



REGIONE SICILIANA
PRESIDENZA



PRESIDENZA
DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI
DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE




Commissario Delegato per l'Emergenza Bonifiche
e la Tutela delle Acque in Sicilia

PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE DELLA SICILIA

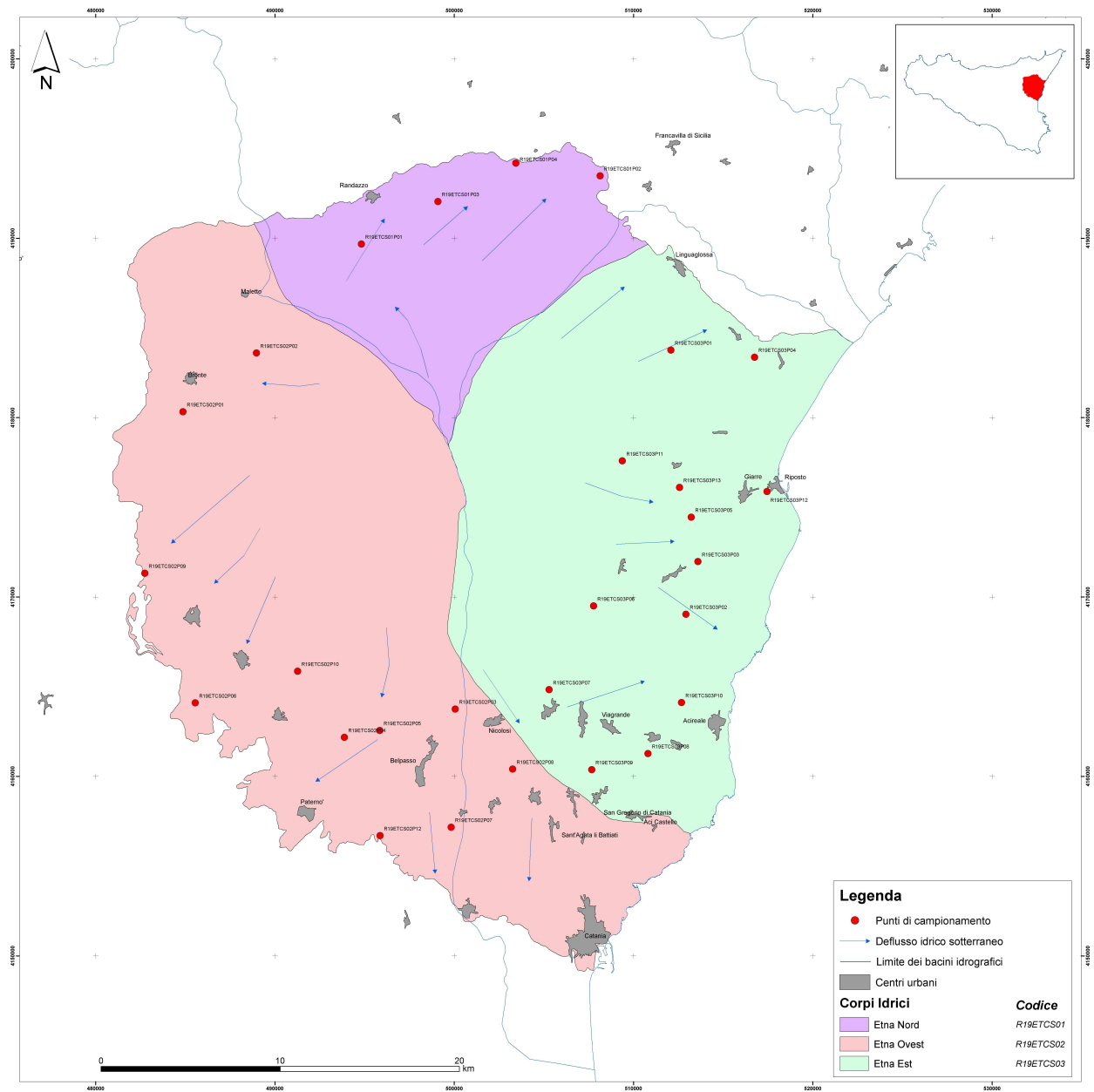
(di cui all'art. 121 del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n° 152)



Bacino idrogeologico Monte Etna (R19ET)

COORDINAMENTO GENERALE A CURA DI	DOCUMENTO	REDATTO DA	DATA	APPROVATO
 SOCIETÀ GESTIONE IMPIANTI IDRICI Unità Operativa di Palermo	D.02.03	I.N.G.V	DICEMBRE 2007	

Bacino idrogeologico dell'Etna 2^a Campagna di Monitoraggio



BACINO IDROGEOLOGICO DELL'ETNA

Inquadramento geografico e geomorfologico

Il Monte Etna, con un perimetro di circa 250 km ed un'altezza di 3350 m s.l.m., è il più alto vulcano attivo d'Europa ed occupa un'area del settore orientale della Sicilia, su una superficie di circa 1500 km². Esso costituisce un'unità territoriale del tutto tipica e differenziata dagli ambienti circostanti per condizioni geografiche, morfologiche, climatiche e geologiche. L'Etna rappresenta, infatti, un rilievo isolato, delimitato a Nord dalla valle del Fiume Alcantara, ad Ovest dal Simeto, a Sud dalla Piana di Catania e ad Est dalla costa ionica.

La sua imponenza non è dovuta soltanto alle dimensioni dell'apparato vulcanico ma anche alla morfologia del substrato sedimentario sul quale si appoggia e che sotto il vulcano raggiunge quote superiori a 1000 metri sul livello del mare.

La morfologia è generalmente dolce, con un profilo concavo, ma al di sopra dei 1800 m aumenta di almeno 20° (GUEST, 1982). La parte sommitale è stata troncata in diverse occasioni da importanti collassi calderici ed il loro riempimento ad opera di colate più recenti ha dato luogo ad una piattaforma sulla quale è costruito il cono terminale.

La regione etnea può essere divisa schematicamente in tre fasce principali situate a quote differenti in funzione delle caratteristiche morfologiche e climatiche: la "fascia pedemontana", detta anche delle "sorgive", si estende dal livello del mare fino a quota 600 m, caratterizzata da pendii abbastanza dolci e talora interrotti da superfici sub-pianeggianti. La seconda fascia altimetrica, "zona boschiva", estesa da quota 600 m a quota 1900-2000 m, risulta caratterizzata da pendii più accentuati con frequenti bruschi dislivelli. Una terza fascia infine, la cosiddetta "regione desertica" comprendente le quote più elevate fino alla sommità del cono vulcanico, è caratterizzata da pendii molto ripidi che culminano in maniera concentrica nel cratere centrale ed in quello NE.

La piattaforma pedemontana si adegua alla morfologia del substrato sedimentario ed è troncata, alla quote più basse, da vari ordini di terrazzi fluviali (versante sud-occidentale) e marini (versante sud-orientale). L'omogeneità e la continuità di questa zona, soprattutto lungo il versante orientale, sono interrotte a tratti dalle "timpe", scarpate subverticali, che superano i 200 m di rigetto e raggiungono qualche km di lunghezza.

Questi elementi geomorfologici, generalmente orientati secondo una direzione NNW-SSE, indicano la presenza di sistemi di faglie riconducibili a stress di carattere regionale.

Sullo stesso versante, nella zona compresa tra gli abitati di Riposto, Pozzillo e S. Venerina, affiora il “Chiancone”, una formazione detritico-alluvionale caratterizzata da una morfologia blandamente ondulata, che degrada dolcemente verso la costa con una pendenza media del 5%.

Oltre i 600 metri, nella zona boschiva, si hanno pendii sempre più ripidi, con frequenti e brusche variazioni di pendenza, sebbene non manchino aree poco acclivi con contorni regolari (Piano Provenzana).

Un altro elemento morfologico significativo, anche per gli aspetti idrogeologici, è rappresentato dalla vasta depressione della Valle del Bove, sul versante orientale del vulcano, nella quale si è riversata l'eruzione del 1991-93. La sua origine è legata, almeno in parte, a successivi collassi calderici.

In questa fascia, lungo tutto il perimetro del vulcano, sono presenti numerosi “coni avventizi” costituiti da accumuli di materiali piroclastici (scorie) attorno a bocche eruttive eccentriche. La distribuzione dei coni parassiti e delle fratture eruttive loro associate sembra legata all'orientamento delle principali strutture tettoniche regionali.

La morfologia dei versanti etnei è inoltre legata alle caratteristiche litologiche dei prodotti effusivi ed alla loro età di formazione. Le colate laviche recenti, poco diffuse sui bassi versanti del cono vulcanico, sono ben riconoscibili per la loro superficie scoriacea, priva di vegetazione, che conferisce al paesaggio una morfologia aspra e irregolare. Nella zona pedemontana, costituita dai prodotti vulcanici più antichi, le forme sono più addolcite dall'azione di degradazione degli agenti esogeni e da una rigogliosa vegetazione.

Nella zona ricoperta dalle lave non esiste un sistema idrografico superficiale ben delineato a causa dell'elevato coefficiente di infiltrazione delle rocce vulcaniche molto permeabili per fessurazione. Deflussi superficiali si verificano solo occasionalmente in relazione a piogge di forte intensità e di lunga durata, lungo incisioni poco evidenti e di scarsa importanza presenti sui bassi versanti del vulcano.

Inquadramento geologico-strutturale

Il Monte Etna è situato nella zona di sutura collisionale tra la Zolla Eurasiatica e quella Africana.

La dinamica di formazione e di sviluppo dell'apparato dell'Etna e la struttura crostale sottostante l'edificio vulcanico sono state descritte da RITMANN (1973), WADGE *et al.* (1975), CRISTOFOLINI *et al.* (1979), SHARP *et al.* (1980) e da GUEST & DUNCAN (1981).

Lo spessore e la viscosità delle lave etnee (WALKER, 1967), il loro carattere petrochimico (CARAPEZZA, 1962; CRISTOFOLINI *et al.*, 1991) e il *trend* di differenziazione (CORSARO & CRISTOFOLINI, 1996-1997) indicano che l'attività magmatica ha origine dal mantello e si è sviluppata in Sicilia orientale in un contesto collisionale a partire dal Miocene sup. (BOSQUET *et al.*, 1987). L'attività dell'Etna rappresenta l'espressione attuale e più settentrionale del vulcanesimo che si è manifestato in continuità spaziale e temporale nella Sicilia centro-orientale (avampaele Ibleo).

In particolare, il vulcanismo etneo s'inquadra in un contesto geodinamico distensivo che ha interessato il margine settentrionale della Placca Africana dal tardo Miocene in poi, dando luogo dapprima alle estese effusioni laviche a prevalente carattere fissurale dei Monti Iblei e successivamente alla costruzione dell'imponente strato-vulcano etneo. Verso Est l'apparato vulcanico si appoggia al bordo della Scarpata Ibleo-Maltese, un fascio di strutture distensive che delimitano il bacino del Mare Ionio producendo un rigetto complessivo di oltre 2000 m (Figura 1).

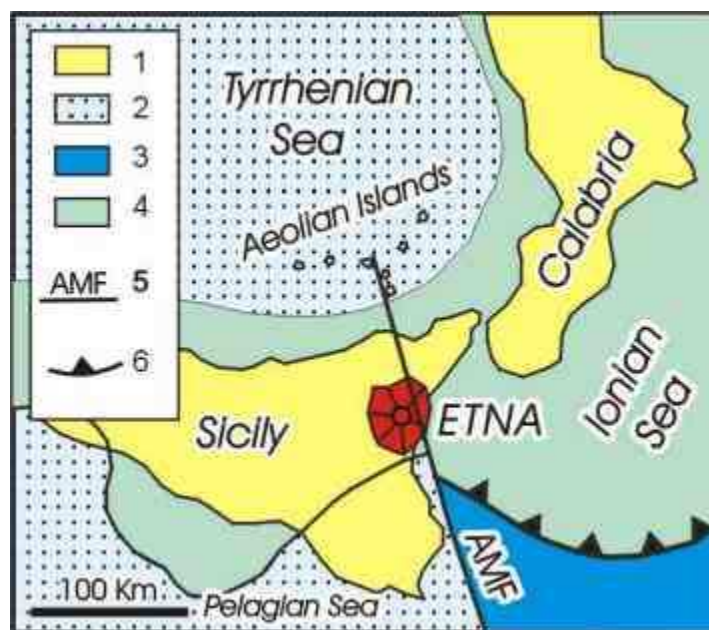


Fig. 1. Quadro geodinamico generale (da Lanzafame et al., 2003, mod.). 1) dominio di crosta continentale; 2) margine continentale e crosta assottigliata; 3) crosta oceanica; 4) Catena Appennino-Maghrebide; 5) AMF, sistema eoliano-maltese; 6) fronte attivo di subduzione.

Il vulcano poggia sopra un substrato sedimentario costituito, nei quadranti Nord ed Ovest, dalle successioni argilloso-torbiditiche mioceniche appartenenti alla catena Appenninico-Maghrebide, mentre nei quadranti Est e Sud si trovano sedimenti argilloso-limosi infrapleistocenici, traslati nella sede attuale nel Pleistocene inferiore-medio (Falda di Gela) e poggiati sulla successione carbonatica iblea. Sotto la parte centrale del vulcano il basamento sedimentario supera i 1000 metri di quota sul livello del mare. Conseguentemente, lo spessore massimo dei prodotti vulcanici supera di poco i 2000 metri.

Nella Fig. 2 sono riportate le curve di livello del substrato ricostruite da dati riportati in numerosi studi idrogeologici condotti da vari enti pubblici e privati (NERI & ROSSI, 2002).

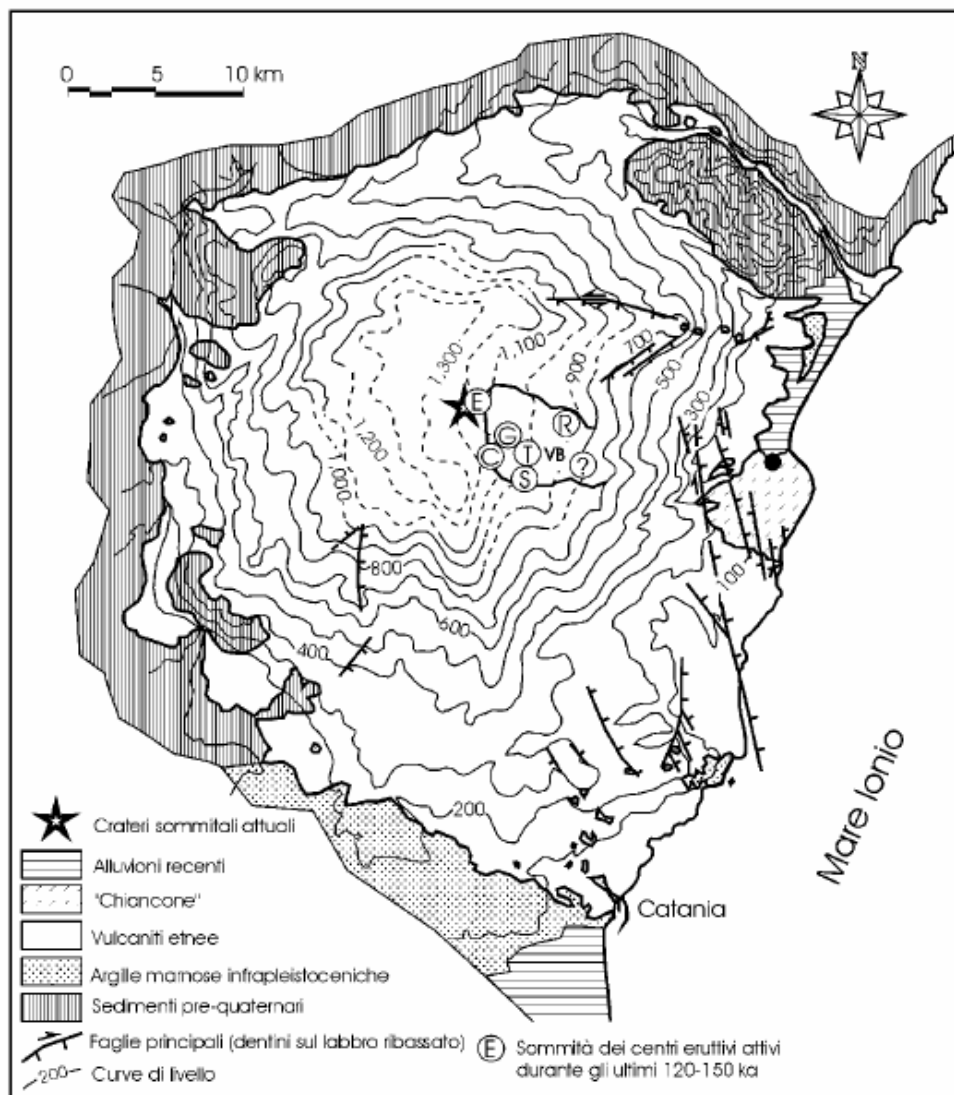


Fig. 2 - Mappa morfologica del substrato etneo (NERI & ROSSI, 2002). Le curve di livello sono tratteggiate nelle zone di dubbia interpretazione. Nella parte centrale della mappa è rimarcata una zona dove sono concentrati i principali sistemi di alimentazione degli apparati vulcanici durante gli ultimi 120-150,000 anni: E=Ellittico; C=Cuvigghiuni; G=Giannicola Grande; S=Salifizio; T=Trifoglietto; R=Rocca Capra; ?=Calanna.

La posizione dei centri eruttivi è estratta da Coltelli et al. [1994], Calvari et al. [1994] e da Romano [1982].

L'Etna possiede una struttura complessa formata da una unità inferiore a scudo ed una superiore tipo strato-vulcano. L'unità a scudo si è impostata sui terreni flyshoidi miocenici a NW, con contemporanee interdigitazioni con i sedimenti pleistocenici a SE. Lo strato-vulcano si è sviluppato poi nella parte mediana, formando un edificio conico che ha subito nel tempo successive fasi costruttive e distruttive.

Sui versanti Nord, Ovest e Sud dell'Etna le vulcaniti, di età quaternaria e recente, sono essenzialmente costituite da colate laviche, con intercalazioni frequenti di brecce e scorie.

Sul versante orientale, invece, le lave si alternano sia con tufi e conglomerati poco permeabili sia con lapilli e sabbie permeabili.

Le vulcaniti affioranti lungo le pendici del monte indicano che l'edificio si è costruito attraverso due stadi di attività (CRISTOFOLINI & ROMANO, 1982). In particolare, dopo un primo stadio di attività, complessivamente a carattere tholeitico, si passa ad una sequenza di manifestazioni definitamente alcaline, che costituiscono la maggior parte del corpo vulcanico etneo.

I flussi lavici sono stati emessi da diversi centri eruttivi, costituiscono una serie alcali-basalto-trachite dominata da varietà intermedie, come le hawaiiiti e le mugeariti basiche, spesso vistosamente porfiriche.

Il complesso dei prodotti vulcanici è costituito alla base da lave originatesi da sistemi eruttivi lineari, con caratteristiche di ambiente submarino nella parte orientale dell'edificio (Acitrezza, Accastello, Ficarazzi) e di ambiente subaereo nella parte occidentale (Adrano, Biancavilla, S. Maria di Licodia, Paternò). Nel primo caso i prodotti sono dati da pillows-lave e brecce ialoclastitiche, nel secondo si tratta di lave compatte a fessurazione colonnare.

A tali prodotti seguono cronologicamente vulcaniti originatesi in prevalenza da sistemi eruttivi centrali e chiaramente appartenenti alla serie degli alcali-basalti, le quali costituiscono: resti di antichi centri eruttivi (Calanna e Trifoglietto I) alle quote più alte, estesi espandimenti lavici talora terrazzati lungo le valli del fiume Simeto ed Alcantara ed evidenti scarpate laviche ("timpe") nelle parti periferiche del vulcano (CRISTOFOLINI, 1974; CRISTOFOLINI & ROMANO, 1982).

L'ulteriore sviluppo dell'attività eruttiva ha dato origine, attraverso diversi centri

più o meno identificati, alla progressiva edificazione dell'imponente massiccio vulcanico con il contributo sia di lave che di piroclastiti, queste ultime costituenti localmente depositi anche di spessore consistente. Le varie fasi di attività si sono alternate con periodi di stasi o di minore emissione di prodotti magmatici, durante i quali si sono verificati processi di smantellamento degli apparati eruttivi con trasporto e deposizione da parte delle acque superficiali dei materiali derivanti da tali processi. In alcune parti del vulcano si sono così formati consistenti depositi di conglomerati sabbiosi interstratificati talora con prodotti piroclastici di colata (lahars) e livelli lavici di spessore diverso (KIEFFER, 1974; ROMANO, 1982).

Nelle zone marginali dell'edificio vulcanico sono presenti coperture detritico-alluvionali che si sovrappongono ai prodotti eruttivi con spessore ed estensione apprezzabili, essendo in parte costituite da elementi lavici e coriacei frammisti ad elementi di rocce sedimentarie.

Il cono etneo propriamente detto si stacca dalla fascia pedemontana con pendii decisamente accentuati a partire da 1500-1600 m, mentre a quote più basse l'edificio vulcanico è caratterizzato da leggeri pendii digradanti verso la periferia degli espandimenti lavici. A quota 2950 m il cono risulta troncato e mostra un ripiano su cui si eleva il cratere centrale fino ad una altezza di circa 3350 m.

