



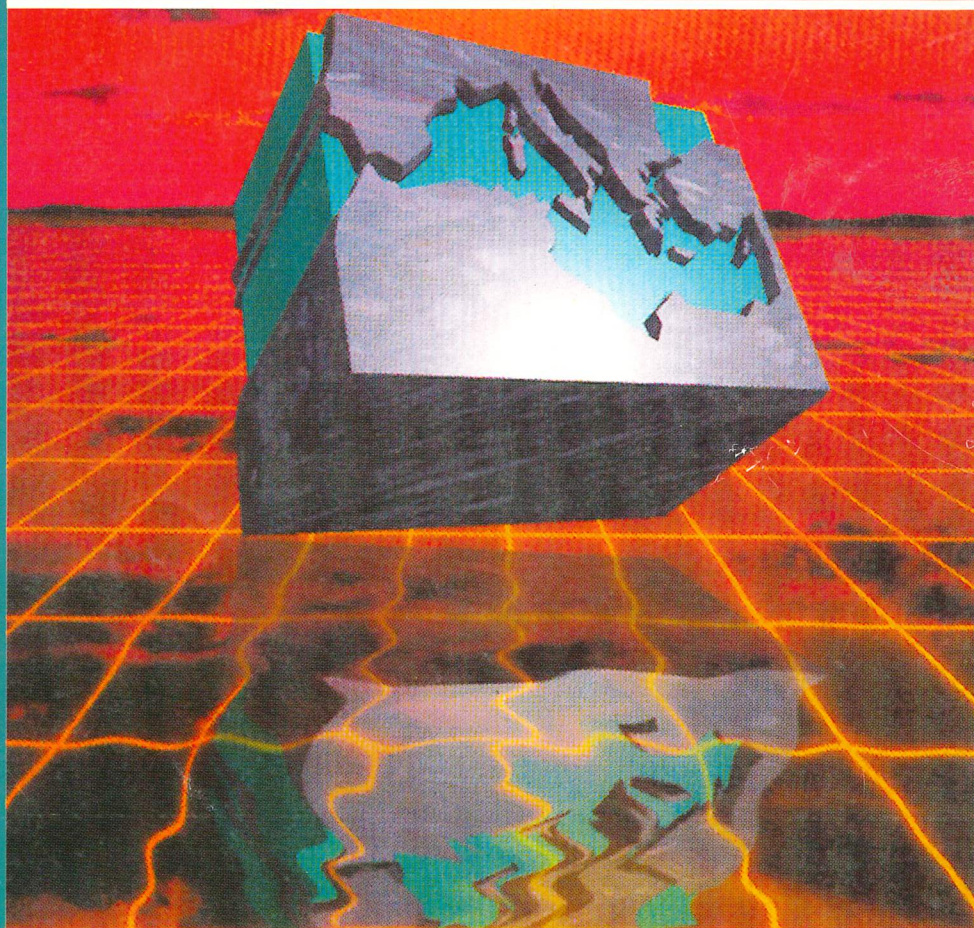
Istituto Nazionale di Geofisica

QUADERNI — DI — GEOFISICA

IL TERREMOTO DI AVEZZANO
Guida alla scoperta degli effetti del terremoto
sull'ambiente naturale

Giuliana D'Addezio e Gianluca Valensise

Pubblicazione n. 1



1998

Direttore

Enzo Boschi

Comitato di Redazione

Cesidio Bianchi
Tecnologia Geofisica

Rodolfo Console
Sismologia

Giorgiana De Franceschi
Relazioni Sole-Terra

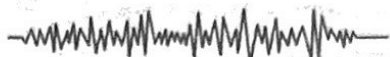
Leonardo Sagnotti
Geomagnetismo

Giancarlo Scalera
Geodinamica

Ufficio Editoriale

Francesca Di Stefano
Istituto Nazionale di Geofisica
Via di Vigna Murata, 605
00143 Roma
Tel. (06) 51860468
Telefax: (06) 5041181
e-mail: distefano@ingrm.it

QUADERNI

—  **DI**  —

GEOFISICA



Istituto Nazionale di Geofisica
Via di Vigna Murata, 605
00143 Roma



Con l'istituzione della nuova collana Quaderni di Geofisica le Pubblicazioni Interne dell'Istituto Nazionale di Geofisica (P.I.N.G.) si presentano ai lettori largamente rinnovate sia nella forma che nella sostanza. La nuova veste editoriale, certamente più accattivante e al passo con i tempi, non è solo il frutto di un generico desiderio di rinnovamento, ma rappresenta quasi un atto dovuto. In questi ultimi 15 anni, infatti, l'I.N.G. è cresciuto ed ha allargato l'ambito delle sue attività scientifiche, proponendosi a livello internazionale come punto di riferimento per la ricerca di base nelle discipline geofisiche e rafforzando parallelamente sia la sua funzione di produttore di osservazioni di base sia il suo ruolo di elemento di raccordo tra la sfera della ricerca e quella della Scuola e dell'opinione pubblica. In questi anni il numero di articoli, monografie, manuali, cataloghi, bollettini prodotti dall'I.N.G. è cresciuto enormemente; da qui la nascita della nuova serie della nostra rivista Annali di Geofisica, la pubblicazione di numerosi volumi speciali monografici e la compilazione di agili rendiconti dell'attività sismica.

Ma non sempre siamo riusciti a far conoscere all'esterno, con la tempestività, la chiarezza e l'ampiezza di diffusione che avremmo voluto, tutti i frutti delle nostre ricerche, soprattutto per le limitazioni imposte dai costi e dai tempi dell'editoria tradizionale. I Quaderni di Geofisica si propongono quindi di colmare questa lacuna, da un lato sfruttando l'esperienza accumulata dagli Annali di Geofisica, dall'altro avvalendosi delle nuove opportunità messe a disposizione dalla più recente tecnologia informatica.

Infrangendo i limiti a suo tempo fissati per le P.I.N.G., i Quaderni di Geofisica formeranno un naturale complemento agli Annali di Geofisica e, in virtù delle scelte editoriali e tecniche che troverete descritte in fondo a questo volume, consentiranno la divulgazione di opere che altrimenti, per lunghezza o estrema specializzazione dei contenuti, non avrebbero facilmente visto la luce.

L'attività editoriale dei Quaderni di Geofisica sarà affidata ad un Comitato Editoriale formato da colleghi dell'I.N.G. in rappresentanza di diversi settori disciplinari; a loro è affidato il compito di vagliare e seguire nel percorso editoriale i contributi che verranno proposti per la pubblicazione, tanto dai ricercatori dell'I.N.G. che da altri colleghi della comunità geofisica nazionale.

Spero che questa iniziativa abbia successo grazie all'impegno di tutti.

Roma, maggio 1998

Enzo Boschi

IL TERREMOTO DI AVEZZANO

Guida alla riscoperta degli effetti del terremoto sull'ambiente naturale

Giuliana D'Addezio e Gianluca Valensise

Istituto Nazionale di Geofisica



La foto ritrae una delle "Madonne" del Fucino in località Madonna del Pozzo, sulla strada che da Ortucchio porta a Lecce dei Marsi. Come si può ancora leggere sulla base in pietra del monumento, la "Madonna" fu collocata sulla riva del lago Fucino nel luglio del 1862, poche settimane prima che venisse inaugurato l'Emissario Torlonia e iniziasse il prosciugamento. Il terremoto del 1915 fece abbassare di circa mezzo metro il monumento e tutta la regione circostante. La banda chiara che interrompe la continuità della vegetazione sullo sfondo è la *Faglia del Monte Serrone*, che sovrasta direttamente le case più alte di Gioia dei Marsi. Questa faglia rappresenta l'espressione in superficie della faglia sismogenetica profonda responsabile del terremoto del 1915.

Questa nota fu originariamente presentata in occasione del Convegno: *Ottanta anni fa un terremoto*, svoltosi ad Avezzano il 14 Gennaio 1995 a cura del Comune di Avezzano. Lo scopo era quello di descrivere in modo semplice e comprensibile anche per i non "addetti ai lavori" alcuni fenomeni avvenuti in occasione del terremoto del 13 Gennaio 1915 o legati ai suoi possibili predecessori. Poiché questi fenomeni hanno determinato modifiche permanenti nella geologia e morfologia della zona, un ulteriore scopo di questa nota è stato quello di fornire una guida pratica a chi volesse osservare direttamente nell'area del Fucino questi segni nel paesaggio.

L'interesse suscitato da questa nota in questi tre anni e la possibilità di una sua diffusione nelle Scuole Medie Superiori (soprattutto nell'area colpita dal terremoto del 1915) ci hanno spinto a riproporla in veste dei *Quaderni di Geofisica* senza però cambiarne la forma e il contenuto, che rimangono il più possibile semplici e descrittivi.

Premessa

Ogni grande terremoto unisce in proporzioni variabili due elementi fondamentali nell'evoluzione della società e della cultura: la tragedia umana, il dramma dei lutti e delle devastazioni, ma anche la speranza dei superstiti di risorgere e di mettere a frutto per le future generazioni l'insegnamento tratto da questa brutale manifestazione della Natura. Passando dall'uomo al suo ambiente, si ritrova una contrapposizione analoga tra la distruzione, l'annientamento istantaneo degli insediamenti e delle infrastrutture, e la lenta costruzione e modificazione del paesaggio, un processo difficile da apprezzare alla scala della storia umana ma di cui il terremoto offre una incredibile "istantanea".

Il terremoto di Avezzano unisce e sintetizza tutti questi aspetti, dalla immane tragedia delle vittime e dei superstiti all'annientamento di interi centri abitati, alle diverse forme di sconvolgimento del paesaggio. Ma mentre gli effetti del terremoto sulle città e sui loro abitanti sono comprensibilmente entrati a far parte della cultura degli Abruzzesi e particolarmente di coloro che hanno radici familiari in uno dei centri della conca fucense, lo studio delle modificazioni permanenti indotte dal terremoto stesso nell'area del Fucino sono rimaste patrimonio dei tecnici e degli specialisti, geologi e sismologi. In effetti nella cultura moderna esiste una sorta di dualismo tra il terremoto *distuttore di civiltà* e il terremoto *creatore di caratteristiche dell'ambiente*, caratteristiche che come vedremo possono creare condizioni tali da fungere da catalizzatore per gli insediamenti stessi, ma solo gli "addetti ai lavori" dispongono degli strumenti concettuali necessari a capire a fondo e unificare questa doppia natura dei terremoti. Questa *Guida all'Escursione* si propone di superare questa barriera proponendo una semplice chiave di lettura del rapporto che lega il terremoto del 1915 all'ambiente naturale in cui esso ha avuto luogo.

Nel testo che segue ci sforzeremo di descrivere in modo semplice ed essenziale gli effetti che quel terremoto ebbe sull'ambiente, dove questi effetti sono ancora visibili e quali elementi della geologia e del paesaggio possono essere ricondotti al ripetuto verificarsi di terremoti nell'area fucense. Il testo utilizza per quanto possibile il linguaggio e le convenzioni proprie della normale comunicazione scientifica e fa frequente riferimento a figure e foto che illustrano i diversi aspetti trattati.

1. Introduzione

Prima di procedere alla descrizione del terremoto del 1915 e dei suoi effetti sull'ambiente naturale è necessario rivedere molto sinteticamente alcuni concetti fondamentali della Sismologia.

Come tutti sanno il nostro pianeta non è una massa rigida e fredda. Al contrario, nella sua parte più interna, detta *nucleo terrestre*, hanno luogo reazioni nucleari che, producendo molto calore, "ammorbidiscono" il guscio che lo circonda, il *mantello terrestre*. Il trasferimento di questo calore verso l'esterno attraverso questa massa semifusa non avviene per semplice *irraggiamento* ma per *convezione*. In altre parole, le masse più profonde vengono riscaldate, migrano verso l'alto, si raffreddano e risprofondano, determinando così l'esistenza di grandi "correnti". Oltre a scaldare da sotto la porzione più esterna del globo, la *litosfera*, queste "correnti" la frammentano in porzioni che vengono chiamate "placche". Tali placche vengono quindi trascinate alla deriva, inarcate, spinte una contro l'altra nel grande processo noto appunto come *Tettonica delle Placche*. Ma, mentre i moti di masse all'interno del globo avvengono in maniera - per così dire - "morbida", le interazioni tra le placche fredde e rigide che formano la litosfera avvengono per "sfregamenti" a scala continentale. Tra due placche in moto relativo intervengono forze di attrito che tendono a

impedirne lo spostamento, fino a quando l'entità dello sforzo accumulato tra le placche diventa tale da superare tali forze. Alla rottura del precario equilibrio corrisponde anche il rilascio istantaneo dello sforzo progressivamente accumulato lungo la superficie di contatto tra le due placche, che chiamiamo *faglia*, e avviene un terremoto. Dunque i terremoti sono determinati dal movimento improvviso di masse rocciose lungo faglie, e poiché il moto tra le placche non cambia frequentemente di direzione né di verso, si può immaginare che dal momento della loro prima creazione tali faglie continueranno a essere ricaricate e a rilasciare terremoti con caratteristiche ripetitive per centinaia di migliaia o milioni di anni. Le faglie quindi non fanno che "discretizzare", ovvero rendere discontinuo ed episodico, il rilascio dello sforzo indotto dalla dinamica del mantello. Ogni faglia è in grado di effettuare innumerevoli di questi cicli di accumulo e rilascio di sforzo, ognuno dei quali è indicato come *ciclo sismico*.

