

GIS PER IL MONITORAGGIO AMBIENTALE A SEGUITO DI FAGLIAZIONE SUPERFICIALE NELL'AREA ETNEA

Luca FERRELI (*), Pio DI MANNA (*), Roberto SERAFINI (*), Leonello SERVA (*), Eutizio VITTORI (*), Sergio MARINO (**), Antonino BRANCATO (***), Domenico BELLA (^), Giuseppe FILETTI (^^)

(*) APAT – Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici – Dipartimento Difesa del Suolo, Via Vitaliano Brancati 48 – 00144 Roma, luca.ferreli@apat.it, eutizio.vittori@apat.it.

(**) ARPAS - Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Sicilia.

(***) Reparto Chimico Dipartimento Provinciale di Catania dell'ARPA Sicilia.

(^) Centro Scientifico per l'Ambiente, Acireale – Catania.

(^^) Genio Civile di Catania.

Riassunto

I danneggiamenti registrati sulle strutture antropiche a seguito degli eventi vulcano-tettonici etnei del 2002 hanno ancora una volta messo in evidenza l'esigenza di definire la vulnerabilità di strutture di primaria importanza quali le *lifelines*. Pertanto, è stata impostata una banca dati contenente informazioni relative alle faglie capaci (es. geometria, tassi di scorrimento, sismicità associata), estratte dal *database* ITHACA dell'APAT, e alla rete acquedottistica dell'intero apparato vulcanico etneo. I dati, gestiti in un GIS, rappresentano un'importante base di lavoro per la mitigazione dei rischi ambientali connessi ai fenomeni di fagliazione superficiale.

Abstract

Coseismic surface faulting events and creep phenomena are responsible for heavy effects on human structures, such as buildings, roads, railways and lifelines. Particularly, the survey of the ground effects caused by the October 2002, M. 4.4, S. Venerina volcano-tectonic events, jointly performed by APAT and the Sicilian environmental agency (ARPA) has pointed out three NNW-SSE trending belts of surface faulting. The surface faulting damaged the water supply network in many sectors.

To provide a useful tool for the reduction of the environmental effects of faulting, APAT is now compiling a georeferenced database, where capable faults and water supply as well as other environmentally-sensible networks can be overlapped and intersections (zones of expected peak damage and failure) easily evidenced. It is clear how such data represent a fundamental tool, when facing the problem of land planning in such vulnerable zones and during the emergency, when it is crucial for the environmental agency to quickly verify the integrity of the water network and find the ruptured and leaking points.

Introduzione

A seguito degli eventi vulcano-tettonici etnei avvenuti nel 2002, l'APAT e l'ARPA Sicilia, in collaborazione con altre strutture di ricerca, hanno avviato rilevamenti nell'area epicentrale per la definizione della distribuzione degli effetti sul terreno prodotti dalla sequenza sismica e gli eventuali danneggiamenti sulla locale rete di distribuzione idrica ad uso potabile. La campagna dei

rilevamenti ha consentito di individuare e caratterizzare alcune fasce di fratturazione del terreno e definire i settori a maggiore esposizione delle strutture acquedottistiche, in corrispondenza dei quali sono state poi effettivamente riscontrate lesioni delle condutture. L'esperienza sul campo ha suggerito l'utilità di disporre, vista la frequenza degli eventi vulcano-tettonici nell'area, di uno strumento informativo che contenga da un lato dati sulle faglie in grado di produrre rigetti significativi permanenti della superficie topografica in un intervallo di tempo di interesse sociale (faglie capaci) e dall'altro le informazioni disponibili sulle reti di distribuzione dei servizi con elevata sensibilità ambientale (acquedotti, metanodotti, oleodotti, etc...).

Effetti al suolo e sulle strutture acquedottistiche a seguito dell'evento sismico del 2002