Il perimetro del territorio coperto dalle lave misura quasi 180 km, di cui 45 km si sviluppano lungo la costa ionica; la superficie complessiva è di 1100 km², delimitata per $\frac{3}{4}$ da affioramenti di terreni sedimentari costituenti il basamento.

Le unità vulcano-stratigrafiche riconosciute (ROMANO, 1982), dalle più antiche alle più recenti, sono:

- a) *prime manifestazioni eruttive e subaeree* (lave alcaline di base), rappresentate da basalti ad affinità tholeiitica e transizionali;
- b) *Centri eruttivi alcalini antichi* (Vulcano a scudo primitivo?, Monte Po?, CALanna, Trifoglietto I), i cui prodotti sono costituiti da termini poco differenziati della serie alcalina (hawaiiti e tefriti fonolitiche);
- c) *“Trifoglietto s. l.”* (Trifoglietto II, Zoccolaro, Vavalaci, Belvedere, Serra Giannicola Piccola), in cui si ha la presenza di termini evoluti della serie alcalina (mugeariti e benmoreiti);

d) “*Chiancone*”;

e) “*Mongibello s. l.*”: Mongibello antico (Ellittico e Leone), rappresentato in prevalenza da vulcaniti differenziate, e Mongibello recente, in cui si ha un ritorno a termini poco differenziati.

Le manifestazioni eruttive più recenti sono state poste in sequenza cronologica da GUEST *et al.* (1974), ROMANO & STURIALE (1982) e da BUSÀ *et al.* (1997).

Strutture tettoniche principali

I dati derivanti da rilievi strutturali su basi morfotettoniche (CRISTOFOLINI *et al.*, 1978; LO GIUDICE *et al.*, 1982; RASÀ *et al.*, 1982), strutturali (STEWART *et al.*, 1993), fotogeologiche (MARCHESINI *et al.*, 1964), da misure di *stress* in situ (KIEFER, 1983; PAQUIN, 1984; BOSQUET *et al.*, 1988) e dei meccanismi focali (GRESTA *et al.*, 1985-1997; LO GIUDICE & RASÀ, 1992; AZZARO, 1999) suggeriscono che l'attività vulcano-tettonica etnea si sviluppa nell'ambito di deformazioni compressionali (FRAZZETTA & VILLARI, 1981; BOSQUET & LANZAFAME, 1986; LANZAFAME *et al.*, 1997), accompagnate da dislocazioni tettoniche con pronunciata componente estensionale (MONACO *et al.*, 1995). Il campo di sforzi ricostruito sulla base delle misure di stress in situ si dispone circa N-S nel settore settentrionale dell'edificio vulcanico, dove si registra compressione, e tende ad allinearsi lungo la direttrice ONO-ESE nei settori orientali e meridionali, dove le dislocazioni estensionali diventano dominanti.

Sono state distinte diverse province strutturalmente omogenee (LO GIUDICE *et al.*, 1982).

Le strutture che dislocano l'apparato vulcanico etneo possono essere suddivise in tre gruppi principali.

Un primo gruppo, al quale afferisce il sistema trans-tensivo delle Timpe (NNO-SSE), riflette l'assetto tettonico del substrato ed è legato al campo di stress regionale.

Un secondo gruppo di strutture è il prodotto delle interazioni tra il campo regionale ed il campo degli sforzi generato dalle continue intrusioni magmatiche che gonfiano e fratturano la parte sommitale del vulcano. Si tratta di fratture eruttive generalmente caratterizzate da modesti rigetti verticali, che nella parte più elevata dell'edificio vulcanico

assumono una prevalente distribuzione radiale, mentre sotto quota 2500 m si concentrano in settori specifici del vulcano, ricalcando i maggiori orientamenti tettonici a carattere regionale (FERRARI *et al.*, 1991).

Il terzo gruppo, infine, comprende strutture relativamente superficiali non riconducibili a nessuna delle precedenti categorie. Si tratta di faglie che esprimono la diffusa instabilità morfologica che caratterizza il fianco orientale e meridionale dell'apparato etneo connesse, probabilmente, a movimenti gravitativi di più o meno vaste porzioni del vulcano.

Le faglie che dislocano l'apparato vulcanico seguono trend tettonici regionali, rappresentati dai sistemi di faglie noti come “Scarpata di Malta” e “Sistema di Messina”. Le faglie della Pernicana e del Sistema di Ragalna non sono comprese in questi due gruppi, e la loro origine è ancora oggetto di controversie nei più recenti modelli cinematici del vulcano (NERI *et al.*, 1991).

Il sistema delle Timpe (NNO-SSE),

Il basso fianco sud-orientale dell'Etna è interessato da deformazioni tettoniche attive caratterizzate da imponenti scarpate di faglia, alcune delle quali superano i 200 m di rigetto, e da frequente attività sismica. Questo sistema rappresenta nel quadro regionale il prolungamento a terra della Scarpata Ibleo-Maltese (LO GIUDICE *et al.*, 1982; MONACO *et al.*, 1995), discontinuità di significato crostale che borda il settore sud-orientale della Sicilia.

Il suddetto sistema di faglie esprime anche le dinamiche vulcano-tettoniche locali e cioè gli effetti superficiali sia delle spinte magmatiche che dell'instabilità gravitativa (LO GIUDICE & RASÀ, 1986; BORGIA *et al.*, 1992; LANZAFAME *et al.*, 1996; MONTALTO *et al.*, 1996; MCGUIRE *et al.*, 1997).

Secondo alcuni Autori la *Scarpata di Malta* prosegue verso nord oltre l'areale etneo, fino ad interessare l'arco eoliano, dislocandolo con una vistosa componente trascorrente destra.

Il sistema di Messina (NE-SO)

E' un sistema di faglie a sviluppo regionale che delimita la costa tra Messina e

l'Etna ed è prevalentemente organizzato in faglie normali immergenti verso Est. Nella zona etnea, a Ripa della Naca sono presenti faglie con la stessa orientazione: si tratta di due faglie con rigetto superiore ai 200 m ma non particolarmente attive in confronto ad altre strutture etnee. Nell'area di affioramento del Chiancone, nei pressi della linea di costa, sono presenti altre faglie orientate NE-SO che producono scarpate a scala metrica e decametrica che probabilmente fanno anch'esse parte del Sistema di Messina. Secondo alcuni Autori il *Sistema di Messina* prosegue verso sud, fino a delimitare il margine occidentale dell'altopiano ibleo nella zona di Comiso, formando una struttura continua lungo l'allineamento Messina-Comiso. Un secondo gruppo di strutture è il prodotto delle interazioni tra il campo regionale ed il campo degli sforzi generato dalle continue intrusioni magmatiche che gonfiano e fratturano la parte sommitale del vulcano. Si tratta di fratture eruttive generalmente caratterizzate da modesti rigetti verticali, che nella parte più elevata dell'edificio vulcanico assumono una distribuzione prevalentemente radiale, mentre sotto quota 2550 m si concentrano in settori specifici del vulcano, ricalcando i maggiori orientamenti tettonici a carattere regionale (*rift NE, rift S, rift ENE*; Figura 3).

Il terzo gruppo, infine, comprende strutture relativamente superficiali non riconducibili a nessuna delle precedenti categorie. Si tratta di faglie che esprimono la diffusa instabilità morfologica che caratterizza il fianco orientale e meridionale dell'apparato etneo, connesse, probabilmente, a movimenti gravitativi di porzioni del vulcano più o meno vaste. A questo gruppo afferiscono la *faglia della Pernicana* ed il *Sistema di Ragalna*.

La faglia della Pernicana

Si tratta di una struttura transtensiva sinistra che si estende per circa 8 km di lunghezza lungo il fianco NE dell'Etna, con direzione prevalente E-O e rappresenta, dal punto di vista tettonico, una delle strutture più attive dell'Etna. Secondo vari autori questa faglia non rientra nell'ambito dei due principali sistemi strutturali a valenza regionale che interessano il settore orientale etneo (*Scarpata di Malta* e *Sistema di Messina*), né è legata alla fratturazione a carattere radiale tipicamente indotta dalle intrusioni superficiali dei magmi etnei. Questa faglia, invece, rappresenterebbe il margine settentrionale di un ampio settore instabile del vulcano, in lento ma progressivo scivolamento verso E e SE.

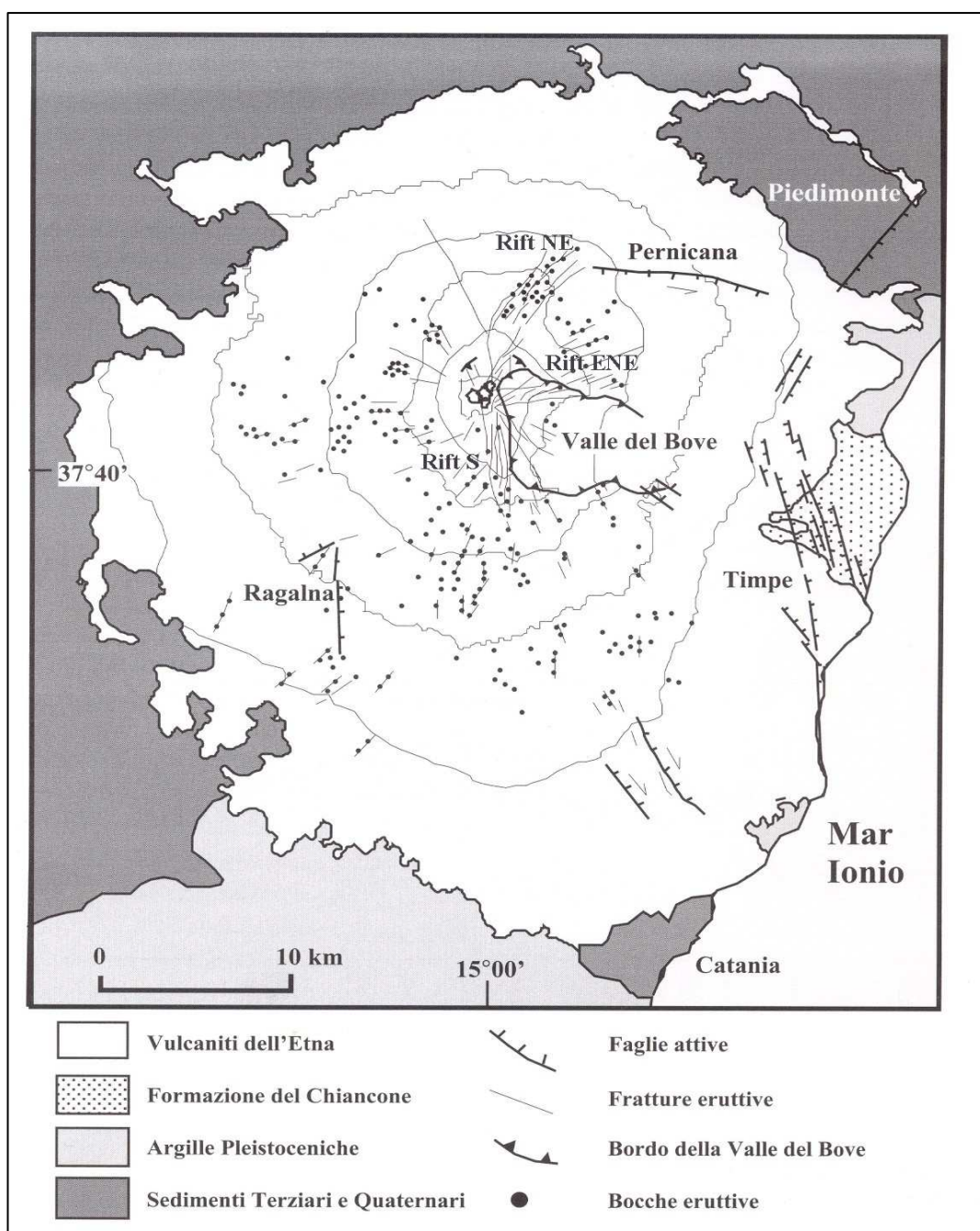


Fig. 3 - Schema strutturale del Monte Etna (PARELLO F. et al., 2001).

Il Sistema di Ragalna

Il sistema di Ragalna si estende complessivamente per circa 12 km ed è costituito da un complesso allineamento di faglie e coni avventizi che sembrano segnare una zona di raccordo tra la faglia principale (NNE-SSO) ed un'altra faglia posta poco più a sud, disposta lungo la direzione NE-SO e lunga 2 chilometri.

Il sistema di Ragalna (come la faglia della Pernicana) apparterebbe ad un gruppo di strutture relativamente superficiali, probabilmente svincolato sia dal contesto tettonico regionale, sia dal campo di stress indotto dalle intrusioni magmatiche ma sarebbe connesso, invece, con l'instabilità del settore orientale e sud-orientale del vulcano.

L'attività recente delle strutture viene suggerita anche dalle evidenze geomorfologiche, consistenti in scarpate rettilinee fortemente acclivi in corrispondenza di depositi alluvionali e vulcanici del Pleistocene sup.-Olocene, sia dalla sismicità, tipicamente caratterizzata da profondità ipocentrali modeste (minori di 5 km), magnitudo moderate ($3.9 < M_s < 4.5$) ed effetti superficiali importanti. L'attivazione nel tempo di questo sistema difatti ha determinato le crisi sismiche del 19.07.1865 e del 15.10.1911.

Frequenti ed estesi fenomeni deformativi di superficie ben correlabili con l'intensità sopra riportata sono stati osservati in occasione dei terremoti più energici (AZZARO *et al.*, 1989).

Sismicità

La correlazione tra vari tipi di attività eruttiva e lo sviluppo temporale dei fenomeni sismici ad essi connessi è stata affrontata da COSENTINO *et al.* (1982), che hanno ipotizzato la struttura profonda dell'apparato vulcanico e i possibili meccanismi di risalita dei magmi. Gli autori hanno individuato direttrici vulcano-tettoniche particolarmente significative attraverso la distribuzione spaziale degli eventi sismici.

L'analisi dell'attività sismica nella regione etnea (GRETA *et al.*, 1984; GRETA & PATANÉ, 1987; AZZARO & BARBANO, 1997; AZZARO *et al.*, 2000) ed il riconoscimento di trends tipici (DI BONA *et al.*, 1995) che possano condurre ad una caratterizzazione del rischio sismico (FRAZZETTA & ROMANO, 1978; GUEST & MURRAY, 1979; BARBANO &

RIGANO, 2001) indica che lungo il versante orientale del cono vulcanico (poco a nord-est del territorio di S. Giovanni la Punta) il livello di frequenza sismica ad elevata magnitudo registrata in tempi storici (e di conseguente pericolosità) raggiungano il massimo livello. Di questi, un numero elevato di eventi è connesso con l'attività eruttiva del vulcano (BOTTARI *et al.*, 1974; COSENTINO *et al.*, 1979-1981).

L'orientazione dell'asse principale delle aree mesosismiche è confrontabile con le orientazioni delle faglie e fratture presenti lungo il versante orientale e sud-orientale dell'Etna.

L'intensità degli eventi sismici cresce con la distanza dal Cratere Centrale secondo due trends differenti, che evidenziano volumi sismogenetici posti sia a deboli profondità (< 2 km) che tra 2 e 6 km. I due differenti trends di attenuazione di intensità lungo il versante sud-orientale del vulcano corrispondono a livelli aventi differente rigidità, che sono da relazionare sia con la reologia del substrato (CRISTOFOLINI *et al.*, 1979) che con l'attività tettonica e vulcano-tettonica della regione (GRETA *et al.*, 1997; AZZARO, 1999).

anno	data	ora	Lat.	Long.	Io	intensità	zona epicentrale	Me
426 a. C.	/	/	37.45	15.00	/	/	area etnea	/
126 a. C.	/	/	37.45	15.00	/	/	area etnea	/
17 d. C.	/	/	37.48	15.12	9.0	8.0	Sicilia E	/
1633 d. C.	21 feb	23:00	37.37	15.02	9.0	8.0	Nicolosi	5.7
1669 d. C.	10 mar	23:25	37.37	15.02	9.0	10.0	Nicolosi	5.0
1693 d. C.	11 gen	13:30	37.13	15.02	11.0	10.5	Sicilia E	7.4
1818 d. C.	20 feb	18:15	37.60	15.13	9.5	7.5	catanese	6.2
1865 d. C.	19 lug	01:00	37.42	15.09	9.0	10.0	area etnea	5.3
1879 d. C.	17 giu	06:50	37.41	15.09	9.0	9.0	area etnea	5.3
1889 d. C.	25 dic	17:23	37.39	15.09	8.0	8.0	area etnea	5.1

1894 d. C.	08 ago	05:16	37.39	15.07	9.0	10.00	area etnea	5.5
1911 d. C.	15 ott	08:52	37.70	15.15	10.0	3.0	area etnea	5.5
1914 d. C.	08 mag	18:01	37.67	15.13	10.0	5.0	area etnea	5.5
1990 d. C.	13 dic	00:24	37.27	14.98	7.0	6.0	Sicilia SE	5.4

Tabella 1 - Terremoti di forte intensità registrati nel territorio di S. Giovanni la Punta (fonte: BOSCHI et al., 2000).

Idrogeologia

Il massiccio dell'Etna rappresenta una unità idrogeologica costituita da vulcaniti che nel complesso raggiungono spessori di diverse centinaia di metri. L'elevata permeabilità delle maggior parte dei prodotti vulcanici determina un'alta percentuale di infiltrazione delle precipitazioni meteoriche e quindi l'esistenza di falde idriche di potenzialità significativa che defluiscono verso le zone periferiche del vulcano, sostenute dai terreni sedimentari impermeabili del basamento.

L'assetto strutturale del basamento sedimentario impermeabile condiziona la direzione dei deflussi poiché ad esso si ricollega l'esistenza di spartiacque sotterranei che delimitano strutture acquifere primarie e secondarie.

Le poche incisioni, soprattutto alle quote più basse, sono poco sviluppate in lunghezza e profondità. Si tratta, in generale, di linee di impluvio attive per brevi periodi dell'anno, interessate dal deflusso delle acque in occasione di precipitazioni particolarmente intense e prolungate. Sono impostate su terreni vulcanici meno permeabili, come nel caso di spesse coperture di tufi alterati o di estese masse laviche compatte e non fratturate, o in zone dove la morfologia favorisce lo scorrimento delle acque al contatto tra le vulcaniti e i terreni sedimentari affioranti alla periferia del massiccio vulcanico. Alle quote più elevate, le incisioni sono abbondanti ma così insignificanti e discontinue da non potersi considerare come vere direttrici di deflusso. Non è raro poi il caso in cui gli impluvi seguono elementi morfologici di varia natura, quali faglie, "timpe", flessi morfologici ed argini di colate laviche.

Il margine dell'area etnea è per lunghi tratti delimitato da ampie valli fluviali (Fiume Simeto e Fiume Alcantara) che raccolgono le acque sotterranee dei bacini idrogeologici etnei.

L'edificio vulcanico è costituito da una successione estremamente eterogenea, nei volumi e nelle forme, di orizzonti lavici molto permeabili, che ospitano gli acquiferi alimentati dalle precipitazioni invernali e dalla fusione della neve, intercalati a livelli discontinui di piroclastiti scarsamente permeabili. L'acquifero poggia su un substrato costituito da rocce impermeabili di età variabile dal Cretaceo al Quaternario. Numerose sorgenti sono localizzate al contatto tra le vulcaniti e il substrato impermeabile. A volte, l'impermeabilizzazione della roccia è di natura secondaria, a causa dell'occlusione dei pori degli strati semi-permeabili da parte dei materiali fini trasportati dalle acque di percolazione. Possono così formarsi falde sospese che, quando la superficie topografica interseca quella piezometrica, danno luogo a sorgenti di bassa portata emergenti a quote relativamente alte. Raggiunto il limite degli orizzonti impermeabili, le acque riprendono il loro moto regolato dalla gravità muovendosi verso il livello di base secondo le linee di massima pendenza, fluendo preferenzialmente all'interno delle depressioni esistenti.

Complessi idrogeologici

In relazione alla natura dei prodotti vulcanici ed alla loro posizione relativa, anche nei confronti dei terreni sedimentari del basamento e dei depositi clastici intercalati nella successione, sono stati distinti i seguenti complessi idrogeologici schematicamente rappresentati in figura 4.

Complesso delle alluvioni attuali e recenti

Risulta meglio rappresentato in alcune zone marginali dell'edificio etneo, dove costituisce coperture di pochi metri di spessore sulle vulcaniti e sui limitrofi affioramenti di terreni sedimentari del substrato. In relazione alle buone caratteristiche di permeabilità per porosità di cui sono dotati, questi depositi contengono acquiferi in stretta relazione idraulica con le sottostanti vulcaniti, principalmente lungo la fascia costiera orientale tra Riposto e Fiumefreddo e nella valle del fiume Simeto, tra Bronte e Paternò.

Complesso delle vulcaniti storiche e recenti

E' costituito dai prodotti attribuibili in prevalenza ai diversi apparati eruttivi identificati con la denominazione "Mongibello", rappresentati da lave, scorie, sabbie vulcaniche e tufi, che coprono, con spessori diversi, la gran parte del territorio etneo. Sono sede di acquiferi di un certo interesse per l'elevata permeabilità mista, per porosità e per fessurazione, nelle zone dove lo spessore della copertura vulcanica è limitato. Dove la copertura raggiunge spessori elevati, gli acquiferi si collocano nei sottostanti termini vulcanici più antichi.