Rifacendosi alle premesse di questa Guida si può a questo punto fare una prima importante, anche se apparentemente banale, osservazione: i terremoti sono una manifestazione del moto lungo le faglie, e non viceversa, come si pensava comunemente agli albori della sismologia. Questa osservazione ha almeno due importanti implicazioni. La prima è che in ogni terremoto esiste una componente di *scuotimento*, dovuta all'improvviso rilascio dello sforzo accumulato nella litosfera, e una componente di *deformazione*, dovuta proprio al moto relativo delle masse rocciose poste sui due lati della faglia. È chiaro che l'uomo e le civiltà temono molto di più la componente di scuotimento, in grado di radere al suolo gli edifici e di seppellire i loro occupanti, che non la componente di deformazione, i cui effetti sul paesaggio sono appena percettibili alla scala umana. La seconda implicazione, curiosamente del tutto speculare alla prima, è che proprio grazie alla componente di deformazione il geologo e il sismologo sono in grado di valutare la propensione di una faglia e generare forti terremoti e dunque a imprimere forti scuotimenti alla superficie, ovvero a stabilire che quella faglia è *sismogenetica* e a valutare la *pericolosità sismica* della zona in cui tale faglia si trova. Ma non si era detto che gli effetti deformativi sono appena percettibili alla scala umana? Alla scala umana sì, ma non a quella geologica. Quello che il geologo vede sul terreno è la sommatoria degli effetti di molti episodi di movimento, ognuno dei quali presumibilmente responsabile di un terremoto avvenuto in tempi preistorici, ed è proprio questo concetto di accumulo di deformazioni

che gli consente, come attraverso una lente d'ingrandimento, di riconoscere la faglia sismogenetica e di effettuare valutazioni sul suo comportamento futuro. Occasionalmente il geologo potrà anche osservare direttamente le rotture o deformazioni della superficie topografica o anche gli effetti immediati dello scuotimento stesso sulle rocce e sul suolo. Come vedremo questa è proprio la condizione che si è verificata in occasione del terremoto del 1915.

Si potrebbe concludere questo paragrafo introduttivo annotando questa apparente contraddizione: dei terremoti recenti ci colpiscono gli effetti di scuotimento, portatori di distruzione e morte, ma non gli effetti di deformazione della superficie terrestre, di cui non possiamo accorgerci se non mediante strumenti molto sensibili o attraverso osservazioni geologiche di dettaglio. Al contrario, dei terremoti preistorici possiamo vedere con i nostri occhi gli effetti scolpiti nel paesaggio grazie al progressivo accumulo della deformazione che ognuno di essi ha determinato, ma non abbiamo alcuna percezione dei loro effetti di scuotimento, che in genere non hanno avuto testimoni e che raramente lasciano tracce sensibili nell'ambiente. Questa curiosa condizione nasce molto semplicemente dalla stridente differenza tra la durata della vita umana e quella delle ere geologiche. Ma al di là della curiosità essa contiene e sintetizza i principi su cui sono fondate le discipline che hanno come fine la mitigazione degli effetti dei terremoti. Proprio per la sua capacità di illustrare da diverse prospettive le caratteristiche del ciclo sismico, il terremoto di Avezzano rappresenta ormai da più di 80 anni uno dei terreni di ricerca più stimolanti per la sismologia e uno degli insegnamenti più importanti per la mitigazione del rischio sismico in Italia.

Il testo che segue è diviso in cinque sezioni. Nelle prime due vengono descritti separatamente gli effetti diretti di rottura della superficie topografica e gli effetti di deformazione regionale indotti dal terremoto. Quindi vengono descritte le principali caratteristiche della geologia recente della zona fucense. Nella quarta sezione vengono discussi, anche alla luce delle conoscenze moderne, i legami che intercorrono tra questi tre elementi. Infine nell'ultima sezione vengono descritte in maniera dettagliata le diverse località in cui è ancora possibile osservare gli effetti del terremoto sull'ambiente e le aree in cui si ritrovano elementi della geologia recente riconducibili ai processi sismogenetici della zona fucense.

2. Effetti di superficie direttamente percepibili

La sismologia moderna è una scienza complessa e articolata, formata dall'integrazione di discipline molto specialistiche che attingono in ugual misura dai fondamenti della Fisica e della Geologia. Ai tempi del terremoto di Avezzano, viceversa, la sismologia era una scienza in cui l'osservazione strumentale era agli albori e sostanzialmente subordinata all'osservazione diretta degli effetti dei terremoti. A quei tempi era prassi che subito dopo ogni forte terremoto diversi scienziati provenienti da tutto il mondo si recassero nella zona epicentrale per osservare, valutare e descrivere tutti gli effetti del terremoto, da quelli sulle costruzioni a quelli sull'ambiente, spesso inquadrandoli nel contesto storico, culturale e geologico in cui l'evento si era verificato. La storia sismica italiana è punteggiata di opere di questo tipo scritte dai più grandi studiosi di sismologia contemporanei, ad esempio a seguito dei grandi terremoti della Calabria del 1783, della Lucania del 1857, dello Stretto di Messina del 1908.

Il terremoto di Avezzano fu descritto in innumerevoli articoli e pubblicazioni che ne esploravano diversi aspetti, ma l'opera più estesa e completa, nel solco della tradizione sismologica italiana appena ricordata, fu certamente quella del Prof. *Emilio Oddone*. Questa relazione, che fu pubblicata nel Bollettino della Società Sismologica Italiana nel settembre 1915 con il titolo "Gli elementi fisici del grande terremoto marsicano-fucense", riferiva estesamente su numerose osservazioni raccolte dall'autore stesso durante una serie di missioni svolte a partire dal terzo giorno successivo al terremoto. Dopo una breve sintesi della distribuzione degli effetti del terremoto sui centri abitati e sui manufatti, la relazione passava a illustrare più specificamente gli effetti permanenti del terremoto sull'ambiente, cominciando con un "imponente sistema di fratturazioni del suolo" che avevano interessato tutta la Piana e in particolare il suo punto più depresso, il cosiddetto Bacinetto (si veda la Figura 1). La creazione di queste fratture aveva allarmato moltissimo le popolazioni, al punto che secondo *Oddone* "...nei primi tempi ... gli uomini non si azzardavano e le bestie si rifiutavano di entrare nel Bacinetto.". Ma, sempre secondo *Oddone*, ancora più impressionante era stata la formazione di una "...faglia o scalatura perimetrale che i superstiti designarono col nome di voragine...". Si noti che il termine *faglia* veniva allora utilizzato nel significato più semplice del termine, che derivando dal francese *faille* indica semplicemente una

frattura senza particolare riferimento al fenomeno che ne è responsabile. *Oddone* seguì questa *faglia* per settanta chilometri, descrivendola come "...un crepaccio largo generalmente da 30 a 100 cm col labbro interno, verso il Fucino, più basso da 30 a 90 cm...". Ma cerchiamo di capire direttamente dalle parole di *Oddone* quali erano l'andamento e le caratteristiche salienti di questa *faglia* (si faccia riferimento alla Figura 1): "...percorriamola sulla carta, da Nord verso Est nel senso degli indici d'un orologio. Essa seziona la strada Paterno Cerchio (la S.S. N.° 5 "Tiburtina-Valeria", N.d.R.) a 700 metri a Est delle Quadrenelle. Passa tra il Cascinale «La Stanga» e il casotto Nr. 16, entrambi distrutti, si perde per poco tra Celano e Cerchio, ricompare alla confluenza delle due strade Cerchio-Pescina e Collarmele-Pescina. Entrambe le strade furono trasversalmente sconvolte. Continua a N della strada per Pescina (la S.S. N.° 83 "Marsicana", N.d.R.) e dopo 50 metri si porta a Sud della strada ritagliandola. Prosegue a lungo attraverso le vigne a Sud del villino Marinacci. All'altezza della villa Ruggeri (proprietà Avv. Di Giorgi) riattraversa la provinciale, nonché la scorciatoia per Collarmele e sale lungo le collinette prima tenute a vigne poi a boschi, verso la fornace Persore. Giunta alla vigna Cerreto Antonio de' Masci sull'opposto versante, scende su Pescina bassa, taglia il fiume Giovenca (sic) tra casa Mazzarino e il Mulino e va perdendosi tra le rovine. Riuscii a rintracciarla solo alla strada 23.^{ma} del Fucino ed era diretta verso SSE dove la seguii fino al casotto 24.^{mo}. Il suo proseguimento è mal definito. Se ne hanno tracce presso Venere e sopra Gioia dove corre in direzione SE lungo le falde del Serrone. Presso Ortucchio alla strada 28.^{ma} la spaccatura andava da NE a SW e per molti giorni diede acqua e gas infiammabile. Alla strada 31 un appezzamento era calato quasi di un metro. Prosegue a W e finalmente a Trasacco prende la direzione Nord tra il bordo occidentale del bacinetto e la strada 38.^{ma}. Corre in due rami a destra e sinistra della strada 15.^{ma}, attraversa le strade 14, 13 fino all'11.^{ma} e sotto Paterno sembra chiudere il suo giro...". Per *Oddone* l'esistenza della *faglia* e il fatto che essa descrivesse "...una specie di asola stretta agli estremi verso Gioia e Cappelle, larga in mezzo tra Pescina e il bacinetto..." era la prova inconfutabile che la *faglia* profonda che aveva provocato il terremoto era orientata in direzione NW-SE, ovvero parallelamente al bordo orientale del Fucino e in generale a tutto l'Appennino centrale, e aveva una lunghezza di diversi chilometri tra Ortucchio

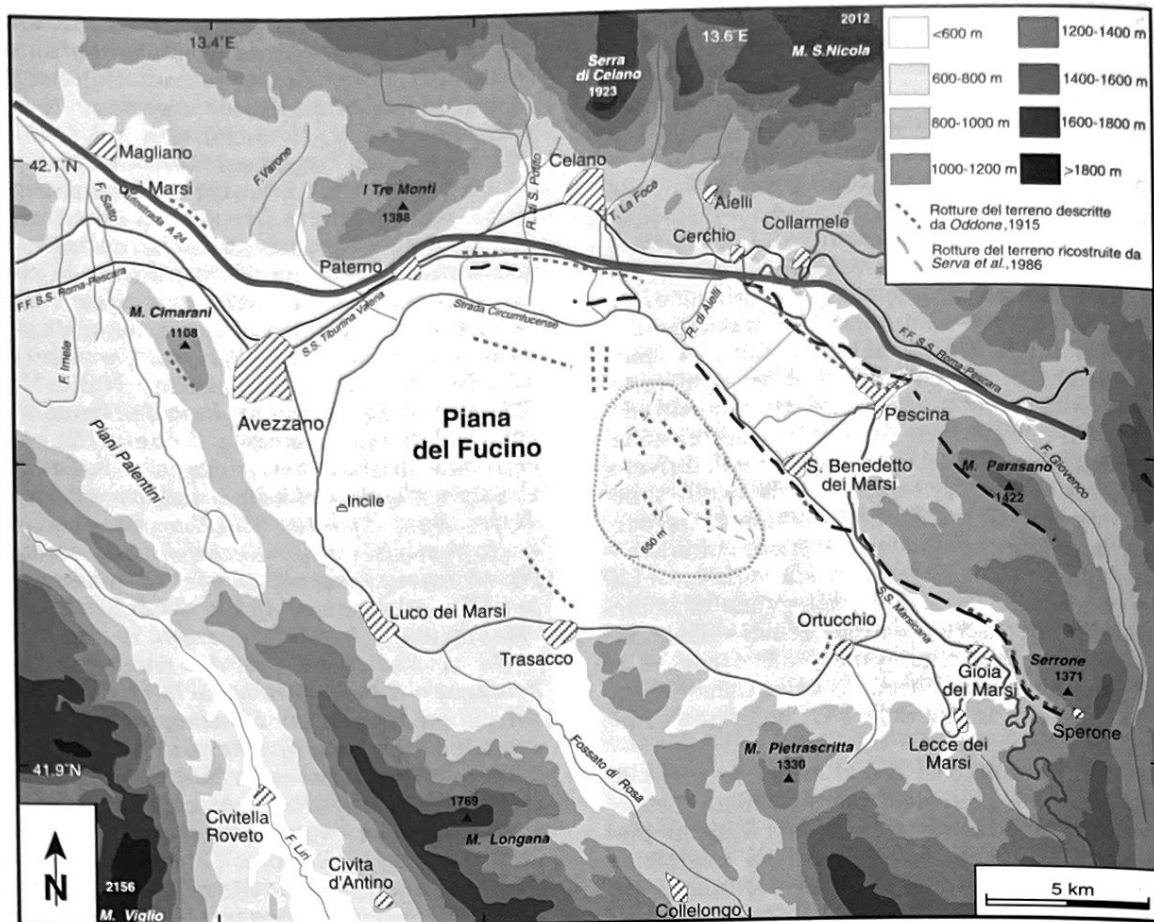


Figura 1. Caratteri topografici e principali vie di comunicazione dell'area fucense.



Foto 1. Scarpata corrispondente alla faglia descritta da Oddone in prossimità di San Benedetto. La scarpata, che ha un'altezza di circa mezzo metro, ha creato un dislivello ancora visibilissimo nonostante il tempo trascorso dal 1915 e l'intensa attività agricola dell'area.

e l'estremo settentrionale del Bacinetto. Una osservazione che aveva colpito particolarmente *Oddone* era stata la sorte toccata a Gioia dei Marsi "...eretta sopra una falda detritica adossata a una massa calcarea in fortissimo pendio... Quando scoppiò la mina sismica... quel monte ebbe un terribile fremito testimoniato dallo staccarsi e rotolare a valle di macigni anche di una tonnellata di massa. L'argilla (il riempimento della conca lacustre, N.d.R.) e i detriti adiacenti ebbero moti assai maggiori, cosicché la falda perse la sua adesione alla montagna e ubbidendo al tremendo peso si insaccò su sé stessa, stritolando nelle sue pur minime pieghe l'infelicitissima Gioia. Il distacco della montagna è ora indicato da una striscia bianchissima tortuosa, alta 50 oppure 100 cm che corre a metà altezza del monte Serrone. Il bianco è proprio della rupe frescamente levigata dalla frana e spicca sulla patina grigio scura che il tempo e i micro-organismi hanno impartito al conglomerato calcareo. A questo distacco il popolo ha dato il nome di «panna» e la indicano come una spaccatura della montagna..."

