente, fino ad arrivare all'angolo di scarpa di progetto, per consentire il rilascio delle forze tensionali dei materiali portati a giorno.

Tutte le operazioni di scavo saranno effettuate adottando le dovute precauzioni contro le infiltrazioni di acque meteoriche o altre cause di possibile deterioramento delle caratteristiche di resistenza dei materiali.

Trattandosi di scavi di altezza modesta (1,7 m), si omette una verifica analitica tramite metodi di calcolo affinati; si ritiene infatti che una scarpa avente un rapporto tra lunghezza e altezza pari a 3/2 sia più che sufficiente a garantire la sicurezza delle maestranze al lavoro nello scavo.

10.3 Indagini suggerite per la progettazione esecutiva

In fase di progettazione esecutiva, le indagini consigliate per valutare le caratteristiche di resistenza e deformabilità dei terreni sono:

- esecuzione di prove penetrometriche, per la valutazione della resistenza al taglio dei terreni interessati dalle fondazioni (fino ad una profondità superiore alla profondità di progetto delle fondazioni) e dallo scavo (fino ad una profondità di circa 2 m);
- un numero di sondaggi geognostici e/o pozzetti esplorativi utili a tarare i risultati delle prove penetrometriche;
- parametrizzazione fisico-meccanica dei vari litotipi esistenti nella successione stratigrafica locale, tramite prelievo di campioni indisturbati;
- installazione di piezometri.
- esecuzione di indagini geofisiche per la valutazione della risposta sismica locale per ogni litotipo interessato dalle fondazioni dei sostegni e dal posizionamento del cavo elettrico interrato.

Lo scavo di un pozzetto esplorativo consente di verificare in dettaglio la stratigrafia degli strati più superficiali, il livello della falda freatica, lo spessore del terreno vegetale e inoltre consente di prelevare campioni rimaneggiati di terreno e, in presenza di terreni coesivi, campioni indisturbati cubici di ottima qualità, per l'esecuzione di prove di laboratorio.

**Riassetto e realizzazione della Rete di
trasmissione Nazionale a 380/220/150 kV
nell'area del Parco del Pollino.**

RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE

Codifica

REFR06003BASA00209

Rev. 02
de 17/12/14

Pag. 48 di 52

La profondità massima di scavo è limitata a quella raggiungibile con gli escavatori normalmente in uso, cioè 4÷5 m; tuttavia in presenza di falda, potrà essere anche minore, per problemi di sicurezza.

La profondità del piano di posa della fondazione deve essere scelta e giustificata in relazione alle caratteristiche e alle prestazioni della struttura in elevazione, alle caratteristiche del sottosuolo e alle condizioni ambientali. Il piano di fondazione deve essere situato sotto la coltre di terreno vegetale nonché sotto lo strato interessato dal gelo e da significative variazioni stagionali del contenuto d'acqua. In situazioni nelle quali sono possibili fenomeni di erosione o di scalzamento da parte di acque di scorrimento superficiale, le fondazioni devono essere poste a profondità tale da non risentire di questi fenomeni o devono essere adeguatamente difese.

Nel caso di ancoraggi attivi impiegati per una funzione permanente, devono essere adottati tutti gli accorgimenti costruttivi necessari a garantire la durabilità e l'efficienza del sistema di testata dei tiranti, soprattutto per quelli a trefoli, in particolare nei riguardi della corrosione. Deve inoltre essere predisposto un piano di monitoraggio per verificare il comportamento dell'ancoraggio nel tempo. Esso è da recepire, ove necessario in relazione alla rilevanza dell'opera, nel piano di manutenzione. Nel progetto deve prevedersi la possibilità di successivi interventi di regolazione e/o sostituzione. Se questi requisiti non possono essere soddisfatti, dovranno essere previsti ancoraggi passivi.

11 CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE SUI TERRENI

Di seguito si procede ad una caratterizzazione geotecnica preliminare dei litotipi individuati, articolando la trattazione in riferimento alle litologie riportate nelle carte geo-litologiche allegata alla presente relazione.

Stante il carattere preliminare della presente fase progettuale, tutti i dati geotecnici di seguito riportati sono stati desunti da bibliografia e/o da pregressi lavori eseguiti in aree non lontane dai luoghi d'intervento; nel corso del successivo progetto esecutivo sarà pertanto integrata e approfondita (come espressamente previsto dalla vigente normativa) tale caratterizzazione geotecnica preliminare con gli esiti di una specifica campagna di indagini geognostiche e di laboratorio.