Il fianco orientale del Monte Etna è stato interessato durante l'autunno del 2002 da un'intensa attività vulcano-tettonica, che ha visto il suo apice con l'evento sismico del 29/10/2002. Tale evento ha raggiunto una Magnitudo Md pari a 4,4 con una profondità ipocentrale inferiore ai 500 metri (Azzaro, 2002). Gli effetti macrosismici prodotti sono stati massimi tra S. Venerina e Guardia, con un'intensità pari all'VIII grado MSK. I dati registrati presso le stazioni sismiche hanno permesso di ricostruire un allineamento degli epicentri in direzione Nord Ovest – Sud Est e i meccanismi focali di alcuni degli eventi principali, riferibili a movimenti di tipo trascorrente destro (INGV U.F. Sismologia Catania). Immediatamente dopo l'evento, è stata condotta nell'area epicentrale una campagna di rilievi speditivi che hanno consentito di cartografare gli effetti al suolo e i danneggiamenti provocati dal sisma, beneficiando dell'esperienza già maturata dall'Agenzia nella caratterizzazione delle faglie capaci (faglie in grado di produrre rigetti significativi permanenti della superficie topografica in un intervallo di tempo di interesse sociale) nell'area etnea. Gli effetti al suolo prodotti dal sisma sono rappresentati da tre fasce di fratturazione superficiale, orientate nell'insieme NNO–SSE, ampie da pochi metri a una trentina di metri e lunghe fino a 5 km circa, che hanno coinvolto colate laviche storiche e vulcaniti indifferenziate del Pleistocene medio – Olocene (Figura 1).

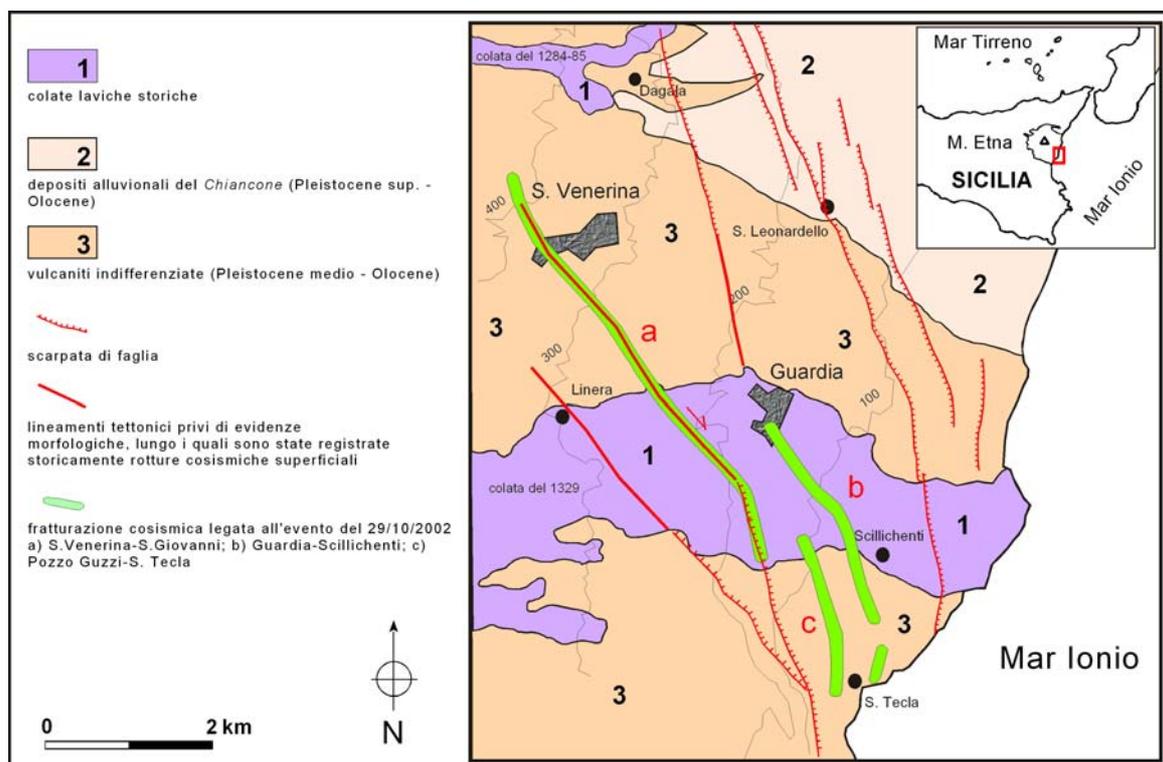


Figura 1 – Fratturazione cosismica legata all'evento sismico del 29/10/2002.

I rilevamenti effettuati hanno consentito di definire gli effetti del sisma sulle strutture antropiche e in particolare i danneggiamenti della rete idrica locale. Quest'ultima ha registrato i danni più rilevanti in corrispondenza delle tre fasce di fratturazione superficiale cosismica sopra citate. L'attività descritta è stata di supporto ai sistematici controlli sanitari, eseguiti dall'Unità Operativa di Igiene Pubblica sulle acque per uso potabile in corrispondenza dei pozzi e dei punti di recapito delle stesse, con lo scopo di individuare eventuali contaminazioni in corrispondenza delle tubazioni soggette a rottura.