Oggi, a distanza di più di ottanta anni e con alle spalle le conoscenze della sismologia moderna, la descrizione di *Oddone* può apparire abbastanza ovvia, niente di più di quello che chiunque altro avrebbe osservato nelle stesse condizioni. In realtà la convinzione di *Oddone* che la *faglia* fosse in qualche modo legata alla *faglia* sismogenetica profonda ha rappresentato un'intuizione tutt'altro che immediata anche per molti decenni successivamente al 1915. Infatti solo negli anni '80 il tema delle rotture di superficie causate dal terremoto di Avezzano è stato ripreso da diversi ricercatori. Particolare valore ha avuto la ricerca condotta da *Serva et al.* [1986], che hanno integrato le osservazioni di *Oddone* con le osservazioni pubblicate da altri studiosi dell'epoca e, cosa ancora più eccezionale, con una serie di interviste a testimoni diretti dell'evento, tutti ultraottantenni che all'epoca del terremoto erano al massimo in età adolescenziale. *Serva* e i suoi collaboratori hanno portato elementi a sostegno della tesi che la *faglia* di *Oddone*, o almeno una buona parte di essa, non sia solo genericamente in relazione con la *faglia* sismogenetica responsabile del terremoto del 1915, ma che ne sia l'espressione diretta in superficie. In altre parole, la *faglia* di *Oddone* non sarebbe altro che il riflesso in superficie del movimento relativo dei grandi blocchi che si fronteggiano ai due lati della *faglia* crostale. Questa tesi implica che anche i terremoti precedenti quello del 1915 devono aver prodotto rotture simili a quelle osservate da *Oddone*. Se questo è vero esiste oggi la

possibilità di mettere in evidenza tali tracce fossili nella geologia e nel paesaggio fucense. Tale procedimento può consentire in ultima analisi di stabilire con che frequenza hanno avuto luogo grandi terremoti analoghi a quello del 1915, contribuendo così a vincolare meglio la pericolosità sismica dell'area fucense. In particolare, *Serva* e collaboratori hanno completato la ricostruzione della *faglia* tra Venere e San Benedetto dei Marsi e tra Venere e il piccolissimo villaggio di Sperone, posto poco a SE di Gioia dei Marsi (Figura 1 e Foto 1). Inoltre, è stato riconsiderato il valore dell'osservazione della cosiddetta "panna" lungo il versante occidentale del M. Serrone nei pressi di Gioia dei Marsi (vedi foto in frontespizio). Tale versante è rappresentato in effetti da una *faglia* nel senso strettamente geologico del termine, lungo cui vengono messi a contatto i calcari del M. Serrone con rocce arenacee e marnose più giovani osservabili sul fondo della valle che scende dal valico di Gioia Vecchia, a SE del Fucino sulla strada per Pescasseroli. Il contatto tra queste rocce è in effetti coperto e mascherato dal detrito proveniente dal M. Serrone, per cui un reale movimento della *faglia* apparirebbe come una dislocazione tra il calcare e il detrito stesso piuttosto che tra calcare e marne. Questo stato di cose crea una ambiguità fondamentale perché, essendo il detrito per sua natura incoerente, il semplice scuotimento prodotto dal terremoto ne potrebbe causare l'abbassamento relativamente all'adiacente rilievo calcareo, senza necessità di alcun reale movimento relativo tra i due lati della *faglia*. Come si è visto questa era appunto l'ipotesi di *Oddone*, mentre l'interpretazione corrente del fenomeno è che la "panna" sia il frutto di una combinazione da un lato di un reale movimento lungo la *faglia* del M. Serrone, che sarebbe quindi l'estremità meridionale della struttura sismogenetica responsabile del terremoto del 1915, e dall'altro del franamento del detrito appoggiato su di essa.

Infine, si è confermato che la parte più significativa della *faglia* si trova a NE della congiungente Ortucchio-Celano. In particolare, questa porzione della *faglia* mostrava, e in parte mostra anche oggi, segni del movimento relativo verticale tra i due blocchi, mentre nelle restanti porzioni prevarrebbe la semplice apertura di spaccature per scollamento di materiali incoerenti appoggiati sui versanti calcarei delle montagne che circondano la Piana. Se questo fosse provato, solo le osservazioni condotte a NE della congiungente Ortucchio-Cerchio potrebbero essere ricondotte all'emergenza in superficie della *faglia* responsabile del terremoto del 1915, mentre

le spaccature osservate nel resto della Piana verrebbero spiegate semplicemente come dovute alla differenza di risposta allo scuotimento tra le rocce calcaree e il riempimento della conca lacustre, un fenomeno frequentemente osservato a seguito di molti terremoti e di per sé non particolarmente significativo in termini geodinamici.

La combinazione delle osservazioni dei contemporanei e degli studiosi che hanno riaffrontato il problema nell'ultimo decennio suggerisce quindi l'esistenza di due fratture principali a andamento subparallelo certamente riconducibili al terremoto del 1915. La prima andava da Sperone a San Benedetto per una lunghezza complessiva di circa 13 km, mentre la seconda partiva da Pescina verso NW per perdersi nelle campagne a S di Celano. Vedremo nei paragrafi successivi dove è ancora possibile osservare spezzoni di queste fratture e come il loro andamento possa essere utilizzato per comprendere meglio la meccanica del terremoto.

3. Effetti di deformazione a scala regionale

Le osservazioni sistematiche di rotture del terreno non furono l'unica importante novità che il terremoto di Avezzano aveva portato nella sismologia dell'epoca. Esso segnò infatti anche una interessante presa di coscienza su una caratteristica fondamentale di tutti i grandi terremoti. La descriveremo usando le parole del Prof. Ing. Antonio Loperfido, un ufficiale dell'Istituto Geografico Militare che aveva ricevuto dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici l'incarico di eseguire triangolazioni e livellazioni di precisione nelle zone colpite dal terremoto del 1915: *"In generale, le superfici topografiche scosse (da un forte terremoto, N.d.R.) presentano plaghe di abbassamento e regioni nelle quali il terreno avrebbe subito forse l'azione analoga a quella di un rimbalzo, non difficile del resto a manifestarsi nei grandi terremoti..."*. Nelle parole di Loperfido evidentemente riecheggiavano le recenti scoperte di Harry Fielding Reid, lo studioso americano che sulla base di osservazioni del catastrofico terremoto di San Francisco del 1906 aveva elaborato la cosiddetta "teoria del rimbalzo elastico", teoria su cui si basa la moderna descrizione della sorgente sismica. Secondo tale teoria lo sforzo dovuto al movimento relativo di grandi blocchi crostali viene accumulato nelle rocce adiacenti il piano di faglia sotto forma di energia elastica, che viene a sua volta liberata nell'istante del terremoto con modalità che

fanno appunto pensare a un rimbalzo. Nell'istante successivo i due lati della faglia si ritrovano in una nuova configurazione, essendosi l'accumulo di sforzo trasformato in deformazione permanente della regione circostante la faglia, e può avere inizio il successivo ciclo sismico. Loperfido aveva potuto constatare la validità di questo meccanismo solo pochi anni prima, nel 1909, quando era stato chiamato a svolgere misure geodetiche sulle due sponde dello Stretto di Messina. La zona era stata recentemente colpita dal disastroso terremoto del 28 dicembre 1908 che, oltre ad aver seppellito migliaia di persone sotto le macerie di Reggio e Messina, aveva anche determinato ingenti sprofondamenti per decine di chilometri. A causa di questi sprofondamenti il mare aveva invaso la terraferma avanzando anche di 50 metri lungo i tratti di spiaggia più bassa, un fatto che rendeva manifesto per chiunque il legame tra scuotimento sismico e deformazione permanente della crosta. Quella del terremoto di Avezzano non era quindi che una nuova verifica del principio così stabilito, anche se evidentemente, trovandosi il Fucino lontano dal mare, non c'era da aspettarsi modificazioni del paesaggio immediatamente apprezzabili da chiunque come quelle osservate nello Stretto di Messina.

La misura geodetica delle deformazioni subite dalla Piana del Fucino poneva però un problema quasi insormontabile. Infatti, per poter osservare deformazioni indotte da un terremoto bisogna disporre di misure effettuate sia *prima* sia *dopo* il terremoto stesso. Nel caso dello Stretto le cose erano andate meglio perché il terremoto si era verificato pochi mesi dopo che Loperfido stesso aveva completato, sempre per conto dell'Istituto Geografico Militare, la misura di una serie di linee di livellazione che coprivano tutta la zona colpita dal terremoto del 1908. Tali linee consistevano in una serie di pilastri poggiati sul terreno o di borchie metalliche infisse in edifici e ponti, la cui quota relativa veniva misurata con il *livello*, una specie di canocchiale montato su treppiede in grado di puntare esattamente all'orizzontale, e con la *stadia*, un'asta graduata centimetro per centimetro in modo da poter essere letta a distanza con il *livello*. Ancora oggi l'Italia è attraversata da una ragnatela di queste linee, tracciate generalmente lungo le coste e lungo le principali vie di attraversamento delle dorsali montuose, il cui scopo è quello di rappresentare con la massima fedeltà possibile l'andamento altimetrico e quindi la *forma* del territorio. Nel caso dello Stretto il compito dei geodeti fu quindi quello di ripercorrere le linee da loro stessi recentemente stabilite e misurate calcolando la differenza di quota

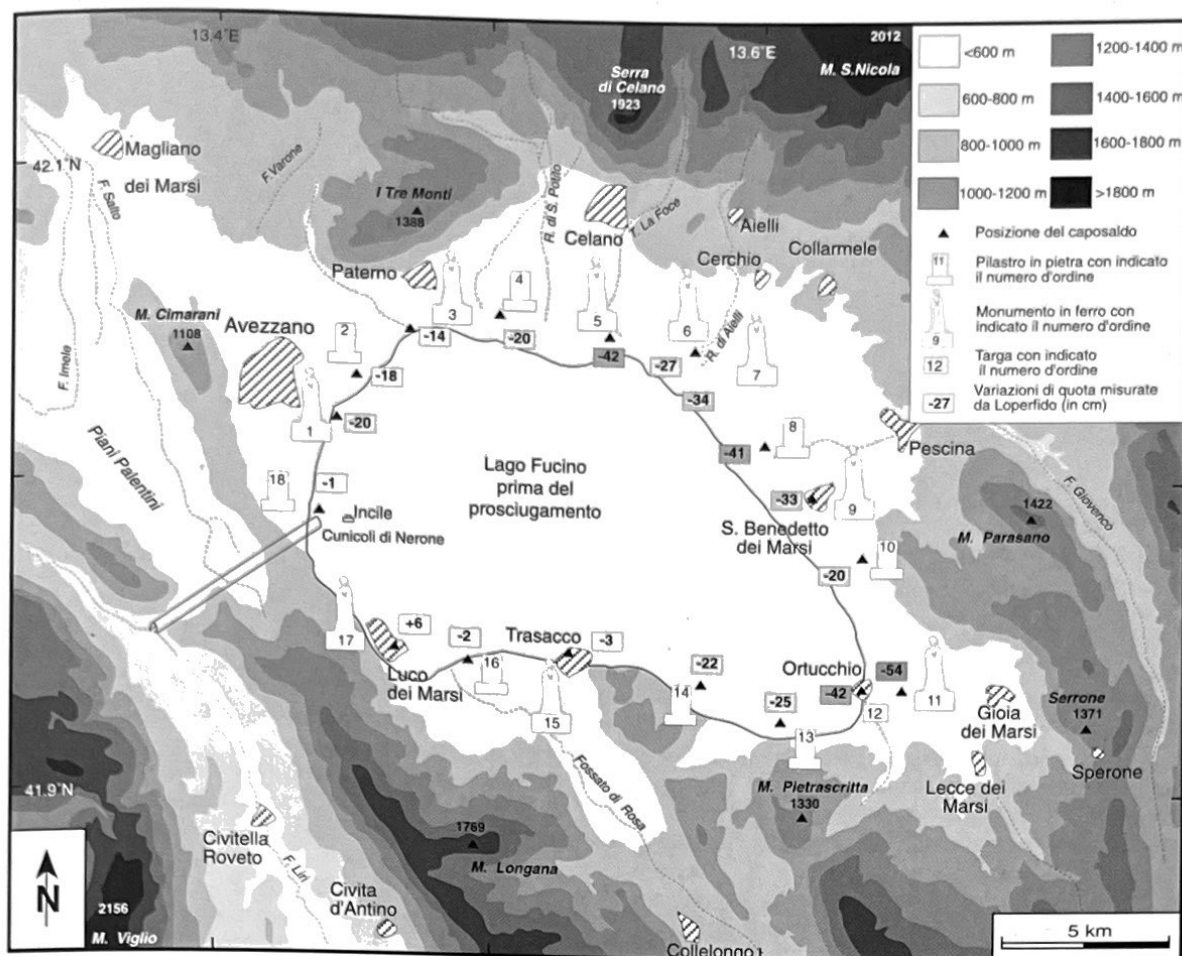


Figura 2. Distribuzione dei capisaldi di livellazione posti attorno all'ex-lago Fucino e valori della deformazione prodotta dal terremoto del 1915.

