

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI "FEDERICO II"
CENTRO INTERDIPARTIMENTALE DI RICERCA "AMBIENTE"
(C.I.R.AM.)



Dottorato Di Ricerca in
ANALISI DEI SISTEMI AMBIENTALI
XXII CICLO

Indirizzo

VALUTAZIONE E MITIGAZIONE DEL RISCHIO AMBIENTALE

GEOCaF: una rete di geositi ai Campi Flegrei come
strumento di sensibilizzazione della popolazione in un'area
di vulcanismo attivo

Valentina Armiero

Tutor: Dott.ssa Paola Petrosino
Co-Tutor: Prof. Lucio Lirer
Coordinatore: Prof. Filippo Barattolo

Tesi di Dottorato

A mia madre
“Quello che eravamo l’una per l’altra lo siamo ancora...”

INDICE

INTRODUZIONE	1
CAPITOLO 1 - Inquadramento geologico dei Campi Flegrei	4
1.1 Introduzione	4
1.2 L'attività vulcanica dei Campi Flegrei	6
1.2.1 I Ciclo: Attività vulcanica precedente la messa in posto dell'ignimbrite Campana (IC)	
1.2.2 II Ciclo: Messa in posto dell'Ignimbrite Campana (IC) e della Formazione Piperno-Breccia Museo	
1.2.3 III Ciclo: Attività vulcanica compresa tra l'IC e il Tufo Giallo Napoletano (TGN)	
1.2.4 IV Ciclo: Attività vulcanica recente, post TGN	
CAPITOLO 2 - Cartografia geologica dei Campi Flegrei	13
2.1 Introduzione	13
2.2 Stato dell'arte della cartografia dei Campi Flegrei	13
2.3 Nuovo Rilevamento Geologico dei Campi Flegrei	16
2.3.1 Legenda della carta geologica in scala 1:25.000 (Allegato 1)	18
2.4 Il rilevamento geologico della Solfatara	28
2.4.1 La Formazione del Tufo Giallo di la Pietra	
2.4.2 Lava fortemente alterata (dell'interno del cratere di Solfatara)	
2.4.3 Formazione delle Piroclastiti Fumarolizzate (PaleoAgnano)	
2.4.4 Formazione di Agnano Monte Spina	
2.4.5 Formazione di Monte Olibano	
2.4.6 Formazione della Solfatara	
2.4.7 Formazione di Astroni	
2.5 Il rilevamento geologico dell'area di Monte Nuovo e del lago di Averno	36
2.5.1 Formazione di Monte Nuovo: Unità 1a	
2.5.2 Formazione di Monte Nuovo: Unità 1b	
2.5.3 Formazione di Monte Nuovo: Unità 2	
2.5.4 Formazione di Monte Nuovo: Unità 4	
2.5.5 Formazione di Averno: Unità Averno1	
2.5.6 Formazione di Averno: Unità Averno2	
2.5.7 Formazione della Torretta	
2.6 Il rilevamento geologico di Cuma	44
2.6.1 Formazione del Duomo Lavico di Cuma	
2.6.2 Formazione del Monte di Cuma	
2.6.3 Formazione dell'Acropoli	
2.6.4 Formazione della Breccia di Cuma	
2.6.5 Formazione del Tufo Giallo Napoletano	
2.7 Il rilevamento geologico del Monte di Procida	49
2.7.1 Lava di Torregaveta	
2.7.2 Cupola lavica di San Martino	
2.7.3 Unità di Monte Grillo	
2.7.4 Formazione della Pomici Inferiori	
2.7.5 Formazione di Fiumicello	
2.7.6 Formazione dell'Ignimbrite di San Martino	
2.7.7 Formazione delle Pomici Gialle	

2.7.8	Formazione della Breccia Museo	
2.7.9	Formazione di Solchiaro	
2.7.10	Formazione di Torregaveta	
2.7.11	Formazione del Tufo Giallo Napoletano	
2.8	Il rilevamento geologico dell'isola di Procida	57
2.8.1	Formazione del Tufo di Vivara	
2.8.2	Formazione di Pozzo Vecchio	
2.8.3	Formazione della Cupola lavica di Punta Ottimo	
2.8.4	Formazione delle Piroclastici Inferiori del canale di Ischia	
2.8.5	Formazione delle Pomici Inferiori (Ischia)	
2.8.6	Formazione di Fiumicello	
2.8.7	Formazione del Tufo di Terra Murata	
2.8.8	Formazione delle Piroclastiti Superiori (del Canale d'Ischia)	
2.8.9	Formazione della Breccia Museo	
2.8.10	Formazione di Solchiaro	
2.9	Il rilevamento geologico della collina dei Camladoli	70
2.9.1	Formazione di Torre Franco	
2.9.2	Formazione di Soccavo e Pianura: Unità Piperno-Breccia Museo e Unità di Torre Lopa	
2.9.3	Formazione di Casalesio	
2.9.4	Formazione del Tufo Giallo Napoletano	
CAPITOLO 3-	I GEOSITI e la valorizzazione del patrimonio geologico	83
3.1	Introduzione ai Geositi	83
3.2	Le iniziative per la Conservazione del Patrimonio Geologico a livello Internazionale	84
3.3	La Normativa Italiana	87
3.4	Le iniziative per la Conservazione del Patrimonio Geologico in Italia	90
3.4.1	Il censimento dei geositi italiani	
3.4.2	La Scheda Sperimentale per l'inventario dei geositi	
3.5	Le iniziative per la valorizzazione del patrimonio geologico in Campania	96
3.6	Il Parco Regionale dei Campi Flegrei	97
CAPITOLO 4 -	I Geositi del Parco Regionale dei campi Flegrei: la rete GEOCaF	101
4.1	Introduzione	101
4.2	Il Geosito Cuma	103
4.2.1	Gli Stop previsti per il Geosito Cuma	104
▪	Stop 1 – Il Tufo Giallo Napoletano	
▪	Stop 2 e 3 – La Formazione dell'Acropoli	
▪	Stop 4 e 5 – Il Duomo lavico di Cuma	
▪	Stop 6 – Le strutture alveolari	
4.2.2	Aspetti storico-culturali del Geosito Cuma	110
•	Antro della Sibilla	
•	Crypta Romana	
•	Tempio di Apollo	
•	Tempio di Giove	
4.2.3	Aspetti naturalistici del Geosito Cuma	121
•	La scheda ISPRA del Geosito Cuma	124
4.3	Il Geosito Monte Nuovo	129

4.3.1	Gli Stop previsti per il Geosito Monte Nuovo	130
▪	Stop 1 – Le scorie fluite	
▪	Stop 2 – Il banco di scorie	
▪	Stop 3 – Il cratere	
▪	Stop 4 – Le pisoliti	
▪	Stop 5 – La base del vulcano	
▪	Stop 6 – I canali erosionali	
4.3.2	Aspetti storico-culturali del Geosito Monte Nuovo	136
4.3.3	Aspetti naturalistici del Geosito Monte Nuovo	138
•	La scheda ISPRA del Geosito Monte Nuovo	141
4.4	Il Geosito Lago di Averno	146
4.4.1	Gli Stop previsti per il Geosito lago di Averno	147
▪	Stop 1 – Il Monte Rosso	
▪	Stop 2 – Il Tufo dell’Archiaverno	
▪	Stop 3 – La Sciarrera	
▪	Stop 4 – Lo Scalandrone	
▪	Stop 5 – La cava dell’Amministratore	
▪	Stop 6 - Mofete	
4.4.2	Aspetti storico-culturali del Geosito Lago di Averno	152
4.4.3	Le cavità sotterranee dell’Averno	154
•	Grotta della Sibilla	
•	Viadotto di Cocceio	
•	La scheda ISPRA del Geosito Lago di Averno	160
4.5	Il Geosito Solfatara	165
4.5.1	Gli Stop previsti per il Geosito Solfatara	166
▪	Stop 1 – Il pozzo	
▪	Stop 2 – Il Monte Olibano	
▪	Stop 3 – La fangaia	
▪	Stop 4 – La Bocca Grande	
▪	Stop 5 – Le Stufe	
▪	Stop 6 – I prodotti della Solfatara: la breccia	
▪	Stop 7 – Il sentiero lungo il bordo orientale del cratere	
▪	Stop 8 – La Petite Solfatare	
▪	Stop 9 – I Colli Leucogei	
4.5.2	Aspetti storico-culturali del Geosito Solfatara	174
•	La scheda ISPRA del Geosito Solfatara	176
4.6	Il Geosito Piperno	182
4.6.1	Gli Stop previsti per il Geosito Piperno	183
▪	Stop 1 – La Valle del Verdolino	
▪	Stop 2 – La cava di Masseria del Monte	
▪	Stop 3 – La “piccola Lourdes”	
4.6.2	Aspetti storico-culturali del Geosito Piperno	186
•	La scheda ISPRA del Geosito Piperno	191
4.7	Il Geosito Monte di Procida	196
4.7.1	Gli Stop previsti per il Geosito Monte di Procida	197
▪	Stop 1 – La spiaggetta di Torregaveta	
▪	Stop 2 – La spiaggia di Acquamorta	
▪	Stop 3 – Lo scoglio di San Martino	
▪	Stop 4 – Il Monte Grillo	

▪ La scheda ISPRA del Geosito Monte di Procida	201
4.8 Il Geosito Procida	206
4.8.1 Gli Stop previsti per il Geosito Procida	207
▪ Stop 1 – Punta della lingua	
▪ Stop 2 – La spiaggia di Chiaia	
▪ Stop 3 – La baia di Solchiaro	
▪ Stop 4 – La spiaggia del cimitero (cala del Pozzo Vecchio)	
▪ Stop 5 – Punta Pioppeto (Faro)	
▪ La scheda ISPRA del Geosito Procida	215
CAPITOLO 5 - Il Geoparco Europeo dei Campi Flegrei	220
5.1 Premessa	220
5.2 Cos'è un Geoparco Europeo	220
5.3 La Rete Europea dei Geoparchi (ENG) e la Rete Mondiale dei Geoparchi (GGN) dell'UNESCO	221
5.4 Come si diventa Geoparco Europeo	224
5.4.1 Il Dossier di candidatura	
5.5 I Geoparchi Italiani nella rete ENG	226
5.6 Il Parco Regionale dei Campi Flegrei: proposta di Geoparco	227
CAPITOLO 6 - Studio di percezione del rischio vulcanico in area flegrea	229
6.1 Introduzione	229
6.2 Il concetto di percezione del rischio	229
6.3 Precedenti studi di percezione del rischio vulcanico condotti in aree vulcaniche attive	230
6.4 Studio di percezione del rischio vulcanico condotto in area flegrea	231
6.4.1 Campione analizzato	
6.4.2 Metodologia di indagine	
6.5 Il Questionario n°1	235
6.5.1 Struttura del questionario	
6.5.2 Risultati del Questionario n°1	
6.5.3 Discussione dei risultati del Questionario n°1	
6.6 La lezione/seminario e la visita ai geositi	239
6.7 Il Questionario n°2	239
6.7.1 Struttura del questionario	
6.7.2 Risultati del Questionario n°2	
6.8 Il Questionario "Campione Famiglie"	249
6.8.1 Struttura del questionario	
6.8.2 Risultati del "Campione Famiglie"	
6.8.3 Discussione dei risultati del Questionario "Campione Famiglie"	
6.9 Risultati dell'indagine e considerazioni	253
CONCLUSIONI	254
Appendice A: Questionario n°1	256
Appendice B: Questionario n°2	257
Appendice C: Questionario "Campione Famiglie"	238
BIBLIOGRAFIA	260
RINGRAZIAMENTI	270

Allegati (Plico allegato alla tesi)

- *Allegato 1: Carta geologica dei Campi Flegrei (scala 1 : 25.000)*
- *Allegato 2: Carta geologica dei Camaldoli (scala 1:10.000)*
- *Allegato 3: Carta geologica di Cuma (scala 1:10.000)*
- *Allegato 4: Carta geologica di Monte di Procida (scala 1:10.000)*
- *Allegato 5: Carta geologica di Procida (scala 1:10.000)*
- *Tavola 1: Geosito Cuma*
- *Tavola 2: Geosito Monte Nuovo*
- *Tavola 3: Geosito Lago di Averno*
- *Tavola 4: Geosito Solfatara*
- *Tavola 5: Geosito Piperno*
- *Tavola 6: Geosito Monte di Procida*
- *Tavola 7: Geosito Procida*

INTRODUZIONE

Lo scopo del presente progetto di ricerca è quello di proporre l'istituzione di una rete di geositi (GEOCaF) nel quadro di una nuova cartografia geologica di dettaglio di alcune delle Aree di Riserva del Parco Regionale dei Campi Flegrei. L'Ente Parco Regionale dei Campi Flegrei è stato istituito con la legge regionale n. 33 del 1 settembre 1993 e racchiude un' area vulcanica attiva tra le più affascinanti del mondo. L'intera superficie del Parco è suddivisa oggi in diverse aree di salvaguardia, denominate Aree di Riserva, soggette a tipologie diverse di vincoli. All'interno del Parco è possibile individuare numerose emergenze geologiche caratterizzate da un alto valore scenico paesaggistico al quale si aggiungono rappresentatività, esemplarità didattica, rarità e valore scientifico e che possono quindi essere considerate dei potenziali "geositi". Ma che cos'è un geosito? Un geosito può essere ogni località, area o territorio in cui sia possibile definire un interesse geologico nel senso più ampio del termine (petrografico, stratigrafico, geomorfologico etc.) di rilevante valore naturalistico (e quindi culturale) tale da meritare la conservazione e la protezione (Wimbledon, 1996). La valutazione di qualità di un geosito si basa su 8 criteri (rappresentatività, interesse scientifico, rarità, importanza paesaggistica, valore educativo, accessibilità, stato di conservazione, vulnerabilità) che possono essere sintetizzati in quattro temi fondamentali: valore scientifico, valore storico, valore didattico e valore estetico-culturale (Panizza & Piacente, 2002).

- Il primo obiettivo della tesi è stato quindi quello di valutare le diverse potenzialità dei siti presenti all'interno dell'area del Parco Regionale e, una volta verificato in che misura essi soddisfino i criteri di qualità, avanzare concretamente per essi una proposta di realizzazione di geositi. Sono stati così individuati, all'interno dell'area protetta del Parco, sette siti di interesse i quali, per il loro valore geovulcanologico e storico-culturale, possono senz'altro essere candidati al ruolo di geositi: la Solfatara di Pozzuoli, il Monte Nuovo, il lago di Averno, il Monte di Cuma, il Monte di Procida, la cava di Piperno a Pianura, l'isola di Procida.

La proposta di realizzazione di tali geositi all'interno del Parco Regionale dei Campi Flegrei è stata effettuata seguendo una procedura per lo più analoga a quella utilizzata per la Solfatara di Pozzuoli e descritta nel lavoro *"La Solfatara: rilevamento vulcanologico e proposta di istituzione di un Geosito nei Campi Flegrei"* (Armiero et

al., 2007). Il primo passo per la redazione di un geosito è senza dubbio quello di evidenziarne il valore scientifico e quindi geologico.

- E' stato quindi effettuato, per ognuno dei siti succitati, un nuovo rilevamento geologico di dettaglio al fine di produrre un' accurata cartografia del geosito in scala 1:10.000 (Allegati 2, 3, 4, 5). Tale lavoro di rilevamento rientra nel più ampio progetto finalizzato alla produzione di un' aggiornata cartografia dell' area flegrea in scala 1:25.000 (Allegato 1). I dati di campagna sono stati incrementati dai risultati delle datazioni a cui sono stati sottoposti alcuni campioni prelevati durante la fase di rilevamento, al fine di poter avere un quadro più completo ed esaustivo della stratigrafia dell'area. Le datazioni sono state effettuate con il metodo $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ presso il National Laboratory di Los Alamos, Nuovo Messico (USA). Naturalmente il lavoro di rilevamento di ogni singolo geosito ha previsto una fase preliminare di ricerca bibliografica e di studio di numerosi articoli riguardanti la vulcanologia dell'area flegrea in senso lato ed in particolare la geologia dei siti di interesse.

- Dopo aver messo in evidenza il valore scientifico dei singoli geositi attraverso il nuovo rilevamento geologico, ne è stato sottolineato il valore storico-archeologico. La peculiarità dell'area flegrea, infatti, risiede proprio nel fatto che, al suo interno, l'elevata valenza naturalistica si affianca al singolare rapporto tra vulcanologia e archeologia. In quest'area, infatti, oltre ad osservare numerose sezioni stratigrafiche in cui i prodotti vulcanici presentano delle caratteristiche estremamente idonee ai fini didattici è possibile anche rinvenire aspetti monumentali che rimandano al periodo storico greco-romano.

- Considerato quindi il significativo valore scientifico e storico dei singoli siti studiati, è apparso di estremo interesse poter impostare un itinerario multidisciplinare che, abbracciando la geologia, la storia, l'archeologia e l'arte, potesse collegare i diversi geositi rendendone più semplice e accessibile la fruizione. L'istituzione del Parco Regionale dei Campi Flegrei mostra ancora di più quanto questi luoghi siano meritevoli di tutela e soprattutto quanto sia necessario intervenire affinché possano essere facilmente accessibili da parte della comunità.

Per ogni geosito sono stati quindi ipotizzati alcuni itinerari lungo i quali sono previsti numerosi stop. Ogni percorso viene interamente illustrato da pannelli e poster posizionati all'inizio del sentiero, mentre presso gli stop più significativi è stata prevista l'installazione di pannelli divulgativi che li illustrano in maggiore dettaglio. La

connessione tra i singoli geositi è garantita dalla viabilità attuale e, laddove possibile, dalle antiche strade e gallerie di epoca romana.

- Alla luce di quanto brevemente esposto e considerando che il Parco Regionale dei Campi Flegrei comprende un numero notevole di siti di rilevante valore per la conservazione, ovvero di geositi, si è pensato che esso possa essere senza dubbio candidato a ruolo di Geoparco Europeo.

Un Geoparco Europeo infatti è un territorio che possiede un patrimonio geologico particolare ed una strategia di sviluppo sostenibile supportata da un programma europeo idoneo a promuovere tale sviluppo. Esso deve comprendere un certo numero di siti geologici di particolare importanza nei termini di qualità scientifica, rarità, richiamo estetico o valore educativo. La gran parte dei siti presenti nel territorio di un Geoparco Europeo deve appartenere al patrimonio geologico, ma il loro interesse può anche essere archeologico, ecologico, storico o culturale (UNESCO, 2006).

L'idea di proporre il Parco Regionale dei Campi Flegrei come Geoparco Europeo nasce soprattutto dalla convinzione che tale geoparco potrebbe rappresentare un importante passo in avanti non soltanto per la salvaguardia del patrimonio geologico ma anche per far sì che le nuove generazioni capiscano cosa significa vivere esposti al rischio in un'area di vulcanismo attivo.

- A questo proposito quindi, l'ultima fase della ricerca è stata volta a valutare la validità del prodotto da noi proposto per migliorare la sensibilità della popolazione all'interno dell'area flegrea. Si è voluto cioè testare la funzionalità del prodotto Geoparco Campi Flegrei, valutando se e in che misura esso possa essere uno strumento di avvicinamento tra la popolazione flegrea ed il proprio territorio.

Sono stati così coinvolti gli studenti di quattro scuole medie-inferiori ubicate all'interno della zona flegrea ai quali sono stati sottoposti alcuni questionari al fine di valutare quanto realmente conoscano l'area in cui vivono e, in un secondo momento, quanto siano informati riguardo la possibilità di nuove eruzioni e gli eventuali piani di evacuazione.

A conclusione del lavoro vengono presentati i risultati dello studio di percezione del rischio vulcanico e, in allegato, le carte geologiche realizzate e le tavole dei singoli geositi.

CAPITOLO 1

Inquadramento geologico dei Campi Flegrei

1.1 Introduzione

I Campi Flegrei (Fig. 1.1), unitamente alle isole di Ischia e Procida, costituiscono un'ampia area vulcanica attiva ad ovest di Napoli, che comprende anche Golfo di Pozzuoli e si estende a Nord fino ai Regi Lagni ed ad Est fino alla depressione del Sebeto (Di Vito et al., 1999; Rolandi et al., 2003).

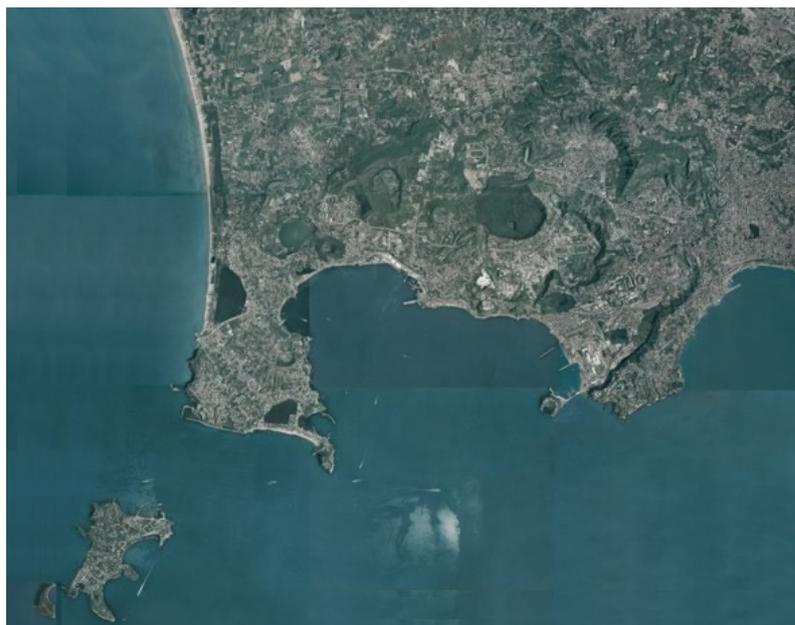


Fig. 1.1 – Ortofoto dei Campi Flegrei

L'attività vulcanica si è sviluppata in seguito alle fasi tettoniche distensive plio-quadernarie che hanno portato alla formazione della Piana Campana (Rittman et al., 1950). Tale piana, uno dei più estesi bacini quadernari dell'Italia meridionale, occupa il fondo di una grande depressione strutturale (graben) impostata su un substrato carbonatico ribassato da un sistema di faglie pleistoceniche sub verticali (Fig. 1.2). Dette faglie, caratterizzate da rigetti a volte superiori ai 4.000 metri, presentano un'orientazione NW-SE e NE-SW e sono riconducibili alle intense fasi tettoniche a carattere distensivo connesse con l'apertura del Mar Tirreno (Ippolito et al., 1973; D'Argenio et al., 1973).

Le linee tettoniche lungo le quali è avvenuto tale sprofondamento sono evidenziate, lungo i margini della piana, da ripidi versanti di faglia, apparentemente dirette, orientati prevalentemente NO-SE e SO-NE. Lungo queste strutture recenti si è impostato il vulcanismo potassico della Provincia Romana e Campana

(Roccamonfina, Campi Flegrei e Somma-Vesuvio) (Olivieri, 1966; Ippolito et al., 1973).

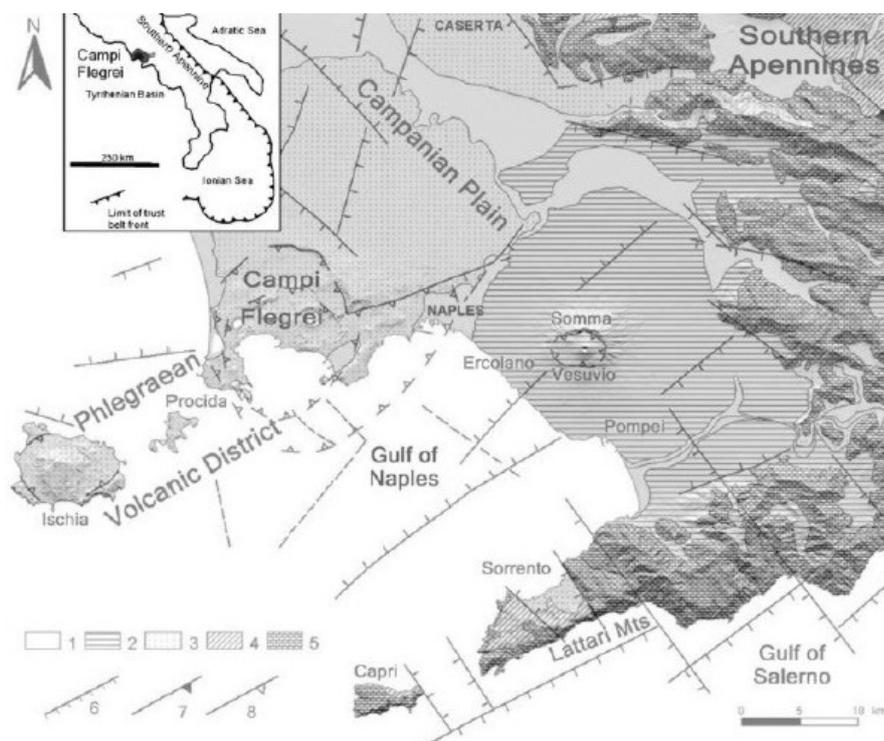


Fig. 1.2 – Schema geologico-strutturale della Piana Campana: sedimenti quaternari e recenti (1), depositi vulcanici del Somma-Vesuvio (2), depositi vulcanici dei Campi Flegrei (3), sedimenti del Pliocene-Miocene (4), unità carbonatiche mesozoiche (5), faglie (6), sovrascorrimenti (7), orlo di caldera (8) (modificato da *Pabst et al., 2008*)

La struttura vulcanica dei Campi Flegrei è rappresentata da una caldera generata a seguito di uno o più collassi, probabilmente legati alle eruzioni dell'Ignimbrite Campana (IC) e del Tufo Giallo Napoletano (TGN).

L'inizio del vulcanesimo dei Campi Flegrei può essere collocato intorno ai 50 ka: le datazioni effettuate su quelli che sono ritenuti i prodotti eruttivi più antichi, ovvero i duomi lavici di Monte di Procida, di Punta Marmolite e di Cuma, siti in zone periferiche dei Campi Flegrei, hanno fornito un'età compresa tra i 47 ka e i 37 ka dal presente (Di Girolamo et al., 1984). L'ultima eruzione è stata quella che ha portato, nel 1538, alla formazione del Monte Nuovo.

Attualmente l'area flegrea è caratterizzata da manifestazioni idrotermali (sorgenti d'acqua calda e fumarole) e bradisismiche.

L'attività vulcanica dei Campi Flegrei può essere suddivisa in quattro cicli, utilizzando come *marker* stratigrafico la Formazione del Tufo Giallo Napoletano, omogeneamente ed ampiamente diffusa nell'area flegrea (Di Girolamo et al., 1984).

I quattro cicli, dal più antico al più recente, sono:

1. Attività vulcanica precedente alla messa in posto dell'Ignimbrite Campana (IC) (età maggiori dei 39 ka);

2. Messa in posto dell'Ignimbrite Campana e della Formazione del Piperno-Breccia Museo (età compresa tra i 39 ka ed i 30 ka);
3. Attività vulcanica compresa tra l'IC e la messa in posto del Tufo Giallo Napoletano (età compresa tra i 18 ka ed i 12 ka);
4. Attività vulcanica recente, post TGN (età minore di 10 ka.)

1.2 L'attività vulcanica dei Campi Flegrei

1.2.1 I CICLO: Attività vulcanica precedente alla messa in posto dell'Ignimbrite Campana (IC)

Le testimonianze vulcaniche più antiche, datate da perforazioni effettuate nella Piana Campana, risalgono a circa 1 MA (Ippolito et al., 1975; Brocchini et al., 2001); sull'isola di Ischia i prodotti più antichi hanno circa 150 ka, mentre quelli sull'isola di Procida, rappresentati dal duomo lavico di Pozzo Vecchio, hanno fornito un'età di 55 ka (De Astis et al., 2004) e, più recentemente, 62 ka (presente lavoro).

Altri depositi antichi sono stati ritrovati nella zona della collina dei Camaldoli; essi rappresentano la Formazione dei Tufi di Torre Franco costituita da livelli cineritici a cui si alternano banchi di pomice e scorie da caduta separati da paleosuoli. All'interno del paleosuolo posto al letto della formazione, sono stati rinvenuti frammenti di legno carbonizzato per i quali è stato possibile determinare un'età maggiore di 42 ka (^{14}C ; Alessio et al., 1973).

Alcuni duomi lavici, affioranti nel settore nord dei CF, hanno un'età compresa tra i 47 ka e i 42 ka CF (Punta Marmolite, 47 ka; Cuma, 42 ka) (Di Girolamo et al., 1984; Petrosino & Lirer, 2009). Al disopra di questi duomi poggiano una serie di sequenze di prodotti piroclastici costituite perlopiù da scorie e livelli cineritici; tra queste formazioni le più importanti sono quella di Monte Grillo, nell'area di Monte di Procida, e quella del vulcano di Fiumicello, ubicato sull'isola di Procida, affiorante sia sulla stessa isola di Procida che a Monte di Procida (Fig. 1.3).

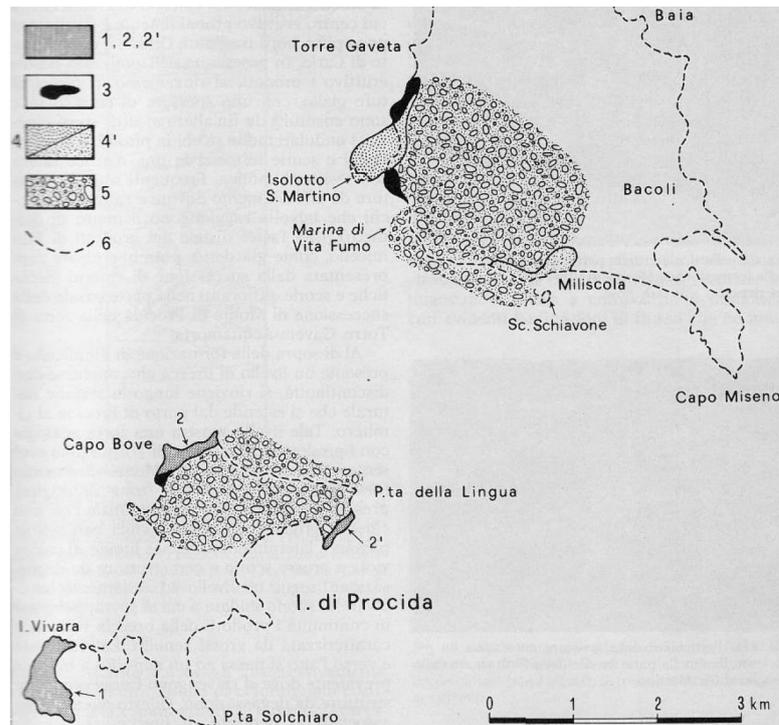


Fig. 1.3 - Ricostruzione dei principali fenomeni vulcanici nelle zone di Procida e Monte di Procida precedenti alla messa in posto dell'*Ignimbrite Campana*. 1,2,2') Vulcani di Vivara, Fiunicello e Terra Murata. 3) Cupole e colate laviche di Punta Ottimo, S. martino e Torre Gaveta. 4) Formazione dello Scoglio di S. Martino. 4') Formazione di Monte Grillo. 5) Formazioni di marina di Vita Fumo, di Punta della Lingua e Scotto di Carlo. 6) Attuale linea di costa. (da Di Girolamo et al., 1984)

1.2.2 Il CICLO: Messa in posto dell'*Ignimbrite Campana* (IC) e della Formazione Piperno-Breccia Museo

La manifestazione vulcanica più importante della storia dei Campi Flegrei è l'eruzione da cui ha preso origine la formazione dell'*Ignimbrite Campana* (IC).

E' noto in letteratura (Barberi et al., 1978) che la formazione dell'IC è ampiamente distribuita in tutta la Piana Campana con potenze variabili e limitate soluzioni di continuità ma è osservabile in affioramento solo lungo i margini della piana e in particolare lungo i rilievi carbonatici sui quali si è andata ad appoggiare. Attualmente la superficie affiorante ignimbritica è solo la quindicesima parte del totale (500 km²) dal momento che l'erosione, la deposizione di sedimenti e di materiale piroclastico più recenti ne hanno obliterato l'affioramento (Fig. 1.4).

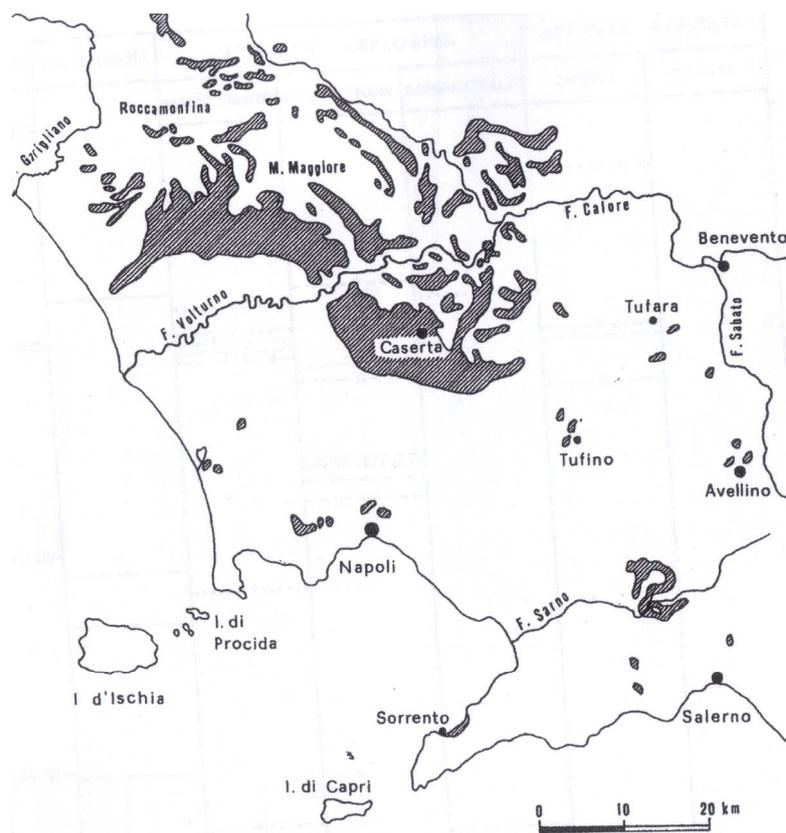


Fig. 1.4 - Attuale distribuzione dell'Ignimbrite Campana (da Di Girolamo et al., 1984).

Esistono pareri discordanti per quanto concerne la genesi dell' Ignimbrite Campana. Secondo alcuni autori (Barberi et al., 1978; Di Girolamo et al., 1984; Scandone et al., 1991; Rolandi et al., 2003) la zona di emissione corrisponderebbe con fratture con direzione appenninica ubicate in un'area più ampia dei CF, che coinvolge l' intera Piana Campana.

Altri Autori invece (Orsi et al., 1999; Rosi et al., 1996) sostengono che l'IC sia il prodotto di un'unica enorme eruzione dei Campi Flegrei a cui associano uno sprofondamento calderico più ampio dell'attuale caldera del Tufo Giallo Napoletano. Generalmente i prodotti attribuibili all'IC sono costituiti da scorie nere, con differente grado di appiattimento, immerse in una matrice cineritica con subordinati litici e cristalli. Spesso si osservano nella formazione fessurazioni colonnari e *pipes structures* (Bellucci, 1994). La composizione dell'IC è mediamente trachitica anche se si osserva una variazione nello spazio della composizione chimica delle scorie e delle pomice; essa è dovuta ad una zonazione della camera magmatica (Civetta et al., 1997). Una variazione laterale di facies imputabile ad una mineralizzazione secondaria ed a un processo di cementazione indotto dalla zeolitizzazione (Di Girolamo et al., 1984), causa ulteriori variazioni di chimismo.

Nel secondo ciclo viene inserita anche la Formazione del Piperno – Breccia Museo. L'attribuzione di questa Formazione all'IC è stata, ed è tuttora, oggetto di dibattito scientifico.

Secondo alcuni Autori (Orsi et al., 1996; Rosi et al., 1996; Civetta et al., 1997; Pappalardo et al., 1999; Ort et al., 1999; Perrotta et al., 2006; Fedele et al., 2008) la posizione stratigrafica, le caratteristiche tessiturali ed i dati petrologici ed isotopici dei prodotti che caratterizzano la Formazione, sembrano indicare che questa sia da considerare una facies prossimale co-ignimbratica e per questo del tutto attribuibile all'eruzione dell' IC stessa.

Secondo l'opinione di altri Autori invece (Di Girolamo et al., 1984; Lirer et al., 1991; Scarpati & Perrotta, 1994; Melluso et al., 1995) i depositi breccioidi prossimali sono da considerare il prodotto di un'attività fessurale localizzata, legata a fratture regionali. Secondo Di Girolamo et alii (1984), la Formazione Piperno-Breccia Museo mostra caratteri tessiturali assimilabili ad un pyroclastic flow (Piperno), cui segue, nella parte alta del deposito, una breccia completamente arrossata (Breccia Museo). I caratteri macroscopici del Piperno indicano che la deposizione è avvenuta secondo diverse unità di flusso le quali hanno conferito un aspetto stratoide al deposito. I livelli più resistenti sono caratterizzati da una tipica tessitura eutassitica con fiamme perfettamente collassate, orientate e modellate plasticamente; a questi si alternano, a più altezze, livelli di microscorie saldate.

La Formazione Piperno-Breccia Museo è stata oggetto di numerose datazioni (Lirer et al., 1991; Perrotta, 1992; De Vivo et al., 2001); la più recente, effettuata con il metodo $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ su oltre 200 campioni di cristalli freschi di sanidino, ha fornito un'età radiometrica di circa 39 ka (Fedele et al., 2008)

1.2.3 III CICLO: Attività vulcanica compresa tra l' IC e il Tufo Giallo Napoletano

L'inizio della terza fase di attività è caratterizzato dalla grossa eruzione del vulcano di Solchiaro, ubicato sull'isola di Procida, e dalla messa in posto dei Tufi Antichi e dei Tufi Biancastri, affioranti nella zona di Napoli, Camaldoli e Soccavo. Nella sequenza stratigrafica segue la formazione del Tufo Giallo Napoletano (TGN), stimata da Lirer et al. (1987) e da Scarpati et al. (1993) intorno ai 50 km³ di roccia densa equivalente. Le datazioni radiometriche effettuate recentemente con il metodo $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ hanno fornito un'età di 15,3 ka (Deino, 2004).

Per quanto concerne la genesi del TGN, Di Girolamo et al. (1984), Cole & Scarpati (1993), Wohletz et al. (1995) e de Gennaro et al. (2000) affermano che l'evento

vulcanico fu essenzialmente freatomagmatico: esso cominciò con la formazione di una colonna eruttiva freatopliniana seguita dal collasso della stessa e, quindi, da un surge piroclastico (Fig. 1.5).

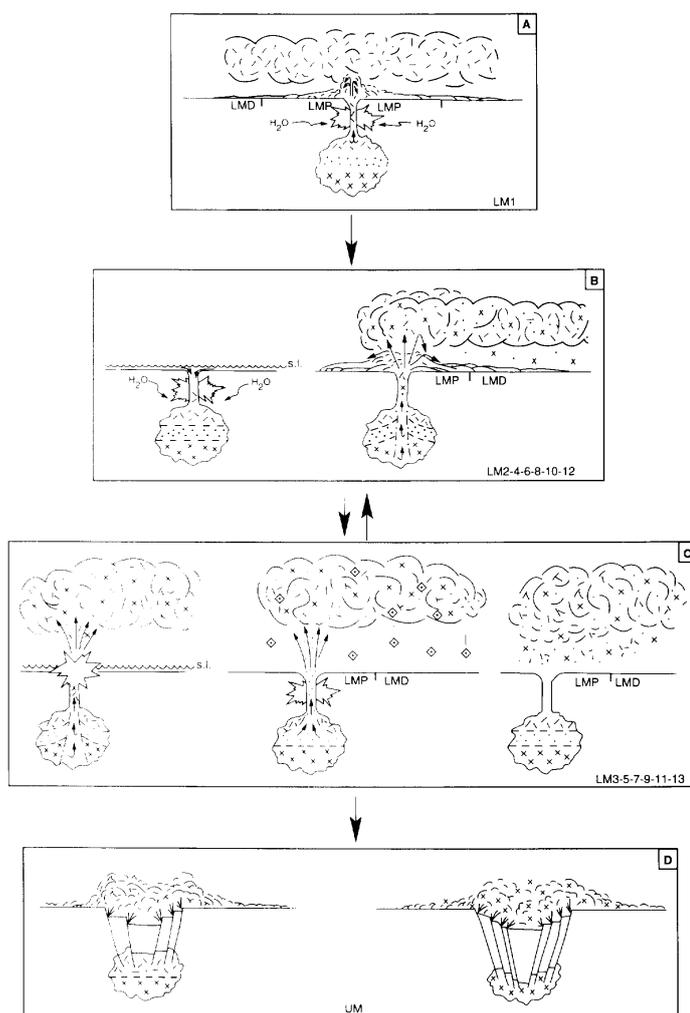


Fig. 1.5 - Schema dell'eruzione del Tufo Giallo Napoletano (da *Wohletz et al., 1995*)

Mentre i prodotti dell'attività seguente (età minore di 11 ka) sono concentrati principalmente all'interno della caldera, il TGN si estende nella Piana Campana per almeno 35 km (Orsi & Scarpati, 1989) a partire dal centro della caldera flegrea ricoprendo inizialmente l'Ignimbrite Campana e tutti i prodotti ad essa precedenti. Molti autori (Di Girolamo et al., 1984; Melluso et al., 1995; Lirer et al., 1987,1991) concordano nel sostenere che l'attuale caldera flegrea sia il risultato della grande eruzione del TGN. Questa ipotesi è supportata anche da studi geofisici che mettono in evidenza una struttura circolare, associata ad un minimo gravimetrico incentrato nel golfo di Pozzuoli, che è stata interpretata come il risultato del collasso della caldera (Nunziata & Rapolla, 1981; Cassano et al., 1986). La caldera definita da questa anomalia ha un diametro di circa 8 km ed è perciò molto più piccola rispetto a quella proposta da Rosi & Sbrana (1987). Fedi et al. (1991) e Florio et al. (1999),

sulla base di dati di gravità e di potenziale di campo, suggeriscono che la caldera ha un diametro di circa 6-8 km di larghezza e Zollo et al. (2003) confermano, sulla base di nuovi studi tomografici, la limitata estensione areale della caldera. Infine, Chiarabba e Moretti (2006), hanno ottenuto una tomografia ad alta risoluzione della caldera dei CF utilizzando dati di sismica attiva e passiva e trovano un anello continuo di alta anomalia che definisce il bordo della caldera associato al collasso del TGN. Sebbene il verificarsi di un collasso calderico sia comprovato dalle stesse caratteristiche sedimentologiche, composizionali e chimiche del TGN (Orsi & Scopati, 1989; Orsi et al., 1992), il bordo della caldera non è visibile in affioramento. Le sole evidenze morfologiche, visibili nella parte continentale della caldera, sono date dal versante occidentale ad alto angolo della collina di Posillipo (Di Vito et al., 1999), che probabilmente rappresenta l'evoluzione morfologica di una scarpata di faglia prodottasi durante il collasso calderico (Orsi et al., 1996), e dall'affioramento del TGN nei pressi di Baia.

La maggior parte del bordo calderico può essere ricostruita sulla base della distribuzione dei centri eruttivi più recenti del TGN, sulla base dell'andamento di superfici di abrasione marina di età nota nella parte sommersa dei Campi Flegrei (Pescatore et al., 1984), e sulla base delle interpretazioni di perforazioni superficiali e profonde (Barberi et al., 1991). L'allineamento dei centri eruttivi tra Averno e Capo Miseno, può essere considerato come un'evidenza del fatto che il margine occidentale della caldera segue una struttura ad andamento N-S (Di Girolamo et al., 1984) probabilmente legato ad un sistema regionale di faglie (Di Vito et al., 1999).

1.2.4 IV CICLO: Attività vulcanica recente, post TGN

Tutta l'attività vulcanica post TGN si è concentrata all'interno della caldera flegrea e i vari centri eruttivi attivi negli ultimi 15 mila anni, pur essendo distribuiti in maniera disomogenea, non sono mai presenti nella parte centrale e meridionale della caldera stessa (Di Vito et al., 1999).

Il gran numero di manifestazioni eruttive che caratterizzano questo ciclo è legato a differenti meccanismi eruttivi tra i quali prevalgono quelli dovuti all'interazione acqua-magma (Lirer et al., 1987; Lirer et al., 1991).

Quasi tutta l'attività vulcanica di questo ciclo si concentrò nell'arco di tempo compreso tra gli 11 ka e i 9 ka: tra i vulcani monogenici formati in questo periodo ricordiamo, nella zona occidentale della caldera flegrea, l'apparato vulcanico del Gauro, costituito essenzialmente da tufo giallo, sulle cui pendici si sono formati

numerosi coni di scorie (Montagna Spaccata, Concola e Fondo Riccio), l'Archiaverno, anch'esso costituito da tufo giallo, e l'edificio vulcanico di Monte Ruscello. Sempre nel settore occidentale della caldera si segnala la presenza di un allineamento di vulcani in direzione N-NW/S-SE che comprende i crateri di Capo Miseno, Porto Miseno, Bacoli, Baia, Fondi di Baia, Punta dell'Epitaffio; questi apparati costituiscono morfologie relitte rese tali dalla vulcano-tettonica e dall'erosione marina.

Tra i 10.000 e i 5.000 anni fa, il suolo della caldera subì un sollevamento. La traccia di questo evento è rappresentata da un terrazzo marino, la Starza, alto circa 40 metri s.l.m che attualmente borda la costa settentrionale del Golfo di Pozzuoli (Cinque et al., 1985) . Il sollevamento fu accompagnato da una ripresa dell'attività vulcanica i cui centri risultano leggermente spostati verso il centro della caldera. In questa fase si collocano le eruzioni di Agnano Monte Spina, Solfatara, Averno, Astroni e Senga. L'ultima attività verificatasi in quest'area è rappresentata dall'eruzione del Monte Nuovo (1538 a.D.).

CAPITOLO 2

Nuovo rilevamento geologico dei Campi Flegrei

2.1 Introduzione

Il nuovo rilevamento geologico di dettaglio dei Campi Flegrei, condotto nell'arco degli ultimi tre anni, ha permesso di realizzare una nuova cartografia dell'intera area flegrea in scala 1:25.000 (Allegato 1). Un maggiore dettaglio cartografico è stato però restituito per quei siti che sono stati scelti, all'interno dell'area del Parco Regionale dei Campi Flegrei, come potenziali geositi di interesse geo-turistico.

In questo capitolo quindi verrà descritta nel dettaglio la geologia ed i rapporti stratigrafici dei prodotti che caratterizzano i singoli geositi. Come anticipato nell'introduzione infatti, il primo passo per la redazione di un geosito è senza dubbio quello di evidenziarne il valore scientifico e quindi geologico: per questo motivo è stato effettuato, per ognuno dei siti succitati, un nuovo rilevamento geologico di dettaglio (generalmente alla scala di 1:5.000) al fine di produrre per ogni singolo geosito un' accurata cartografia in scala 1:10.000 (Allegati 2, 3, 4, 5).

2.2 Stato dell'arte della cartografia dei Campi Flegrei

L'evoluzione geovulcanologica dei Campi Flegrei è stata oggetto di numerosi studi (De Lorenzo, 1904; Rittmann et al., 1950; Rosi et al., 1983; Di Girolamo et al., 1984; Orsi et al., 1999).

La prima carta geologica dei Campi Flegrei, in scala 1:33.000, viene prodotta nel 1950 sotto la direzione di Rittmann (Fig. 2.1).

La prima osservazione che può essere fatta osservando la carta del Rittmann è che i vari tufi affioranti nell'area vengono rappresentati con colori e simbologie differenti: *Tufi gialli stratificati*, *Tufi grigi incoerenti*, *Tufo Giallo "napolitano" normale (non stratificato)*: è noto infatti che Rittmann ritenesse tutti i depositi di Tufo Giallo affioranti nei Campi Flegrei e nella città di Napoli il risultato di differenti eruzioni (Rittmann, 1950).

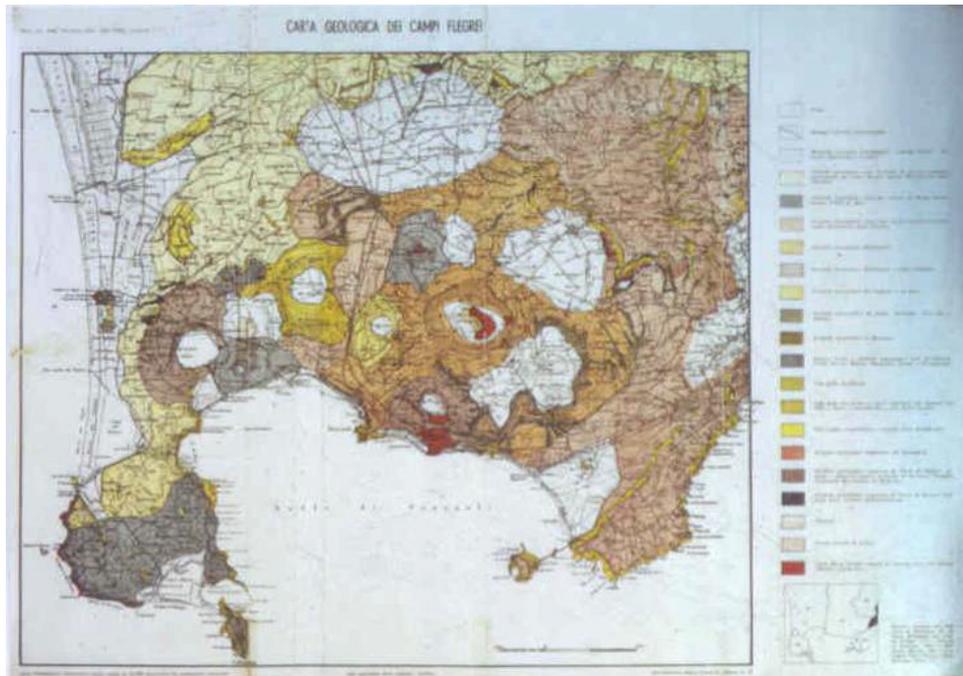


Fig. 2.1 – Carta Geologica dei Campi Flegrei (da Rittmann, 1950)

La maggior parte dei prodotti piroclastici ascrivibili all'attività recente dei CF vengono raggruppati insieme a formare dei piccoli complessi e quindi non vengono descritti singolarmente; Rittmann infatti raggruppa insieme: i prodotti di Monte Nuovo con quelli della Senga e dei Fondi di Baia; i prodotti dell'Averno con quelli di Solfatara; i prodotti di Cigliano con quelli di Baia; i prodotti di Cuma con quelli di Montagna Spaccata e di Agnano; i prodotti piroclastici di Torrefranco con i Tufi dell'Archiaverno. Vengono rappresentati singolarmente i prodotti piroclastici biancastri dei Camaldoli (Tufi Biancastri), quelli di Astroni e quelli di Minopoli.

Tutte le lave, sia effuse (colate, cupole di ristagno) che intrusive (dicchi, cupole ecc), sono state raggruppate in un unico complesso. Lo stesso è stato fatto per le scorie laviche di lancio e per i prodotti breccioidi e scoriacei come quelli di Concola-Fondo Riccio, Marmolite, Pisani e Torregaveta, che sono stati raggruppati. Il rilevamento realizzato da Rittmann nel 1950 ha costituito, per la sua ricchezza di dettagli, il punto di partenza per i rilevamenti successivi.

Nel 1984 Lirer et al., partendo dal rilevamento di Rittmann, ricostruiscono nuovamente la successione degli eventi vulcanologici dei Campi Flegrei, attraverso lo studio stratigrafico, vulcanologico e geocronologico dei prodotti, integrato dalla loro caratterizzazione geochemica. Si tratta di un'opera estremamente completa, che risolve in estremo dettaglio la stratigrafia dei Campi Flegrei e che affronta anche in modo molto accurato la caratterizzazione petrochimica dei prodotti.

Il lavoro viene accompagnato dalla *Carta Vulcanologica dei Campi Flegrei*, alla scala 1: 50.000 (Fig. 2.2).

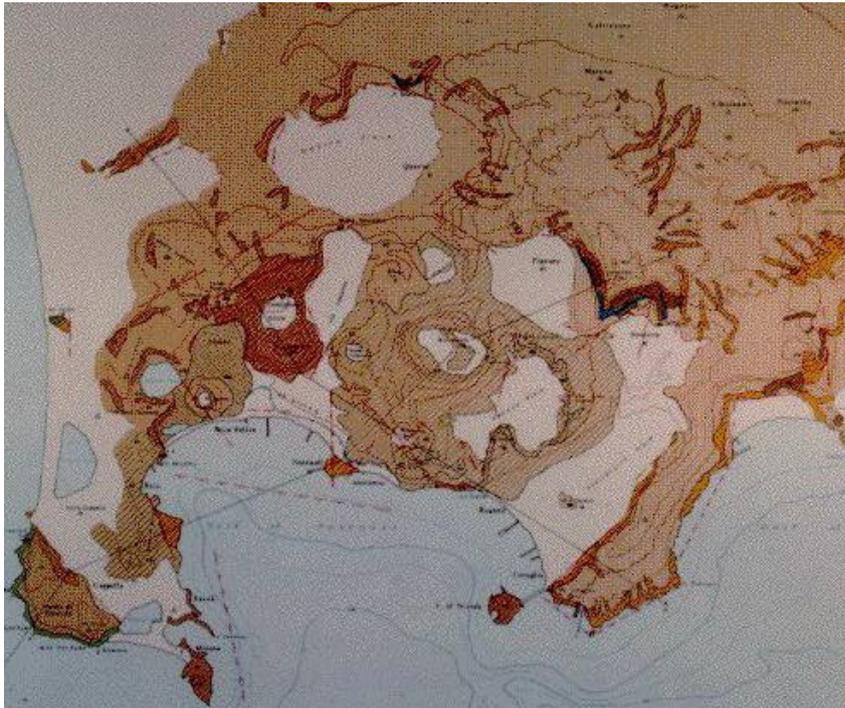


Fig. 2.2 – Carta Vulcanologica dei Campi Flegrei (da Di Girolamo et al., 1984)

Il più recente elaborato cartografico dei Campi Flegrei è stato realizzato nel 1987, per conto del CNR nell'ambito del Progetto Finalizzato Geodinamica, da Rosi e Sbrana, alla scala 1:15.000 (*Carta geologica e gravimetrica dei Campi Flegrei*) (Fig 2.3).