Complesso dei conglomerati sabbiosi

Consiste in un deposito di materiali clastici a granulometria da fine a molto grossolana, privi di classazione e con elementi di natura esclusivamente vulcanica ("chiancone"), che risulta in parte soggiacente ed in parte intercalato alle vulcaniti del complesso sopra descritto. Si tratta di un deposito con una granulometria estremamente eterogenea, che deriva principalmente dalla disgregazione e dal trasporto da parte delle acque superficiali di rocce eruttive scarsamente competenti. La spiccata eterogeneità che questo deposito presenta sia da un punto di vista granulometrico che tessiturale, si traduce in una permeabilità estremamente variabile sia in senso verticale che orizzontale. L'area di affioramento più tipica e di maggiore estensione è quella compresa tra Giarre - Riposto, S. Venerina e Pozzillo, al centro della fascia pedemontana orientale. In relazione alla permeabilità variabile che caratterizza tali depositi, essi contengono un acquifero esteso di discreto interesse, alimentato in buona parte dai terreni lavici presenti a monte, con cui esiste un rapporto di connessione idraulica.

Complesso delle vulcaniti antiche

Risulta in massima parte soggiacente ai terreni dei complessi precedentemente descritti, affiorando in settori di limitata estensione ai margini della copertura vulcanica e principalmente lungo i fianchi della lunga depressione calderica della Valle del Bove. La loro estensione in profondità è tuttavia ampia, come dimostrano i dati stratigrafici derivanti da scavi e perforazioni.

Questo complesso di vulcaniti è per gran parte del suo spessore caratterizzato da una permeabilità elevata per fessurazione ed è sede dell'acquifero principale. Una certa variabilità di comportamento si riscontra tuttavia da zona a zona in relazione alla presenza di intercalazioni di tufi e breccie vulcaniche cementate o alla scarsa fratturazione delle lave. Le opere di captazione di più elevata produttività interessano comunque tale acquifero, che localmente consente l'eduzione anche di centinaia di litri al secondo.

Complesso delle vulcaniti basali

E' rappresentato dalle lave a pillows in matrice ialoclastica o da lave compatte colonnari, costituenti in parte ammassi discontinui e di volume limitato, in stretta relazione con i sedimenti del substrato. Affiora a tratti sui versanti sud-orientali e occidentali, in posizione marginale rispetto all'edificio vulcanico.

Sotto il profilo idrogeologico questi prodotti rivestono scarso significato, non soltanto per la limitata continuità, ma anche per la ridotta permeabilità della maggior parte di essi.

Complesso dei terreni sedimentari del substrato

Comprende terreni di varia età appartenenti sia alla successione della catena sia a cicli sedimentari dell'intervallo Miocene superiore-Pleistocene inferiore, affioranti lungo il perimetro dell'edificio vulcanico.

Hanno tutti carattere di spiccata impermeabilità, costituendo così il basamento che sostiene le falde contenute negli acquiferi sovrastanti e che presentano spesso un notevole interesse idrogeologico.

La struttura idrogeologica del massiccio etneo è articolata in varie aree di deflusso. Lo schema idrostrutturale evidenziato in Fig. 4 mostra come i deflussi sotterranei si originano alle alte quote del massiccio vulcanico con un asse eccentrico verso ovest e si dirigono radialmente a tale asse verso i margini del cono, dove hanno recapito al contatto con i terreni sedimentari del substrato. Sulla base di dati geologici, strutturali e geofisici sono stati distinti all'interno dell'area etnea, tre bacini idrogeologici principali tributari rispettivamente del Simeto, dell'Alcantara e del mar Ionio, all'interno dei quali sono state poi distinte strutture più piccole ed in parte indipendenti tra di loro. Le tre strutture

idrogeologiche coincidono con altrettante aree, di forma all'incirca triangolare corrispondenti ai versanti settentrionale, occidentale ed orientale. I vertici dei tre triangoli convergono grossomodo alla sommità del massiccio etneo, mentre le loro basi possono ritenersi rappresentate dai tratti del perimetro vulcanico compresi rispettivamente tra Francavilla e Maletto, tra Maletto e Acicastello, tra Acicastello e Francavilla.

Nei versanti Nord, Ovest e Sud la circolazione idrica segue in generale la rete idrografica fossile che è stata colmata dalle successive colate laviche (l'asse delle principali paleovallate sotterranee) e la permeabilità delle vulcaniti è di tipo secondario essendo generalmente legata alle fessurazione presenti alla base dalle colate. Nel versante Est invece la permeabilità è di tipo misto, fessurazione più porosità, e l'acquifero si presenta stratificato per la presenza di vari livelli conglomeratici impermeabili.

A Nord e ad Ovest il dreno finale delle acque è costituito dal Fiume Alcantara e dal Fiume Simeto. A Nord-Est le sorgenti di Fiumefreddo, site allo sbocco di un'antica vallata del Fiume Alcantara, defluiscono direttamente a mare, mentre a Sud-Est le sorgenti di Aci S. Antonio sono da tempo captate dal Comune di Catania. Lungo tutta la costa orientale, infine è probabile un deflusso diretto a mare con una perdita notevole di acqua.

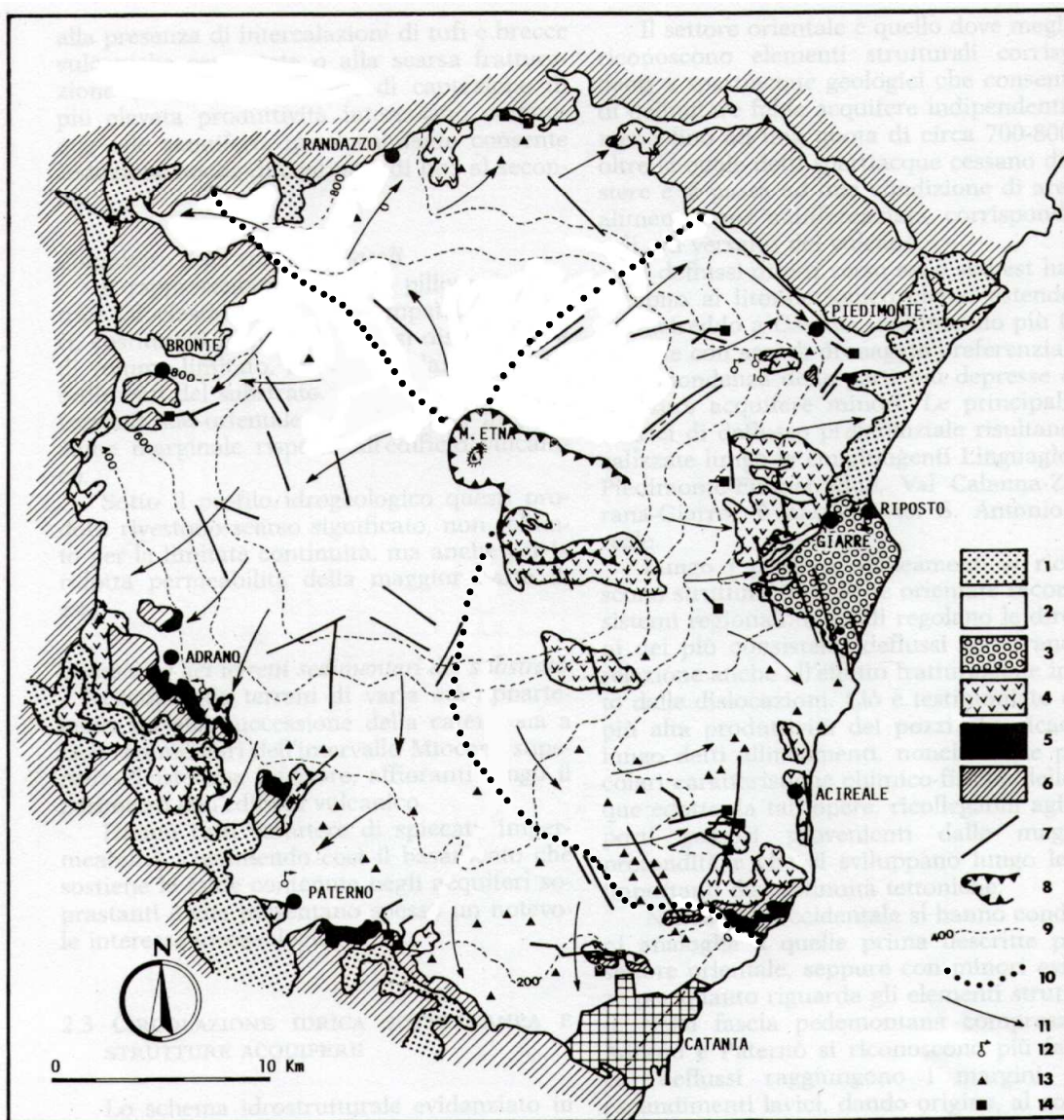


Fig. 4 – Carta idrogeologica schematica del massiccio vulcanico. 1) Complesso delle alluvioni attuali e recenti; 2) Complesso delle vulcaniti storiche e recenti; 3) Complesso dei conglomerati sabbiosi; 4) Complesso delle vulcaniti antiche; 5) Complesso delle vulcaniti basali; 6) Complesso dei terreni sedimentari del substrato; 7) faglie principali; 8) orlo di caldera; 9) isoipse del tetto del substrato sedimentario; 10) spartiacque geologici; 11) direttrici principali di deflusso sotterraneo; punti di attingimento per uso idropotabile; 12) sorgenti captate; 13) pozzi; 14) gallerie (da Ferrara, 1991, modificato).

L'antropizzazione del territorio è decisamente elevata, almeno fino a quote di 800 m circa. La più alta densità si riscontra alle quote più basse ed in particolare lungo la costa orientale, dove si hanno grossi centri abitati.

Al crescere dell'altitudine gli insediamenti risultano più rari come si verifica ancora meglio sugli altri versanti del vulcano dove l'incremento della popolazione e quello delle attività produttive è stato decisamente più contenuto. Ciò influenza l'entità della richiesta d'acqua e quindi quella dei prelievi dalle falde idriche, che risultano pertanto molto più incidenti nel versante orientale rispetto alla restante parte dell'area etnea.

Settore Nord

Il versante Nord dell'edificio etneo costituisce il fianco destro del bacino del fiume Alcantara. Su questo versante al di sotto dei terreni vulcanici, che rappresentano l'acquifero, troviamo i terreni sedimentari della Catena Appennino-Maghrebide, affioranti più a nord, e che vanno a costituire il substrato impermeabile che delimita verso il basso la falda idrica. La morfologia di questo substrato, che caratterizza il deflusso delle acque sotterranee in questo settore, è il risultato dell'interazione tra i paleoalvei dell'Alcantara e le colate laviche che ne hanno interrotto più volte il corso.

La ricostruzione parziale della paleoidrografia (basata su rilievi geofisici, stratigrafie di pozzi, idrografia oggi esistente sui terreni sedimentari del fianco destro dell'Alcantara, andamento visibile delle colate laviche e rilievo geologico degli affioramenti sedimentari tra i terreni lavici), ha individuato quattro paleovallate che si sono formate in seguito allo spostamento dell'alveo dell'Alcantara a causa degli sbarramenti provocati dalle colate laviche sia del complesso vulcanico di M. Moio che successivamente dell'Etna.

L'idrografia iniziale era costituita da due corsi d'acqua sub-paralleli (denominati settentrionale e meridionale) che confluivano nella zona dell'attuale paese di Castiglione di Sicilia. In seguito alle eruzioni di M. Moio, che invasero la zona dalla confluenza fino al mare, le acque superficiali furono costrette a spostarsi inizialmente verso Nord per poi tornare sul vecchio tracciato incidendo le lave che l'avevano colmato. Successivamente furono i prodotti eruttivi etnei che andarono a colmare le due paleo-vallate accavallandosi da Est verso Ovest, la confluenza delle due paleovallate si spostò sempre più verso Nord-

Ovest, mentre il corso delle acque a valle della confluenza si spostò fino a raggiungere la posizione attuale.

Il fiume Flascio, che inizialmente confluiva nella vallata meridionale, a causa degli sbarramenti lavici provenienti da Est, mutò il suo corso dirigendosi a Ovest, superando dunque lo spartiacque naturale che lo divideva dal torrente Saracena, tributario del Simeto; successive colate ne sbarrarono il corso anche verso Ovest determinando la formazione del lago Gurrída.

Esistono delle evidenze idrogeologiche delle ricostruzioni paleoidrografiche fatte:

- nei periodi primaverili, quando il livello del lago Gurrída supera i 5 - 6 m, si hanno manifestazioni sorgentizie nel torrente Saracena che diminuiscono fino a scomparire del tutto quando il livello del lago si abbassa a 1 – 2 m di profondità.
- nella zona compresa tra Randazzo e Moio, poiché l'attuale alveo dell'Alcantara si trova ad una quota superiore rispetto al paleoalveo, che scorre parallelamente più a sud, si ha l'infiltrazione delle acque superficiali verso l'antica incisione, che costituisce l'asse di drenaggio verso valle; a seconda del livello piezometrico della falda in corrispondenza del paleo-alveo, si hanno degli interscambi tra le acque superficiali e quelle sotterranee, che danno luogo a sorgenti lungo l'Alcantara nei punti in cui affiora la falda.

In questo settore la direzione dei deflussi sotterranei risulta abbastanza definita, ossia da Sud e da Sud-Ovest verso Nord-Est, con recapito sul fondo valle del Fiume Alcantara dove si ha il limite tra le vulcaniti e gli affioramenti dei terreni sedimentari del substrato. Anche qui si avevano un tempo numerose manifestazioni sorgentizie, in gran parte dotate di elevata portata, che oggi sono scomparse o si sono notevolmente ridotte per effetto delle captazioni e del conseguente abbassamento delle falde.

Settore Est

Il versante orientale etneo si estende dalle zone sommitali fino alla costa ionica ed è delimitato a nord dalla valle del torrente Fogliarino-Minissale (zona Piedimonte Etneo) e a sud dalla congiungente Misterbianco – Catania.

Come per gli altri versanti il substrato impermeabile è dato dai terreni sedimentari su cui si è impostato l'edificio vulcanico, mentre l'acquifero è costituito principalmente dalle vulcaniti.

Nella zone dove alle vulcaniti si intercalano degli orizzonti di tufi e brecce si ha la formazione di due falde separate che però hanno un'alimentazione comune dalle zone sommitali del vulcano.

Un altro acquifero è dato dalla formazione definita *Chiancone* che affiora nella zona centro-orientale di questo versante. Al margine occidentale dell'area di affioramento e ancor più verso monte questo deposito si interdigita con le vulcaniti creando un collegamento con l'acquifero vulcanico.

Un ulteriore acquifero anch'esso collegato con le vulcaniti è rappresentato dai depositi alluvionali recenti della piana di Fiumefreddo-Mascali.

Sulla base di un'accurata analisi strutturale, di studi geofisici e di dati stratigrafici di numerosi pozzi e gallerie, questo versante è stato suddiviso in tre settori (nord-orientale, centro-orientale e sud-orientale), ciascuno dei quali rappresenta una struttura acquifera indipendente. Ognuna di queste tre strutture risulta suddivisa ulteriormente in aree di drenaggio minori separate da alti strutturali del substrato. Questo settore è il più complesso da un punto di vista idrogeologico, sia nella fascia pedemontana che in quella a più alta quota si riscontrano numerose falde sia profonde che sospese.

Molte di queste falde sono sfruttate in maniera adeguata e contribuiscono all'alimentazione della rete potabile della città di Catania e di altri centri abitati, altre sono sfruttate in minima parte o solo nelle vicinanze delle sorgenti.

I deflussi diretti verso est e sud-est hanno recapito al litorale ionico che si estende da Fiumefreddo a Catania, costituendo più falde distinte con assi di drenaggio preferenziale in corrispondenza delle parti più depresse delle strutture acquifere minori. Le principali direttrici di deflusso risultano localizzate lungo le congiungenti Linguaglossa-Piedimonte-Fiumefreddo, Val Calanna-Zafferana-Giarre, Trecastagni-Aci, S. Antonio-Acireale.

Lungo i predetti allineamenti si riconoscono strutture tettoniche orientate secondo i sistemi regionali le quali regolano le direzioni dei più consistenti deflussi sotterranei in relazione anche all'effetto fatturazione indotto dalle dislocazioni. Ciò è testimoniato dalla più alta produttività dei pozzi che ricadono lungo detti allineamenti, nonché dalle particolari caratteristiche chimico-fisiche delle acque edotte da tali opere, ricollegabili agli

apporti gassosi provenienti dalle maggiori profondità e che si sviluppano lungo le più importanti discontinuità tettoniche.

Settore Ovest

Nel versante occidentale etneo, sulla base di un rilievo geoelettrico, è stato ricostruito l'andamento del substrato impermeabile fino a quota 1300 m e sono state individuate tre paleovallate al di sotto dei prodotti vulcanici.

Due di queste, definite “paleovallata settentrionale” e “paleovallata meridionale”, si aprono a ventaglio dalla zona sommitale dell'Etna verso la base del vulcano e sono delimitate a Nord e a Sud da rialzi sedimentari che partendo dalle zone periferiche dell'edificio vulcanico (zona di Maletto e zona Dagala Inchiusa per la settentrionale, zona Dagala Inchiusa e zona Adrano per la meridionale) salgono verso i crateri; sul lato ovest la delimitazione è data dai rialzi sedimentari disposti parallelamente al corso del fiume Simeto, tra gli abitati di Maletto e Adrano.

La terza paleovallata è stata individuata parallelamente al corso del Simeto e ad est di questo; è l'antico corso del Simeto che si è spostato, a causa dei continui apporti lavici, verso le zone sedimentarie più erodibili.

Questa paleovallata inizia in Località Ponte Cantera e termina poco più a sud del Ponte Maccarrone, dove si ricollega all'attuale corso del fiume e drena tutte le acque delle pendici etnee che vengono convogliate dalle due paleo-vallate di cui sopra. I materiali che ne costituiscono il riempimento sono prodotti sia lavici che alluvionali; la presenza di sbarramenti, costituiti da banconi quarzarenitici o da colate più compatte, provoca tracimazioni laterali della falda verso l'attuale alveo del Simeto, dando luogo ad una serie di sorgenti allineate con caratteristiche chimico-fisiche e organolettiche molto simili, che individuano il margine occidentale di questa paleovalle che dista dai 100 ai 400 m dalla sponda sinistra dell'attuale alveo del Simeto.

I terreni che ricoprono queste paleovalle sono dati da colate vulcaniche cui sono interposti livelli più o meno spessi di materiali quali alluvioni, piroclastiti a diverso grado di alterazione, prodotti derivanti dalla degradazione delle zone superficiali della colata, paleosuoli.

Il tipo di permeabilità che caratterizza le colate è legato essenzialmente ad una porosità per fessurazione, mentre è esigua, se non nulla la porosità per interstizi.

La presenza degli orizzonti costituiti da paleosuoli e piroclastiti in parte alterate, che presentano una permeabilità ridotta o nulla, intercalati alle colate dà luogo a numerose falde sospese, con risorgenze a quote più elevate di quelle del livello base, che difficilmente sono collegate alla falda profonda.

La falda profonda, che è delimitata alla base dalle due paleo-vallate settentrionale e meridionale, viene considerata di tipo libero, in senso lato, con locali fenomeni di artesianesimo.

Nel settore occidentale si hanno condizioni analoghe a quelle descritte per il settore orientale, seppure con minori evidenze per ciò che riguarda gli elementi strutturali. Nella fascia pedemontana compresa fra Adrano e Paternò si riconoscono più falde i cui deflussi raggiungono i margini degli espandimenti lavici, dando origine, al contatto con i terreni sedimentari o con le vulcaniti basali, a gruppi di sorgenti un tempo di notevole portata complessiva. Oggi la resa di queste sorgenti è molto ridotta a causa dei consistenti prelievi operati a monte da un gran numero di pozzi, che hanno determinato anche un sensibile abbassamento del livello delle falde in tutta l'area pedemontana.

La distribuzione delle opere di captazione risulta caratterizzata in questi due settori da un forte addensamento (fino ad oltre 6 pozzi per km²) in corrispondenza delle quote più basse, mostrando tuttavia l'esistenza di punti di prelievo anche a quote elevate (fino a 900-1100 m) la cui produttività è generalmente alta interessando l'acquifero di base localizzato a profondità di alcune centinaia di metri.

Evoluzione dell'acquifero

Negli ultimi trenta anni, in relazione alla rapida crescita dei consumi, si sono modificate le condizioni idriche dell'acquifero e di conseguenza sono cambiati anche i metodi di captazione, un tempo rappresentati esclusivamente da pozzi scavati a largo diametro (2 m) e a profondità generalmente intorno alle decine di metri, che in rari casi raggiungevano i 150 metri. Da questi si è passati gradualmente a pozzi trivellati che si spingevano fino a profondità di circa 200-250 metri ed in qualche caso anche più profondi. Dei 700 pozzi presenti nel 1960 si è passati agli oltre 1100 dei primi del '90 con un più forte incremento nel settore orientale e con un aumento delle profondità, in connessione con la diminuita produttività.

L'equilibrio dinamico delle falde ha subito sostanziali variazioni nel corso del tempo, in seguito all'incremento dello sfruttamento ed alle conseguenze indotte, si è verificato un discreto abbassamento delle falde maggiore nei pressi di Acireale e Catania ove sono presenti notevoli concentrazioni di opere di captazione.