che ogni caposaldo aveva registrato. Il Fucino, viceversa, a quell'epoca non era attraversato da alcuna delle linee di livellazione fondamentali. Le due linee più vicine passavano per Popoli, a N di Sulmona e a circa 30 km a E del Fucino lungo il proseguimento della Via Tiburtina, e per Arce, circa 50 km a S del Fucino, ed erano quindi entrambe troppo lontane per aver registrato le deformazioni indotte dal terremoto del 1915. Nel 1916 *Loperfido* istituì una nuova linea che univa queste due località e una serie di derivazioni minori, creando una condizione per cui, come lui stesso affermò, "...nelle indagini posteriori il dinamismo geologico della Marsica potrà essere in modo razionale circoscritto e determinato...". Si trattava evidentemente di una scelta lungimirante che però non risolveva il problema immediato di studiare gli effetti del terremoto entro la Piana del Fucino. Esisteva comunque una via d'uscita per misurare tali effetti. Com'è noto, l'operazione di trasformazione dell'ex-lago Fucino in terreno agricolo scaturiva da un

accordo tra il Governo e il Principe Torlonia in virtù del quale quest'ultimo avrebbe acquisito tutte le terre che fosse stato in grado di prosciugare. In preparazione al prosciugamento l'Amministrazione Torlonia si era premurata di marcare con esattezza la posizione della riva del lago lungo tutto il suo perimetro. Per questo scopo erano stati fabbricati e posti in punti strategici intorno al lago nove monumenti di pietra sovrastati da una piccola immagine della Madonna in ferro stampato, otto pilastri di pietra e una lapide muraria, per un totale di 18 punti di demarcazione. Ufficialmente l'obiettivo dell'operazione era quello di fornire una base di riferimento per le successive rilevazioni catastali sulle nuove terre, ma forse, come si racconta un po' malignamente al Fucino, il Principe Torlonia, il quale prima ancora di riuscire a prosciugare il Fucino aveva pericolosamente prosciugato le proprie finanze, intendeva anche impedire che i proprietari dei terreni prospicienti lo specchio lacustre avanzassero i loro confini, magari

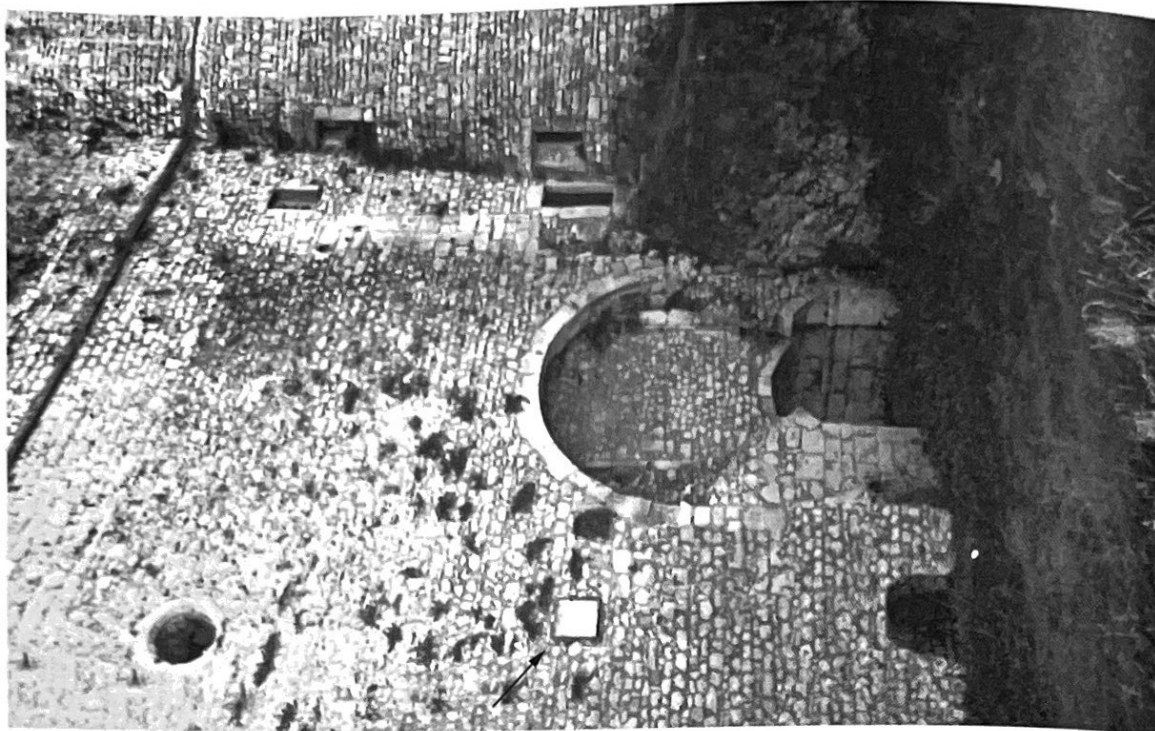
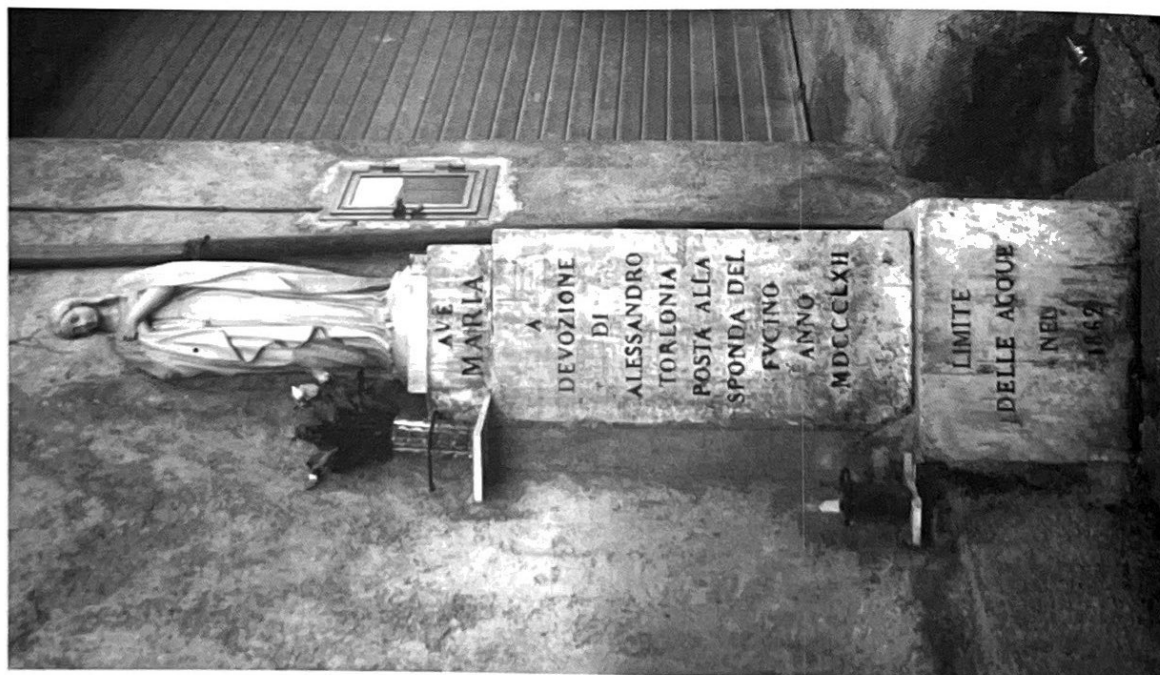


Foto 2. La "Madonna" di Trasacco (N. 15 in Figura 2), al limite della strada che da Strada 36 conduce alla torre. Dopo il terremoto questo monumento fu trovato a soli 3 cm al di sotto della quota originaria (vedi Paragrafo 3).

Foto 3. Il paese di Ortucchio prima del prosciugamento del Fucino costituiva un isolotto. Questa caratteristica era stata sfruttata per la costruzione del Castello Piccolomini, che poteva così contare su una protezione naturale dalle incursioni. La foto mostra una apertura ad arco più ampia, che era utilizzata dalle imbarcazioni, ed una più piccola, creata per parziale occlusione della prima dopo il prosciugamento. Per la sua posizione anche il Castello diventò uno dei caposaldi della livellazione del 1862, quando le acque arrivavano al limite inferiore della lapide murata sulla facciata (indicata dalla freccia). A seguito del terremoto questo caposaldo fu trovato abbassato di 42 cm (N. 12 in figura 2; vedi Paragrafo 3).



nottetempo, approfittando della progressiva ritirata delle acque.

La Figura 2 illustra come questi monumenti vennero distribuiti lungo la riva. I monumenti recanti l'immagine della Madonna, dette comunemente "Madonne" (si veda la foto in frontespizio e la Foto 2), diventarono elemento familiare del paesaggio della Piana anche se non tutti conoscevano la loro destinazione originale. Alcune divennero persino oggetto di culto (ad esempio quelle posta sulla Via Nova, uscendo da Avezzano verso il Fucino, e quella che si trova a Trasacco, vedi Foto 2), e vennero così sottratte all'azione del tempo e del vandalismo con periodici restauri. Quasi a confermare la lungimiranza del Principe Torlonia, i pilastri sono scomparsi quasi tutti a causa dei lavori agricoli e della costruzione di nuove strade, mentre molte delle "Madonne", in virtù del loro significato simbolico o forse semplicemente per il loro peso, sono ancora nella loro posizione originaria. Ancora perfettamente intatta è inoltre la lapide che venne murata sulla faccia esposta a NW del castello di Ortucchio (vedi Foto 3).

I 18 punti di demarcazione vennero posti sulla riva del lago tra il 30 giugno e il 9 agosto 1862, giorno in cui venne ufficialmente inaugurato il nuovo Emissario Torlonia. L'operazione fu condotta dalla compagnia francese a cui il Principe Torlonia aveva dato in appalto l'opera di prosciugamento, descritta nel testo *Dessèchement du lac Fucino* pubblicato nel 1876 dagli ingegneri *Brisse e De Rotrou*. Utilizzando i 18 punti di demarcazione come veri e propri caposaldi geodetici la stessa compagnia ne eseguì la livellazione, verosimilmente con le tecniche più accurate disponibili all'epoca. Ma quando *Loperfido* decise nel 1917 di misurare nuovamente la quota dei 18 caposaldi si trovò di fronte alla difficoltà di conoscere esattamente le modalità del rilievo eseguito dai francesi, anche perché le relative descrizioni erano state sepolte nel crollo dell'Archivio Torlonia in Avezzano. Egli riuscì comunque a ottenere informazioni che gli consentirono di procedere con le misure, e in particolare apprese che tutti i caposaldi, monumenti o pilastri, erano stati posti in opera facendo in modo che la quota della loro base si trovasse il più possibile a filo con il pelo libero dell'acqua del lago. In pratica, il giorno della livellazione del 1862 tutti i caposaldi si trovavano tra 3 e 5 centimetri al di sopra del livello del lago che, essendo una superficie equipotenziale, per definizione forniva un piano di riferimento certamente orizzontale. A prescindere dalla quota assoluta rilevata dai francesi, questa condizione garantiva in

pratica che in partenza tutti i caposaldi si trovassero esattamente alla stessa quota entro una incertezza di un paio di centimetri.

La livellazione di *Loperfido* venne eseguita tra il luglio e l'agosto del 1917. Ulteriori complicazioni sorsero per il fatto che alcuni monumenti erano caduti a seguito del terremoto, e che per altri si sospettava una manipolazione nel periodo intercorso tra il 1862 e il 1917. I risultati ottenuti, sintetizzati visualmente in Figura 2, mostrarono che il terremoto aveva indotto un generale sprofondamento della Piana lungo un allineamento che va da Celano a Ortucchio, località in cui era stata rilevata una differenza di quota di circa 40 centimetri tra il 1862 e il 1917. Per usare le parole di *Loperfido*, "...condotta una linea ideale tra Trasacco e l'Incile (dal latino *incilis*, trincea per l'incanalamento dell'acqua; nome con cui viene ancora designato l'imbocco dell'Emissario Torlonia), il contorno dell'alveo avrebbe, per dir così, ruotato rispetto a essa sollevandosi nel piccolo tratto a sud-ovest della linea medesima e abbassandosi nell'altro tratto a nord-est...".

L'entità dei cambiamenti di quota rilevati da *Loperfido* fu tale da rendere trascurabili le incertezze di pochi centimetri legate alla scarsa conoscenza della tecnica di livellazione usata dai francesi e al fatto che in partenza i caposaldi potessero non essere tutti perfettamente a pelo dell'acqua. Tuttavia si deve ricordare che le variazioni di quota rilevate coprono l'intero arco di tempo che va dal 1862 al 1917 e non possono quindi essere interamente considerate rappresentative degli effetti del terremoto. *Loperfido* stesso annota, ad esempio, che parte dello sprofondamento registrato dal monumento n. 11, posto in località Madonna del Pozzo tra Ortucchio e Lecce dei Marsi, potrebbe essere dovuta alla progressiva compattazione del terreno palustre su cui il monumento stesso poggiava. Al tempo stesso però l'entità di tale compattazione non deve essere stata superiore al decimetro o giù di lì, come sembra dimostrare la differenza di 12 centimetri tra il valore di sprofondamento di Madonna del Pozzo (54 centimetri) e quello rilevato presso il castello di Ortucchio (42 centimetri), fondato direttamente su roccia calcarea certamente esente da fenomeni di compattazione.

Avendo premesso questo possiamo rimandare ai paragrafi successivi la descrizione di come queste deformazioni possano essere messe in relazione agli altri fenomeni indotti dal terremoto del 1915.

4. Elementi della geologia recente dell'area fucense

La complessità geologica dell'Appennino è quasi leggendaria, e per oltre un secolo studiosi italiani e stranieri si sono impegnati per comprendere gli eventi geodinamici che hanno portato alla costruzione della catena come ci appare oggi. Ai fini della nostra trattazione comunque non è necessario conoscere a fondo tutti i passi evolutivi che hanno caratterizzato il Fucino. Cerchiamo dunque di ricostruire in termini molto semplici i principali eventi geologici che hanno modellato la zona per poter poi valutare meglio il peso degli eventi geodinamici più recenti e attuali, quali sono necessariamente quelli che determinano il verificarsi dei terremoti.