Nella Tab. 11-1, si riportano pertanto i valori dell'angolo di attrito, della densità relativa (grado di addensamento espresso in %), della resistenza non drenata nel caso delle argille, e della resistenza a compressione espressa in kg/cm², delle classi litologiche individuate nella Carta litologica allegata (cfr. Elab. SRIARI10009_01).

Tipologia di terreno	ϕ	Dr %	Cu (kPa)	Resistenza a compressione uniassiale (kg/cm ²)
Alluvioni mobili e alluvioni fissate	18-20	15	-	2-4
Brecce	35-40	-	-	500
Calcari e dolomie	35-45	-	-	500
Complesso argilloso-calcareo	25-35	50-60	-	50-100
Conglomerati e sabbie	30-35	35-40	-	10-50
Depositi limoso-argillosi	18-20	25-50	150	20-80
Depositi prevalentemente sabbiosi	20-25	25-35	-	6-8
Detriti di frana e di versante	14-16	15	-	2-4
Lave basiche	25-30	-	-	400
Scisti argillitici	20-22	-	-	50-100
Scisti argillitici del Lao	14-16	-	-	20-50

Tab. 11-1: Caratteristiche geotecniche delle principali litologie affioranti nell'area di studio.

12 CONCLUSIONI

L'area interessata dalla Razionalizzazione della Rete Nord Calabria ricade nei confini comunali di Castelluccio Inferiore (PZ), Viggianello (PZ), Rotonda (PZ), Laino Borgo (CS), Laino Castello (CS), Mormanno (CS), Morano Calabro (CS), San Basile (CS), Castrovillari (CS), Papisidero (CS), Orsomarso (CS).

La Catena del Pollino si configura come una delle maggiori strutture geologiche, costituendo, nell'accezione classica, una estesa monoclinale, con direzione media WNW-ESE ed immersione generale a NE, di carbonati mesozoico-terziari di piattaforma (Complesso "Panormide" o Unità del Pollino). Questa dorsale è bordata da bacini Quaternari, ricoperti da sedimenti marini e continentali (Schiattarella, 1998).

La successione sedimentaria plio-pleistocenica del Bacino di Castrovillari è essenzialmente costituita da sedimenti clastici più o meno grossolani di origine marino-costiera e continentale (depositi olocenici). Evidenze morfo-strutturali sono il risultato della complessa evoluzione del bacino avvenuta durante il Plio-Quaternario e attualmente in atto, come testimoniato dalla tettonica estensionale attiva e dalla sismicità recente. La successione sedimentaria plio-pleistocenica del Bacino del Mercure è essenzialmente costituita da sedimenti fluvio-lacustri medio-alto pleistocenici e, subordinatamente, da terreni quaternari più antichi, costituiti da brecce di versante ed eteropici depositi conoidali continentali del Pleistocene inferiore. Si tratta di livelli di ghiaie più o meno grossolane, a luoghi cementati, quasi sempre clasto-sostenuti, anche se talora si osservano componenti clastiche più fini. Il bacino di Morano Calabro, che si sviluppa nel Quaternario lungo il fianco meridionale della dorsale del Pollino, rappresenta un ottimo esempio di depressione controllata strutturalmente. Esso si è generato in una zona di faglie trascorrenti, ma è stato modificato da una tettonica estensionale.

La morfologia delle valli e delle superfici pianeggianti è di chiara origine strutturale, profondamente incise dai corsi d'acqua che svolgono un'azione erosiva predominante, visibile dalla presenza di apparati alluvionali spesso reinciati e terrazzati.

Per quanto riguarda l'ambiente idrico, gli acquiferi più importanti sono quelli ospitati nell'idrostruttura carbonatica del Pollino, localizzata a ridosso del limite sud-occidentale del territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Basilicata, è caratterizzata da acquiferi dotati di elevata potenzialità, composta da più unità tettoniche costituite da successioni calcaree e/o dolomitiche (Unità del Pollino, Unità di Verbicaro, Unità di Timpone Pallone). Tra i depositi detrici recenti, gli acquiferi alluvionali costituiscono le riserve acquifere di maggiore interesse (Fig. 6-2). Si tratta di acquiferi porosi con valori di permeabilità media dell'ordine di $10^{-3} - 10^{-5}$ m/s, con valori localmente più alti in presenza di termini ghiaioso sabbiosi (permeabilità elevata: $10^{-2} - 10^{-4}$ m/s) e valori più bassi in presenza di depositi costituiti prevalentemente da sabbie fini e argille o limi (permeabilità bassa: $10^{-4} - 10^{-6}$ m/s).