In tale settore l'abbassamento della falda negli ultimi trent'anni risulta mediamente di 70 m, a fronte di un incremento dei prelievi che sono passati da 52 milioni di m³/anno a 120 milioni di m³/anno.

La conseguenza di questa evoluzione è la scomparsa o la netta diminuzione delle portate delle sorgenti lungo la costa con sintomi di ingressione di acque marine nell'acquifero, evidenti in quelle zone a maggior concentrazione di pozzi lungo la costa (Colonna N. & Zerlenga F., 1997).

Il clima

Gli aspetti climatici sono influenzati dalla condizione di rilievo isolato, esposto al mare sul lato orientale e contiguo alla catena montuosa dei Peloritani-Nebrodi sul lato settentrionale; ciò influenza la distribuzione delle temperature e delle precipitazioni non solo nei valori assoluti annui ma anche nella loro variabilità stagionale.

E' possibile distinguere, in funzione della quota, quattro zone climatiche: una prima zona limitata alla quota di 150 m, con condizioni climatiche di tipo sub-tropicale; una seconda zona con clima temperato-caldo, si riscontra in corrispondenza della fascia altimetrica

compresa tra le quote 150 e 1200 m; una terza zona a clima temperato freddo da 1200 a 2800 m; infine una quarta zona a clima freddo che interessa le quote più elevate.

Le temperature mostrano differenze sostanziali in relazione all'altitudine e alla distanza dal mare, tanto più marcate quanto più cresce il valore di uno dei due fattori.

Le precipitazioni riflettono il tipico andamento del clima mediterraneo, con spiccata concentrazione stagionale nel periodo autunno-inverno e prolungati periodi di siccità durante i mesi più caldi (Figg. 10 e 11). Alle quote più elevate (a partire dai 1800 m) le precipitazioni si manifestano sotto forma di neve durante l'inverno e parte dell'autunno, mentre ciò si verifica soltanto eccezionalmente alle quote più basse.

All'interno dell'area coperta dalle vulcaniti mancano corsi d'acqua a carattere perenne, mentre ai suoi margini si sviluppano le valli del fiume Simeto e Alcantara. Le poche incisioni presenti hanno carattere torrentizio, mostrando un deflusso occasionale in coincidenza con i periodi più piovosi e portate rapidamente decrescenti nel tempo e nello spazio a causa dell'elevata infiltrazione favorita dalla permeabilità delle rocce vulcaniche. A riprova di ciò si osserva come gli alvei delle incisioni sorgentizie che raggiungono la costa siano spesso occupati parzialmente o completamente da zone coltivate, principalmente in prossimità degli sbocchi a mare. Le precipitazioni anche nelle stagioni autunnale e invernale, non riescono generalmente a determinare sui terreni vulcanici un ruscellamento apprezzabile; soltanto in occasione di eventi piovosi di particolare intensità possono verificarsi deflussi anche tumultuosi lungo tratti delle incisioni maggiori, che però si esauriscono rapidamente al cessare delle precipitazioni, raggiungendo la costa in quantità limitate (Ferrara,1975).

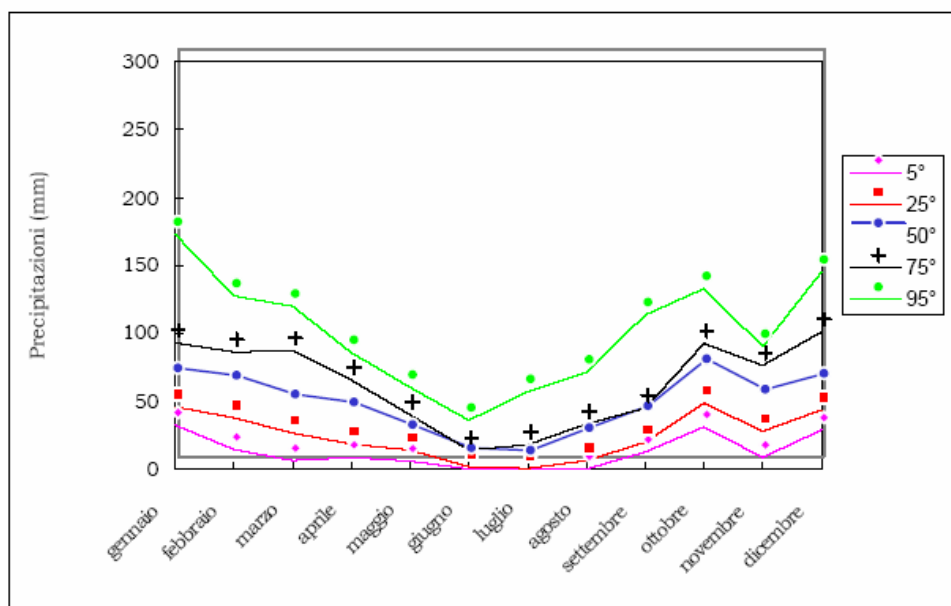


Fig. 10 - Andamento delle precipitazioni nella Stazione di Bronte (780) Versante Ovest

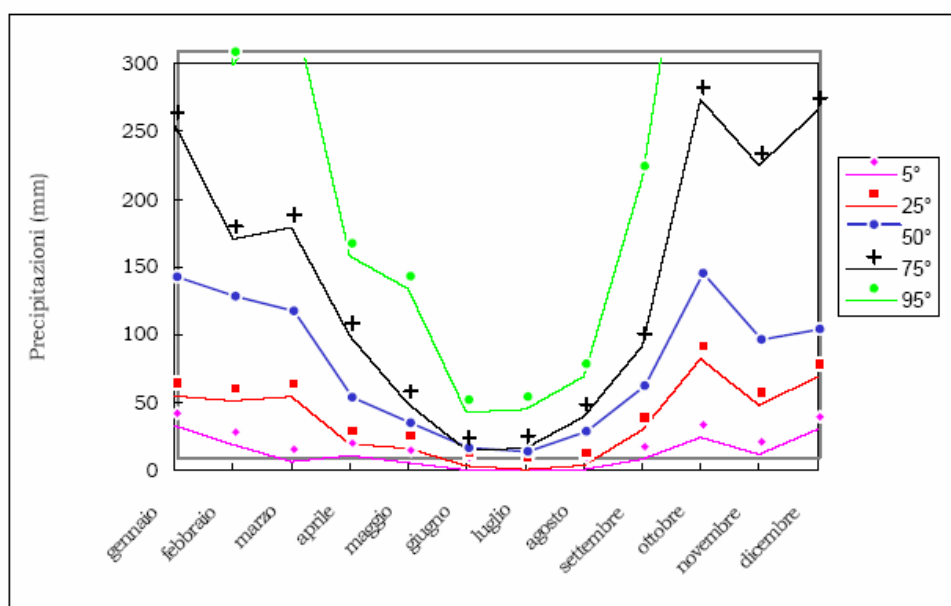


Fig. 11 - Andamento delle precipitazioni nella Stazione di Zafferana Etnea (590 m s.l.m.)
Versante Est

Vulnerabilità

Le lave dell'Etna presentano una permeabilità elevata, ne consegue una vulnerabilità da elevata ad alta a seconda del tipo di prodotto vulcanico. Nei depositi conglomeratici-sabbiosi, originati dallo smantellamento di vecchi apparati vulcanici, la vulnerabilità è stata valutata di grado medio in considerazione sempre della variabilità litologica e della profondità della falda dal piano campagna.

Un alto grado di vulnerabilità presenta la falda libera contenuta nei depositi alluvionali presenti nelle zone marginali dell'apparato vulcanico e situata generalmente a pochi metri di profondità. Le alternanze flyscoidi, con circolazione idrica scarsa e limitata ai banchi arenacei fratturati, e le formazioni argillose, praticamente prive di circolazione idrica sotterranea, che costituiscono il basamento su cui poggiano le vulcaniti hanno un grado di vulnerabilità basso e bassissimo o nullo.

Le probabilità che le risorse idriche possano subire dei danni per inquinamento sono pertanto elevate, in considerazione delle caratteristiche litostrutturali dell'acquifero, della modalità di circolazione idrica sotterranea, della profondità dal piano campagna e considerando anche che la maggior parte delle opere di captazione utilizzate per l'approvvigionamento idrico di molti centri abitati della costa ionica ricade alle quote più basse fortemente antropizzate.

Il rischio di inquinamento è decisamente più alto in corrispondenza della fascia pedemontana dove le fonti di potenziale inquinamento sono rappresentate da un elevato numero di centri urbani e di aree di recente espansione edilizia con le annesse infrastrutture. All'aumentare delle quote la densità degli insediamenti e delle attività produttive tende progressivamente a ridursi, finché non scompaiono del tutto al di sopra degli 800-1000 m. Parallelamente, la profondità della falda rispetto al piano di campagna tende ad aumentare per il rapido accentuarsi del rilievo, per cui in linea generale le condizioni di rischio diminuiscono sempre più.

Caratterizzazione geochimica delle acque sotterranee dell'area etnea.

Studi precedenti sulla geochimica delle acque sotterranee del Monte Etna (Parello et al., 2001; Aiuppa et al., 2003) hanno messo in evidenza quali sono i fattori che controllano

l'evoluzione composizione chimica delle acque di falda.

Il principale meccanismo di acquisizione di specie ioniche in soluzione è governato dalla dissoluzione nelle acque di ricarica meteorica di grandi quantità di gas acidi di prevalente derivazione magmatica. I gas magmatici che si disciolgono nelle falde dell'Etna sono composti quasi esclusivamente da anidride carbonica accompagnata da piccole quantità di SO₂, HCl ed HF. L'acidità così acquisita dalle acque sotterranee viene tamponata dalla dissoluzione dei minerali che formano le rocce dell'acquifero.

Il chimismo delle acque sotterranee è controllato anche da alcuni processi secondari quali il mescolamento con piccole quantità di acqua di mare o con acque saline di composizione simile all'acqua di mare provenienti dal basamento sedimentario sottostante l'acquifero vulcanico (Parello et al. 2001)

Il secondo processo è l'apporto di acque reflue derivanti dalle attività antropiche. La maggiore quantità di queste acque deriva dalle attività agricole ed è responsabile dell'apporto di grandi quantità di nitrati e subordinatamente di solfati, cloruri e di calcio.

Un ultimo processo secondario è l'infiltrazione di acque provenienti dai Nebrodi nella falda Etnea tramite il sistema di paleoalvei individuati da Aureli e Musarra (1975). Tale processo è responsabile dell'arricchimento in calcio delle acque del basso versante nord-occidentale.

Nell'area etnea sono stati campionati 29 punti per tre corpi idrici di appartenenza (Est, Nord e Ovest). In ogni sito sono stati determinati in campo T, cond e pH. Le altre determinazioni sono state eseguite in laboratorio. La temperatura varia tra 9 e 18°C, la conducibilità tra 270 e 1800 µS/cm (a 20°C) ed il pH tra 6.0 e 8.0.

La maggior parte delle acque del bacino idrogeologico dell'Etna sono classificabili in base al diagramma di Langelier-Ludwig come, bicarbonato-alcalino-terrose. Esistono, inoltre, alcuni campioni ricadenti nel campo delle bicarbonato-alcaline e clorurato-solfato-alcaline. Un solo campione ricade nel campo delle acque clorurato-solfato-alcalino terrose.

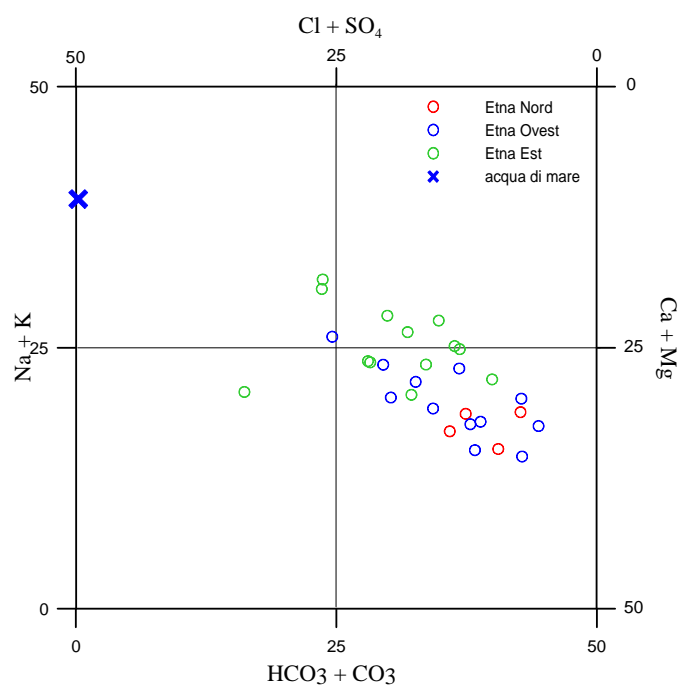


Diagramma classificativo di Langelier-Ludwig per le acque del bacino idrogeologico dell'Etna

Dal diagramma ternario cationico si vede che i punti dei tre corpi idrici individuati sono fortemente spostati verso il punto rappresentativo dell'acqua di mare facendo propendere una forte influenza di componente.

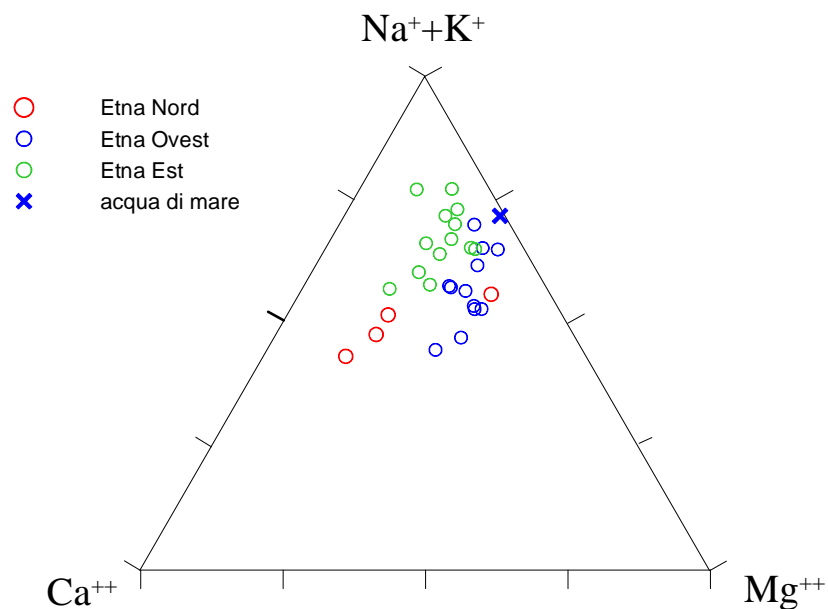


Diagramma ternario Ca-Mg-Na+K per il bacino idrogeologico dell'Etna

Il diagramma ternario anionico, invece, mostra che questa ipotesi è da escludere per la maggior parte dei campioni e quindi lo spostamento verso l'arricchimento in alcali è da imputare verosimilmente ad un processo di interazione acqua-roccia.

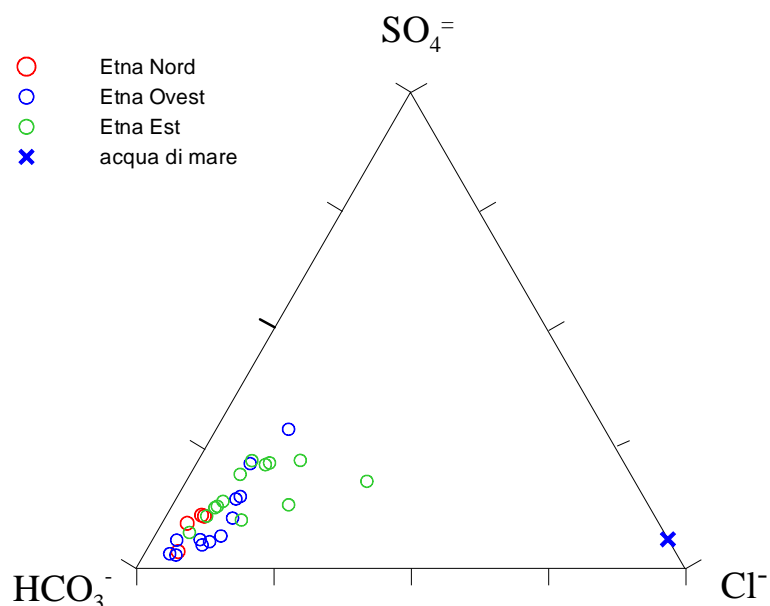
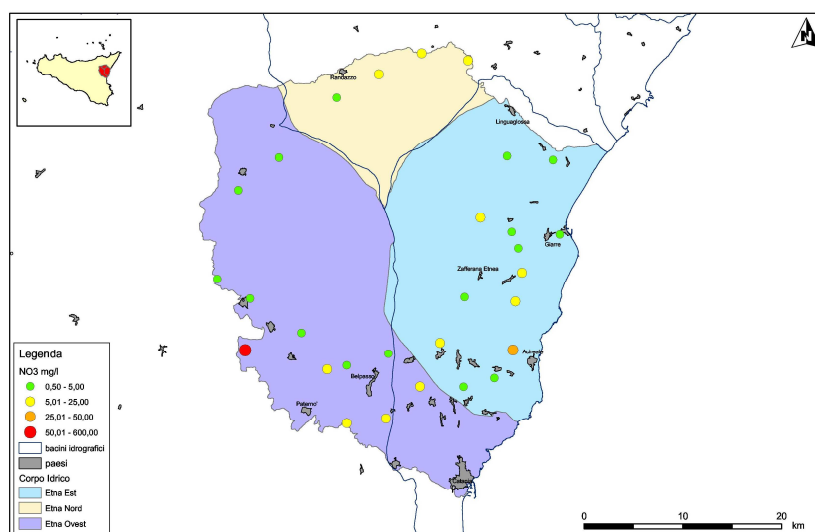


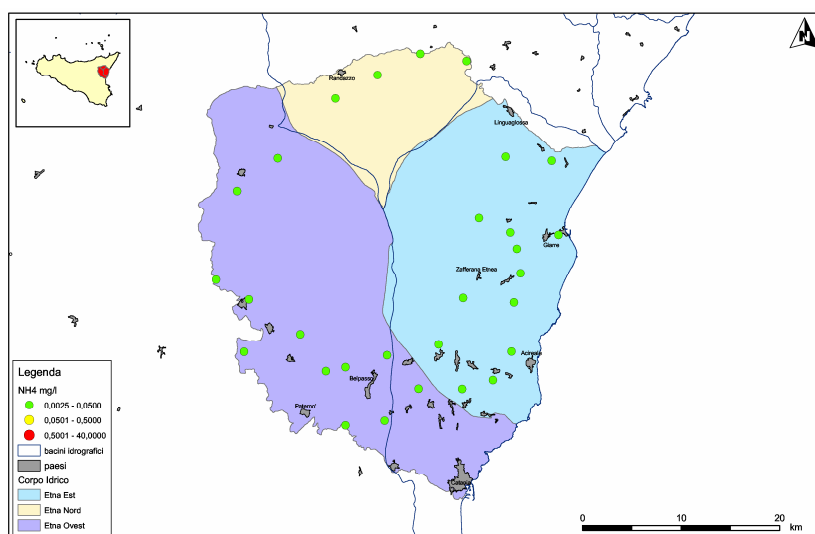
Diagramma ternario Cl-SO₄-HCO₃ per il bacino idrogeologico dell'Etna

Il processo che porta ad un arricchimento di nitrati nelle acque di falda è l'apporto di acque derivanti dalle attività antropiche. La maggiore quantità di queste acque deriva dalle attività agricole ed è responsabile dell'apporto di grandi quantità di nitrati e subordinatamente di solfati, cloruri e di calcio. Le aree maggiormente influenzate sono le aree più periferiche dell'edificio vulcanico più intensamente sfruttate dal punto di vista agricolo e quelle più antropizzate e cioè il basso versante orientale tra Riposto e Acireale, un'ampia fascia attorno all'abitato di Catania e l'area a sud di Paternò, come si può osservare, a titolo esemplificativo, sulla mappa di distribuzione del nitrato.



Carta dei Nitrati per il bacino idrogeologico dell'Etna

Lo ione ammonio, invece, nell'intero bacino è presente in concentrazioni molto basse, inferiori a 0.05 mg/l non dando adito a fenomeni di inquinamento di tipo organico.



Carta dell' NH_4^+ per il bacino idrogeologico dell'Etna

Caratteristiche isotopiche del bacino idrogeologico

Le acque prelevate nel bacino si allineano su una retta molto prossima quella relativa alle acque meteoriche di Gat & Carmi (1970) per il Mar Mediterraneo.