Durante tutto il Mesozoico (tra 230 e 70 milioni di anni fa) e fino a circa una ventina di milioni di anni fa quello che oggi ci appare come Appennino era il fondo di un oceano rivestito di sedimenti di mare aperto, un miscuglio di microscopici granelli di minerali erosi da rocce in aree emerse e gusci di microorganismi marini. Con il passare del tempo geologico lo spessore di questo rivestimento era andato aumentando fino a raggiungere diversi chilometri. In particolare, nella zona oggi corrispondente all'Abruzzo esistevano le cosiddette "piattaforme carbonatiche": grandi piastroni calcarei separati da bracci di mare poco profondo e simili a quelli che oggi formano gli atolli e le barriere coralline di vari arcipelaghi oceanici, ad esempio le Bahamas. A partire dalla metà dell'era geologica miocenica, circa 15 milioni di anni fa, questo fondo oceanico ha iniziato a essere compresso orizzontalmente tra la placca corrispondente al continente africano da un lato e quella corrispondente al blocco europeo dall'altro. Il perdurare di questa fase compressiva ha progressivamente scompaginato l'originario fondo oceanico, suddividendolo in scaglie successivamente inarcate e accavallate tra loro e riproducendo a una scala più piccola, anche se più esasperata, la dinamica delle grandi placche litosferiche. L'ultimo atto di questo processo è stato il sollevamento e quindi l'emersione dell'originario fondo oceanico, ormai strizzato al punto da essere trasformato in una serie disordinata di scaglie impilate l'una sull'altra.

Durante il Pliocene, tra 2 e 4 milioni di anni fa, l'Abruzzo doveva apparire non molto dissimile da oggi ma con contrasti altimetrici, ovvero differenze di quota tra le vette più alte e le depressioni più profonde, più forti di quelli già notevoli odierni. Attivate da questi forti contrasti altimetrici le forze erosive cominciarono così lo smantellamento dei

rilievi e il parallelo colmamento delle depressioni. La storia geologica si avvicinava ormai all'attuale, e così il Fucino, che fino a quel momento doveva essere stato più simile a un profondo solco vallivo che non alla piatta "scodella" di oggi, cominciò a essere riempito da detrito che arrivava dal Rio di S. Potito, dal Torrente La Foce, dal Rio di Aielli e dal Fiume Giovenco, esattamente come avviene ai nostri giorni (vedi Figura 3). In tempi in cui l'erosione era più efficace di oggi questi corsi d'acqua hanno progressivamente costruito enormi "conoidei di deiezione", accumuli di materiale detritico di forma conica aventi l'apice verso monte e la superficie convessa verso l'alto, allo sbocco delle rispettive valli nella Piana. I dati geologici più recenti indicano che durante questa fase le spinte compressive si ridussero fino a cessare del tutto. Con il passare del tempo, e in assenza di movimenti in grado di "ringiovanire" la topografia accentuando nuovamente i contrasti altimetrici, il processo era destinato a esaurirsi naturalmente proprio per la progressiva riduzione di tali contrasti. Secondo le ricostruzioni più aggiornate nel Pleistocene inferiore, circa un milione di anni fa, il Fucino appariva come una depressione decisamente più estesa dell'attuale. Una specie di Grande Fucino che verosimilmente faceva corpo unico con i Piani Palentini e con parte della Vallelonga e che includeva tutta la fascia pedemontana compresa tra Celano e Pescina e tra Venere e Lecce dei Marsi (Figura 1). La depressione appariva riempita da ciottolame a elementi calcarei, chiaramente provenienti dai rilievi circostanti, e particolarmente dal gruppo dei Monti Velino e Sirente, generalmente ben arrotondati e selezionati per dimensione, due condizioni indicative di trasporto in ambiente fluviale. Ai livelli a ciottoli erano intercalati livelli di sedimenti argillosi deposti in ambiente lacustre. Il Grande Fucino doveva quindi aver alternato fasi in cui esisteva un lago, forse anche più profondo di quello prosciugato nel secolo scorso, e fasi "continentali", durante le quali la Piana era un enorme altopiano disseccato da numerosi corsi d'acqua. Esso aveva forma estremamente irregolare, e spingeva un braccio per diversi chilometri persino dentro la stretta Valle del Giovenco fino quasi a Ortona dei Marsi. Tutti i corsi d'acqua della zona si arrestavano appena dopo essersi affacciati sul bacino all'uscita dalle strette valli scavate nei rilievi calcarei e, avendo ormai perso ogni potere erosivo, deponevano il loro carico di detriti che venivano poi rielaborati, ridistribuiti e livellati dall'azione delle acque durante successive fasi lacustri.

Oggi, appena un milione di anni dopo gli eventi molto semplicisticamente ricostruiti

4. Elementi della geologia recente dell'area fucense

La complessità geologica dell'Appennino è quasi leggendaria, e per oltre un secolo studiosi italiani e stranieri si sono impegnati per comprendere gli eventi geodinamici che hanno portato alla costruzione della catena come ci appare oggi. Ai fini della nostra trattazione comunque non è necessario conoscere a fondo tutti i passi evolutivi che hanno caratterizzato il Fucino. Cerchiamo dunque di ricostruire in termini molto semplici i principali eventi geologici che hanno modellato la zona per poter poi valutare meglio il peso degli eventi geodinamici più recenti e attuali, quali sono necessariamente quelli che determinano il verificarsi dei terremoti.

Durante tutto il Mesozoico (tra 230 e 70 milioni di anni fa) e fino a circa una ventina di milioni di anni fa quello che oggi ci appare come Appennino era il fondo di un oceano rivestito di sedimenti di mare aperto, un miscuglio di microscopici granelli di minerali erosi da rocce in aree emerse e gusci di microorganismi marini. Con il passare del tempo geologico lo spessore di questo rivestimento era andato aumentando fino a raggiungere diversi chilometri. In particolare, nella zona oggi corrispondente all'Abruzzo esistevano le cosiddette "piattaforme carbonatiche": grandi piastroni calcarei separati da bracci di mare poco profondo e simili a quelli che oggi formano gli atolli e le barriere coralline di vari arcipelaghi oceanici, ad esempio le Bahamas. A partire dalla metà dell'era geologica miocenica, circa 15 milioni di anni fa, questo fondo oceanico ha iniziato a essere compresso orizzontalmente tra la placca corrispondente al continente africano da un lato e quella corrispondente al blocco europeo dall'altro. Il perdurare di questa fase compressiva ha progressivamente scompaginato l'originario fondo oceanico, suddividendolo in scaglie successivamente inarcate e accavallate tra loro e riproducendo a una scala più piccola, anche se più esasperata, la dinamica delle grandi placche litosferiche. L'ultimo atto di questo processo è stato il sollevamento e quindi l'emersione dell'originario fondo oceanico, ormai strizzato al punto da essere trasformato in una serie disordinata di scaglie impilate l'una sull'altra.

Durante il Pliocene, tra 2 e 4 milioni di anni fa, l'Abruzzo doveva apparire non molto dissimile da oggi ma con contrasti altimetrici, ovvero differenze di quota tra le vette più alte e le depressioni più profonde, più forti di quelli già notevoli odierni. Attivate da questi forti contrasti altimetrici le forze erosive cominciarono così lo smantellamento dei

rilievi e il parallelo colmamento delle depressioni. La storia geologica si avvicinava ormai all'attuale, e così il Fucino, che fino a quel momento doveva essere stato più simile a un profondo solco vallivo che non alla piatta "scodella" di oggi, cominciò a essere riempito da detrito che arrivava dal Rio di S. Potito, dal Torrente La Foce, dal Rio di Aielli e dal Fiume Giovenco, esattamente come avviene ai nostri giorni (vedi Figura 3). In tempi in cui l'erosione era più efficace di oggi questi corsi d'acqua hanno progressivamente costruito enormi "conoidi di deiezione", accumuli di materiale detritico di forma conica aventi l'apice verso monte e la superficie convessa verso l'alto, allo sbocco delle rispettive valli nella Piana. I dati geologici più recenti indicano che durante questa fase le spinte compressive si ridussero fino a cessare del tutto. Con il passare del tempo, e in assenza di movimenti in grado di "ringiovanire" la topografia accentuando nuovamente i contrasti altimetrici, il processo era destinato a esaurirsi naturalmente proprio per la progressiva riduzione di tali contrasti. Secondo le ricostruzioni più aggiornate nel Pleistocene inferiore, circa un milione di anni fa, il Fucino appariva come una depressione decisamente più estesa dell'attuale. Una specie di Grande Fucino che verosimilmente faceva corpo unico con i Piani Palentini e con parte della Vallelonga e che includeva tutta la fascia pedemontana compresa tra Celano e Pescina e tra Venere e Lecce dei Marsi (Figura 1). La depressione appariva riempita da ciottolame a elementi calcarei, chiaramente provenienti dai rilievi circostanti, e particolarmente dal gruppo dei Monti Velino e Sirente, generalmente ben arrotondati e selezionati per dimensione, due condizioni indicative di trasporto in ambiente fluviale. Ai livelli a ciottoli erano intercalati livelli di sedimenti argillosi depositi in ambiente lacustre. Il Grande Fucino doveva quindi aver alternato fasi in cui esisteva un lago, forse anche più profondo di quello prosciugato nel secolo scorso, e fasi "continentali", durante le quali la Piana era un enorme altopiano disseccato da numerosi corsi d'acqua. Esso aveva forma estremamente irregolare, e spingeva un braccio per diversi chilometri persino dentro la stretta Valle del Giovenco fino quasi a Ortona dei Marsi. Tutti i corsi d'acqua della zona si arrestavano appena dopo essersi affacciati sul bacino all'uscita dalle strette valli scavate nei rilievi calcarei e, avendo ormai perso ogni potere erosivo, deponevano il loro carico di detriti che venivano poi rielaborati, ridistribuiti e livellati dall'azione delle acque durante successive fasi lacustri.

Oggi, appena un milione di anni dopo gli eventi molto semplicisticamente ricostruiti

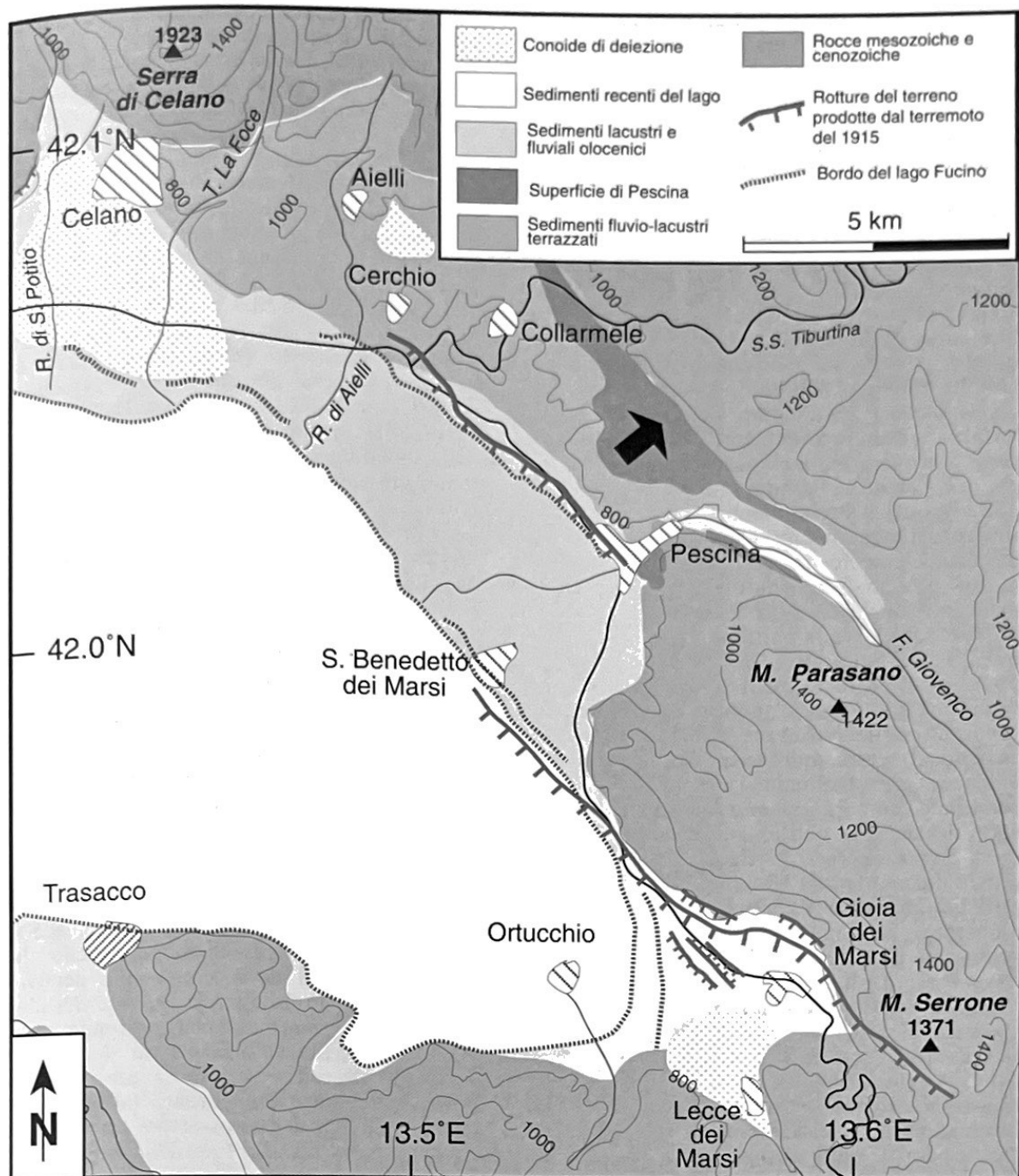


Figura 3. Caratteri generali della topografia e dell'idrografia e terrazzi nella metà orientale della conca fucense. Sono mostrate tre categorie fondamentali di sedimenti recenti: 1) quelli depositi al fondo del lago Fucino, 2) quelli depositi dal Fucino durante l'Olocene (gli ultimi 10.000 anni), quando il lago si estendeva ben al di fuori dei limiti del 1862, e 3) quelli relativamente più antichi che si ritrovano oggi sollevati a formare i rilievi tra Celano e Pescara. A tetto di questi ultimi vi è la "Superficie di Pescara" che, come indicato dalla freccia, mostra una pendenza anomala verso NE. Grandi conoidi di deiezione provenienti dalle valli principali si appoggiano sui depositi lacustri mascherandone l'orizzontalità di partenza. Sono marcati anche l'andamento della riva del Fucino nel 1862 e durante una fase di espansione precedente, quando il lago arrivava fin sotto i rilievi di Cerchio e Collarmele, e quello delle rotture prodotte dal terremoto del 1915. I due andamenti coincidono per vari tratti del bordo orientale del Fucino, indicando un controllo diretto di tali rotture sulla forma ed estensione del lago.