I territori comunali interessati dalle opere ricadono in zona sismica 2 (secondo la normativa vigente in ambito di zonazione sismica, OPCM 3274/2003), con livello di pericolosità medio, corrispondente a valori di accelerazione massima al suolo compresi tra 0,225 e 0,275 g. La zona è stata interessata da una frequente attività sismica in tempi recenti, con magnitudo compresa tra 5 e 7, come riportato nei cataloghi storici dei terremoti.

Per la realizzazione di un elettrodotto aereo l'unica fase che comporta movimenti di terra è data dall'esecuzione delle fondazioni dei sostegni. A seconda della tipologia di fondazione da realizzare saranno diverse le attività da condursi ed i movimenti di terra. L'area di cantiere per il cavo interrato sarà costituita dalla trincea di posa del cavo che si estende progressivamente sull'intera lunghezza del percorso. Tale trincea sarà larga circa 1 m per una profondità tipica di 1,6 m circa, prevalentemente su sedime stradale.

Per quanto attiene la valutazione della compatibilità dell'opera, a seguito della realizzazione della linea elettrica non si prevedono impatti significativi per l'assetto geologico e geomorfologico; in particolare le attività di scavo e movimentazione di terra connesse alla realizzazione delle fondazioni sono di entità tale da non alterare lo stato del sottosuolo.

In prossimità degli attraversamenti dei corsi d'acqua i sostegni sono posti ad adeguata distanza dalle aree di rischio riportate dal Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Calabria. Occorre comunque, a seguito di apposite indagini geognostiche in fase di progettazione esecutiva, verificare la necessità di fondazioni speciali, laddove le caratteristiche di resistenza dei terreni siano scarse, in particolare ai margini delle fasce di rischio da inondazione (per eventuali allagamenti, specialmente in terreni argillosi), come in alcune aree di attenzione poste in prossimità del Fiume Mercure.

13 BIBLIOGRAFIA

Pubblicazioni

Brozzetti F., Lavecchia G., Mancini G., Milana G., Cardinali M., 2009. Analysis of the 9 September 1998 Mw 5.6 Mercure earthquake sequence (Southern Apennines, Italy): A multidisciplinary approach. *Tectonophysics*, Vol. 476, 1-2, pp. 210-225.

Cinti F.R., Cucci L., Pantosti D., D'Addezio G., Meghraoui M. 1997. A major seismogenic fault in a "silent area": the Castrovillari fault (southern Apennines, Italy). *Geophys. J. Int.*, 130, 595-605.

Cinti F.R., D'Addezio G., Pantosti D., Cucci L., 1995a. Geological evidence for pre historical activity along the Castrovillari Fault (Southern Italy). EGS, XX General Assembly, Hamburg, April 1995, C210. (Abstract).

Cinti F.R., Cucci L., Pantosti D., D'Addezio G., 1995b. What is the role played by the two seismogenic faults located in the seismic gap in the Pollino region (southern Italy)? Fall Meeting, suppl. to EOS, *Trans. Am. Geophys. Un.*, 76, F359.

Ghisetti F., 1979. Evoluzione neotettonica dei principali sistemi di faglie della Calabria Centrale. *Boll. Soc. Geol. It.*, 98, 387-430.

Ghisetti F., Vezzani L., 1982. Strutture tensionali e compressive indotte da meccanismi profondi lungo la Linea del Pollino (Appennino meridionale). *Boll. Soc. Geol. It.*, 101, 385-440.

Iovine G. & Parise M., 2008. I Sinkhole in Calabria. In: Nisio S. (Ed.), I fenomeni naturali si sinkhole nelle aree di pianura italiane. *Mem. Descr. Della Carta Geologica d'Italia*, 85, 323-386.

Iovine G., Parise M., Caloiero T., Lanza G., Suriano S. 2010. I sinkhole di Piano dell'Acqua (San Basile – Calabria settentrionale). Indagine sulle fasi di attivazione su base storica, geomorfologica, ed idrologica. In Nisio S. (Ed.), *Atti del 2° Workshop internazionale "I sinkholes - Gli sprofondamenti catastrofici nell'ambiente naturale ed in quello antropizzato"*, Roma 3-4 dicembre 2009-Auditorium ISPRA, Tipolitografia CSR, Roma, 565-581.