Esposizione della rete acquedottistica da fagliazione superficiale

L'esperienza maturata in occasione dell'evento sismico del 2002 ha evidenziato l'esigenza di disporre di uno strumento informativo che permetta agli organi preposti (il Reparto Chimico del Dipartimento Provinciale di Catania dell'ARPA Sicilia, i diversi Distretti di Igiene Pubblica e altre eventuali Autorità locali interessate) di effettuare in fase emergenziale un più rapido ed efficiente monitoraggio della disponibilità e qualità delle acque ad uso potabile. E' stato di conseguenza avviato uno studio mirato a definire l'esposizione della rete acquedottistica (intesa come definizione dei settori della rete che possono essere influenzati direttamente o indirettamente dall'evento naturale) presente sul territorio per effetto della fagliazione superficiale, attraverso la realizzazione di una banca dati in ambiente GIS contenente la distribuzione della rete di alimentazione idrica ad uso potabile dell'area etnea e la localizzazione spaziale delle faglie capaci.

All'inizio degli anni '70, per una corretta analisi della sicurezza sismica dei siti nucleari, è stato introdotto il concetto di faglie capaci, come sottoinsieme delle faglie attive. Le faglie capaci, così come definite dalla IAEA (Rapporto IAEA, 1991), sono faglie che presentano un potenziale significativo di dislocazione in corrispondenza o in prossimità della superficie topografica. I fenomeni di fagliazione superficiale sono generalmente legati a forti rilasci di energia sismica, quindi a terremoti potenzialmente distruttivi. Tuttavia la definizione di faglia capace include anche movimenti lenti, "asismici", in corrispondenza della superficie topografica.

L'APAT, in collaborazione con altre strutture di ricerca, ha avviato da diversi anni il progetto ITHACA (Italy Hazard from Capable Faults), che ha come finalità l'individuazione delle faglie capaci presenti sul territorio nazionale, la loro caratterizzazione in termini geologici, sismici, geomorfologici, la compilazione di una banca dati informatica e della relativa rappresentazione cartografica in ambiente GIS (Vittori et al., 1997; Figura 2). La base di dati ITHACA (contenente più di 1.500 faglie) è stata costruita a partire dall'analisi dei dati di letteratura e cartografici esistenti, integrata da studi e verifiche di terreno condotti ex novo. I dati sismologici, geodetici, topografici, paleosismologici e geomorfologici raccolti a seguito degli eventi ha permesso di definire dei metodi e tecniche di indagine sufficientemente validi ed estensibili per l'applicazione e la classificazione delle faglie sulla base di criteri di "evidenza di capacità" diretta, paleosismologica e geomorfologica. Il grado di conoscenza delle faglie capaci non è purtroppo omogeneo per l'intero territorio italiano. Esistono infatti alcuni settori dove le conoscenze relative al potenziale di fagliazione superficiale risultano lacunose, in assenza di specifiche indagini tra cui quelle di tipo paleosismologico.

I dati delle faglie capaci etnee riportati in questo documento, estratti dalla banca dati ITHACA, sono relativi a: localizzazione spaziale, caratterizzazione geometrica e cinematica, distribuzione dell'attività nel tempo, attendibilità e qualità dei dati, come indicato in Figura 3. Anche per l'area etnea, le informazioni sono state dedotte sulla base dell'analisi dei dati di letteratura, integrate da indagini condotte direttamente in campagna.