in questa sede, il panorama della Piana appare però abbastanza diverso, segno certo del verificarsi di un importante rivolgimento geodinamico. Oltre mezzo secolo fa l'Ing. *Enzo Beneo*, con un articolo intitolato "Le terrazze quaternarie della regione fucense", descrisse in gran dettaglio l'esistenza di ampie superfici quasi perfettamente orizzontali e pianeggianti poste a quota più alta del resto della Piana. Tali superfici, che con termine tecnico facilmente comprensibile vennero appunto definite "terrazze" o "terrazzi", sono il risultato dell'azione livellante delle acque del lago e dei suoi immissari e possono essere seguite per vari chilometri lungo il bordo nordorientale della conca fucense tra Paterno e Pescina. Oggi i terrazzi appaiono fortemente incisi da tutti i corsi d'acqua e particolarmente dal Giovenco, che tra Carrito e Pescina ha creato una gola dalle pareti estremamente ripide. *Beneo* rimarcava anche il fatto che alla presenza dei terrazzi, elemento del paesaggio sicuramente molto giovane, si contrappone l'assoluta mancanza di depositi del Pleistocene (ovvero più giovani di due milioni di anni) lungo quasi tutti gli altri bordi della Piana, particolarmente quelli meridionale e occidentale. Qui anche l'andamento topografico dei rilievi è meno contrastato rispetto al settore nordorientale, e le dorsali calcaree che formano l'orlo della Piana sembrano immergersi monotonamente al di sotto dei depositi dell'ex-lago Fucino.

Successivi studi condotti particolarmente da *Bosi e collaboratori* dell'Istituto per la Tettonica Recente del Consiglio Nazionale delle Ricerche hanno permesso di precisare meglio alcune delle osservazioni di *Beneo*. In particolare, le ricerche degli ultimi anni hanno messo in evidenza l'esistenza di diversi terrazzi di età decrescente con il diminuire della quota. Studi recenti condotti anche dagli autori di questa nota hanno permesso di ricostruire un terrazzo piuttosto esteso e pianeggiante, che si trova oggi a quote comprese tra 850 e 870 metri tra Collarme e Carrito e che rappresenta la migliore testimonianza di una superficie che circa un milione di anni fa doveva essere estesa a tutto il Fucino. Questa superficie ("Superficie di Pescina" in Figura 3), che si trova oggi circa 200 metri al di sopra della quota dell'ex-lago Fucino, consente alla ferrovia Roma-Pescara e all'autostrada A24 di rimanere in piano per diversi chilometri pur all'interno di una zona montuosa molto accidentata (vedi Figura 1). È particolarmente ben visibile intorno al casello autostradale di Pescina, sito da cui è possibile notarne una particolarità decisamente insolita: la superficie non è perfettamente orizzontale ma, al contrario,

mostra una debole pendenza verso monte (verso NE in questo caso: si veda la Foto 4). A conferma di questa osservazione, le mappe topografiche dell'area mostrano che la superficie è dissecata da piccole incisioni che puntano verso NE e, poco prima di incontrare il versante montuoso, compiono una ampia curva tornando a puntare verso SW, cioè verso il Fucino, come presumibilmente avrebbero dovuto fare già inizialmente. Anche gli strati di sedimenti in cima ai quali si trova la superficie, e che sono ben visibili lungo la strada che porta dal centro di Pescina all'omonimo casello autostradale, sembrano essere stati inclinati verso NE. L'insieme di questi fenomeni potrebbe essere spiegato semplicemente assumendo che la pendenza verso NE sia una caratteristica di partenza della superficie e dei sottostanti depositi, ma è molto più verosimile che ci si trovi invece di fronte al "basculamento" per cause geodinamiche di qualcosa che era originariamente orizzontale, come ci si aspetta che sia il materiale di riempimento di una conca lacustre.

Complessivamente si ha quindi l'impressione che, dopo una lunga fase in cui la conca fucense si è evoluta in maniera sostanzialmente omogenea, ci si trovi oggi di fronte a una fase di forte diversificazione. I depositi e gli elementi del paesaggio più recenti del Fucino appaiono "tagliati in due" lungo una direttrice che va da Celano a Pescina spingendosi forse fino a Gioia dei Marsi. A NE di questa direttrice si osservano depositi recenti sollevati e basculati verso monte, profonde incisioni fluviali e una topografia generalmente più articolata. A SW invece si vedono solo le rocce antiche che formano i bordi della conca e i depositi giovanissimi che formavano il fondo del lago Fucino; non ci sono incisioni profonde, anzi, allo sbocco delle valli principali il continuo accumulo di sedimenti forma grandi scudi bombati del tutto indisturbati dall'erosione, come quello che si può osservare tra Trasacco e Luco dei Marsi alla fine della Vallelonga. L'esistenza di questa linea di "taglio" del Fucino suggerisce l'azione di un importante elemento geodinamico. Vedremo nel paragrafo successivo come questa ipotesi sia in perfetta sintonia con le osservazioni sul terremoto del 1915 discusse nei precedenti paragrafi.

5. Il terremoto del 1915 come creatore del paesaggio fucense

A questo punto disponiamo di tutti gli elementi che dovrebbero consentirci di sviluppare il proposito della Premessa, ovvero fornire una chiave di lettura del rapporto che



Foto 4. Veduta del Fucino dalla località Ranalletta, a circa 1 km ad Ovest della stazione ferroviaria di Pescina e del casello dell'Autostrada A24. La foto mostra i rilievi che circondano la conca fucense. Da sinistra a destra si riconosce la bassa sagoma del Monte Labbrone e del Monte Salviano con sullo sfondo le cime più alte dei Monti Simbruini. Quindi, passata la sella di Avezzano che chiude verso Ovest il Fucino, si può osservare la sagoma dei Tre Monti. Segue la cima della Serra di Celano e, all'estrema destra, il Monte Etra. In mezzo vi è l'alveo dell'ex-lago Fucino, il cui fondo è così piatto da dare l'impressione che vi sia ancora un velo d'acqua. In primo piano è mostrata la cosiddetta "Superficie di Pescina", che rappresenta verosimilmente ciò che resta di un antico fondo lacustre sollevato a 850-870 metri (si vedano il Paragrafo 4 e la Figura 3). La parte più conservata di tale superficie (verso destra nella foto, indicata dalla freccia), che alla sua nascita doveva essere pressoché orizzontale o lievemente pendente verso il Fucino, ovvero verso SW (a sinistra nella foto), pende oggi di circa 30 metri/chilometro nella direzione opposta, ovvero verso NE e quindi verso la montagna. Questa anomalia può essere spiegata come effetto della ripetuta attività della faglia responsabile del terremoto del 1915.

lega il terremoto del 1915 all'ambiente naturale fucense. Abbiamo visto come il terremoto abbia "rotto" la superficie topografica, ribassando leggermente la porzione sudoccidentale del Fucino rispetto a quella nordorientale. Abbiamo visto come le misure di livellazione ripetute lungo il perimetro dell'ex-lago Fucino confermino l'osservazione geologica diretta, suggerendo che il terremoto ha fatto basculare tutta la Piana intorno a un asse allungato tra Trasacco e Avezzano con abbassamento relativo del settore centrale della Piana rispetto ai due settori sudoccidentale e nordorientale. Infine, abbiamo osservato come anche gli eventi geologici recenti suggeriscano l'esistenza di una zona di "taglio" orientata in direzione NW-SE, ovvero parallelamente all'andamento della *faglia* di Oddone e dell'asse di basculamento di *Loperfido*. E, nonostante il fatto che tutte le osservazioni presentate e discusse siano per loro natura soggette a incertezze e ambiguità non sempre quantificabili, non può non colpire il grado di sovrapposibilità che già esiste tra di esse. La cosa è ancora più sorprendente se si considera che la nostra esposizione è stata basata sui risultati di ricercatori che hanno operato indipendentemente l'uno dall'altro e nessuno dei quali si poneva esplicitamente l'obiettivo di esplorare il legame tra la sorgente sismica e l'ambiente naturale fucense.

Fin qui abbiamo visto considerazioni basate sulle osservazioni dirette del terremoto del 1915 - molte delle quali generalmente confermate dalle ricerche successive - e sulla geologia del Fucino. Da allora la sismologia ha camminato molto e, mentre gli studiosi dell'inizio del secolo erano costretti a immaginare il processo sismogenetico sulla base di poche osservazioni sperimentali, oggi noi possiamo contare su raffinate descrizioni teoriche del fenomeno e su innumerevoli osservazioni strumentali. Ad esempio, l'evidenza sperimentale mostra che i principali terremoti della catena appenninica sono generati da faglie *normali* o *distensive*, ovvero faglie che accompagnano una tendenza all'estensione della regione in cui si trovano. Il terremoto che ha colpito l'Irpinia nel 1980, ad esempio, ha avuto un meccanismo di questo tipo, e così anche quello che ha colpito l'area del Parco Nazionale d'Abruzzo nel maggio 1984 e altri minori per cui esistono comunque dati strumentali moderni. Questi terremoti documentano il fatto che l'Appennino centro meridionale si trova oggi sottoposto a uno sforzo che tende a estenderlo trasversalmente nella direzione dei due mari che lo circondano, il Tirreno e l'Adriatico, e che questo sforzo si concretizza appunto nella creazione di faglie *distensive*. Già sulla base

di queste osservazioni di carattere regionale, ovviamente non disponibili agli studiosi dell'inizio del secolo, si potrebbe ipotizzare che anche il terremoto del 1915 sia stato generato da una faglia distensiva. Si consideri che mentre per i terremoti recenti esistono tecniche basate interamente sui dati strumentali, per terremoti avvenuti più di qualche decennio fa la verifica di questa ipotesi può solo essere indiretta e basata su un confronto ampio tra ciò che l'ipotesi prevede e ciò che si osserva materialmente sul terreno.

Lo schema di Figura 4 mostra appunto cosa ci si aspetta si verifichi quando una faglia distensiva viene attivata durante un terremoto. In particolare la figura mostra che al movimento relativo dei due blocchi ai lati della faglia deve corrispondere:

- 1) Un aumento netto della distanza tra i punti A e B;
- 2) Il sollevamento del blocco in cui ricade il punto A;
- 3) L'abbassamento del blocco in cui ricade il punto B.

Come si può intuire dalla rappresentazione schematica di Figura 4 (ad esempio guardando la stratificazione dei depositi indicati con il simbolo delle ghiaie nel blocco B) l'innalzamento e l'abbassamento dell'uno o dell'altro lato della faglia raggiungono il valore massimo in prossimità della faglia stessa e si azzerano allontanandosene. Purtroppo non siamo in grado di verificare la condizione 1), ma siamo in grado di confermare entrambe le rimanenti sulla base delle osservazioni del terremoto del 1915 descritte nei paragrafi precedenti. La rappresentazione schematica di Figura 4 implica però un passaggio logico a cui finora non è stato dato molto peso. La figura infatti mostra eventi legati a un movimento di entità cospicua lungo il piano di faglia, mentre sappiamo che il terremoto del 1915 produsse dislocazioni dell'ordine massimo di un metro. L'*aggancio* logico richiesto è semplicemente quello di ammettere che ogni *Terremoto di Avezzano* rappresenti uno scatto nel movimento della faglia; per utilizzare una terminologia sofisticata, un *quanto* della sua dislocazione complessiva. Questo *aggancio* ha tre implicazioni dirette.