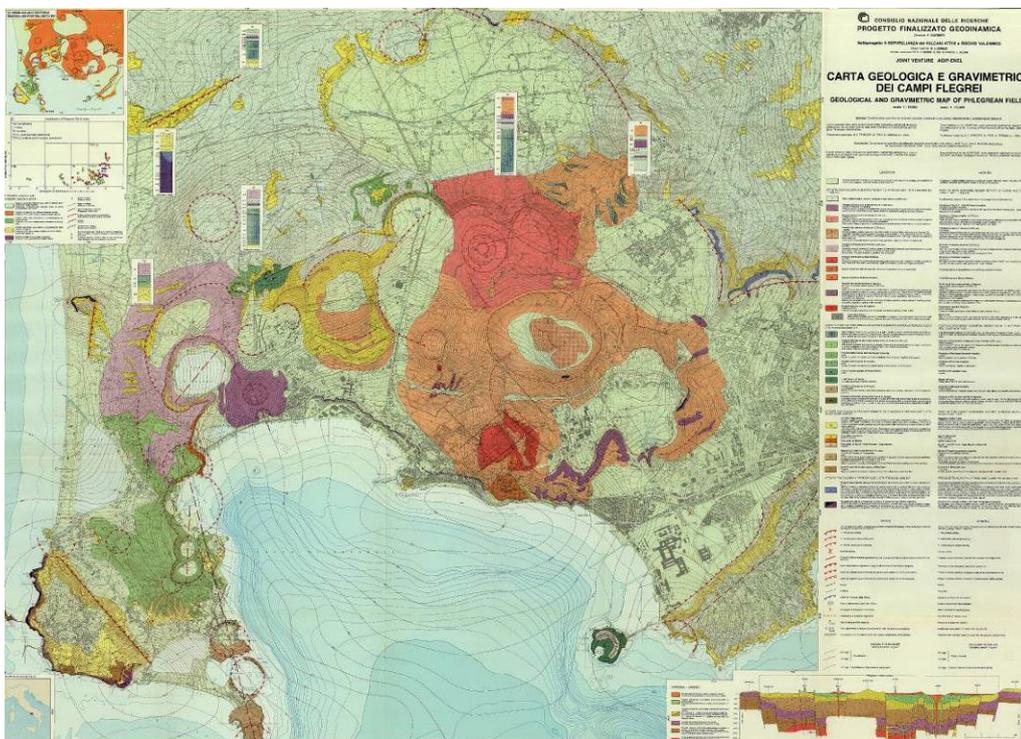


Fig. 2.3 – Carta geologica e gravimetrica dei Campi Flegrei (da Rosi & Sbrana, 1987)

Gli autori forniscono un modello molto semplificato dell'intera stratigrafia dei Campi Flegrei, raggruppando i prodotti in base ai criteri di età e importanza delle eruzioni.

La sequenza stratigrafica viene descritta secondo il seguente schema:

-Prodotti dell'attività vulcanica più antica dell' IC (età > 35 ka):

Coni di tufo di Vita Fumo e Mlliscola, duomi lavici di Monte di Procida, Punta Marmolite e Cuma.

-Prodotti dell'eruzione dell' IC (Breccia Museo e Piperno Auc.).

-Prodotti dell'attività post caldera prevalentemente sottomarina (età compresa tra i 35 ka e i 10,5 ka): Depositi piroclastici di Monte di Procida (Torregaveta), Tufi gialli di Bacoli, Isola Pennata e Capo Miseno, Tufo giallo di Mofete, Tufo giallo del Gauro, Tufi Gialli Napoletani.

*-Prodotti dell'attività post caldera prevalentemente subaerea antica (età compresa tra i 10,5 ka e 8 ka):*Prodotti dell'attività di Agnano, Prodotti dell'eruzione di Minopoli, Cono di scorie di Fondo Riccio e prodotti dell'eruzione di Concola, Prodotti di Montagna Spaccata, Prodotti dell'attività di Baia e Fondi di Baia, Tefra indifferenziati (legati all'attività subaerea dell'area centrale dei CF), Unità della Starza.

-Prodotti dell'attività post-caldera subaerea recente (età compresa tra i 4,5 ka e il 1538 d.C.): Prodotti dell'eruzione di Cigliano, Prodotti dell'attività recente di Agnano, Duomo rachitico del Monte Olibano e dell'Accademia, Prodotti dell'eruzione della Solfatara, Prodotti dell'eruzione di Averno, Prodotti dell'eruzione di Astroni, Prodotti dell'eruzione della Segna, Prodotti dell'eruzione di Monte Nuovo.

L'intera sequenza stratigrafica è chiusa dai tefra indifferenziati delle eruzioni di età inferiore agli 8 ka e dai depositi quaternari indifferenziati.

2.3 Nuovo rilevamento geologico dei Campi Flegrei in scala 1:25.000

La nuova carta geologica dei Campi Flegrei in scala 1:25.000 (Allegato 1) nasce dal continuo lavoro di rilevamento geologico di dettaglio condotto nell'arco dell'ultima decade in area flegrea dal gruppo di ricerca del Prof. Lirer.

Partendo dalla consultazione e dalla conoscenza degli elaborati cartografici pregressi si è cercato di armonizzare tutte le precedenti osservazioni e considerazioni fatte e soprattutto di definire meglio i caratteri litologici delle formazioni affioranti ed i loro rapporti stratigrafici. Sono stati poi raccolti ed utilizzati i numerosi dati relativi a lavori di rilevamento inediti condotti negli ultimi anni dal gruppo di ricerca del Prof. Lirer e si è dato loro maggiore risalto inserendoli nel presente lavoro di rilevamento. Si è

inoltre cercato di sciogliere il più possibile i dubbi su contatti o affioramenti incerti recandosi sul luogo e descrivendo, nella maniera più esaustiva e chiara possibile, le sequenze stratigrafiche e le caratteristiche litologiche dei prodotti vulcanici anche laddove questi risultavano inaccessibili o coperti da vegetazione.

Il rilevamento in questione ha interessato l'intera area che, partendo dall'isola di Procida, si estende fino alla Valle del Sebeto dove i prodotti dell'attività esplosiva dei Campi Flegrei si intercalano con quelli esplosivi ed effusivi provenienti dall'area del Somma-Vesuvio (Fig. 2.4).

La base topografica utilizzata per il rilevamento dell'area in esame è stata quella della Provincia di Napoli in scala 1:10.000. In alcuni casi però, come ad esempio per la zona di Cuma, della Solfatara e di Monte Nuovo, sono state utilizzate basi differenti in quanto l'utilizzo di una topografia al 10.000 risultava insufficiente per illustrare bene le tipologie dei contatti tra le diverse formazioni.

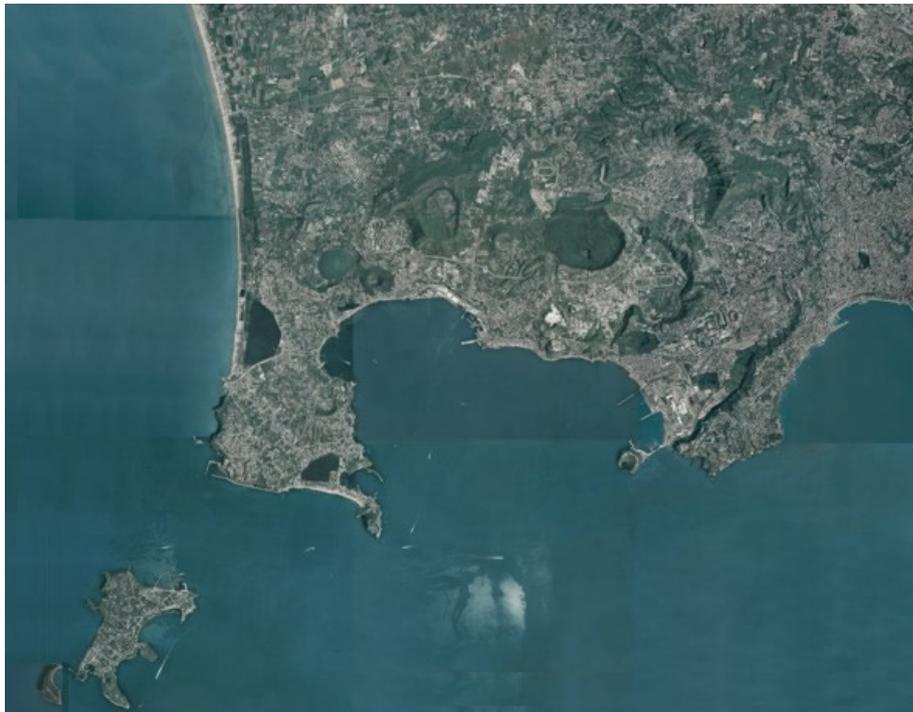


Fig. 2.4 – Ortofoto dell'area oggetto di studio

L'attività di rilevamento ha presentato non poche difficoltà:

- in primis bisogna considerare che tutta l'area flegrea, in particolare l'abitato di Pozzuoli e gran parte della zona adiacente, è ormai quasi del tutto antropizzata. Risulta davvero molto difficile, se non a volte impossibile, riuscire a trovare ancora oggi qualche affioramento ben esposto sul quale poter fare delle considerazioni e delle misure.

- in alcune zone, come ad esempio ai Camaldoli, nell'area di Monte Nuovo-Averno e Cuma, l'ampia diffusione della vegetazione rende difficile l'osservazione dei prodotti.
- in molti casi poi non è stato possibile osservare da vicino i prodotti in quanto gli affioramenti rientravano in aree private oppure risultavano impossibili da raggiungere a causa dell'acclività dei versanti (ad esempio in zona Camaldoli)

A tale proposito, è doveroso qui evidenziare quanto le pubbliche istituzioni si siano mostrate disponibili per consentire di superare le difficoltà causate dall'intensa urbanizzazione dell'area. Ricordiamo, per tutte, l'Ufficio Difesa del Suolo del Comune di Napoli che ha consentito il rilevamento, a mezzo di elicottero, delle parti più impervie della Collina dei Camaldoli oppure la Ferrovia Cumana di Cantieri (Pozzuoli) che ci ha consentito di accedere ad aree chiuse al pubblico per poter effettuare delle osservazioni sui depositi marini de La Starza.

I dati di campagna sono stati inoltre incrementati dai risultati delle datazioni a cui sono stati sottoposti alcuni campioni prelevati durante la fase di rilevamento, al fine di poter avere un quadro più completo ed esaustivo della stratigrafia dell'area (Tabella 1). Le datazioni sono state effettuate con il metodo $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ presso il National Laboratory di Los Alamos, Nuovo Messico (USA).

Tabella 1- Datazioni di alcuni campioni prelevati durante la fase di rilevamento.

Camaldoli		Cuma		Procida/Monte di Procida	
<i>Formazione</i>	<i>Età (ka)</i>	<i>Formazione</i>	<i>Età (ka)</i>	<i>Formazione</i>	<i>Età (ka)</i>
Unità Piperno/Breccia Museo	40,1 ± 0,8	Duomo lavico di Cuma	42,2 ± 1,5	Lava Punta Ottimo	64,4 ± 1,2
Unità Casalesio	32,3 ± 0,8	Acropoli	41,7 ± 0,9	Breccia Marina di Vita Fumo (ossidiana)	41,7 ± 1
		Breccia di Cuma	39,9 ± 0,9	Breccia Punta della Lingua	40,3 ± 0,7

Nel paragrafo seguente viene riportata per intero la legenda della carta geologica in scala 1.25.000 (Allegato 1).

Si è deciso però, ai fini di questo lavoro di tesi, di descrivere nel dettaglio soltanto la geologia dei siti scelti, all'interno dell'area del Parco Regionale dei Campi Flegrei, come potenziali geositi di interesse geo-turistico e pertanto rilevati in scala 1:10.000 (Solfatara, Monte Nuovo-Averno, Cuma, Camaldoli, Monte di Procida e Procida, paragrafi successivi)

2.3.1 Legenda della carta geologica in scala 1:25.000

Per quanto riguarda la legenda della carta geologica in scala 1:25.000, è necessario fare alcune considerazioni:

- sono stati scelti come livelli marker, data la loro ampia distribuzione areale, la Formazione del TGN e quella delle Breccie Museo, che raggruppa tutte le breccie poligeniche affioranti nell'area flegrea.
- vengono descritte singolarmente, dalla più giovane alla più antica, tutte le formazioni affioranti fino alla Formazione delle Breccie Museo
- I prodotti affioranti sull'isola di Procida, a Monte di Procida, ai Camaldoli e a Cuma sono stati raggruppati in complessi (rispettivamente di Procida, di Monte di Procida, dei Camaldoli e di Cuma) e vengono descritti in dettaglio nelle legende degli inset in scala 1:10.000 (Allegati 2, 3, 4, 5).

La sequenza stratigrafica dei prodotti affioranti nell'area dei Campi Flegrei è, a partire dall'alto, la seguente:

Depositi di spiagge e dune costiere (SB)

Depositi ghiaiosi e sabbiosi di spiagge recenti e depositi sabbiosi del sistema dunare costiero, costituito da dune attive e interne stabilizzate (da Fusaro a Cuma). I depositi ghiaiosi sono costituiti da ciottoli arrotondati di natura lavica (Spiaggia Ciraccio a Procida).

Depositi Piroclastici Recenti di copertura (PSAFR)

Sequenza di livelli piroclastici incoerenti intercalati a paleosuoli. I frammenti iuvenili, costituiti da pomici e scorie, si presentano a spigoli vivi con dimensioni variabili da centimetriche a millimetriche. I livelli cineritici intercalati, a granulometria sabbiosa, mostrano talvolta una tessitura ondulata. Questi prodotti vengono attribuiti, a partire dal basso, alle eruzioni esplosive delle Pomici Principali, Minopoli, Monte Spina e Astroni. Localmente essi mostrano evidenze di rimaneggiamento post-deposizionale; lungo i versanti meno acclivi, sono terrazzati da attività antropica.

Depositi di piana (DAREC)

Depositi costituiti in genere da livelli lenticolari sabbioso-limosi che contengono talora frammenti di varia natura. Lo spessore di questi depositi è molto variabile ed è compreso tra 1 e 4 metri; essi si rinvengono a partire dagli sbocchi vallivi dove sedimentano dopo un trasporto di tipo trattivo.

Depositi di Riporto Antropico nelle aree di cava (ANTR)

Depositi derivanti da attività estrattiva (taglime). Si rinvennero principalmente lungo i tagli di cave a cielo aperto e sotterranee. A luoghi essi sono intercalati a depositi alluvionali recenti.

Detrito di versante (DV)

Detrito di versante costituito in prevalenza da blocchi lavici (Solfatara e Cuma), da frammenti di Tufo Giallo Napoletano e da depositi rimaneggiati.

Formazione Monte Nuovo (MN)

Deposito piroclastico costituito da tre unità. Quella basale (MN1) è a sua volta suddivisa in due sub-unità; sub-unità piroclastica a matrice prevalente (spessore max 25m) con pomici e scorie poco vescicolate (dimensioni max. di 50 cm) a cui si associano frammenti litici (MN1a); essa passa verso l'alto ad una sub-unità piroclastica a matrice prevalente di colore grigio-chiaro con frammenti di pomici e scorie (dimensioni max 20 cm) e rari frammenti litici (MN1b); questa sub-unità, che raggiunge spessori max di 70m, costituisce la massima parte dell'edificio del Monte Nuovo (formatasi fra il 29-30 settembre 1538). L'unità intermedia (MN2), di spessore variabile tra 1 e 14 m, è formata da strati sciolti di scorie a spigoli vivi (dimensioni max. di 30 cm) a luoghi passanti a digitazioni di scorie centimetriche immerse in una matrice sabbioso-grossolana (3 ottobre 1538). L'unità sommitale (MN3), di spessore max 25 m, è costituita da due subunità di scorie nere fluitate ed isorientate (dimensioni max. 70 cm) in evidente discordanza sui prodotti della subunità MN1b e dell'unità MN2 (6 ottobre 1538)

Formazione della Torretta (TO)

Deposito piroclastico costituito nella parte basale da un banco (spessore max 160 cm) a struttura breccioide in cui si distinguono: pomici a spigoli vivi (dimensioni max. 40 cm) con associati grossi blocchi balistici di tufo giallo (dimensioni max. 80 cm), che determinano impronte da impatto nel sottostante paleosuolo. Verso l'alto il deposito (spessore max 40 cm) assume una tessitura inversamente gradata costituita da pomici a spigoli sub arrotondati di dimensioni centimetriche a cui fa seguito un deposito di pomici a spigoli vivi ben vescicolate (dimensioni max. 40 cm) con rari frammenti litici associati (spessore max 170 cm). Lo spessore max dell'intero deposito è di 370 cm in località via Cupa della Torretta a Cuma. $2,8 \pm 300$ ka dat. $14C$ (presente lavoro)

Formazione della Senga (SEN)

Deposito piroclastico così costituito: alla base si rinviene un livello cineritico saldato di colore rosa purpureo con evidenze di fessurazione colonnare (loc. cava di Grotta Papera, spessore 5m). Segue un'alternanza di strati di scorie nere a spigoli vivi (dimensioni massime 20 cm) contenenti bombe e blocchi di tufo giallo, con livelli stratificati di ceneri da grossolane a fini ricche di pisoliti. La sequenza si chiude con un livello di pomice a spigoli vivi di colore grigio estremamente porfiriche per fenocristalli di sanidino e clinopirosseno. 3,82 ka – dat. ^{14}C (Di Vito et al., 1999)

Formazione di Astroni (AS)

Lava grigia compatta della Caprara (AS1) a geometria domiforme affiorante sul versante orientale interno dell'ash-ring. L'ash-ring è costituito da una sequenza di banchi di piroclastiti sabbioso-cineritici caratterizzati da tessiture di tipo dune, antidune, choute 'n pool, ricchi di frammenti pomicei, ossidianacei in lenti o sciame. Nel settore NW dell'edificio affiora nella parte alta dell'edificio un deposito costituito da frammenti scoriacei (dimensioni max 70-90cm) associati a frammenti pomicei eterometrici (dimensioni comprese fra 1 e 40 cm.) con associati rari frammenti di ossidiana e di tufi alterati. Nelle zone distali prevalgono le facies piroclastiche costituite da un'alternanza di orizzonti pomicei e cineritici di colore grigio-biancastro, ricchi di pisoliti, a stratificazione da parallela a incrociata in cui sono evidenti strutture di tipo duna e anti-duna (AS2). All'interno dell'ash-ring si rinviene un bastione di scorie nero-rossastre a spigoli vivi (dimensioni massime decimetriche) del Toppo dell'Imperatrice e la colata scoriacea della Rotondella (AS3)

3,75 ka - dat. K/Ar (Alessio et alii, 1971-1973); 3,82 ka - dat ^{14}C (Di Vito et alii, 1999)

Formazione dell'Averno (AV)

Deposito piroclastico costituito, nella parte basale, da una sequenza di livelli di pomice a spigoli vivi con associati rari frammenti litici lavici e blocchi di tufo giallo (dimensioni max. 15 cm) cui si intercalano orizzonti cineritici concentrati nella parte basale del deposito (AV1). La successione raggiunge il suo massimo spessore (8m) sul versante W del Lago d'Averno. Nella parte intermedia il deposito, rappresentato da orizzonti cineritici a tessitura laminare contenenti pisoliti, passa verso l'alto a strati di pomice a spigoli vivi. Nella parte alta del deposito si rinvencono blocchi balistici lavici e di tufo giallo (AV2); spessore max 40m in prossimità del cratere.

Unità 1 (AV1): 3,7 ka – dat. ^{14}C (Alessio et al., 1971)

Formazione della Solfatara (SO)

Deposito piroclastico che presenta alla base un banco a struttura breccioide costituito da frammenti di pomici, tufo verde e blocchi di lava (dimensioni max 1m) immersi in una abbondante matrice sabbioso-cineritica di color grigio chiaro; verso l'alto si passa gradatamente a un deposito piroclastico stratificato a grana fine al cui interno si rinvengono frammenti centimetrici di pomici arrotondate; tale deposito costituisce il versante SW del vulcano Solfatara (SO1) con uno spessore max di 40m. La parte preminente della formazione è costituita da cineriti grigiastro-marroncine stratificate, con tessitura ondulata e frequenti intercalazioni di livelli pisolitici e di straterelli di pomici di dimensioni millimetriche, che ammantano il versante meridionale del vulcano Solfatara (SO2) con spessori max 10m.

Formazione di Monte Olibano (OL)

La geometria della formazione consente di individuare due distinti corpi lavici domiformi: la cupola di Via Campanola e il duomo dell' Accademia. Entrambe sono costituite da lave di colore grigio fratturate in grossi blocchi che presentano fessurazione colonnare (OL2) con parte basale scoriacea (OL1) e parte sommitale costituita da bombe e prodotti dell'attività di lancio che si rinvengono nella parte interna del versante SE del vulcano Solfatara -"Petite Solfatare" (OL3). 3,9 ka - dat. K/Ar (Cassignol & Gillot, 1982)

Formazione di Agnano-Monte Spina (MSP)

Deposito piroclastico costituito, in facies prossimale, da un banco breccioide clasto-sostenuto di colore rosato ricco in frammenti di litici lavici e scorie scure di dimensioni decimetriche-metriche (Monte Spina). Lungo il bordo della Piana di Agnano (Vallone del Corvo, spessore circa 60m) la parte preminente del deposito è costituita da frammenti di pomici scoriacee ricche in fenocristalli di sanidino e rari litici di natura lavica immersi in una matrice cineritico-sabbiosa dal tipico colore violaceo che contiene, in posizione fisiologica, resti di tronchi carbonizzati. Verso l'alto, e allontanandosi dal centro della Piana di Agnano, i prodotti divengono via via più fini determinando il passaggio dalla tessitura massiva a quella ondulata con tipiche strutture a sandwaves. 4 ka - dat. ^{14}C (Di Girolamo et alii, 1984); 4,1 ka - dat $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ (de Vita et alii, 1999)

Formazione delle Piroclastiti Fumarolizzate (PaleoAgnano) (PA)

Deposito piroclastico incipientemente saldato costituito da ceneri grigio-giallastre fittamente stratificate, contenenti al loro interno sciami di pisoliti e lenti di pomici, che mostrano un'intensa e diffusa alterazione idrotermale. I depositi di questa

formazione rappresentano la quasi totalità del versante orientale dell'area craterica della Solfatara (spessore 80m) e sono sede di intensa attività fumarolica sia all'interno della Solfatara che all'esterno, in località Pisciarelli-Monte Ruspino.

Formazione del Terrazzo Marino de La Starza (TZS)

Deposito rappresentato da un'alternanza di cinque livelli di deposizione subaerea e tre intervalli di depositi marini. Gli intervalli di deposizione subaerea sono costituiti da piroclastiti a diverso grado di coerenza in giacitura primaria, sia rappresentate da strati senza matrice costituiti quasi esclusivamente da frammenti pomicei e litici a spigoli vivi, sia da spessi orizzonti cineritici a tessitura laminata contenenti pisoliti; a luoghi questi depositi mostrano caratteri di rimaneggiamento. L'ultimo orizzonte subaereo ha spessore max 10m ed è rappresentato dai depositi piroclastici attribuiti al ciclo di attività subaerea recente (eruzioni di Averno ed Astroni); esso contiene anche resti di edifici di epoca romana. Gli intervalli di deposizione marina, di spessore variabile tra i 6 e i 10 m, sono rappresentati da cineriti di colore grigio chiaro contenenti frammenti pomicei arrotondati di dimensioni centimetriche e gusci di lamellibranchi e gasteropodi; i fossili sono più abbondanti nell'orizzonte marino in posizione stratigraficamente più elevata. *Età compresa tra 10.5 e 3.6 ka*

Formazione di Capo Miseno(CM)-Porto Miseno(PM) -Bacoli(BAC)

Depositi tufacei di colore bianco-giallastro il cui la frazione iuvenile è costituita da scorie nere, da decimetriche a centimetriche, immerse in una matrice sabbiosa-cineritica non omogeneamente litoide che determina in alcuni casi graduali passaggi verticali da facies gialla litoide a facies grigia semicoerente.

5,090±140 ka (Capo Miseno); 6,490 ka (Porto Miseno)– dat. $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ (Insinga et al., 2006)

Formazione Fondi di Baia (FB)

Sequenza di orizzonti di cenere fine, caratterizzati da tipiche tessiture a sandwaves all'interno delle quali si rinviene, nella parte basale del deposito, un livello di pomici grossolane a spigoli vivi. Gli orizzonti cineritici contengono lapilli accrezionali e frammenti litici distribuiti sia in maniera casuale sia concentrati in lenti. Spessore massimo del deposito 4 m in località Fusaro. *8,6 ka - dat ^{14}C (Di Vito et alii, 1999)*

Formazione di Baia (BA)

Deposito piroclastico costituito, nella parte basale, da un orizzonte grossolano a struttura breccioide ricco in pomici e frammenti di tufo giallo di dimensioni decimetriche; verso l'alto il deposito è costituito da un'alternanza di livelli di pomici a

spigoli vivi con orizzonti di ceneri biancastre fini stratificate. Lo spessore massimo del deposito è di circa 10 m in località Punta Epitaffio.

Formazione di Agnano Monte Sant'Angelo (AMSA)

Deposito piroclastico costituito da una fitta alternanza di strati di ceneri fini di colore grigio a tessitura ondulata con strati di pomici di dimensioni centimetriche talora interessati da incipiente alterazione che conferisce ai prodotti una tipica colorazione giallognola. Il deposito ha uno spessore massimo di alcuni metri.

Formazione di Pisani (PS)

Deposito piroclastico costituito da un'alternanza di strati di pomici grossolane pressochè afiriche a spigoli vivi senza matrice, contenenti bombe e blocchi di tufo di diam max 50cm, con subordinati livelli centimetrici di cenere grossolana, in prevalenza massivi e a luoghi mostranti stratificazione da piano-parallela ad incrociata. I livelli grossolani dominano nella parte medio-bassa della sequenza mentre i livelli cineritici prevalgono nella parte alta. Spessore max 12m sul versante nord della Collina di S. Martino.

Formazione Concola Fondo Riccio (FRC)

Deposito piroclastico costituito da un'alternanza di strati di scorie scure a spigoli vivi (dimensioni max 50 cm) e strati di sabbie grossolane; nella sequenza si rinvengono frammenti tufacei di colore giallo ocra. Lo spessore massimo della sequenza è di circa 20 metri in prossimità del cratere.

Formazione Montagna Spaccata (MS)

Deposito piroclastico rappresentato nelle zone prossimali (Via Campana – loc. Montagna Spaccata spessore max 50m) da una successione monotona di strati di frammenti scoriacei neri, talvolta saldati nella parte basale, che contengono frammenti di tufo giallo. Verso l'alto si rinvengono numerosi orizzonti di cenere fine con laminazioni da incrociate a piano-parallele, contenenti pisoliti.

Formazione dell'Archiaverno (ARCH)

Deposito piroclastico litoide di colore giallo a tessitura massiva nella parte basale e pseudostratificato nella parte sommitale, contenente lenti di pomici vescicolate di dimensioni decimetriche e frammenti di tufo verde. Il grado di litificazione del deposito è estremamente variabile; nella facies litoide è evidente un'intensa fratturazione. Gli spessori massimi, di circa 50m, si ritrovano in affioramento sul versante NW del lago di Averno. *10,7 ka - dat. ¹⁴C (Alessio et al., 1971)*

Formazione del Tufo Giallo di la Pietra (TGP)

Deposito piroclastico mediamente litoide di colore giallo verdognolo costituito da frammenti pomicei e litici immersi in un'abbondante matrice da cineritica a cineritico-sabbiosa; nella parte bassa sono presenti lenti di frammenti litici di dimensioni da decimetriche a metriche. A luoghi il tufo reca tracce di intensi fenomeni di fratturazione (località Via Napoli a Pozzuoli).

Formazione del Tufo Giallo di Nisida (NIS)

Deposito piroclastico pseudostratificato mediamente litoide di colore bianco-giallastro costituito da scorie nere da decimetriche a centimetriche, porfiriche per fenocristalli di sanidino, immerse in una matrice sabbioso-cineritica ben classata, in cui a luoghi sono evidenti sag structures. Tale deposito costituisce per intero l'isolotto di Nisida (quota massima 110 m)

Formazione Mofete- Epitaffio (MOF)

Deposito piroclastico pseudostratificato litoide di colore bianco-giallastro con evidenti pseudostratificazioni. Nella parte basale il deposito è costituito da sciame di pomice bianche fortemente vescicolate di dimensioni centimetriche immerse in una matrice sabbioso-cineritica.

Formazione Monteruscello (MRU)

Deposito piroclastico divisibile in due unità: l'unità basale è costituita da orizzonti cineritici da incoerenti a semicoerenti, a tessitura debolmente ondulata, contenenti frammenti pomicei. L'unità sommitale è un deposito litoide di colore giallo, a matrice cineritica prevalente, contenente frammenti pomicei di dimensioni fino a 5 cm; tale unità presenta a luoghi una scarsa fratturazione e una tessitura ad ampie ondulazioni.

Formazione del Gauro (GA)

Deposito piroclastico litoide di colore giallo debolmente pseudostratificato, contenente frammenti pomicei di dimensioni centimetriche di colore grigio chiaro spesso alterati e clasti ossidianacei immersi in una matrice cineritico sabbiosa. Tale deposito costituisce per intero l'edificio vulcanico del Gauro (quota massima 330 m)

Formazione del Tufo Giallo Napoletano (TGN)

Deposito piroclastico costituito da due unità. L' Unità Basale, di spessore variabile tra 11 m nella zona urbana di Napoli (Ponti Rossi) e 5 m nelle aree periferiche dei Campi Flegrei (San Severino, Zaccaria, Quarto, Qualiano) è costituita da depositi molto fini, sottilmente stratificati e ricchi in pisoliti nella parte medio-alta. All'interno di questa unità si rinviene un marker stratigrafico costituito da due strati di pomice a

spigoli vivi intercalati ad un livello cineritico. L'Unità Superiore, di spessore variabile tra 130 m nella zona urbana di Napoli (Chiaiano) e 15 m nelle aree periferiche esterne dei Campi Flegrei (Cuma, Monte di Procida) è costituita da depositi a matrice prevalente di colore giallo, contenenti elementi iuvenili e frammenti litici (soprattutto di tufo verde) senza evidente gradazione che passano in maniera graduale a depositi più fini caratterizzati da tessiture ondulate a scala variabile. I depositi dell'Unità Superiore passano da facies litoidi a facies semicoerenti e incoerenti.

15,3 ka – dat $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ (Deino et al., 2004)

Formazione di Solchiaro (SOL)

Deposito piroclastico, litoide sull'isola di Procida, di colore giallo e costituito da banchi di scorie scure e rari litici di natura lavica immersi in una matrice cineritico-sabbiosa alternati con livelli di cineriti ricche in pisoliti (Località Baia di Solchiaro). Lateralmente tali depositi passano ad un'alternanza di strati di cineriti pisolitiche con strati ricchi di frammenti pomicei (dimensioni max 2 cm) a minor grado di coerenza (Località Porto della Chiaiolella). A Monte di Procida essi sono rappresentati da un'alternanza di orizzonti di scorie a spigoli vivi a gradazione inversa, con livelli di cenere fine contenenti pisoliti e frammenti litici. *19,6 ka – dat ^{14}C (Alessio et al., 1971)*

Formazione di Casalesio (CAS)

Deposito piroclastico costituito da una successione di banchi di cenere, da fine a grossolana, contenenti lenti di pomici centimetriche arrotondate cui si associano subordinatamente frammenti sia lavici che ossidianacei; a luoghi si individuano sciami di pomici grossolane (15-20 cm). Alcuni orizzonti di cenere mostrano tessiture da piano-parallele ad ondulate. Nel deposito si evidenzia il passaggio, sia verticale che laterale, da termini litoidi di colore giallo a termini incoerenti di colore grigio chiaro, contenenti a volte pisoliti. Nella facies incoerente i frammenti pomicei si presentano non alterati, ben vescicolati e porfirici per cristalli di sanidino, biotite e clinopirosseno. In località Pianura questi clasti determinano impronte da impatto sui prodotti della sottostante formazione Piperno-Breccia. *32,3 ± 0,8 ka – dat $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ (presente lavoro)*

Formazione delle BRECCE MUSEO (BM)

Depositi piroclastici a struttura breccioide clasto-sostenuta costituiti da elementi di litologia eterogenea e di dimensioni eterometriche come frammenti pomicei, ossidianacei e litici (tufi, lave, rocce sedimentarie, in facies subvulcanica), immersi in

una matrice sabbioso-grossolana prevalentemente di natura pomicea. Talora, all'interno del deposito, sono presenti orizzonti lenticolari di scorie saldate di dimensioni metriche poco vescicolate e deformate plasticamente (Cuma, Punta della Lingua a Procida, Marina di Vitafumo). Ai Camaldoli ai depositi breccioidi sono associati banchi litoidi di scorie nerastre di dimensioni variabili, a luoghi perfettamente collassate, isorientate e talora deformate plasticamente ("fiamme") immerse in una matrice cineritica di colore grigio chiaro (tessitura eutassitica del "Piperno"). $40,1 \pm 0,8 \text{ ka} - \text{dat } ^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ (presente lavoro)

Formazione della Lava di Punta Marmolite:

Lava compatta di colore grigio, con nette evidenze di fessurazione colonnare. La geometria è domiforme e nella parte alta è presente un carapace scoriaceo di colore marrone brunastro con spessore medio di 5 m. Trachite alcalina.

$47 \text{ ka} - \text{dat K/Ar}$ (Cassignol & Gillot, 1982)

Complesso dei Camaldoli: Successione di depositi piroclastici di età compresa tra >55 ka e l'attuale. Vedi dettaglio al 10.000 (Allegato 2)

Complesso di Cuma: Successione di depositi lavici e piroclastici di età compresa tra 42 ka e l'attuale. Vedi dettaglio al 10.000 (Allegato 3)

Complesso di Monte di Procida: Successione di depositi lavici e piroclastici di età compresa tra >60 ka e l'attuale. Vedi dettaglio al 10.000 (Allegato 4)

Complesso dell'Isola di Procida: Successione di depositi lavici e piroclastici di età compresa tra > 60 ka e l'attuale. Vedi dettaglio al 10.000 (Allegato 5)

2.4 Rilevamento geologico della Solfatara

Il vulcano della Solfatara giace da quasi 4.000 anni al centro della caldera dei Campi Flegrei, a circa 2 km ENE dalla città di Pozzuoli e a 10 Km da Napoli.

L'eruzione della Solfatara è avvenuta nel settore occidentale dei Campi Flegrei dove si è sviluppata un'intensa attività vulcanica, a carattere esplosivo, dopo il collasso calderico legato all'eruzione del Tufo Giallo Napoletano (15,3 ka $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$; Deino et al., 2004). Dati stratigrafici e geocronologici, permettono di dedurre che la Solfatara si è formata subito dopo la messa in posto del duomo di Monte Olibano (3,9 ka K/Ar; Cassignol & Gillot, 1982) a sua volta interposto fra l'eruzione di Agnano Monte Spina (4,1 ka $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$; De Vita et al., 1999) e l'eruzione del vulcano di Astroni (3,82 ka ^{14}C ; Di Vito et al., 1999).

Le sequenze stratigrafiche che si rinvencono nell'area della Solfatara e nei tratti morfologici adiacenti, sono state rilevate ed interpretate in maniera differente da diversi autori. In particolare i più rappresentativi sono i contenuti scientifici riportati nei lavori eseguiti da Rittmann et al. (1950), da Sinno (1955) e da Rosi e Sbrana (1987).

Questi tre rilevamenti presentano notevoli differenze, soprattutto per quanto riguarda l'estensione e il volume dei prodotti legati alle varie eruzioni avvenute in questo versante dei Campi Flegrei negli ultimi 5.000 anni.

Il nuovo rilevamento della Solfatara e dell'area ad essa adiacente, condotto nel 2005 ai fini della compilazione della mia tesi di laurea, raffinato nel corso del primo anno di Dottorato e pubblicato nel 2007 sui Rendiconti della Società Geologica Italiana (Armiero et al., 2007), ha permesso di definire meglio l'estensione dei prodotti e i loro rapporti stratigrafici che si coordinano in una nuova sequenza stratigrafica che, a partire dal basso, risulta la seguente: Formazione del Tufo Giallo di La Pietra, Lava fortemente alterata (dell'interno del cratere di Solfatara), Formazione delle Piroclastiti Fumarolizzate (PaleoAgnano), Formazione di Agnano Monte Spina, Formazione di Monte Olibano, Formazione della Solfatara, Formazione di Astroni.

2.4.1 Formazione del Tufo Giallo di La Pietra

Il Tufo Giallo di La Pietra (Fig. 2.5) affiora lungo via Napoli, nel settore sud-orientale dell'area rilevata. Si tratta di un deposito piroclastico dal tipico colore giallo-verdognolo e dall'aspetto litoide che presenta una tessitura i cui gli elementi risultano

più o meno fittamente stratificati e contenenti, nella parte basale dell'affioramento, grosse scorie e frammenti litici.



Fig. 2.5 – Tufo Giallo di la Pietra

2.4.2 Lava fortemente alterata (dell'interno del cratere di Solfatara):

Alla base del versante orientale della Solfatara, sul fondo del cratere, si rinviene un modesto affioramento di lava di colore grigio chiaro, dura e compatta, fortemente alterata dall'attività fumarolica; nella sua parte alta la lava risulta essere molto ricca di cristalli di sanidino. Le evidenze giacitureali fra la lava ed i sovrastanti prodotti piroclastici indicano che questa lava deve essere considerata più antica dei depositi fortemente fumarolizzati (Fig. 2.6).



Fig. 2.6 – Interno della Solfatara: le piroclastiti fortemente alterate (B) poggiano sulla lava più antica (A)

2.4.3. Formazione delle Piroclastiti Fumarolizzate (PaleoAgnano):

Un discorso a parte meritano i prodotti fortemente alterati e fumarolizzati che costituiscono in parte il bordo settentrionale ed orientale della Solfatara, per uno spessore massimo di 80 metri. Si tratta di depositi piroclastici costituiti da ceneri grigie fittamente stratificate, con all'interno livelli di pisoliti e lenti di pomice, resi però

compatti e litoidi dalla forte e costante azione di attività idrotermale susseguente la loro messa in posto. L'alterazione infatti, con la deposizione di minerali di neoformazione, ha trasformato i depositi, modificandone il colore e rendendoli resistenti e compatti, talvolta difficilmente scalfibili anche con il martello (Fig. 2.7).



Fig. 2.7 – Bordo estremo della Solfatara: prodotti piroclastici fortemente alterati e fumarolizzati

2.4.4 Formazione di Agnano Monte Spina:

I prodotti dell'eruzione di Agnano-Monte Spina (4,1 ka $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$; De Vita et al., 1999) si rinvengono a tetto del Tufo Giallo di La Pietra nel settore sud-orientale dell'area rilevata, per uno spessore massimo di 65 metri e sono costituiti da un banco di grosse pomice grigie immerse in abbondante matrice cineritica dal caratteristico colore violetto. In particolare, alla confluenza fra via Domitiana e via Antiniana (Fig. 2.8) la successione stratigrafica dei prodotti, partendo dal basso, è la seguente:

- Paleosuolo A di circa 1,40 m di spessore
- Deposito piroclastico di spessore variabile (da un minimo di 30 cm a un massimo di 65 cm) costituito da pomice grigio-violacee immerse in una matrice cineritica grigia (eruzione di Agnano Monte Spina).
- Paleosuolo B di circa 25 cm di spessore .
- Strato di circa 0,50 m di scorie grigio scuro, quasi completamente saldate, cui si associano frammenti litici di natura lavica fino a 40 cm di diametro. Questi prodotti scoriacei sono probabilmente legati alla fase iniziale dell'attività di Monte Olibano e risultano correlabili con quelli che affiorano più estesamente sul fronte della Cava Regia in via Napoli.

- Deposito piroclastico (con spessore massimo di 4m) costituito da pomici grigio chiari e scorie di dimensioni fino a 25-28 cm di diametro, immersi in una matrice cineritica di colore marrone chiaro (eruzione della Solfatara).

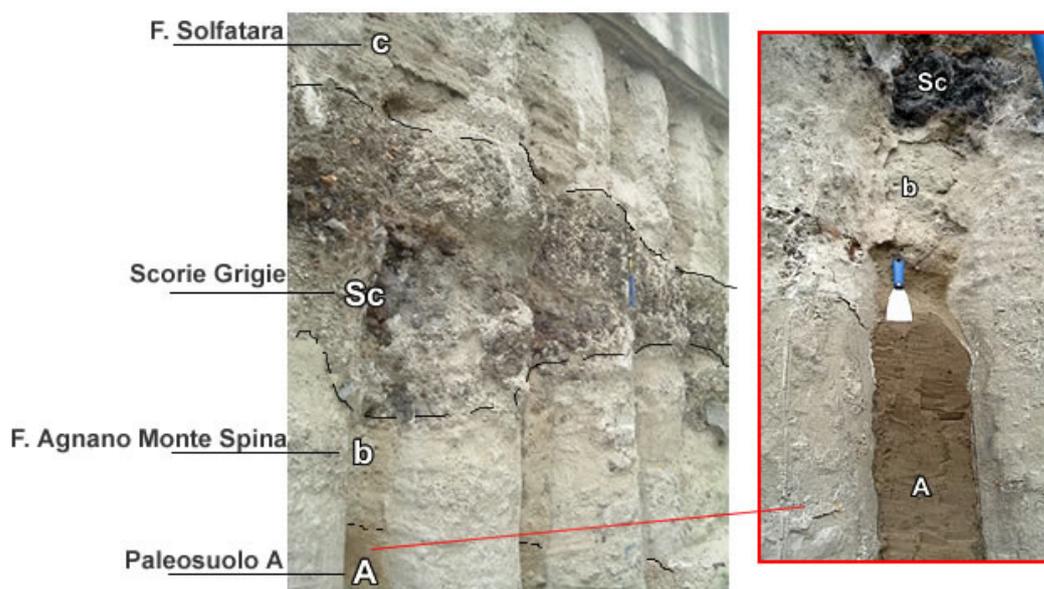


Fig.2.8 - Affioramento in via Antiniana: Paleosuolo (A) seguito dai prodotti di Agnano-Monte Spina (b), le scorie grigie (Sc) del Monte Olibano e i successivi prodotti piroclastici della Solfatara (c)

2.4.5 Formazione del Monte Olibano:

Al di sopra dei depositi piroclastici della Formazione di Agnano-Monte Spina affiora, nell'area meridionale rilevata, una lava trachitica di estensione modesta, ma di spessore considerevole (circa 90 metri), attribuita al duomo trachitico di Monte Olibano (3,9 ka K/Ar; Cassagnol e Gillot, 1982).

Gli affioramenti più significativi in cui si rinviene questa formazione sono la Cava Regia in via Napoli, lungo il vallone tra la collina di Villa Cariatì e quella di Contrada Perrone, lungo il vallone tra Solfatara e Monte Ruspino, nel lembo meridionale del bordo craterico della Solfatara e alle spalle delle Terme Gerolomini. Il duomo trachitico di Monte Olibano è suddiviso in due cupole laviche, quasi sovrapposte, che si sono messe in posto senz'altro nello stesso momento eruttivo. La prima, affiorante tra la Stazione dei Gerolomini e la Contrada Perrone, costituisce la collina di Villa Cariatì (altezza 166 metri) su cui oggi è insediata l'Accademia Aeronautica di Pozzuoli; la seconda, compresa tra l'orlo meridionale della Solfatara ed il Preventorio Umberto di Savoia, costituisce la collina del Rione Campanola (altezza 199 metri) (Fig. 2.9). Nonostante siano litologicamente costituite dallo stesso tipo di trachite, le due colline si differenziano molto per la struttura. La collina di Rione Campanola risulta formata, a quanto si osserva in superficie, da numerosi blocchi trachitici, di dimensioni variabili, saldati insieme da pozzolane e blocchi di tufo che, nel loro

insieme, appartengono ai prodotti esplosivi della fase iniziale dell'eruzione della Solfatara. Alla base di questi prodotti, la lava della cupola di Rione Campanola si presenta molto disgregata e alterata dall'attività fumarolica della Solfatara. L'altra cupola, quella di Villa Cariatì, è invece costituita da un unico complesso trachitico compatto. L'estensione della lava che costituisce questa collina è maggiore rispetto a quella di Rione Campanola e raggiungendo il massimo spessore all'altezza della Cava Regia, lungo via Napoli, decresce di potenza verso Ovest e, modellandosi sui precedenti prodotti in parte erosi, riempie la valle fino all'attuale livello della Stazione dei Gerolomini dove le sue propaggini, di fronte all'edificio delle Terme Puteolane, sovrastano i termini che costituiscono il terrazzo de "La Starza", che ha inizio in questa zona laterale dell'area rilevata.

Le due cupole, come detto precedentemente, rimandano allo stesso momento eruttivo e tra le due messe in posto vi fu probabilmente un breve periodo di inattività, durante il quale le acque di ruscellamento deposero prodotti piroclastici rimaneggiati. A conferma di questa interpretazione, in località Gerolomini, al limite ovest della cupola di Villa Cariatì poco prima dell'attacco della cupola sui prodotti del terrazzo de "La Starza", sono ben visibili due colate di lava differenti, separate da una lente di prodotti scoriacei di color grigio chiaro (Fig. 17). La potenza dell'intero strato di scorie è di circa 4 metri nel punto centrale della lente.



Fig. 2.9 - Parete di trachite dietro le Terme Puteolane. Si notano le due colate del Monte Olibano (A e B) con le scorie interposte.

Se lungo via Napoli si seguono le due colate in direzione Napoli, è possibile vedere che quella superiore raggiunge il suo lembo estremo nel vallone che costeggia ad ovest Villa Cariatì, mentre la colata inferiore, dopo aver superato il vallone ad ovest di Villa Cariatì, passa con continuità alla lava della Cava Regia. Il fronte della cava

mette in evidenza il contatto tra la lava ed un sottostante banco di scorie (spessore di circa 15 metri) fortemente arrossate nella parte alta e che diventano gradualmente di colore grigio nella parte inferiore (Fig. 2.10).

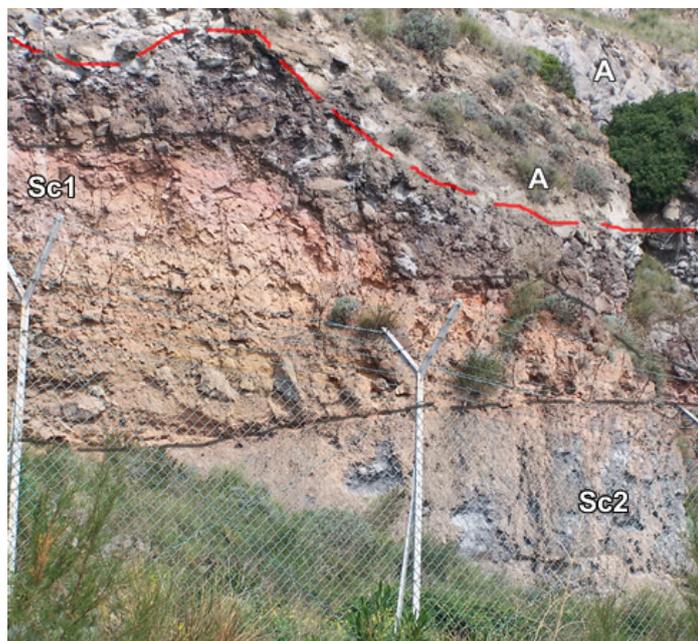


Figura 2.10 - Cava Regia, via Napoli: lava trachitica (A); scorie arrossate (Sc1); scorie grigie (Sc2)

Infine il rilevamento eseguito lungo il versante orientale della Solfatara, ed in particolare nella parte collassata del bordo NE, ha messo in evidenza una possibile attività finale a carattere esplosivo e di modesta entità dell'eruzione di Monte Olibano testimoniata dalla presenza di prodotti piroclastici a grana grossa commisti a bombe vulcaniche dall'aspetto tipico "a crosta di pane" (Fig. 2.11 a,b). Questi depositi ricoprono i prodotti fortemente alterati e fumarolizzati del bordo craterico orientale della Solfatara.



Fig. 2.11 – Bordo nor-orientale della Solfatara: prodotti piroclastici dell'attività esplosiva finale del Monte Olibano (a). Bomba dal tipico aspetto a crosta di pane (b)

2.4.6 Formazione della Solfatara:

Al di sopra della lava trachitica di Monte Olibano, si rinvencono i prodotti della Solfatara (circa 3.9 ka) che sono costituiti da varie unità, relative a successive fasi di

attività vulcanica. I caratteri sedimentologici dei depositi indicano che l'eruzione è stata caratterizzata prevalentemente da attività esplosiva di tipo idromagmatico e da meccanismi deposizionali da flusso piroclastico. L'eruzione della Solfatara è avvenuta immediatamente dopo la messa in posto del duomo trachitico del Monte Olibano ed è iniziata con la trapanazione della cupola, che è stata parzialmente distrutta. Il risultato di questa azione è rappresentato da un deposito a tessitura breccioide che forma una ripida scarpata all'interno del cratere, mentre all'esterno scende dolcemente raccordandosi con la morfologia preesistente. Si tratta di un deposito mal classato costituito da pomici, frammenti di tufo verde, litici e blocchi di lava, di dimensioni anche metriche, immersi in una abbondante matrice cineritica grossolana incoerente di color grigio chiaro. Questo deposito passa gradatamente a prodotti piroclastici a grana fine e stratificati, al cui interno si rinvencono piccole pomici. Impronte da impatto caratterizzano questa parte della sequenza. Gli affioramenti più significativi del deposito breccioide si osservano lungo il sentiero che fiancheggia il bordo nord-occidentale della Solfatara (Fig. 2.12), lungo la SS. Domiziana a ridosso del versante SW della Solfatara (Fig. 2.13), e alle spalle dell'Hotel Solfatara (dove questo deposito raggiunge uno spessore di oltre 8 metri).



Fig. 2.12 – Sentiero lungo il bordo occidentale della Solfatara: breccia di apertura della Solfatara

A questi prodotti a tessitura breccioide fanno seguito quelli relativi all'attività finale della Solfatara, costituiti in prevalenza da ceneri grigiastre-marroncine stratificate, con giacitura ondulata e frequenti intercalazioni di livelli pisolitici e di straterelli di pochi centimetri di pomici sempre più piccole (Fig. 2.14).



Fig. 2.13 - Strada SS Domiziana: breccia di apertura della Solfatara



Fig. 2.14 – Prodotti piroclastici attribuibili all'attività finale della Solfatara.

2.4.7 Formazione di Astroni:

A tetto dei prodotti dell'eruzione della Solfatara, si rinvengono quelli del vulcano Astroni (3,82 ka ¹⁴C; Di Vito et al., 1999). Questi sono anche in sequenza stratigrafica a tetto dei prodotti di Agnano Monte Spina nel settore sud-orientale dell'area rilevata e a tetto dei prodotti della Solfatara nel settore nord-est e nord-ovest dell'area di interesse. I depositi attribuiti all'eruzione di Astroni sono costituiti da ceneri fini di colore grigio alternate a letti pisolitici e a depositi con tessitura ondulata e con stratificazione incrociata (Fig. 2.15).



Fig. 2.15 – Prodotti piroclastici di Astroni

La carta geologica di dettaglio della Solfatara e dell'area ad essa adiacente (scala 1:10.000) è stata pubblicata nel 2007 sui Rendiconti della Società Geologica Italiana (Armiero et al. 2007). Per questo motivo non è allegata al presente lavoro ma si rimanda al lavoro su citato per la consultazione.

2.5 Rilevamento geologico dell'area di Monte Nuovo e del lago di Averno

Le aree di Monte Nuovo e di Averno sono state oggetto di numerosi studi, più o meno dettagliati, a partire già dall'inizio del secolo scorso (De Lorenzo, 1904; Parascandola, 1946; Rittmann et al., 1950; Di Vito et al., 1985; Lirer et al., 1987 (Fig. 2.16), Rosi & Sbrana, 1987 (Fig. 2.17); 1990; Mastrolorenzo, 1994; Lirer et al., 2001).

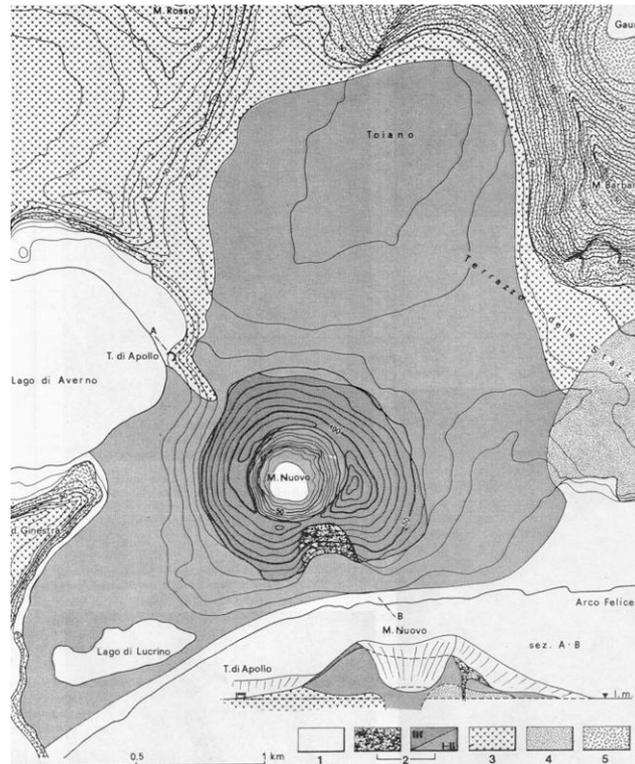


Fig. 2.15 - Carta geologica dell'area di Monte Nuovo (da Lirer et al., 1987). 1) Depositi di spiaggia e piroclastiti rimaneggiate. 2) Prodotti Monte Nuovo: IV (quarta unità), depositi da scoria flow (6 ottobre 1538); III (terza unità), scorie da caduta (3 ottobre 1538); I e II (prima e seconda unità), depositi piroclastici da flusso (pyroclastic flow) del 29/30 settembre 1538. 3) Prodotti piroclastici incoerenti dell'Averno. 4) Depositi subaerei e marini formanti il terrazzo de "La Starza".

Il nuovo rilevamento ha permesso di armonizzare tutte le osservazioni precedentemente fatte definendo meglio i caratteri litologici delle formazioni affioranti ed i loro rapporti stratigrafici.

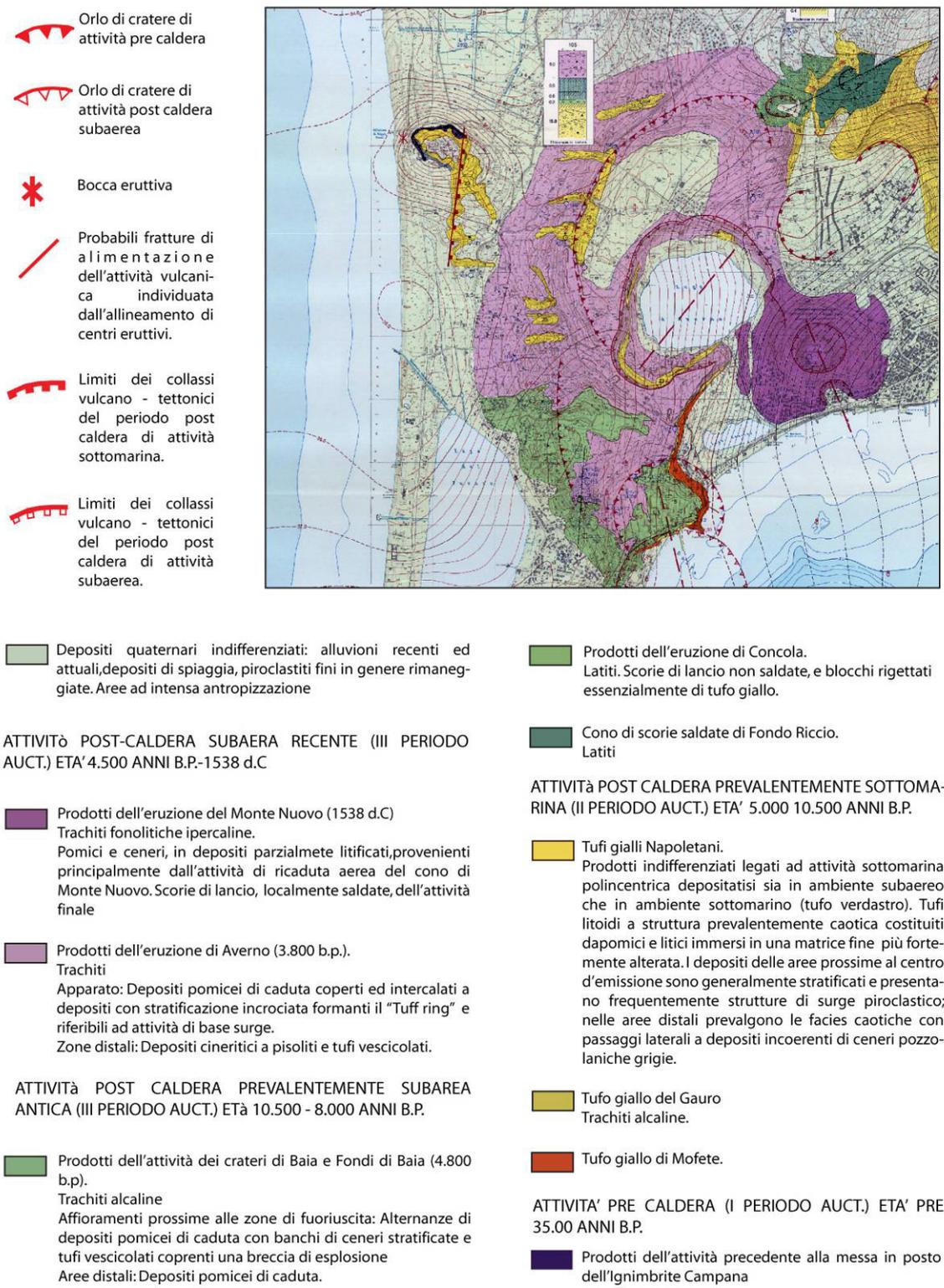


Fig. 2.16 - Carta Geologica e Geodinamica dei Campi Flegrei in scala 1:15.000 (modificata da Rosi e Sbrana, 1987).