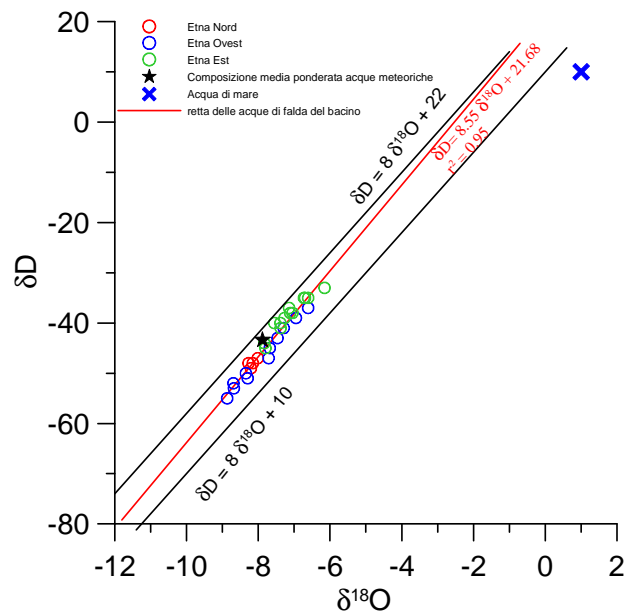


Diagramma $\delta D - \delta^{18}O$ (in ‰ rispetto a SMOW) delle acque del bacino idrogeologico

Anche il punto rappresentativo della composizione isotopica media ponderata delle acque meteoriche del bacino idrogeologico ricade su questa retta. Rispetto al valore ponderato delle acque meteoriche, i punti rappresentativi delle acque di falda mostrano un'ampia variabilità facendo supporre apporti da diverse quote.

Bibliografia

AIUPPA A., BRUSCA L., D'ALESSANDRO W., GIAMMANCO S. & PARELLO F., (2002). *A case study of gas-water-rock interaction in a volcanic aquifer: the south-western flank of Mt. Etna (Sicily)*. In: Water-rock interaction in hydrogeology, Stober I. & Bucher K. (eds.), Water Science and Technology Library vol. 40, Kluwert Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

AIUPPA A., BELLOMO S., BRUSCA L., D'ALESSANDRO W. & FEDERICO C. (2003). *Natural and anthropogenic factors affecting groundwater quality of an active volcano (Mt. Etna, Italy)*. Applied Geochemistry 18, 863-882

AIUPPA A., ALLARD P., D'ALESSANDRO W., GIAMMANCO G., PARELLO F. & VALENZA M. (2004). *Magmatic gas leakage at Mount Etna (Sicily, Italy): Relationships with the volcano-tectonic structures, the hydrological pattern and the eruptive activity*. In: Bonaccorso A., Calvari S., Coltelli M., Del Negro C., Falsaperla S. (eds.) - Etna Volcano Laboratory. Geophysical Monography Series, AGU, 129-145.

AURELI A. (1973) – *Idrogeologia del fianco occidentale etneo*. 2° Conv. Intern. sulle Acque Sotterranee, Atti 2° Conv. Intern. Sulle Acque Sotter., 28 Apr. – 2 Mag. 1973 Palermo, 425-486.

AURELI A. & MUSARRA A. (1975) – *Idrogeologia del Bacino del Fiume Alcantara (Sicilia)*. Atti 3° Conv. Intern. sulle Acque Sotterranee, Palermo 1-3 Nov. 1975, 157-216.

AZZARO R. (1999) - *Earthquake surface faulting at Mount Etna volcano (Sicily) and implications for active tectonics*. J. Geodyn., 28, 193-213.

AZZARO R. & BARBANO M. S. (1997) - *Intensity-magnitude relationship for the Mt. Etna area (Sicily)*. Acta Vulcanol., 9, 15-21.

AZZARO R., BARBANO M. S., ANTICHI B. & RIGANO R. (2000) - *Macroseismic catalogue of Mt. Etna earthquakes from 1832 to 1998*. Acta Volc., 12, 3-36.

AZZARO R., CARVENI P., LO GIUDICE E. & RASÀ R. (1989) - *Il terremoto di Codavolpe (basso versante orientale etneo) del 29 gennaio 1989: campo macrosismico e fratturazione cosismica*. Boll. GNV, 1, 1-12.

BARBANO M. S. & RIGANO R. (2001) - *Earthquake source and seismic hazard in Southeastern Sicily*. Ann. Geof., 44, 723-738.

BORGIA A., FERRARI L. & PASQUARÈ G. (1992) - *Importance of gravitational spreading in*

- the tectonic and volcanic evolution of Mount Etna*. Nature, 357, 231-235.
- BOSCHI E., GUIDOBONI E., FERRARI G., MARIOTTI D., VALENSISE G. & GASPERINI P. (2000) - *Catalogo dei forti terremoti in Italia 461 a. C. - 1997*. Ann. Geof., 43, 843-868.
- BOTTARI A., LO GIUDICE E., PATANÉ G., ROMANO R. & STURIALE C. (1974) – *L'eruzione etnea del gennaio-marzo 1974*. Riv. Min. Sic., 154-156, 175-198.
- BOUSQUET J. C. & LANZAFAME G. (1986) - *Déformations compressives quaternaires au bord sud de l'Etna*. C. R. Acad. Sc. Paris, 303, 235-240.
- BOUSQUET J. C., LANZAFAME G. & PAQUIN C. (1988) - *Tectonic stresses and volcanism: in-situ stress measurements and neotectonic investigations in the Etnean area (Italy)*. Tectonophysics, 149, 219-231.
- BOUSQUET J. C., GRESTA S., LANZAFAME G. & PAQUIN C. (1987) - *Il campo degli sforzi attuali e quaternari nella regione dell'Etna*. Mem. Soc. Geol. It., 38, 483-506.
- BUSÀ T., CALDERONI G., CRISTOFOLINI R. & FRAZZETTA G. (1997) - *New evidence for explosive activity on Mt. Etna volcano over the last 50 kyr*. Per. Mineral., 66, 163-183.
- CASSA PER IL MEZZOGIORNO (1983) – *Indagini idrogeologiche e geofisiche per il reperimento di acque sotterranee per l'approvvigionamento idrico del sistema V, zona centro orientale della Sicilia (Catanese)*. Prog. Spec. N. 30. Rapporto inedito.
- CARAPEZZA M. (1962) - *Caratteri petrochimici e litologici delle lave dell'Etna*. Acta Geol. Alpina, 8, 141-248.
- C.N.R. (1979) – *Carta geologica del Monte Etna, scala 1:50.000*. Litografia Artistica Cartografica, Firenze.
- COLONNA N. & ZERLENGA F. (1997) – *Rapporto inedito dell'Enea sullo stato degli acquiferi italiani*.
- CONDOMINES M. & TANGUY J. C. (1976) - *Age de l'Etna déterminé par la méthode du déséquilibre radiocatif $^{230}\text{Th}/^{238}\text{U}$* . C. R. Acad. Sc., Paris, 282, 1661-1664.
- CORSARO R. A. & CRISTOFOLINI R. (1996) - *Origin and differentiation of recent basaltic magmas from Mount Etna*. Miner. Petrol., 57, 1-21.
- CORSARO R. A. & CRISTOFOLINI R. (1997) - *Geology, geochemistry and mineral chemistry of tholeiitic to transitional Etnean magmas*. Acta Vulcanol., 9, 55-66.
- COSENTINO M., PATANÉ G. & VILLARI P. (1979) – *L'eruzione dell'Etna del novembre 1978: fenomeni sismici*. Atti Conv. P. F. Geodinamica, contr. prelim. sorv. rischio vulcan.,

pubbl 235, 311-331.

COSENTINO M., CRISTOFOLINI F., FERRI M., LOMBARDO G., PATANÉ G., ROMANO R., VIGLIANISI A. & VILLARI P. (1981) – *L'eruzione dell'Etna del 17-23 marzo 1981. Rapporto preliminare*. Rend. Soc. Geol. It., 4, 249-252.

COSENTINO M., LOMBARDO G., PATANÉ G., SCHICK R. & SHARP A. D. L. (1982) - *Seismological researches on Mount Etna: state of art and recent trends*. Mem. Soc. Geol. It., 23, 159-202.

CRISTOFOLINI R. (1967) – *La successione dl'attività vulcanica sulle pendici sud-occidentali dell'Etna*. Atti Accademia Gioenia Sc. Nat., S. 6, Vol. 18, pp. 283-293, 2 figg., Suppl. Sc. Geol., Catania.

CRISTOFOLINI R., GHISSETTI F., RIUSCETTI M. & VEZZANI L. (1979) – *Neotectonics, seismicity and volcanic activity in northeastern Sicily*. Proc. VI Coll. Geol. Aegean Reg., 2, 757-766.

CRISTOFOLINI R. & ROMANO R. (1982) - *Petrologic features of the etnean volcanic rocks*. Mem. Soc. Geol. It., 23, 99-115.

CRISTOFOLINI R., CORSARO R. A. & FERLITO C. (1991) - *Variazioni petrochimiche nella successione etnea: un riesame in base a nuovi dati da campioni di superficie e da sondaggi*. Acta vulcanol., 1, 25-37.

CRISTOFOLINI R., PATANÉ G. & RASÀ R. (1978) - *Studio morfo-strutturale del versante orientale etneo*. Mem. Soc. Geol. It., 19, 613-620.

CRISTOFOLINI R., LENTINI F., PATANÉ G. & RASÀ R. (1979) - *Integrazione dei dati geologici, geofisici e petrologici per la stesura di un profilo crostale in corrispondenza dell'Etna*. Boll. Soc. Geol. It., 98, 239-247.

DI BONA M., COCCO M., ROVELLI A., BERARDI R. & BOSCHI E. (1995) - *Analysis of strong-motion data of the 1990 Eastern Sicily earthquake*. Ann. Geof. 38, 283-300.

FERRARA V. (1975) - *Idrogeologia del versante orientale dell'Etna*. Atti 3° Conv. Intern. sulle Acque Sotterranee, Palermo 1-3 Nov. 1975, 91-144.

FERRARA V. (1975) – *Metodi di captazione e sfruttamento di falde acquifere nei terreni vulcanici dell'Etna*. Atti 3° Conv. Intern. sulle Acque Sotterranee, Palermo 1-3 Nov. 1975, 474-481.

FERRARA V. (1991) – *Modificazioni indotte dallo sfruttamento delle acque sotterranee*

sull'equilibrio idrodinamico e idrochimico dell'acquifero vulcanico dell'Etna. Mem. Soc. Geol. It., 47, 619-630.

FERRARA V. (1994) – *Carta della Vulnerabilità all'inquinamento dell'acquifero vulcanico dell'Etna, scala 1:50.000*. C.N.R. Gruppo Nazionale per la Difesa delle Catastrofi Idrogeologiche, Pubbl. N. 266.

FERRARA V. (1999) – *Strategie di gestione delle risorse idriche sotterranee a fini integrativi, sostitutivi e di emergenza nel settore nord-orientale dell'Etna*. Atti del 3° Convegno Nazionale sulla Protezione e Gestione delle Acque Sotterranee per il III Millennio. Parma, ottobre 1999.

FERRARI L., GARDUNO V.H. & NERI M. (1991) – *I dicchi della Valle del Bove, Etna: un metodo per stimare le dilatazioni di un apparato vulcanico*. Mem. Soc. Geol. It., 47, 495-508.

FERRELLI L., AZZARO R., BELLA D., FILETTI G., MICHETTI A. M., SANTAGATI F., SERVA L. & VITTORI E. (2000) – *Analisi paleosismologiche ed evoluzione olocenica della fagliazione superficiale lungo la Timpa di Moscarello, M. Etna (Sicilia)*. Boll. Soc. Geol. It., 119, 251-265.

FRAZZETTA G. & ROMANO R. (1978) - *Approccio di studio per la stesura di una carta del rischio vulcanico (Etna-Sicilia)*. Mem. Soc. Geol. It., 19, 691-697.

FRAZZETTA G. & VILLARI L. (1981) - *The feeding of the eruptive activity on Etna volcano, the regional stress field as a constraint to magma uprising and eruption*. Bull. Volc., 44, 269-282.

GILLOT P. Y., KIEFER G. & ROMANO R. (1994) - *The evolution of Mount Etna in the light of potassium-argon dating*. Acta Vulcanol., 5, 81-87.

GRESTA S. & PATANÉ G. (1987) - *Review of seismological studies of Mount Etna*. Pure Appl. Geoph., 125, 951-970.

GRESTA S., GLOT J. P. & PATANÉ G. (1984) - *Dimensioni della sorgente e stress drop per terremoti etnei*. Atti 3° Conv. GNGTS, 744-765.

GRESTA S., GLOT J. P. & PATANÉ G. (1985) - *Studio di meccanismi focali di terremoti etnei*. Atti 4° Conv. GNGTS, 809-815.

GRESTA S., BELLA D., MUSUMECI C. & CARVENI P. (1997) - *Some efforts on active faulting processes (earthquakes and aseismic creep) acting on the eastern flank of Mt. Etna*. Acta

Vulcanol., 9, 101-108.

GUEST J. E. (1982) - *Styles of eruption and flow morphology on Mt. Etna*. Mem. Soc. Geol. It., 23, 49-73.

GUEST J. E. & DUNCAN A. M. (1981) - *Internal plumbing of Mount Etna*. Nature, 290, 584-586.

GUEST J. E. & MURRAY J. B. (1979) - *An analysis of hazard from Mount Etna*. J. Geol. Soc. London, 136, 347-354.

GUEST J. E., HUNTINGDON A. T., WADGE G., BRANDER J. L. BOOTH B., CARTER S. & DUNCAN A. M. (1974) - *Recent eruptions of Mount Etna*. Nature, 250, 385-387.

KIEFER G. (1983) - *L'évolution structurale de l'Etna (Sicile) et les modalités du contrôle tectonique et volcano-tectonique de son activité. Faits et hypothèses après les éruptions de 1978 et 1979*. Rev. Géol. Dyn. Géogr. Phys., 24, 89-100.

LANZAFAME G., NERI M. & RUST D. (1996) - *Active tectonics affecting the eastern flank of Mount Etna: structural interactions at a regional and local scale*. In: Gravestock P. J. e McGuire W. J. (eds.), "Etna: fifteen years on", 25-33.

LANZAFAME G., NERI M., COLTELLI M., LODATO L. & RUST D. (1997) - *North-south compression in the Mt. Etna region (Sicily): spatial and temporal distribution*. Acta vulcanol., 9, 121-133.

LENTINI F. (1982) - *The geology of the Mt. Etna basement*. Mem. Soc. Geol. It., 23, 7-25.

LO GIUDICE E. & RASÀ R. (1986) - *The role of the NNW structural trend in the recent geodynamic evolution of north-eastern Sicily and its volcanic implications in the etnean area*. J. Geodyn., 25, 309-330.

LO GIUDICE E. & RASÀ R. (1992) - *Very shallow earthquakes and brittle deformation in active volcanic areas: the Etnean region as an example*. Tectonophysics, 202, 257-268.

LO GIUDICE E., PATANÉ G., RASÀ R. & ROMANO R. (1982) - *The structural framework of Mount Etna*. Mem. Soc. Geol. It., 23, 125-158.

MCGUIRE W. J., STEWART I. S. & SAUNDERS S. J. (1997) - *Intra-volcanic rifting at Mount Etna in the context of regional tectonics*. Acta Volcanol., 9, 147-156.

MARCHESINI E., CONEDERA C., MORABITO G. & MACH L. (1964) - *Studio fotogeologico dell'Etna*. Riv. Min. Sic., 85-87, 83-95.

MONACO C., PETRONIO L. & ROMANELLI M. (1995) - *Tettonica estensionale nel settore*

orientale del Monte Etna (Sicilia): dati morfotettonici e sismici. St. Geol. Camerti, vol. spec. 1995/2, 363-374.

MONTALTO A., VINCIGUERRA S., MENZA S. & PATANÉ G. (1996) - *Recent seismicity of Mount Etna: implications for flank instability*. In: McGuire W. C., Jones A. P. e Neuberg J. (eds.), "Volcano instability on the Earth and other planets", Geol. Soc. Spec. Publ., 110, 169-177.

NERI M., GARDUNO V.H., PASQUARÈ G. & RASÀ R. (1991) – *Studio strutturale e modello cinematica della Valle del Bove e del settore nord-orientale etneo*. Acta Vulcanol., 1, 17-24.

PAQUIN C. (1984) - *Mesures in situ de contraintes dans la région de l'Etna*. Bull. Volc., 47, 1057-1059.

PARELLO F., D'ALESSANDRO W., AIUPPA A. & FEDERICO C. (2001) - *Cartografia geochimica degli acquiferi etnei*. Pubblicazione n. 2190 del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche. Officine Grafiche Riunite, Palermo.

RITMANN A. (1973) - *Structure and evolution of Mount Etna*. Phil. Trans. R. Soc. London, 274, 5-16.

ROMANO R. (1982) - *Succession of the Volcanic activity in the etnean area*. Mem. Soc. Geol. It., 23, 27-48.

ROMANO R. & STURIALE C. (1981) - *Geologia del versante sud-orientale etneo, F° 270 IV (NO, NE, SO, SE)*. Boll. Soc. Geol. It., 100, 15-40.

ROMANO R. & STURIALE C. (1982) - *The historical eruptions of Mt. Etna (volcanological data)*. Mem. Soc. Geol. It., 23, 75-97.

SNOW D. T. (1970) - *The frequency and apertures of fractures in rock*. Int. Journ. Rock. Mech. Min. Sci. & Geomech Abs., 7, 23-40.

STEWART I., MCGUIRE W. J., VITA-FINZI C., FIRTH C. R., HOLMES R. & SAUNDERS S. J. (1993) - *Active faulting and neotectonic deformation on the eastern flank of Mount Etna, Sicily*. Z. Geomorphol., 94, 73-94.

WADGE G., WALKER G. P. L. & GUEST J. E. (1975) - *The output of the Etna volcano*. Nature, 255, 385-387.

WALKER G. P. L. (1967) - *Thickness and viscosity of Etnean lavas*. Nature, 213, 484-485.

**CORPO IDRICO SOTTERRANEO
ETNA NORD (R19ETCS01)**

b)Caratteristiche geografiche, geologiche, idrogeologiche

Localizzazione geografica e morfologica del corpo idrico

Localizzazione geografica

Ricade nei Fogli in scala 1:100.000 261 (Bronte) e 262 (M. Etna Sud). E' compreso nelle Province di Messina e di Catania. Comprende parte dei territori comunali di Castiglione, Randazzo e Bronte.

Il versante Nord dell'edificio etneo costituisce il fianco destro del bacino del fiume Alcantara. A Sud è delimitato dal cratere centrale, ad Ovest dallo spartiacque con il bacino del Fiume Simeto, a Nord dalle catene dei Monti Nebrodi e Peloritani, ad Est dalla Foce dell'Alcantara.

Considerazioni geomorfologiche

Il territorio così delimitato presenta una morfologia collinare-montana con paesaggi spesso aspri e accidentati e in talune zone, anche brulli.

Sul fianco destro le pendici dell'Etna presentano, nelle zone topograficamente più basse, una conformazione più uniforme dovuta al livellamento della morfologia del substrato operato dagli espandimenti lavici; si ha quindi una minore degradabilità dei versanti, un aspetto meno brullo (ad eccezione delle zone coperte da colate recenti) ed una più intensa utilizzazione del suolo.

Le aree a più bassa pendenza si trovano sul fianco orientale del settore, in corrispondenza delle basse pendici dell'Etna; quelle a pendenza più elevata si trovano sul lato occidentale in corrispondenza dei contrafforti esterni dei Monti Peloritani, là dove questi sono costituiti da formazioni rocciose più coerenti.

Aspetti geologici

La serie stratigrafica di questo settore è la seguente, dal basso verso l'alto (Aureli e Musarra, 1975):

Flysch di Monte Soro	Cretaceo-Miocene
Argille scagliose	
Flysch di Capo d'Orlando	Oligo-Miocene
Sedimenti sabbioso-argillosi	Tortoniano o post Tortoniano
Gessi	Messiniano
Sedimenti lacustri	
Alluvioni terrazzate	
Alluvioni di fondovalle	
prodotti effusivi Etnei prodotti effusivi di M. Mojo	Quaternario

Flysch di M. Soro: costituito da una successione di livelli a diverse facies (calcarea, marnosa, arenacea, argillosa), ma in cui prevale la matrice argillo-marnosa. Affiora nella zona centro occidentale del bacino dell'Alcantara.

Argille scagliose: formazione prevalentemente argillosa costituita da argille, a struttura caotica, più o meno compatte o passanti ad argilliti. La loro impermeabilità è pressoché totale. Si riscontrano nel settore di Randazzo-Maniaci-Maletto e tra Fiumefreddo e Linguaglossa, dove costituiscono uno sbarramento alle acque sotterranee contenute nelle lave e provenienti dal versante Nord-orientale del rilievo Etno.

Flysch di Capo d'Orlando: in questa formazione si distinguono due facies, una basale conglomeratica ed una, soprastante, prevalentemente marnoso arenacea. I fianchi della vallata del Fiume Alcantara, nella sua parte terminale, sono in massima parte costituiti da questi terreni praticamente impermeabili.

Gessi e sedimenti sabbioso-argillosi: affiorano in piccoli lembi, i primi sovrapposti ai secondi, nel settore di Caltabiano.

Sedimenti lacustri: Le uniche zone ricoperte da sedimenti lacustri sono:

- il Lago Gurrída: si è formato per sbarramento da colate laviche del corso del Fiume Flascio, antico affluente dell'Alcantara.
- la Piana del Boschetto: ricolma di materiale alluvionale, si è costituita dalla confluenza dei torrenti Saracena, Martello e Cuto.

Alluvioni terrazzate: Quasi tutte le zone pianeggianti, adiacenti ai fondo valle dell'Alcantara e dei suoi affluenti, sono ricoperte da un materasso di materiali d'origine alluvionale, depositati dalle correnti fluviali ed ormai sottratte alla loro azione rimaneggiatrice. Costituiscono una formazione mediamente permeabile.