La prima è che il terremoto del 1915 è stato solo l'ultimo di una numerosa catena di eventi, tutti probabilmente avvenuti nella preistoria visto che non ve ne è traccia nelle cronache storiche della Marsica. Tale circostanza è stata confermata da recenti ricerche effettuate da *Serva* e collaboratori, i quali hanno aperto scavi esplorativi attraverso il segmento della *faglia* di *Oddone* posto in prossimità di San Benedetto (Foto 1) e hanno

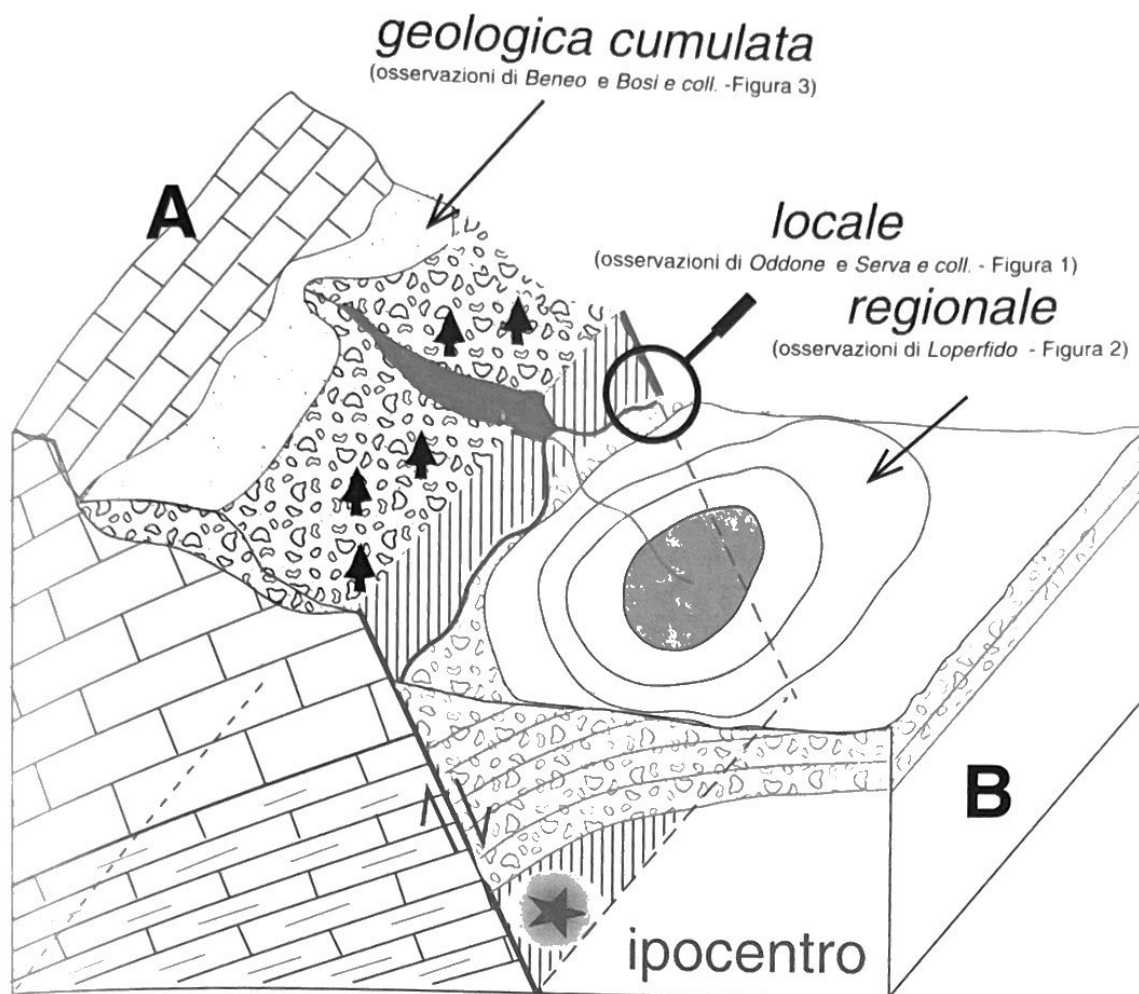


Figura 4. E' rappresentata schematicamente la meccanica di una faglia distensiva, con caratteristiche geometriche simili a quella responsabile del terremoto del 1915, ed i suoi effetti sulla regione circostante. Tali effetti sono stati divisi in tre categorie fondamentali: quelli *locali*, ovvero le rotture osservabili sul terreno in corrispondenza dell'intersezione della faglia con la superficie; quelli *regionali*, ovvero gli innalzamenti e gli abbassamenti a grande scala della superficie topografica che vengono messi in evidenza dalle misure di livellazione geodetiche; e quelli *geologici*, ovvero il contributo che il singolo terremoto dà all'evoluzione della geologia e del paesaggio della regione circostante. Tutti e tre questi effetti sono stati riconosciuti e studiati nel Fucino sia dagli studiosi dell'epoca che da quelli di oggi. Con **A** e **B** sono raffigurati rispettivamente il blocco in sollevamento e quello in abbassamento relativo. La figura schematizza in modo semplificato la struttura dell'area fucense. Il blocco **B** corrisponde al settore SW della conca, mentre il blocco **A** corrisponde alla fascia pedemontana tra Celano e Pescara. La superficie puntinata posta sul blocco **A** rappresenta la "Superficie di Pescara" (vedi Foto 4), un lembo di un originario orizzonte di colmamento della conca fucense che è stato sollevato e basculato verso NE (sinistra nella foto) dal procedere dell'attività lungo la faglia responsabile del terremoto del 1915, in altre parole rappresenta un effetto del ripetersi di abbassamenti e sollevamenti relativi tra i due blocchi simili a quelli prodotti dal terremoto del 1915. La porzione dello stesso orizzonte che ricadeva sul lato **B** oggi si trova al di sotto della conca sepolto dai depositi più recenti.

messo in evidenza gli effetti di almeno due grandi terremoti avvenuti in epoca pre-medievale.

La seconda è che un giorno, probabilmente non prima di diversi secoli, il terremoto di Avezzano si ripeterà, producendo in superficie più o meno gli stessi fenomeni osservati nel 1915.

La terza è che se il terremoto del 1915 ha prodotto un certo quadro di deformazioni della superficie, e se questo fenomeno si è verificato con le stesse modalità anche durante i terremoti preistorici, la somma di queste deformazioni deve avere influenzato molto chiaramente la geologia e il paesaggio attuali del Fucino.

Concludendo, proviamo a sintetizzare i risultati di questo confronto tra le osservazioni degli effetti del terremoto del 1915, le osservazioni sulla geologia recente della conca fucense e le nostre conoscenze più recenti sui caratteri generali della sismogenesi di questa porzione dell'Appennino:

- il terremoto del 1915 è stato generato da una faglia *distensiva* lunga una ventina di chilometri, tra Celano e Gioia dei Marsi. L'intersezione con la superficie di tale faglia è rappresentata abbastanza fedelmente dalla faglia di Oddone (Figura 1 e Foto 1);
- il movimento lungo questa faglia ha determinato l'abbassamento del settore a SW dell'allineamento Celano-Gioia dei Marsi e l'innalzamento del settore a NE (vedi Figure 1 e 2);
- l'entità dell'abbassamento diminuisce spostandosi verso SW fino ad azzerarsi tra Trasacco e Avezzano (Figura 2). Analogamente si può ritenere che l'entità dell'innalzamento diminuisca procedendo dalla faglia verso NE. Entrambi i lati della faglia sono stati quindi soggetti a un movimento di tipo rotazionale con pendenza verso NE (Figura 4);
- ripetendo molte volte un movimento come quello che si è verificato il 13 gennaio 1915 si ottiene l'effetto di tagliare in due la Piana, isolando a SW un settore in sprofondamento che raccoglie tutti i materiali trasportati dai vicini rilievi e a NE un settore in sollevamento entro il quale i fiumi tendono a incidere per poter arrivare nel punto più basso della conca. Questa configurazione è molto simile a quella che si osserva nel settore nordorientale della conca fucense (Figura 3);
- l'apparente anomalia rappresentata dalla "superficie di Pescara" (Figure 3 e 4; Foto 4), che pende verso NE invece che verso la conca fucense, è una conseguenza logica della ripetizione del basculamento osservato nel 1915 (vedi punti precedenti). Analogamente si può osservare che il fatto

che l'alveo dell'ex-lago Fucino mostri un minimo di quota proprio a ridosso della faglia, nella zona del Bacinetto (Figura 1), è anch'esso conseguenza del progressivo basculamento della conca verso NE.

Il legame logico tra le deformazioni prodotte dal terremoto del 1915 e il paesaggio della conca fucense rappresenta un ottimo spunto per spiegare uno dei compiti fondamentali del geologo, che si trova a dover proiettare nel tempo geologico fenomeni di cui è testimone solo alla scala dei tempi storici. Una volta sviluppata questa capacità, il geologo può andare oltre e prevedere, ad esempio, come apparirà il paesaggio della conca tra un milione di anni. Cerchio, Collarmele, Aielli e Pescara, ad esempio, saranno diventate località di montagna, mentre il Fucino sarà sempre più profondamente incassato tra le montagne insieme a Gioia dei Marsi, Lecce dei Marsi e Trasacco. E forse un giorno si potrà ricreare il lago Fucino, perché i terremoti stanno progressivamente abbassando la quota del suo fondo rispetto allo sbocco dell'Emissario Torlonia nel Fiume Liri. Ma più che per prevedere i panorami del futuro, il geologo usa questa capacità per un compito molto più importante: quello di riconoscere dalla geologia e dalle forme del paesaggio l'esistenza e il grado di attività di altre faglie che un giorno potrebbero ripetere in altre parti della Marsica la catastrofe del 1915. E forse, in questo modo, si potrà evitare l'errore dei nostri ignari predecessori, che scoprirono solo al mattino del 13 gennaio 1915 il tremendo potenziale distruttivo nascosto sotto la tranquilla conca del Fucino.

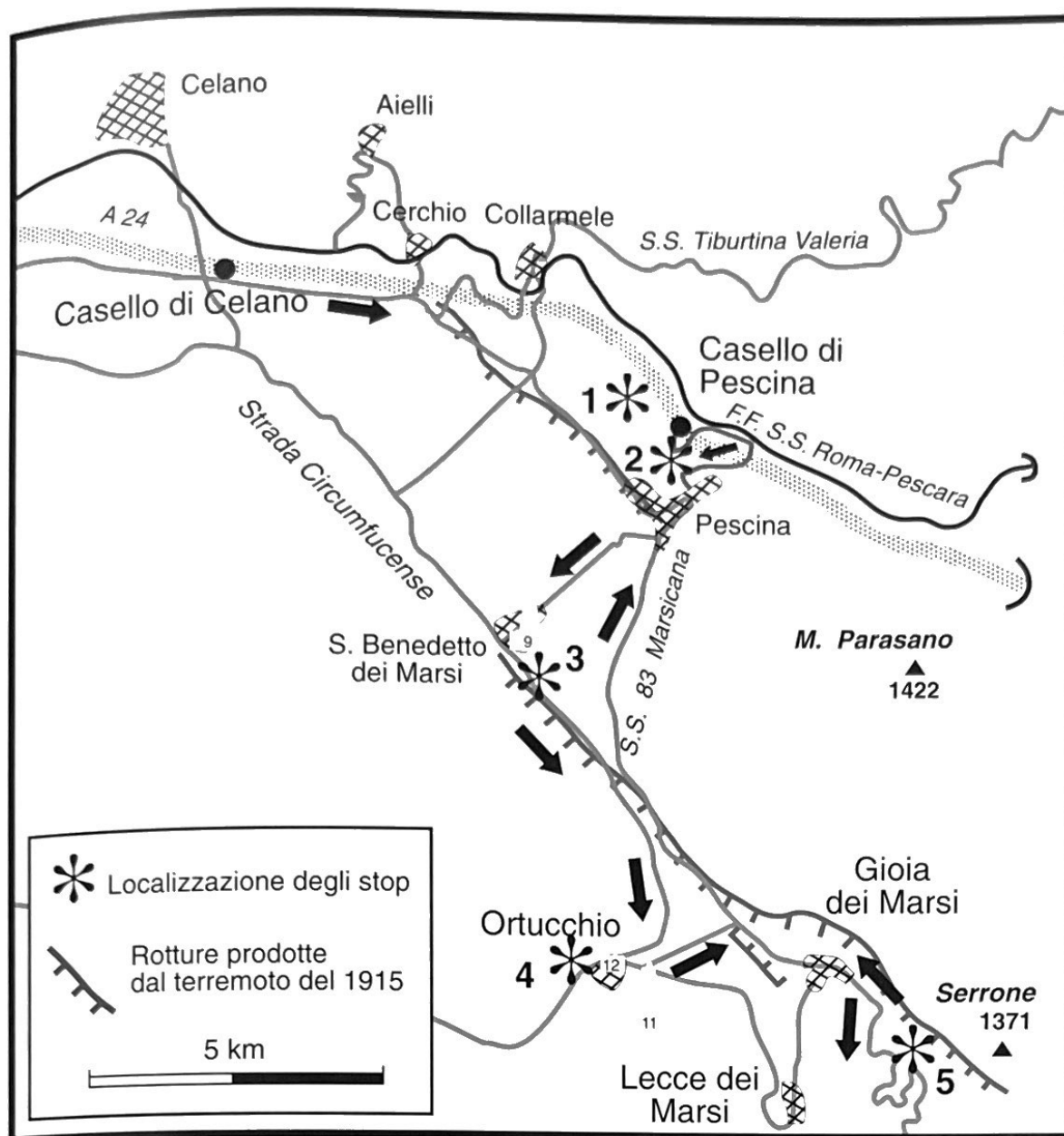
Appendice

Guida pratica a luoghi e situazioni

Nella speranza di aver stimolato la curiosità del lettore, in quest'ultimo paragrafo cercheremo di dare indicazioni il più possibile precise per consentire a chi fosse interessato di effettuare una visita nei luoghi citati nel testo. Verranno descritte sia località in cui è ancora possibile osservare gli effetti diretti del terremoto di Avezzano sull'ambiente, sia località in cui si osservano gli elementi della geologia recente che testimoniano la ripetizione di eventi simili a quello del 1915.

La guida prevede che un immaginario osservatore descriva un percorso in auto ed effettui brevi soste in punti significativi che indicheremo con **stop** numerati progressivamente.

La visita ha inizio percorrendo l'autostrada A24 da Avezzano verso Pescara.



Già all'altezza di Celano sulla sinistra si osservano ai piedi delle montagne i bassi rilievi formati dagli accumuli di materiale detritico proveniente dalle valli poste a NE del Fucino, intercalati con livelli argillosi e limosi depositi in ambiente lacustre. La parte sommitale di questi rilievi si presenta come una superficie pianeggiante sulla quale, superata l'uscita Aielli-Celano, si comincia lentamente a salire. Avvicinandosi a Pescara l'autostrada si addossa al versante montuoso e si mantiene alla stessa quota per circa 2 Km, parallelamente alla ferrovia Roma-Pescara. La superficie pianeggiante che si osserva nei dintorni del casello di Pescara è la "Superficie di Pescara" (vedi paragrafo 4 e 5). Guardando verso il Fucino si ha un buon

punto di osservazione della superficie che, contrariamente a quanto ci si potrebbe aspettare, appare debolmente inclinata verso la montagna. Per meglio osservare la superficie si deve uscire dall'autostrada a Pescara, girare a sinistra verso la stazione ferroviaria e, appena prima di giungere sul piazzale della stazione, girare di nuovo a sinistra prendendo una stradina (non asfaltata) che costeggia l'autostrada, che si attraversa poco dopo sempre sulla sinistra. La stradina continua in direzione SW e dopo circa 100 m giunge nell'area dello stop 1. Da qui, guardando verso il bordo del terrazzo cioè in direzione del Fucino, si apprezza chiaramente la pendenza "anomala", cioè verso la montagna, della superficie.