Il Monte Nuovo, ubicato ad ovest della città di Pozzuoli, è testimonianza dell'unico evento eruttivo storico dei Campi Flegrei, avvenuto dal 29 settembre al 6 ottobre del 1538. Tale evento modificò notevolmente la paleogeografia dell'area (Fig. 2.17) distruggendo in un solo colpo l'intero villaggio di Tripergole e trasformando il mare

interno di Averno nell'attuale omonimo lago (Di Vito et al., 1987; Rosi & Sbrana, 1987; Orsi et al., 1996; Lirer et al., 2001).

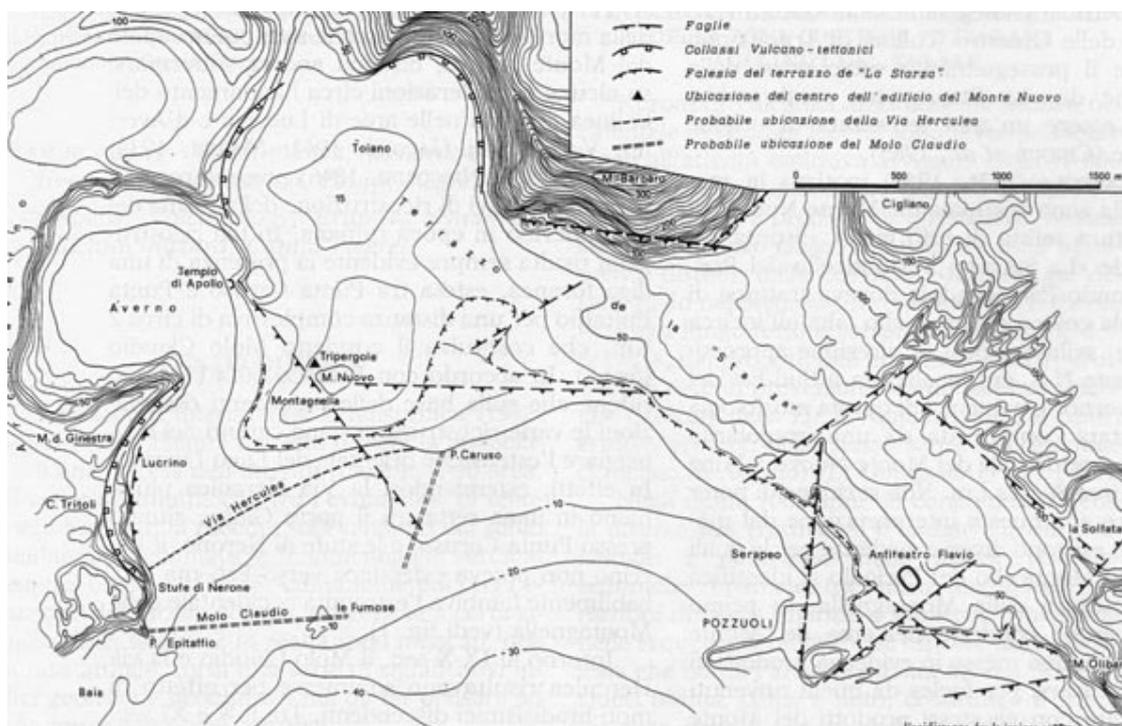


Fig. 2.17 - Ricostruzione della morfologia della zona occidentale della costa flegrea prima dell'eruzione del 1538, con indicazione dei principali lineamenti tettonici (da Lirer et al., 1987).

Il rilevamento di dettaglio del Monte Nuovo e dell'area ad esso adiacente, ha permesso di definire meglio i rapporti stratigrafici tra i prodotti che affiorano in questa zona e che si dispongono, dal basso verso l'alto, nella seguente sequenza stratigrafica: Unità 1a, Unità 1b, Unità 2, Unità 3.

2.5.1 Formazione di Monte Nuovo: Unità 1a

Questa unità è rappresentata da un deposito piroclastico massivo, composto da pomice e scorie sub-arrotondate poco vescicolate di dimensioni max intorno ai 40-50 cm, immerse in una matrice compatta e grossolana. L'unità 1a (Fig. 2.18) risulta suddivisa in cinque orizzonti (A, B, C, D, E) che differiscono tra loro per la presenza di pomice e scorie dalle caratteristiche non omogenee. Lo spessore totale dell' Unità 1a è di circa 20-25 m.



Fig. 2.18 - Stazione della ferrovia Cumana (Stazione Lucrino): Formazione di Monte Nuovo, Unità 1a.

2.5.2 *Formazione di Monte Nuovo: Unità 1b*

La maggior parte dell'edificio vulcanico del Monte Nuovo è costituito da questa unità che affiora all'interno del cratere ed in molte aree ad esso esterne. Rispetto all' Unità 1a, l' Unità 1b si presenta in genere meno coerente ed è costituita da una matrice meno grossolana in cui sono immerse un numero minore di pomici e scorie di dimensioni decimetriche. Lo spessore totale dell' Unità 1b è di circa 70 metri.

Sia l'Unità 1a che l'Unità 1b si sono messe in posto in seguito all'eruzione avvenuta il 29 e il 30 Settembre 1538 durante la quale l'interazione acqua-magma ha giocato un ruolo molto importante per la formazione di questi piccoli flussi piroclastici (Lirer et al., 2001 e riferimenti ivi citati). Dal momento che appartengono alla stessa attività esplosiva, avvenuta nei primi due giorni dell'eruzione, le due Unità non sono sempre facilmente distinguibili in quanto presentano in linea di massima le stesse caratteristiche litologiche.

2.5.3 *Formazione del Monte Nuovo: Unità 2*

Questa unità si è messa in posto durante la fase eruttiva del 3 Ottobre 1538, la quale fu caratterizzata da un'attività di lancio di scorie con piccole formazioni di flussi scoriacei a matrice sabbiosa grossolana. L'Unità 2 è diffusa radialmente su tutto l'apparato vulcanico ed è costituita da livelli sciolti di scorie a spigoli vivi di dimensioni max. di 30 cm. Talvolta, come nell'affioramento osservato a NE dell'edificio vulcanico (Fig. 2.19), il deposito passa a digitazioni di scorie di dimensioni centimetriche immerse in una matrice di sabbia grossolana. Lo spessore massimo dell' Unità 2 è di 14 m sull'orlo del cratere.



Fig. 2.19 – Versante NE del Monte Nuovo : deposito di scorie (Unità2)

2.5.4 Formazione del Monte Nuovo: Unità 3



Fig. 2.20 - Deposito di scorie (Unità 3) accumulato nella depressione radiale del Monte Nuovo

I prodotti di questa unità, in evidente discordanza rispetto a quelli dell' Unità 1b, sono rappresentati da due sub unità di scorie fluitate ed isorientate di dimensioni max di 70 cm. Le due sub unità sono distinguibili grazie ad un livello cineritico di pochi centimetri che le separa (Fig. 2.20). I prodotti che costituiscono l'Unità 3 si sono probabilmente messi in posto a seguito di una frattura radiale originatasi nel settore meridionale del vulcano durante la fase eruttiva finale del 6 Ottobre 1538. Lo spessore massimo dell' Unità 3 è di 25 m presso l'affioramento di via Ascanio. I prodotti legati all'eruzione dell'Averno hanno avuto una distribuzione areale maggiore

rispetto a quelli del Monte Nuovo e si rinvencono anche nelle zone marginali più esterne rispetto al vent. Per questo motivo il lavoro di rilevamento, che ha consentito di definire meglio i rapporti stratigrafici tra le diverse formazioni attribuibili all'eruzione di Averno, è stato intensificato anche nell'area immediatamente esterna al cratere. I prodotti della Formazione dell'Averno si possono suddividere in due Unità : Averno 1 e Averno 2.

2.5.5 Formazione di Averno: Unità Averno 1

Questa unità è costituita da vari livelli di pomice a spigoli vivi da caduta, alternati a livelli di ceneri. Il deposito è ricco di pomice molto vescicolate, frammenti litici di dimensioni centimetriche e blocchi di tufo giallo (dimensioni max 7-15 cm). Lo spessore dei livelli pomicei è variabile; esso infatti è particolarmente elevato nella zona SW, dove probabilmente si è aperto il vent, per poi migrare lungo un sistema di faglie SW-NE (Rittmann et al., 1950). Anche lo spessore totale dell'intero deposito Averno 1 è variabile, da un massimo di circa 40-60 cm in località Cuma a circa 800 cm sul versante ovest del lago. Nella maggior parte dei casi, alla base della formazione, si rinviene un paleosuolo datato 3.700 anni (Alessio et al., 1971) (Fig. 2.21).



Fig. 2.21 - Prodotti dell'Averno 1 poggiati sul paleosuolo

2.5.6 Formazione di Averno: Unità Averno 2

I prodotti di questa formazione sono costituiti da livelli di ceneri grigie stratificate contenenti pisoliti e passanti verso l'alto a livelli di pomice a spigoli vivi da caduta (Fig. 2.22). Talvolta nella parte alta del deposito è possibile rinvenire alcuni clasti balistici, come pezzi di lava e blocchi di tufo giallo.

La dinamica eruttiva che ha portato alla messa in posto dei prodotti dell'Averno è stata inizialmente di carattere esplosivo, con la deposizione dei prodotti dell'Averno 1, per poi passare ad una fase di attività freatomagmatica nella quale l'interazione acqua-magma ha giocato un ruolo molto importante determinando la messa in posto di depositi wet and dry, rappresentati dall' Averno 2 (Lirer et al., 1990).

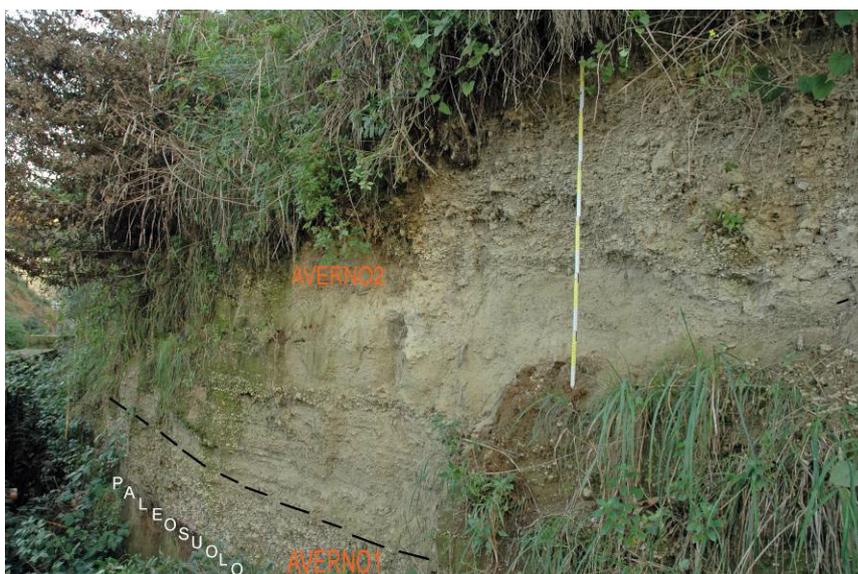


Fig. 2.22 - Prodotti dell' Unità Averno 2

Durante il rilevamento dei prodotti dell'Averno nell'area di Cuma è stato osservato, in località Cupa della Torretta, un deposito affiorante al di sopra dei prodotti piroclastici dell'eruzione di Averno.

Tale deposito, a cui è stato attribuito il nome di *Formazione della Torretta*, presenta alla base un paleosuolo che è stato campionato e sottoposto a datazione assoluta mediante il metodo del ^{14}C presso il laboratorio del CRdC INNOVA a Caserta. I risultati della datazione hanno fornito un'età di circa 2,872 ka \pm 300 anni.

2.5.7 *Formazione della Torretta*

L'affioramento più significativo della *Formazione della Torretta* si rinviene alle spalle di un'abitazione in via Cupa della Torretta a Cuma (Fig. 2.23). In questo punto il deposito, il cui spessore totale è di circa 3.70 metri, risulta suddivisibile in tre fasce: nella parte basale prevalgono i caratteri brecciosi con pomice a spigoli vivi (dimensioni max di 40 cm) e grossi blocchi balistici di tufo giallo (dimensioni max 80 cm) i quali determinano evidenti impronte da impatto nel sottostante paleosuolo.

Lo spessore massimo misurato è di 160 cm circa. Verso l'alto il deposito passa ad un livello di circa 40 cm di spessore costituito da pomice a spigoli arrotondati di dimensioni centimetriche con gradazione inversa. La parte alta, infine, misura circa 170 cm e contiene alcune pomice molto vescicolate con dimensioni massime intorno ai 40 cm. I litici ed i frammenti di tufo giallo sono però in quest'ultima fascia meno abbondanti rispetto alla parte bassa.

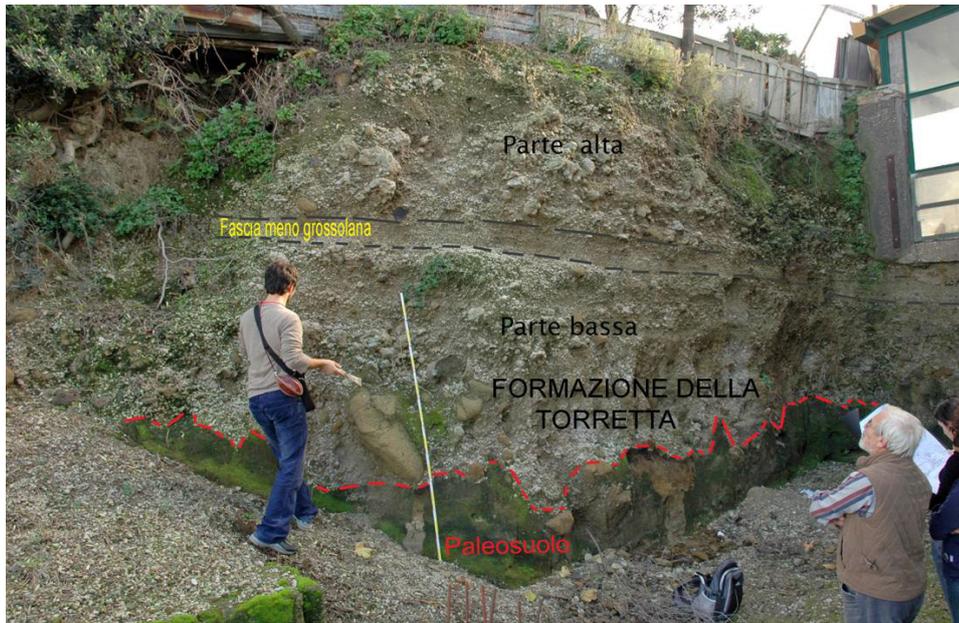


Fig. 2.23 – I prodotti della Formazione della Torretta

2.6 Rilevamento geologico di Monte di Cuma

La geologia del Monte di Cuma è stata in passato più volte studiata e descritta da numerosi autori (De Lorenzo, 1904; Rittmann et al., 1950; Di Girolamo et al., 1984; Rosi & Sbrana, 1987 (Fig. 2.24); Orsi et al., 1996; Rolandi et al., 2003).

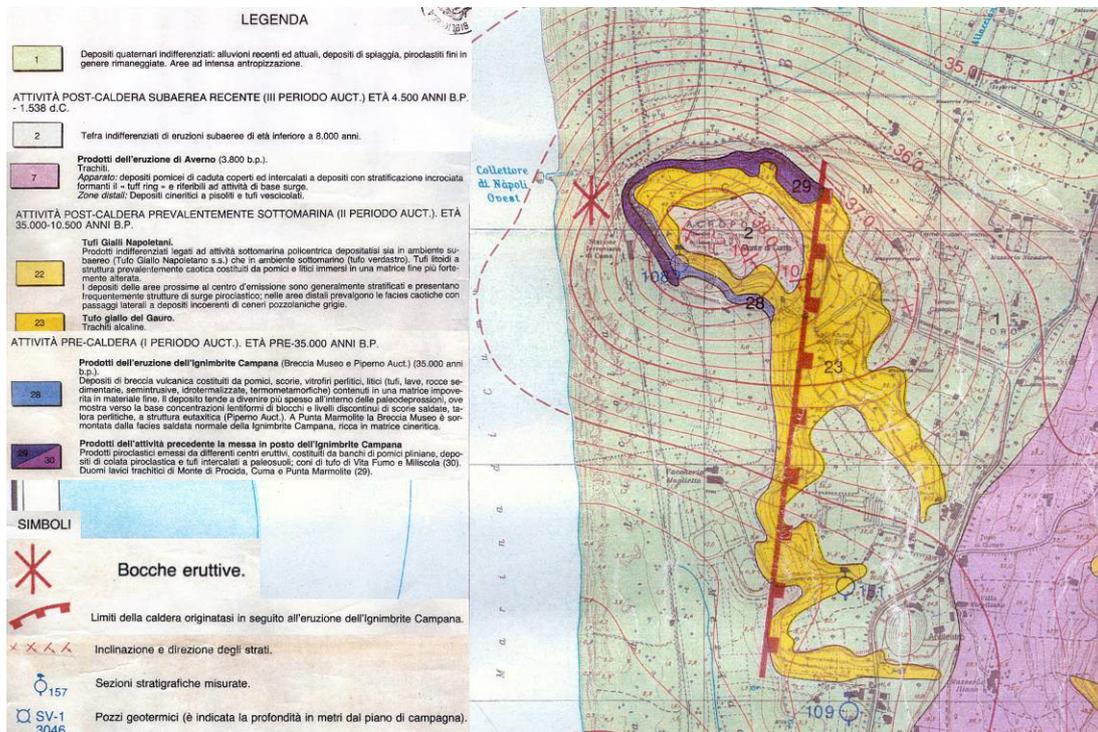


Fig. 2.24 - Carta Geologica e Gravimetrica dei Campi Flegrei (modificata da Rosi & Sbrana, 1987). Particolare dell'area di Cuma con relativa legenda (scala 1:15.000)

Cuma, infatti, alla stessa stregua di Punta Marmolite nella parte Nord dei Campi Flegrei, rappresenta uno dei pochi siti nei CF continentali in cui affiorano le sequenze

dei prodotti più antichi del TGN. Il nuovo rilevamento geologico del promontorio di Cuma ha permesso di definire meglio le caratteristiche litologiche dei prodotti che vi affiorano, inquadrandoli in una *nuova sequenza stratigrafica* che, partendo dal basso, risulta la seguente: Formazione del duomo lavico di Cuma, Formazione del Monte di Cuma, Formazione dell' Acropoli, Formazione della breccia di Cuma, Tufo Giallo Napoletano.

2.6.1 Formazione del duomo lavico di Cuma

Il duomo di Cuma rappresenta il membro più antico della sequenza stratigrafica (Di Girolamo et al., 1984) ed è costituito da una lava grigia trachitica compatta ricca di fenocristalli bianchi di sanidino. La parte basale del duomo si presenta massiva, compatta e uniformemente fratturata con evidenze di fessurazione colonnare, mentre la parte alta è costituita da un carapace scoriaeo, di circa 7 metri di spessore medio (Fig. 34). In base alla morfologia del duomo, alla sua giacitura ed ai rapporti stratigrafici con le scorie ad esso sovrastanti, si può ipotizzare il condotto vulcanico di alimentazione indicato dalla freccia in figura 2.25.



Fig. 2.25 – Il duomo lavico di Cuma

La parte settentrionale del duomo presenta tipiche forme erosionali dette “*alveolari o a nido d’ape*”. La lava trachitica del duomo di Cuma è stata sottoposta ad una nuova datazione (metodo $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$) che ha fornito un’età di $42,2 \pm 1,5$ ka (presente lavoro).

2.6.2 Formazione del Monte di Cuma:

I prodotti di questa formazione sono costituiti essenzialmente da due livelli di scorie arrossate: *Scorie a* e *Scorie b* (Fig. 2.26). Il deposito inferiore delle *Scorie a* è costituito da pomice di dimensioni centimetriche, a cui si associano raramente scorie bandate e non di dimensioni decimetriche. All'interno del deposito si rinvengono anche livelli cineritici compatti che formano delle cornici uniformi. La giacitura del deposito delle *Scorie a* indica come queste si siano messe in posto seguendo la morfologia del duomo lavico sottostante.

Le *Scorie b* si trovano immediatamente a tetto delle *Scorie a* e sono rappresentate da scorie, bandate e non, di dimensioni decimetriche immerse in una matrice scoriacea e cineritica grossolana. All'interno del deposito si rinvengono rari frammenti di ossidiana e litici lavici. La messa in posto di queste scorie è da attribuire ad una dinamica eruttiva di tipo stromboliano con fontane di lava che ha prodotto in un primo momento, e con rapido accumulo, il deposito delle *Scorie a*. In un secondo momento, probabilmente quando il magma era già molto degassato e non vi erano le condizioni perché si formasse una colonna sostenuta, si è avuta la deposizione del flusso piroclastico delle *Scorie b*, attraverso un dinamismo di tipo boiling over. Possiamo ipotizzare che tali depositi siano venuti fuori da più fratture o, probabilmente, dalla stessa frattura ma attiva in punti diversi.

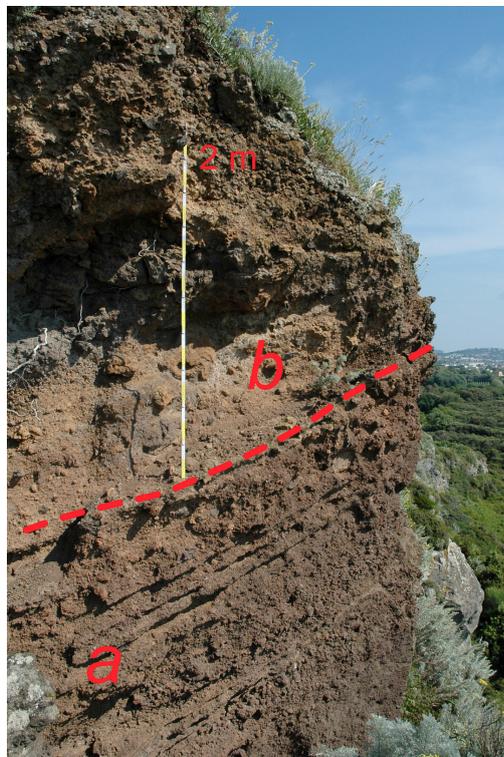


Fig. 2.26- Le scorie *a* e *b* della Formazione del Monte di Cuma

2.6.3 Formazione dell' Acropoli:

I prodotti di questa formazione, affioranti sul versante meridionale del Monte di Cuma, sono rappresentati da un flusso piroclastico di colore biancastro costituito da pomice poco vescicolate di dimensioni decimetriche immerse in una matrice cineritica grossolana (Fig. 2.27).

Fig. 2.27 – Formazione dell'Acropoli

All'interno del deposito vi sono anche pomice bandate bianche e grigie di dimensioni decimetriche, unite a scorie nere e, nella parte inferiore della formazione, livelli alternati di cenere e pomice arrotondate, di dimensioni centimetriche, con rari lapilli accrezionali sparsi. La messa in posto di questi depositi è da attribuire ad un'eruzione di tipo freatomagmatico con la produzione di una corrente piroclastica diluita iniziale (base surge), come testimoniato dalla presenza di livelli alternati di ceneri e pomice che mostrano evidenti strutture trattive e, soprattutto, di pisoliti. I prodotti dell'Acropoli, datati per la prima volta nel corso di questo rilevamento, hanno fornito un'età di $41,7 \pm 0,9$ ka (metodo $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$).

2.6.4 Formazione della Breccia di Cuma:

I prodotti di questa formazione (Fig. 2.28) affiorano sul versante occidentale del Monte di Cuma e sono costituiti da un flusso piroclastico composto da pomice grigio chiare molto vescicolate, di dimensioni massime di 30 cm. Alle pomice si associano frammenti di litici, ossidiana e scorie di dimensioni centimetriche. Verso l'alto il deposito passa a un livello lentiforme di scorie grigie saldate (spatter) contenente

anche frammenti di tufo, di litici lavici e clasti di rocce a struttura olocristallina. A tetto del livello di spatter, lungo il versante meridionale del Monte di Cuma, vi è un altro deposito (spessore max di 5 m) composto da litici poligenici di notevoli dimensioni (max 60 cm) immersi in una matrice di pomici molto vescicolate e di dimensioni centimetriche. La breccia di Cuma, datata nuovamente nel corso di questo rilevamento, ha fornito un'età di $39,9 \pm 0,9$ ka (metodo $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$).

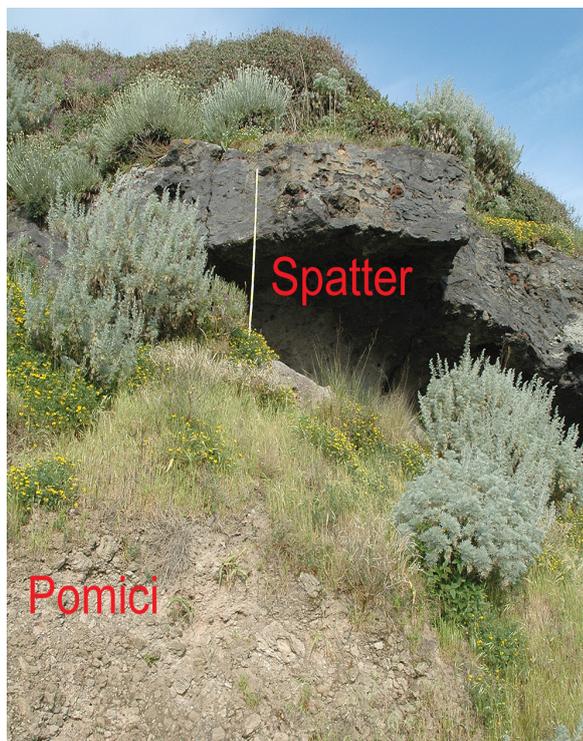


Fig. 2.28 - Panoramica del livello di spatter e di pomici (Formazione della Breccia di Cuma)

2.6.5 Tufo Giallo Napoletano

Il TGN ($15,3$ ka $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$; Deino et al., 2004) rappresenta il termine più recente della sequenza stratigrafica e affiora estesamente sul versante orientale del Monte di Cuma, disponendosi in discordanza sui prodotti più antichi. A causa della vegetazione e del detrito di versante non è sempre facile vedere il contatto tra il TGN e le altre formazioni, ma risulta invece ben esposto il TGN nel quale sono stati scavati l'Antro della Sibilla e la Crypta Romana.

Presso il Monte di Cuma il TGN si presenta nella sua facies litoide gialla, ricca di frammenti di Tufo Verde e pomici anche di notevoli dimensioni (Fig. 2.29), mentre all'interno della Crypta Romana è possibile osservare, anche se con non poche difficoltà data la scarsa illuminazione, la facies grigiastrea semicoerente (pozzolana) nella quale sono evidenti sciame di pomici e strutture tipo sand-waves e dune ad alto angolo.



Fig. 2.29 - Formazione del Tufo Giallo Napoletano

2.7 Rilevamento geologico di Monte di Procida

In passato sono stati realizzati diversi studi sulla geologia del Monte di Procida (Vighi, 1950; Pescatore & Rolandi, 1981; Di Girolamo et al., 1984), la maggior parte dei quali volti a definire le relazioni stratigrafiche tra i prodotti di quest'area dei CF continentale e quelli della vicina isola di Procida. Per il presente lavoro la fase di rilevamento ha utilizzato come base di partenza il dettaglio stratigrafico riportato in Di Pastena e Fanelli (1992). La sequenza stratigrafica dei prodotti affioranti a Monte di Procida è costituita, dal basso verso l'alto, dalle seguenti Unità: Lava di Torregaveta, Cupola di San Martino, Unità di Monte Grillo, Formazione delle Pomici Inferiori, Formazione di Fiumicello, Ignimbrite di San Martino, Formazione delle Pomici Gialle, Formazione della Breccia Museo, Formazione di Solchiaro, Formazione di Torregaveta, Tufo Giallo Napoletano, Fondi di Baia.

2.7.1 Lava di Torregaveta :

Si tratta di una lava alcalo-trachitica di colore rossastro-violaceo con evidenti strutture da flusso (*ramp structures*) affiorante con spessori variabili dai 3 metri lungo la spiaggia di Torregaveta (Fig. 2.30), a circa 8-10 m a Punta La Palombara, fino a 15 -20 m presso lo scoglio di S. Vincenzo.

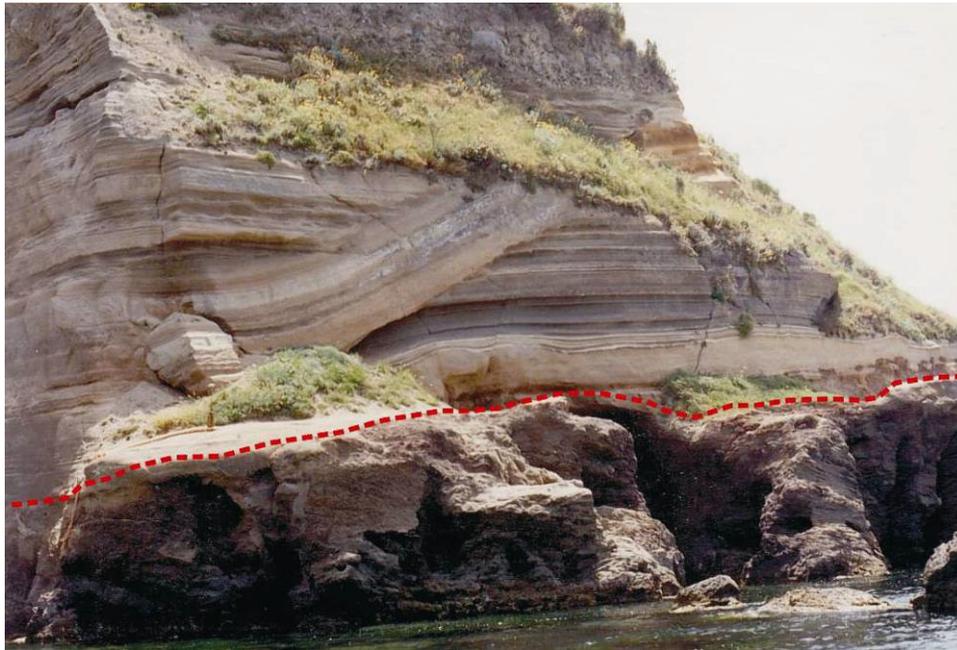


Fig. 2.30 – Spiaggia di Torregaveta: contatto tra la lava di Torregaveta (indicata col tratteggio rosso) e la Formazione di Fiumicello.

2.7.2 Cupola lavica di San Martino:

Lava compatta di colore grigio scuro a geometria domiforme affiorante nel tratto di costa prospiciente l'isolotto di S. Martino fino alla spiaggia di Acquamorta con spessori che raggiungono un massimo di circa 30 m (Fig. 2.31). Dallo studio stratigrafico dei prodotti è ipotizzabile la ricostruzione delle varie fasi eruttive con la formazione di un duomo lavico sub-circolare ed una successiva fase esplosiva con lanci di scorie.

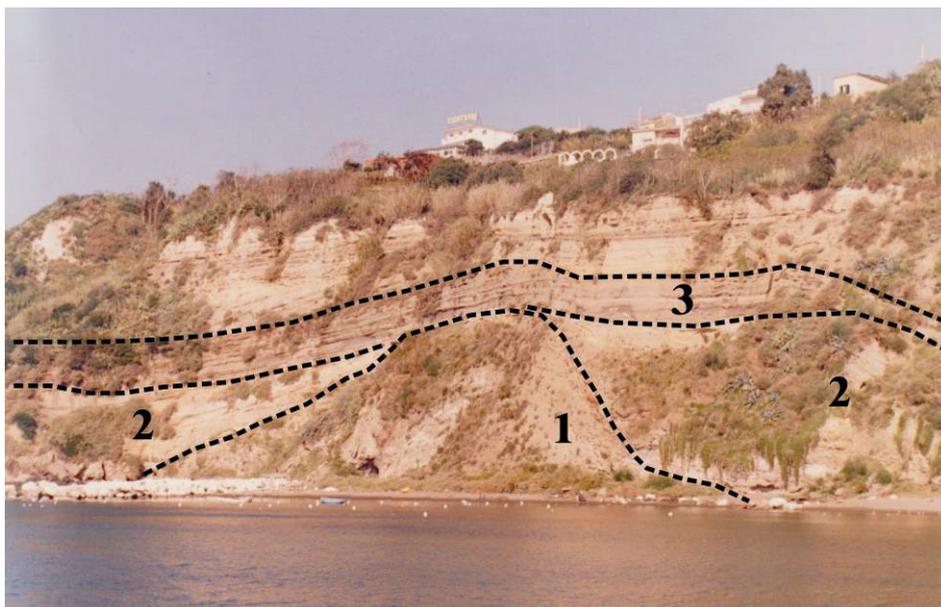


Fig. 2.31 – Spiaggia di Acquamorta: contatto tra il duomo lavico di San Martino (1), le Pomici Inferiori (2) e Fiumicello (3).

2.7.3 Unità di Monte Grillo:

Deposito piroclastico (spessore totale circa 120 m) costituito da un'alternanza di livelli cineritici, contenenti pisoliti, con orizzonti scoriacei e frammenti litici grossolani (30-40 cm di diametro) immersi in una matrice sabbiosa cineritica; questa parte del deposito si presenta intensamente fumarolizzata e mostra incrostazioni di zolfo. La parte centrale del deposito (spessore circa 20 m), di colore giallo-rossastro, è litificata e molto fratturata passando verso l'alto ad orizzonti lenticolari contenenti clasti pomicei grossolani sub arrotondati alternati con orizzonti cineritico-sabbiosi (Fig. 2.32). Si tratta probabilmente del relitto di un ash cone originato da un'attività freatomagmatica fortemente esplosiva.



Fig. 2.32 - Parte alta della Formazione di Monte Grillo costituita da cineriti alternate a banconi pomicei: al centro si può osservare il livello di pomici bruno-rossastre.

2.7.4 Formazione delle Pomici Inferiori :

Si tratta di una formazione legata all'attività esplosiva dell'isola di Ischia che affiora come una serie di orizzonti di pomici a spigoli vivi rilevabili sulla spiaggia di Acquamorta (Fig. 2.33) La parte inferiore del deposito è costituita da livelli pomicei molto vescicolati a spigoli vivi e senza matrice, mentre la parte superiore è formata da un banco massivo e non gradato di pomici con caratteri di rimaneggiamento.

2.7.5 Formazione di Fiumicello:

Presso il Monte di Procida il deposito, facente capo ad un'eruzione monogenica con vent ubicato sull'isola di Procida, appare nella tipica facies distale di colore grigio ed è rappresentato da un'alternanza di strati di spessori variabili (da pochi cm a circa 1

m) costituiti da orizzonti cineritici massivi ricchi di lapilli accrezionari alternati con livelli di scorie nere gradati normalmente (dimensioni max circa 2 cm) (Fig. 2.33).



Fig. 2.33 - Spiaggia di Acquamorta: contatto tra la Formazione delle Pomici Inferiori (PI) e la Formazione di Fiumicello (FIU)

2.7.6 Formazione dell'Ignimbrite di San Martino:

Deposito piroclastico costituito da cenere grigia prevalente in cui si rinvergono frammenti scoriacei collassati (dimensioni max 50 cm) disposti in gradazione inversa con associati blocchi lavici di dimensioni decimetri che (Fig. 2.34). Quasi tutto il deposito mostra una tessitura eutassitica ed assume una geometria lenticolare lungo la costa di Monte di Procida. Alla base del deposito si rinviene un livello di pomice a spigoli vivi (spessore max 1 m) che nella parte alta passa ad un livello costituito unicamente da frammenti litici (10-15 cm). L'età dei prodotti è di circa 42 ka (K/Ar – Cassignol & Gillot, 1982)

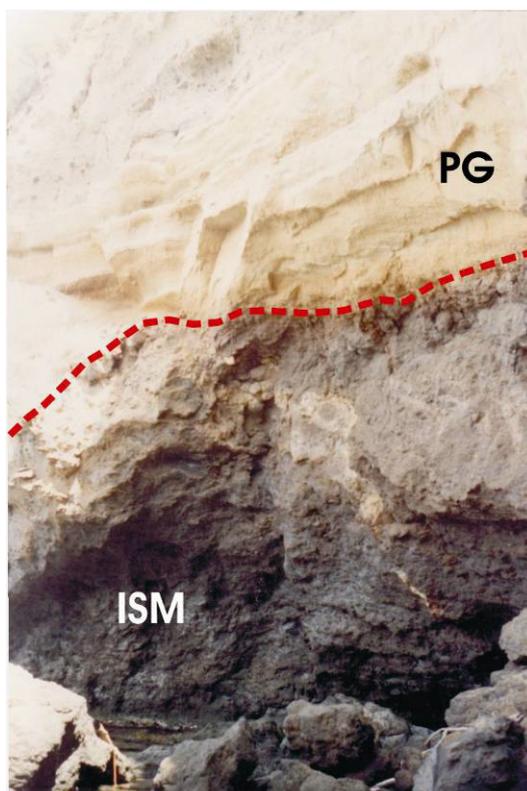


Fig. 2.34 - Contatto tra la facies saldata dell'Ignimbrite di San Martino (ISM) e le Pomici Gialle (PG)

2.7.7 Formazione delle Pomici Gialle:

Deposito costituito da strati di pomici a spigoli vivi (dimensione max 2 cm) normalmente gradati alternati a livelli cineritici di esiguo spessore (20-30 cm) ed a livelli humificati sabbiosi ocracei (Fig. 2.34). La formazione, lungo la costa di Monte di Procida, assume spessori massimi di 4-6 metri.

2.7.8 Formazione della Breccia Museo:

Deposito piroclastico la cui parte basale, per uno spessore massimo di 10 m, è costituita da un'alternanza di livelli sabbioso-cineritici a stratificazione incrociata che passa verso l'alto ad un banco a struttura breccioide clasto-sostenuto (dimensioni max degli elementi 100 cm) a prevalente componente litica, rappresentata da blocchi lavici e tufacei e da clasti di rocce sedimentarie e di rocce porfiriche in facies subvulcanica; verso la parte alta del deposito risulta più abbondante la frazione juvenile costituita da frammenti pomicei di dimensioni da decimetriche a centimetriche (Fig. 2.36 e 2.37). Talora alla base del banco breccioide si rinvengono orizzonti lentiformi di scorie saldate, poco vescicolare e deformate plasticamente. In discordanza sul banco breccioide è presente un deposito a matrice sabbioso prevalente, molto selezionato e contenente clasti prevalentemente di natura juvenile

a luoghi disposti in sciame o lenti (località Marina di Vitafumo, Miliscola). L'età dei prodotti è di $41,7 \pm 1$ ka – dat $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ (presente lavoro).

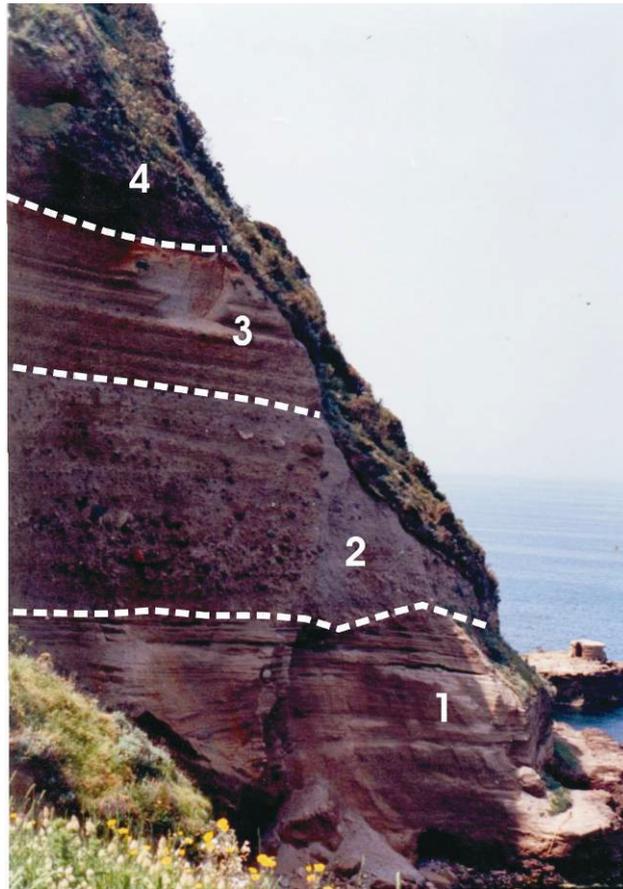


Fig. 2.36 - Spiaggia di Torregaveta: si distinguono le tre facies della Formazione della Breccia Museo: parte basale (1), parte centrale (2), parte sommitale (3). A tetto poggia la Formazione di Torregaveta (4).



Fig. 2.37 - Località Punta Torrefumo: in primo piano la Formazione della Breccia Museo. La parte alta della falesia è costituita dai prodotti di Solchiaro, Torregaveta, TGN e Fondi di Baia.

2.7.9 Formazione di Solchiaro:

Presso il Monte di Procida la Formazione, prodotto di un'eruzione con vent ubicato a Procida, è caratterizzata da un'alternanza di orizzonti, più frequenti nella parte alta, di scorie (dimensioni max 6 cm) a spigoli vivi a gradazione inversa con livelli di cenere fine contenenti pisoliti e frammenti litici. Il deposito ha uno spessore totale di 50 cm in località Isolotto di San Martino (Fig. 2.38).



Fig. 2.38 - Isolotto di san martino: contatto tra la Breccia Museo e la Formazione di Solchiaro

2.7.10 Formazione di Torregaveta:

Si tratta di un deposito piroclastico da attività stromboliana ben classato costituito da banchi di elementi scoriacei a spigoli vivi (dimensione max 8 cm) con associati frammenti di tufo giallo e di litici lavici (Fig. 2.36). Gli spessori del deposito sono massimi in località Torregaveta (40 m) e decrescono rapidamente verso Miliscola (meno di 1 m).

2.7.11 Formazione del Tufo Giallo Napoletano:

Presso il Monte di Procida il TGN si presenta come un deposito piroclastico semicoerente di colore grigio giallastro contenente sciami di pomici di dimensioni fino a decimetriche (Marina di Vitafumo, spessore max 15m) immersi in una matrice cineritica. In località Torregaveta, esso si presenta come un deposito litoide a matrice prevalente ben selezionato contenente frammenti di pomici alterate di colore giallo ocraceo, di litici lavici e di tufo verde (Fig. 2.37); alla scala dell'affioramento si osservano laminazioni e strutture tipo dune ed antidune ad ampia lunghezza d'onda. L'età dei prodotti è di 15,3 ka – dat $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ (Deino et al., 2004)

2.7.12 Unità dei Fondi di Baia:

Quest'unità, che chiude l'intera sequenza stratigrafica, è costituita da un'alternanza di orizzonti di cenere fine, caratterizzati da tipiche tessiture a sandwaves, all'interno della quale si rinviene, nella parte basale del deposito, un livello di pomici grossolane

a spigoli vivi. Gli orizzonti cineritici contengono lapilli accrezionari e frammenti litici ed ossidianacei distribuiti sia in maniera casuale sia concentrati in lenti. Il deposito ha uno spessore massimo di 10m in località Marina di Vitafumo.

2.8 Rilevamento geologico dell'isola di Procida

La geologia di Procida, unitamente a quella dell'isolotto di Vivara, è stata in passato oggetto di numerosi studi (Rittmann, 1950; Cristofolini et al., 1973; Di Girolamo & Stanzone, 1973; Pescatore & Rolandi, 1981; Di Girolamo et al., 1984, Rosi et al., 1988).

Il nuovo rilevamento geologico di dettaglio, condotto durante l'attività di ricerca, è stato effettuato in scala 1:10.000 e, anche alla luce di nuove datazioni effettuate per alcuni campioni prelevati, ha consentito di definire meglio i caratteri litologici delle formazioni affioranti e di fare maggiore chiarezza su i loro rapporti stratigrafici.

La sequenza stratigrafica dei prodotti affioranti a Procida e a Vivara risulta, dal basso verso l'alto, la seguente: Formazione del Tufo di Vivara, Formazione del Pozzo Vecchio, Formazione della Cupola lavica di Punta Ottimo, Formazione delle Piroclastiti Inferiori del canale di Ischia, Formazione delle Pomici Inferiori (Ischia), Formazione di Fiumicello, Formazione del Tufo di Terra Murata, Formazione delle Piroclastiti Superiori del canale di Ischia, Formazione della Breccia Museo, Formazione di Solchiaro, Formazione delle Piroclastiti Sommitali (Fondi di Baia auct.)

2.8.1 Formazione del Tufo di Vivara:

Il Tufo giallo di Vivara (Di Girolamo et al., 1984; Rosi et al., 1988) rappresenta l'ossatura dell'edificio vulcanico che comprende sia l'isola di Vivara che il promontorio di Santa Margherita Vecchia (legato all'isola di Procida tramite un istmo di sabbia). Si tratta di un deposito piroclastico litoide che, alla base, risulta costituito da una successione di orizzonti laminati di colore giallo-rossastro contenenti frammenti centimetrici di scorie scure e subordinatamente di litici lavici; verso l'alto si passa a un deposito cineritico grigiastro a minor grado di litificazione, a luoghi fortemente eroso. Lo spessore massimo è di 10 m sul fianco esterno dell'isolotto di Vivara. Le successioni stratigrafiche osservabili a Vivara, ben esposte e più complete, sono ubicate sia sul versante esterno a Punta Alaca che sull'orlo craterico interno in località la Carcara (Fig. 2.39).

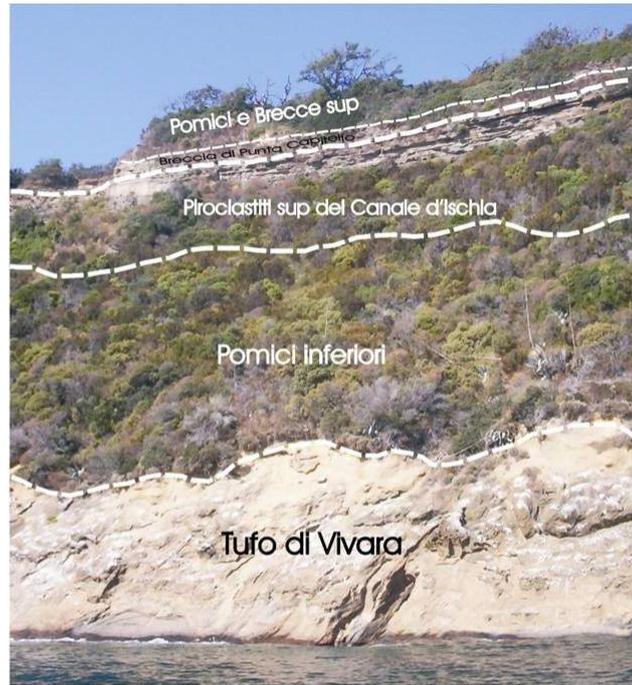


Fig. 2.39 - Successione stratigrafica di Vivara. Località Carcara

Presso Punta Capitello invece, lungo il settore nord dell'isolotto, si osserva bene la transizione quasi repentina tra la facies litoide di colore giallo e la sovrastante facies debolmente litificata di colore grigio antracite (Fig. 2.40). All'osservazione microscopica il Tufo di Vivara risulta essenzialmente litoide, formato da clasti di vetro e piccole scorie più o meno alterate, immerse in una matrice con granulometria piuttosto omogenea e fine; subordinatamente si rinvengono anche proietti di lave spesso arrotondati (Di Girolamo & Stanzione, 1973) 40 ka – dat ^{14}C (Alessio et al., 1971).



Fig. 2.40 - Tufo di Vivara: transizione tra la facies litoide gialla e quella debolmente litificata di colore grigio antracite.

2.8.2 Formazione del Pozzo Vecchio

Il Pozzo Vecchio è il relitto di un edificio vulcanico (ash ring) osservabile unicamente a SSW presso il promontorio di Punta Serra e a NNE in località Punta Ottimo. Confermando le ricostruzioni proposte da diversi Autori (Crsitofolini et al., 1973; Rosi et al., 1988) tra il vulcano di Pozzo Vecchio e l'isola di Vivara non si osservano relazioni stratigrafiche dirette.

Presso la spiaggia del Pozzo Vecchio (Fig. 2.41), la Formazione si presenta come un deposito piroclastico che presenta alla base un banco costituito da frammenti scoriacei e di litici lavici immersi in una matrice sabbiosa di colore giallo rossastro, che passa verso l'alto ad un deposito di colore giallastro formato da una successione di strati poco classati a granulometria da sabbiosa a cineritico-sabbiosa contenente frammenti pomicei, in cui sono frequenti strutture tipo sand-waves; gli spessori massimi sono circa 20m in località Punta Serra (Fig. 2.42). Sul lato Nord della spiaggia di Pozzo Vecchio la successione è chiusa da circa 10m di banchi di scorie a spigoli vivi di colore marrone-rossastro (dimensioni max decimetriche), porfiriche per fenocristalli di sanidino, a luoghi contenenti bombe. 34 ka – dat K/Ar (Di Girolamo et al., 1984)



Fig. 2.41 - Formazione del Pozzo Vecchio. Località Spiaggia del Pozzo Vecchio



Fig. 2.42 – Località Punta Serra: alla base affiora il Tufo giallo pseudo stratificato di Pozzo Vecchio

2.8.3 Formazione della Cupola Lavica di Punta Ottimo

La lava di Punta Ottimo rappresenta l'unica manifestazione a carattere effusivo che si ebbe, in seguito all'eruzione del Tufo di Pozzo Vecchio, sulle isole di Procida e di Vivara. Si tratta di una lava di colore grigio chiaro a geometria cupoliforme, porfirica per fenocristalli di sanidino; lo spessore affiorante è di circa 20 metri presso Punta Ottimo (Fig. 2.43). La composizione della lava è trachitica. $64,4 \pm 1,2$ ka – dat $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ (presente lavoro).



Fig. 2.43 - Località Punta Ottimo: in affioramento i prodotti piroclastici di Fiumicello che sovrastano il duomo lavico di Punta Ottimo. Alla base si osservano le vulcanoclastiti antiche di Pozzo Vecchio.

2.8.4 Formazione delle Piroclastiti Inferiori (del canale di Ischia)

In discordanza sul Tufo giallo di Vivara, si rileva il deposito della Formazione delle Piroclastiti Inferiori, attribuibile all'attività di un apparato non identificato nel canale di Ischia, la cui fascia basale assume il carattere di una breccia priva di matrice e con rilevanti blocchi lavici e frammenti di tufo di 30-40 cm; al top il deposito è sormontato da un livello piroclastico a tessitura laminata costituito da pomici a spigoli vivi (dimensioni massime 2cm), in cui si individuano strutture tipo sand-waves ed impronte da impatto (Rosi et al., 1988). Lo spessore massimo del deposito, affiorante unicamente lungo il versante esterno del recinto craterico dell'isolotto di Vivara, è di 15 metri in località Punta Alaca (Fig. 2.44).



Fig. 2.44 – Vivara: affioramento delle Piroclastiti Inferiori del canale di ischia

2.8.5 Formazione delle Pomici Inferiori (Ischia)

In successione alla Formazione delle Piroclastiti Inferiori segue la Formazione delle Pomici Inferiori. Tale deposito è costituito da due banchi, separati da un orizzonte humificato, costituiti da frammenti pomicei a spigoli vivi e da rari litici lavici, senza matrice e a medio grado di classazione. I frammenti pomicei presentano un elevato grado di vescicolarità e buon grado di porfiricità per fenocristalli di sanidino,

pirosseno e biotite. Il deposito raggiunge il suo massimo spessore (15m) sull'isolotto di Vivara a Punta Alaca (Fig. 2.45); il massimo spessore a Procida è di 2m in località Ciraccio, dove, però, la base della successione non è esposta (Fig. 2.46).

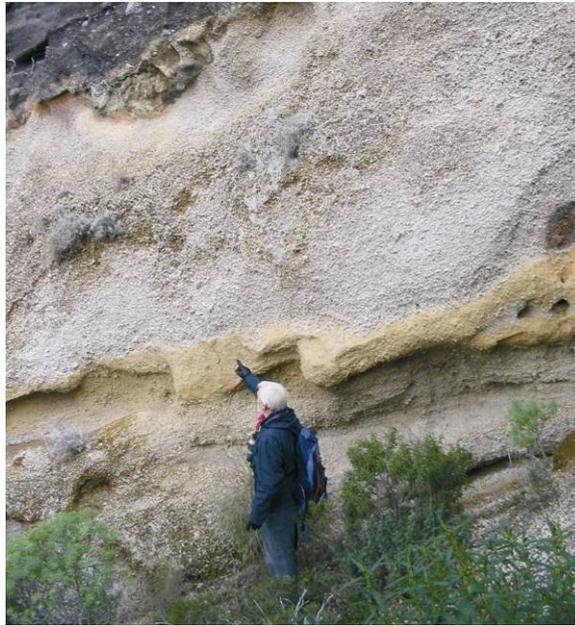


Fig. 2.45 – Località Punta Alaca-Vivara. Formazione delle Pomici Inferiori: si osservano i due banchi separati dall'orizzonte humificato.

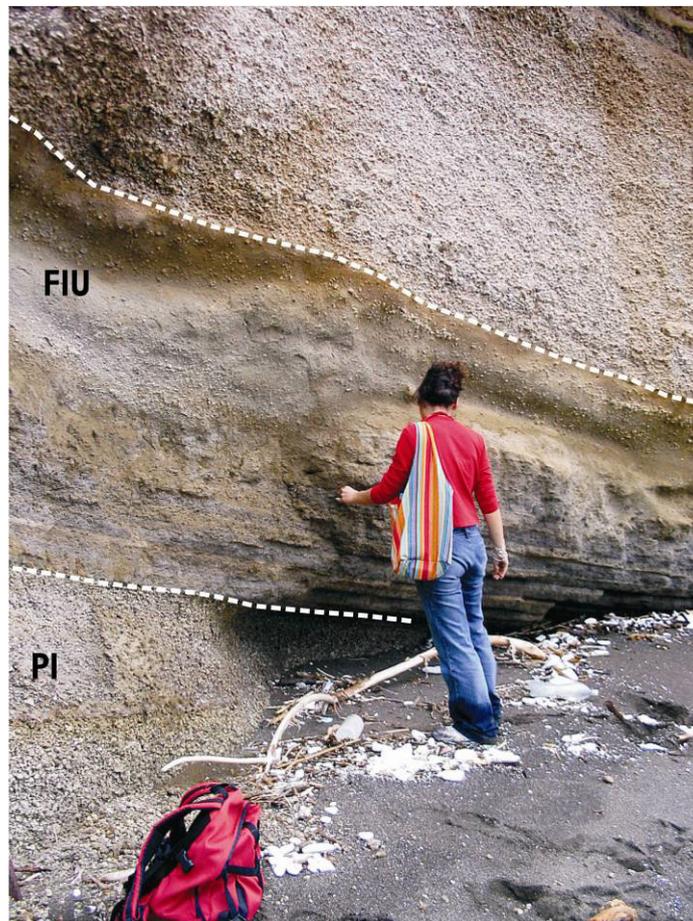


Fig. 2.46 - Località Ciraccio: contatto tra le Pomici Inferiori (PI) e la Formazione di Fiumicello (FIU).