Alluvioni di fondovalle: sono costituite da quei materiali soggetti al continuo rimaneggiamento delle acque fluenti negli alvei dei corsi d'acqua più importanti. La loro composizione rispecchia quella dei terreni affioranti.

Prodotti effusivi Etnei: sono costituiti prevalentemente da lave basaltiche, in colate variamente estese e permeabili, da materiali coriacei, da tufi e sabbie vulcaniche (impermeabili).

Prodotti effusivi di M. Mojo. Si distinguono in:

- tufi e sabbie vulcaniche (impermeabili) che ricoprono in parte la piana di Mojo Alcantara
- successive colate laviche (permeabili) costituite da basalti compatti con caratteristiche strutture di fessurazione prismatica. Queste colate scendono lungo la valle dell'Alcantara e giungono fino a mare.

Morfologia del corpo idrico

Data la elevata permeabilità dei materiali vulcanici, la loro bassa erodibilità e la loro recente età di formazione, il territorio ricoperto da tali terreni risulta privo di un reticolo idrografico superficiale.

L'acquifero è costituito dalle vulcaniti che in colate successive hanno progressivamente ricoperto la morfologia originaria. La litologia del substrato risulta determinata dagli stessi terreni affioranti a Nord, oltre i limiti degli espandimenti lavici, terreni che in alcuni punti ancora affiorano in mezzo alle vulcaniti. Esiste, pertanto, un contrasto ben netto tra i materiali entro i quali le acque si infiltrano e scorrono, costituiti da basalti ed altri materiali eruttivi, e i materiali che determinano il substrato degli acquiferi, costituiti da terreni sedimentari a prevalente matrice argillosa. Nei primi la permeabilità è prevalentemente per fessurazione e quindi le acque si infiltrano entro meati più o meno grandi. Nei secondi, la pressoché totale impermeabilità determina il substrato di scorrimento delle acque.

Caratteristiche idrogeologiche e idrochimiche

Regime pluviometrico e infiltrazione

Il pluviofattore di Lang è di tipo temperato-caldo. L'indice globale di umidità di

Thornthwaite indica un clima umido. L'indice climatico di Emberger definisce una condizione di clima variabile da subumido a umido. L'indice di De Martonne evidenzia un clima temperato-umido (zone collinari) a umido (zone alte dell'Etna).

La temperatura media annua risulta compresa tra valori minimi prossimi allo zero e massimi di 21 gradi, in relazione alle fasce altimetriche. Le precipitazioni medie annue variano da 650 a 1300 mm.

L'evapotraspirazione annua varia da un minimo di circa 800 mm ad un massimo di circa 900 mm.

Regime della falda e flussi sotterranei

La morfologia del substrato sedimentario condiziona la direzione di deflusso delle acque sotterranee che tendono a confluire nelle depressioni, le quali costituiscono direttrici preferenziali di drenaggio.

Le caratteristiche litologiche dei prodotti eruttivi, con depositi vulcanoclastici più o meno cementati che si alternano a banchi lavici compatti e fessurati, determinano una circolazione idrica sotterranea decisamente complessa, con acquiferi distinti e, talora, sovrapposti per l'interposizione di orizzonti a bassa permeabilità.

Il valore della trasmissività è mediamente pari a $5,0 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$, che può ritenersi rappresentativo delle condizioni dell'acquifero in corrispondenza della depressione principale.

Nel settore settentrionale il deflusso ha direzione Nord-Est con recapito finale nell'alveo del Fiume Alcantara dove le vulcaniti poggiano sul substrato impermeabile. In tale area si avevano numerose manifestazioni sorgentizie con portate elevate, oggi scomparse o ridotte per effetto dell'incontrollato emungimento e il conseguente abbassamento dei livelli piezometrici.

Considerazioni sulla vulnerabilità

Il territorio si presenta in massima parte scarsamente antropizzato e protetto per i vincoli ambientali trattandosi di area protetta (del Parco dell'Etna).

Caratterizzazione idrogeochimica

Il corpo idrico settentrionale è il più limitato di estensione. Le acque del corpo idrico Etna nord sono classificabili in base al diagramma di Langelier-Ludwig come bicarbonato-alcalino terrose.

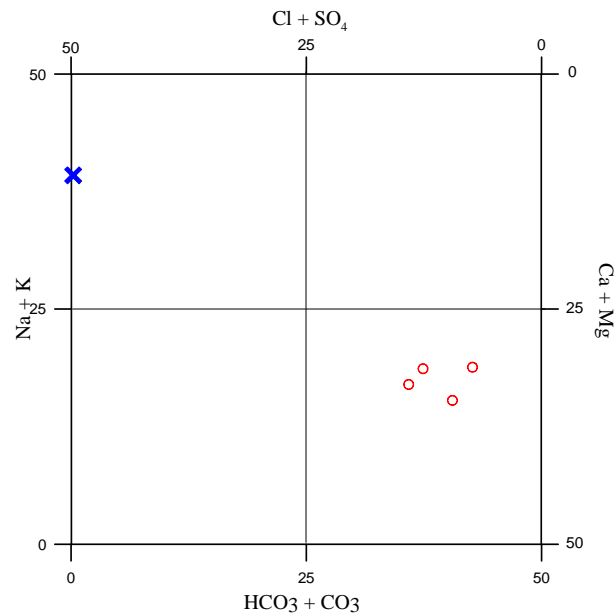


Diagramma classificativo Langelier-Ludwig per il corpo idrico Etna nord

Il diagramma triangolare dei cationi evidenzia che le acque risultano arricchite in elementi alcalini, in calcio e magnesio per interazione con le rocce vulcaniche.

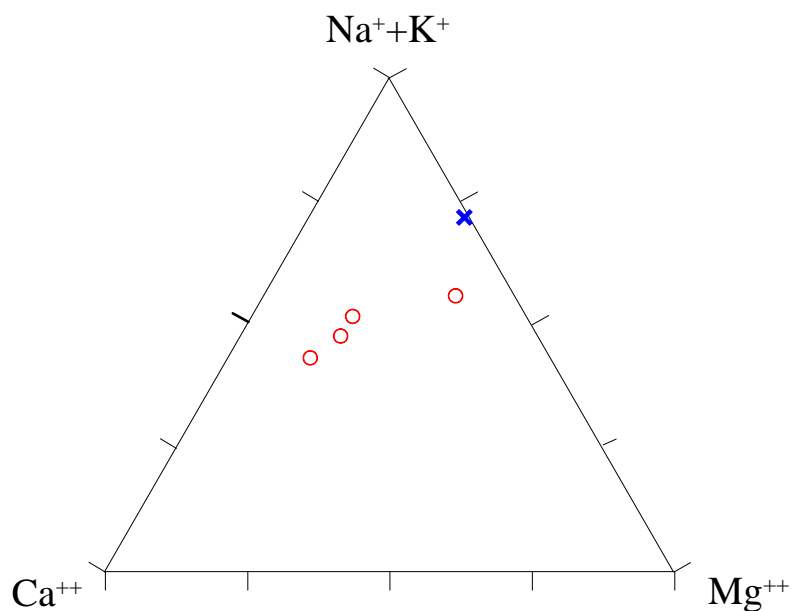


Diagramma ternario Ca-Mg-Na+K per il corpo idrico Etna nord

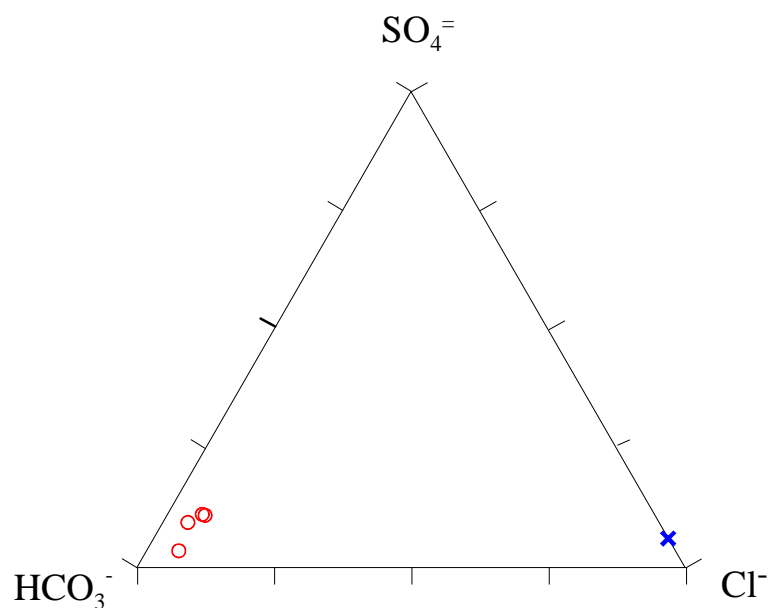


Diagramma ternario Cl-SO₄-HCO₃ per il corpo idrico Etna nord

Il diagramma ternario degli anioni mostra un forte arricchimento in bicarbonato dovuto all'interazione delle acque di falda con i gas vulcanici ricchi in CO₂.

Anche nel corpo idrico settentrionale i brevi tempi di percorrenza delle acque sotterranee contribuiscono a mantenere buona la loro qualità.

Caratteristiche isotopiche del corpo idrico

La posizione dei punti relativi a questo corpo idrico è prossima a valore della media delle acque meteoriche, facendo supporre una circolazione abbastanza superficiale.

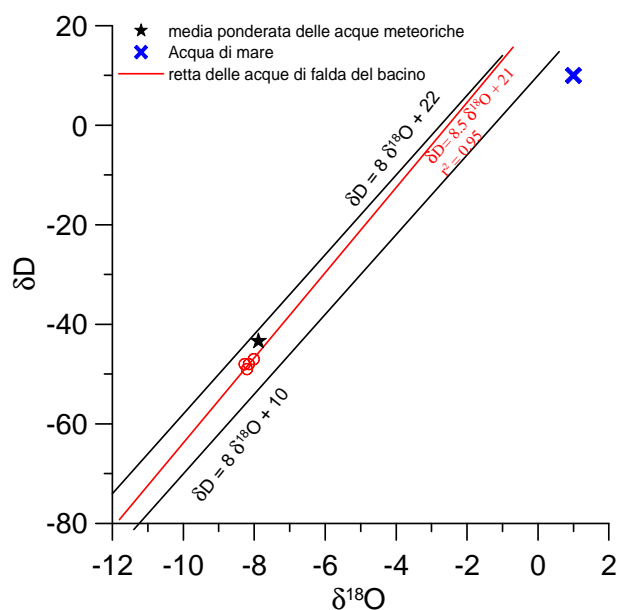


Diagramma $\delta D - \delta^{18}O$ (in ‰ rispetto a SMOW) delle acque del corpo idrico Etna Nord

Qualità delle acque del corpo idrico

Il diagramma a torta evidenzia la presenza di acque generalmente di bassa salinità e basse concentrazioni in nitrati.

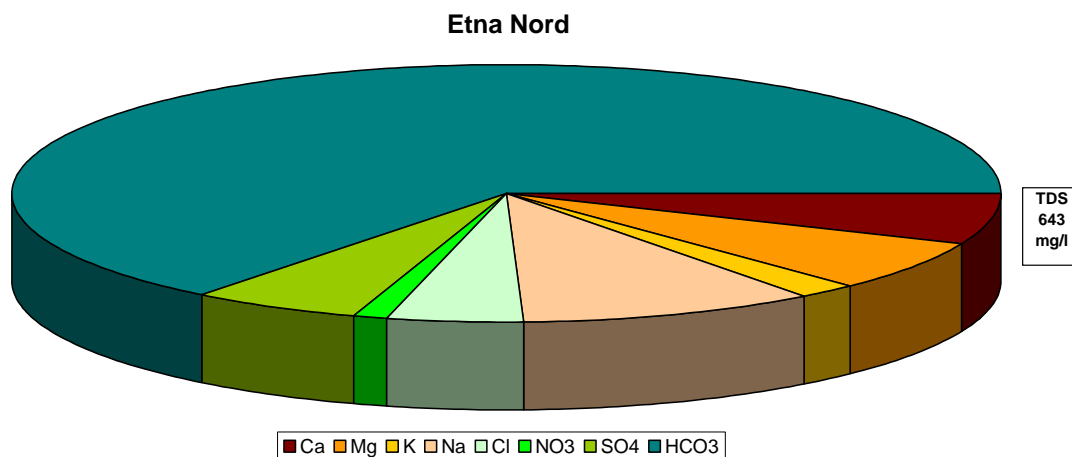


Diagramma a torta che mostra le composizioni percentuali delle specie ioniche dei costituenti maggiori presenti nel corpo idrico. E' stata aggiunta la percentuale dei nitrati allo scopo di avere una relazione visibile tra specie inorganiche e specie più direttamente correlabili alla qualità del corpo idrico. Lo spessore del diagramma è proporzionale alla salinità dell'acqua.

I brevi tempi di percorrenza delle acque sotterranee contribuiscono a mantenere buona la loro qualità.

Bacino	Etna		
Corpo idrico	Nord		
Parametro	Espressione dei risultati	Valore	Valore di Parametro
Temperatura	°C	11	-
pH		7.4	6,5<pH<9,5
Conducibilità	µS/cm	636	2500
Cl	mg/l	29	250
SO ₄ ⁼	mg/l	35	250
Ca	mg/l	41	-
Mg	mg/l	41	-
Na	mg/l	63	200
K	mg/l	11	-
Al	µg/l	0.20	200
Mn	µg/l	0.06	50
Fe	µg/l	5.08	200
NO ₃ ⁻	mg/l	7	50
NH ₄ ⁺	mg/l	0.01	0.5

Confronto tra la composizione chimica media del corpo idrico e il valore di parametro secondo il D. Lgs. n.31/2001 All.1

Il confronto tra la composizione media del corpo idrico e i valori di parametro evidenzia che si è sempre al di sotto dei valori massimi ammissibili secondo il D.Lgs. n.31/2001 All.1.

Stato chimico del corpo idrico

Quasi tutti i macrodescrittori, tenuti in considerazione per la classificazione qualitativa del corpo idrico, rientrano nei limiti previsti per la classe 2 esclusione di manganese, ferro ed ammonio che rientrano in classe 1. Le concentrazioni dei parametri aggiuntivi (inquinanti inorganici ed organici) risultano al di sotto dei valori limite previsti dalla tabella 21 del D. Lgs. 152/99. Pertanto, al corpo idrico Etna nord viene attribuita la classe 2.

Qualità delle acque a scopo irriguo

Le acque del corpo idrico Etna nord ricadono nel quadrante C2-S1, cioè sono classificabili come acque a basso contenuto in sodio utilizzabili per l'irrigazione in tutti i tipi di suolo e acque a media salinità che possono essere utilizzate se esiste un moderato drenaggio del suolo.

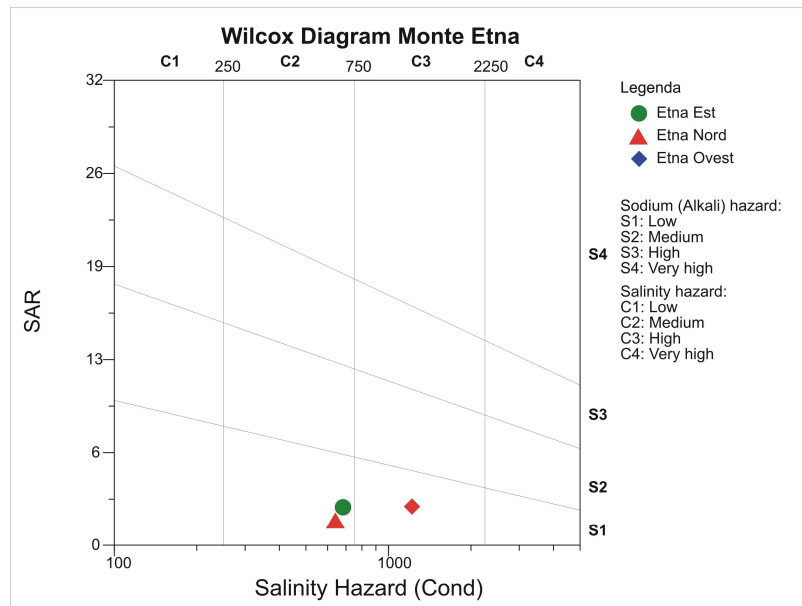


Diagramma per la classificazione delle acque a scopo irriguo

**CORPO IDRICO SOTTERRANEO
ETNA OVEST (R19ETCS02)**

Corpo idrico sotterraneo: Etna Ovest

b)Caratteristiche geografiche, geologiche, idrogeologiche

Localizzazione geografica e morfologica del corpo idrico

Localizzazione geografica

Ricade nei Fogli in scala 1:100.000 261 (Bronte), 262 (M. Etna Sud), 269 (Paternò) e 270 (Catania). E' compreso nelle Province di Catania ed Enna. Comprende parte dei territori comunali di Catania, Belpasso, Bronte, Nicolosi, Paternò, Biancavilla, Mascalucia, Adrano, S. Maria di Licodia.

E' delimitato a Nord dal corso dei fiumi Saracena e Flascio-Giurrida, ad Ovest dal Fiume Simeto, ad Est da una linea che grosso modo, unisce gli abitati di Maletto e AciCastello passando per il vertice dell'Etna.

Considerazioni geomorfologiche

Il versante del Monte degrada costantemente dal culmine del vulcano sino al letto del Fiume Simeto, con pendenze che diventano sempre più dolci verso valle.

Aspetti geologici

La serie stratigrafica di questo settore è la seguente:

Argille scagliose - impermeabili	Terziario
Marne e arenarie – poco permeabili	Mio-Pliocene
Argille azzurre - impermeabili	Pliocene
Lave e terreni vulcanici antichi (tufi breccie) – permeabili tranne i tufi	Quaternario
Alluvioni antiche – mediamente permeabili	
Lave recenti basaltiche - permeabili	
Alluvioni recenti, detriti - permeabili	
Terre nere – Limi - Impermeabili	

Le argille scagliose sono argille flyschiodi variegata, totalmente impermeabili. Affiorano nel settore Nord del Simeto.

La serie marnoso-arenacea che affiora lungo la linea Misterbianco-Paternò e a Sud di Adrano è costituita essenzialmente da marne e marne arenacee di colore marrone, con intercalati strati e banchi di arenarie più o meno spessi e frequenti, e variamente spezzati ed inclinati dai movimenti delle sottostanti argille scagliose. Lo spessore del complesso prevalentemente impermeabile dato dalla formazione marnoso arenacea e dalle argille scagliose supera i 500 m (in base ai dati di perforazioni profonde).

Le argille plioceniche, di colore generalmente azzurro, affiorano in piccoli lembi ad Ovest di S. Agata Battiati e a Sud e ad Ovest di Paternò.

Le lave antiche basaltiche a tendenza tholeitica a cui seguono prodotti di tipo decisamente alcalino, si accompagnano localmente a lave di tipo trachandesitico (Cristofolini, 1967). Queste lave si presentano più o meno compatte o cavernose, sono talvolta alternate a tufi o brecce. Esse presentano, superficialmente, un grado di alterazione maggiore ed un suolo ricco. Lo spessore complessivo delle lave e dei terreni vulcanici attraversati dai pozzi e perforazioni varia da un minimo di 10 m (lungo il Simeto), ad un massimo di oltre 200 m (nel settore di Bronte, Belpasso, ecc).

Le lave hanno generalmente subito nel raffreddamento la tipica frattura colonnare. Si nota di solito una maggiore intensità della fratturazione alla base delle successive colate ed è in corrispondenza di tali zone fessurate che si hanno le maggiori circolazioni acquifere.

I tufi vulcanici alternati alle lave appaiono sono in genere impermeabili.

In alcuni settori ed in particolare sotto il costone di lava che va da Adrano a Biancavilla si osservano delle brecce vulcaniche cementate da depositi travertinosi. Questa formazione è impermeabile. Intercalati nella successione prevalentemente lavica si hanno livelli di tufi giallastri o giallo-bruni a grana fine, talora con accenni di stratificazione.

Le alluvioni antiche si riscontrano esclusivamente lungo il Simeto ed a Sud di Adrano e sono intercalate alle colate laviche; generalmente permeabili, risultano costituite da una mescolanza di ciottoli arenacei levigati e ciottoli lavici.

Le lave recenti basaltiche sono di vari tipi: compatte, cavernose, a corda. Si presentano abbastanza estese come, per esempio, nei settori di Bronte e di Piano Tavola e nella zona fra Camporotondo e Belpasso.

Le alluvioni recenti e i detriti presenti nel fondo valle del Fiume Simeto, sono costituite da un'alternanza di limi argillosi e ghiaie (di origine arenacea o lavica) con conseguente

variazione di permeabilità da punto a punto.

Le terre nere, che costituiscono un ottimo suolo di coltura, provengono dai tufi e ceneri vulcaniche. Sono generalmente permeabili.

I limi fini, impermeabili, sono stati portati dai fiumi nelle zone vallive.

Sulla base di un rilievo geofisico a corrente continua (Sondaggi Elettrici Verticali) è stato ricostruito l'andamento del substrato impermeabile fino a quota 1300 m e sono state individuate tre paleo-vallate al di sotto dei prodotti vulcanici.