Guardando verso NW (verso la Serra di Celano) si ha di fronte il lembo della superficie ripreso e descritto nella Foto 4. Tornando indietro sulla strada per Pescina si lascia definitivamente l'autostrada che prosegue nella stretta e incassata valle del Giovenco sfruttando, per così dire, la continuazione verso SE della stessa "Superficie di Pescina", e si scende verso il paese.

Alle prime case in corrispondenza di una cava a un tornante verso destra è previsto lo **stop 2**. Nella cava si può osservare come i materiali ciottolosi di cui è costituito il rilievo, verosimilmente trasportati dal Giovenco e depositi allo sbocco del fiume nella piana, non pendono come dovrebbero verso il Fucino ma verso la montagna, cioè mostrano lo stesso comportamento osservato per la superficie sommitale. Pochi metri più avanti sul ripido versante a destra lungo la strada lo stesso fenomeno interessa un livello di argille e limi chiari di origine lacustre.

Arrivati a Pescina si continua a sinistra per la S.S. N. 83 Marsicana e si prosegue su questa fino a imboccare il bivio per S. Benedetto dei Marsi. Attraversato quasi tutto il paese si giunge alla piazza dove si trova il monumento ai caduti delle due guerre. Appena all'entrata della piazza sulla destra si potrà notare uno dei monumenti recanti l'immagine della Madonna posti lungo il bordo dell'ex-lago Fucino e utilizzati come caposaldi di livellazione (vedi il Paragrafo 3; punto N. 9 in Figura 2). In questo punto il terremoto produsse un abbassamento di 33 centimetri.

Superata la piazza, al bivio con la Strada Circumfucense si gira a sinistra verso Ortucchio. Dopo 100-200 metri, superate le ultime case del paese (**stop 3**), nei campi coltivati sulla destra si può notare una lieve inflessione, una anomalia nella perfetta orizzontalità dei campi coltivati, che continua per qualche centinaio di metri più o meno parallela alla strada (Foto 1). Questo scalino, descritto prima da *Oddone* e successivamente da tutti i ricercatori che hanno studiato in dettaglio la geologia del Fucino, è quanto rimane della rottura formatasi durante il terremoto del 1915 (vedi il Paragrafo 3 e le Figure 1 e 3). Sul lato opposto della Circumfucense è ancora molto evidente una scarpata alta un paio di metri che costituiva il bordo del lago Fucino nel 1862, subito prima del prosciugamento. Essa infatti continua verso S. Benedetto sempre con andamento parallelo alla strada passando anche per il punto in cui è stata posta la "Madonna" descritta in precedenza. In alcuni punti la scarpata è caratterizzata da più scalini paralleli, a testimonianza di diverse fasi di avanzamento e ritirata delle acque del lago.

Proseguendo quindi per Ortucchio si giunge allo **stop 4**. Sul lato del Castello Piccolomini che guarda verso il Fucino, accanto all'antico arco che permetteva l'accesso via acqua al castello, una targa in pietra testimonia il livello raggiunto dalle acque prima del prosciugamento del lago (Foto 3). Anche questa targa fu usata come caposaldo nella livellazione successiva al terremoto del 1915 (N. 12 in Figura 2). Ne risultò un abbassamento di 42 centimetri.

Lasciata la Strada Circumfucense si prosegue lungo la strada che da Ortucchio porta a Lecce dei Marsi. Sul lato sinistro della strada, poco prima di arrivare in località Madonna del Pozzo, si trova un'altra delle "Madonne" poste dal Principe Torlonia sul bordo del lago (Foto in frontespizio). Questo monumento (N. 11 in Figura 2) fece registrare un abbassamento di 54 centimetri.

Tornando verso Ortucchio ma prima di arrivare in paese si gira a destra in direzione di San Venziano. Giunti al bivio con la S.S. N. 83 Marsicana ci si dirige a destra e, oltrepassata Gioia dei Marsi, si punta verso Pescasseroli. La strada si arrampica sul versante consentendo di godere di un'ottima panoramica della Piana. In corrispondenza di una curva a gomito verso destra, circa 200 m dopo il km 21, si trova sulla sinistra un viottolo che conduce a uno spiazzo, purtroppo utilizzato come discarica, dove è previsto lo **stop 5**. Guardando verso NE si domina nella sua interezza la rottura prodotta dal terremoto del 1915, dalla estremità meridionale fino a Celano. Lungo il versante occidentale del M. Serrone, fino quasi a Sperone, la rottura ha interessato rocce calcaree ed è ancora oggi chiaramente visibile come una fascia biancastra che interrompe la continuità del pendio. A questo punto si torna indietro ripercorrendo la S.S. N. 83 Marsicana che, superate le ultime case di Gioia dei Marsi e il bivio per Casali d'Aschi, corre per circa 1 km in posizione leggermente rilevata rispetto ai campi sulla destra della strada. Addossata alla montagna oltre l'abitato di Casali d'Aschi c'è la rottura principale, mentre la Marsicana corre in corrispondenza di una piccola rottura secondaria. Tale rottura è orientata come la principale ma, al contrario di questa, determina l'abbassamento del blocco nordorientale rispetto a quello sudoccidentale con deformazioni di piccola entità (Figura 3).

Infine, proseguendo lungo la strada verso Pescina, tra il km 13 e il 12 è possibile osservare sulla destra ancora ben conservata la rottura principale prodotta dal terremoto del 1915, che appare come una scarpata alta circa 50 cm che interessa i depositi alla base del versante montuoso.

Riteniamo in questo modo di fornito una serie di spunti per osservazioni che possono essere condotte facilmente e in poco tempo. Coloro i quali fossero interessati ad approfondire il tema possono far riferimento alle pubblicazioni più specialistiche elencate nella bibliografia.

Nota. Le pubblicazioni citate in questa bibliografia possono essere di difficile reperibilità. Esse sono comunque tutte disponibili presso la sede di Roma dell'Istituto Nazionale di Geofisica.

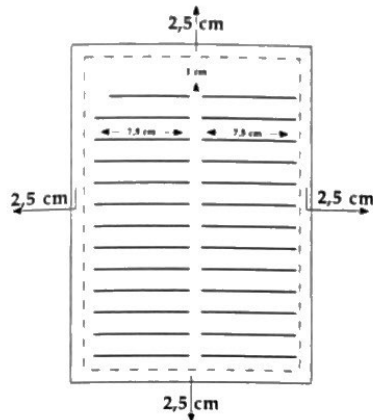
Bibliografia

- Benco, E. (1939). *Le terrazze quaternarie della regione fucense e i loro rapporti con i fenomeni orogenetici nella Marsica (Appennino Abruzzese)*, Bollettino della Società Geologica Italiana, 58, 77-104.
- Bosi, C., F. Galadini e P. Messina (1993). *La conca del Fucino: morfo-litostratigrafia*. in: Guida all'escursione alle conche intermontane dell'Appennino laziale-abruzzese organizzata dall'AIQUA (Associazione Italiana per lo Studio del Quaternario), 15-18 settembre 1993, .
- Brisse, A., e L. De Rotrou (1876). *Desséchement du lac Fucino*, edizione francese e inglese. Anche disponibile nella versione italiana: *Prosciugamento del lago Fucino fatto eseguire da S. E. il Principe Alessandro Torlonia. Descrizione storica e tecnica in due volumi e un Atlante* (1883), ristampa a cura di U.M. Palanza e S. D'Amato, Avezzano.
- Galadini, F., P. Galli e C. Giraudi (1997). *Geological investigations on Italian earthquakes: new paleoseismological data from the Fucino Plain (Central Italy)*, Journal of Geodynamics, 24, 87-103.
- Galadini, F., e P. Galli (1996). *Paleoseismicity related to deformed archaeological remains in the Fucino Plain. Implications for subrecent seismicity in Central Italy*, Annali di Geofisica, 24, n. 5.
- Loperfido, A. (1919). *Indagini astronomiche e geodetiche relative al fenomeno sismico nella Marsica*, Atti Lavori Pubblici, pp. 95.
- Michetti, A.M., F. Brunamonte, L. Serva e E. Vittori (1996). *Trench investigations of the 1915 Fucino earthquake fault scarps (Abruzzo, central Italy): geological evidence of large historical events*, Jou. Geophys. Res., 101, 5921-5936.
- Oddone E. (1915). *Gli elementi fisici del grande terremoto marsicano-fucense*, Bollettino della Società Sismologica Italiana, 19, 71-291.
- Serva, L., A. M. Blumetti e A. M. Michetti (1986). *Gli effetti sul terreno del terremoto del Fucino (13 gennaio 1915); tentativo di interpretazione della evoluzione tettonica recente di alcune strutture*, Memorie della Società Geologica Italiana, 35, 893-907.
- Ward, S. N., e G. Valensise (1989). *Fault parameters and slip distribution of the 1915, Avezzano, Italy earthquake derived from geodetic observations*, Bull. Seism. Soc. Am., 79, 690-710

NOTE TECNICHE PER GLI AUTORI

Margini documento:

destro: 2,5 cm
sinistro: 2,5 cm
alto: 2,5 cm
basso: 2,5 cm



Frontespizio:

titolo: times, corpo 16, maiuscolo, neretto, centrato, interlinea 18 pt, a toccare la prima riga di pagina
autori: times, corpo 12, nome per esteso, cognome, virgola "e", altro autore, centrato, interlinea 12 pt, n. 2 andate a capo dal titolo
affiliazione autori: times, corpo 10, italico, centrato, interlinea 12 pt, n. 1 andate a capo dagli autori
affiliazioni multiple o diverse: usare simboli come da esempio



Testo:

carattere: times
corpo: 11
interlinea: 12 pt
indentatura capoversi: 1 cm verso l'interno
numerazione pagine: carattere times, corpo 11, centrato, a fine pagina

testo in due colonne:



Colonne:

distanza tra le colonne: 1 cm

Running header: a partire da pagina 2

carattere: times, centrato
corpo: 9
autori: carattere normale
titolo: carattere corsivo (se troppo lungo va concluso con "...")
riga sotto l'header: sottile, 3 pt dal testo dell'header

esempio running header:

Massimo Cocco e Michele Dragoni: Studi preliminari sulla sequenza sismica...

Titoli paragrafi e sottoparagrafi:

Paragrafo:

stile: times, corpo 12, minuscolo, neretto, bandiera a sinistra
esempio numerazione: 1.
distanza dal testo precedente: n. 2 andate a capo
distanza del testo dal titolo del paragrafo: n. 1 andate a capo

Sottoparagrafo:

stile: times, corpo 12, minuscolo, neretto, bandiera a sinistra
esempio numerazione: 1.1.
distanza dal testo precedente: n. 2 andate a capo
distanza del testo dal titolo del sottoparagrafo: n. 0 andate a capo

Sotto-sottoparagrafo:

stile: times, corpo 12, minuscolo, neretto, bandiera a sinistra
esempio numerazione: 1.1.1.
distanza dal testo precedente: n. 2 andate a capo
distanza del testo dal titolo del sottosottoparagrafo: n. 0 andate a capo

Citazioni: fra parentesi quadre

carattere: times

corpo: 11

nomi: stile corsivo

anno: stile normale

esempi citazioni: [Bianchi e Rossi, 1992] - [Crosson et al., 1991]

Bibliografia:

carattere: times

corpo: 10

interlinea: 10 pt

indentatura capoversi: 1 cm verso l'esterno

esempio bibliografia:

- Crosson, R.S., M. Martini, R. Scarpa e S.C. Key (1996). *The Southern Italy earthquake of the 23 November 1980: an unusual pattern of faulting*. Bull. Seismol. Soc. Am., 76, 395-407.
- Pantosti, D. e G. Valensise (1990). *Source geometry and long term behavior of the 1980 fault based on field geologic observations*. in: Proceedings November 1990 (Istituto Nazionale di Geofisica, Roma), 45-50.
- Panza, G.F. e P. Suhadolc (1989). *Realistic simulation and prediction of strong ground motion*. In: Computer and Experiments in Stress Analysis, a cura di G.M. Carlomagno e C.A. Brebbia, Springer Verlag, Berlin, Vol. 1, 3-10.
- Trenhail, A.S. (1987). *The Geomorphology of the Rocky Coast*. Clarendon Press, London, 3-15.
- Ward, S.N. e S.E. Barrientos (1986). *Inversion for slip distribution and fault shape from geodetic observations of the 1983. Borah Peak, Idaho, earthquake*. J. Geophys. Res., 91, 4909-4919.

Figure: solo in bianco e nero (salvo eccezioni da concordare)
didascalie: times, corpo 11, interlinea pt 12, "Figura" in neretto, numero figura in neretto, punto, n. 2 spazi, inizio testo, indentatura a filo testo.

esempio didascalia:

Figura 1. Distribuzione cumulativa del numero di terremoti dal 4 settembre al 28 ottobre 1997.

Progetto editoriale

Francesca Di Stefano e Gianluca Valensise

Realizzazione grafica di copertina

Daniela Riposati

Stampa anastatica eseguita da: Partenone Luciano - V.le Leonardo da Vinci, 285 - 00145 Roma - Tel. 06 - 5414008
Finito di stampare 30 maggio 1998