2.8.6 Formazione di Fiumicello

Lungo la fascia costiera del settore settentrionale dell'isola di Procida che va da Punta Pioppeto a Capo Bove, affiora lo spessore massimo (circa 30 metri) dei prodotti attribuiti all'eruzione del vulcano di Fiumicello.

Si tratta di un deposito piroclastico litoide di colore bruno nerastro formato, lungo il tratto di costa che va da Capo Bove a Punta Ottimo, da un'alternanza di strati cineritici ondulati, contenenti pisoliti, con strati a tessitura caotica, di spessore variabile tra pochi centimetri e mezzo metro, costituiti da lapilli scoriacei e pomicei immersi in una matrice sabbioso-cineritica. La sequenza contiene blocchi di natura iuvenile e litica di notevoli dimensioni con frequenti evidenze di impronte da impatto (località Capo Faro) (Fig. 2.47).



Fig. 2.47 – Località Capo Faro. Formazione di Fiumicello: la freccia indica un'impronta da impatto.

In facies distale i depositi della formazione sono rappresentati da un'alternanza di cineriti grigie contenenti lapilli accrezionari e strati di scorie scure a spigoli vivi delle dimensioni di una sabbia grossolana (spessore 6m in località Spiaggia di Pozzo Vecchio lato N) (Fig. 2.48). Irregolarmente si rinvengono livelli di scorie più grossolane e blocchi di tufo giallo e di lave di dimensioni massime di 20 cm che determinano impronte da impatto (*sag structures*).



Fig. 2.48 - Località Pozzo Vecchio: Formazione di Fiumicello, facies distale.

2.8.7 Formazione del Tufo di Terra Murata

Il vulcano di Terra Murata (Fig. 2.49) rappresenta il rilievo più alto dell'isola di Procida (circa 91 metri) ed è formato da un deposito piroclastico litoide ben selezionato, a tessitura sottilmente laminata, di colore giallastro costituito da frammenti pomicei e tufacei immersi in una matrice cineritica. Verso l'alto e lateralmente si osserva il graduale passaggio a una cinerite biancastra semicoerente con lenti e sciami di pomici (Fig. 2.50). Lo spessore massimo è di 90 metri lungo la falesia di Punta dei Monaci. L'andamento degli strati indica che il cratere era situato in mare poco lontano dalla costa e che abbia avuto una genesi subaerea (Di Girolamo et al., 1984).



Fig. 2.50 – Località Punta dei Monaci: la falesia di circa 91 metri costituita dal Tufo giallo di terra Murata.



Fig. 2.50 – Località Punta della Lingua: contatto tra il tufo di terra Murata e la Breccia Museo.
2.8.8 Formazione delle Piroclastiti Superiori (del Canale d'Ischia)

Deposito piroclastico presente unicamente sull'isolotto di Vivara; la parte basale è rappresentata da un banco poco classato contenente scorie scure di dimensioni decimetriche e bombe immerse in una matrice sabbiosa (Fig. 2.51). Segue un banco, a tessitura breccioide clasto-sostenuta, costituito quasi esclusivamente da blocchi lavici e tufacei. La parte sommitale è formata da un'alternanza di strati scoriacei con livelli cineritici a tessitura sottilmente laminata, in cui sono evidenti strutture tipo sand-waves (Vivara: località Carcara, spessore max 15m).



Fig. 2.51 – Vivara: Contatto tra le Piroclastiti Superiori e le Pomici Gialle

2.8.9. *Formazione della Breccia Museo*

Tutti i depositi breccioidi connessi con tale Formazione che sull'isola di Procida affiorano principalmente nel settore settentrionale (località Pozzo Vecchio, Capo Scotto di Carlo e Punta della Lingua) sono tra di loro coeve e, sia per le loro caratteristiche chimico-petrologiche che vulcanologiche, si ritengono il prodotto di un singolo evento eruttivo ubicato nel canale di Procida (Perrotta & Scarpati, 1994). Anche la breccia affiorante a Punta Capitello (sull'isolotto di Vivava) può essere associata a tale formazione (Vittoria, 2005).

La Formazione della Breccia Museo è rappresentata da un deposito breccioide fortemente eterometrico costituito da clasti pomicei e ossidianacei e blocchi litici, di natura tufacea, lavica e sedimentaria, a cui si associano frammenti di rocce porfiriche in facies subvulcanica. La frazione iuvenile pomicea e ossidianacea si presenta estremamente porfirica per fenocristalli di sanidino; quella ossidianacea, inoltre, mostra nuclei devetrificati con abbondanza di cristalli di neoformazione. Le dimensioni massime dei clasti sono metriche, gli spessori max di circa 10 m in località Punta della Lingua (Fig. 2.52).



Fig. 2.52 – Punta della Lingua: Formazione della Breccia Museo

La parte basale del deposito, a tessitura clasto-sostenuta fa transizione, sia verticalmente che lateralmente, a un deposito che contiene elementi litologici della stessa natura e tipologia, immersi in una matrice pomicea da sabbiosa a cineritica talora prevalente (Spiaggia di Pozzo Vecchio, Spiaggia del Sancio Cattolico), in cui, a luoghi, sono diffuse tracce di fenomeni di degassazione (pipe structures) (Fig. 2.53). Talora, all'interno del deposito, sono presenti orizzonti lenticolari di scorie

saldate di dimensioni metriche poco vescicolate e deformate plasticamente (località Scogli di Punta della Lingua, Spiaggia del Cimitero di Procida).



Fig. 2.53 – Spiaggia del Sancio Cattolico: strutture da degassazione all'interno della Breccia Museo

Sull'isolotto di Vivara i prodotti della formazione, che raggiungono lo spessore massimo di 2 metri a Punta Capitello, sono rappresentati da una breccia poligenica che costituita prevalentemente da frammenti di ossidiana e blocchi lavici in matrice cineritico-sabbiosa (Fig. 2.54). L'età dei prodotti è di $40,3 \pm 0,7$ – dat $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ (presente lavoro).



Fig. 2.54 – Località Punta Capitello-Vivara. Formazione della Breccia Museo

2.8.10 Formazione di Solchiaro

Il vulcano di Solchiaro è il più grande edificio nell'area di Procida-Vivara ed i suoi prodotti, oltre che costituire l'apparato vulcanico vero e proprio (con altezza massima di 78 metri attualmente emergente dal mare) si ritrovano su tutta la superficie rimanente dell'isola per spessori notevoli (fino a 2-4 metri) in facies differenti man mano che ci si allontana dal centro eruttivo. La dispersione areale di questi prodotti è tale da ricoprire e mantellare tutte le formazioni vulcaniche precedenti.

La Formazione di Solchiaro presenta quindi caratteristiche tessiturali e litologiche variabili. Nelle zone prossimali (cratere di Solchiaro) essa assume i caratteri di un deposito litoide di colore giallo costituito da orizzonti di scorie scure e rari litici di natura lavica, di dimensioni massime decimetriche, immersi in una matrice cineritico-sabbiosa, alternati con livelli di cineriti ricche in pisoliti in cui sono frequenti strutture tipo sags e dune ad alto angolo (Baia di Solchiaro - spessore max affiorante circa 80m) (Fig. 2.55).



Fig. 2.55 – Baia del Carbogno: facies prossimale di Solchiaro

La parte alta di questi depositi è incisa da canali erosivi profondi da qualche decimetro fino al metro e la cui ampiezza è dello stesso ordine di grandezza della profondità (Pescatore & Rolandi, 1981). I canali hanno un andamento radiale rispetto al cratere e le loro pareti sono anche molto acclivi. In facies intermedia i depositi di Solchiaro sono incoerenti e costituiti da un'alternanza di strati di cineriti grigie pisolitiche con strati ricchi di frammenti pomicei (dimensioni massime 2 cm) a prevalente gradazione inversa, di spessore variabile da decimetrico a centimetrico

(località Porto della Chiaiolella). Frequente nel deposito è l'osservazione di strutture duniformi formanti una U ad alto angolo che indicano lo sviluppo di flussi turbolenti; in qualche punto si notano localizzati fenomeni di franamento a piccola scala con deformazione plastica degli straterelli (Fig. 2.56).



Fig. 2.56 – Strada Panoramica: facies intermedia di Solchiaro.

In direzione del margine orientale dell'orlo craterico, si affaccia Punta Pizzaco, dove il rilevamento segnala la stessa stratigrafia: la facies prossimale gialla va scomparendo, mentre la facies grigia incoerente, soprattutto lungo il margine esterno di Punta Pizzaco, assume il potente spessore di 30-40 metri. Proseguendo lungo il lato esterno di Punta Pizzaco (baia della Chiaia), fino alla spiaggia della Corricella (in direzione NNE e a poco più di un chilometro da Solchiaro) affiora la facies distale costituita da orizzonti sabbioso-cineritici semicoerenti di colore grigio, sottilmente laminati e prevalentemente piano paralleli o leggermente ondulati con rari fenomeni di erosione (Fig. 2.57). 19,6 ka – dat ^{14}C (Alessio et al., 1971)



Fig. 2.57 – Spiaggia di Chiaia: foto nature nella facies distale grigia di Solchiaro.

2.9 Rilevamento geologico della collina dei Camaldoli

Le sequenze stratigrafiche che si rinvengono nella zona dei Camaldoli sono state interpretate da diversi autori, a partire dal 1950 ad oggi, in modo estremamente differente. I lavori di rilevamento più significativi della zona dei Camaldoli sono stati eseguiti da: Rittmann et al. (1950), Lirer et al. (1984), Rosi e Sbrana (1987).

Come già detto, nel 1950, in seguito ad un dettagliato lavoro di rilevamento realizzato sotto la direzione di A. Rittmann, nasce la prima carta geologica dei Campi Flegrei a scala 1:33.000.

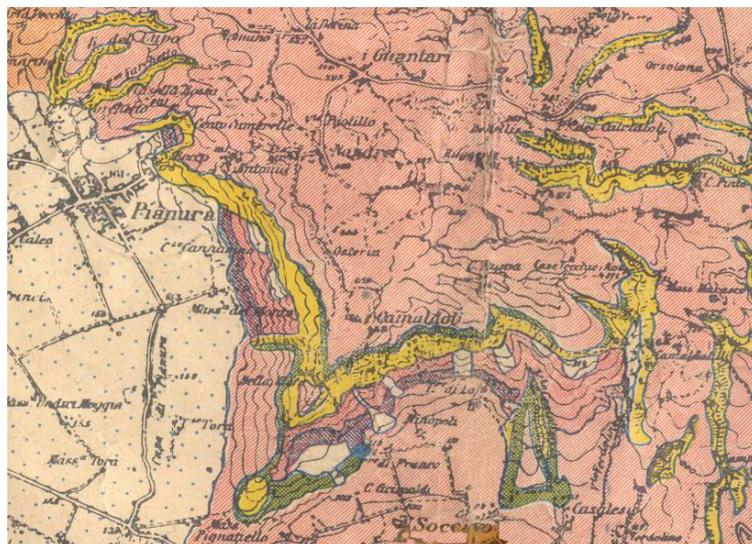


Fig. 2.58 - Carta geologica della Collina dei Camaldoli (scala 1: 33.000), stralcio da Rittmann et al., 1950.

Lo schema proposto da Rittmann et al. nel 1950 articola l'attività eruttiva flegrea in 3 cicli: *il ciclo eruttivo dell'Archiflegreo, cui segue il ciclo eruttivo antico dei Campi Flegrei ed infine il ciclo eruttivo recente dei Campi Flegrei*; fra questi due ultimi cicli si inserisce l'eruzione del Tufo Giallo Napoletano. Questo autore attribuisce la messa in posto dei depositi costituenti la Collina dei Camaldoli (Fig. 2.58) al secondo ciclo; infine una dettagliata descrizione della zona dal punto di vista morfologico, stratigrafico, litologico, tettonico, petrografico permette all'autore di avanzare considerazioni sui probabili meccanismi eruttivi. Nell'area della collina dei Camaldoli la sequenza stratigrafica proposta da Rittmann et al. (1950) inizia con i Tufi inferiori di Torre Franco, interpretati come prodotti di 7 eruzioni; seguono i Tufi superiori di Torre Franco, il Piperno, la Breccia Museo, considerati depositi in continuità stratigrafica e attribuiti ad un'unica eruzione: l'eruzione di Soccavo. La sequenza stratigrafica continua con i Tufi Biancastri che sono interpretati come il risultato di 6 eruzioni; a tetto si rinvia il Tufo Giallo Napoletano, cui seguono una serie di prodotti piroclastici incoerenti attribuiti alle eruzioni di: Minopoli, Agnano, Solfatara, Cigliano e Astroni. Il rilevamento realizzato da Rittmann nel 1950 ha costituito, per la sua ricchezza di dettagli, il punto di partenza per i rilevamenti successivi.

Nel 1984, nella loro *Vulcanologia e petrologia dei Campi Flegrei* Lirer et al., partendo dal rilevamento di Rittmann, ricostruiscono nuovamente la successione degli eventi vulcanologici dei Campi Flegrei, attraverso lo studio stratigrafico, vulcanologico e geocronologico dei prodotti, integrato dalla loro caratterizzazione geochimica. Il lavoro viene accompagnato dalla *Volcanological Map of Campi Flegrei*, alla scala 1: 50.000.

Con riferimento alla Collina dei Camaldoli, lo schema stratigrafico dei prodotti vulcanici mette in evidenza la seguente successione: Tufi di Torre Franco, Formazione Piperno-Breccia Museo, Tufi biancastri stratificati, Tufo Giallo Napoletano, prodotti piroclastici recenti (fig. 2.59).



Fig. 2.59 – Carta vulcanologica della Collina dei Camaldoli (scala 1: 50.000), stralcio da Di Girolamo et al., 1984
 L'ultimo elaborato cartografico dei Campi Flegrei è stato realizzato nel 1987 dall'Università di Pisa, sotto il coordinamento di Rosi M. e Sbrana A.: *Carta geologica e gravimetrica dei Campi Flegrei*, alla scala 1: 15.000.

Gli autori (Rosi e Sbrana, 1987) danno un modello molto semplificato dell'intera stratigrafia dei Campi Flegrei, raggruppando i prodotti in base ai criteri di età e importanza delle eruzioni. La sequenza stratigrafica della Collina dei Camaldoli risulta formata dalle seguenti formazioni: Torre Franco, Piperno-Breccia Museo, Tufi Gialli Napoletani, formazioni piroclastiche recenti (Fig. 2.60).

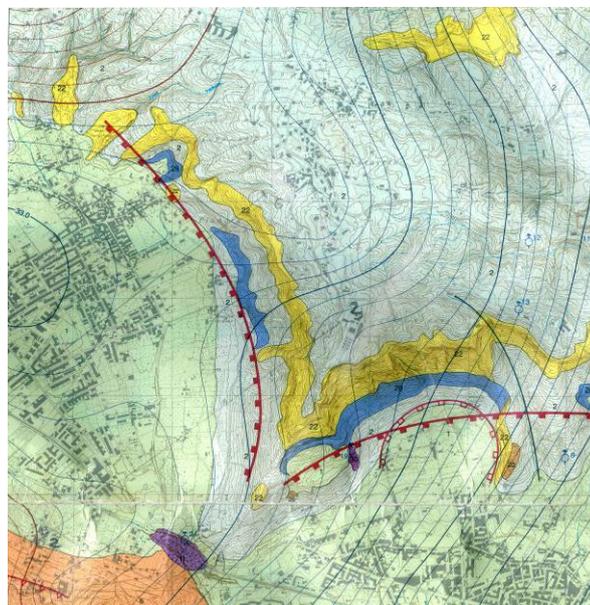


Fig. 2.60 – Carta geologica della Collina dei Camaldoli (scala 1: 15.000), stralcio da Rosi & Sbrana, 1987
 Il nuovo rilevamento geologico della collina dei Camaldoli, alla scala 1:10.000 (Allegato 5), ha permesso di definire meglio i rapporti stratigrafici tra i prodotti delle singole unità che, a partire dal basso, risultano le seguenti: Formazione di Torre

Franco, Formazione di Soccavo e Pianura, Formazione di Casalesio, Formazione del TGN.

2.9.1 *Formazione di Torre Franco:*

I prodotti stratigraficamente più bassi sono osservabili a Soccavo lungo il sentiero che conduce al piazzale dell'Arin (spessore max 25 metri, base non esposta) e sono rappresentati da una sequenza di almeno quattro orizzonti piroclastici separati da paleosuoli o da livelli humificati (Fig. 2.61).



Fig. 2.61- Formazione di Torre Franco

Tali orizzonti si presentano da coerenti a semicoerenti e sono principalmente massivi o gradati diretti, privi di matrice, formati da frammenti juvenili pomicei a spigoli vivi, contenenti subordinatamente clasti di ossidiana e di litici lavici e tufacei. Generalmente gli orizzonti sono chiusi a tetto da successioni di livelli cineritici a laminazione piano-parallela, a luoghi mostrandoti tessitura ondulata. Il paleosuolo a tetto della formazione ha fornito un'età radiometrica $C^{14} > 42$ ka (Alessio et al., 1973).

2.9.2 *Formazione di Soccavo e Pianura:*

E' costituita, a partire dal basso, da due sub-unità distinte: l'Unità di Torre Lopa e l'Unità Piperno-Breccia.

Unità di Torre Lopa : Questa unità è osservabile sia lungo il sentiero che conduce alla galleria dell'Arin, sia presso la Masseria Rispoli dove inizia con un livello costituito da ceneri fini caratterizzato dal punto di vista tessiturale dalla presenza di sand waves e rare pisoliti (spessore 1 m, base non affiorante).



a)



b)

Fig. 2.62 – Località Masseria Rispoli. Formazione di Soccavo e Pianura, Unità di Torre Lopa.

Ad esso segue con continuità una serie di almeno 8 livelli (fig. 2.62 a) di depositi pomicei di spessore medio 30 cm, con elementi a spigoli vivi, senza matrice, cui si associano rari frammenti litici e ossidianacei, alternati a livelli cineritici a tessitura ondulata con evidenti impronte da impatto. Nei livelli pomicei stratigraficamente più bassi i clasti pomicei mostrano dimensioni centimetriche, mentre in quelli più alti la frazione litica e ossidianacea è percentualmente più elevata. L'Unità di Torre Lopa passa verso l'alto ad un deposito di breccia (fig. 2.62 b) e presenta fenomeni di dislocazione rappresentati da piccole faglie cui rigetti sono dell'ordine di circa 2 metri. Le faglie sono tutte dirette e interessano anche la breccia sovrastante.

Unità Piperno-Breccia: Questa unità affiora in modo non continuo alla base della collina dei Camaldoli con uno spessore massimo di 70-80 m. A tetto dell'unità di Torre di Lopa non è visibile anche se intuibile il contatto con la subunità Piperno, mentre è visibile il contatto con la subunità Breccia Museo.

L'affioramento di Piperno-Breccia Museo allo sbocco della Valle del Verdolino rappresenta una località classica per la geologia dei Campi Flegrei. Qui, su ambedue i lati dello sbocco della valle, in una parete di circa 50 metri è ben osservabile l'alternanza di diversi banchi di piperno con dei livelli di breccia pipernoide, cui segue nella parte alta del deposito una breccia completamente arrossata (fig. 2.63 a).



a)



b)

Fig. 2.63 – Località Valle del Verdolino: Formazione di Soccavo e Pianura, Unità Piperno Breccia. (a); Dettaglio dell'Unità Piperno Breccia (b)

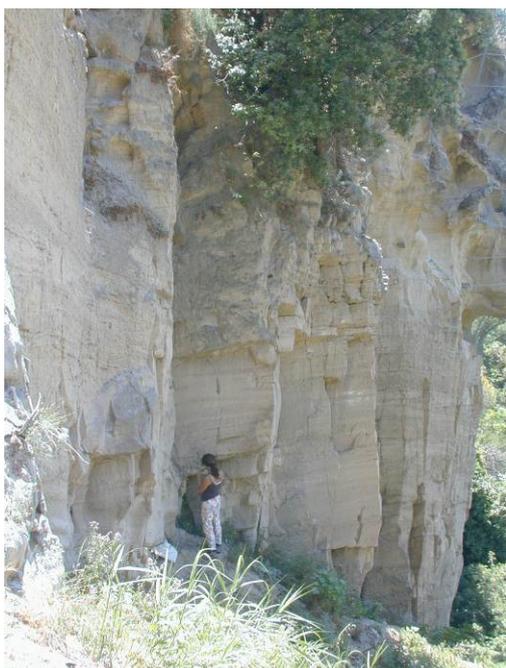
Il deposito di breccia rossastra presenta caratteristiche litologiche e tessiturali peculiari. Il deposito infatti assume caratteri granulometrici grossolani con basso sorting; si osserva l'assenza della frazione cineritica, mentre le dimensioni delle pomice variano da pochi millimetri fino a 15-20 cm. La frazione litica è rappresentata da frammenti lavici compresi in un largo intervallo granulometrico, da clasti di pochi millimetri fino a blocchi di 50-60 centimetri (fig. 2.63 b). La breccia passa gradualmente verso l'alto ad un deposito incoerente più fine, di colore bianco, costituito da un'alternanza di livelli pomicei e orizzonti cineritici con presenza di pisoliti. Questo deposito è facilmente osservabile sul versante di Pianura, in località Masseria del Monte, dove è evidente anche la transizione graduale data dalla presenza di livelli pipernoidi via via più sottili (fig. 2.64). L'età di questi prodotti è stata stimata $40,1 \pm 0,8$ ka - dat $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ (presente lavoro).



Fig. 2.64 – Località Masseria del Monte, Pianura. Unità Piperno Breccia, facies incoerente.

2.9.3 Formazione di Casalesio:

L'unità si estende in continuità a partire dal tetto dell'unità di Piperno-Breccia Museo, diffondendosi in affioramenti molto acclivi sia sul versante di Soccavo che su quello di Pianura. L'unità in esame prende il nome di Casalesio in quanto in questa località essa affiora con continuità passando da termini litoidi di colore giallo (un tufo giallo che Rittmann associa al Tufo Giallo Napoletano) fino a depositi incoerenti di colore grigio chiaro. Lungo il versante occidentale della Collina di Casalesio l'unità si presenta litoide (Fig. 2.65 a) di colore giallo e risulta costituita da un'alternanza di banchi di cenere, da fine a grossolana, contenenti lenti di pomici centimetriche arrotondate cui si associano subordinatamente frammenti sia lavici che ossidianacei; a luoghi si individuano sciame di pomici grossolane (15-20 cm) (Fig. 2.65 b).



a)



b)

Fig. 2.65 - Località Masseria Rispoli, Soccavo. Unità di Casalesio, facies litoide.

Tale unità passa, sia verticalmente che lateralmente, da termini litoidi zeolitizzati ad altri incoerenti (*Tufi Biancastri* di Rittmann) di color grigio chiaro, ricchi di lenti di pomice centimetriche immerse in una matrice cineritico-sabbiosa e contenente spesso pisoliti (Fig. 2.66).



Fig. 2.66 - Località Collina Casalesio: Unità Casalesio, facies incoerente.

Appartiene a questa unità il deposito tufaceo isolato di colore giallo affiorante alla quota 256 nel versante Soccavo: tale deposito è ricoperto da piroclastiti legate all'attività recente (eruzione di Minopoli, di Monte Spina e di Astroni) dei Campi Flegrei. I prodotti della Formazione di Casalesio hanno fornito un'età radiometrica di $32,3 \pm 0,8$ ka – dat. $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ (presente lavoro).

2.9.4 Formazione del Tufo Giallo Napoletano:

A tetto della Formazione di Soccavo e Pianura segue, attraverso un contatto ondulato, il Tufo Giallo Napoletano (TGN). Il TGN forma, sul versante di Soccavo, un potente banco (circa 70 m) leggermente inclinato verso NE (Fig. 2.67), mentre sul versante di Pianura scende rapidamente dalla cima dei Camaldoli fino ad immergersi sotto i prodotti più recenti, a luoghi più o meno rimaneggiati, che costituiscono la piana di Pianura.



Fig. 2.67 – Collina dei Camaldoli, versante Soccavo alla base dell'Eremo: Tufo Giallo Napoletano

Il TGN è una piroclastite a matrice prevalente formata da pomici e da rari frammenti litici dispersi in una matrice con caratteri granulometrici variabili da grossolani a fini. I frammenti litici sono rappresentati da blocchi lavici e da innumerevoli frammenti di tufo verde. Le pomici con spigoli subarrotondati, mostrano nettamente la loro impalcatura con forme dei vacuoli al massimo subsferici. I caratteri tessiturali più salienti di questa formazione sono: l'aspetto stratoide caratterizzato da un'alternanza di livelli con stratificazioni incrociate e ondulate; i frammenti litici, distribuiti caoticamente e talvolta disposti secondo allineamenti che quasi mai determinano impronte da impatto; la tessitura spesso massiva con distribuzione isotropa degli elementi. La base del TGN (Fig. 2.68) è costituita da una sequenza stratigrafica affiorante in differenti punti della zona urbana di Napoli e nelle aree esterne dei Campi Flegrei (zona di M.te S. Severino, Zaccaria, Quarto, Qualiano) e che viene definita come Unità Basale del Tufo Giallo Napoletano (Lirer & Munno, 1975; Barattucci e Musto, 1989; Scarpati et al., 1993).



Fig. 2.68 – Località Valle del Verdolino: Unità Basale del TGN.

Ai Camaldoli questa unità basale (corrispondente all'orizzonte superiore dei Tufi Biancastri di Rittmann, 1950) è facilmente osservabile sul versante orientale della Valle del Verdolino, immediatamente a tetto del paleosuolo che copre l'unità Casalesio (Fig. 2.69). Le riprese fotografiche delle pareti della Collina dei Camaldoli sul versante Soccavo, realizzate con l'ausilio di un elicottero (messo a disposizione dal Dipartimento Difesa del suolo del Comune di Napoli), hanno consentito di mettere in evidenza la presenza di questa Unità Basale anche sul versante di Soccavo (Fig. 2.70).



Fig. 2.69 – Località Valle del Verdolino. Paleosuolo tra l'Unità Casalesio e l'Unità Basale del TGN.

L'esame delle sequenze stratigrafiche basali della formazione del Tufo Giallo Napoletano ha rivelato (Barattucci e Musto, 1989; Scarpati et al., 1993; Lirer, dati non pubblicati) una notevole omogeneità di caratteri granulometrici e tessiturali. L'unità si presenta con spessori variabili dagli 11 metri nella zona urbana di Napoli ai 4-5 metri nelle aree flegree. L'apertura di questa unità basale è sempre costituito da un livello cineritico sottile che risulta essere quasi sempre articolato, a piccola scala, in quanto si adatta sul sottostante paleosuolo. Nell'intero deposito si rinvencono, a diverse altezze stratigrafiche, lenti di pomici con spigoli subarrotondati, senza matrice contenenti rari frammenti litici. Nella parte medio alta della sequenza basale, le lenti di pomici si rinvencono all'interno di bancate cineritiche molto fini ricche in pisoliti. Il paleosuolo che si rinviene sul versante orientale della Valle del Verdolino, tra l'unità di Casalesio e la Formazione del Tufo Giallo Napoletano (Fig. 2.70) è riportato in letteratura con un'età radiometrica ^{14}C di circa 16.000 anni (Alessio, 1973). Ricordiamo qui che quella da noi individuata come Unità Basale del TGN era stata interpretata da Rittmann (1950) come *Tufi Biancastri* e che, per questo motivo, Rittmann attribuiva un'età di circa 16 ka ai Tufi Biancastri. La nostra nuova attribuzione al TGN è, invece, confortata da questa datazione che risulta coerente con le altre età radiometriche più recenti di circa 15 ka ($^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ – Deino et al., 2004). L'intera sequenza stratigrafica descritta è chiusa a tetto da un'alternanza di prodotti piroclastici incoerenti stratificati intercalati a paleosuoli. I prodotti sono costituiti da frammenti juvenili, pomici e scorie, con associati subordinati frammenti litici.



Fig. 2,.60 – Collina dei Camaldoli, versante Soccavo. Contatto tra i prodotti dell'attività eruttiva recente dei Campi Flegrei e il TGN.

I clasti juvenili sono di dimensioni variabili e si presentano a spigoli vivi e senza matrice. Gli orizzonti a granulometria sabbioso-cineritica mostrano talvolta una tessitura ondulata. Tali prodotti sono legati all'attività recente dei Campi Flegrei: eruzione delle Pomici Principali, Minopoli, Monte Spina e Astroni.

Per quanto riguarda i prodotti dell'eruzione di Minopoli e la loro distribuzione, il rilevamento eseguito nella zona di Soccavo mette in evidenza un affioramento alla quota di 175 costituito da un banco di scorie, di cui non si osserva la parte basale, di dimensioni massime di 20-30 cm, a luoghi saldate e plasticamente deformate (Fig. 2.71). La paragenesi mineralogica di queste scorie è costituita da microfenocristalli, in ordine di abbondanza, di clinopirosseni di colore verde chiaro, di olivina giallo-olio e di plagioclasti di colore bianco-latte. Questa paragenesi molto particolare avvalorava l'attribuzione di questi depositi all'eruzione di Minopoli (Rittmann, 1950; Rosi e Sbrana, 1987) che, come è noto, sono tra quelli flegrei a chimismo meno evoluto (D'Antonio et al., 1999).

Quest'affioramento ha le caratteristiche tessiturali di una facies prossimale e pertanto in cartografia può essere contraddistinto come la traccia di una emissione locale a carattere stromboliano.



Fig. 2.71– Formazione di Minopoli, facies prossimale.

In quest'area, a tetto della formazione di Minopoli, si rinviene una sequenza piroclastica incoerente, stratificata, di colore grigio, di circa 5 metri di spessore, associabile all'attività più recente dei Campi Flegrei (Monte Spina, Astroni).

Spostandoci verso Nord, nella Collina di Casalesio, a tetto dell'unità Casalesio, la formazione di Minopoli è formata da un deposito scoriaceo, stratificato di circa 4 metri di spessore, contenente frammenti di tufo giallo (Fig. 2.72).



Fig. 2.72 – Località Collina Casalesio: Formazione di Minopoli.

Lungo il versante Pianura della Collina dei Camaldoli, i prodotti dell'attività più recente mostrano i caratteri di correnti piroclastiche che risalgono il versante fino a quota 240 metri.

CAPITOLO 3

I GEOSITI e la valorizzazione del patrimonio geologico

3.1 Introduzione ai Geositi

Negli ultimi anni la sensibilità nei confronti del problema della conservazione e della tutela dei beni naturali è aumentata notevolmente non soltanto da parte degli “addetti ai lavori” ma anche e soprattutto da parte delle istituzioni e della popolazione.

Fino a poco tempo fa, quando si parlava di beni ambientali o naturali, si era soliti pensare esclusivamente a qualcosa di biologico. Ultimamente però l'uomo ha individuato, tra le diverse risorse naturali da salvaguardare e valorizzare, anche quelle particolari emergenze di carattere geologico-geomorfologico che, unitamente a valenze di tipo floristico, faunistico ecc, costituiscono ambienti di grande pregio meritevoli di essere tutelati.

La conoscenza del patrimonio geologico rappresenta, sia a livello locale-regionale che internazionale, uno strumento importantissimo ed insostituibile ai fini delle complesse strategie di pianificazione, gestione, tutela e valorizzazione delle risorse naturali, nonché nella ricerca scientifica e nelle attività di educazione ambientale.

L'elemento fondamentale di questo patrimonio geologico è costituito da quei siti dove è possibile osservare particolari elementi di interesse geologico (sequenze stratigrafiche, esposizioni di fossili, minerali, elementi morfologici del paesaggio, ecc...) ovvero quei luoghi ai quali è possibile attribuire la definizione di “geosito”.

Ma che cos'è un geosito? Un geosito può essere ogni località, area o territorio in cui sia possibile definire un interesse geologico nel senso più ampio del termine (petrografico, stratigrafico, geomorfologico etc.) di rilevante valore naturalistico (e quindi culturale) tale da meritare la conservazione e la protezione (Wimbledon, 1996). I geositi sono cioè luoghi ed aree territoriali dove esistono elementi, "oggetti" o caratteri geologici che rendono quel luogo o quell'area "importante", non "diversa" da un contesto geologico, ma "peculiare" all'interno dello stesso.

E l'importanza geologica come viene definita e valutata? I criteri per definire l'importanza del geosito sono stati sanciti e condivisi nell'ambito del II Simposio Internazionale sulla protezione del patrimonio geologico, tenutosi a Roma nel maggio del 1996. Ogni geosito può essere valutato in base alla rarità, integrità e rappresentatività, per il valore didattico, per il peculiare valore scenico, o per il ruolo

assunto nella Storia del territorio su cui insiste, nonché per l'importanza economica (per dettagli vedi paragrafo 3.4).

Un sito quindi diventa geosito, ovvero bene culturale a carattere geologico, quando esso rappresenta la memoria geologica di una regione. Il geosito è testimonianza diretta del passato di una regione ed una volta distrutto non è più riproducibile. Esso è dunque un bene non rinnovabile. Il raggiungimento di questa conclusione postula che è necessario quindi attuare nei confronti del bene geologico una concreta politica di tutela, gestione e valorizzazione (Zarlenga, 1996; Massoli-Novelli, 1999; Brancucci & Burlando, 2001). Bisogna perciò considerare i geositi non soltanto come monumenti della natura, ovvero intesi come singolarità geologiche statiche ed immutabili, ma come delle vere e proprie risorse essenziali dello sviluppo economico e scientifico, inseriti nel contesto più ampio di comunicazione e didattica delle scienze geologiche. Un qualsiasi “oggetto geologico” diventa infatti patrimonio comune dell’umanità, e quindi “bene culturale”, solo nel momento in cui la conoscenza viene condivisa e l’oggetto può essere fruito (Panizza & Piacente, 2002) altrimenti rimane solo un reperto, insignificante parte di un catalogo (Poli, 1999).

3.2 Le iniziative per la Conservazione del Patrimonio Geologico a livello Internazionale

A livello internazionale, negli ultimi decenni, si è registrato un crescente interesse nei confronti delle politiche di conservazione e di valorizzazione del patrimonio geologico e diversi organismi hanno promosso e realizzato iniziative in tal senso, spesso sulla base di collaborazioni che hanno coinvolto più soggetti contemporaneamente (Dingwall, 2000; Gray, 2004)

Un ruolo di indubbio rilievo è stato assunto dall’**UNESCO** (Organizzazione delle Nazioni Unite per L’Educazione, le Scienze e la Cultura) cui si deve, di fatto, il primo ed il più importante atto di riconoscimento nei confronti della tutela degli elementi geologici.

Infatti, nell’ambito della “Convenzione sulla protezione del Patrimonio Culturale e Naturale Mondiale”, adottata a Parigi il 16 Novembre 1972, non può passare inosservata la definizione del “patrimonio culturale” – citata all’art. 2 – in cui sono compresi:

- i monumenti naturali, costituiti da formazioni fisiche e biologiche oppure da gruppi di tali formazioni, aventi valore universale eccezionale dal punto di vista estetico o scientifico;
- le formazioni geologiche e fisiografiche e le zone rigorosamente delimitate, costituenti l'habitat di specie animali e vegetali minacciate, che hanno valore universale eccezionale dal punto di vista della scienza o della conservazione;
- i siti naturali oppure le zone naturali rigorosamente delimitate, aventi valore universale eccezionale dal punto di vista della scienza, della conservazione o della bellezza naturale.

Si desume, pertanto, che i geositi rientrano completamente nel patrimonio naturale così come viene definito dall'art. 2 della Convenzione di Parigi del 1972. Ne è conferma, peraltro, il fatto che all'interno dell'*Elenco del Patrimonio Mondiale* (World Heritage List) istituito in base all'art. 9 della succitata Convenzione, sono stati inseriti siti di interesse naturale che presentano preminenti valenze geologico-geomorfologiche, quali ad esempio:

- *paesaggi e formazioni vulcaniche*: Ngorogoro e Kilimanjaro (Tanzania), Krakatoa (Indonesia), Hawaii (USA), Giant's Causeway (Gran Bretagna);
- *paesaggi montani*: Parchi delle Montagne Rocciose Canadesi (Canada), Sagarmatha Mt. Everest (Nepal);
- sistemi idrotermali: Yellowstone (USA), Huanglong (Cina);
- *grotte e paesaggi carsici*: Crlsbad Canvers e Mammoth Cave (USA), Grotte di Skocjanske (Slovenia)
- *elementi idrologici*: Cascade Iguazu (Argentina/Brasile), Cascade Vittoria (Zimbabwe);
- *barriere coralline ed atolli*: Grande Barriera Corallina (Australia), East Rennell (Isole Solomone);
- *siti fossiliferi*: Messel Fossil Pit (Germania);

Si deve ancora all'UNESCO il primo tentativo di censire i siti di interesse geologico a livello mondiale. Il progetto avviato, denominato *GILGES* (Lista Indicativa Globale dei Siti Geologici), ha visto il coinvolgimento anche di altri Organismi quali la IUGS (International Union of Geological Sciences), la IGCP (International Geoscience Programme) e la IUCN (The World Conservation Union, massimo organismo internazionale in tema di conservazione della natura). Tale progetto ha conseguito il risultato di avviare un programma internazionale di censimento, consentendo una

prima panoramica peraltro non esaustiva e rivelando quelle Regioni e quei Paesi in cui l'informazione era carente. Sfruttando questa prima esperienza, a partire dal 1996, la IUGS, sempre con il supporto dell'UNESCO, ha avviato un secondo programma di ricerca, denominato **GEOSITES** (Ishchenko, 1999; Wimbledon, 2000), finalizzato ad ottenere una selezione rappresentativa dei siti di rilevanza internazionale, a partire dalla compilazione di elenchi comparativi regionali e nazionali. In tal senso è stato costituito un *Gruppo di Lavoro Globale dei Geositi* (GGWG) deputato a coordinare le attività di ricerca nei diversi Paesi.

Ad oggi il progetto rimane attivo in Europa ed è promosso dall'associazione **ProGEO** (European Association for the Conservation of the Geological Heritage). ProGEO è la più importante associazione europea che opera per la conservazione del ricco patrimonio geologico del vecchio continente; dalla sua costituzione, avvenuta nel 1998 in Olanda, l'associazione organizza convegni annuali e congressi internazionali ospitati in diversi paesi europei. ProGEO è strutturata in Gruppi di Lavoro Regionali a livello di macroaree europee che svolgono attività di ricerca, coordinando gli sforzi nei singoli paesi allo scopo di promuovere la conservazione del patrimonio geologico e di definire le linee guida ed il successivo censimento delle aree/siti di maggiore interesse geologico. L'associazione è direttamente coinvolta in tutti i programmi/progetti internazionali sul tema della conservazione ed è rappresentata, attraverso i propri membri, nei differenti comitati di gestione che sovrintendono tali programmi/progetti.

Resta da sottolineare, infine, come anche a livello dei singoli Paesi Europei siano state avviate molte iniziative a favore delle politiche di conservazione e valorizzazione del patrimonio geologico. In linea di massima le attività di ricerca vengono svolte: a livello governativo, con Enti di ricerca distaccati, specifici nel campo geologico o dediti in maniera più ampia alla tutela della natura e del territorio (è il caso dei paesi britannici e scandinavi); a livello universitario con il coinvolgimento dei diversi Istituti che si occupano delle Scienze della Terra e delle Scienze Naturali; a livello di associazioni non governative ed associazioni scientifiche, talvolta anche con musei e centri di educazione ambientale.

Una breve disamina delle situazioni presenti in alcuni paesi europei evidenzia come il patrimonio geologico rappresenti una valenza significativa nell'ambito della più vasta strategia di conservazione della natura (Brancucci, 2001; Parkes, 2004).

In Spagna quasi il 25% delle aree protette sono sottoposte a provvedimenti di tutela per esclusive o principali componenti di tipo geologico; la quasi totalità di queste aree presentano valenze di carattere specificamente geomorfologico. In questi ultimi anni, inoltre, sono stati predisposti censimenti dei geositi (“*puntos de interes geologico*”) in diverse regioni.

In Francia molti degli oltre 130 parchi naturali istituiti mostrano peculiarità o attributi di pregio per quanto concerne i caratteri fisici del territorio; esiste, inoltre, un particolare circuito che comprende dieci riserve naturali geologiche che svolgono un ruolo divulgativo di grandissima importanza per i visitatori.

In Gran Bretagna, dove la geologia è nata e si è sviluppata a partire dalla fine del ‘700 e dove le caratteristiche geologiche, stratigrafiche, paleontologiche, etc., offrono esempi di notevole interesse scientifico, tanto da essere spesso utilizzate come riferimento nell’ambito della codificazione cronostatigrafica adottata a livello internazionale, si registra una sensibile attenzione nei confronti del patrimonio geologico; in tal senso i diversi Enti Pubblici preposti alla conservazione della natura (English Nature, Countryside Council for Wales, Scottish Natural Heritage, Wildlife for Trust) gestiscono diverse aree che risultano protette per motivazioni geologiche in cui grande attenzione viene assicurata alle attività di divulgazione scientifica e didattica.

Censimenti più o meno completi sono stati svolti e sono, in taluni casi, in fase di continuo aggiornamento in Germania, Svizzera, Olanda, Belgio e Austria.

Anche nei paesi scandinavi (Norvegia, Finlandia e soprattutto Svezia) e nell’Europa dell’Est (Serbia-Montenegro, Repubblica Ceca, Polonia, Bulgaria, Romania, Estonia ecc) viene riconosciuto un ruolo importante del paesaggio fisico come elemento peculiare nell’ambito della conservazione del patrimonio naturale, con programmi di ricerca sui geositi ben avviati.

3.3 La Normativa italiana

In Italia rinvenire una specifica normativa che disciplini i geositi risulta alquanto impegnativo e chi si accinge a compiere tale impresa si imbatte in ambiti normativi eterogenei. Risulta necessario, pertanto, compiere un rapido *excursus* storico.

Già nei primi anni del Novecento, si assiste al tentativo di un primo provvedimento organico di tutela con la Legge 20 Giugno 1909, n.364, che stabilisce e fissa **Norme per l’inalienabilità delle antichità e delle belle arti**: essa in sostanza anticipa la

legge 1089 del 1939 di cui si tratterà più avanti, poiché tutela “[...]le cose immobili e mobili che abbiano interesse storico, archeologico, paleontologico e artistico” (art.1).

Il primo dispositivo di legge in materia paesaggistica si ha con la Legge 23 Giugno 1912, n.688, **Modificazioni alla L. 20 Giugno 1909, n.364, per le antichità e belle arti**, norma che estende i dettami della 364/1909, alle ville, ai parchi e ai giardini di interesse storico-artistico.

- La legge 29 Giugno 1939, n.1497, sulla **Protezione delle bellezze naturali**, vincola in virtù del loro interesse pubblico. *“le cose immobili che hanno cospicui caratteri di bellezza naturale o di singolarità geologica” e “le bellezze panoramiche considerate come quadri naturali e così pure quei punti di vista o di belvedere, accessibili al pubblico, dai quali si goda lo spettacolo di quelle bellezze”* (art. 1 comma 1 e 4).

Si noti come, mentre il carattere di singolarità geologica viene determinato principalmente dall’ interesse scientifico del sito, per le bellezze panoramiche si fa invece riferimento ad un più generico e soggettivo giudizio estetico.

- Il D.M. 21 Settembre 1984 e la successiva Legge 8 Agosto 1985, n.431- **Legge Galasso**, sottopone a vincolo paesaggistico 11 tipologie di beni ambientali tra cui sono da evidenziare:

- a) I territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare;
- b) I territori contermini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi;
- c) I fiumi, i torrenti ed i corsi d’acqua iscritti negli elenchi di cui al testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con Regio decreto 11-12-1933, n.1775, e le relative sponde o piede degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna;
- d) Le montagne per la parte eccedente i 1.600 metri sul livello del mare per la catena alpina e 1.200 metri sul livello del mare per la catena appenninica e per le isole;
- e) I ghiacciai e i circhi glaciali [...] le zone umide incluse nell’elenco di cui al decreto del presidente della Repubblica 13 Marzo 1976, n.48;
- f) I vulcani[...] (art.1)

L'articolo 1 della Legge Galasso costituisce dunque un ampliamento e un'evoluzione culturale rispetto alla precedente Legge 1497/39 poiché pone un vincolo automatico sui beni ambientali quali coste, laghi, corsi d'acqua, montagne, ghiacciai e vulcani, passando da un'individuazione per singole località all'identificazione in categorie definite in base a precise caratteristiche ubicazionali e geomorfologiche, per introdurre una diversa nozione di paesaggio rispetto alla legge 1947/39, che faccia riferimento ad un'accezione geografica ed oggettiva. Il bene viene tutelato in forza del suo particolare interesse ambientale intendendo cioè le sue caratteristiche intrinseche, geologiche o ecologiche, non essendo comprese in questa nozione le caratteristiche paesaggistiche come esteticamente rilevanti.

Negli anni '90 si segnala una normativa di fondamentale importanza:

- Legge 6 Dicembre 1991, n.394 – **Legge quadro sulle aree protette** che tutela “le formazioni fisiche, geologiche, geomorfologiche e biologiche, o gruppi di esse, che abbiano rilevante valore naturalistico e ambientale” (art.1 comma 2). Riassumendo, tra le finalità del regime di tutela e di gestione delle aree protette, vi è dunque la conservazione di:

- singolarità geologiche;
- formazioni paleontologiche;
- valori scenici e panoramici;
- processi naturali;
- equilibri idraulici ed idrogeologici.

- Il Decreto legislativo del 29 Ottobre 1999, n.490 – **Testo unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali**, ha effetti abrogativi sulla normativa pregressa anche se l'abrogazione delle norme previgenti ha valore meramente ricognitivo, riproducendo di fatto la normativa abrogata. La legge tutela infatti i “Beni culturali”, costituiti dalle “cose immobili e mobili che presentano interesse artistico, storico, archeologico, demo-etno-antropologico [...]” tra cui rientrano “le cose che interessano la paleontologia, la preistoria e le civiltà primitive (Titolo 1 artt. 1 e 2) ed i “Beni paesaggistici e ambientali”, con “le cose immobili che hanno cospicui caratteri di bellezza naturale o di singolarità geologica [...], le bellezze panoramiche considerate come quadri e così pure quei punti di vista o di belvedere accessibili al pubblico dai quali si goda lo spettacolo di quelle bellezze” (Titolo II).

- Il Decreto Legislativo 22 Gennaio 2004, n.42 – **Codice dei beni culturali e del paesaggio**, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 Luglio 2002, n.137, c.d. **Codice Urbani**, costituisce il primo tentativo di redigere una legislazione unitaria in materia di tutela ambientale considerando il nostro patrimonio storico-artistico e paesaggistico come qualcosa di altrettanto unitario, così come previsto dalla Costituzione della Repubblica, sia nell'articolo 9, sia nel nuovo Titolo V, agli articoli 117 e 118.

Nel codice si assiste ad un pieno recupero del paesaggio nell'ambito del patrimonio culturale di cui costituisce parte integrante al pari degli altri beni culturali del nostro paese. All'art.2 si legge infatti: "il patrimonio culturale è costituito dai beni culturali e dai beni paesaggistici [...] sono beni paesaggistici gli immobili e le aree [...] costituenti espressione dei valori storici, culturali, naturali, morfologici ed estetici del territorio [...]".

All'interno del patrimonio culturale nazionale si distinguono dunque due tipologie di beni culturali:

- I beni culturali in senso stretto, coincidenti con le cose d'interesse storico, artistico, archeologico, paleontologico, etc. di cui alla L. 1089/1939;
- I beni culturali in senso più ampio, costituiti dai paesaggi italiani di cui alla 1497/39 e alla legge "Galasso" del 1985.

3.4 Le iniziative per la Conservazione del Patrimonio Geologico in Italia

Nel nostro Paese la conservazione del patrimonio geologico costituisce, da alcuni anni, un campo di applicazione di notevole interesse per i numerosi studi di Scienze della Terra e fin dal 1968 si sono succeduti gli sforzi per una più incisiva ed approfondita tutela dei fenomeni geomorfologici, sottolineando l'esigenza di conservare i siti esemplari a scopo scientifico e didattico-ricreativo.

Le attività di maggiore risalto sono state svolte e proseguono tuttora sia a livello universitario, sia da istituti di ricerca riconosciuti dallo Stato, sia da associazioni scientifiche. In alcuni casi le indagini ed i censimenti hanno visto un coinvolgimento diretto e/o indiretto delle Amministrazioni Pubbliche, soprattutto nell'ambito degli strumenti urbanistici di pianificazione territoriale.

Nel 1988 viene istituita la prima associazione europea per la promozione della geoconservazione (**European Working Group for Earth Science Conservation**) che nel 1993 diventa **ProGEO** e che organizza conferenze internazionali sull'argomento (Digne, 1991; Roma, 1996). All'interno della ProGEO vari gruppi

nazionali, tra cui anche quello italiano, svolgono attività di censimento e di catalogazione dei geositi. **ProGEO Italia**, a cui partecipano docenti e ricercatori dell'Università, dell'ENEA, del Servizio Geologico Nazionale e del CNR, si è costituita subito dopo il II Symposium internazionale dell'associazione tenutosi a Roma nel 1996.

3.4.1 Il censimento dei geositi italiani

L'attività di censimento e promozione dei geositi italiani è svolta dall' ISPRA in collaborazione con il Centro Documentazione Geositi dell'Università di Genova. L'iniziativa, avviata nel 2000 dal Servizio Geologico e proseguita nel 2003 dall' APAT, è volta alla realizzazione di una banca dati unica nazionale dei siti di interesse geologico. Il progetto *Censimento Geositi* quindi è dedicato alla catalogazione sistematica dei geositi italiani, rilevati sulla base di criteri comuni unanimemente condivisi sul piano scientifico.

Affinché un luogo possa essere qualificato come “geosito” è necessario che esso rispetti una serie di criteri, che risultano dalla mediazione tra quelli adottati in sede europea da ProGEO e quelli adottati nelle più recenti iniziative regionali italiane di catalogazione. I criteri sono i seguenti:

1. rappresentatività
2. interesse scientifico
3. rarità
4. importanza paesaggistica
5. valore educativo
6. accessibilità
7. stato di conservazione
8. vulnerabilità

Il censimento dei siti di interesse geologico avviene mediante la compilazione di una specifica scheda (paragrafo successivo) su cui vengono rilevati i parametri identificativi, geografici, geologici, mineralogici e tipologici dei geositi interessati.

3.4.2 La scheda sperimentale per il censimento dei geositi

La “Scheda sperimentale per l'inventario dei geositi”, disponibile sia su supporto cartaceo che informatico, è stata realizzata per il rilevamento dei dati (è quindi di

esclusivo uso di campagna) e la sua struttura attuale riflette quella della scheda elaborata dal Dipartimento Polis dell'Università di Genova (Laboratorio Polis-Centro di Documentazione Geositi), dalla SIGEA e dall'ex Servizio Geologico ed acquisita dall' APAT, oggi ISPRA (Dipartimento Difesa della Natura Servizio Parchi, Ecosistemi e Biodiversità, Settore Tutela del Patrimonio Geologico) mediante una convenzione.

La scheda si presenta strutturata in **sezioni** contrassegnate con le lettere da **A** a **P**, più una sezione **0** relativa all'identificativo della scheda stessa. Ciascuna sezione può, a sua volta, essere suddivisa in sottosezioni individuate con numeri (ad es. H.2). Le sezioni da A a G devono essere obbligatoriamente compilate per ciascun elemento rilevato. In esse sono infatti comprese informazioni, concordate a livello nazionale, definite come "contenuto minimo essenziale" del rilevamento. Le sezioni con asterisco (*) richiedono la consultazione della legenda della guida.

La scheda dovrà essere inoltre integrata dall'invio dello shapefile o dallo stralcio cartografico (formato .jpg o .pdf), su cui siano stati riportati i contorni dell'area del geosito.

Dettaglio della scheda

SEZIONE 0 : Questa sezione, individuata per collegare il rilevatore dei dati (soggetto singolo o ente), scheda ed eventuali schede collegate, contiene alcuni "indici" che consentiranno rapide analisi ed individuazione degli elementi rilevati.

Il rilevatore (soggetto singolo, gruppo coordinato) dovrà riempire con i propri dati la scheda di registrazione del rilevatore e dovrà specificare se le informazioni che riporta sulla scheda provengono da un nuovo rilevamento (effettuato ad es. dal compilatore stesso) o sono stati ripresi dalla letteratura. Dovrà dare alla scheda un suo codice (liberamente scelto) che consentirà di collegare i dati a chi li ha prodotti.

Nel caso in cui il censimento sia stato finanziato da un Ente (es. Regione, Provincia, Comune, Parco, ecc.) che ha acquistato la proprietà dei dati, dovrà essere compilata la scheda di registrazione dell'Ente proprietario dei dati. Il campo "scheda collegata" consente, qualora necessario, di avere a disposizione una scheda "specialistica" che permette di integrare o aggiungere informazioni più puntuali riferite al sito, non previste nel modulo standard qui descritto.

SEZIONE A: In questa sezione è inserito il **NOME DEL GEOSITO**. Tale nome potrà essere o un toponimo ufficiale oppure un nome locale assegnato dalla conoscenza popolare o ancora, in assenza dei precedenti, un nome assegnato dal rilevatore. Con

il campo *DIVULGABILE* (sì/no) andrà segnalato il geosito che, per motivi di particolare importanza scientifica e vulnerabilità, non debba essere reso pubblico.

Il *rilevatore* (soggetto singolo, gruppo coordinato, ente) dovrà specificare se le informazioni che riporta sulla scheda provengono da un nuovo rilevamento (effettuato ad es. dal compilatore stesso) o sono stati ripresi dalla letteratura.

SEZIONE B: Questa sezione è dedicata alle informazioni relative all'**UBICAZIONE** dell'elemento rilevato. Il campo *TOPONIMO/LOCALITÀ* non è da ritenersi un doppiante della sezione A ma, eventualmente, un suo completamento; non sono rari, infatti, i casi di omonimia in una stessa regione o in diverse regioni italiane.

Le coordinate relative all'ubicazione dei geositi dovranno essere completate con l'informazione sul Datum di riferimento e preferibilmente in WGS 84.

Le informazioni relative alla localizzazione vanno fornite mediante shapefile; qualora non fosse possibile fornire il file, sarà possibile inviare la tavoletta IGM 25V o della CTR (Carta Tecnica Regionale) su cui sia stata delimitata l'area del geosito.

SEZIONE C: Questa sezione prevede una sezione principale e quattro sotto sezioni. La sezione principale C descrive l'**INTERESSE SCIENTIFICO**: nella apposita casella verrà riportato il codice 1 se l'interesse scientifico indicato è primario, 2 se è secondario.

Ogni elemento conterrà nella maggior parte dei casi un solo interesse scientifico primario e più interessi secondari; ad esempio un elemento di preminente interesse geomorfologico può avere anche una valenza geologica strutturale e una geologica stratigrafica; in alcuni casi particolari sarà comunque possibile indicare due interessi scientifici primari. (*) con GEOSTORIA si intende un geosito che abbia particolare importanza nella Storia della Geologia.