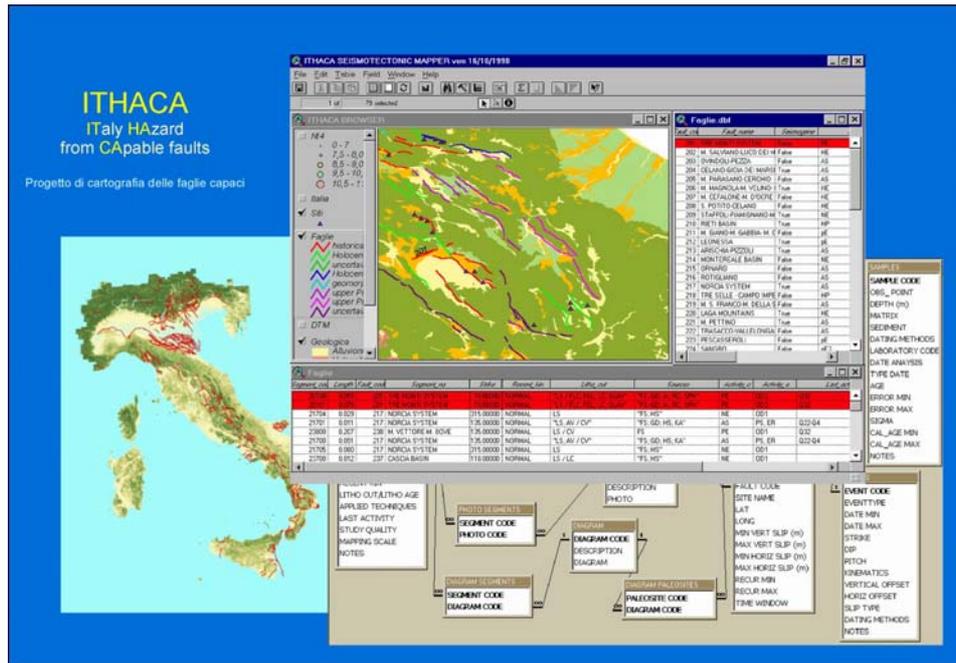


Figura 2 - Schermata della banca dati informatica ITHACA.

CODE	Codice numerico identificativo
NAME	Nome
SYSTEM_NAME	Nome del sistema di appartenenza
STRIKE	Direzione in superficie, espressa in gradi (regola della mano destra)
DIP	Inclinazione in superficie, espressa in gradi
LENGTH	Lunghezza in superficie, espressa in km
SCALE	Scala alla quale è stato cartografato l'elemento (fornisce informazioni sull'affidabilità dell'ubicazione)
KINEMATICS	Cinematica (reverse, reverse oblique, oblique reverse, strike slip, oblique normal, normal oblique, normal) e verso (dx, sx)
LITHO_CUT	Litologia dei depositi superficiali dislocati; CV) colluvioni; Vo) vulcaniti; AV) alluvioni fini; CG) conglomerati; CLM) emipelagiti e pelagiti; Tr) torbidiiti
APPLIED_TE	Tipologia delle indagini utilizzate per la caratterizzazione dell'attività; FS) rilievo di campagna; HS) analisi della sismicità storica; PAL) paleosismologia; GM) geomorfologia; RES) telerilevamento; GD) geodetica; GP) geofisica
EVIDENCE_F	Evidenze che hanno permesso la caratterizzazione dell'attività; EQ) terremoto; CR) creep; PS) paleosismologiche (dislocazione depositi Pleistocene sup. - Olocene); QA) geomorfologiche (dislocazione depositi Pleistocene - Olocene)
LAST_ACTIV	Età dei depositi superficiali più recenti dislocati; Q43) storica; Q42) 3.000 - 9.000; Q41) 9.000 - 15.000; Q33) 15.000 - 22.000; Q32) 22.000 - 50.000; Q31) 50.000 - 125.000
RELIAB	Affidabilità dei dati associati all'elemento; A) alta; B) media; C) bassa
STUDY_QUAL	Qualità delle ricerche eseguite per la caratterizzazione dell'elemento; HIGH) alta; FAIR) media; LOW) bassa

Figura 3 - Informazioni relative alle faglie capaci dell'Etna, estratte dalla banca dati ITHACA.

Le faglie sono localizzate principalmente lungo il versante orientale del vulcano e prevalentemente appartengono al Sistema delle Timpe, costituito da una serie di strutture distensive a prevalente direttrice NNO-SSE (Figura 4). L'intensità dei processi deformativi in atto (i tassi di deformazione annui sono spesso millimetrici e in qualche caso anche centimetrici) è rivelata da chiare evidenze geomorfologiche che si sviluppano in corrispondenza delle linee di faglia (Monaco et al., 1997), da una elevata sismicità che produce effetti sulle strutture antropiche anche distruttivi (Imax IX - X MSK) (Azzaro et al., 1989) e da intensi eventi di dislocazione in regime di *creep*. L'attività delle faglie si ripercuote inevitabilmente sulle diverse strutture antropiche presenti nel territorio. Continui danneggiamenti vengono infatti registrati in corrispondenza di strade, autostrade, abitazioni, scuole, rete di distribuzione idrica, etc..