Michetti A.M., Ferrelli L., Serva L., Vittori E., 1998. Geological evidence for strong historical earthquakes in an "aseismic" region: The Pollino case (Southern Italy). *Journal of Geodynamics*, 24, 67-86.

Perri E., Schiattarella M., 1997. Evoluzione tettonica quaternaria del Bacino di Morano Calabro (Catena del Pollino, Calabria settentrionale). *Boll. Soc. Geol. It.*, 116, 3-15.

Russo F., Schiattarella M., 1992. Osservazioni preliminari sull'evoluzione morfostrutturale del Bacino di Castrovillari (Calabria settentrionale). *Studi Geologici Cametri*, vol. speciale 1, 271-278.

Schiattarella M., 1996. Tettonica della Catena del Pollino (Confine Calabro-Lucano). *Memorie della Società Geologica Italiana*, v. 51, pp. 543-566.

Schiattarella M., 1998. Quaternary tectonics of the Pollino Ridge, Calabria-Lucania boundary, southern Italy. *Geological Society, London, Special Publications*, v. 135, pp. 341-354.

Schiattarella M., Torrente M.M. & Russo F. 1994. Analisi strutturale ed osservazioni morfostratigrafiche nel bacino del Mercure (Confine Calabro-Lucano). *Il Quaternario*, 7, 613-626.

Suriano S., Parise M., Caloiero T., Lanza G., Iovine G., (2012). Sinkhole phenomena at San Basile, Northern Calabria. *Rend. Online Soc. Geol. It.*, Vol 21, pp. 435-437.

Versace P., Ferrari E., Fiorentino M., Gabriele S., Rossi F. "La valutazione delle piene in Calabria". CNR-GNDCI, LINEA 1, CNR-IRPI, Geodata, Cosenza, 1989, Cartografia.

Vezzani L., 1969. La formazione del Frido (Neocomiano-Aptiano) tra il Pollino ed il Sinni (Lucania). *Geol. Romana*, 8: 129-176.

Documenti tecnici

Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici.

CASMEZ (1969) - Foglio 221-II-NW della Carta d'Italia 1:25.000 dell'I.G.M. "Castrovillari". Carta Geologica della Calabria. Cassa per Opere Straordinarie di Pubblico Interesse nell'Italia Meridionale. Poligrafica e Cartevalori, Ercolano.

CASMEZ (1970) - Foglio 221-III-NE della Carta d'Italia 1:25.000 dell'I.G.M. "Saracena". Carta Geologica della Calabria. Cassa per Opere Straordinarie di Pubblico Interesse nell'Italia Meridionale. Poligrafica e Cartevalori, Ercolano.

CASMEZ (1970) - Foglio 221-IV-NO della Carta d'Italia 1:25.000 dell'I.G.M. "Rotonda". Carta Geologica della Calabria. Cassa per Opere Straordinarie di Pubblico Interesse nell'Italia Meridionale. Poligrafica e Cartevalori, Ercolano.

CASMEZ (1970) - Foglio 221-IV-SO della Carta d'Italia 1:25.000 dell'I.G.M. "Mormanno". Carta Geologica della Calabria. Cassa per Opere Straordinarie di Pubblico Interesse nell'Italia Meridionale. Poligrafica e Cartevalori, Ercolano.

CASMEZ (1970) - Foglio 221-IV-SE della Carta d'Italia 1:25.000 dell'I.G.M. "Morano Calabro". Carta Geologica della Calabria. Cassa per Opere Straordinarie di Pubblico Interesse nell'Italia Meridionale. Poligrafica e Cartevalori, Ercolano.

Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, Foglio 221 "Castrovillari".

PAI Regione Calabria 2001, Autorità di bacino della Calabria.

PROGETTO SPECIALE 26 CASMEZ, 1977– Studio organico delle risorse idriche sotterranee della Calabria - 1:25.000.

Tenuta B., PSA Aieta, Laino Borgo e Laino Castello – legge urbanistica regionale n°19 del 16 aprile 20 02 –Relazione geologica.

Regione Calabria, Piano di Tutela delle Acque. Allegato g: Caratterizzazione idrogeologica

Gruppo di Lavoro MPS, 2004. Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM del 20 marzo 2003. Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici.

WEB

Sito INGV: <http://zonesismiche.mi.ingv.it/>

Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (versione CPTI11): <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI11/>

Sito protezione civile per i dati climatici: http://mappe.protezionecivilecalabria.it/ka-map/index_stazioni

Autorità di Bacino della Regione Calabria: <http://www.adbcalabria.it/>

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici: <http://www.cslp.it/cslp/>