Due di queste, definite “paleo-vallata settentrionale” e “paleo-vallata meridionale”, si aprono a ventaglio dalla zona sommitale dell'Etna verso la base del vulcano e sono delimitate a nord e a sud da rialzi sedimentari che partendo dalle zone periferiche dell'edificio vulcanico (zona di Maletto e zona Dagala Inchiusa per la settentrionale, zona Dagala Inchiusa e zona Adrano per la meridionale) salgono verso i crateri; sul lato ovest la delimitazione è data dai rialzi sedimentari situati, parallelamente al corso del fiume Simeto, tra gli abitati di Maletto e Adrano.

La terza paleo-vallata è stata individuata invece parallelamente al corso del Simeto e ad Est di questo; è l'antico corso del Simeto che si è spostato a causa dei continui apporti lavici verso le zone sedimentarie più facilmente erodibili.

Questa paleo-vallata inizia in Località Ponte Cantera e termina poco più a sud del Ponte Maccarrone, dove si ricollega all'attuale corso del fiume e drena tutte le acque delle pendici etnee che vengono convogliate dalle due paleo-vallate di cui sopra. I materiali che ne costituiscono il riempimento sono dati da prodotti sia lavici che alluvionali; la presenza sbarramenti, costituiti da banconi quarzarenitici o da colate più compatte, provoca tracimazioni laterali della falda verso l'attuale alveo del Simeto, dando luogo ad una serie di sorgenti

I terreni che ricoprono queste paleo-valli sono costituiti da colate vulcaniche cui sono interposti livelli più o meno spessi di materiali quali alluvioni, piroclastiti a diverso grado di alterazione, prodotti derivanti dalla degradazione delle zone superficiali della colata, paleosuoli.

Morfologia del corpo idrico

La parte predominante del corpo idrico, dal crinale dell'Etna al letto del Simeto, è occupata dai terreni eruttivi. Ad Ovest il limite delle vulcaniti è determinato dagli affioramenti dei terreni sedimentari della riva destra del Simeto.

La zona ad Est del Simeto si presenta nel tratto vallivo pianeggiante o in lieve pendio, più impervia dove le colate più recenti presentano ancora una superficie coriacea e sterile, sempre senza tracce di incisioni o ruscellamenti superficiali. La pendenza va gradatamente aumentando man mano si sale lungo le pendici del vulcano.

Caratteristiche idrogeologiche e idrochimiche

Regime pluviometrico e infiltrazione

Il pluviometro di Lang è di tipo temperato-caldo. L'indice globale di umidità di Thornthwaite indica un clima umido. L'indice climatico di Emberger definisce una condizione di clima variabile da subumido a umido. L'indice di De Martonne evidenzia un clima da temperato-umido (zone collinari) a umido (zone alte dell'Etna).

La temperatura media annua risulta compresa tra valori minimi prossimi allo zero e massimi di 21 gradi, in relazione alle fasce altimetriche. Le precipitazioni medie variano da 650 a 1300 mm.

L'evapotraspirazione annua varia da un minimo di circa 800 mm ad un massimo di circa 900 mm.

Regime della falda e flussi sotterranei

Il tipo di permeabilità che caratterizza le colate è legato essenzialmente ad una porosità per fessurazione, mentre è esigua, se non nulla la porosità per interstizi.

La presenza degli orizzonti costituiti da paleosuoli e piroclastiti in parte alterate, che presentano una permeabilità ridotta o nulla, intercalati alle colate dà luogo a numerose falde sospese, con risorgenze a quote più elevate di quelle del livello base, che difficilmente sono collegate con la falda profonda.

La falda profonda, che è delimitata alla base dalle due paleo-vallate settentrionale e meridionale, viene considerata di tipo freatico in senso lato con locali fenomeni di

artesianesimo.

I massimi valori di spessore della falda sono individuabili lungo il corso principale delle paleovallate.

Nel settore occidentale che ha caratteristiche simili al precedente, i deflussi sono diretti verso Ovest e Sud-Ovest e il loro recapito è rappresentato dalla valle del Fiume Simeto, tra Bronte e Paternò.

I deflussi raggiungono i margini degli espandimenti lavici, dando origine, al contatto con il substrato sedimentario impermeabile o con le vulcaniti basali, a gruppi di sorgenti un tempo di notevole portata complessiva. Attualmente la portata di queste sorgenti è molto ridotta a causa dei consistenti prelievi operati a monte da un gran numero di pozzi che hanno determinato anche un sensibile abbassamento delle falde in tutta l'area pedemontana.

Le sorgenti sono per la maggior parte ascrivibili al tipo di contatto, tra il substrato impermeabile affiorante (argille) e il ricoprimento permeabile (vulcaniti). La sorgente Santa Domenica può definirsi di trabocco. Solo in qualche caso si può parlare di sorgenti di emergenza.

Questo settore presenta un elevato addensamento delle opere di captazione (fino ad oltre 6 pozzi per km²) in corrispondenza delle quote più basse, e l'esistenza di punti di prelievo anche a quote elevate (fino a 900-1100 m).

Considerazioni sulla vulnerabilità

Il carico potenzialmente inquinante è decisamente maggiore nel settore meridionale del corpo idrico, differenziandosi sempre in funzione della quota.

Caratterizzazione idrogeochimica

Il corpo idrico occidentale dell'Etna è quello con la maggiore estensione areale.

Le acque del corpo idrico Ovest sono classificabili in base al diagramma di Langelier-

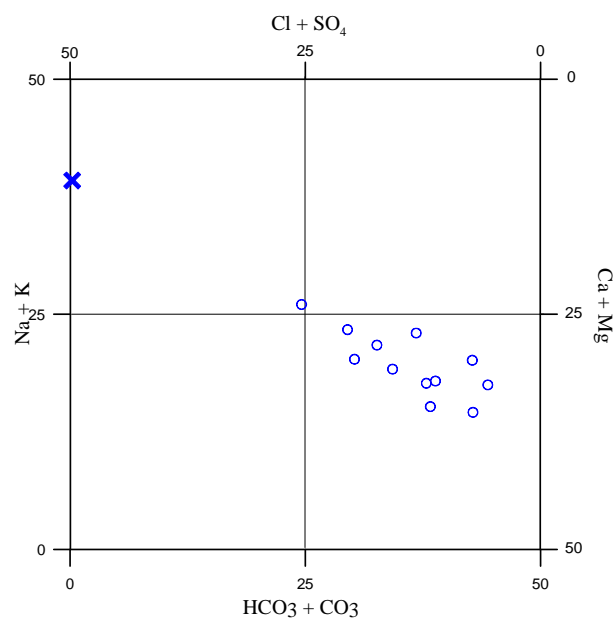


Diagramma classificativo Langelier-Ludwig per il corpo idrico Etna ovest

Ludwig come bicarbonato-alcalino-terrose ed un solo campione come clorurato-solfato-alcaline ed in base ai diagrammi triangolari come bicarbonato-alcaline e bicarbonato-magnesiache.

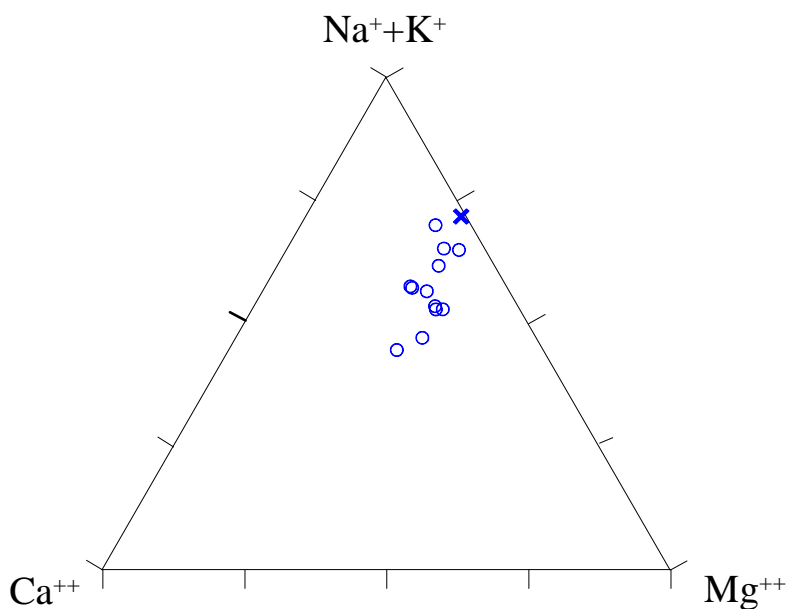


Diagramma ternario Ca-Mg-Na+K per il corpo idrico Etna ovest

Sono acque generalmente di salinità più elevata rispetto agli altri corpi idrici dell'Etna dovuta sia ai tempi di percorrenza più elevati, che consentono una maggiore

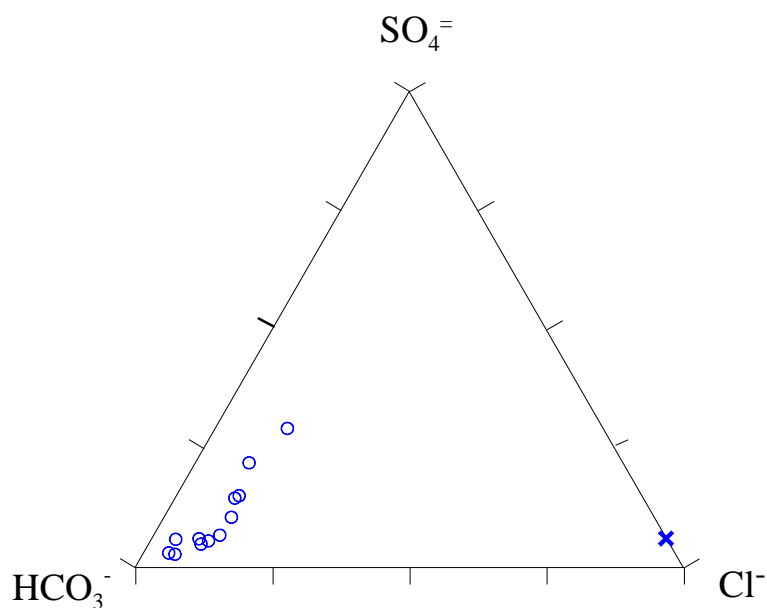


Diagramma ternario Cl-SO₄-HCO₃ per il corpo idrico Etna ovest

interazione acqua-roccia e conseguente rilascio di ioni in soluzione, sia al più frequente mescolamento delle acque dell'acquifero vulcanico con piccole quantità di acque ipersaline provenienti dal sottostante basamento sedimentario (Parello *et al.*, 2001).

Caratteristiche isotopiche del corpo idrico

La posizione dei punti relativi a questo corpo idrico mette in evidenza che l'acqua è tra le più negative del bacino e risulta la più distante rispetto all'acqua meteorica media ponderata. La quota di alimentazione media più alta (1200 m – D'Alessandro *et al.*, 2004), la ricarica meteorica quantitativamente inferiore (Ogniben, 1966) ed il più basso gradiente idrologico fanno sì che la maggior parte delle acque sotterranee di questo bacino abbiano tempi di percorrenza significativamente più lunghi del resto dei bacini etnei (superiori a 50 anni – D'Alessandro *et al.*, 2001).

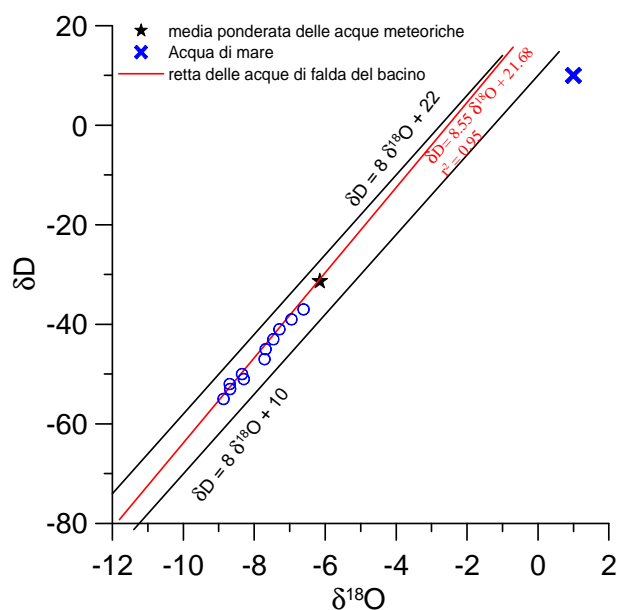


Diagramma $\delta D - \delta^{18}O$ (in ‰ rispetto a SMOW) delle acque del corpo idrico Etna Ovest

Qualità delle acque del corpo idrico

Il diagramma a torta è relativo alla composizione chimica media del corpo idrico.

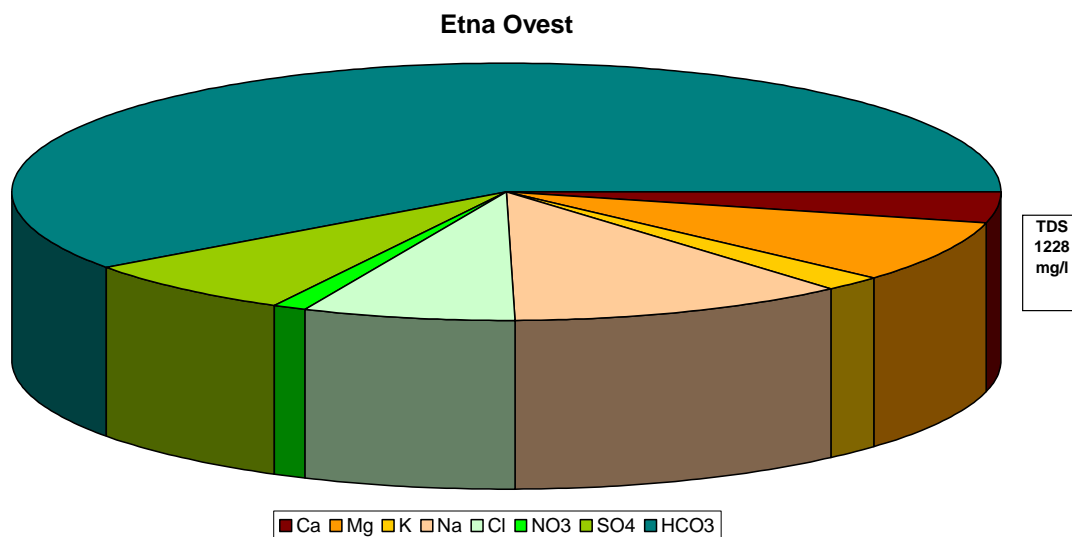


Diagramma a torta che mostra le composizioni percentuali delle specie ioniche dei costituenti maggiori presenti nel corpo idrico. E' stata aggiunta la percentuale dei nitrati allo scopo di avere una relazione visibile tra specie inorganiche e specie più direttamente correlabili alla qualità del corpo idrico. Lo spessore del diagramma è proporzionale alla salinità dell'acqua.

Esso evidenzia un'elevata salinità (la più elevata del bacino dell'Etna). e concentrazioni di nitrati abbastanza basse.

Bacino	Etna		
Corpo idrico	Ovest		
Parametro	Espressione dei risultati	Valore	Valore di Parametro
Temperatura	°C	15	-
pH		6.9	6,5<pH<9,5
Conducibilità	µS/cm	1201	2500
Cl	mg/l	86	250
SO ₄ ⁼	mg/l	89	250
Ca	mg/l	47	-
Mg	mg/l	95	-
Na	mg/l	136	200
K	mg/l	25	-
Al	µg/l	1.20	200
Mn	µg/l	98.95	50
Fe	µg/l	14.01	200
NO ₃ ⁻	mg/l	13	50
NH ₄ ⁺	mg/l	0.01	0.5

Confronto tra la composizione chimica media del corpo idrico e il valore di parametro secondo il D. Lgs. n.31/2001 All.1

Confrontando la composizione media del corpo idrico con quella relativa alla potabilità delle acque, questa risulta sempre al di sotto dei valori di parametro stabiliti dal D. Lgs. n.31/2001 All.1 ad esclusione del manganese.

Il valore medio elevato del contenuto di manganese è dovuto alla presenza di un sito di campionamento con un contenuto di manganese estremamente elevato (1160 µg/l). Tale valore è dovuto a condizioni chimico-fisiche particolari dell'area compresa tra Belpasso e Nicolosi che consentono il rilascio da parte delle rocce di elementi fortemente influenzati dalle condizioni ossidoriduttive dell'acquifero come ad esempio ferro e manganese (Aiuppa *et al.*, 2002)

Stato chimico del corpo idrico

Tra i macrodescrittori tenuti in considerazione per la classificazione qualitativa del corpo idrico Etna ovest, rientrano nei limiti previsti per la classe 1, ferro e ione ammonio. I solfati, i cloruri, i nitrati e la conducibilità rientrano in classe 2, le concentrazioni di manganese rientrano in classe 0. Le concentrazioni dei parametri addizionali (inquinanti inorganici ed organici) risultano al di sotto dei valori limite previsti dalla tabella 21 del

D.Lgs. 152/99. Pertanto, al corpo idrico Etna ovest viene attribuita la classe 0.

Qualità delle acque a scopo irriguo

Le acque del corpo idrico Etna ovest ricadono nel quadrante C3-S1, cioè sono classificabili come acque a basso contenuto in sodio utilizzabili per l'irrigazione in tutti i tipi di suolo e acque ad alta salinità che possono essere utilizzate se esiste un buon drenaggio del suolo.

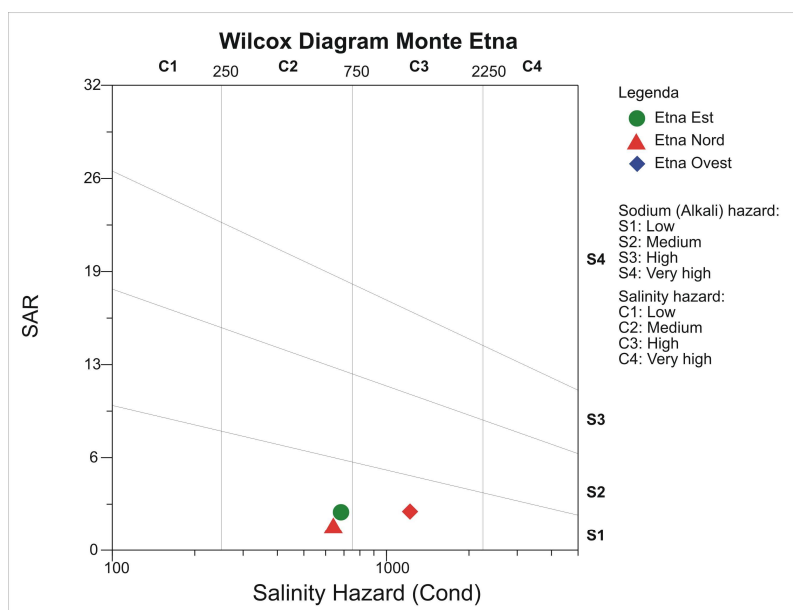


Diagramma per la classificazione delle acque a scopo irriguo

**CORPO IDRICO SOTTERRANEO
ETNA EST (R19ETCS03)**

b)Caratteristiche geografiche, geologiche, idrogeologiche

Localizzazione geografica e morfologica del corpo idrico

Localizzazione geografica

Ricade nei Fogli in scala 1:100.000 262 (M. Etna Sud) e 270 (Catania). E' compreso nella Provincia di Catania. Comprende parte dei territori comunali di Piedimonte Etneo, S. Venerina, Fiume Freddo, Giarre, Zafferana, Pedara, Aci S. Antonio, S. Giovanni La Punta, Acireale, S. Alfio, Milo, Riposto.

Il versante orientale dell'Etna è costituito da quella parte del massiccio vulcanico che si estende dal cratere centrale alla costa ionica, ha una forma all'incirca triangolare i cui vertici sono rappresentati dalla sommità del vulcano ad Ovest e dai centri abitati di Catania a Sud e Linguaglossa a Nord.

Considerazioni geomorfologiche

I tratti morfologici generali di questo settore sono per certi aspetti analoghi a quelli riscontrabili nel resto dell'Etna e consistono nella presenza di tre fasce altimetriche chiaramente individuabili. Una prima fascia è rappresentata dalla zona pedemontana che si estende dalla linea di costa fino ad una quota di circa 600 m, con pendii abbastanza dolci degradanti da Ovest ad Est. La seconda fascia altimetrica estesa da quota 600 m a quota 1800 m circa, è caratterizzata da pendii più accentuati con bruschi dislivelli. La terza fascia, infine, comprende le quote più elevate fino alla sommità del cono vulcanico ed è caratterizzata da pendii molto ripidi. Un motivo comune alle tre zone è la presenza di rilievi isolati di forma conica e con fianchi piuttosto ripidi, costituiti da apparati eruttivi eccentrici ed avventizi.

Gli elementi morfologici che caratterizzano il versante orientale sono la vasta depressione della Valle del Bove, che si estende subito ad Est del cratere centrale, e le "timpe" che interrompono la continuità del paesaggio soprattutto su bassi versanti del vulcano.

I fenomeni di erosione sono molto limitati per l'elevata permeabilità dei prodotti vulcanici che non consentono un apprezzabile ruscellamento delle acque di precipitazione, questo fatto giustifica la mancanza di un vero e proprio reticolo idrografico.