La sottosezione **C.1** vuole segnalare le "attrattive" legate al bene stesso. Questa informazione è correlata in qualche modo alla sezione H.

Si è ritenuto necessario scindere quello che è l'interesse scientifico da altre 'attrattive', poiché può verificarsi che un elemento abbia un eccezionale interesse scientifico ma, contemporaneamente, non abbia nessuna valenza di fruibilità di altro tipo (ad esempio: una roccia con una particolare paragenesi non visibile a occhio nudo). Per contro un interesse turistico o culturale può associarsi ad un limitato interesse scientifico (ad esempio: una sequenza di pieghe o stratificazioni relativamente comuni, di scarso interesse scientifico, ma di alta spettacolarità o di estremo interesse didattico).

Per meglio chiarire i concetti esposti, la sottosezione **C.2** fornisce una valutazione sull'interesse scientifico primario suddiviso in *RARO*, *RAPPRESENTATIVO* ed *ESEMPLIFICATIVO*.

Il termine raro è auto esplicativo, anche se legato all'ambito geografico considerato: quello che è raro per una regione può essere abbondante in altre regioni.

Una spiegazione più articolata si rende necessaria per i termini esemplificativo e rappresentativo; intende per:

- rappresentativo l'elemento, la forma, lo strato, ecc., "migliore" del quale si dispone in un certo territorio; ad esempio una dolina completa in tutti i suoi elementi o uno stratotipo di un certo intervallo geologico, ecc.

- esemplificativo l'elemento, che può essere utilizzato per descrivere una forma o un processo. Ad esempio, sempre restando nelle forme carsiche si hanno doline che, pur incomplete nei loro elementi, possono essere ben utilizzate come esempi del processo carsico.

Nella sottosezione **C.3** si è voluto fornire il grado dell'interesse scientifico riferito al contesto

geografico in cui il geosito si individua. I diversi livelli forniscono una indicazione non di valenza assoluta ma relativa rispetto alle informazioni disponibili sul particolare geosito. La definizione di interesse NAZIONALE dovrà essere convalidata da ISPRA. Al fine di evitare sopravvalutazioni dell'elemento rilevato, la sottosezione **C.4** chiede un'argomentazione di quanto espresso nella sezione C nella sua interezza. Infatti, nell'ambito del censimento, si può affrontare la schedatura di un elemento noto e di valore conclamato ed allora il giudizio farà riferimento a documentazione bibliografica e scientifica che ne comprovi il valore.

Sarà anche possibile il rilevamento di una forma poco conosciuta o del tutto sconosciuta ed in questo caso la valutazione fornita dall'operatore (giudizio soggettivo) andrà verificata dalla comunità scientifica in un contesto più ampio.

SEZIONE D: In questa sezione viene fornita una **DESCRIZIONE**, quanto più esaustiva possibile, del geosito individuato. La descrizione dovrà avere un linguaggio chiaro, comprensibile anche ad un pubblico non specialista. Deve essere fornita su file .doc o (.rtf) allegato alla scheda (nome del file: Descrizione_Nomegeosito.doc). E' preferibile che il file sia organizzato in sezioni:

A) Descrizione geologica, naturalistica e paesaggistica del geosito;

B) Descrizione del rischio di degrado;

- C) Descrizione del grado di interesse;
- D) Riferimenti documentali bibliografici;
- E) Eventuali commenti e annotazioni aggiuntive.

Naturalmente sarà possibile aggiungere altri paragrafi se lo si riterrà opportuno.

Un eventuale stralcio topografico andrà inserito nella relazione (.jpg).

SEZIONE E: Riporta le caratteristiche della documentazione iconografica - generalmente fotografie (ma anche disegni, grafici, filmati e documentazione di tipo multimediale) - del geosito. E' essenziale che la documentazione iconografica sia allegata alla scheda. Ogni file, formato jpg, avrà nome: Nome Geosito_1.jpg. Nel caso di più documenti: _2, _3, _4 e così via. Eventuali stralci topografici andranno forniti come file jpg, con le stesse regole delle foto, ma il nome del file sarà: Nome Geosito_S1.jpg e così via.

SEZIONE F (*): In questa sezione vengono individuati i **caratteri litologici e geocronologici**. Organizzata in tre sottosezioni riporta la/e *LITOLOGIA/E* caratterizzante/i il geosito, *l'UNITÀ CRONOSTRATIGRAFICA* (qualora nota o determinabile), *l'ETÀ DEL PROCESSO GENETICO* (anche in questo caso qualora noto o determinabile).

SEZIONE G: In questa parte della scheda, ultima della parte obbligatoria di compilazione, si descrive la **tipologia del geosito** secondo due categorie: elemento singolo e insieme di elementi. La *FORMA* si può presentare: lineare, areale, puntuale e panoramico (**G.1**). Quando un geosito viene definito **panoramico**, non si parla più di una forma propria del geosito, ma di un punto da cui è possibile osservare una situazione geologica di particolare interesse, che ha bisogno di una veduta d'insieme per essere apprezzata. Nella sottosezione **G.2** si evidenziano le *DIMENSIONI* dell'elemento, mentre in **G.3**, *ESPOSIZIONE*, si fornisce una indicazione sul fatto che l'elemento in questione sia visibile per cause naturali (ad es. processo erosivo) o per cause artificiali (es.: fronte di cava).

SEZIONE H (*): Questa sezione consente di aggiungere alcune valutazioni in merito alla *POSIZIONE* del geosito, considerando il piano di calpestio come quello di riferimento, e all'*ACCESSIBILITÀ* dell'oggetto e/o dell'area. Quest'aspetto è assai importante. Altre nazioni, quali la Francia ed ancor più Gran Bretagna e Spagna, valorizzano altamente la fruibilità, o meglio *l'uso* del patrimonio geologico a fini turistico culturali ed educativi. In sintesi dalle tre sottosezioni della scheda (**H.1, H.2 e H.3**) è possibile evincere le condizioni di accessibilità ed i caratteri salienti in

relazione all'accesso; in ultimo si fornisce anche un' indicazione sulla stagione consigliata per la visita.

SEZIONE I (*): In questa sezione compaiono informazioni relative al **tipo di suolo** ed al tipo di fondale.

SEZIONE L: In questa sezione, che si raccomanda di compilare, sono da evidenziare i vari **vincoli** (nazionali e non), qualora esistenti, interessanti il territorio nel quale si trova il geosito.

SEZIONE M: Indubbiamente lo *STATO DI CONSERVAZIONE* per un geosito riveste una notevole importanza anche in termini di interesse alla valorizzazione ed alla fruibilità stesse del bene, e non solo in termini di conservazione. I geositi infatti, come tutto il patrimonio geologico, sono elementi irripetibili, la cui perdita è definitiva. Una descrizione accurata, se sarà ritenuto opportuno potrà essere fatta nel file allegato.

SEZIONE N: In questa sezione l'operatore avanza o meno una *PROPOSTA DI PROTEZIONE*, suddividendola in necessaria, consigliabile o superflua. Tale proposta scaturisce dal complesso di considerazioni derivanti dalla compilazione della scheda e può essere fatta anche a posteriori (tranne per i casi particolarmente eclatanti) sulla base delle considerazioni globali derivanti dall'interpretazione del censimento.

SEZIONE O: Prevista nell'eventualità di ulteriori commenti o suggerimenti .

SEZIONE P: Non vanno trascurati (qualora esistenti) i **riferimenti bibliografici**. Questi verranno organizzati in un database a parte ed indicizzati al fine di evitare inutili ripetizioni e sovrapposizioni.

3.5 Le iniziative per la valorizzazione del patrimonio geologico in Campania

La regione Campania è ad oggi impegnata, nell'ambito del progetto CAR.G, nell'attività di identificazione, censimento, schedatura e valorizzazione dei geositi campani. La Giunta Regionale infatti, nella seduta del 25.02.2005, ha stabilito, con Delibera n. 250:

- di eseguire l'identificazione, il censimento, la schedatura e gli studi dei geositi e geotopi di maggiore interesse che formano il patrimonio geologico della Regione Campania;
- di realizzare, nell'ambito del Progetto CAR.G, le cartografie degli "itinerari geologico-ambientali" per ambiti territoriali che risultano particolarmente significativi per la conoscenza geologica del territorio della regione Campania;

- di prendere atto che le attività rivestono carattere di pubblico interesse e dovranno essere svolte come attività aggiuntiva, che rientra nel quinto d'obbligo del costo delle convenzioni già in atto con gli Enti di Ricerca ed Università che partecipano alla realizzazione del Progetto CAR.G [...] ¹

3.6 Il Parco Regionale dei Campi Flegrei

In questo paragrafo si vuole esporre brevemente la situazione della pianificazione delle aree naturali protette in una regione come la Campania che, in contrasto con la comune immagine di degrado, abusivismo edilizio e priva di aree verdi, è divenuta la regione con la più alta percentuale di territorio protetto con parchi e riserve. Dopo la pubblicazione della legge quadro 394/1991 sulle aree naturali protette che istituiva, tra l'altro, due parchi nazionali in Campania, il Parco Nazionale del Vesuvio ed Parco Nazionale del Cilento – Vallo di Diano, il Consiglio regionale della Campania deliberò la legge 33/1993 che prevedeva l'istituzione di aree naturali protette regionali.

Il Parco Regionale dei Campi Flegrei è stato istituito con delibera di Giunta Regionale n° 2775/2003, in attuazione della L.R. n° 33/1993.

L'Ente Parco esercita le competenze di gestione, tutela e valorizzazione del territorio flegreo e ha per fine lo sviluppo sostenibile del territorio. Inoltre persegue la tutela istituzionale delle peculiarità naturali, ambientali paesaggistiche e storico-letterarie dei Campi Flegrei, in funzione del loro uso sociale, per il miglioramento delle condizioni di vita delle comunità locali, per la realizzazione di un equilibrato rapporto tra attività economiche ed ecosistema e per la promozione della ricerca scientifica e dell'educazione ambientale.

In particolare, tra gli obiettivi preminenti del Parco Regionale dei Campi Flegrei, vi è *“la conservazione, la tutela e il ripristino delle caratteristiche naturali con particolare riguardo a:*

- *Specie floristiche e faunistiche, associazioni vegetali e zoocenosi, loro habitat, specialmente se rari o di particolare interesse naturalistico;*
- *Habitat e luoghi di sosta per la fauna selvatica, specialmente sui grandi percorsi migratori della stessa;*
- *Biotopi, formazioni geologiche e geomorfologiche di interesse scientifico, didattico e paesaggistico,*

¹ Bollettino Ufficiale della Regione Campania n. 26 del 16 maggio 2005

- *La qualificazione e la promozione delle attività economiche e dell'occupazione locale, anche al fine di un migliore rapporto uomo – ambiente;*
- *La promozione di attività educative, di formazione, di ricerca scientifica, anche di tipo interdisciplinare;*
- *Lo sviluppo e la valorizzazione delle attività culturali, ricreative e turistiche collegate alle funzioni ambientali compatibili con esse”.*

Nel 1997, dopo varie vicissitudini amministrative si è pervenuti alla vigente perimetrazione delle aree Parco con la relativa zonizzazione che ha distinto le aree protette del Parco in relazione alle caratteristiche ambientali e naturali ed alle necessità di gradi di tutela attiva indicandole in:

✓ **Zona A - Area di Riserva INTEGRALE**

In questa zona sono state incluse soltanto quelle parti di territorio in cui non esistono prevalentemente attività antropiche o di tipo produttivo ovvero aree a prevalente connotazione naturalistica. Tali aree sono:

- Nisida - Comune di Napoli;
- Astroni - Comune di Pozzuoli;
- Monte Nuovo - Comune di Pozzuoli;
- Solfatara - Comune di Pozzuoli;
- Punta Penna - Comune di Bacoli;

L'ambiente naturale è tutelato nella sua integrità ecologica ed ambientale con la stretta osservanza dei vincoli già previsti dalle leggi e dalle misure di salvaguardia vigenti.

✓ **Zona B - Area di Riserva GENERALE**

In questa zona sono state incluse quelle parti di territorio in cui sono presenti specifiche caratteristiche ambientali e naturali che hanno necessità di gradi di tutela attiva e, tra esse, sono state individuate le seguenti:

- Coroglio - Comune di Napoli;
- Cratera Senga - Comune di Napoli e Comune di Pozzuoli;
- S.Gennaro, Solfatara, Pisciarelli - Comune di Pozzuoli;
- Campiglione, Monte Barbaro- Comune di Pozzuoli;
- Lago d'Averno, Lago di Lucrino, Monte Grillo, Monte Nuovo - Comune di Pozzuoli;
- Fondi di Baia, Castello di Baia - Comune di Bacoli;
- Lago di Miseno, Capo Miseno - Comune di Bacoli;

- Lago Fusaro, Cuma - Comune di Bacoli;
 - Punta di Torre Fumo, Marina di Vita Fumo, Monte Grillo - Comune di Monte di Procida;
 - Scoglio di S. Martino, Schiano, S. Vincenzo - Comune di Monte di Procida;
- La tutela è esercitata applicando le prescrizioni delle vigenti misure di salvaguardia.

✓ **Zona B - Area di Riserva MARINA**

Le Area di Riserva Marina afferenti al territorio Flegreo, non essendo state oggetto di uno specifico studio atto a definirne la dovuta zonizzazione, sono state inizialmente associate, dalla Regione Campania, alla Zona B. Esse sono individuate e riportate nel testo Pubblicato sul BURC numero speciale del 27 maggio 2004, nelle seguenti:

- Nisida, Cala Badessa, Gaiola - Comune di Napoli
- Golfo di Pozzuoli (Lido Augusto), Golfo di Baia - Comune di Pozzuoli e Comune di Bacoli;
- Castello di Baia, Trippiello - Comune di Bacoli;
- Cento Gamerelle, Punta Pennata - Comune di Bacoli;
- Miseno, capo Miseno, Grotta della Dragonara - Comune di Bacoli;
- Marina di Torre Fumo - Comune di Monte di Procida
- Scoglio di S.Martino, Torre Gaveta - Comune di Monte di Procida

Il Parco Regionale dei Campi Flegrei è tra i pochi che estende le sue azioni di tutela anche a quelle porzioni di aree marine per le quali si impongono azioni volte alla tutela e alla conservazione dell'ecosistema marino, con previsione di attività educative e di ricerca e che non rientrano in quelle già assoggettate ad un regime di Tutela affidata, protempore, alla Soprintendenza ai Beni Archeologici, rappresentate dal Parco sommerso di Baia e dal Parco sommerso della Gaiola .

La realizzazione della perimetrazione dell'area marina del Parco rappresenta un momento essenziale di un progetto di tutela, valorizzazione e salvaguardia.

✓ **Zona C - Area di Riserva CONTROLLATA**

In questa zona sono incluse tutte le altre aree perimetrate del Parco.

Tali aree sono di riqualificazione urbana e ambientale e di promozione e sviluppo economico e sociale. Nella zona "C" valgono le norme degli strumenti urbanistici vigenti, oltre quelle generali di salvaguardia. Gli insediamenti di edilizia minore, rurale, sparsa, dei centri storici devono essere recuperati nel rispetto delle tipologie tradizionali, per la promozione delle attività economiche delle collettività locali in

stretta armonia e coesistenza con le attività del Parco in conformità al disposto della Legge Regionale di attuazione della Legge 179/92.

CAPITOLO 4

I Geositi del Parco Regionale dei Campi Flegrei: la rete GEOCaF

4.1 Introduzione

Come già anticipato brevemente nell'introduzione, l'obiettivo principale del presente lavoro di tesi è quello di avanzare, per alcuni siti presenti all'interno dell'area flegrea, una reale e concreta proposta di geosito, rispettando naturalmente i criteri di valutazione di qualità previsti da ProGEO e adottati dalle più recenti iniziative regionali (vedi paragrafo 3.4)

All'interno del Parco Regionale dei Campi Flegrei è possibile individuare numerose emergenze geologiche caratterizzate da un alto valore scenico paesaggistico al quale si aggiungono rappresentatività, esemplarità didattica, rarità e valore scientifico e che possono quindi essere considerate dei potenziali geositi. I siti scelti sono i seguenti: **Cuma, Monte Nuovo, lago di Averno, Solfatara, Piperno, Monte di Procida, Procida.**

Per ognuno dei siti succitati, è stato ipotizzato almeno un itinerario multidisciplinare costituito da diversi stop.

E' evidente che la scelta di un sito rispetto ad un altro è stata dettata dalla "specialità" del sito stesso e l'obiettivo principale è quello di evidenziarne e valorizzarne soprattutto il significato scientifico, e quindi geologico.

Appare ovvio quindi che i singoli itinerari di ogni geosito sono stati pensati e progettati per accompagnare il visitatore attraverso la storia geologica del sito stesso e per far sì che egli possa toccare con mano i "prodotti" di tale storia.

Per renderne più comprensibile la descrizione, ad ogni geosito è stata allegata una tavola a colori che illustra interamente l'itinerario proposto attraverso le immagini dei vari stop e degli aspetti più caratteristici del geosito (Tavole 1, 2, 3, 4 ,5, 6, 7, in allegato). Per gli stop ritenuti più significativi sono state realizzate delle singole tavole di dettaglio. Il nostro auspicio è che da queste tavole si possano realizzare dei poster e dei pannelli da installare all'inizio di ogni itinerario e presso ogni singolo punto di osservazione.

Occorre precisare che l'intento del presente progetto è quello di rendere i singoli siti visitabili e fruibili da parte non soltanto degli addetti ai lavori (geologi e naturalisti) ma anche e soprattutto dei semplici cittadini, dei turisti e degli studenti di ogni età e

grado. Per questo motivo la descrizione di ogni geosito, e di conseguenza degli itinerari ad esso associati, è stata impostata a differenti livelli di difficoltà, tenendo ben presente le caratteristiche di coloro che lo visiteranno. Non tutti i siti infatti posseggono e presentano aspetti scientifici e storico-culturali adatti a tutte le tipologie di visitatori: la Solfatara ad esempio, con la sua storia intrisa di mito e mistero, i vapori, la fangaia e la fitta macchia mediterranea ricca di numerose specie vegetali e di animali, è un luogo di estremo fascino ed interesse per tutti i tipi di visitatori e soprattutto i più giovani, costituendo un vero e proprio laboratorio a cielo aperto per gli studenti di ogni età, a cominciare dalle scuole elementari.

Lo stesso discorso può essere fatto per il Monte Nuovo, dal 1995 Oasi Naturalistica, che oltre agli aspetti naturalistico-didattici di estremo interesse, affascina i più giovani per la sua forma e per la storia della sua nascita.

Al contrario invece, il geosito Monte di Procida e il geosito Piperno, data la loro specificità prettamente geologica, possono non destare lo stesso interesse in tutti i visitatori, risultando maggiormente comprensibili e di conseguenza fruibili da parte di un pubblico più adulto, di studenti universitari o di appassionati di geologia.

In questo capitolo vengono quindi descritti i singoli geositi, accompagnati dalle tavole illustrative dei singoli itinerari e dalla scheda per il censimento geositi prevista dall'ISPRA (vedi paragrafo 3.4.2)

4.2 Il Geosito Cuma

Il promontorio di Cuma (Fig. 4.1), su cui nel 730 a.C. i colonizzatori dell' Eubea fondarono l'omonima colonia, rappresenta un relitto dell'attività vulcanica antica dei Campi Flegrei (Rittmann et al., 1950): la cronologia dei terreni affioranti copre un intervallo temporale che va dai $42,2 \pm 1,5$ ka (il termine più basso nella sequenza stratigrafica è rappresentato da una cupola lavica di composizione trachitica, presente lavoro) ai 15 ka, considerando il termine più recente rappresentato dalla Formazione del Tufo Giallo Napoletano (Deino et al., 2004).



Fig. 4.1 - Il Monte di Cuma

Per il Geosito di Cuma (Tavola 1, in allegato), sono stati progettati due itinerari differenti (Fig. 4.2): uno principale, a carattere multidisciplinare, che unisce gli aspetti geologico-naturalistici a quelli storico-archeologici e che prevede numerosi stop e punti di osservazione ed un altro, più piccolo (*Sentiero Panoramico*), che è stato ideato allo scopo di offrire al visitatore una panoramica veloce sui depositi vulcanici del Monte di Cuma e godere della sua suggestiva visione ripercorrendo in parte i manufatti antropici dell'ultimo conflitto mondiale.



Fig. 4.2 – L’itinerario del Geosito Cuma

L’itinerario principale è lungo approssimativamente 1,5 Km ed è stato ideato tenendo conto delle viuzze già esistenti all’interno del Parco Archeologico di Cuma, già accessibili al visitatore e di quelle in parte esterne al Parco e parzialmente accessibili. In questo sito si è dovuti ricorrere, inoltre, alla possibilità di realizzare alcuni sentieri di connessione per poter effettuare il giro completo, in senso orario, del Monte di Cuma. Il percorso, che prevede 6 stop, è facilmente praticabile a piedi da tutti e non presenta alcuna particolare difficoltà. Di seguito si riporta il dettaglio della descrizione dei singoli stop, sottolineandone il tipo di pubblico a cui sono più adatti e anche, se esistono, le specifiche difficoltà di raggiungimento. La visita al Geosito di Cuma inizia subito dopo l’attuale ingresso del Parco Archeologico.

4.2.1 Gli stop previsti per il Geosito Cuma

- **Stop 1 – Il Tufo Giallo Napoletano**

Accedendo all’area archeologica di Cuma dall’ingresso dell’Acropoli, si osservano i caratteri della Formazione del Tufo Giallo Napoletano (TGN), che qui si presenta come un deposito litoide di colore giallastro contenente pomici alterate, rari frammenti litici lavici e di Tufo Verde (Fig. 4.3).



Fig. 4.3 - Stop1: Il Tufo Giallo Napoletano come si presenta all'ingresso della Crypta Romana

All'interno di questa formazione in epoca romana furono realizzati l'*Antro della Sibilla* (Fig. 4.4 a), un lungo tunnel a sezione trapezoidale terminante in una grotta a tre nicchie che i Romani credevano fosse sede della Sibilla, e la *Crypta Romana*, tunnel sotterraneo che assicurava la connessione con la città bassa di Cuma (Fig. 4.4 b).



a) b)
Fig. 4.4 - L' Antro della Sibilla (a) e la Crypta Romana (b)

All'interno della Crypta Romana è possibile osservare la facies semicoerente del TGN per secoli utilizzata come aggiunta nella preparazione dei cementi e conosciuta con il termine tecnico di Pozzolana.

Lo Stop 1 è un punto di osservazione molto importante e facilmente fruibile da parte di tutti. Data l'importanza del TGN (che come è noto è testimonianza di una delle eruzioni vulcaniche più importanti dei Campi Flegrei) si ritiene che questo stop possa essere visitato da studenti di tutte le fasce di età: inoltre è possibile visitare sia l'Antro della Sibilla che la Crypta Romana, conferendo alla visita un carattere aggiuntivo di tipo storico-archeologico.

▪ **Stop 2 e 3 – La Formazione dell’Acropoli**

Lungo il settore meridionale del Monte di Cuma è ben visibile la Formazione dell’Acropoli, un deposito piroclastico massivo di colore dal bianco giallastro al bianco grigiastro costituito da pomici vescicolate di dimensioni da centimetriche a decimetriche, a luoghi organizzate in sciami e lenti a cui si associano rari frammenti di litici lavici immersi in una matrice cineritico-sabbiosa (Fig. 4.5). Lo Stop 2 e lo Stop 3 consentono al visitatore di osservare da vicino i prodotti di questa formazione.

Considerato lo specifico aspetto geologico dei due stop e soprattutto la loro non facilissima accessibilità, è consigliabile la visita ad un pubblico di “esperti” (geologi, studenti universitari). Per giungere allo Stop 2 infatti è necessario scendere delle scalette che conducono all’uscita della Crypta Romana e, una volta attraversato il sentiero principale per circa 100 m, si giunge di fronte ad un affioramento che abbiamo identificato come *Punta S* (Fig. 4.5), in base all’orientamento geografico. Per poter osservare da vicino e toccare con mano i prodotti piroclastici affioranti in questo punto bisogna arrampicarsi, non senza difficoltà, su un piccolo versante molto ripido e fittamente ricoperto da vegetazione. Per questo motivo si è pensato di progettare un brevissimo “*Sentiero Nuovo*” che possa raccordarsi al sentiero principale in modo da rendere più accessibile l’accesso all’affioramento. Presso lo Stop 2 si può osservare il contatto tra la Formazione del Monte di Cuma e quella dell’Acropoli: le scorie arrossate del Monte di Cuma, di dimensioni decimetriche, si presentano bandate e allungate mentre i prodotti dell’Acropoli, in discordanza sulle scorie, risultano costituiti da un’alternanza di livelli di pomici e ceneri ricchi di pisoliti. L’intera sequenza è coperta a tetto da detrito di versante contenete grossi blocchi litici appartenenti probabilmente alla Formazione della Breccia di Cuma.



Fig. 4.5 - Stop 2: Contatto tra le scorie arrossate della F. del Monte di Cuma (2) e i prodotti piroclastici di colore bianco dell'Acropoli (3). Alla base della successione si distingue anche il duomo lavico (1)

Proseguendo lungo il sentiero principale che costeggia il versante meridionale del Monte di Cuma si giunge ad un cancello che una volta costituiva l'ingresso secondario al Parco Archeologico di Cuma. Da qui (Stop 3) è possibile intravedere la Formazione della Breccia di Cuma, caratterizzata da una parte basale costituita da un livello lentiforme di scorie saldate (spatter) cui si associano anche pezzi di tufo e di litici lavici, seguita verso l'alto da un deposito composto da litici di varia natura di dimensioni decimetri che (Fig. 4.6).



Fig. 4.6 - Stop 3: Contatto tra la F. del Monte di Cuma (1) e la F. dell'Acropoli (2). A tetto si intravede anche la Breccia di Cuma (3)

Anche in questo caso, così come per lo Stop 2, si è pensato di progettare un “Sentiero Nuovo” che si raccordi a quello principale per accedere facilmente alla parte bassa dell’affioramento. Superato il cancello e proseguendo lungo il sentiero principale per circa 100 m, è possibile avere una visuale panoramica della Punta SW (Fig. 4.7).



Fig. 4.7 - Stop 3: Panoramica della Punta SW

▪ **Stop 4 e 5 – Il Duomo lavico di Cuma**

Lungo l’intero settore nord occidentale del Monte di Cuma, si osserva la Formazione del Duomo lavico di Cuma, costituita da una lava trachitica compatta di colore grigio piombo con evidente fessurazione colonnare.

Superata, lungo il sentiero principale, la Stazione ferroviaria della Circumflegrea ormai chiusa e abbandonata da anni, si giunge ai piedi della cupola lavica di Cuma (Fig. 4.8). Anche in questo caso, così come per i due stop precedenti, sarebbe opportuno realizzare un “Sentiero Nuovo” che consenta di avvicinarsi all’affioramento di lava. Allo stato attuale, infatti, ciò non risulta possibile.



Fig. 4.8 - Stop 4-5: Il Duomo lavico

Dai punti di osservazione scelti per gli Stop 4 e 5 è comunque possibile avere un'ottima visione della lava e , mediante l'utilizzo di un binocolo, che potrebbe anche avere una posizione fissa, dei prodotti piroclastici della Breccia di Cuma e della Formazione del Monte di Cuma.

▪ **Stop 6 – Le strutture alveolari**

L'ultimo stop previsto per il geosito di Cuma prevede l'osservazione di alcune tipiche strutture erosive che interessano la parte sommitale del duomo lavico. L'origine di tale strutture, denominate alveolari o a nido d'ape, è da ricercare in diversi fattori meteorici quali il vento, la salsedine e l'escursione termica che scavano, all'interno della roccia, delle vere e proprie cavità (larghe anche 50 centimetri) con una peculiare forma alveolare (Fig. 4.9).

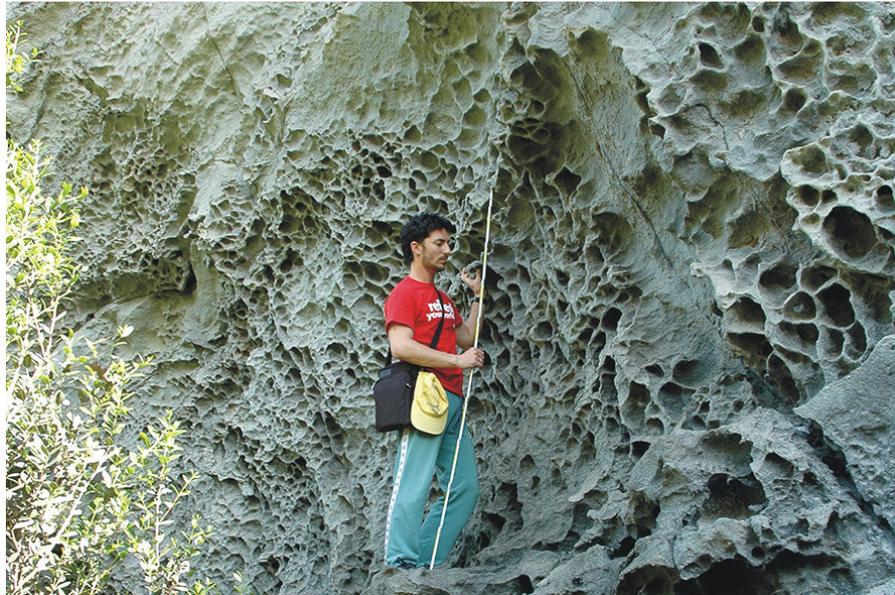


Fig. 4.9 - Stop 6: Le strutture alveolari

4.2.2 Aspetti storico-culturali del Geosito Cuma²

Il promontorio di Cuma è stato frequentato sin dagli inizi del primo millennio e certamente fu sede, tra il IX e l' VIII sec. a.C. (prima età del ferro), di un abitato indigeno della cosiddetta “cultura delle tombe a fossa”, la cui necropoli è stata in parte ritrovata al di sotto della Città Bassa di età greco-romana. Con la fondazione della colonia greca di Kyme il promontorio assume il ruolo di acropoli, cioè di roccaforte e di luogo sacro per eccellenza della polis. Di tale periodo (ultimo quarto dell' VIII-VII sec. a.C.) rimangono in realtà pochissime attestazioni, rappresentate soprattutto da manufatti in ceramica, e nessuna traccia monumentale.

Le prime ricerche nel territorio ebbero luogo nel corso del Seicento in seguito alla ripresa delle coltivazioni nella zona, da tempo malarica; da allora furono raccolte iscrizioni e statue fra le quali occorre ricordare il famoso busto di Giove (il <<Gigante di Palazzo>>), in un primo momento sistemato a Napoli vicino al Palazzo Reale e oggi al Museo Nazionale.

I primi scavi regolari furono condotti dal 1853 al 1857 dal Conte di Siracusa, fratello di Ferdinando II. Dopo l'unità d'Italia continuò il sistema di scavi affidati a privati con la concessione data all'inglese Stevens che portò alla luce una parte delle necropoli, a lungo, peraltro, saccheggiata da clandestini. L'esplorazione dell'acropoli fu oggetto di ricerche parziali iniziate prima della I Guerra Mondiale e continuate fra le due guerre da Gabrici, Spinazzola e Maiuri; dopo l'ultima guerra, gli scavi si sono

² Tratto da Caputo et al., 1996

concentrati nella Città Bassa, dove sono stati esplorati alcuni edifici della città ellenistica e romana.

Lo studio recente di sepolture rinvenute all'inizio del secolo ha permesso di ricostruire, se non un quadro completo, almeno alcuni aspetti della società e dell'economia cumana: alla fine dell' VIII sec. a.C. e all'inizio del VII, vi era una classe aristocratica che conservava le tradizioni funerarie della metropoli (incinerazione e deposizione delle ceneri in un vaso di bronzo), ma con corredi molto più ricchi; questi ultimi erano anche più ricchi di quelli delle necropoli contemporanee, in verità mal conosciute, delle colonie calcidesi di Sicilia. La particolare prosperità di Cuma in quest'epoca è stata attribuita, oltre che allo sfruttamento del territorio (allevamento di cavalli, colture di cereali e vigneti) e alla lavorazione dei metalli, soprattutto agli scambi marittimi favoriti da una posizione geografica eccezionale.

Dopo la decadenza e la fine dell'emporio di Pithecussai (Ischia), l'isolamento di Cuma, a fronte della densità delle poleis calcidesi di Sicilia, colpisce ancora di più. Tuttavia, non dobbiamo trasferire nel passato quella situazione di conflitto con il mondo etrusco che vedremo poi, e immaginare l'avamposto ellenico pericolosamente solo in un ambiente ostile. Ricordiamo che la presenza etrusca o protoetrusca nella zona era anteriore alla fondazione di Cuma e che i Greci avevano scelto di ubicare il loro insediamento in tale contesto: il loro interlocutore naturale era dunque etrusco.

Nel corso del VI sec. a.C., alcuni avvenimenti modificarono profondamente la fisionomia del medio Tirreno: all'inizio del secolo, i Sibariti avevano fondato Poseidonia (la romana Paestum); nel basso Tirreno erano intanto nate le <<sottocolonie>> volute dalle colonie sullo Ionio. Verso la metà del secolo, un gruppo di Focei, che aveva dovuto lasciare la patria (Focea, in Asia minore) dopo l'attacco persiano (545 a.C.), si recò in Corsica, ad Alalia (oggi Aleria), dove, vent'anni prima, alcuni compatrioti avevano fondato una città (va ricordato che, intorno al 600 a.C., gli stessi Focei avevano fondato Marsiglia). La loro attiva presenza nel Tirreno provocò una violenta reazione degli Etruschi e dei Cartaginesi, che li accusarono di atti di pirateria. Vi fu allora un'aspra battaglia navale nelle acque di Alalia, e solo venti delle sessanta navi focee scamparono alla distruzione; i prigionieri degli Etruschi furono lapidati a morte sotto le mura di Agylla (Cerveteri); i superstiti, con l'aiuto dei Reggini fondarono Elea (Velia).

Tali avvenimenti non vanno interpretati come prova di una sistematica ostilità degli Etruschi verso l'elemento greco in genere. Infatti i contatti fra le due culture sono

sempre più evidenti: a Capua era cominciato verso il 600 l'uso delle tegole da tetto; allora appaiono case con basamento in pietrame orientate secondo gli assi stradali; in Campania i santuari presentano ormai una decorazione di terracotta di tipo greco; il tempio dorico di Pompei, ad esempio, di poco posteriore alla fondazione della città, è di tipo greco. L'analisi delle importazioni greche che sono identiche a Cuma e nella parte <<etrusca>> della Campania (Capua, Nola, Suessula, Pompei, Vico Equense, ecc.) porta alle stesse conclusioni: fra le due culture i contatti sono profondi, e l'influenza di Cuma appare preponderante.

Tuttavia, a questo punto, due livelli di contatti vanno distinti: dal punto di vista strettamente culturale, l'irradiazione dei culti di Cuma (Apollo, Hera, Demetra, Dioniso, ecc.), la diffusione dell'alfabeto e il suo ruolo nella distribuzione di oggetti di manifattura greca attestano un processo di influenza che si estende ben al di là del suo territorio (pensiamo ai rapporti culturali fra Cuma e Roma). D'altra parte vi sono precisi contatti territoriali: Cuma cercò presto di consolidare la sua presenza nell'attuale Golfo di Napoli con punti di appoggio lungo la costa. Ed è così che nacquero un porto a Miseno, un insediamento nella zona in cui sorgerà più tardi Puteoli, un altro sulla punta di Pizzofalcone e sull'isolotto di Megaride (l'attuale Castel dell'Ovo) e uno a Capri.

Il rinvenimento a Napoli, sulla collina di Pizzofalcone, di una necropoli greca con sepolture databili fra il VII sec. a.C. e la metà del VI, cioè al momento della piena fioritura di Cuma, conferma l'esistenza di un insediamento che prese il nome di Parthenope, dal nome di una sirena che vi sarebbe stata sepolta. Accanto a problemi aperti e periodicamente discussi (esistenza di una prima Parthenope rodia, distruzione della Parthenope cumana, ecc.), la presenza di questo primo insediamento dimostra la volontà di Cuma di consolidare il controllo del golfo. Allo stesso modo, è senza dubbio per contrapporsi all'espansione etrusca che, nel 531 a.C., i Cumani concessero a un gruppo di Samii, fuggiaschi dalla patria ormai sottomessa alla tirannide di Policrate, l'autorizzazione a insediarsi nel loro territorio, sul sito dell'attuale Pozzuoli: così nacque Dicearchia, la <<città della giustizia>>, ovviamente con l'assenso dei coloni Calcidesi, egemoni del Golfo.

Ciononostante, il declino di Parthenope dopo la metà del VI sec. a.C. coincise con una recrudescenza della pressione etrusca nel Tirreno centrale: nel 524 a.C., gli Etruschi passarono all'offensiva assalendo la stessa Cuma. Vi fu uno scontro nei terreni paludosi che circondavano la città: gli Etruschi furono battuti e Cuma si sentì

abbastanza forte per mandare, nel 505 a.C., un contingente ad Aricia in aiuto alla coalizione latina in lotta contro gli Etruschi.

E' questo un periodo assai complesso: attraverso alcune fonti antiche, soprattutto Dionigi d'Alicarnasso, abbiamo una <<cronaca cumana>> abbastanza precisa per gli avvenimenti della fine del VI e del V sec. a.C.: a partire dalla battaglia del 524 a.C. si era imposta la figura di un curioso personaggio, Aristodemo, che svolgerà un ruolo determinante per più di un quarto di secolo; la sua ascesa cominciò infatti con la vittoria sugli Etruschi, per la quale, si diceva, aveva goduto anche della protezione divina per sé e i suoi cavalieri. Ma, quasi subito dopo, l'aristocrazia che lo affiancava (i cavalieri) si era divisa, e della crisi aveva approfittato il demos; perciò, nella guerra del 505, Aristodemo avrà con sé gli elementi popolari; al ritorno, divenuto tiranno, prenderà misure filodemocratiche. In questo momento si manifestò inoltre una volontà di espansione territoriale e agricola, con opere di canalizzazione e di drenaggio nelle zone paludose, particolarmente a nord della città. Poco dopo l'inizio del V sec., tuttavia, il tiranno fu deposto e ucciso con tutta la sua famiglia.

Appare ormai sempre più chiaramente una diminuzione irreversibile della vitalità di Cuma: per difendersi contro la presenza minacciosa degli Etruschi, la vecchia città deve rivolgersi a Siracusa, che è ormai la grande metropoli dell'Occidente greco.

Pindaro canterà la vittoria di Ierone nelle acque di Cuma (474 a.C.).

Siracusa controllava ormai il Golfo di Napoli e, dopo aver insediato un proprio presidio a Pithecussai, prese l'iniziativa della fondazione di Neapolis, la <<Città Nuova>> affiancata all'antica Parthenope, come la Neapolis creata da Gelone in Siracusa a ridosso della vecchia Ortigia. L'influenza di Siracusa è evidente sia nella pianta che nei culti e nella monetazione della Neapolis campana. Questa soppianderà presto Cuma: dopo la caduta dei Deinomenidi a Siracusa (466 a.C.), Pithecussai è occupata dai Neapolitani; il Golfo subisce allora, come tutto l'Occidente greco, l'influenza preponderante di Atene.

E' anche l'epoca in cui comincia la discesa dalle montagne del Sannio di popolazioni di stirpe sabellica, gli Oschi, che presto premeranno sulle città greche della costa.

Si impadroniscono di Cuma (421 a.C.), poi di Dicearchia, e fanno subire a Neapolis un pesante dominio politico. Diventa così inevitabile il loro scontro con Roma: con quest'ultima si schiera Cuma, che riceve la civitas sine suffragio, cioè la cittadinanza senza diritto di voto. Dopo una lunga resistenza a Napoli del partito filosannitico, la

zona napoletano-flegrea, dall'inizio del III sec. a.C., si troverà, come tutto il resto della Campania, nelle mani dei Romani.

Secondo Diodoro Siculo (XII 76), Cuma aveva avuto a soffrire più di ogni altra città dell'invasione sannitica; sembra però che già nella prima metà del V sec. a.C. essa avesse ripreso, per un certo tempo, la sua funzione di scalo marittimo accanto alla produzione di ceramica (secondo il Trendall, i principali ateliers di ceramica campana a figure rosse sarebbero stati a Cuma, a Capua e ad Avella), ma subisse sempre di più la concorrenza di Neapolis.

Infatti, dopo la metà del III sec., la produzione di ceramica sembra concentrarsi a Napoli che, alla conclusione della guerra sannitica, era uscita dal conflitto come alleata di Roma, con una relativa autonomia.

E' chiaro che, per i secoli posteriori alla conquista sannitica, Cuma non avrà mai più l'importanza che aveva avuto durante il periodo greco, anche se non va esagerata l'immagine di una città rapidamente decaduta e se si deve tener presente che, nel corso della sua storia successiva, vi furono momenti di indiscutibile ripresa.

Ma, paradossalmente, questa Cuma, quella sannitica e soprattutto romana, è meglio conosciuta, dal punto di vista archeologico, della Cuma greca. Dall'epoca sannitica fino alla tarda età imperiale, lo sviluppo urbano si estende verso la zona bassa. Ad esempio, per il periodo sannitico sull'acropoli si procede solo a una risistemazione dei templi e a un rafforzamento delle strutture difensive mentre, nella Città Bassa, sono edificati diversi edifici, in particolare il tempio che diventerà più tardi il Capitolium.

Per l'età romana si notano anche, durante il periodo repubblicano, lavori di sistemazione dei monumenti e delle fortificazioni dell'Acropoli mentre, nella città bassa, si organizza un nuovo abitato con case e strade regolari.

Il tessuto urbano di Cuma si allargò durante tutto il periodo repubblicano nella città bassa e nelle zone suburbane; l'aspetto con cui la città antica si presenta al visitatore moderno risale ai massicci interventi di fine I sec a.C.-I sec. d.C., quando Cuma ebbe un ruolo determinante nelle tormentate vicende che accompagnarono il trapasso dalla Repubblica all'Impero: qui, nel periodo delle guerre civili, ebbe la sua base Ottaviano, il futuro imperatore Augusto.

Importanti lavori erano stati eseguiti circa cinquant'anni prima, in età sillana (intorno all'80 a.C.): allora furono elevati, nel foro, i portici in tufo grigio, fu costruita l'aula absidata all'estremità del foro stesso (in essa va forse riconosciuto il Comitium, dove

si svolgevano le assemblee popolari) e, infine, fu edificato l'Anfiteatro. Al 38-36 a.C. risalgono la Grotta di Cocceio e la Crypta Romana: la prima, forando Monte Grillo, metteva in comunicazione il Portus Iulius (il porto militare voluto da Agrippa nel complesso Averno - Lucrino) con la Città Bassa; la seconda, attraversando in traforo l'Acropoli, lo collegava direttamente al porto di Cuma (?). Le due gallerie costituirono un nuovo asse viario est-ovest, che intersecava la più antica direttrice nord-sud costituita dall'attuale via Vecchia Licola. Essa ricalca la via romana Cumis Capuam che risale certamente all'età repubblicana. Questa strada era anche l'asse principale della viabilità urbana, il decumanus maximus della città, di cui sono stati rinvenuti anche quattro cardines.

Nelle opere a carattere militare di età tardo-repubblicana rientra anche il potenziamento delle fortificazioni del lato occidentale dell'acropoli. In questo periodo, dalla prima metà del I sec. a.C. e per tutto il I sec. d.C., si ebbe anche un notevole sviluppo delle opere pubbliche a destinazione civile.

Sull'Acropoli, la bassa terrazza di nord-est riceve ancora in età repubblicana, una sistemazione monumentale di cui restano tracce imponenti, mentre i due santuari sono oggetto di radicali ristrutturazioni in età augustea, in particolare il tempio di Apollo, la cui nuova sistemazione mostra una volontà di inserimento scenografico dell'Acropoli in rapporto alla Città Bassa. D'altro canto, il basolato della cosiddetta via Sacra, tra i due templi, sembra rispettare più antichi tracciati.

Alla fine del I sec. d.C., al culmine di questa intensissima attività urbanistica, Cuma riceve ulteriori benefici dall'apertura della via Domitiana (95 d.C.) che, staccandosi dall'Appia all'altezza di Sinuessa, proseguiva verso Puteoli; essa si immetteva nella città bassa passando accanto all'area forense e ne usciva attraverso il taglio operato nel banco tufaceo del Monte Grillo, monumentalizzato dalla costruzione dell'Arco Felice.

I primi due secoli dell'Impero segnano la massima estensione del tessuto urbano e suburbano di Cuma: estesi quartieri residenziali occupavano le pendici orientali della collina a sud dell'Acropoli e l'area di Monte Grillo, mentre al di là della linea delle mura, nel suburbio meridionale, sorsero numerose ville; le attività produttive si concentravano nell'area del porto e nella fascia costiera settentrionale.

Nello stesso periodo, però, la funzione commerciale di Cuma è assorbita da Puteoli, come mostra il progressivo abbandono e insabbiamento del suo porto.

In età tardo-imperiale (V-VI sec. d.C.) l'Acropoli pare di nuovo assumere un ruolo difensivo centrale, come indica la fortificazione, con uso di numerosi pezzi di riutilizzo, della bassa terrazza a nord-est del monte.

Certamente già da quest'epoca i templi sull'Acropoli hanno subito una profonda trasformazione divenendo chiese cristiane. Furono rifatte alcune fortificazioni, la <<Torre Bizantina>> all'ingresso, ed innalzati pilastri di sostegno in un tratto della Crypta Romana.

Le chiese continuano ad esistere nel successivo periodo altomedioevale, a dispetto dei molti e profondi rivolgimenti politici che la città vive, soprattutto a seguito delle guerre greco - gotiche (VI sec. d.C.). La ricerca archeologica da una parte ha individuato, sull'Acropoli, numerosi resti di abitazioni altomedievali; dall'altra ha identificato, nei pressi dell'Anfiteatro, un'importante produzione di ceramica <<a bande larghe>> dei sec. V-VII; tutto ciò sembra indicare la presenza di un abitato medioevale sull'Acropoli, addensato sui terrazzi del lato orientale compresi tra le due chiese maggiori, le quali dovevano quindi svolgere anche funzioni parrocchiali.

Al ritorno dell'insediamento urbano sull'Acropoli corrispondono il progressivo abbandono e la ruralizzazione della Città Bassa, di cui è eloquente testimonianza la trasformazione delle Terme del Foro, già ridotte a un rudere, in casa colonica.

Agli inizi del X secolo (915 d.C.) la città è devastata dai Saraceni e da questo periodo l'Acropoli vive un'esistenza stentata come covo di pirati e predoni, sino alla definitiva distruzione operata dall'armata napoletana di Goffredo di Montefusco nel 1207. Alle distruzioni belliche si aggiunse l'impaludamento che rese malsano e impraticabile il territorio, accrescendone però il fascino agli occhi degli umanisti. L'abbandono di Cuma si interrompe solo a partire dal XVII secolo, quando cominciano a insediarsi nell'area diverse masserie che spesso riutilizzano i ruderi antichi; le più recenti bonifiche (Bonifica di Licola) hanno restituito il territorio all'attività umana, plasmando (negativamente) il paesaggio come oggi lo conosciamo.

Numerosissimi sono i resti archeologici che testimoniano il forte valore storico della città di Cuma

▪ **ANTRO DELLA SIBILLA**



Fig. 4.10 - L'Antro della Sibilla

L'Antro della Sibilla (Fig. 4.10) fu uno dei santuari più venerati dell'antichità, scavato, nella parte più antica, dai Greci nel V-IV sec. a.C., mentre l'ambiente terminale dovette essere ampliato e trasformato nella sua forma attuale nel IV-III sec. a.C. L'antro consta di una galleria rettilinea, il *dromos*, di forma trapezoidale e privo dell'ingresso originario. Il lato esterno è scandito da sei grandi fenditure, anch'esse trapezoidali, che immettono luce nella galleria. Sul lato orientale si apre un'altra galleria con tre ambienti rettangolari disposti a croce costituenti altrettante cisterne rifornite da un canale nelle quali si dice la Sibilla si lavasse e poi, indossata una lunga veste, si recasse nella stanza più interna, donde da un alto trono vaticinava.

In fondo alla galleria si apre una camera rettangolare, con copertura a volta più alta della restante parte e con tre grandi nicchie, con un vestibolo posto sul lato sinistro chiuso da una cancellata che immette in una piccola aula divisa in tre celle più piccole: è *l'oikos endotatos*, la stanza oracolare, il luogo dove la Sibilla pronunciava i vaticini.

Nel I sec. dell'Impero il culto ufficiale della Sibilla Cumana cessò e l'antro servì in parte da cimitero per i Cristiani; tuttavia il ricordo dell'antico rito persisteva ancora nel IV sec. d. C. Della frequentazione cristiana restano tracce nelle incisioni rituali osservabili sulle pareti scavate nel tufo.

L'antro ha subito, ovviamente, diverse trasformazioni nel tempo. All'originario dromos del periodo sannita si è aggiunto, in epoca romana, il braccio articolato a tre grandi celle, le cisterne. Queste, dal IV sec. d.C. in poi, furono utilizzate come tombe. I primi

due tratti della galleria, l'uno di m. 17 è a cielo aperto e privo di pareti, al secondo di m. 15 manca la copertura, la rimanente parte del dromos è invece ben conservata. L'antro è stato portato alla luce nel maggio 1932 dall'archeologo Amedeo Maiuri, il quale, dopo sei anni di scavi, giunse alla scoperta del corridoio trapezoidale "alto e solenne come un tempio" descritto da Virgilio nell' Eneide. Prima del maggio 1932 l'antro della Sibilla era stato localizzato per secoli sulla sponda del lago d'Averno, in una grotta molto suggestiva, ancora oggi visitabile.

▪ **CRYPTA ROMANA**



Fig. 4.11 - La Crypta Romana

Destinata a collegare la Città Bassa con la zona del porto, la galleria (Fig. 4.11), costruita in età augustea, attraversava l'Acropoli da ovest a est per una lunghezza di m. 180. Essa si collocava tra le opere di potenziamento militare dell'area flegrea, assicurando, insieme alla cosiddetta Grotta di Cocceio del Monte Grillo, la comunicazione diretta tra il *Portus Julius* e il porto di Cuma, la cui ubicazione non è certa. Il primo tratto, costituito da un corridoio d'ingresso originariamente lungo circa m. 30 (come si può desumere da un piedritto ancora in sito appartenente all'arco occidentale), è coperto da una volta a botte, su cui sono ancora visibili le tracce dell'armatura lignea usata per la messa in opera. Superato questo corridoio si accede a un grande vestibolo a pianta rettangolare, il cui pavimento originario doveva essere ad un livello più alto dell'attuale. La parete a sinistra, in opera *vittata*, presenta quattro grandi nicchie in opera reticolata, destinate a ospitare statue, ma anche funzionali a scaricare il peso della muratura; la parete di destra reca tracce di numerosi restauri. La volta, crollata durante l'assedio di Narsete (VI sec.), si

impostava a una quota superiore rispetto a quella dell'ingresso. Il tratto che collega il vestibolo con la galleria vera e propria è stato consolidato con murature moderne che delimitano due cavità naturali. In prossimità dell'ingresso, sulla volta tufacea, furono scolpiti gli strumenti utilizzati dagli scavatori: piccone, maglio, bipenne e cunei. Da qui il percorso si snoda sotto il Monte di Cuma, piegando poi a gomito verso la città bassa. L'illuminazione della galleria era assicurata da una serie di pozzi aperti nella volta. Nell'ultimo tratto sulla destra, furono ricavate due grosse cisterne con gradinate per la decantazione dell'acqua. In età paleocristiana, lungo le pareti di questo tratto furono ricavate alcune tombe di forma rettangolare e di varie dimensioni. Allo stesso periodo risalgono anche i graffiti di croci semplici e gammate visibili in alcuni punti della roccia, il che fa pensare che la Crypta, al pari dell'Antro della Sibilla, sia stata utilizzata come catacomba. Nel V sec. d.C., quando la Città Bassa fu abbandonata sulla spinta delle pressioni barbariche, la Crypta perse la sua funzione di collegamento. Successivamente, durante la guerra greco - gotica (VI sec. d.C.), il generale Narsete, per espugnare la città, fece scavare una serie di cunicoli nella volta, provocandone il crollo. Da allora la Crypta andò progressivamente a interrarsi fino allo scavo eseguito negli anni 1925 - 31 dall'archeologo Amedeo Maiuri.

Circa 60 metri prima dello sbocco orientale della galleria, sono visibili, ricavate nella roccia tufacea, le **grandi cisterne**, grandi bacini il cui volume è stimabile in circa 2000 m³. In età augustea la costruzione dell'acquedotto del Serino interessò com'è noto, anche l'area flegrea. Di conseguenza anche Cuma dovette esserne alimentata, benché non ci siano finora evidenze archeologiche. Si sa tuttavia che un acquedotto correva parallelo al lato nord della Grotta di Cocceio. È possibile che questa stessa, costruita inizialmente per le sole esigenze militari, abbia risposto poi anche a quelle della popolazione della città, una volta concluse le guerre civili.

▪ IL TEMPIO DI APOLLO



Fig. 4.12 - Il Tempio di Apollo

Il Tempio di Apollo (Fig. 4.12) sorge sulla terrazza inferiore dell'Acropoli di Cuma ed è scenograficamente rivolto ad Est, in direzione della città bassa. Esso fu di certo costruito in epoca greca come dimostra la presenza dello stereobate, lungo 34,6 m e largo 18,3 m, elemento architettonico tipico del tempio greco, ancora oggi visibile. In età Augustea il Tempio, originariamente orientato lungo l'asse nord-sud, subì lo spostamento dell'asse principale in direzione est-ovest e l'aggiunta al centro del lato est di un pronao. E' in questo periodo che il Tempio venne consacrato ad Apollo, come è testimoniato anche da una iscrizione latina ritrovata durante gli scavi eseguiti nel 1912. Nel corso dei secoli il Tempio ha subito profonde trasformazioni che riguardarono soprattutto gli spazi interni: la cella fu divisa in tre navate, nelle mura furono ricavate aperture e furono inseriti pilastri in trachite. All'esterno, sul lato sud, un corpo ottagonale in malta cementizia fu inserito probabilmente per essere utilizzato come fonte battesimale a seguito della trasformazione dell'edificio in Basilica Cristiana nel VII secolo d.C. La terrazza su cui sorge il Tempio è tutto intorno pavimentata da un lastricato di tufo ed è delimitata sulla destra da un parapetto, anch'esso di tufo. Frammenti di pavimentazione in travertino sono ancora visibili in alcuni punti.

▪ IL TEMPIO DI GIOVE



Fig. 4.13 - Il Tempio di Giove

Il maggiore santuario dell'Acropoli (Fig. 4.13), i cui resti furono portati alla luce tra il 1924 e il 1932, è stato a lungo attribuito senza validi motivi a Giove (da cui la definizione corrente di "Tempio di Giove"); sembra tuttavia più probabile che fosse consacrato a Demetra, antica divinità patria dei Cumani, in città particolarmente venerata. Il santuario fu edificato sul punto più alto dell'Acropoli probabilmente verso la fine del VI sec. a.C.; nel corso del tempo fu oggetto di numerosi interventi e trasformazioni, non ricostruibili con precisione, ma che ne rispettarono sempre il primitivo orientamento est-ovest. I resti oggi visibili sono relativi all'età romana e a quella bizantina, quando il tempio fu trasformato in basilica dedicata a S. Massimo martire di cui accolse le reliquie insieme a quelle di S. Giuliana. Il Tempio rimase aperto al culto sino al 1207, anno della distruzione della città.