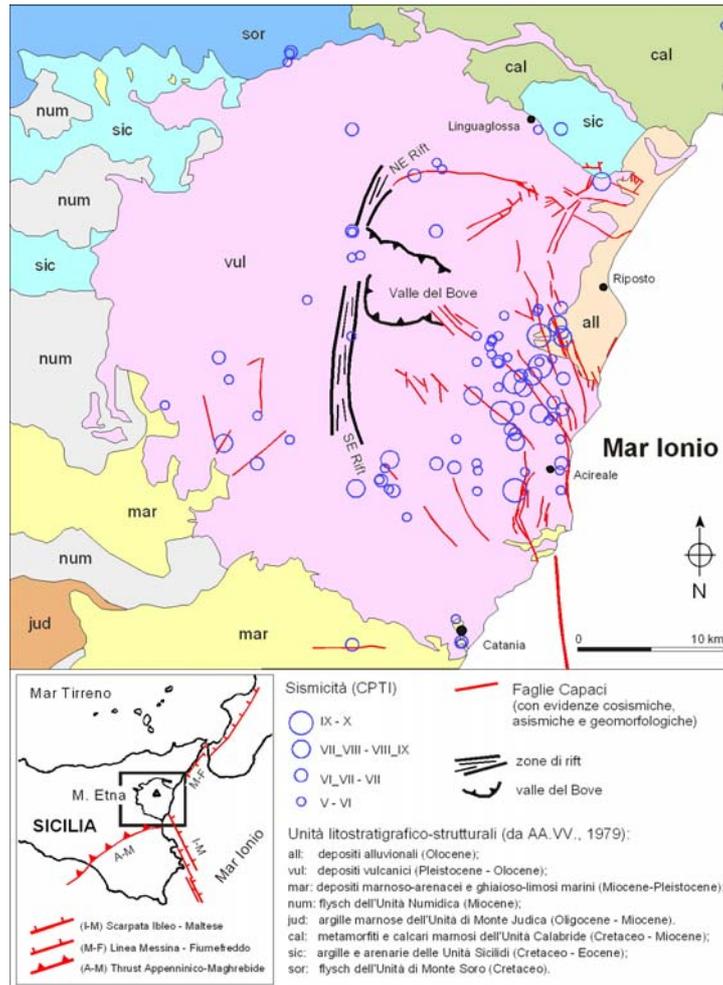


Figura 4 - Distribuzione delle faglie capaci dell'apparato vulcanico etneo (da ITHACA).

In merito alla rete di distribuzione idrica ad uso potabile, sono state raccolte, presso gli enti gestori e l'Ufficio del Territorio e della Protezione Civile della Provincia di Catania, informazioni relative alle opere puntuali (pozzi, sorgenti, serbatoi, vasche, etc.) e a quelle a sviluppo lineare (gallerie, condotte di adduzione e di distribuzione). I dati disponibili, riguardanti distribuzione spaziale, caratteristiche costruttive, dimensioni, portate e Comuni serviti, sono stati organizzati una banca dati georiferita (Figura 5). La sovrapposizione delle informazioni relative alle faglie capaci e alla rete idrica permette oggi, pur se preliminarmente, di individuare per l'area etnea i settori della rete idrica potenzialmente soggetti, in un prossimo futuro (di interesse sociale), a deformazioni di rilievo. La conoscenza della localizzazione delle faglie capaci ad attività cosismica consentirà agli enti preposti di concentrare, soprattutto in fase emergenziale, controlli sulle potenziali rotture della rete e conseguenti monitoraggi sulla qualità delle acque. L'ubicazione delle faglie con attività di tipo *creep* permetterà di definire le aree in cui predisporre verifiche periodiche sulle deformazioni lente e continue della stessa rete, anche in assenza di situazioni emergenziali.

Conclusioni

Il presente studio evidenzia come, sebbene ancora in fase preliminare, l'insieme delle informazioni contenute nel database ITHACA può rappresentare un importante strumento applicativo per la valutazione della vulnerabilità ambientale associata a movimenti superficiali lungo segmenti di faglia. Nelle regioni sismicamente attive, come quella italiana, la conoscenza della distribuzione,

dell'entità (in termini di tassi di attività) e della natura dei fenomeni di fagliazione superficiale costituisce, chiaramente, un elemento essenziale per la mitigazione del rischio sismico, la difesa del suolo e uno strumento fondamentale nelle attività di pianificazione territoriale e la progettazione di opere strategiche.