Aspetti geologici

La serie stratigrafica si presenta come segue:

- | | |
|---|------------------|
| – Argille; sabbie argillose - impermeabili | Plio-pleistocene |
| – Lave e terreni vulcanici antichi (tufi, sabbie e conglomerati “Chiancone”; permeabili, impermeabili, poco permeabili) | |
| – Alluvioni antiche – mediamente permeabili | |
| – Lave recenti - permeabili | |
| – Alluvioni recenti, detriti - permeabili | Quaternario |

Su questo versante, le acque che si raccolgono nella copertura basaltica permeabile del M. Etna defluiscono per fessurazione verso il mare. Allo scorrimento delle acque fanno da letto sia gli eventuali strati prevalentemente tufacei ed impermeabili intercalati alle successive colate laviche, sia il tetto del complesso sedimentario basale, prevalentemente impermeabile.

Il substrato sedimentario è costituito da terreni alloctoni di età compresa tra il Cretaceo ed il Miocene inferiore, messi in posto durante il Tortonianiano e da terreni postorogeni di età compresa tra il Tortonianiano ed il Pleistocene (Ogniben, 1966), che affiorano estesamente ai margini degli espandimenti lavici ed in piccole placche entro il perimetro vulcanico.

E' interessante notare che in tutta la zona costiera, compresa tra Acireale e Nord di Giarre, vari pozzi hanno incontrato una formazione conglomeratica impermeabile chiamata “Chiancone” dove elementi lavici sono cementati da tufi vulcanici.

Il substrato sedimentario dei terreni vulcanici non è mai stato raggiunto dai pozzi della zona (profondità massima 200-250 m). Per la sua grande profondità nella zona, tale substrato argilloso non costituisce il sostegno della falda acquifera presente negli strati permeabili di lave e scorie. Infatti, questa falda, spesso divisa in più livelli dalle alternanze di tufi e chiancone, appare sostenuta da un complesso vulcanico inferiore prevalentemente tufaceo ed impermeabile. La divisione dei due complessi, il superiore lavico e permeabile,

l'inferiore tufaceo, non è evidentemente assoluta, ed il passaggio dall'uno all'altro non è sempre molto netto.

I prodotti delle prime manifestazioni eruttive sono rappresentati da modesti affioramenti localizzati lungo la costa ionica. Sui bassi versanti si riscontrano le vulcaniti derivanti dall'attività dei centri eruttivi più antichi di cui non è sempre possibile riconoscere l'ubicazione e l'estensione complessiva degli apparati. Alle quote più elevate risultano invece ampiamente diffusi i prodotti del vulcanismo recente e attuale. Soggiacenti a questi ultimi si ha un complesso di sedimenti clastici, derivanti dal disfacimento di rocce vulcaniche più antiche, che affiora per una discreta estensione nella parte centrale della fascia pedemontana ma presente anche a quote più elevate sotto la copertura delle vulcaniti recenti. Scarsamente rappresentati sono i depositi recenti, rappresentati da modeste coperture di alluvioni e di depositi di spiaggia, localizzati principalmente al margine settentrionale.

Morfologia del corpo idrico

Il versante orientale dell'Etna si identifica con una delle più importanti idrostrutture in cui si articola il complesso vulcanico.

I terreni eruttivi che costituiscono l'acquifero sono rappresentati sia da colate laviche antiche a morfologia superficiale degradata, sia da colate recenti e storiche.

In tutti i casi si tratta di lave compatte, generalmente fessurate e fratturate, a cui si associano irregolarmente materiali scoriacei molto porosi e piroclastiti sciolte, sia fini che grossolane, di originaria deposizione o rimaneggiate.

L'elevata permeabilità della maggior parte dei prodotti eruttivi favorisce l'infiltrazione di un'alta percentuale di precipitazioni meteoriche che alimentano una falda di notevole capacità produttiva, contenuta in una profonda depressione del substrato colmata da vulcaniti, presente al margine degli espandimenti lavici, tra gli abitati di Linguaglossa e Piedimeonte Etneo.

Lungo il fianco Nord-orientale del vulcano, che costituisce gran parte dell'idrostruttura, si individuano altre depressioni meno marcate con asse orientato SW-NE, le quali hanno origine alle alte quote e si innestano nella depressione principale in punti diversi. Queste

depressioni drenano una estesa superficie che si identifica con l'area di alimentazione della falda contenuta nella paleovalle principale.

La configurazione morfologica del tetto del substrato sedimentario condiziona la direzione di deflusso delle acque sotterranee in seno all'acquifero vulcanico; queste tendono infatti a confluire nelle depressioni, le quali costituiscono pertanto direttrici preferenziali di drenaggio, a meno che non siano colmate da accumuli consistenti di materiali scarsamente permeabili.

Il valore della tramissività è mediamente pari a $5,0 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$, che può ritenersi rappresentativo delle condizioni dell'acquifero in corrispondenza della depressione principale (Ferrara, 1999).

Anche in questo settore la distribuzione delle opere di captazione risulta caratterizzata da un forte addensamento.

A questa struttura sono collegate le acque sotterranee che si manifestano come sorgenti alla sua estremità orientale, in prossimità della costa e quelle portate a giorno mediante opere di captazione ubicate a quote diverse. A queste si aggiungono le acque che si riversano in mare lungo un esteso tratto del litorale all'incirca compreso tra la foce del Fiumefreddo e l'abitato di Mascali.

Le sorgenti, localizzate a quote variabili da qualche metro ad una ventina di metri sul livello del mare, scaturiscono al contatto tra le ultime propaggini degli espandimenti lavici e le argille marnose azzurre pleistoceniche affioranti o subaffioranti tra i depositi alluvionali della fascia costiera.

Caratteristiche idrogeologiche e idrochimiche

Regime pluviometrico e infiltrazione

Le caratteristiche climatiche di questo versante sono decisamente influenzate dall'esposizione verso Est e dalla vicinanza dal mare. Esse infatti risentono dell'influenza delle masse d'aria umida provenienti dai quadranti orientali, le quali, ostacolate nel loro cammino dalla presenza del massiccio vulcanico, sono costrette a moti ascensionali con conseguenti fenomeni di condensazione che determinano il verificarsi di abbondanti precipitazioni, e della vicinanza del mare che mitiga le temperature fino ad una quota di 700 metri circa.

Le precipitazioni vanno da valori di 600-700 mm in corrispondenza del tratto più meridionale della fascia costiera a valori massimi di oltre 1200 mm fra i 500 e 600 m di quota.

I valori medi annui più bassi delle temperature si registrano nel mese di gennaio e quelli più elevati nel mese di luglio o di agosto. Il valore medio per l'intera area è di circa 14°C.

Il valore medio ottenuto per l'evapotraspirazione è di circa 500 mm (fino ad una quota media di 600 m). Alle quote più elevate è da prevedere con ogni probabilità un valore ancora più basso a causa dell'elevata fatturazione delle lave che facilitano l'infiltrazione delle acque di precipitazione.

Il pluviometro di Lang è di tipo steppico per Catania, per quelle etnee più alte (Nicolosi e Zafferana) è temperato-caldo. L'indice globale di umidità di Thornthwaite indica un clima umido. L'indice climatico di Emberger definisce una condizione di clima variabile da subumido a umido. L'indice di De Martonne evidenzia un clima da temperato-umido (zone collinari) a umido (zone alte dell'Etna), le altre (Acireale, Catania e Mineo) temperato caldo.

Regime della falda e flussi sotterranei

Nel settore orientale i deflussi sono orientati verso Est e sud-est con recapito lungo il litorale ionico tra Fiumefreddo e Catania, costituendo più falde distinte con assi di drenaggio preferenziale diretti lungo le parti più depresse delle strutture acquifere minori, ove i pozzi sono altamente produttivi.

Le differenti condizioni di permeabilità dei prodotti eruttivi comportano a volte una suddivisione dei deflussi sotterranei in più livelli sovrapposti. Possono così riscontrarsi sia alle quote più elevate che in corrispondenza della fascia pedemontana falde profonde e falde superiori sospese, queste ultime con significato del tutto locale, separate da orizzonti a bassa permeabilità costituiti da prodotti piroclastici e vulcanoclastici e anche da lave poco fessurate.

Considerazioni sulla vulnerabilità

Il rischio è più alto in corrispondenza della fascia pedemontana. Ai fattori che innalzano il grado di vulnerabilità si associa in fatti un'alta densità degli insediamenti antropici e delle

attività produttive, concentrati nelle aree a quote più basse e prossime al mare ed in particolare lungo la fascia costiera orientale. Le fonti di potenziale inquinamento sono qui rappresentate da un elevato numero di centri urbani con le annesse infrastrutture.

Caratterizzazione idrogeochimica

Il corpo idrico orientale è dal punto di vista dello sfruttamento delle risorse idriche il più importante dell'Etna (Ferrara, 1991). L'ingente ricarica meteorica, con un massimo registrato a quote relativamente basse (circa 900 m, D'Alessandro et al., 2004), assieme all'elevata trasmissività, si esprime in tempi di percorrenza piuttosto brevi (inferiori ad una decina di anni, D'Alessandro et al., 2001).

Le acque del corpo idrico Est sono classificabili in base al diagramma di Langelier-Ludwig come bicarbonato-alcaline e bicarbonato-alcantino-terrose con una tendenza verso le clorurato-solfato-alcaline. Risulta comunque un punto di prelievo ricadente nel campo delle clorurato-solfato-alcantino terrose.

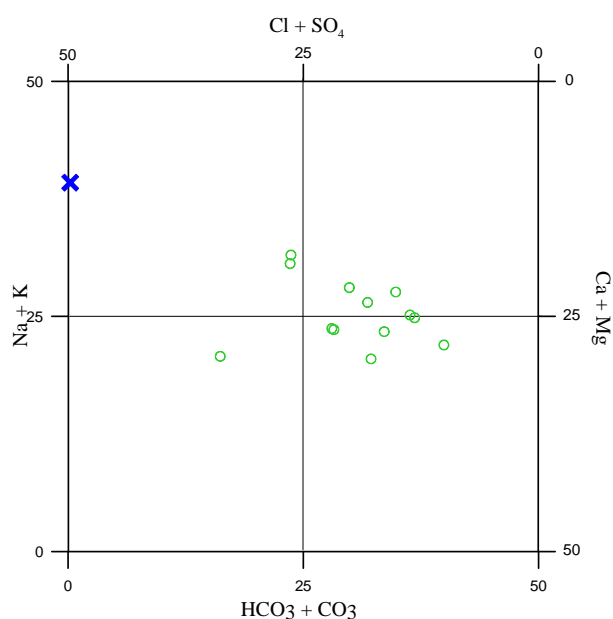


Diagramma classificativo Langelier-Ludwig per il corpo idrico Etna est

Sono acque generalmente di bassa salinità. I brevi tempi di permanenza nell'acquifero limitano, infatti, l'interazione acqua-roccia mantenendo bassa la salinità e diluendo gli eventuali apporti di acque reflue.

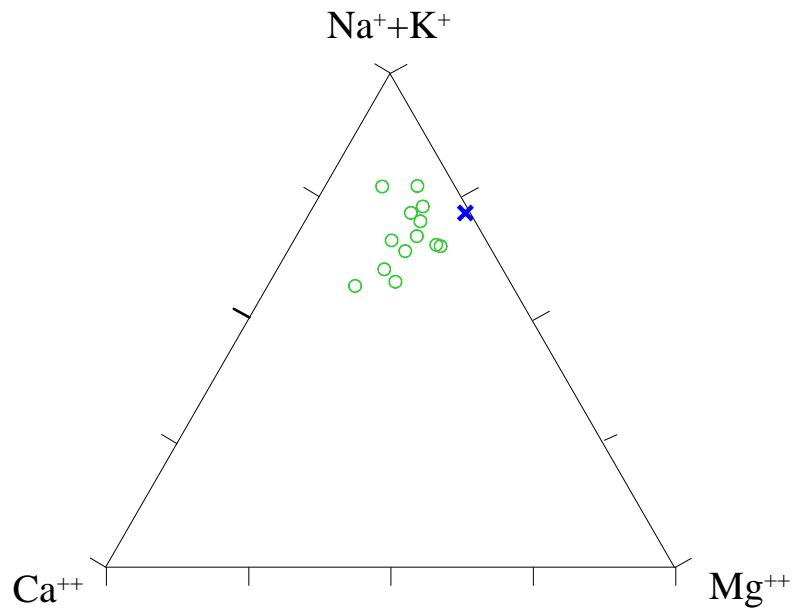


Diagramma ternario Ca-Mg-Na+K per il corpo idrico Etna est

I diagrammi ternari mostrano l'arricchimento di queste acque in elementi alcalini e in bicarbonato legato all'interazione con le rocce serbatoio di natura vulcanica.

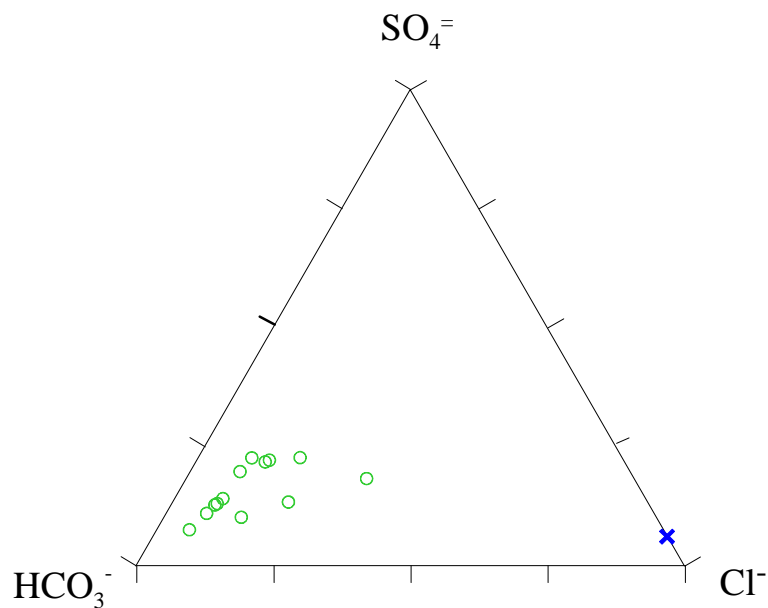


Diagramma ternario Cl-SO4-HCO3 per il corpo idrico Etna est

Caratteristiche isotopiche del corpo idrico

Le acque di falda di questo corpo idrico hanno una composizione isotopica che varia tra quella della media ponderata delle acque meteoriche a valori più positivi legati a quote di alimentazione più basse.

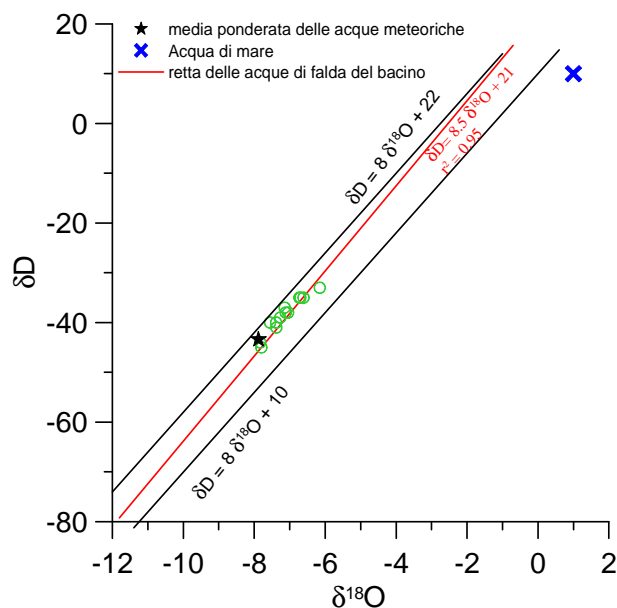


Diagramma $\delta D - \delta^{18}O$ (in ‰ rispetto a SMOW) delle acque del corpo idrico Etna Est

Questa informazione è in accordo con quanto visto dal punto di vista chimico.

Qualità delle acque del corpo idrico

I diagrammi a torta, relativi alla composizione chimica media del corpo idrico, mostrano che le acque hanno mediamente bassa salinità, legata ai brevi tempi di permanenza nell'acquifero e tenori di nitrati trascurabili.

Dal punto di vista idropotabile le acque mostrano valori sempre inferiori a quello di parametro definiti dal D. Lgs. n. 31/2001

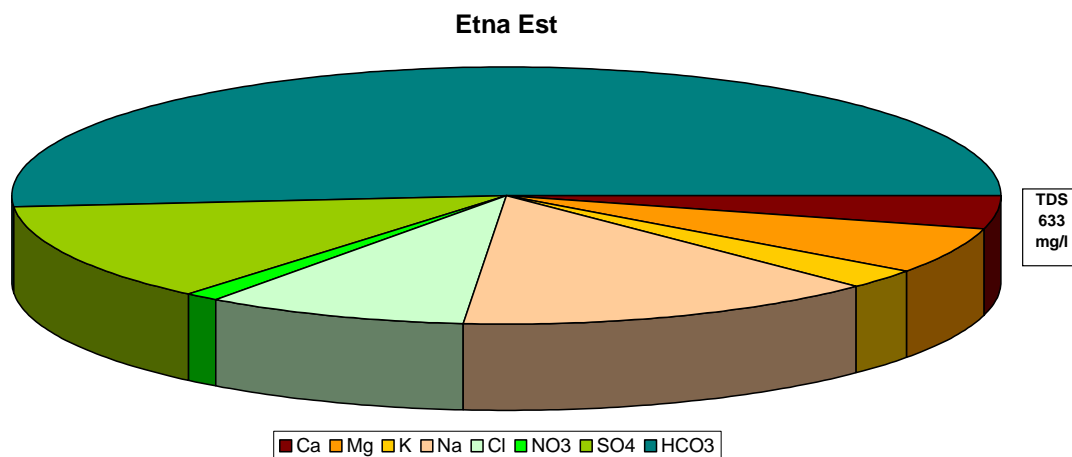


Diagramma a torta che mostra le composizioni percentuali delle specie ioniche dei costituenti maggiori presenti nel corpo idrico. E' stata aggiunta la percentuale dei nitrati allo scopo di avere una relazione visibile tra specie inorganiche e specie più direttamente correlabili alla qualità del corpo idrico. Lo spessore del diagramma è proporzionale alla salinità dell'acqua.

Bacino	Etna		
Corpo idrico	Est		
Parametro	Espressione dei risultati	Valore	Valore di Parametro
Temperatura	°C	15	-
pH		7.1	6,5<pH<9,5
Conducibilità	µS/cm	674	2500
Cl	mg/l	55	250
SO ₄ ⁼	mg/l	78	250
Ca	mg/l	26	-
Mg	mg/l	38	-
Na	mg/l	87	200
K	mg/l	17	-
Al	µg/l	1.40	200
Mn	µg/l	31.15	50
Fe	µg/l	14.43	200
NO ₃ ⁻	mg/l	8	50
NH ₄ ⁺	mg/l	0.01	0.5

Confronto tra la composizione chimica media del corpo idrico e il valore di parametro secondo il D. Lgs. n.31/2001 All.1

Stato chimico del corpo idrico

Quasi tutti i macrodescrittori tenuti in considerazione per la classificazione qualitativa del corpo idrico rientrano nei limiti previsti per la classe 2 ad esclusione di ferro e ammonio che rientrano in classe 1. Le concentrazioni dei parametri addizionali (inquinanti inorganici ed organici) risultano al di sotto dei valori limite previsti dalla tabella 21 del D.Lgs. 152/99. Pertanto, al corpo idrico Etna est viene attribuita la classe 2.

Qualità delle acque a scopo irriguo

Le acque del corpo idrico Etna est ricadono nel quadrante C2-S1, cioè sono classificabili come acque a basso contenuto in sodio utilizzabili per l'irrigazione in tutti i tipi di suolo e acque a media salinità che possono essere utilizzate se esiste un moderato drenaggio del suolo.

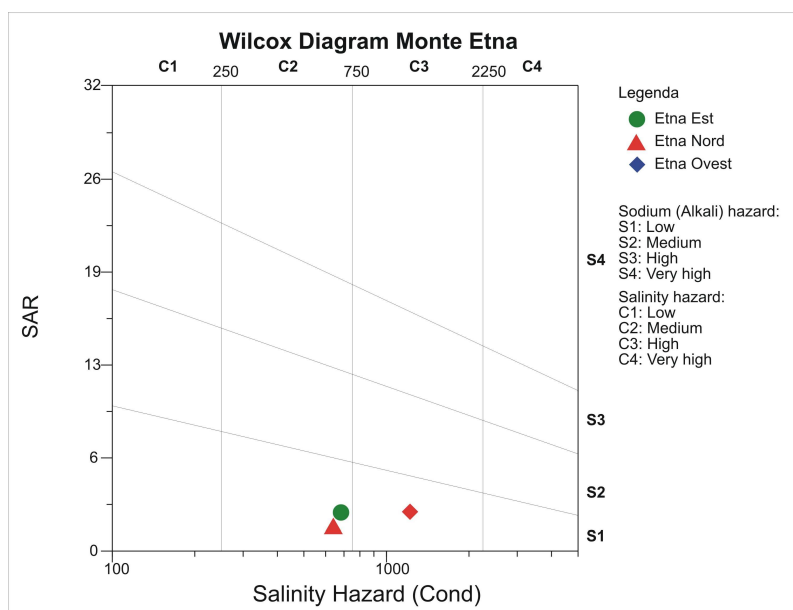


Diagramma per la classificazione delle acque a scopo irriguo