4.2.3 Aspetti naturalistici del Geosito Cuma

I versanti del Monte di Cuma e alcuni tratti pianeggianti vicini sono ricoperti da un fitto bosco di leccio (*Silva gallinaria*). Questo, in alcuni tratti, presenta anche condizioni che ricordano lo stadio di *climax*, la fase, cioè, in cui la vegetazione raggiunge la condizione finale del suo sviluppo, mantenendosi stabile nel tempo ed in equilibrio con le condizioni dell'ecosistema, a meno che non intervengano variazioni dei fattori ambientali. Il bosco, oltre al leccio, annovera varie specie di *fillirea*. Il sottobosco è fitto e in alcuni tratti ben conservato; le specie più frequenti

sono *l'alaterno, l'asparago, il caprifoglio, la robbia selvatica, il rovo e l'erba stracciabrache*.

In alcuni tratti sono presenti aree allagate, mentre nelle zone più assolate, dove finisce la foresta di leccio e inizia la macchia mediterranea, sono presenti arbusti di *lentisco, mirto, erica, rosmarino, cisto, ginepro*.

Il litorale sabbioso conserva le associazioni vegetali tipiche, anche se ridotte in estensione e spesso sovrapposte; esse sono rappresentate dalle piante di: *ravastrello marino, finocchio di mare, soldanella, eufobia delle spiagge, sparto pungente, giglio delle sabbie, centaurea cenerina, artemisia*, alcune *calcatreppole* e le varie specie di *elicriso* dei litorali tirrenici, piante, quest'ultime, resistenti alle difficili condizioni ambientali delle dune costiere che, nel contempo, in primavera colorano i litorali con i loro delicati fiori rosa e gialli.

Nelle zone allagate vivono alcune specie di anfibi anuri, come *la rana verde, la raganella* ed *il rospo comune*, mentre i rettili annoverano il coloratissimo *ramarro, la comune lucertola campestre, il gecko* e *l'emidattilo*, nonché il *biacco*, piuttosto frequente da incontrare rispetto alla velenosa *vipera*.

Gli uccelli si presentano con una discreta varietà di specie, sia residenti che migratorie.

La presenza dei laghi flegrei, della spiaggia e di una vegetazione dunale piuttosto integra permette la sosta di molte specie migratrici, soprattutto nel periodo primaverile. In marzo, la battigia è frequentata dalle *beccacce di mare*, alla ricerca di invertebrati immersi nella sabbia bagnata, e da vari altri limicoli, quali *piro-piro piccoli, chiurli, gambecchi e piovanelli*. In inverno sono molto frequenti, invece, soprattutto i *gabbiani comuni*, talmente numerosi prima della costruzione dell'impianto di depurazione che la spiaggia assumeva addirittura una colorazione bianco - grigia per la grande quantità di animali che vi si posavano: oggi il fenomeno si è molto ridotto, ma la frequentazione dei gabbiani nel periodo invernale è comunque assidua e consistente.

La macchia mediterranea viene utilizzata per una breve sosta di riposo e recupero di energie dagli uccelli migratori transahariani, mentre è sfruttata tutto l'anno dalle specie residenti tipiche di tale ambiente: *occhiocotto, capinera, cinciallegra, merlo, scricciolo, fringuello, venzellino, verdone, cardellino, civetta*. In inverno si associano gli svernanti: *pettirosso, passera scopaiola, lui piccolo, fiorrancino, luchenino, tordo bottaccio, torcicollo*.

La foresta di leccio annovera anche altre specie come *la cinciarella* e *il rampichino*.

La gazza fa la spola tra le chiome degli alberi e i campi circostanti.

Per i mammiferi sono presenti *volpe*, *donnola* e *faina*, oltre a varie specie di pipistrelli e micromammiferi di cui il *riccio* è il più comune da osservare rispetto agli altri animali menzionati, mentre è estinto il *coniglio selvatico*, la cui presenza era però dovuta probabilmente ad individui lanciati a scopi venatori.



ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

DIPARTIMENTO DIFESA DELLA NATURA
SERVIZIO AREE PROTETTE E PIANIFICAZIONE TERRITORIALE
SETTORE TUTELA DEL PATRIMONIO GEOLOGICO

SCHEDA SPERIMENTALE PER L'INVENTARIO DEI GEOSITI ITALIANI

N.B.: LA SCHEDA COMPILATA DOVRA ESSERE INVIATA VIA E-MAIL ALL'INDIRIZZO:
GEOSITI@APAT.IT, OPPURE SPEDITA TRAMITE FAX AL NUMERO: 06-5007 4406

A – NOME DEL GEOSITO

CUMA

DIVULGABILE

SI NO

IDENTIFICATIVO SCHEDA

COMPILATORE/ENTE (*)	ACQUISIZIONE DATI			
	RILEVAMENTO		BIBLIOGRAFIA	
UNIVERSITA DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II				
RILEVATORE/ENTE (SE DIVERSO DA COMPILATORE)	SI	NO	SI	NO
	DATA SCHEDA			

B – UBICAZIONE

SHAPE FILE

SI NO

COORDINATE (U.T.M)

REGIONE
PROVINCIA
COMUNE
TOPONIMO/LOCALITA

CAMPANIA
NAPOLI
POZZUOLI
CUMA

COORDINATA N.
COORDINATA E.
DATUM

WGS84		ED50	
Fuso32	Fuso3	Fuso3	Fuso33
	3	2	

RIFERIMENTI CARTOGRAFICI

N. FOGLIO: 447131	DENOMINAZIONE: CUMA
447092	POZZUOLI-PARCO AZZURRO
SCALA: 1.5.000	TIPO (C.T.R., I.G.M., I.I.M., ECC.): C.T.P (NAPOLI)

C – INTERESSE SCIENTIFICO (1= PRIMARIO - 2= SECONDARIO)

GEOGRAFIA	
GEOLOGIA MARINA	
STRATIGRAFIA	2
GEOMINERARIA	
GEOMORFOLOGIA	2
GEOLOGIA APPLICATA	

IDROGEOLOGIA	
MINERALOGIA	
PALEONTOLOGIA	
PEDOLOGIA	
GEOLOGIA STRUTTURALE	
PETROGRAFIA	2

VULCANOLOGIA	1
SEDIMENTOLOGIA	
CARSISMO EPIGEO	
CARSISMO IPOGEO	
GEOSTORIA (*)	
ALTRO	

C.1 –INTERESSE CONTESTUALE (1= PRIMARIO - 2= SECONDARIO)

CULTURALE	2
DIDATTICO	2
ESCURSIONISTICO	2
STORICO	1
BOTANICO	
FAUNISTICO	
PAESISTICO	
ARCHEOLOGICO	1
ARCHITETTONICO	
ALTRO	

C.2 – VALUTAZIONE INTERESSE SCIENTIFICO PRIMARIO

RARO (RA)	
RAPPRESENTATIVO (RP)	X
ESEMPLIFICATIVO (ES)	

C.3 – GRADO INTERESSE SCIENTIFICO PRIMARIO

GSSP	
NAZIONALE (N)	
REGIONALE (R)	
LOCALE (L)	X

C.4 – IL GIUDIZIO ESPRESSO IN “C” E:

SOGGETTIVO	X
OGGETTIVO (SPIEGARE)	

D – DESCRIZIONE DEL GEOSITO

Il Monte di Cuma è il relitto di un complesso vulcanico situato sulla costa nord-occidentale dei campi flegrei. e' costituito da 5 unità litologiche: la più antica è una formazione lavica domiforme che rappresenta l'ossatura geologica del monte stesso; le restanti 4 unità sono invece costituite essenzialmente da depositi piroclastici da flusso, la più recente delle quali è il tufo giallo napoletano, disposto in discordanza sul versante orientale. da anni il monte di cuma è sede di un parco archeologico di fama internazionale grazie alla presenza di rovine greco-romane con templi, terme e gallerie, di cui la più famosa è l'Antro della Sibilla.

E – DOCUMENTAZIONE ICONOGRAFICA (1)

SPECIFICARE FONTE/AUTORE:					
TIPO	X	FOTO /DIAPOSITIVA	X	DISEGNO	CODICE AUTORE
		CD/DVD		FILMATO	N° PROGRESSIVO
		SCANSIONE		SITO WEB	

F – ELEMENTI CARATTERIZZANTI DEL GEOSITO

F.1 – LITOLOGIA CARATTERIZZANTE

F.2 – UNITA CRONOSTRATIGRAFICA

F.3 – ETA DEL PROCESSO GENETICO

LAVA TRACHITICA DEPOSITI PIROCLASTICI	QUATERNARIO SUP	
--	-----------------	--

G – TIPOLOGIA

ELEMENTO SINGOLO

INSIEME DI ELEMENTI

G.1 - FORMA

PUNTUALE	<input type="checkbox"/>
LINEARE	<input type="checkbox"/>
AREALE	<input checked="" type="checkbox"/>
PANORAMICO	<input type="checkbox"/>

G.2 - DIMENSIONE

LUNGHEZZA(M/KM)	<input type="checkbox"/>
AREA (M ² /KM ²)	<input type="checkbox"/>
SPESSORE (M)	<input type="checkbox"/>
NON NECESSARIO SE C'E (.SHP)	<input checked="" type="checkbox"/>

G.3 - ESPOSIZIONE

NATURALE	<input checked="" type="checkbox"/>
ARTIFICIALE	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>

H – FRUIZIONE DELL'OGGETTO E/O DELL'AREA

H. 1– POSIZIONE

A - EMERSO	EPIGEO	<input checked="" type="checkbox"/>	IPOGEO	<input type="checkbox"/>
B – EMERSO - SOMMERSO	EPIGEO	<input type="checkbox"/>	IPOGEO	<input type="checkbox"/>
C - SOMMERSO	EPIGEO	<input type="checkbox"/>	IPOGEO	<input type="checkbox"/>
	VISIBILE DA SUPERFICIE	<input type="checkbox"/>	VISIBILE IN IMMERSIONE	<input type="checkbox"/>

H. 2A – ACCESSIBILITÀ'

MOLTO FACILE

FACILE

DIFFICILE

MOLTO DIFFICILE

PER ESPERTI

H. 2B – ACCESSIBILITÀ'

A PIEDI	FACILE	<input type="checkbox"/>
	DIFFICILE	<input type="checkbox"/>
CAVALLO/M ULO	FACILE	<input type="checkbox"/>
	DIFFICILE	<input type="checkbox"/>

IN AUTO	FACILE	<input type="checkbox"/>
	DIFFICILE	<input type="checkbox"/>
VEICOLO FUORISTRAD A	FACILE	<input type="checkbox"/>
	DIFFICILE	<input type="checkbox"/>

IN BARCA	FACILE	<input type="checkbox"/>
	DIFFICILE	<input type="checkbox"/>
ELICOTTERO	FACILE	<input type="checkbox"/>
	DIFFICILE	<input type="checkbox"/>

BICICLETTA/ MOUNTAIN BIKE	FACILE	<input type="checkbox"/>
	DIFFICILE	<input type="checkbox"/>
BATISCAFO	FACILE	<input type="checkbox"/>
	DIFFICILE	<input type="checkbox"/>

H.3 – ALTRI CARATTERI SALIENTI

SITO VISIBILE DA LONTANO	SI	NO	STAGIONE CONSIGLIATA	I	P	E	A
NOTE:							

I –SUOLO E FONDALE

I.1 – USO DEL SUOLO

I.2 – TIPO DI FONDALE

BOSCHIVO		LIMO	
COLTIVATO		SABBIA	
TERRAZZATO		GHIAIA	
INCOLTO	X	BLOCCHI SPARSI	
ROCCIA AFFIORANTE	X	ROCCIA AFFIORANTE	
ROCCIA O DETRITO A NUDO		PRATERIE A FANEROGAME	
VEGETATO		MISTO	
URBANIZZATO		ALTRO	
URBANIZZATO CON INFRASTRUTTURE			
PRATIVO			

L. - VINCOLI TERRITORIALI INSISTENTI SULL'AREA

L.1 – IL SITO RIENTRA IN UN'AREA PROTETTA?

Si No

DEFINIZIONE (3)	
PARCHI NAZIONALI	
RISERVE NATURALI STATALI	
PARCHI NATURALI REGIONALI	X
RISERVE NATURALI REGIONALI	
ZUI (4)	
ZPS (5)	
ZSC/SIC (6)	
ALTRE AREE PROTETTE (7)	X
AREE DI REPERIMENTO	

L.2 – ALTRI TIPI DI VINCOLO TERRITORIALE

VINCOLO PAESISTICO-AMBIENTALE	X
VINCOLO AI SENSI D. LGS 431/85 (8)	X
VINCOLO PALEONTOLOGICO (9)	
VINCOLO D.LGS 42 /2004 (10)	X
.....	

(3) Secondo Legge quadro aree protette 394/91

(4) ZONE UMIDE DI IMPORTANZA INTERNAZIONALE (CONV. RAMSAR)

(5) ZONE DI PROTEZIONE SPECIALE DIRETTIVA 79/409/CEE

(6) ZONE SPECIALI DI CONSERVAZIONE - SITI DI INTERESSE COMUNITARIO DIRETTIVA HABITAT 92/43/CEE

(7) (OASI, BIOTOP, MONUMENTI NATURALI, AREE MARINE PROTETTE, PARCHI ARCHEOLOGICI STORICI, PARCHI URBANI, SUBURBANI, AREE ATTREZZATE, ECC)

(8) D. LGS. 431/1985 (LEGGE GALASSO)

(9) D.L. 29 OTTOBRE 1999, N. 490

(10) D. LGS. 42/2004 (CODICE URBANI)

M – STATO DI CONSERVAZIONE

BUONO	<input checked="" type="checkbox"/>
DISCRETO	<input type="checkbox"/>
PESSIMO	<input type="checkbox"/>
SCOMPARSO	<input type="checkbox"/>

M.1 – RISCHIO DI DEGRADO

NATURALE ANTROPICO

ELEVATO		
MEDIO		X
INESISTENTE		

M.2 – DESCRIZIONE RISCHIO DI DEGRADO

Alcune aree circostanti il Parco Archeologico non sono salvaguardate.
Sulla costa è presente il Collettore Fognario di Napoli-Ovest

N – PROPOSTA DI PROTEZIONE E/O DI ISTITUZIONE DI AREA A TUTELA SPECIFICA:

NECESSARIA CONSIGLIABILE SUPERFLUA GIÀ IN ATTO

O – EVENTUALI COMMENTI E NOTAZIONI AGGIUNTIVE

Considerato il notevole valore storico del sito sarebbe interessante, dopo un'accurata messa in sicurezza dell'area, rendere fruibili alcune gallerie e cunicoli militari costruiti prima del secondo conflitto mondiale.

P – RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICO DOCUMENTALI

Caputo et al., (1996) – Cuma e il suo Parco Archeologico. Bardi Editore
Di Girolamo et al., (1984) – Vulcanologia e petrologia dei Campi Flegrei. Boll. Soc. Geol. It., 103: 349-413
Orsi et al., (1996) - The restless, resurgent Campi Flegrei nested caldera (Italy): constraints on its evolution and configuration. J. Volcanol. Geotherm. Res., 74: 179-214.
Rittmann et al., (1950) – Rilievo Geologico dei Campi Flegrei. Boll. Soc. Geol. It., 69: 211-264.
Rolandi et al., (2003) - Tectonic controls on the genesis of ignimbrites from the Campanian Volcanic Zone, southern Italy. Mineralogy and Petrology, 79: 3-31.
Rosi & Sbrana (1987) – Phlegraean Fields. CNR Quaderni della Ricerca Scientifica 114, 9: 175 pp.
Zambonini (1925) – Fenomeni di erosione nella trachite fonolitica di Cuma. Ann. R. Oss. S. III, Vol. II, Napoli: 127-135.

4.3 Il Geosito Monte Nuovo



Fig. 4.14 - Il Monte Nuovo

Il Monte Nuovo (Fig. 4.14), collocato ad ovest dell'abitato di Pozzuoli, è testimonianza dell'unica eruzione storica dei Campi Flegrei, avvenuta dal 29 settembre al 6 ottobre del 1538, che modificò notevolmente la paleogeografia dell'area: il mare interno di Averno, infatti, divenne l'attuale omonimo lago ed il villaggio termale di Tripergole fu letteralmente sepolto dai prodotti piroclastici di questa eruzione. Durante l'ultima fase dell'eruzione, verificatesi il 6 ottobre 1538, ventiquattro persone persero la vita nel tentativo di scalare il nuovo monte.

L'itinerario proposto per il Geosito Monte Nuovo (Tavola 2, in allegato) consente di ricostruire, attraverso 6 stop, la storia eruttiva del vulcano: il percorso si snoda sui versanti dell'edificio vulcanico attraversando la fitta vegetazione della macchia mediterranea e consentendo quindi anche l'osservazione di numerose specie vegetali (Fig. 89)



Fig. 4.15 - L'itinerario del Geosito Monte Nuovo

4.3.1 Gli Stop previsti per il Geosito Monte Nuovo

▪ **Stop 1 – Le scorie fluite**

Il primo stop del nostro itinerario si trova lungo via Ascanio a poco più di 150 - 200 m dall'ingresso dell'Oasi Naturalistica del Monte Nuovo. Già all'ingresso però è possibile osservare un deposito di scorie nere intervallato da un livello cineritico di spessore di 3-5 cm che costeggia l'intera via. Queste scorie rappresentano l'Unità 3 della Formazione del Monte Nuovo, costituita prevalentemente da due sub unità di scorie fluite e isorientate di dimensioni massime 70 cm, in evidente discordanza sui prodotti dell'unità 1B.



Fig. 4.16 - Stop 1: Le scorie fluitate

In figura 4.16 si può notare come questo deposito di scorie dello spessore massimo di 25 m, si assottigli a becco di flauto sul deposito dell' Unità 1b, riducendosi a zero nello spazio di poche decine di metri.

L'Unità 1b sottostante, che costituisce gran parte dell'edificio vulcanico, è rappresentata da una matrice poco grossolana tendente al pozzolanico in cui sono immerse un basso numero di grosse pomice e scorie. Lo spessore associato a questa unità è intorno ai 70 m (Lirer et al., 1987).

▪ **Stop 2 – Il banco di scorie**

Nel raggiungere il secondo stop ci si imbatte, lungo la strada che dall'ingresso dell'Oasi porta al cratere, in altri depositi scoriacei di dimensioni centimetriche associati all'Unità 2. Le scorie si presentano a spigoli vivi sottoforma di livelli sciolti di dimensioni max. di 30 cm: in alcuni punti però, come nell'affioramento osservabile in figura 4.17, il deposito passa a digitazioni di scorie di dimensioni centimetriche immerse in una matrice di sabbia grossolana. L'affioramento presenta uno spessore intorno ai 14 m, che crea in parte un alto morfologico all'orlo di cratere meridionale. Il banco di scorie assume diverse colorazioni dal basso verso l'alto, prima nero intenso, poi bianco ed infine marrone.



Fig. 4.17 - Stop 2: Banco di scorie sull'orlo meridionale del cratere

▪ **Stop 3 – Il cratere**

Lungo la strada che dallo stop 2 ci conduce allo stop 3, rappresentato dal cratere del vulcano posto a quota 134 m sul versante SE (Fig. 4.18), si ha la possibilità di camminare tra i prodotti dell'Unità 2 e seguire i termini relativi ai depositi di scorie a spigoli vivi (Fig. 4.19).

Dallo stop 3 è osservabile l'intero cratere insieme ad una serie di frane da scivolamento che contornano le pendici del cono, causate dalle forti pendenze e dal materiale poco coerente che costituisce l'Unità 1b. Inoltre si può godere di un magnifico panorama ed è possibile riconoscere l'orlo craterico dell'Archiaverno che costeggia il Monte della Ginestra a SW, il Monte Grillo ad W, il fondo della Schiana a N. Guardando verso SW è possibile avere una visione completa e panoramica del Terrazzo marino della Starza, che si innalza dalla zona dell'Olivetti e muore alla base del Monte Gauro.



Fig. 4.18 - Stop 3: Il cratere di Monte Nuovo

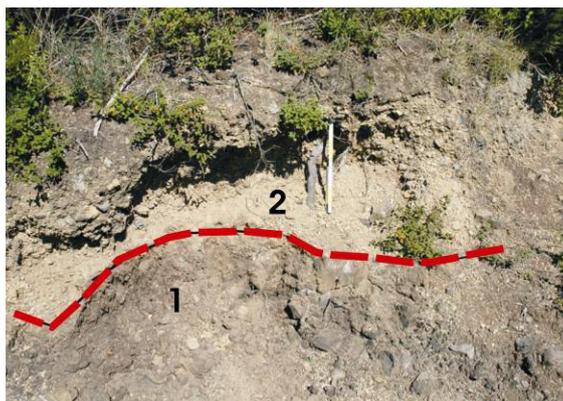


Fig. 4.19 - Livello di scorie a spigoli vivi (1) sottostante ad un livello cineritico grossolano (2).

▪ **Stop 4 – Le pisoliti**

Presso lo Stop 4 c'è la possibilità di osservare ancora l' Unità 1b, in particolare modo un livello di pomice da flusso arrotondate contenente *pisoliti* di poco più di 1cm di diametro. Le *pisoliti*, o lapilli accrezionali, sono aggregati sferoidali di cenere e particelle con dimensioni variabili da 3-4 mm fino a più di 10 cm che si formano quando la miscela eruttiva è ricca di vapore acqueo per cui attorno ad un elemento centrale (un granello di cenere ad esempio) le varie particelle di cenere vulcanica, per attrazione elettrostatica o in virtù delle forze capillari che si instaurano sulla superficie, si aggregano formando via via delle concrezioni concentriche. I depositi piroclastici ricchi di pisoliti possono indicare un'eruzione

di tipo freatomagmatico, avvenuta cioè per interazione del magma con acqua esterna.



Fig. 4.20 - Stop 4: Le pisoliti

▪ **Stop 5 – La base del vulcano**

Gli affioramenti dei prodotti che formano la base dell'edificio vulcanico, e che costituiscono il nostro stop 6, possono essere osservati soltanto poiché essi affiorano lungo i tagli verticali realizzati per la costruzione della galleria nuova che da Pozzuoli conduce a Lucrino. Ciononostante si possono comunque cogliere immediatamente le differenze tra il deposito piroclastico basale dell'Unità 1 e il deposito soprastante costituito da scorie nere con spessore intorno ad 1 m associabile all'Unità 2 (Fig. 4.21).

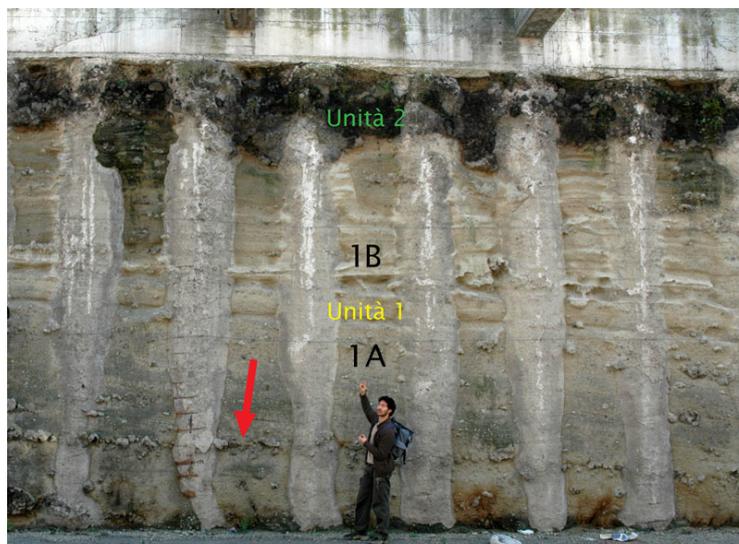


Fig. 4.21 - Stop 5: La base del vulcano

Dalla figura 4.21 è possibile osservare come l' Unità 1, che costituisce gran parte dell' affioramento, si presenti come un deposito massivo costituito da pomici e scorie poco vescicolate sub-arrotondate di dimensioni massime intorno ai 40-50 cm immerse in una matrice sabbiosa ampiamente compatta e grossolana. All'interno di tale matrice si possono seguire una serie di lineazioni continue costituite da scorie grossolane particolarmente abbondanti indicate in figura dalla freccia rossa. L'intera parete ha uno spessore di circa 10 m.

▪ **Stop 6 – I canali erosionali**

Dopo aver attraversato l'intera pineta che costeggia il versante est alla base del Monte Nuovo si ritorna al punto di partenza, ovvero all'ingresso dell'Oasi Naturalistica. Qui c'è ancora uno punto di osservazione su cui vale la pena soffermarsi: lo stop 7 infatti ci permette di osservare il flusso di scorie appartenente all'Unità 2 che poggia sul deposito piroclastico dell'Unità 1b (Fig. 4.22).



Fig. 4.22 - Stop 7: I canali erosionali

La particolarità del deposito è che le scorie da flusso hanno formato sui prodotti sottostanti delle vere e proprie strutture erosionali: i canali si presentano riempiti da una prima fascia di pomici arrotondate dovuta alla trazione esercitata dal flusso di scorie sul flusso piroclastico.

4.3.2 Aspetti storico-culturali del Geosito Monte Nuovo

L'area compresa tra il lago d'Averno, il lago Lucrino, Toiano ed Arco Felice, oggi prevalentemente occupata dal vulcano Monte Nuovo, ha svolto nell'antichità e nel Medioevo un importante ruolo militare e termale nella storia dei Campi Flegrei. Inoltre, per effetto del bradisismo che ha condizionato la vita del villaggio di Tripergole, totalmente sepolto con la nota eruzione del 1538, essa conserva tuttora chiari segni dell'alternò movimento del suolo nella vasta zona archeologica sommersa del *Portus Julius* (Fig. 4.23).

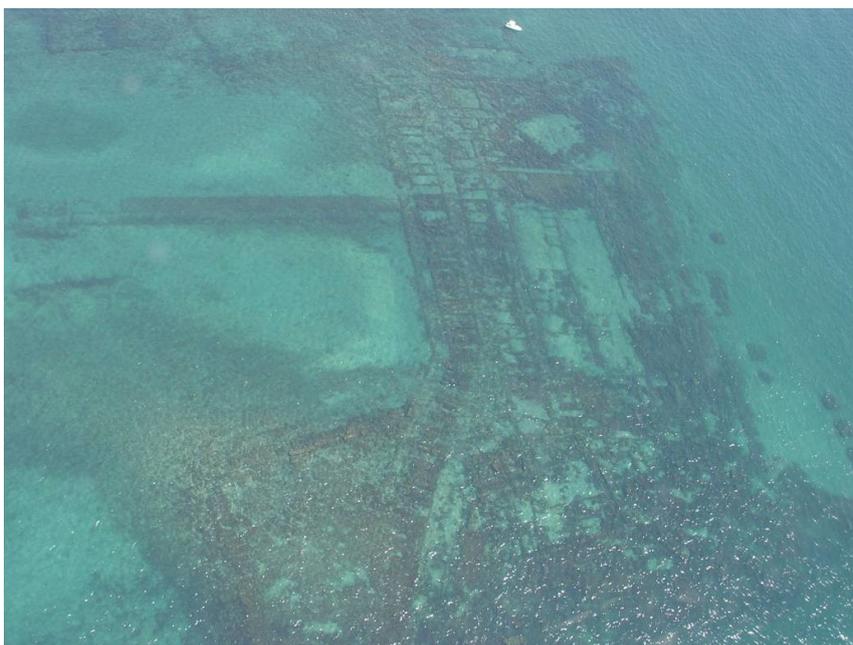


Fig. 4.23 – Il *Portus Julius*

Il villaggio di Tripergole sorgeva, sin dal XIII secolo, sulla collina di Tritoli, nei pressi del lago d'Averno. Già il toponimo, "tre pergole", tre stanze (frigidarium, tepidarium e calidarium) denota la vocazione e l'economia prevalentemente termale dell'abitato. Con gli Angioini e gli Aragonesi, la località visse un'età splendida: la corte si trasferiva spesso, per riposo o per svago, nel castello con la famosissima "canetteria" (allevamento di cani) e la regia cavallerizza, voluta nel 1464 dal re Ferdinando I d'Aragona.

Gradualmente, il territorio si sviluppò secondo la sua naturale vocazione termale: furono realizzate adeguate strutture sanitarie e ricettive, una farmacia "Speziària" e tre osterie. Secondo alcuni, il toponimo potrebbe derivare anche

dalla presenza di queste ultime in quanto esse, certamente, svolgevano anche la funzione di locande, destinate, ovviamente, ai frequentatori benestanti.

Se si considera che anche la collina di Tritoli, dove oggi sorgono le "stufi di Nerone", rientrava nell'ambito del termalismo tripergolese, ben diciotto terme erano pienamente funzionanti nel Medioevo, ognuna con una specifica proprietà terapeutica: Bagno di Cicerone o del Prato, Bagno di Tripergole, Bagno dell'Arco, Bagno di Ranieri, Bagno di San Nicola, Bagno della Scrofa, Bagno di Santa Lucia, Bagno di Santa Maria, Bagno della Santa Croce, Bagno del Succellario, Bagno del Ferro, Bagno della Grotta Palombara o della Sibilla, Bagno di Silviana, Bagno di Tritoli, Bagno di San Giorgio, Bagno del Pugillo, Sudatorio di Tritoli e Bagno del Petrolio. A queste terme vanno aggiunte quelle della vicina Baia. Carlo II d'Angiò, detto "lo zoppo", per venire incontro alle esigenze dei forestieri e degli infermi meno abbienti, che si recavano a Tripergole per le cure balneo-termali, decretò, con provvedimento del 5 settembre 1298, la fondazione di un ospedale, con la prevalente funzione di *xenodochio* (ospizio per stranieri). E' probabile che il re ampliò in forme più decorose una struttura più modesta, già esistente, forse, in età sveva. Infatti, la presenza dello *xenodochio* è già documentata nel 1277, quando era amministrato dal napoletano Gregorio Coppola. L'opera fu completata, in ogni sua parte, alla fine del 1307, ma qualche reparto dell'ospedale incominciò a funzionare alcuni anni prima.

Fra gli architetti che presero parte alla costruzione è annoverato Mastro Gallardo o Gagliardo Primario, noto per aver partecipato all'edificazione della Chiesa di Santa Chiara a Napoli e per la sua collaborazione con lo scultore senese Tino di Camaino. Per la costruzione del complesso di Tripergole, che poteva contenere fino a 120 posti letto, il re concesse 700 onces d'oro. Lo *xenodochio* di Tripergole divenne tanto noto che in esso si celebrava, con grande partecipazione di popolo, la festa della Pentecoste e, in tale occasione, si svolgeva anche la tradizionale sagra delle ciliegie, con suoni, canti e danze. Con la famosa eruzione che portò alla formazione del Monte Nuovo (29-30 settembre 1538), l'intero villaggio di Tripergole scomparve sotto una montagna di scorie e ceneri vulcaniche, sconvolgendo la fisionomia e l'orografia dei

luoghi. I segni premonitori dell'eruzione, già avvertiti alcuni decenni prima, con terremoti e sollevamento del suolo, divennero più intensi e frequenti e causarono lo spopolamento del villaggio di Tripergole; infatti, i cronisti non registrano vittime durante la catastrofe. Soltanto durante l'ultima fase dell'eruzione, verificatesi il 6 ottobre 1538, ventiquattro persone persero la vita nel tentativo di scalare il nuovo monte.

Pertanto, oggi è impossibile localizzare con una certa precisione il sito dell'antico villaggio di Tripergole; approssimativamente, esso sorgeva nell'attuale area compresa tra Arco Felice, Lucrino e Toiano, sulle pendici meridionali e sul pianoro dell'allora esistente Monticello del Pericolo. Dopo il terrificante evento, la zona dove sorgeva Tripergole dovette languire in un lungo, totale e giustificato periodo di abbandono, anche perchè scomparvero la maggior parte delle sorgenti termali. Soltanto nel 1668 si registrò un tentativo di rilancio del termalismo puteolano e tripergolese. Il viceré don Pedro Antonio d'Aragona affidò ad una commissione di medici, guidata da Sebastiano Bartolo, l'incarico di ritrovare le antiche sorgenti termali da Coroglio a Miseno. Lungo le pendici meridionali del Monte Nuovo furono portate alla luce diverse polle, attribuite senza alcun riscontro topografico ai complessi termali di Tripergole, che non furono adeguatamente sfruttate.

4.3.3 Aspetti naturalistici del Geosito Monte Nuovo

Il Monte Nuovo è diventato Oasi Naturalistica nel 1995 grazie ad un progetto integrato, e fortemente voluto, tra il Liceo scientifico E. Majorana di Pozzuoli (NA) e il Comune di Pozzuoli. L'idea di costituire un'oasi naturale a Monte Nuovo è nata dalla voglia di voler affrontare, in modo concreto, l'emergenza ambientale nei Campi Flegrei. Un'area protetta come quella Monte Nuovo infatti, si configura come un sforzo per riconoscere l'eccezionale importanza naturalistica e paesaggistica della zona, per preservare le sue riserve geologiche, botaniche e zoologiche, fornendo però, contemporaneamente, opportunità educative, scientifiche e turistiche, senza trascurare l'utilità che essa può rappresentare per tutta la collettività che vive nei dintorni.

Il territorio flegreo presenta un clima di tipo mediterraneo, con estati calde e secche ed inverni piovosi. Data la peculiare morfologia della zona, caratterizzata da numerosi crateri, vi regna un elevato tasso di umidità relativa, che attenua parzialmente la siccità estiva e permette escursioni termiche molto contenute. Per quanto riguarda il substrato, l'origine vulcanica del suolo gli conferisce un chimismo prevalentemente acido, per cui le specie vegetali presenti in zona sono, essenzialmente, acidofile. Osservando il paesaggio vegetale lungo le pendici del cratere, percorrendo anche le tappe della sua evoluzione attraverso le fonti bibliografiche, si notano le modificazioni che la vegetazione di Monte Nuovo ha subito nel corso del tempo; ad una formazione steppica, tipica di ambienti aridi, la Disa, caratterizzata da graminacee quali l'Hiparrhenia e la Tagliamani, visibile sul versante meridionale più caldo e assolato, segue la Gariga, costituita da arbusti bassi, talora aromatici, come l'Elicriso e la Ginestra (*Calicotome villosa*), collocata nelle zone più aride e degradate. Alla Gariga subentra poi, prima una Macchia bassa distribuita sui versanti occidentale e meridionale con specie sempreverdi, a foglie dure e lucenti, fra cui il Mirto, il Lentisco, le Filliree, il Cisto l'Erica, mentre, sul versante settentrionale più umido e fresco, è presente una Macchia alta, costituita in prevalenza da Lecci e Corbezzoli. La parte interna del cratere esposta a nord, è infine occupata da una densa lecceta con esemplari di Leccio, Roverella, Frassino con un fitto sottobosco di Edera. Tale tipo di vegetazione cessa di colpo nel fondo del cratere, colonizzato da specie più igrofile, le Canne insieme ad un felceto.

Sul versante meridionale del vulcano è possibile rinvenire alcune fumarole, ormai per la maggior parte poco attive, dove la presenza di quantità di vapore acqueo e temperature intorno ai 70 gradi, hanno permesso lo sviluppo di specie macroterme come alcuni tipi di muschi e felci e di un Cipero, tipico di "zone umide". L'uomo, da parte sua, ha tentato in parte di riprendere dalle falde del cono quelle superfici seppellite dall'eruzione e con un lavoro assiduo ha prima piantato la selva di castagno sui pendii settentrionali ed in seguito, con opere di terrazzamento ancora visibili, vi ha coltivato la vigna. Tale lavoro di piantagione è andato col tempo aumentando per cui l'originaria vegetazione a macchia è

stata prima inquinata dalle piante "antropocore", per poi essere sostituita dalla pineta, costituita in prevalenza da Pini domestici (*Pinus pinea*), piantata intorno al 1930 soprattutto sul versante meridionale. In questi ultimi decenni, gli incendi, alcune malattie parassitarie e l'inquinamento umano hanno compromesso lo stato della pineta che via via tende a diradarsi favorendo di nuovo lo sviluppo dell'originaria macchia mediterranea.



ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

DIPARTIMENTO DIFESA DELLA NATURA
SERVIZIO AREE PROTETTE E PIANIFICAZIONE TERRITORIALE
SETTORE TUTELA DEL PATRIMONIO GEOLOGICO

SCHEDA SPERIMENTALE PER L'INVENTARIO DEI GEOSITI ITALIANI

N.B.: LA SCHEDA COMPILATA DOVRA ESSERE INVIATA VIA E-MAIL ALL'INDIRIZZO:
GEOSITI@APAT.IT, OPPURE SPEDITA TRAMITE FAX AL NUMERO: 06-5007 4406

A – NOME DEL GEOSITO

GEOSITO MONTE NUOVO

DIVULGABILE

SI **NO**

IDENTIFICATIVO SCHEDA

COMPILATORE/ENTE (*)	ACQUISIZIONE DATI			
UNIVERSITA DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II	RILEVAMENTO		BIBLIOGRAFIA	
RILEVATORE/ENTE (SE DIVERSO DA COMPILATORE)	SI	NO	SI	NO
	DATA SCHEDA			

B – UBICAZIONE

SHAPE FILE

SI **NO**

COORDINATE (U.T.M)

REGIONE
PROVINCIA
COMUNE
TOPONIMO/LOCALITA

CAMPANIA
NAPOLI
POZZUOLI
MONTE NUOVO

COORDINATA N.
COORDINATA E.
DATUM

WGS84		ED50	
Fuso32	Fuso3	Fuso3	Fuso33
	3	2	

RIFERIMENTI CARTOGRAFICI

N. FOGLIO: 447144	DENOMINAZIONE: POZZUOLI-ARCO FELICE
SCALA: 1.5.000	TIPO (C.T.R., I.G.M., I.I.M., ECC.): C.T.P (NAPOLI)

C – INTERESSE SCIENTIFICO (1= PRIMARIO - 2= SECONDARIO)

GEOGRAFIA	
GEOLOGIA MARINA	
STRATIGRAFIA	
GEOMINERARIA	
GEOMORFOLOGIA	
GEOLOGIA APPLICATA	

IDROGEOLOGIA	
MINERALOGIA	
PALEONTOLOGIA	
PEDOLOGIA	
GEOLOGIA STRUTTURALE	
PETROGRAFIA	

VULCANOLOGIA	1
SEDIMENTOLOGIA	
CARSISMO EPIGEO	
CARSISMO IPOGEO	
GEOSTORIA (*)	
ALTRO	2

C.1 –INTERESSE CONTESTUALE (1= PRIMARIO - 2= SECONDARIO)

CULTURALE	2
DIDATTICO	2
ESCURSIONISTICO	1
STORICO	2
BOTANICO	
FAUNISTICO	
PAESISTICO	
ARCHEOLOGICO	
ARCHITETTONICO	
ALTRO	

C.2 – VALUTAZIONE INTERESSE SCIENTIFICO PRIMARIO

RARO (RA)	
RAPPRESENTATIVO (RP)	
ESEMPLIFICATIVO (ES)	X

C.3 – GRADO INTERESSE SCIENTIFICO PRIMARIO

GSSP	
NAZIONALE (N)	
REGIONALE (R)	X
LOCALE (L)	

C.4 – IL GIUDIZIO ESPRESSO IN “C” E:

SOGGETTIVO	X
OGGETTIVO (SPIEGARE)	

D – DESCRIZIONE DEL GEOSITO

Il cono del Monte Nuovo si è formato per la deposizione di materiali eruttati nel corso di 8 giorni (29 Settembre-6 Ottobre 1538). Il diametro di base è circa 1Km, l'altezza massima è raggiunta sull'orlo orientale (135 metri) mentre a sud l'orlo è ribassato a 85 metri per la presenza di una depressione radiale del cono. La quota del fondo di cratere è circa 15 metri s.l.m. Sul versante meridionale sono ancora attive alcune fumarole che raggiungono la temperatura massima di circa 70°. Il Monte Nuovo può essere considerato un piccolo polmone verde nell'abitato di Pozzuoli :il suo interesse è da ricercare nella ricchezza vegetativa estremamente varia e nelle caratteristiche geologiche particolarmente visibili anche agli occhi dei meno esperti.

E – DOCUMENTAZIONE ICONOGRAFICA (1)

SPECIFICARE FONTE/AUTORE:						
TIPO	X	FOTO /DIAPOSITIVA	X	DISEGNO	CODICE AUTORE	
		CD/DVD		FILMATO	N° PROGRESSIVO	
		SCANSIONE		SITO WEB		

F – ELEMENTI CARATTERIZZANTI DEL GEOSITO

F.1 – LITOLOGIA CARATTERIZZANTE

F.2 – UNITA CRONOSTRATIGRAFICA

F.3 – ETA DEL PROCESSO GENETICO

DEPOSITI PIROCLASTICI	OLOCENE	
-----------------------	---------	--

G – TIPOLOGIA

ELEMENTO SINGOLO

INSIEME DI ELEMENTI

G.1 - FORMA

PUNTUALE	<input type="checkbox"/>
LINEARE	<input type="checkbox"/>
AREALE	<input checked="" type="checkbox"/>
PANORAMICO	<input type="checkbox"/>

G.2 - DIMENSIONE

LUNGHEZZA(M/KM)	<input type="checkbox"/>
AREA (M ² /KM ²)	<input type="checkbox"/>
SPESSORE (M)	<input type="checkbox"/>
NON NECESSARIO SE C'E (.SHP)	<input checked="" type="checkbox"/>

G.3 - ESPOSIZIONE

NATURALE	<input checked="" type="checkbox"/>
ARTIFICIALE	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>

H – FRUIZIONE DELL'OGGETTO E/O DELL'AREA

H.1 – POSIZIONE

A - EMERSO	EPIGEO	<input checked="" type="checkbox"/>	IPOGEO	<input type="checkbox"/>
B – EMERSO - SOMMERSO	EPIGEO	<input type="checkbox"/>	IPOGEO	<input type="checkbox"/>
C - SOMMERSO	EPIGEO	<input type="checkbox"/>	IPOGEO	<input type="checkbox"/>
	VISIBILE DA SUPERFICIE	<input type="checkbox"/>	VISIBILE IN IMMERSIONE	<input type="checkbox"/>

H. 2A – ACCESSIBILITÀ'

MOLTO FACILE

FACILE

DIFFICILE

MOLTO DIFFICILE

PER ESPERTI

H. 2B – ACCESSIBILITÀ'

A PIEDI	FACILE	<input type="checkbox"/>
	DIFFICILE	<input type="checkbox"/>
CAVALLO/MULO	FACILE	<input type="checkbox"/>
	DIFFICILE	<input type="checkbox"/>

IN AUTO	FACILE	<input type="checkbox"/>
	DIFFICILE	<input type="checkbox"/>
VEICOLO FUORISTRADA	FACILE	<input type="checkbox"/>
	DIFFICILE	<input type="checkbox"/>

IN BARCA	FACILE	<input type="checkbox"/>
	DIFFICILE	<input type="checkbox"/>
ELICOTTERO	FACILE	<input type="checkbox"/>
	DIFFICILE	<input type="checkbox"/>

BICICLETTA/MOUNTAIN BIKE	FACILE	<input type="checkbox"/>
	DIFFICILE	<input type="checkbox"/>
BATISCAFO	FACILE	<input type="checkbox"/>
	DIFFICILE	<input type="checkbox"/>

H.3 – ALTRI CARATTERI SALIENTI

SITO VISIBILE DA LONTANO	SI	NO	STAGIONE CONSIGLIATA	I	P	E	A
NOTE:							

I – SUOLO E FONDALE

I.1 – USO DEL SUOLO

I.2 – TIPO DI FONDALE

BOSCHIVO		LIMO	
COLTIVATO	X	SABBIA	
TERRAZZATO	X	GHIAIA	
INCOLTO	X	BLOCCHI SPARSI	
ROCCIA AFFIORANTE	X	ROCCIA AFFIORANTE	
ROCCIA O DETRITO A NUDO		PRATERIE A FANEROGAME	
VEGETATO		MISTO	
URBANIZZATO		ALTRO	
URBANIZZATO CON INFRASTRUTTURE			
PRATIVO			

L. - VINCOLI TERRITORIALI INSISTENTI SULL'AREA

L.1 – IL SITO RIENTRA IN UN'AREA PROTETTA?

SI NO

DEFINIZIONE (3)	
PARCHI NAZIONALI	
RISERVE NATURALI STATALI	
PARCHI NATURALI REGIONALI	X
RISERVE NATURALI REGIONALI	
ZUI (4)	
ZPS (5)	
ZSC/SIC (6)	
ALTRE AREE PROTETTE (7)	X
AREE DI REPERIMENTO	

L.2 – ALTRI TIPI DI VINCOLO TERRITORIALE

VINCOLO PAESISTICO-AMBIENTALE	X
VINCOLO AI SENSI D. LGS 431/85 (8)	X
VINCOLO PALEONTOLOGICO (9)	
VINCOLO D.LGS 42 /2004 (10)	X
.....	

(3) Secondo Legge quadro aree protette 394/91

(4) ZONE UMIDE DI IMPORTANZA INTERNAZIONALE (CONV. RAMSAR)

(5) ZONE DI PROTEZIONE SPECIALE DIRETTIVA 79/409/CEE

(6) ZONE SPECIALI DI CONSERVAZIONE - SITI DI INTERESSE COMUNITARIO DIRETTIVA HABITAT 92/43/CEE

(7) (OASI, BIOTOP, MONUMENTI NATURALI, AREE MARINE PROTETTE, PARCHI ARCHEOLOGICI STORICI, PARCHI URBANI, SUBURBANI, AREE ATTREZZATE, ECC)

(8) D. LGS. 431/1985 (LEGGE GALASSO)

(9) D.L. 29 OTTOBRE 1999, N. 490

(10) D. LGS. 42/2004 (CODICE URBANI)

M – STATO DI CONSERVAZIONE

BUONO	<input checked="" type="checkbox"/>
DISCRETO	<input type="checkbox"/>
PESSIMO	<input type="checkbox"/>
SCOMPARSO	<input type="checkbox"/>

M.1 – RISCHIO DI DEGRADO

NATURALE ANTROPICO

ELEVATO		
MEDIO	X	
INESISTENTE		X

M.2 – DESCRIZIONE RISCHIO DI DEGRADO

Il rischio di degrado e' rappresenatto da piccole frane da scorrimento che si innescano all'interno delle piroclastiti incoerenti sui versanti interni del cratere.

N – PROPOSTA DI PROTEZIONE E/O DI ISTITUZIONE DI AREA A TUTELA SPECIFICA:

NECESSARIA

CONSIGLIABILE

SUPERFLUA

GIÀ IN ATTO

O – EVENTUALI COMMENTI E NOTAZIONI AGGIUNTIVE

Considerato il notevole valore storico del sito sarebbe interessante, dopo un'accurata messa in sicurezza dell'area, rendere fruibili alcune gallerie e cunicoli militari costruiti prima del secondo conflitto mondiale.

P – RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICO DOCUMENTALI

Di Vito et al., (1987) – *The Monte Nuovo eruption (Campi Flegrei, Italy)*. Bull. Volc., **49: 608-615.**

Lirer et al., (1987) - *L'eruzione del Monte Nuovo (1538) nei Campi Flegrei* - Boll. Soc. Geol. It., **106: 447-460**

Parascandola A., (1946) - *Il Monte Nuovo ed il Lago Lucrino, Napoli* - Natural Society Bulletin., **60, 31 pp.**

4.4 Il Geosito lago di Averno



Fig. 4.24 - Il lago di Averno

Il lago di Averno (Fig. 4.24), attualmente inserito nel naturale anfiteatro di tufo giallo dell'Archiaverno, rappresenta un esempio di lago vulcanico unico nei Campi Flegrei. Prima dell'eruzione di Monte Nuovo (1538) lo specchio d'acqua era in comunicazione con quello del vicino lago Lucrino; quest'ultimo era più esteso e separato dal mare da una sottile striscia di terra. Durante l'epoca romana l'Averno era un "mare interno" dove la flotta risiedeva protetta dai venti: sotto il dominio di Agrippa, infatti, esso rappresentava una parte del *Portus Julius*, un vasto complesso i cui resti attualmente giacciono a debole profondità sul fondo del mare prospiciente la costa fra Pozzuoli e Punta Epitaffio. L'itinerario proposto per il Geosito lago di Averno (Tavola 3, in allegato) offre non solo la possibilità di costeggiare l'intero lago e quindi di passeggiare tra le specie della macchia mediterranea ma anche quella di visitare i resti archeologici di antichi monumenti di epoca greco-romana: il Tempio di Apollo lungo la costa SE del lago, la grotta della Sibilla a Sud e il viadotto di Cocceio a NW. L'itinerario (Fig. 4.25) si snoda anche all'esterno del lago e prevede un discreto numero di stop molto interessanti dal punto di vista geologico e didattico in quanto offre la possibilità di osservare da vicino le diverse caratteristiche litologiche dei prodotti attribuibili all'eruzione dell'Averno e di quelli sottostanti.



Fig. 4.25 – L' itinerario del Geosito lago di Averno

4.4.1 Gli Stop previsti per il Geosito Averno

- **Stop 1 – Il Monte Rosso**

Il primo stop del nostro itinerario, in località Monte Rosso, ha un significato prettamente geologico-didattico. La particolarità dell'affioramento qui esposto (Fig. 4.26) è che esso consente, in soli 9 m di spessore, si osservare l'intera sequenza dei prodotti dell'Averno, anche se purtroppo il deposito non si presenta nelle migliori condizioni poiché i prodotti sono poco coerenti e facilmente erodibili. Alla base della sequenza è possibile individuare il paleosuolo datato 3700 anni - Alessio et al. (1971) che a sua volta poggia sulle ceneri attribuite ai Fondi di Baia - Di Vito et al. (1988).



Fig. 4.26 - Stop 1: Il Monte Rosso

I prodotti attribuibili all'Averno, poggiati sul palesuolo succitato, presentano le seguenti caratteristiche: l' Averno 1 risulta costituito da una sequenza di livelli da pomice a spigoli vivi di spessore circa 1 m che scompaiono al di sotto della strada dopo pochi metri. I prodotti dell'Averno 2, in sequenza stratigrafica sui primi, sono facilmente distinguibili poiché le caratteristiche e il ritmo della messa in posto dei prodotti sono completamente diversi rispetto alla deposizione iniziale da caduta. Le pomice, infatti, nell'Averno 2 si presentano nella maggior parte dei casi ben arrotondate e sono alternate ad accenni di laminazione ad andamento sub parallelo con livelli predominanti a granulometria fine.

In questo stop studenti universitari o appassionati di geologia possono osservare bene le caratteristiche diverse che mostrano i prodotti piroclastici da caduta e quelli la cui deposizione è connessa a un meccanismo da corrente piroclastica.

▪ **Stop 2 – Il Tufo dell'Archiaverno**

Lo stop 2 offre ai visitatori la possibilità di osservare e seguire il contatto tra i prodotti attribuibili all'eruzione dell'Averno ed il tufo giallo dell'Archiaverno (Fig 4.27), all'interno del quale il lago è naturalmente inserito.

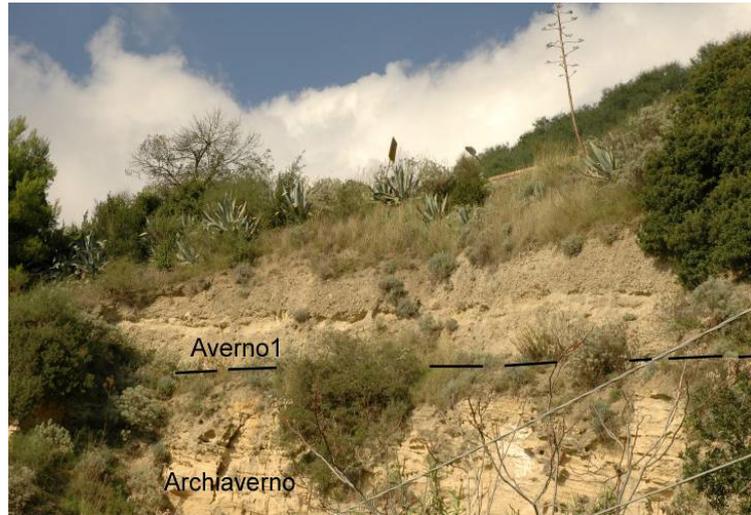
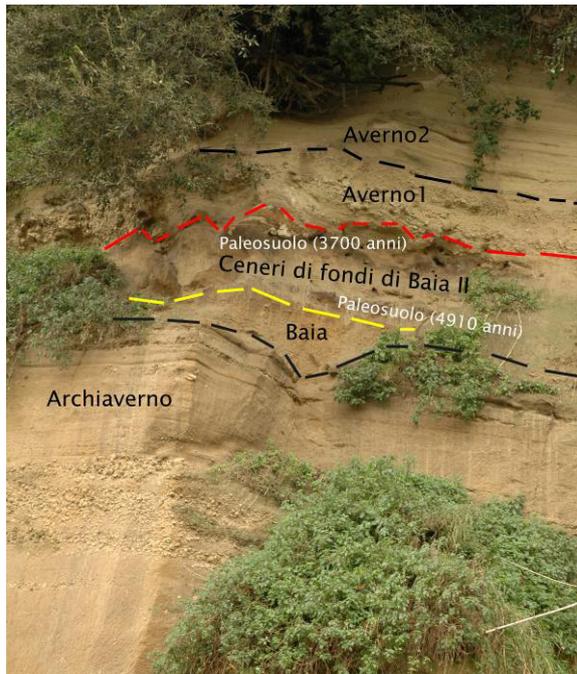


Fig. 4.27 - Stop 2: Contatto tra i prodotti dell'Averno e il Tufo giallo dell'Archiaverno

L'Archiaverno è un tuff ring risalente a circa 10.700 anni (Di Vito et al., 1999) che si estende dal Monte della Ginestra (S), zona Monte Grillo (W), Arco Felice Vecchio, piana della Schiana (NW) e termina con il Monte Rosso (N).

▪ **Stop 3 – La Sciarrera**

Lo stop 3, nei pressi del ristorante Sciarrera, è un punto di osservazione molto interessante dal punto di vista geologico poiché consente di osservare un'intera sequenza stratigrafica (Fig. 4.28 a,b) costituita, dal basso verso l'alto, dal tufo giallo massivo dell'Archiaverno (10,7 ka) con alcune lenti di pomici vescicolate di dimensioni decimetriche, la parte alta della Formazione di Baia (8,8 ka) spesso poche decine di cm, un paleosuolo (4,910 ka. – Alessio et al., 1971), le ceneri di Fondi di Baia, un secondo paleosuolo (3,7 ka – Alessio et al., 1971) e, infine, i prodotti di Averno 1 e 2.



a)
Fig. 4.28 - Stop 3: La Sciarrera



b)

E' opportuno sottolineare però che presso questo stop i prodotti dell'Averno 1 si presentano relativamente diversi rispetto a quelli osservati negli altri affioramenti: in questo caso, infatti, si evince un aumento della frazione litica all'interno dei livelli pomicei dovuta probabilmente alla migrazione progressiva del vent verso il settore nord.

▪ **Stop 4 – Lo Scalandrone**

Presso lo stop 4, situato in località Scalandrone, è ben esposto il contatto tra i prodotti delle due unità della Formazione dell'Averno: Averno 1 e Averno 2. L'affioramento presenta un spessore di oltre 5 m di depositi di Averno 1 e 2 poggianti su un paleosuolo di 15 cm (3.700 anni, Alessio et al., 1971) che a sua volta poggia sulle ceneri di Fondi di Baia (Di Vito et al., 1988) per uno spessore di quasi 3 m (Fig. 4.29). L'Averno 1 è caratterizzato da circa 2 m di livelli di pomici a spigoli vivi intercalati a livelli di ceneri massive in cui si possono trovare immersi prodotti balistici, in particolar modo frammenti di tufo giallo dell'Archiaverno con dimensioni massime intorno ai 15 cm. In linea d'area l'affioramento dista dall'orlo di cratere sud circa 700 m, motivo per il quale i frammenti litici e tufacei sono particolarmente grandi, infatti le dimensioni massime sono intorno ai 15-20 cm rispetto ai 7-8 cm osservabili in località la Schiana (Monte Rosso).