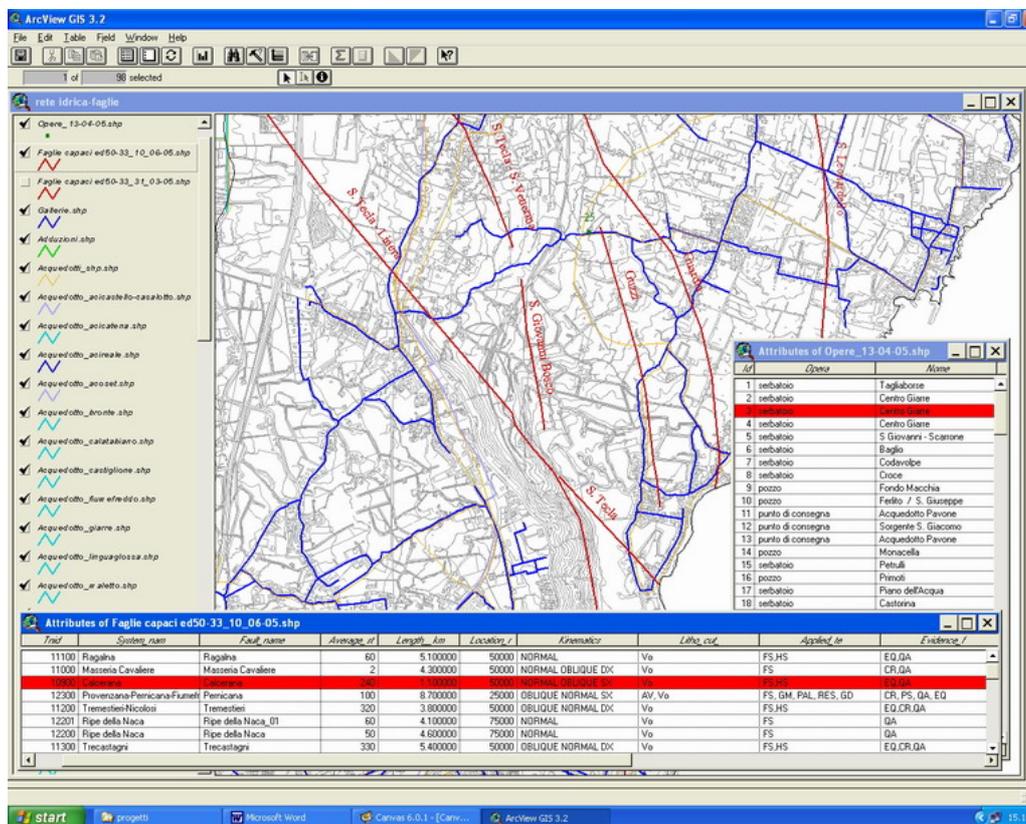


Figura 5 - Schermata della banca dati delle faglie capaci e della rete acquedottistica.

Bibliografia

- Azzaro R. (2002), "Note integrative sul terremoto etneo del 29-10-02, ore 11:02 (loc.) area epicentrale Bongiaro", *Relazione del 30/10/02*, <http://www.ingv.it>.
- Azzaro R., Lo Giudice E. & Rasà R. (1989), "Catalogo degli eventi macrosismici e delle fenomenologie da creep nell'area etnea dall'agosto 1980 al dicembre 1989", *Boll. GNV*, 1: 13-46.
- IAEA (1991), "Earthquakes and associated topics in relation to nuclear power plant siting", *Int. Atomic Energy Agency, Safety Series*, No. 50-SG-S1 - Rev. 1.
- Monaco, C., Tapponnier, P., Tortorici, L. and Gillot, P.Y. (1997), "Late Quaternary slip rates on the Acireale-Piedimonte normal faults and tectonic origin of Mt. Etna (Sicily)", *Earth Planet. Sci. Letters*, 147: 125-139.
- Vittori E., Maschio L., Ferrelli L., Michetti A. M., & Serva L. (1997), "Carta e base di dati delle faglie capaci per l'Italia centro-meridionale: presentazione e stato di avanzamento del progetto ITHACA", *Il Quaternario*, 10 (2) 1997: 305-321.