Fig. 4.29 - Stop 4: Lo Scalandrone

L'Averno 2, invece, si presenta con uno spessore di 3 m e rappresenta la parte alta del restante affioramento; al suo interno è possibile ritrovare prodotti balistici anche in questo caso particolarmente grandi (10-15 cm).

Questo stop appare molto didattico proprio per introdurre il ruolo dei balistici.

▪ **Stop 5 – Cava dell'Amministratore**

Lo stop 5, in località cava dell'Amministratore, offre ai visitatori un affioramento (Fig. 4.30) in cui i prodotti dell'Averno presentano le loro caratteristiche più salienti: tale affioramento rappresenta la parte più alta di una serie di depositi piroclastici cavati in zona Epitaffio a partire già dagli inizi del '900 fino agli anni 60.

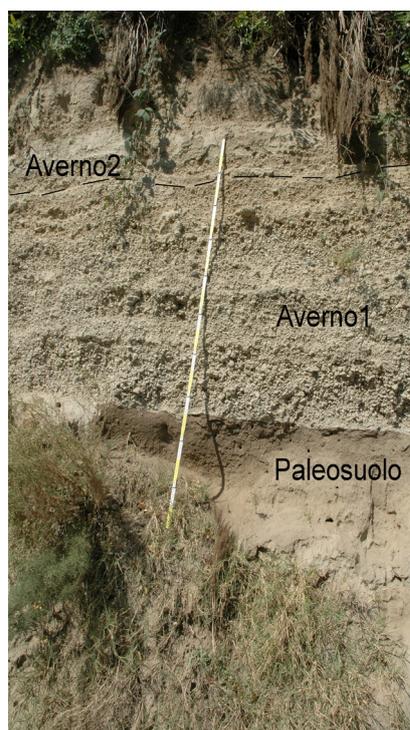


Fig. 4.30 – Stop 5: La Cava dell'Amministratore. Contatto tra le pomice a spigoli vivi dell'Averno 1 e il paleosuolo.

L'Averno 1, che si poggia con contatto netto sul paleosuolo (3,7 ka, Alessio et al., 1971), si presenta per uno spessore di circa 1,50 m nella sua facies più tipica rappresentata da pomice bianche a spigoli vivi. Segue a tetto l'Averno 2 che risulta essere circa 1m di spessore rispetto ai 9 m di Monte Rosso, indice della messa in posto dei prodotti da flusso nel settore S - SW.

▪ **Stop 6 – Mofete**

Lo stop 6 è situato in località Mofete sulla parte alta dei prodotti del cratere di Baia (Fig. 4.31). Al di sopra dei prodotti di Baia (8,8 ka) si possono osservare in rapida successione le ceneri di Fondi di Baia (Di Vito et al., 1988) con uno spessore nettamente inferiore rispetto agli affioramenti esaminati negli altri stop, probabilmente perché su questo alto morfologico l'erosione è stata maggiormente accentuata.

Al di sopra delle ceneri dei Fondi di Baia si osserva il noto paleosuolo (3,7 ka, Alessio et al., 1971) sottostante però questa volta non all'Averno 1, bensì all'Averno 2. Le ceneri di Averno 2 si presentano con uno spessore di circa 60 cm e ricche di livelli pisolitici. E' ipotizzabile che il flusso piroclastico sia riuscito con la sua energia a depositarsi fin qui a 2 km di distanza dal centro del vent in una facies più diluita, lasciando indietro la parte più grossolana.

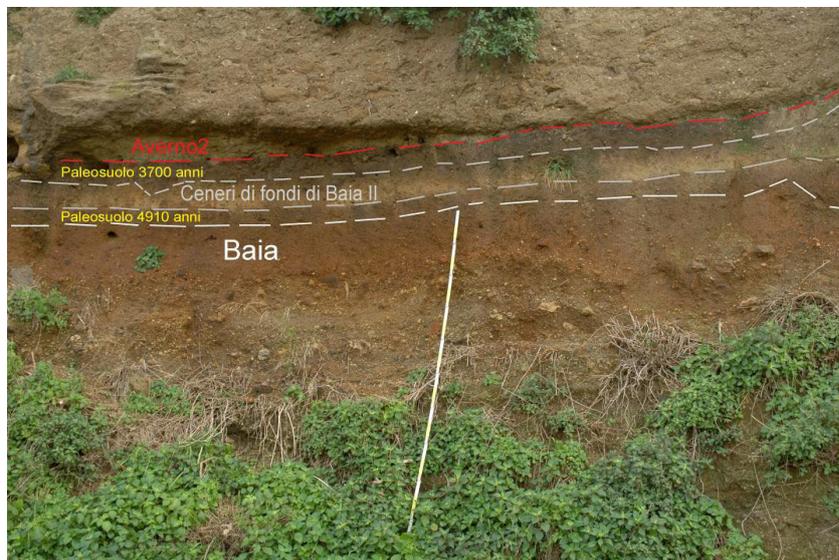


Fig. 4.31 - Stop 6: Mofete. Affioramento Baia dei Cesari (località Mofete).

4.4.2 Aspetti storico-culturali del Geosito lago di Averno

Gli aspetti storici e culturali che caratterizzano questo luogo sono davvero molteplici. E' noto dalla storia che il lago d'Averno, circondato da una folta vegetazione, per il suo aspetto cupo e misterioso era considerato dagli antichi l'ingresso agli Inferi

(Eneide di Virgilio, VI libro), luogo consacrato alle divinità infernali e meta di religiosi pellegrinaggi. L'aspetto dell'Averno appariva ancora più lugubre a causa delle esalazioni mefitiche provenienti dalle numerose fumarole che non favorivano il passaggio degli uccelli da cui appunto il toponimo Averno = *aornos*, ovvero località senza uccelli. Inoltre, la presenza di caverne scavate nel tufo e nella compatta pozzolana ha alimentato le leggende intorno ai Cimmeri, mitica popolazione che, per la paura del sole, viveva negli antri dai quali usciva solo di notte (Omero – Odissea, VI libro).

La particolare e strategica posizione geografica del lago d'Averno convinse il generale Marco Vipsanio Agrippa a trasformarlo in un attrezzato arsenale e sicuro approdo, il *Portus Julius*, nel contesto degli apprestamenti militari, realizzati durante la guerra civile tra Ottaviano e Sesto Pompeo nel 37 a.C.. Questo intervento, pur sollevando aspre polemiche poiché profanò un luogo sacro, ebbe breve vita; appena dopo la conquista del potere da parte di Ottaviano, infatti, e con la promulgazione della *Pax romana*, il lago riacquistò il suo carattere sacrale. Soltanto il grande specchio d'acqua del lago Lucrino, che precedeva il lago d'Averno, separato dal golfo puteolano da una poderosa diga sulla quale correva la *via Herculanea*, continuò la sua funzione di approdo commerciale di supporto alle grandiose strutture portuali di Puteoli.

Il lago Lucrino, delimitato artificialmente dalla predetta via Herculanea certamente preesistente alle opere portuali di Agrippa, è ricordato per la cospicua coltivazione di molluschi bivalvi, realizzata da Sergio Orata (Lucrino = *lucrum*, guadagno). La valle di Toiano, chiusa a settentrione dalla sella che collega il Monte Sant'Angelo e il Monte Barbaro, in età augustea ospitava il *predio* (villa rustica, podere) di Marcio Filippo, patrigno di Ottaviano, futuro Imperatore il quale al rientro dall'Oriente, ivi sostò, per ereditarne le proprietà. Nelle vicinanze, forse nei pressi di Arco Felice, è documentata la grande villa di Cicerone, da lui appellata *Puteolanum*, nota anche per la presenza di una miracolosa sorgente termale, molto frequentata nel Medioevo.

La rinomanza di cui godette l'intera zona nell'antichità è dovuta anche all'esistenza di copiose sorgenti termali, le cui acque curavano ogni tipo di malattia. Testimonianza di questa attività balneare sono le numerose strutture architettoniche esistenti lungo le pendici della collina di Tritoli, note tuttora come Stufe di Nerone, e la grandiosa sala circolare ai margini del lago d'Averno, conosciuta come Tempio di

Apollo (Fig. ...). Dalla fine del V secolo d.C., il movimento bradisismico discendente determinò l'avanzata del mare e la sommersione delle opere portuali e termali.

4.4.3 Le cavità sotterranee dell'Averno

Il motivo determinante dell'alta concentrazione di gallerie nei Campi Flegrei è da ricercarsi nella natura geologica delle colline, costituite prevalentemente da tufo giallo, adatto al taglio e a cave in gallerie. La loro realizzazione aveva però un motivo alla cui base c'era l'importanza strategica che la zona rivestiva in quel periodo, ultimi decenni del I sec. a.C., in occasione del conflitto navale tra Ottaviano e Sesto Pompeo (allora padrone della Sicilia). Il viadotto di Cocceio, un lungo tunnel scavato nel tufo dell'Archiaverno che collegava il lago di Averno alla città di Cuma, faceva quindi parte di un più vasto progetto ovvero quello del *Portus Julius*. Le fonti storiche-letterarie concordano nell'attribuire la scelta del sito ad Agrippa che nel 37 a.C., dopo la disfatta del 38 a.C durante il suo consolato, lo trasformò in un nuovo e sicuro porto militare dove poter allestire tranquillamente la flotta e addestrare gli equipaggi. Furono così realizzati il taglio dell'istmo costiero del Lucrino, del tratto di terra tra questo e l'Averno, furono disboscati i fianchi selvosi dell'Averno per ricavarne legname utile per costruire le navi e vennero realizzati due canali navigabili e imponenti gallerie per rapidi collegamenti. Strabone cita l'architetto e ingegnere L. Cocceio Aucto quale progettista delle gallerie tra l'Averno e Cuma e della *Crypta Neapolitana* tra Napoli e Pozzuoli, ma la gran parte degli studiosi lo ritiene anche ideatore, per motivi di tipo progettuale, di quelle tra l'Averno e il Lucrino e tra il Lucrino e Baia, così come geniale ideatore dell'intero progetto del *Portus Julius*. Effettivamente queste opere sembrano tutte rispondere ad un attento e previdente progetto unitario, realizzato da una sola mente e in un'unica soluzione di tempo.

Dei due bacini l'Averno, più profondo, sarà stato utilizzato come porto vero e proprio, come testimonia Strabone, mentre il Lucrino, più vasto e circondato da ville preesistenti sulle colline, oltre che da impianti per ostricoltura, dovette costituire l'avamposto per costruire e ancorare parte delle navi, le cui esercitazioni avvenivano nel Golfo di Pozzuoli. Il complesso dei due bacini, reso intercomunicante per via di terra dalla Grotta della Sibilla e per via d'acqua dal canale tra i due laghi, era collegato a Baia dalla citata Galleria dello Scalandrone, a Pozzuoli dalla *via Herculanea* e a Cuma dalla Grotta di Cocceio, allineata allo stesso canale d'ingresso del *Portus Julius*. In particolare, il collegamento con Cuma proseguiva con la *Crypta*

Romana, che univa la città bassa con la concavità a sud-est dell'Acropoli, area in cui recenti sondaggi geoarcheologici, eseguiti in occasione dei Progetti Kyme I e II (1994/1997, 1999/2002), hanno dimostrato che in età antica non esisteva qui il porto finora ipotizzato.

Data la particolare conformazione dell'area flegrea, per la quale le città di Pozzuoli e Cuma sono separate e nascoste l'una dall'altra dallo spartiacque naturale costituito dalla penisola flegrea, terminante all'estremità col promontorio di Miseno, le gallerie militari avevano innanzitutto lo scopo di facilitare il trasporto di materiali nei cantieri allestiti, disimpegnare gli equipaggi ma anche di scoraggiare o impedire eventuali tentativi di blocchi o incursioni da parte di Sesto Pompeo, dal momento che questi poteva essere attaccato a sorpresa dal lato del Portus Iulius o da quello del porto di Cuma, ubicato nel Lago di Licola. Alla luce di questi nuovi dati, diverso significato assumerebbe il ruolo della Crypta Romana, la cui realizzazione si potrebbe ritenere opera assurda e priva di finalità in mancanza di un porto sul quale farla uscire, ove invece non si considerasse, per esempio, lo scopo di asservirla all'area di accuartieramento dei soldati e addetti alle costruzioni delle navi a Cuma. Quest'area era ipoteticamente installata proprio nella concavità a sud dell'Acropoli, in ogni caso fuori delle mura urbane, lì dove finora si credeva fosse il porto cumano; del resto, gli equipaggi che venissero da questa zona, attraversando la Crypta, o che provenissero dalla Grotta di Cocceio (attraversando la città, ma non il Foro, lasciato indisturbato, ma senza neanche turbare le attività della vita civile di Cuma) potevano a questo punto raggiungere l'area portuale di Licola, uscendo direttamente dalla porta nord della città, per lo stesso percorso da cui nel 95 d.C. entrerà la Via Domitiana. Sotto questa prospettiva assumerebbe diverso ruolo anche lo stesso Antro della Sibilla, galleria preromana realizzata a scopo militare, le cui modifiche, con la realizzazione del sistema di riserve idriche della fase romana tardo repubblicana, si spiegherebbero non con la necessità di rifornire d'acqua il porto, ivi mai esistito, bensì con quella di approvvigionare d'acqua gli equipaggi e gli addetti alla costruzione delle navi, accuartierati a valle del monumento.

▪ **GROTTA DELLA SIBILLA**

La grotta della Sibilla (Fig. 4.32) fu ideata per scopi militari e faceva parte del vasto complesso di opere realizzate dai Romani per la costruzione del *Portus Iulius*. La grotta metteva in comunicazione le strutture dell' Averno con quelle del Lucrino, creando sotto il Monte delle Ginestre un vero e proprio percorso per il rapido

spostamento delle truppe. La struttura sfruttava in parte le cavità preesistenti ed è costituita da una lunga galleria di circa 200m caratterizzata da una copertura a botte su di un'ampiezza di base di 4 m. Lungo le pareti si trovano piccole nicchie che erano destinate ad ospitare le lucerne per l'illuminazione della grotta che, a differenza della grotta di Cocceio, è priva di pozzi per la luce. Nella parte finale della grotta si rinvenivano alcune sale poste a quota inferiore rispetto al piano di calpestio, probabilmente sfruttate per l'uso termale.



Fig. 4.32 - La grotta della Sibilla

▪ **VIADOTTO DI COCCEIO**³

Il viadotto di Cocceio (Fig. 4.33a) è una galleria stradale lunga 920 m, compresi i tratti oggi crollati ma coperti in origine dalla volta del tunnel.

La galleria, interamente scavata nel tufo giallo dell'Archiaverno, parte da quota 1,3 m s.l.m. all'estremo dell'Averno e arriva a quota 42 m all'estremo di Cuma, superando un dislivello di 41,3 m, con piano in rilievo verso ovest secondo una pendenza media di 50 (corrispondente al 2%). Tale pendenza serviva a facilitare il drenaggio delle acque meteoriche provenienti dai pozzi di luce per convogliarle così verso l'Averno.

Il percorso rettilineo della galleria fu reso possibile perché il tracciato ricadeva in area extraurbana, analogamente a quelli della Grotta della Sibilla, della Crypta Neapolitana e della Grotta di Seiano e contrariamente a quanto, invece, si verifica per la Crypta Romana, con andamento mistilineo.

³ Tratto da Caputo P., 2004

A differenza delle altre grotte flegree, quella di Cocceio è caratterizzata da raffinate soluzioni, che in relazione alla sua considerevole lunghezza consentirono adeguata illuminazione e aereazione dell'interno (Caputo, 2004).

La grotta di Cocceio è larga 4,88- 4,63 m, alta mediamente nel percorso 4-6 m circa secondo gli attuali livelli d'interramento.



a)

b)

Fig. 4.33 - Il Viadotto Cocceio

La galleria, procedendo dall'Averno verso Cuma, era illuminata in origine da nove pozzi di luce. Cinque di essi, verticali a sezione quadrangolare di dimensioni variabili, si aprono al centro della volta in prossimità della quale sono lievemente svasati per una migliore diffusione della luce; le loro pareti sono rivestite, alla sommità, di muratura in opera reticolata di tipo irregolare, per la maggiore friabilità del tufo. Due di essi, verso Cuma, sono invece tagliati obliquamente rispetto al piano della volta la cui ampiezza intercettano per l'intera dimensione di questa ultima. E' da notare, inoltre, che il piano di fondo di questi ultimi pozzi di luce, ancora riempiti di detriti e materiali terrosi, è conformato a gradini. In realtà si tratta di vere e proprie gallerie voltate con piano tagliato a gradini. Verso Cuma si apre, nella parete sinistra, un diverticolo, orientato in direzione ovest, illuminato, dopo pochi metri, da un pozzo di luce a sezione quadrangolare irregolare, con pareti rivestite di opera reticolata di tipo regolare, cronologicamente posteriore, dunque, a quella degli altri pozzi della galleria (Fig 4.33b). Il diverticolo, percorribile per solo 30 m circa, fu evidentemente aperto in una seconda fase d'uso della galleria, quando questa, analogamente alle altre del

Portus Julius e di Cuma, fu convertita a uso civile, diventando un importante asse extraurbano sotterraneo di comunicazione.

Sulla storia della grotta nel periodo successivo alla distruzione di Cuma nel 1207 le fonti sono molto carenti. Se la fine della città fu un'operazione militare necessaria per garantire la sicurezza della città di Napoli, minacciata dalla presenza, in quello che rimaneva dell'antico castrum, di pirati, predoni e malfattori e dalle loro continue scorrerie, si presume che molte antiche vie di comunicazione dovettero essere interrotte per lo stesso motivo.

La grotta di Cocceio sarà stata una di queste, costituendo un potenziale pericolo per gli abitanti della vicina Pozzuoli come diretta via di penetrazione di malintenzionati. La sua continuità d'uso in età bizantina è tuttavia confermata, come sopra detto, in base al coevo utilizzo anche della Via Domitiana, ma è verosimile che, come altre gallerie flegree, prive ormai di manutenzione, sia stata soggetta ad un graduale interrimento, avvenuto in un ragionevole, ma non troppo lungo lasso di tempo. Dagli atti dell'Archivio della Soprintendenza risulta che il Viadotto di Cocceio svolse nuovamente la sua funzione di strada extraurbana ancora tra il 1925 e il 1930. La galleria soffrì tuttavia gravissimi danni nel corso della II Guerra Mondiale: inizialmente essa fu usata solo per ricoverare automezzi, ma i lavori prevedevano di installare cancelli agli imbocchi, e alloggi lignei per materiali, senza danni al monumento, così da rimuoverli a fine conflitto. Dopo l'Armistizio (8-9-1943) seguito allo sbarco delle Forze Alleate, il Comando tedesco in ritirata provocò però gravissimi danni alla galleria, facendo scoppiare il deposito della Regia Marina Militare, ubicato all'interno, dov'erano anche munizioni tedesche. L'effetto di tale operazione è la grande camera di scoppio posta quasi al centro della galleria visibile in figura 60. La camera di scoppio presenta una lunghezza massima di 60 m, una larghezza massima di 20 m e un'altezza massima di 37 m.

Lo scoppio ha assottigliato pericolosamente il diaframma tra la volta e la soprastante superficie, problema che causa il ritardo dell'apertura al pubblico del monumento. Ripetute istanze della Soprintendenza ottennero il prosieguo della bonifica del monumento da ordigni bellici (20-7-1965-28-11-1966), ad eccezione della camera di scoppio centrale, occupata dal monumentale crollo prodotto dalle mine tedesche. Alla demanializzazione del monumento, avvenuta finalmente nel febbraio 1980, con atto di donazione del Comune di Pozzuoli al Demanio dello Stato, ulteriori interventi di bonifica furono eseguiti nel 1990-94 a opera del Consorzio COPIN, su fondi della

Regione Campania nell'ambito del Piano Intermodale, con l'intenzione di riaprire al pubblico il monumento. Poiché, tuttavia le opere effettuate non si sono rivelate ancora sufficienti a garantire la totale sicurezza della galleria e dell'area soprastante la camera di scoppio, si è ancora in attesa di definire la migliore soluzione ingegneristica e strutturale da adottarsi per il ripristino della Grotta di Cocceio e la sua apertura al pubblico. Tale operazione e lo scavo del diverticolo della galleria saranno comunque oggetto di uno specifico progetto ancora da realizzarsi nell'ambito del Programma Operativo Regionale della Campania 2000-2006 (Caputo, 2004).



ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

DIPARTIMENTO DIFESA DELLA NATURA
SERVIZIO AREE PROTETTE E PIANIFICAZIONE TERRITORIALE
SETTORE TUTELA DEL PATRIMONIO GEOLOGICO

SCHEDA SPERIMENTALE PER L'INVENTARIO DEI GEOSITI ITALIANI

N.B.: LA SCHEDA COMPILATA DOVRA ESSERE INVIATA VIA E-MAIL ALL'INDIRIZZO:
GEOSITI@APAT.IT, OPPURE SPEDITA TRAMITE FAX AL NUMERO: 06-5007 4406

A – NOME DEL GEOSITO

GEOSITO LAGO DI AVERNO

DIVULGABILE

SI **NO**

IDENTIFICATIVO SCHEDA

COMPILATORE/ENTE (*)	ACQUISIZIONE DATI			
UNIVERSITA DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II	RILEVAMENTO		BIBLIOGRAFIA	
RILEVATORE/ENTE (SE DIVERSO DA COMPILATORE)	SI	NO	SI	NO
	DATA SCHEDA			

B – UBICAZIONE

SHAPE FILE

SI **NO**

COORDINATE (U.T.M)

REGIONE
PROVINCIA
COMUNE
TOPONIMO/LOCALITA

CAMPANIA
NAPOLI
POZZUOLI
AVERNO

COORDINATA N.
COORDINATA E.
DATUM

WGS84		ED50	
Fuso32	Fuso33	Fuso32	Fuso33
	3	2	

RIFERIMENTI CARTOGRAFICI

N. FOGLIO: 447131	DENOMINAZIONE: CUMA
SCALA: 1.5.000	TIPO (C.T.R., I.G.M., I.I.M., ECC.): C.T.P (NAPOLI)

C – INTERESSE SCIENTIFICO (1= PRIMARIO - 2= SECONDARIO)

GEOGRAFIA	
GEOLOGIA MARINA	
STRATIGRAFIA	
GEOMINERARIA	
GEOMORFOLOGIA	
GEOLOGIA APPLICATA	

IDROGEOLOGIA	
MINERALOGIA	
PALEONTOLOGIA	
PEDOLOGIA	
GEOLOGIA STRUTTURALE	
PETROGRAFIA	

VULCANOLOGIA	1
SEDIMENTOLOGIA	
CARSISMO EPIGEO	
CARSISMO IPOGEO	
GEOSTORIA (*)	
ALTRO	2

C.1 –INTERESSE CONTESTUALE (1= PRIMARIO - 2= SECONDARIO)

CULTURALE	2
DIDATTICO	2
ESCURSIONISTICO	1
STORICO	2
BOTANICO	
FAUNISTICO	
PAESISTICO	
ARCHEOLOGICO	2
ARCHITETTONICO	
ALTRO	

C.2 – VALUTAZIONE INTERESSE SCIENTIFICO PRIMARIO

RARO (RA)	
RAPPRESENTATIVO (RP)	
ESEMPLIFICATIVO (ES)	X

C.3 – GRADO INTERESSE SCIENTIFICO PRIMARIO

GSSP	
NAZIONALE (N)	X
REGIONALE (R)	
LOCALE (L)	

C.4 – IL GIUDIZIO ESPRESSO IN “C” E:

SOGGETTIVO	X
OGGETTIVO (SPIEGARE)	

D – DESCRIZIONE DEL GEOSITO

Il tuff ring dell’Averno risale a circa 3.700 anni fa (Alessio et al., 1971) : l’eruzione è avvenuta all’interno del naturale anfiteatro di tufo giallo dell’Archiaverno risalente a circa 10.700 anni fa (Di Vito et al., 1999). Il diametro dell’orlo del cratere e’ circa 1500 metri e presenta un’altezza massima di 100 metri. I prodotti vulcanici dell’Averno risultano molto didattici dal momento che sono rappresentati da bellissimi depositi di pomici a spigoli vivi da caduta e da cineriti e pomici da flusso piroclastico. All’interno del Tufo Giallo litoide dell’Archiaverno i Romani costruirono gallerie e tunnel per collegare l’area al porto e per migliorare le vie di comunicazione.

E – DOCUMENTAZIONE ICONOGRAFICA (1)

SPECIFICARE FONTE/AUTORE:					
TIPO	X	FOTO /DIAPOSITIVA	X	DISEGNO	CODICE AUTORE
		CD/DVD		FILMATO	N° PROGRESSIVO
		SCANSIONE		SITO WEB	

F – ELEMENTI CARATTERIZZANTI DEL GEOSITO

F.1 – LITOLOGIA CARATTERIZZANTE

F.2 – UNITA CRONOSTRATIGRAFICA

F.3 – ETA DEL PROCESSO GENETICO

DEPOSITI PIROCLASTICI	OLOCENE	
-----------------------	---------	--

G – TIPOLOGIA

ELEMENTO SINGOLO

INSIEME DI ELEMENTI

G.1 - FORMA

PUNTUALE	<input type="checkbox"/>
LINEARE	<input type="checkbox"/>
AREALE	<input checked="" type="checkbox"/>
PANORAMICO	<input type="checkbox"/>

G.2 - DIMENSIONE

LUNGHEZZA(M/KM)	<input type="checkbox"/>
AREA (M ² /KM ²)	<input type="checkbox"/>
SPESSORE (M)	<input type="checkbox"/>
NON NECESSARIO SE C'E (.SHP)	<input checked="" type="checkbox"/>

G.3 - ESPOSIZIONE

NATURALE	<input checked="" type="checkbox"/>
ARTIFICIALE	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>

H – FRUIZIONE DELL'OGGETTO E/O DELL'AREA

H. 1– POSIZIONE

A - EMERSO	EPIGEO	<input checked="" type="checkbox"/>	IPOGEO	<input type="checkbox"/>
B – EMERSO - SOMMERSO	EPIGEO	<input type="checkbox"/>	IPOGEO	<input type="checkbox"/>
C - SOMMERSO	EPIGEO	<input type="checkbox"/>	IPOGEO	<input type="checkbox"/>
	VISIBILE DA SUPERFICIE	<input type="checkbox"/>	VISIBILE IN IMMERSIONE	<input type="checkbox"/>

H. 2A – ACCESSIBILITÀ'

MOLTO FACILE

FACILE

DIFFICILE

MOLTO DIFFICILE

PER ESPERTI

H. 2B – ACCESSIBILITÀ'

A PIEDI	FACILE	<input type="checkbox"/>
	DIFFICILE	<input type="checkbox"/>
CAVALLO/MULO	FACILE	<input type="checkbox"/>
	DIFFICILE	<input type="checkbox"/>

IN AUTO	FACILE	<input type="checkbox"/>
	DIFFICILE	<input type="checkbox"/>
VEICOLO FUORISTRADA	FACILE	<input type="checkbox"/>
	DIFFICILE	<input type="checkbox"/>

IN BARCA	FACILE	<input type="checkbox"/>
	DIFFICILE	<input type="checkbox"/>
ELICOTTERO	FACILE	<input type="checkbox"/>
	DIFFICILE	<input type="checkbox"/>

BICICLETTA/MOUNTAIN BIKE	FACILE	<input type="checkbox"/>
	DIFFICILE	<input type="checkbox"/>
BATISCAFO	FACILE	<input type="checkbox"/>
	DIFFICILE	<input type="checkbox"/>

H.3 – ALTRI CARATTERI SALIENTI

SITO VISIBILE DA LONTANO	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	STAGIONE CONSIGLIATA	I	<input type="checkbox"/>	P	<input type="checkbox"/>	E	<input type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>
NOTE:													

I –SUOLO E FONDALE

I.1 – USO DEL SUOLO

I.2 – TIPO DI FONDALE

BOSCHIVO		LIMO	
COLTIVATO	X	SABBIA	
TERRAZZATO	X	GHIAIA	
INCOLTO	X	BLOCCHI SPARSI	
ROCCIA AFFIORANTE	X	ROCCIA AFFIORANTE	
ROCCIA O DETRITO A NUDO		PRATERIE A FANEROGAME	
VEGETATO	X	MISTO	
URBANIZZATO		ALTRO	
URBANIZZATO CON INFRASTRUTTURE			
PRATIVO			

L. - VINCOLI TERRITORIALI INSISTENTI SULL'AREA

L.1 – IL SITO RIENTRA IN UN'AREA PROTETTA?

Si No

DEFINIZIONE (3)	
PARCHI NAZIONALI	
RISERVE NATURALI STATALI	
PARCHI NATURALI REGIONALI	X
RISERVE NATURALI REGIONALI	
ZUI (4)	
ZPS (5)	
ZSC/SIC (6)	
ALTRE AREE PROTETTE (7)	X
AREE DI REPERIMENTO	

L.2 – ALTRI TIPI DI VINCOLO TERRITORIALE

VINCOLO PAESISTICO-AMBIENTALE	X
VINCOLO AI SENSI D. LGS 431/85 (8)	X
VINCOLO PALEONTOLOGICO (9)	
VINCOLO D.LGS 42 /2004 (10)	X
.....	

(3) Secondo Legge quadro aree protette 394/91

(4) ZONE UMIDE DI IMPORTANZA INTERNAZIONALE (CONV. RAMSAR)

(5) ZONE DI PROTEZIONE SPECIALE DIRETTIVA 79/409/CEE

(6) ZONE SPECIALI DI CONSERVAZIONE - SITI DI INTERESSE COMUNITARIO DIRETTIVA HABITAT 92/43/CEE

(7) (OASI, BIOTOP, MONUMENTI NATURALI, AREE MARINE PROTETTE, PARCHI ARCHEOLOGICI STORICI, PARCHI URBANI, SUBURBANI, AREE ATTREZZATE, ECC)

(8) D. LGS. 431/1985 (LEGGE GALASSO)

(9) D.L. 29 OTTOBRE 1999, N. 490

(10) D. LGS. 42/2004 (CODICE URBANI)

M – STATO DI CONSERVAZIONE

BUONO	<input checked="" type="checkbox"/>
DISCRETO	<input type="checkbox"/>
PESSIMO	<input type="checkbox"/>
SCOMPARSO	<input type="checkbox"/>

M.1 – RISCHIO DI DEGRADO

NATURALE ANTROPICO

ELEVATO
MEDIO
INESISTENTE

X	X

M.2 – DESCRIZIONE RISCHIO DI DEGRADO

IL RISCHIO DI DEGRADO è RAPPRESENTATO DA PICCOLE FRANE CHE SI ATTIVANO, SUI VERSANTI AD ALTA PENDENZA, ALL'INTERNO DEL MATERIALE MENO COERENTE DEI PRODOTTI DELL'AVERNO (POMICI E CENERI) CHE POGGIA SUL TUFO DELL'ARCHIAVERNO E DI BAIA (PIÙ LITOIDI).

N – PROPOSTA DI PROTEZIONE E/O DI ISTITUZIONE DI AREA A TUTELA SPECIFICA:

NECESSARIA CONSIGLIABILE SUPERFLUA GIÀ IN ATTO

O – EVENTUALI COMMENTI E NOTAZIONI AGGIUNTIVE

--

P – RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICO DOCUMENTALI

Di Girolamo et al., (1984) - *Vulcanologia e petrologia dei Campi Flegrei*. Boll. Soc. Geol. It., **103**: 349-413.
Di Vito et al., (1999) - *Volcanism and deformation since 12000 years at the Campi Flegrei caldera (Italy)*. J. Volcanol. Geotherm. Res., **91**: 221-246.
Lirer et al., (1990) - *Contributo delle Analisi Granulometriche alla ricostruzione della Dinamica dell'eruzione di Averno (Campi Flegrei)*. Bull Soc. Geol. It., **109**, 583-597.
Rittmann et al., (1950) – *Rilievo Geologico dei Campi Flegrei*. Boll. Soc. Geol. It., **69**: 211-264.
Rosi & Sbrana (1987) - *Phlegraean Fields*. CNR Quaderni della Ricerca Scientifica 114, **9**: 175 pp.

4.5 Il Geosito Solfatara



Fig. 4.34 - La Solfatara di Pozzuoli

La Solfatara (Fig. 4.34) è un piccolo vulcano che si è formato nel settore sud occidentale dei Campi Flegrei circa 4000 anni fa. Si tratta di un vulcano quiescente la cui attività attuale è limitata ad emissioni di vapori caldi ricchi di zolfo. La Solfatara è una delle principali attrazioni dell'area flegrea, grazie alle sue numerose fumarole e alla fangaia. I suoi vapori, ricchi di acido solforico e solfidrico, sono stati molto utilizzati, fin dall'epoca Romana, per scopi terapeutici. Attualmente la Solfatara è una sede-laboratorio della ricerca scientifica che si attua nell'area vulcanica attiva dei Campi Flegrei. Essa infatti costituisce un'ottima base logistica per i vari aspetti del monitoraggio che viene effettuato in continuo al fine di registrare in tempo reale anche le più piccole significative variazioni che si stagliano da un costante rumore di fondo tipico di ogni area vulcanica attiva. L'attività di monitoraggio dei Campi Flegrei è stata principalmente localizzata nella Solfatara in seguito all'ultima crisi bradisismica che ha interessato una vasta area della caldera flegrea, con culminazione in Pozzuoli, nel periodo 1982-1984.

Una proposta concreta di geosito per la Solfatara è stata già avanzata nel 2007 (Armiero et al., 2007) e prevede la realizzazione di tre itinerari differenti (uno interno e due esterni al cratere) con numerosi stop (Fig. 4.35).

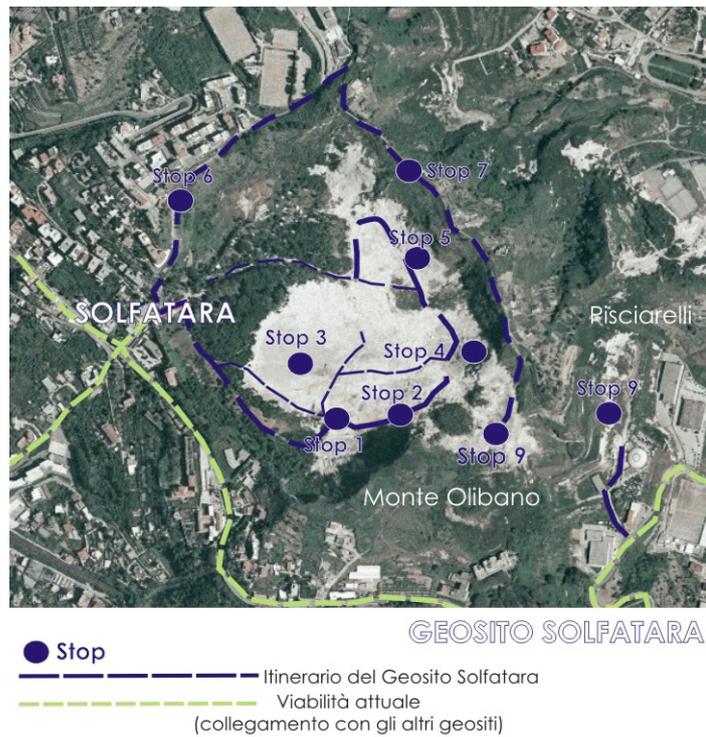


Fig. 4.35 – L'itinerario del Geosito Solfatara

In questo paragrafo verranno descritti solamente gli stop principali del geosito (Tavola 4, in allegato), mentre si rimanda al lavoro su citato per tutti gli altri dettagli.

4.5.1 Gli Stop previsti per il Geosito Solfatara

- Stop 1 – Il pozzo



Fig. 4.36 - Stop 1: Il pozzo

Il pozzo (Fig. 4.36) venne costruito all'inizio dell'800 ed era utilizzato per l'estrazione delle acque termo-minerali della Solfatara. Queste erano ricchissime di allume, solfati di calcio, magnesio e altre sostanze ed erano ritenute curative delle malattie nervose, della vista, della pelle e della sterilità. A questi scopi le acque vennero utilizzate fino agli anni '20.

▪ **Stop 2 – Il Monte Olibano**

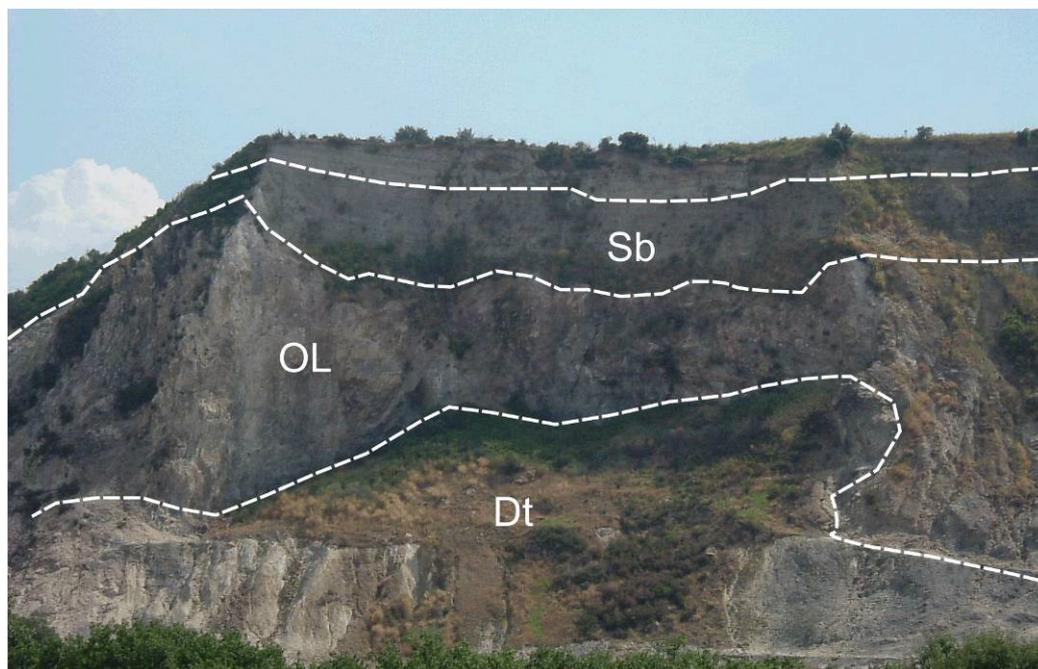


Fig. 4.37 - Stop 2: Il Monte Olibano. Le lave dell'Olibano (OL) sono seguite a top dai prodotti della Solfatara (Sb). Alla base affiora detrito di versante (Dt).

Entrati nella Solfatara, una volta superata l'area di ingresso, che per gran parte è stata adibita a campeggio organizzato, si giunge all'interno del cratere. Percorrendo il perimetro del vulcano in senso antiorario, dopo circa una decina metri si osserva l'imponente parete di lava trachitica del Monte Olibano che costituisce il versante interno più aspro del cratere (Fig. 4.37). E' possibile notare come la lava (OL), che presenta una tipica colorazione rossastra, sia stata fortemente alterata e soprattutto smantellata dall'eruzione della Solfatara che ha in parte trapanato il duomo lavico andando a costituire un deposito a tessitura breccioide (S), dal colore grigio chiaro, che si rinviene nella parte alta di questa parete. Alla base del versante invece si rinviene un deposito detritico (Dt), costituito da frammenti di lava franati, misti a materiale piroclastico alterato.

▪ **Stop 3 – La fangaia**

Nella zona centrale del fondo del cratere vi è la notissima fangaia (Fig. 4.38), un'area pseudocircolare all'interno della quale gorgogliano continuamente bolle di gas in

fanghi caldi grigiastri. Questi si formano per la mescolanza di acqua, sia di origine meteorica che di condensazione dei vapori, con materiale argilloso che costituisce la superficie del fondo craterico.



Fig. 4.38 - Stop 3: La fangaia

La composizione chimica dei gas (H_2S , N_2O , H_2O , CH_4 , He, C) indica una presumibile origine dei vapori, a poche centinaia di metri al di sotto del fondo craterico della Solfatara, ad una temperatura fra i 170°C ed i 250°C . Inoltre all'interno della fangaia sono state isolate colonie di batteri estremo filii che vivono a temperature superiori ai 90°C tra cui il "Bacillus acidocaldarius" e la "Caldariella acidophila" nonché l'archeobatterio "Sulfolobus solfataricus".

▪ **Stop 4 – La Bocca Grande**

Proseguendo in senso antiorario, in prossimità della parte collassata del versante nord-est, vi è la più grande fumarola della Solfatara, la Bocca Grande (Fig. 4.39). La temperatura di questa fumarola è di circa 160°C e al suo interno si condensano in corrente di vapore alcuni sali tra cui il realgar (AsS), il cinabro (HgS) e l'orpimento (As_2S_3) che conferiscono una colorazione giallo rossiccia alle rocce circostanti.

Agli inizi del '900 in vicinanza della Bocca Grande fu costruito, dal vulcanologo tedesco Friedländer, un piccolo Osservatorio Vulcanologico, che crollò sia per effetto dei periodici movimenti tellurici collegati al bradisismo flegreo sia per l'apertura di una fumarola che ha nel tempo distrutto la parte strutturale del piccolo edificio determinandone il crollo.



Fig. 4.39 - Stop 4: la Bocca Grande

▪ **Stop 5 – Le stufe**

Lasciato il versante e proseguendo ancora verso ovest, si incontra un' opera in muratura dotata di due strutture ad arco che, captando i vapori caldi, consentono di essere utilizzate come sudatoi naturali.

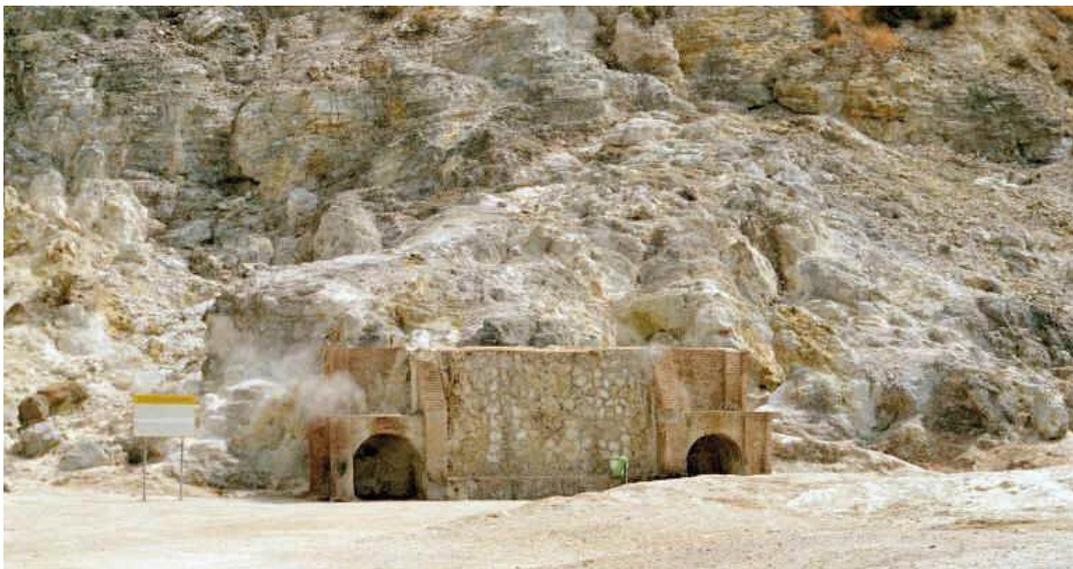


Fig. 4.40 - Stop 5: Le Stufe

Le due stufe (Fig. 4.40) furono costruite all'inizio del '800 all'interno della roccia e soltanto più tardi furono rivestite di muratura. Durante l'Età classica erano tra le attrattive termali dei Campi Flegrei più conosciute; infatti grazie ai loro vapori, dalle

temperature elevate (nella prima, chiamata *l'Inferno* la temperatura è di circa 90°C, nell'altra, chiamata *Purgatorio*, è di 60° C) erano ritenute ottime per la cura delle affezioni delle vie respiratorie, delle malattie della pelle e dei reumatismi.

▪ **Stop 6 – I prodotti della Solfatara: la breccia**

Lungo i primi metri della strada che dall'ingresso della Solfatara costeggia il versante ovest del cratere, è possibile osservare uno dei più significativi affioramenti della facies breccioide dei prodotti iniziali dell'eruzione della Solfatara, caratterizzata dalla presenza di grossi blocchi di lava immersi all'interno di una matrice cineritico-sabbiosa (indicati dalle frecce in figura 4.41).



Fig. 4.41 - Stop 6: La breccia della Solfatara. Le frecce indicano i blocchi di lava immersi nel deposito cineritico. Man mano che si sale questi prodotti passano gradualmente ad altri a granulometria sottile fino ad assumere i caratteri di una cenere sottile con tipiche strutture a dune e antidune. Inoltre, affacciandosi da quota 135 s.l.m., si ha una visione di insieme di tutta la Solfatara, che consente di osservarne la struttura e la morfologia (Fig. 4.42)



Fig. 4.42 - Stop 6: Panorama della Solfatara.

▪ **Stop 7 - Il sentiero lungo il bordo nord orientale del cratere**

Alla destra dell'Hotel "Gli Dei", situato alla fine della strada in salita che costeggia il cratere, si imbocca un sentiero che si sviluppa principalmente lungo il bordo orientale fra le quote 180 m e 155 m.

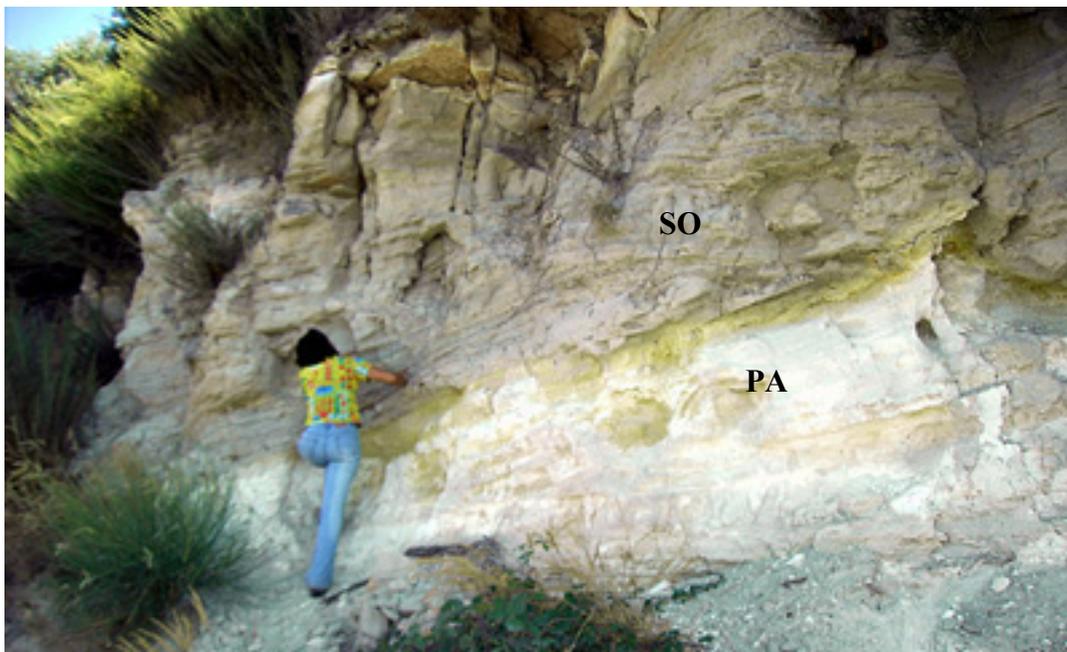


Fig. 4.43 - Stop 7: Il contatto tra i prodotti fortemente alterati del PaleoAgnano (PA) e quelli della Solfatara (SO).

Lungo questo percorso è possibile osservare, non soltanto il contatto tra i depositi piroclastici della Formazione delle Piroclastiti Fumarolizzate con quelli tipici dell'eruzione della Solfatara (Fig. 4.43), e l'intero cratere dall'alto, godendo di uno splendido panorama.

▪ **Stop 8 – La Petite Solfatare**

Proseguendo lungo il sentiero si arriva ad una serie di terreni coltivati che si affacciano verso la piana di Agnano. Da qui è comunque possibile continuare la passeggiata e scendere fino alla quota 150 m.s.l.m. corrispondente al bordo meridionale della Solfatara che risulta ribassato per presenze di faglie. Fouqué (1865) e Deville-Sainte Claire chiamarono "Petite Solfatare" le fumarole minori apertesesi all'esterno del cratere, le cui temperature difficilmente superavano i 97° C. In questa zona ristretta (Fig. 4.44) è possibile constatare come un' apofisi della lava del duomo Olibano sia stata così fortemente alterata al punto da essersi quasi trasformata in un deposito simile ad una piroclastite di colore bianco friabile e leggerissima.



Fig. 4.44 - Stop 8: La *Petite Solfatare*

Si possono inoltre osservare le patine e le incrostazioni di colore variabile per la deposizione, in corrente di vapore, di minerali quali zolfo, dal tipico colore giallo citrino (Fig. 4.45 a), solfuro di arsenico (realgar) in piccoli cristalli di colore rosso brillante, solfuro di mercurio (cinabro) rosso-violaceo e il solfuro di antimonio (antimonite), giallo-ocraceo. E' possibile infine anche trovare delle patine verdastre che in realtà sono alghe cianofisce capaci di crescere e sopravvivere anche ad altissime temperature (Fig. 4.45 b), E' doveroso infine ricordare che l'allume potassico, di colore bianco latte, fin dall'antichità veniva estratto per uso medico (Fig. 4.46).



a)



b)

Fig. 4.45 - Stop 8: La *Petite Solfatare*. Incrostazioni di minerali di zolfo(a); alghe estremofile cianofisce (in verde) (b)



Fig. 4.46 - Stop 8: La *Petite Solfatare*. Cristalli di allume

▪ **Stop 9 – I Colli Leucogei**

Lo stop 9 è situato lungo Via Antiniana, all'esterno del vulcano. Scendendo lungo la strada, sul lato sinistro, si può osservare il biancore dei famosi Colli Leucogei, dai quali nell'antichità venivano cavati il caolino e il bianchetto (Fig. 4.47).



Fig. 4.47 - Stop 9: I Colli Leucogei

Il percorso prosegue fino agli studi dell'emittente televisiva "Canale 21" da dove si imbecca una piccola stradina che porta all'interno di un' area privata dentro la quale, fino a pochi anni fa, vi era una carrozzeria oggi inattiva lasciata in uno stato di

notevole abbandono e degrado. All'interno di questo piazzale si osserva un affioramento molto interessante, ovvero il contatto tra i prodotti piroclastici variamente colorati della Formazione delle Piroclastiti Fumarolizzate con i prodotti della Solfatara (Fig.4.48). E' evidente inoltre come i prodotti da flusso della Solfatara appaiano indisturbati dall'alterazione e poggino sopra i prodotti piroclastici fortemente alterati attraverso una evidente superficie di erosione.



Fig. 4.48 - Stop 9: I Colli Leucogei. Contatto tra le Piroclastiti Fumarolizzate (PA) e i prodotti della Solfatara (SO). Si noti l'evidente superficie di erosione che separa le due formazioni.

4.5.2 Aspetti storico-culturali del Geosito Solfatara⁴

Fin dall'antichità la Solfatara ha colpito la fantasia degli abitanti della regione flegrea alimentando profondamente il mito di grandiose battaglie combattute tra Zeus ed i Giganti. Il nome stesso della regione che l'ospita, i "Campi Flegrei", cioè "Campi Ardenti", sta a significare che l'attività vulcanica in quest'area è stata nel passato molto estesa ed intensa.

Interessanti descrizioni della Solfatara si rinvengono in Strabone, Cornelio Severo, Petronio Arbitro, Silio Italico e Plinio il Vecchio che definì questo luogo "campagna flegrea".

Strabone, geografo greco del I secolo a.C., ne dà la più antica testimonianza scritta indicandola, nella sua "Strabonis geographica", con il nome '*Forum Vulcani*', dimora del dio Vulcano, ingresso agli Inferi; a riguardo egli scrive: "...*Incombe direttamente*

⁴ Tratto da **Armiero et al., 2007**

sulla città l'agorà di Efesto (la piazza del dio del fuoco, cioè la Solfatara), pianura circondata da ciglioni infuocati che mandano spesso esalazioni come fornaci e piuttosto puzzolenti. La pianura è piena di polvere preziosa... (Geografia,V,4,6).

I romani chiamavano la Solfatara "Colles Leucogaei" ovvero Colline Leucogèe, in riferimento al colore bianco dei prodotti.

Durante l'epoca romana la Solfatara fu un centro di produzione e di esportazione di prodotti minerari quali allume e zolfo. Plinio il Vecchio racconta infatti che la Solfatara non solo era ricchissima di zolfo ma anche di una terra particolare che serviva per la preparazione dell'allume di rocca; una zona del cratere, infatti, era definita allumiera. Lo zolfo, già in epoca romana, veniva estratto con il sistema dei "calcaroni": cumuli di pietrisco ricco di zolfo venivano fatti bruciare per liquefare lo zolfo che si raccoglieva in una trincea scavata attorno al cumulo.

I Colli Leucogei erano famosi per la loro particolare qualità di creta bianca, contenente solfato di calcio, che una volta polverizzata e mescolata al farro, forniva un'ottima "alica", cioè una "spelta" di buona qualità con cui si produceva anche una gradevole bevanda.

La Solfatara è stata anche definita la "cava di tutti i colori" che hanno animato la pittura seicentesca a Napoli. Infatti bianchetto, piombina, zolfo, vetriolo marziale, cinabro e realgar, venivano cavati, lavati, cotti, macinati e trasformati nei colori grigi, gialli, verdi e rossi che furono utilizzati dai pittori napoletani nel seicento.

Nell'area esterna adiacente la Solfatara si cavava la lava del duomo trachitico del Monte Olibano, già definita in epoca romana "Pietra di Pozzuoli" e utilizzata per la pavimentazione delle strade. Lungo l'attuale via Napoli, furono quindi aperte nel passato due cave: la Cava Musa, abbandonata già da moltissimo tempo, e la più nota Cava Regia. Successivamente la trachite della Cava Regia, opportunamente levigata, fu usata a scopo ornamentale: l'applicazione più significativa è quella del colonnato centrale del tempio di S. Francesco di Paola (Piazza del Plebiscito) a Napoli, la cui costruzione fu iniziata nel 1817 dall'architetto Pietro Bianchi. La Cava Regia è rimasta attiva fino alla metà degli anni '50.



ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

DIPARTIMENTO DIFESA DELLA NATURA
SERVIZIO AREE PROTETTE E PIANIFICAZIONE TERRITORIALE
SETTORE TUTELA DEL PATRIMONIO GEOLOGICO

SCHEDA SPERIMENTALE PER L'INVENTARIO DEI GEOSITI ITALIANI

N.B.: LA SCHEDA COMPILATA DOVRA ESSERE INVIATA VIA E-MAIL ALL'INDIRIZZO:
GEOSITI@APAT.IT, OPPURE SPEDITA TRAMITE FAX AL NUMERO: 06-5007 4406

A – NOME DEL GEOSITO

GEOSITO SOLFATARA

DIVULGABILE

SI **NO**

IDENTIFICATIVO SCHEDA

COMPILATORE/ENTE (*)	ACQUISIZIONE DATI			
UNIVERSITA DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II	RILEVAMENTO		BIBLIOGRAFIA	
RILEVATORE/ENTE (SE DIVERSO DA COMPILATORE)	SI	NO	SI	NO
	DATA SCHEDA			

B – UBICAZIONE

SHAPE FILE

SI **NO**

COORDINATE (U.T.M)

REGIONE
PROVINCIA
COMUNE
TOPONIMO/LOCALITA

CAMPANIA
NAPOLI
POZZUOLI
VULCANO SOLFATARA

COORDINATA N.
COORDINATA E.
DATUM

WGS84		ED50	
Fuso32	Fuso33	Fuso33	Fuso33
	3	2	

RIFERIMENTI CARTOGRAFICI

N. FOGLIO: 447141	DENOMINAZIONE: POZZUOLI-ASTRONI
447142	POZZUOLI
SCALA: 1.5.000	TIPO (C.T.R., I.G.M., I.I.M., ECC.): C.T.P (NAPOLI)

C – INTERESSE SCIENTIFICO (1= PRIMARIO - 2= SECONDARIO)

GEOGRAFIA	
GEOLOGIA MARINA	
STRATIGRAFIA	2
GEOMINERARIA	2
GEOMORFOLOGIA	2
GEOLOGIA APPLICATA	

IDROGEOLOGIA	
MINERALOGIA	
PALEONTOLOGIA	
PEDOLOGIA	
GEOLOGIA STRUTTURALE	
PETROGRAFIA	2

VULCANOLOGIA	1
SEDIMENTOLOGIA	
CARSISMO EPIGEO	
CARSISMO IPOGEO	
GEOSTORIA (*)	
ALTRO	2

C.1 –INTERESSE CONTESTUALE (1= PRIMARIO - 2= SECONDARIO)

CULTURALE	2
DIDATTICO	2
ESCURSIONISTICO	1
STORICO	2
BOTANICO	2
FAUNISTICO	2
PAESISTICO	2
ARCHEOLOGICO	
ARCHITETTONICO	
ALTRO	

C.2 – VALUTAZIONE INTERESSE SCIENTIFICO PRIMARIO

RARO (RA)	
RAPPRESENTATIVO (RP)	X
ESEMPLIFICATIVO (ES)	

C.3 – GRADO INTERESSE SCIENTIFICO PRIMARIO

GSSP	
NAZIONALE (N)	X
REGIONALE (R)	
LOCALE (L)	

C.4 – IL GIUDIZIO ESPRESSO IN “C” E:

SOGGETTIVO	X
OGGETTIVO (SPIEGARE)	

D – DESCRIZIONE DEL GEOSITO

La Solfatarà è un vulcano quiescente che si trova al centro dei Campi Flegrei. Esso è testimonianza diretta della cosiddetta fase « solfatarica » con emissione di vapori sulfurei in sorgenti di acqua minerale e anidride carbonica miste a getti di fango bollente. La temperatura massima dei vapori alla Bocca Grande è di 162°. La Solfatarà, unico vulcano ancora attivo dei CF, si è formata circa 4.00 anni fa dopo l'eruzione di Agnano-Monte Spina e prima di quella di Astroni. I suoi prodotti sono rappresentati da un deposito breccioide costituito da grossi blocchi di lava e di tufo immersi in una matrice cinerita, seguito da ceneri grigie stratificate con all'interno livelli pisolitici e lenti di pomice. Il versante meridionale del bordo craterico è formato in massima parte dalla lava trachitica del Monte Olibano. Fango e prodotti solidificati compongono il terreno arido del fondo craterico, rotto qua e là da vulcanelli di fango bollente, da mofete, da sorgenti di acqua minerale e termale e dalle tipiche fumarole. All'interno del cratere vive l'alga *Cyanidium Caldarium*, che riesce a sopravvivere alle alte temperature del suolo. Fin dall'epoca romana, e per secoli, la Solfatarà ha rappresentato una fonte non trascurabile dell'economia di Pozzuoli, grazie all'estrazione di zolfo, allume e caolino dai depositi fortemente alterati. Fino al IX sec. la Solfatarà è stata rinomata stazione termale per le sue acque, per le saune naturali e fanghi.

E – DOCUMENTAZIONE ICONOGRAFICA (1)

SPECIFICARE FONTE/AUTORE:					
TIPO	<input checked="" type="checkbox"/>	FOTO /DIAPOSITIVA	<input checked="" type="checkbox"/>	DISEGNO	CODICE AUTORE
		CD/DVD		FILMATO	N° PROGRESSIVO
		SCANSIONE		SITO WEB	

F – ELEMENTI CARATTERIZZANTI DEL GEOSITO

F.1 – LITOLOGIA CARATTERIZZANTE

F.2 – UNITA CRONOSTRATIGRAFICA

F.3 – ETA DEL PROCESSO GENETICO

DEPOSITI PIROCLASTICI	OLOCENE	
-----------------------	---------	--

G – TIPOLOGIA

ELEMENTO SINGOLO

INSIEME DI ELEMENTI

G.1 - FORMA

G.2 - DIMENSIONE

G.3 - ESPOSIZIONE

PUNTUALE	
LINEARE	
AREALE	<input checked="" type="checkbox"/>
PANORAMICO	

LUNGHEZZA(M/KM)	
AREA (M ² /KM ²)	
SPESSORE (M)	
NON NECESSARIO SE C'E (.SHP)	<input checked="" type="checkbox"/>

NATURALE	<input checked="" type="checkbox"/>
ARTIFICIALE	

H – FRUIZIONE DELL'OGGETTO E/O DELL'AREA

A - EMERSO	EPIGEO	<input checked="" type="checkbox"/>	IPOGEO	
B – EMERSO - SOMMERSO	EPIGEO		IPOGEO	
C - SOMMERSO	EPIGEO		IPOGEO	
	VISIBILE DA SUPERFICIE		VISIBILE IN IMMERSIONE	

H. 1- POSIZIONE

H. 2A – ACCESSIBILITÀ'

MOLTO FACILE

FACILE

DIFFICILE

MOLTO
DIFFICILE

PER ESPERTI

H. 2B – ACCESSIBILITÀ'

A PIEDI	FACILE
	DIFFICILE
CAVALLO/M ULO	FACILE
	DIFFICILE

IN AUTO	FACILE
	DIFFICILE
VEICOLO FUORISTRAD A	FACILE
	DIFFICILE

IN BARCA	FACILE
	DIFFICILE
ELICOTTERO	FACILE
	DIFFICILE

BICICLETTA/ MOUNTAIN BIKE	FACILE	
	DIFFICILE	
BATISCAFO	FACILE	
	DIFFICILE	

H.3 – ALTRI CARATTERI SALIENTI

SITO VISIBILE DA LONTANO	SI	NO	STAGIONE CONSIGLIATA	I	P	E	A
NOTE:							

I –SUOLO E FONDALE

I.1 – USO DEL SUOLO

I.2 – TIPO DI FONDALE

BOSCHIVO		LIMO	
COLTIVATO		SABBIA	
TERRAZZATO		GHIAIA	
INCOLTO		BLOCCHI SPARSI	
ROCCIA AFFIORANTE	X	ROCCIA AFFIORANTE	
ROCCIA O DETRITO A NUDO		PRATERIE A FANEROGAME	
VEGETATO		MISTO	
URBANIZZATO		ALTRO	
URBANIZZATO CON INFRASTRUTTURE			
PRATIVO			

L. - VINCOLI TERRITORIALI INSISTENTI SULL'AREA

L.1 – IL SITO RIENTRA IN UN'AREA PROTETTA?

DEFINIZIONE (3)	
PARCHI NAZIONALI	
RISERVE NATURALI STATALI	
PARCHI NATURALI REGIONALI	X
RISERVE NATURALI REGIONALI	
ZUI (4)	
ZPS (5)	
ZSC/SIC (6)	
ALTRE AREE PROTETTE (7)	X
AREE DI REPERIMENTO	

SI NO

L.2 – ALTRI TIPI DI VINCOLO TERRITORIALE

VINCOLO PAESISTICO-AMBIENTALE	X
VINCOLO AI SENSI D. LGS 431/85 (8)	X
VINCOLO PALEONTOLOGICO (9)	
VINCOLO D.LGS 42 /2004 (10)	X
.....	

(3) Secondo Legge quadro aree protette 394/91

(4) ZONE UMIDE DI IMPORTANZA INTERNAZIONALE (CONV. RAMSAR)

(5) ZONE DI PROTEZIONE SPECIALE DIRETTIVA 79/409/CEE

(6) ZONE SPECIALI DI CONSERVAZIONE - SITI DI INTERESSE COMUNITARIO DIRETTIVA HABITAT 92/43/CEE

(7) (OASI, BIOTOP, MONUMENTI NATURALI, AREE MARINE PROTETTE, PARCHI ARCHEOLOGICI STORICI, PARCHI URBANI, SUBURBANI, AREE ATTREZZATE, ECC)

(8) D. LGS. 431/1985 (LEGGE GALASSO)

(9) D.L. 29 OTTOBRE 1999, N. 490

(10) D. LGS. 42/2004 (CODICE URBANI)

M – STATO DI CONSERVAZIONE

BUONO	<input checked="" type="checkbox"/>
DISCRETO	<input type="checkbox"/>
PESSIMO	<input type="checkbox"/>
SCOMPARSO	<input type="checkbox"/>

M.1 – RISCHIO DI DEGRADO

NATURALE ANTROPICO

ELEVATO		
MEDIO	X	
INESISTENTE		

M.2 – DESCRIZIONE RISCHIO DI DEGRADO

Il rischio di degrado riguarda soprattutto il bordo nord-orientale del cratere. Sarebbe opportuna un'opera di sostenimento del lato esterno del sentiero che fiancheggia il cratere il quale, a seguito di piogge, e' franato verso il fondo craterico e rischia di smantellarsi completamente rappresentando così anche un pericolo per coloro che LO attraversano quotidianamente, a piedi o in auto.

N – PROPOSTA DI PROTEZIONE E/O DI ISTITUZIONE DI AREA A TUTELA SPECIFICA:

NECESSARIA CONSIGLIABILE SUPERFLUA GIÀ IN ATTO

O – EVENTUALI COMMENTI E NOTAZIONI AGGIUNTIVE

--

P – RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICO DOCUMENTALI

Di Girolamo et al., (1984) - *Vulcanologia e petrologia dei Campi Flegrei*. Boll. Soc. Geol. It., **103**: 349-413.
Di Vito et al., (1999) - *Volcanism and deformation since 12000 years at the Campi Flegrei caldera (Italy)*. J. Volcanol. Geotherm. Res., **91**: 221-246.
Lirer et al., (1990) - *Contributo delle Analisi Granulometriche alla ricostruzione della Dinamica dell'eruzione di Averno (Campi Flegrei)*. Bull Soc. Geol. It., **109**, 583-597.
Rittmann et al., (1950) – *Rilievo Geologico dei Campi Flegrei*. Boll. Soc. Geol. It., **69**: 211-264.
Rosi & Sbrana (1987) - *Phlegraean Fields*. CNR Quaderni della Ricerca Scientifica 114, **9**: 175 pp.

4.6 Il Geosito Piperno

L'idea di proporre il "Piperno" come geosito (Tavola 5, in allegato) nasce dalla convinzione che questa roccia, limitatamente diffusa all'interno dell'area flegrea, rappresenta una formazione vulcanica unica al mondo nel suo genere.

Il Piperno di Soccavo e Pianura, descritto con estremo dettaglio in monografie scientifiche da illustri mineralisti (Zambonini, 1909) e geologi (De Lorenzo, 1904) napoletani, è una roccia vulcanica caratterizzata da una tessitura molto particolare data dalla isorientazione di concentrazioni lenticolari grigio-scure, dette fiamme, di variabile lunghezza e spessore immerse in una matrice grigio-chiara (Fig. 4.49).



Fig. 4.49 - Il piperno. La freccia indica le "fiamme"

A differenza del Tufo Giallo Napoletano, il Piperno è una roccia molto litificata e pertanto di non facile estraibilità, se non attraverso la separazione in sotterraneo di grossi blocchi che venivano successivamente lavorati, probabilmente all'aperto.

Considerata l'unicità geologica ed il significato storico-culturale del Piperno, con il quale è stato realizzato gran parte del costruito del centro storico di Napoli, è apparso di estremo interesse poter impostare un itinerario che possibile l'osservazione diretta delle caratteristiche litologiche della roccia (Fig. 4.50).

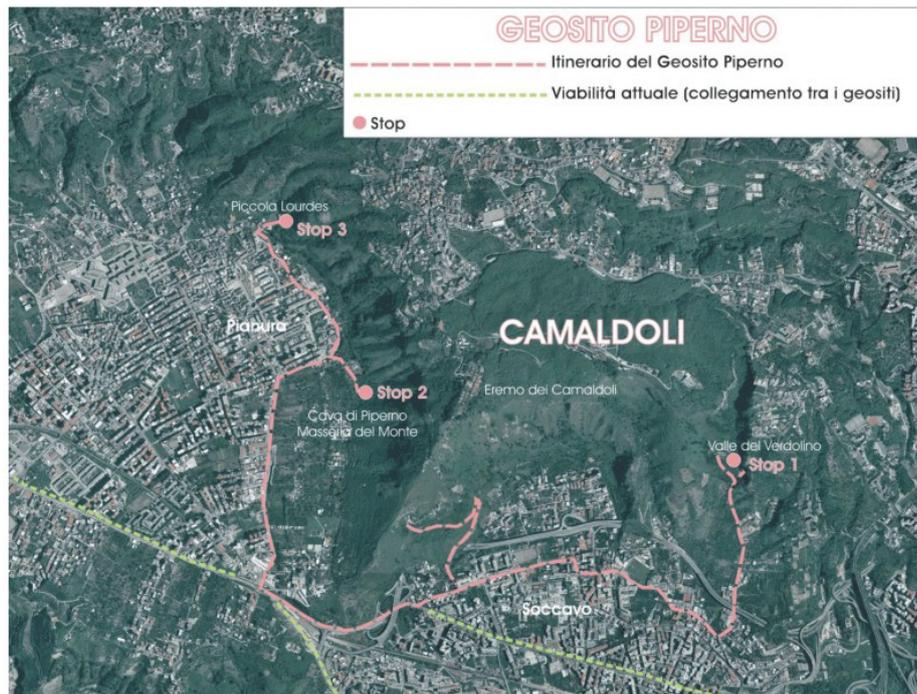


Fig. 4.50 – L'itinerario del Geosito Piperno

4.6.1 Gli Stop previsti per il Geosito Piperno

- **Stop 1 – La Valle del Verdolino**

Lo stop più significativo previsto per il geosito Piperno è quello presso la Valle del Verdolino, ai piedi della collina dei Camaldoli, dove si può osservare uno dei migliori affioramenti della formazione Piperno-Breccia Museo (Fig. 4.51). Qui, in ambedue i lati dello sbocco della valle, su una parete di circa 50 metri è ben osservabile l'alternanza di diversi banchi di piperno con dei livelli di breccia pipernoide, cui segue nella parte alta del deposito una breccia completamente arrossata.



Fig. 4.51 - Stop 1: Valle del verdolino. Contatto tra il Piperno e la Breccia Museo arrossata

▪ **Stop 2 – La Cava di Masseria del Monte**

Lo stop 2 del nostro itinerario è la cava di Piperno a Pianura (Fig. 4.52), ubicata lungo il versante occidentale della collina dei Camaldoli, ad una quota di circa 210 metri, nei pressi della Masseria del Monte.

Essa è soltanto una delle tante cave di Piperno, tutte sotterranee e ormai abbandonate, presenti lungo i fianchi della collina dei Camaldoli, nei territori di Soccavo e Pianura, nella zona boschiva ai confini con gli Astroni.

La cava, il cui sfruttamento è iniziato probabilmente in epoca Romana, è stata attiva per secoli fino ad essere abbandonata nel secondo dopoguerra. L'andamento estremamente digitato della cava di masseria del Monte è anche conseguenza della presenza di differenti tipologie di Piperno all'interno

della stessa cava; ciò quasi ad indicare che i maestri pipernier, a seconda delle richieste, seguivano filoni che avevano andamenti litologici omogenei per tessitura ma differenziati nello spazio e nello spessore della cava. Tali variazioni sono legate alla genesi di questa formazione vulcanica a carattere esplosivo. La cava di Masseria del Monte è attualmente chiusa al pubblico, ma è in progetto un'opera di riqualificazione della zona, come testimoniato dalla sua apertura durante il Maggio dei Monumenti del 2007.



Fig. 4.52 - Stop 2: La cava di Masseria del Monte, località Pianura

▪ **Stop 3 – La “piccola Lourdes”**

Lo stop è previsto in una delle sedi dei Campi Flegrei più visitata per scopi religiosi, in quanto l’affioramento si trova alle spalle del santuario della Piccola Lourdes, in località Pianura.



Fig. 4.53 - Stop 3: Affioramento di piperno nei pressi del Santuario della Piccola Lourdes

L’estrema raggiungibilità del sito è il motivo per cui si è preferito inserire questo stop invece di quello del piazzale Arin a Soccavo, in cui pure affiorano bei livelli di piperno. Il piazzale, infatti, è demaniale ma in gestione all’Acquedotto Napoletano che ne preclude l’accesso per motivi di sicurezza. Presso la Piccola Lourdes, invece,

l'affioramento di piperno (Fig. 4.53), ancorché di ridotta estensione laterale, è estremamente didattico in quanto al livello del piano campagna è presente un piccolo scavo antropico nel quale, lungo tagli freschi, si osserva bene la tessitura eutassitica e le scorie collassate che costituiscono la formazione.

4.6.2 Aspetti storico-culturali del Geosito Piperno

Il valore storico-culturale del Piperno è legato alla storia urbanistica di Soccavo e Pianura per comprendere la quale bisogna rifarsi al concetto di Casale come iniziale agglomerato di abitazioni rurali (De Seta, 1984).

I Casali legano la loro nascita all'età imperiale quando la scaduta funzione difensiva delle mura consentì la nascita, soprattutto sul versante flegreo, di una serie di piccole comunità, consolidate lungo gli assi viari più importanti e lungo le direttrici di penetrazione, andando a costituire un tessuto puntiforme di raccordo tra *Neapolis* e i maggiori centri dei Campi Flegrei.

L'area Pianura-Soccavo è considerata la più antica sede fra i pagi rurali e villaggi contadini sorti ai margini di *Neapolis*. Un dato non trascurabile è la sua favorevole ubicazione rispetto alle linee di comunicazione terrestri tra *Neapolis* e le più antiche *polis* greche dell'area flegrea come Cuma e Pozzuoli. Infatti, Soccavo e Pianura si trovavano situate su una diramazione della via *Puteoli-Neapolis per colles*, denominata poi in età medievale via Antiniana. Questo tracciato viario ha rappresentato l'elemento urbanistico che ha permesso ai due insediamenti greco-romani la conformazione del casale propriamente detto che ha caratterizzato la storia di Soccavo e Pianura dall'età alto-medievale fino a tutto il XVIII secolo.

Circa l'origine del toponimo **Soccavo**, al di là delle diverse grafie rintracciabili – *Succava*, *Suttuscaba*, *Sub cava*, *Succaus*, *Succavus* – le fonti sono concordi nel indicare il significato di “sotto la cava”, sottolineando il legame tra la cava di piperno esistente sul monte dei Camaldoli e il luogo sottostante sul quale si andò nel tempo sviluppando il casale.

La terra di **Pianura** fu nota nel passato con il nome latino di *Planura* (*Planuria*, *Planurium*), poi volgarizzato in *Chianura* o anche *Villa Planuriae Majoris* e *Terra Plana*, in contrapposizione alle colline limitrofe. Intorno all'anno Mille si irrobustisce ed infittisce il tessuto dei casali, sia nell'area flegrea che quella vesuviana, grazie ad una intensificata attività agricola sostenuta dalla diffusione della vite e dal commercio del vino.

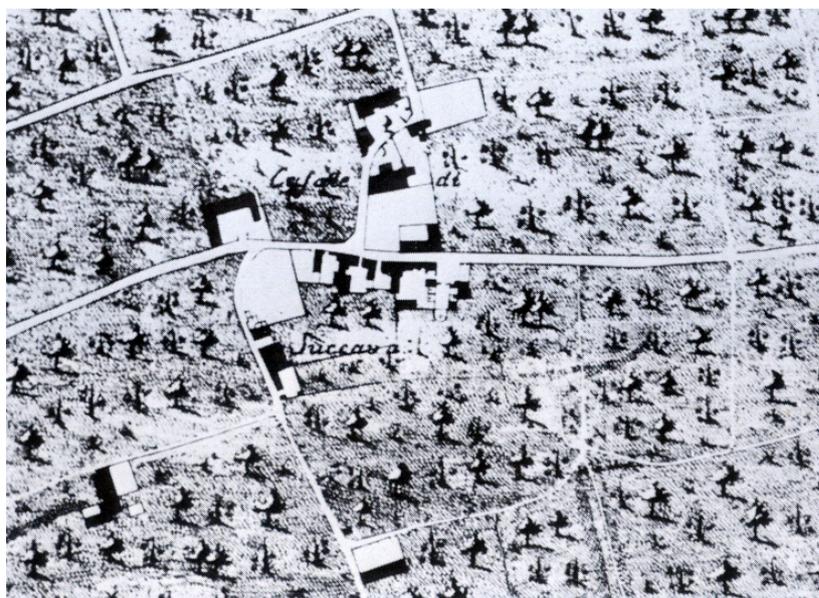
Il numero dei casali appartenenti alla città nei corso dei secoli varia nei documenti ufficiali; molti casali che figurano nei primi elenchi, col tempo vennero assorbiti dai casali vicini, altri si aggiunsero di nuova formazione, altri infine, compresi nei sobborghi di Napoli, non sempre furono inclusi fra i suoi casali. Soccavo e Pianura compaiono fin dall'inizio negli elenchi esistenti dei "casali di Napoli" a partire dall'età ducale. Li troviamo citati infatti in quello redatto dal Del Pezzo (1892), sulla scorta della documentazione raccolta da Capasso (1882), come *Suttuscuba* e *Planaria*; facevano parte dei 33 "casali di Napoli" riconosciuti nella costituzione federiciana e li troviamo nominati in ambedue i principali documenti di età angioina su questo argomento.

Se inizialmente il rapporto dei casali con la città di Napoli è stato di stretta dipendenza politica, amministrativa e giuridica, successivamente poteva esser riconosciuto loro il diritto ad una amministrazione e una giurisdizione autonome; tuttavia il casale rimaneva sempre legato alla città come territorio e ciò anche nel caso di una sua infeudazione, partecipando con diritto di voto nei pubblici parlamenti napoletani.

In età aragonese (1442-1503) e vicereale (1503-1734) assistiamo ad un processo di trasformazione della realtà dei casali. La concentrazione degli insediamenti da un lato e il rafforzamento delle espressioni del potere locale – chiesa e baroni – dall'altro, unitamente ad una maggiore articolazione del tessuto produttivo, innescano quel lento, ma inarrestabile distacco dei casali dalla realtà rurale, sviluppandone l'aspetto "a villaggio" a scapito di quello originario. Da molti punti di vista possiamo dire che si tratta di un effettivo processo di urbanizzazione che interessa molti di questi insediamenti, senz'altro stimolato dalla crescita della metropoli del Regno.

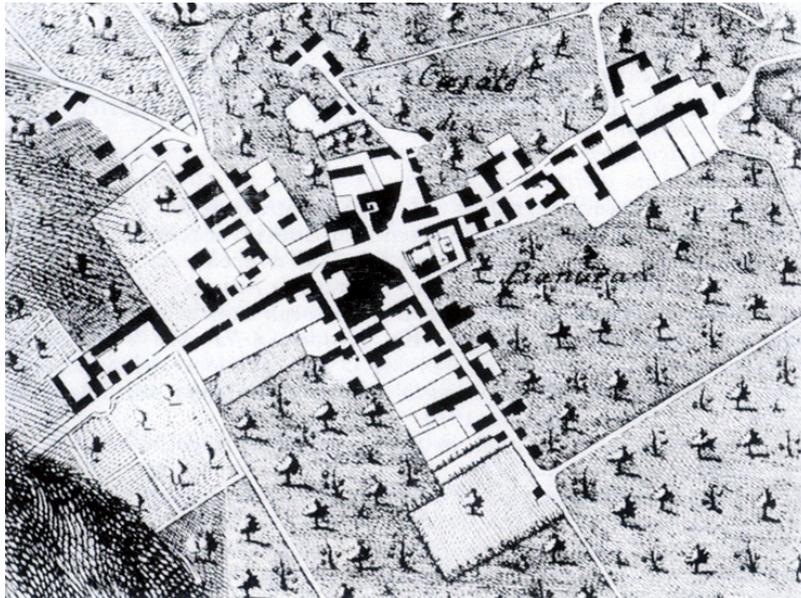
Anche i casali di Soccavo e Pianura ebbero un incremento demografico ed economico in età aragonese, allorché non solo la viabilità venne nuovamente promossa, ma soprattutto lo sfruttamento delle cave di piperno conobbe un notevole rilancio in concomitanza ai lavori di costruzione delle mura della città. Infatti, la nuova cinta difensiva venne rivestita all'esterno con conci di piperno per garantire una maggiore sicurezza. Anche la ristrutturazione e il potenziamento degli apprestamenti difensivi del Castello detto oggi "Maschio Angioino", affidati al catalano Guglielmo Sagrera, richiesero enormi quantità di piperno. Successivamente l'uso del piperno si diffuse anche nell'edilizia privata; in questo modo la sua

utilizzazione come pietra di rivestimento contribuì preminentemente al prestigio e alla severa eleganza di molti edifici nobiliari napoletani. Per la sua maggiore resistenza rispetto al Tufo Giallo, il piperno si afferma prepotentemente come pietra da taglio per il rivestimento delle facciate e a volte sostituisce anche parte di elementi architettonici (quali colonne e capitelli). L'uso del piperno divenne così diffuso che, forse già dalla fine del XV secolo, i maestri pipernieri si associarono nella potentissima corporazione dei *"fabricaturi et tagliaturi de petre commoranti in la città di Napoli et suo districto"*. La richiesta di piperno diventa così pressante che le cave di Pianura e Soccavo non riescono a soddisfare le esigenze. Tra la fine del '500 ed i primi anni del '600, ad esempio, si verificarono difficoltà nel completamento della Chiesa di S. Maria degli Angeli a Pizzofalcone proprio per carenza di pietre di piperno che, in grandi quantità, venivano utilizzate nella costruzione del palazzo reale. Agli inizi del XVI secolo si ebbe un periodo di decadenza dell'insediamento di Soccavo rispetto alla vicina Pianura e agli altri casali della zona collinare della città, tant'è che esso risulta assente nella descrizione compilata da Summonte nel 1538. Nel 1540 venne rifondata la chiesa dei SS. Pietro e Paolo e pressoché contemporaneamente avvenne la realizzazione della via Nuova Regia o via Nuova Rivera promossa dal viceré Parafan de Rivera, aprendosi così una fase di relativa floridezza. Nella Carta del Duca di Noja del 1775 sono riportati i primi stadi dei Casali di Soccavo e Pianura (Fig. 4.54).



a)

Fig. 4.54 – Il casale di Soccavo nella Mappa del Duca di Noja del 1775 (a)



b)

Fig. 4.54 – Il casale di Pianura nella Mappa del Duca di Noja del 1775 (b)

Nel secolo XIX il processo di urbanizzazione dei casali subisce un massiccio incremento, dovuto anche al potenziamento della rete di collegamento col centro di Napoli. Significativa per gli effetti nei confronti di Soccavo e Pianura è la realizzazione della galleria di Fuorigrotta nel 1926 e la creazione della linea ferroviaria circumflegrea.

Mentre alcuni territori (in particolare S. Giovanni a Teduccio) vengono massicciamente coinvolti dall'espansione di attività industriali moderne, specie dal comparto metalmeccanico, nelle comunità nord-occidentali di Soccavo e Pianura continua a dominare in modo quasi esclusivo una caratterizzazione rurale, che non impediva, peraltro, una dinamica demografica non trascurabile visto che, comunque, tra il 1861 ed il 1931 anch'esse vedevano praticamente raddoppiarsi la loro popolazione.

Tra il 1925 ed il 1927, con alcuni Decreti Legge venivano aggregati alla città di Napoli i territori dei Comuni di Barra, Soccavo, Pianura, Chiaiano e Secondigliano, nonché l'isola di Nisida (fino ad allora frazione di Pozzuoli). Già prima del novecento erano state annesse alla città di Napoli i territori di Miano, Marienella e Piscinola, nell'ambito di un programma di unificazione amministrativa impostato ed attuato in una logica del tutto disattenta alle esigenze ed alle potenzialità specifiche delle comunità ex-autonome e tutta costruita, viceversa, sulle esigenze di spazi vitali per i problemi del sovraccarico del capoluogo.

Iniziava di fatto con l'aggregazione alla città un processo di trasformazione urbanistica dei casali che avrebbe raggiunto nel secondo dopoguerra ritmi ed

intensità assai elevati, nella ricerca di assetti più moderni, secondo criteri organizzativi corrispondenti agli obiettivi politici ed ideologici dei ceti e gruppi dominanti.

Il susseguirsi tra 1939 e 1972 di diversi piani regolatori, approvati e successivamente revocati dalle nuove maggioranze politiche, determinò l'avvio di un processo disordinato di urbanizzazione, di edificazione intorno agli antichi casali. Queste trasformazioni, per la loro qualità architettonica e urbanistica non sempre adeguata, produssero gravi contraccolpi sui nuclei antichi e sul loro contesto ambientale ed insediativo. Si aggiunse la speculazione privata, con l'aggravante che mentre i quartieri di edilizia economica e popolare, per quanto carenti, si articolavano secondo impianti ordinati e regolamentati, gli interventi privati obbedivano soltanto alla logica del massimo sfruttamento dei singoli lotti senza curarsi della causalità e della contraddittorietà dei loro perimetri.

Non soltanto, quindi, una generale insensibilità ai valori culturali degli antichi tessuti insediativi, ma anche una profonda disattenzione ai problemi complessi della riqualificazione urbanistica della periferia, con la sovrapposizione e la commistione di residenze ed attività produttive di ogni genere, di depositi e di infrastrutture, di piccolo commercio e di vari impianti edilizi abbandonati.

Dopo anni di riflessione e di dibattito politico e culturale sui problemi della città e la sua gestione urbanistica, è stato possibile, con l'apporto determinante dei consigli circoscrizionali interessati, arrivare alla definizione del "Piano delle periferie", adottato dal Consiglio comunale di Napoli nell'aprile 1980: si tratta di un sistema coordinato di piani di zona e di piani di recupero, interessanti gli antichi nuclei insediativi di Pianura, Soccavo, Polvica e Chiaiano, Piscinola, Marianella, Miano e Pianella, Secondigliano, S. Pietro a Paterno, Arpino, Ponticelli, Barra, Villa e Pazzigno. Gli obiettivi del programma s'incentrano sul recupero urbanistico degli antichi casali, attraverso la riqualificazione del patrimonio edilizio e l'incremento massiccio delle attrezzature pubbliche. Esso mira, in sostanza, a restituire autonomia ai vecchi nuclei insediativi dei casali, ormai inglobati nella disordinata e dequalificata edificazione della periferia. A tal fine occorre rompere la loro dipendenza dal centro della città anche per i servizi più elementari e cogliere le occasioni specifiche di sviluppo sociale che ciascun nucleo può esprimere una volta dotato delle attrezzature necessarie, riorganizzato per quanto concerne le infrastrutture, riqualificato nel patrimonio edilizio.



ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

DIPARTIMENTO DIFESA DELLA NATURA
SERVIZIO AREE PROTETTE E PIANIFICAZIONE TERRITORIALE
SETTORE TUTELA DEL PATRIMONIO GEOLOGICO

SCHEDA SPERIMENTALE PER L'INVENTARIO DEI GEOSITI ITALIANI

N.B.: LA SCHEDA COMPILATA DOVRA ESSERE INVIATA VIA E-MAIL ALL'INDIRIZZO:
GEOSITI@APAT.IT, OPPURE SPEDITA TRAMITE FAX AL NUMERO: 06-5007 4406

A – NOME DEL GEOSITO

GEOSITO PIPERNO

DIVULGABILE

SI **NO**

IDENTIFICATIVO SCHEDA

COMPILATORE/ENTE (*)	ACQUISIZIONE DATI			
UNIVERSITA DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II	RILEVAMENTO		BIBLIOGRAFIA	
RILEVATORE/ENTE (SE DIVERSO DA COMPILATORE)	SI	NO	SI	NO
	DATA SCHEDA			

B – UBICAZIONE

SHAPE FILE

SI **NO**

COORDINATE (U.T.M)

REGIONE
PROVINCIA
COMUNE
TOPONIMO/LOCALITA

CAMPANIA
NAPOLI
NAPOLI
PIPERNO-CAMALDOLI

COORDINATA N.
COORDINATA E.
DATUM

WGS84		ED50	
Fuso32	Fuso3 3	Fuso3 2	Fuso33

RIFERIMENTI CARTOGRAFICI

N. FOGLIO: 447110	DENOMINAZIONE: NAPOLI-CAPODIMONTE
SCALA: 1.10.000	TIPO (C.T.R., I.G.M., I.I.M., ECC.): C.T.N (NAPOLI)

C – INTERESSE SCIENTIFICO (1= PRIMARIO - 2= SECONDARIO)

GEOGRAFIA	
GEOLOGIA MARINA	
STRATIGRAFIA	2
GEOMINERARIA	2
GEOMORFOLOGIA	
GEOLOGIA APPLICATA	

IDROGEOLOGIA	
MINERALOGIA	
PALEONTOLOGIA	
PEDOLOGIA	
GEOLOGIA STRUTTURALE	
PETROGRAFIA	2

VULCANOLOGIA	1
SEDIMENTOLOGIA	
CARSISMO EPIGEO	
CARSISMO IPOGEO	
GEOSTORIA (*)	
ALTRO	2

C.1 – INTERESSE CONTESTUALE (1= PRIMARIO - 2= SECONDARIO)

CULTURALE	2
DIDATTICO	2
ESCURSIONISTICO	2
STORICO	1
BOTANICO	
FAUNISTICO	
PAESISTICO	2
ARCHEOLOGICO	
ARCHITETTONICO	
ALTRO	

C.2 – VALUTAZIONE INTERESSE SCIENTIFICO PRIMARIO

RARO (RA)	
RAPPRESENTATIVO (RP)	
ESEMPLIFICATIVO (ES)	X

C.3 – GRADO INTERESSE SCIENTIFICO PRIMARIO

GSSP	
NAZIONALE (N)	X
REGIONALE (R)	
LOCALE (L)	

C.4 – IL GIUDIZIO ESPRESSO IN “C” E:

SOGGETTIVO	X
OGGETTIVO (SPIEGARE)	

D – DESCRIZIONE DEL GEOSITO

Il Piperno di Soccavo e Pianura è una roccia vulcanica limitatamente diffusa all'interno dell'area flegrea ed unica al mondo nel suo genere . Il Piperno assume una tessitura molto particolare caratterizzata dalla isorientazione di concentrazioni lenticolari grigio-scure, dette *fiamme*, di variabile lunghezza e spessore immerse in una matrice grigio-chiara. A differenza del Tufo Giallo Napoletano, il Piperno è una roccia molto litificata e pertanto di non facile estraibilità, se non attraverso la separazione in sotterraneo di grossi blocchi che venivano successivamente lavorati, probabilmente all'aperto. Per la sua consistenza lapidea e la resistenza all'usura degli agenti atmosferici Il Piperno ha svolto un ruolo di assoluta preminenza come pietra da costruzione e ornamentale nell'architettura della città di Napoli: lo si può osservare infatti ad ogni angolo della città antica, nei chiostri delle più belle chiese e sulle facciate degli antichi palazzi (Maschio Angioino, Ingresso Parco Virgiliano e chiesa del Gesù Nuovo).

E – DOCUMENTAZIONE ICONOGRAFICA (1)

SPECIFICARE FONTE/AUTORE:					
TIPO	X	FOTO /DIAPOSITIVA	X	DISEGNO	CODICE AUTORE
		CD/DVD		FILMATO	N° PROGRESSIVO
		SCANSIONE		SITO WEB	

F – ELEMENTI CARATTERIZZANTI DEL GEOSITO

F.1 – LITOLOGIA CARATTERIZZANTE

F.2 – UNITA CRONOSTRATIGRAFICA

F.3 – ETA DEL PROCESSO GENETICO

PIROCLASTITE SALDATA	PLEISTOCENE SUP.	
----------------------	------------------	--

G – TIPOLOGIA

ELEMENTO SINGOLO

INSIEME DI ELEMENTI

G.1 - FORMA

PUNTUALE	<input type="checkbox"/>
LINEARE	<input type="checkbox"/>
AREALE	<input checked="" type="checkbox"/>
PANORAMICO	<input type="checkbox"/>

G.2 - DIMENSIONE

LUNGHEZZA(M/KM)	<input type="checkbox"/>
AREA (M ² /KM ²)	<input type="checkbox"/>
SPESSORE (M)	<input type="checkbox"/>
NON NECESSARIO SE C'E (.SHP)	<input checked="" type="checkbox"/>

G.3 - ESPOSIZIONE

NATURALE	<input checked="" type="checkbox"/>
ARTIFICIALE	<input checked="" type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>

H – FRUIZIONE DELL'OGGETTO E/O DELL'AREA

H. 1– POSIZIONE

A - EMERSO	EPIGEO	<input checked="" type="checkbox"/>	IPOGEO	<input checked="" type="checkbox"/>
B – EMERSO - SOMMERSO	EPIGEO	<input type="checkbox"/>	IPOGEO	<input type="checkbox"/>
C - SOMMERSO	EPIGEO	<input type="checkbox"/>	IPOGEO	<input type="checkbox"/>
	VISIBILE DA SUPERFICIE	<input type="checkbox"/>	VISIBILE IN IMMERSIONE	<input type="checkbox"/>

H. 2A – ACCESSIBILITÀ'

MOLTO FACILE

FACILE

DIFFICILE

MOLTO DIFFICILE

PER ESPERTI

H. 2B – ACCESSIBILITÀ'

A PIEDI	FACILE
	DIFFICILE
CAVALLO/MULO	FACILE
	DIFFICILE

IN AUTO	FACILE
	DIFFICILE
VEICOLO FUORISTRADA	FACILE
	DIFFICILE

IN BARCA	FACILE
	DIFFICILE
ELICOTTERO	FACILE
	DIFFICILE

BICICLETTA/MOUNTAIN BIKE	FACILE
	DIFFICILE
BATISCAFO	FACILE
	DIFFICILE

H.3 – ALTRI CARATTERI SALIENTI

SITO VISIBILE DA LONTANO	SI	NO	STAGIONE CONSIGLIATA	I	P	E	A
NOTE:							

I –SUOLO E FONDALE

I.1 – USO DEL SUOLO

I.2 – TIPO DI FONDALE

BOSCHIVO		LIMO	
COLTIVATO		SABBIA	
TERRAZZATO		GHIAIA	
INCOLTO		BLOCCHI SPARSI	
ROCCIA AFFIORANTE	X	ROCCIA AFFIORANTE	
ROCCIA O DETRITO A NUDO		PRATERIE A FANEROGAME	
VEGETATO		MISTO	
URBANIZZATO		ALTRO	
URBANIZZATO CON INFRASTRUTTURE			
PRATIVO			

L. - VINCOLI TERRITORIALI INSISTENTI SULL'AREA

L.1 – IL SITO RIENTRA IN UN'AREA PROTETTA?

Si No

DEFINIZIONE (3)	
PARCHI NAZIONALI	
RISERVE NATURALI STATALI	
PARCHI NATURALI REGIONALI	X
RISERVE NATURALI REGIONALI	
ZUI (4)	
ZPS (5)	
ZSC/SIC (6)	
ALTRE AREE PROTETTE (7)	X
AREE DI REPERIMENTO	

L.2 – ALTRI TIPI DI VINCOLO TERRITORIALE

VINCOLO PAESISTICO-AMBIENTALE	X
VINCOLO AI SENSI D. LGS 431/85 (8)	X
VINCOLO PALEONTOLOGICO (9)	
VINCOLO D.LGS 42 /2004 (10)	X
.....	

(3) Secondo Legge quadro aree protette 394/91

(4) ZONE UMIDE DI IMPORTANZA INTERNAZIONALE (CONV. RAMSAR)

(5) ZONE DI PROTEZIONE SPECIALE DIRETTIVA 79/409/CEE

(6) ZONE SPECIALI DI CONSERVAZIONE - SITI DI INTERESSE COMUNITARIO DIRETTIVA HABITAT 92/43/CEE

(7) (OASI, BIOTOP, MONUMENTI NATURALI, AREE MARINE PROTETTE, PARCHI ARCHEOLOGICI STORICI, PARCHI URBANI, SUBURBANI, AREE ATTREZZATE, ECC)

(8) D. LGS. 431/1985 (LEGGE GALASSO)

(9) D.L. 29 OTTOBRE 1999, N. 490

(10) D. LGS. 42/2004 (CODICE URBANI)

M – STATO DI CONSERVAZIONE

BUONO	<input type="checkbox"/>
DISCRETO	<input checked="" type="checkbox"/>
PESSIMO	<input type="checkbox"/>
SCOMPARSO	<input type="checkbox"/>

M.1 – RISCHIO DI DEGRADO

NATURALE ANTROPICO

ELEVATO		
MEDIO	X	X
INESISTENTE		

M.2 – DESCRIZIONE RISCHIO DI DEGRADO

N – PROPOSTA DI PROTEZIONE E/O DI ISTITUZIONE DI AREA A TUTELA SPECIFICA:

NECESSARIA CONSIGLIABILE SUPERFLUA GIÀ IN ATTO

O – EVENTUALI COMMENTI E NOTAZIONI AGGIUNTIVE

--

P – RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICO DOCUMENTALI

--

4.7 Geosito Monte di Procida

La scelta di proporre il Monte di Procida come geosito (Tavola 6, in allegato) nasce dal fatto che esso, situato all'estremità sud-occidentale del Golfo di Pozzuoli a poche centinaia di metri s.l.m., è uno dei luoghi che, dal punto di vista geologico, risulta essere tra i più complessi ed interessanti dell'area flegrea poiché costituisce infatti una delle pochissime zone in cui è possibile osservare i prodotti più antichi dell'attività vulcanica flegrea pre Tufo Giallo Napoletano.

Il promontorio di Monte di Procida si affaccia proprio di fronte l'isola di Procida, dalla quale è separato da uno stretto tratto di mare (il canale di Procida) e dall'isolotto di San Martino.



Fig. 4.55 - Il Monte di Procida visto da capo Miseno

Per il geosito Monte di Procida è stato ipotizzato un itinerario comprendente 4 stop (Fig. 4.56).



Fig. 4.56 - L'itinerario del Geosito Monte di Procida

4.7.1 Gli Stop previsti per il Geosito Monte di Procida

- **Stop 1 – La spiaggetta di Torregaveta**

Il primo stop previsto per il Geosito Monte di Procida è la spiaggetta di Torregaveta, facilmente raggiungibile dalla stazione della Cumana di Torregaveta. L'affioramento esposto lungo la falesia della spiaggetta (Fig. 4.57) ci consente di osservare il contatto tra il Tufo Giallo Napoletano in discordanza sui termini litologici appartenenti all'attività pre-tufo giallo.

E' ben visibile infatti il corpo della Breccia Museo con a tetto la formazione di Torregaveta ed in discordanza il Tufo Giallo Napoletano. In poche altre aree dei Campi Flegrei è osservabile tale contatto per la semplice ragione che i prodotti delle eruzioni più recenti hanno del tutto occultato quelli più antichi.

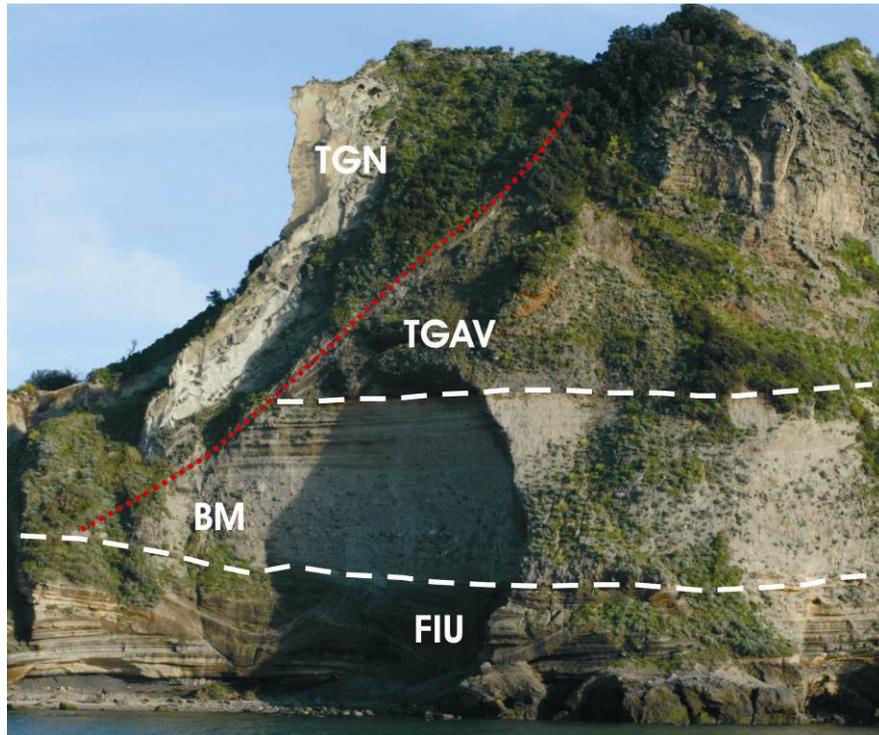


Fig. 4.57 - Stop 1: La spiaggetta di Torregaveta: si può osservare il contatto tra i prodotti di Fiumicello(FIU), la Breccia Museo(BM) e i prodotti di Torregaveta (TGAV). A tetto della sequenza, in discordanza stratigrafica, il Tufo Giallo Napoletano (TGN).

▪ **Stop 2 – La spiaggia di Acquamorta**

Presso la spiaggia di Acquamorta (Fig. 4.58) sono ben visibili le tracce della straordinaria storia vulcanologia dei Campi Flegrei. Qui infatti si può leggere, in una successione stratigrafica continua, la dinamica che in circa 40.000 anni ha portato alla formazione del paesaggio così come appare oggi.



Fig. 4.58 - Stop 2: La falesia sulla spiaggia di Acquamorta

▪ **Stop 3 - Lo scoglio di San Martino**

Lo scoglio di San Martino (Fig. 4.59) è una piccolissima isola di soli 1600 mq, una volta collegata al Monte di Procida, a cui oggi si accede attraverso uno stretto tunnel ed un pontile. Sino al secolo scorso l'isolotto era alto il doppio di quanto appaia attualmente.



Fig. 4.59 - Stop 3: Lo scoglio di San Martino

Il taglio della pozzolana ne ha, infatti, ridotto l'altezza di ben 16 metri. Durante tale taglio, concesso dal Comune di Procida sul finire del secolo scorso, vennero portati

alla luce sepolcri, scheletri, ruderi e pezzi di marmo. Nel XVI e XVII secolo i procidani lo utilizzarono come base per la loro lucrosa attività di pesca al tonno, mentre negli anni trenta è stato addirittura usato come base per il collaudo di siluri che venivano prodotti nel silurificio costruito a Baia. Dopo la seconda guerra mondiale si trasformò invece in un ritrovo turistico-balneare. Oggi è un affascinante ritrovo turistico, ideale per una giornata di mare riservata e tranquilla.

Da un punto di vista geologico, l'isolotto è costituito dagli stessi identici prodotti che affiorano sul Monte di Procida e cioè, dal basso verso l'alto,

▪ **Stop 4 – Monte Grillo**

L'ultimo stop del nostro itinerario è presso il Monte Grillo (Fig. 4.60), il punto più alto del promontorio di Monte di Procida. La geologia del Monte Grillo è caratterizzata da un'alternanza di livelli cineritici e livelli di scorie e litici grossolani, immersi in una matrice sabbioso-cineritica. Molto caratteristica è la parte centrale del deposito, rappresentata da un banco di pomici bruno-rossastre di circa 5 m di spessore, indicate dalla freccia in figura 4.60.



Fig. 4.60 - Stop 4: Monte Grillo. Si noti il banco di pomici bruno-rossastre nella parte centrale del deposito.

Dalla cima del Monte Grillo, a circa 150 m di quota, è possibile godere di uno splendido panorama: la vista infatti spazia su Capo Miseno e sul litorale di Miliscola da un lato, e sulle isole di Ischia, Procida e Vivara dall'altro.



ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

DIPARTIMENTO DIFESA DELLA NATURA
SERVIZIO AREE PROTETTE E PIANIFICAZIONE TERRITORIALE
SETTORE TUTELA DEL PATRIMONIO GEOLOGICO

SCHEDA SPERIMENTALE PER L'INVENTARIO DEI GEOSITI ITALIANI

N.B.: LA SCHEDA COMPILATA DOVRA ESSERE INVIATA VIA E-MAIL ALL'INDIRIZZO:
GEOSITI@APAT.IT, OPPURE SPEDITA TRAMITE FAX AL NUMERO: 06-5007 4406

A – NOME DEL GEOSITO

GEOSITO MONTE DI PROCIDA

DIVULGABILE

SI	NO
-----------	-----------

IDENTIFICATIVO SCHEDA

COMPILATORE/ENTE (*)	ACQUISIZIONE DATI			
UNIVERSITA DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II	RILEVAMENTO		BIBLIOGRAFIA	
RILEVATORE/ENTE (SE DIVERSO DA COMPILATORE)	SI	NO	SI	NO
	DATA SCHEDA			
				SI NO

B – UBICAZIONE

REGIONE
PROVINCIA
COMUNE
TOPONIMO/LOCALITA

CAMPANIA
NAPOLI
POZZUOLI
MONTE DI PROCIDA

COORDINATA N.
COORDINATA E.
DATUM

SHAPE FILE

COORDINATE (U.T.M)

				SI NO
WGS84		ED50		
Fuso32	Fuso33	Fuso32	Fuso33	
	3	2		

RIFERIMENTI CARTOGRAFICI

N. FOGLIO: 465011 44732	DENOMINAZIONE: MONTE DI PROCIDA BACOLI
SCALA: 1.5.000	TIPO (C.T.R., I.G.M., I.I.M., ECC.): C.T.N (NAPOLI)

C – INTERESSE SCIENTIFICO (1= PRIMARIO - 2= SECONDARIO)

GEOGRAFIA	
GEOLOGIA MARINA	
STRATIGRAFIA	2
GEOMINERARIA	2
GEOMORFOLOGIA	
GEOLOGIA APPLICATA	

IDROGEOLOGIA	
MINERALOGIA	
PALEONTOLOGIA	
PEDOLOGIA	
GEOLOGIA STRUTTURALE	
PETROGRAFIA	2

VULCANOLOGIA	1
SEDIMENTOLOGIA	
CARSISMO EPIGEO	
CARSISMO IPOGEO	
GEOSTORIA (*)	
ALTRO	

C.1 –INTERESSE CONTESTUALE (1= PRIMARIO - 2= SECONDARIO)

CULTURALE	2
DIDATTICO	2
ESCURSIONISTICO	2
STORICO	
BOTANICO	
FAUNISTICO	
PAESISTICO	2
ARCHEOLOGICO	
ARCHITETTONICO	
ALTRO	

C.2 – VALUTAZIONE INTERESSE SCIENTIFICO PRIMARIO

RARO (RA)	
RAPPRESENTATIVO (RP)	X
ESEMPLIFICATIVO (ES)	

C.3 – GRADO INTERESSE SCIENTIFICO PRIMARIO

GSSP	
NAZIONALE (N)	
REGIONALE (R)	X
LOCALE (L)	

C.4 – IL GIUDIZIO ESPRESSO IN “C” E:

SOGGETTIVO	X
OGGETTIVO (SPIEGARE)	

D – DESCRIZIONE DEL GEOSITO

Il Monte di Procida, situato all'estremità sud-occidentale del Golfo di Pozzuoli a poche centinaia di metri s.l.m., è uno dei luoghi che, dal punto di vista geologico, risulta essere tra i più complessi ed interessanti dell'area flegrea poiché costituisce una delle pochissime zone in cui è possibile osservare i prodotti più antichi dell'attività vulcanica flegrea pre Tufo Giallo Napoletano. Presso la spiaggia di Acquamorta ad esempio sono ben visibili le tracce della straordinaria storia vulcanologia dei Campi Flegrei: qui infatti si può leggere, in una successione stratigrafica continua, la dinamica che in circa 40.000 anni ha portato alla formazione del paesaggio così come appare oggi. La falesia di Acquamorta, attraverso un'altalena geologica di eventi deposizionali ed erosivi, si compone sino a raggiungere la conformazione attuale. Lungo la falesia, inoltre, affiorano i depositi più antichi del vulcanismo flegreo che, dal basso verso l'alto, raccontano i principali eventi eruttivi che hanno caratterizzato l'intera area flegrea. La parete della falesia di Acquamorta sembra essere intimamente legata, sia dal punto di vista morfologico che geologico, con lo scoglio di San Martino. Il promontorio di Monte di Procida si affaccia proprio di fronte l'isola di Procida, dalla quale è separato da uno stretto tratto di mare (il canale di Procida) e dall'isolotto di San Martino.

E – DOCUMENTAZIONE ICONOGRAFICA (1)

SPECIFICARE FONTE/AUTORE:					
TIPO	X	FOTO /DIAPOSITIVA	X	DISEGNO	CODICE AUTORE
		CD/DVD		FILMATO	N° PROGRESSIVO
		SCANSIONE		SITO WEB	

F – ELEMENTI CARATTERIZZANTI DEL GEOSITO

F.1 – LITOLOGIA CARATTERIZZANTE

F.2 – UNITA CRONOSTRATIGRAFICA

F.3 – ETA DEL PROCESSO GENETICO

LAVE DEPOSITI PIROCLASTICI	PLEISTOCENE SUPERIORE OLOCENE	
-------------------------------	----------------------------------	--

G – TIPOLOGIA

ELEMENTO SINGOLO

INSIEME DI ELEMENTI

G.1 - FORMA

PUNTUALE	<input type="checkbox"/>
LINEARE	<input type="checkbox"/>
AREALE	<input checked="" type="checkbox"/>
PANORAMICO	<input type="checkbox"/>

G.2 - DIMENSIONE

LUNGHEZZA(M/KM)	<input type="checkbox"/>
AREA (M ² /KM ²)	<input type="checkbox"/>
SPESSORE (M)	<input type="checkbox"/>
NON NECESSARIO SE C'E (.SHP)	<input checked="" type="checkbox"/>

G.3 - ESPOSIZIONE

NATURALE	<input checked="" type="checkbox"/>
ARTIFICIALE	<input checked="" type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>

H – FRUIZIONE DELL'OGGETTO E/O DELL'AREA

H. 1– POSIZIONE

A - EMERSO	EPIGEO	<input checked="" type="checkbox"/>	IPOGEO	<input checked="" type="checkbox"/>
B – EMERSO - SOMMERSO	EPIGEO	<input type="checkbox"/>	IPOGEO	<input type="checkbox"/>
C - SOMMERSO	EPIGEO	<input type="checkbox"/>	IPOGEO	<input type="checkbox"/>
	VISIBILE DA SUPERFICIE	<input type="checkbox"/>	VISIBILE IN IMMERSIONE	<input type="checkbox"/>

H. 2A – ACCESSIBILITÀ'

MOLTO FACILE

FACILE

DIFFICILE

MOLTO DIFFICILE

PER ESPERTI

H. 2B – ACCESSIBILITÀ'

A PIEDI	FACILE
	DIFFICILE
CAVALLO/M ULO	FACILE
	DIFFICILE

IN AUTO	FACILE
	DIFFICILE
VEICOLO FUORISTRAD A	FACILE
	DIFFICILE

IN BARCA	FACILE
	DIFFICILE
ELICOTTERO	FACILE
	DIFFICILE

BICICLETTA/ MOUNTAIN BIKE	FACILE
	DIFFICILE
BATISCAFO	FACILE
	DIFFICILE

H.3 – ALTRI CARATTERI SALIENTI

SITO VISIBILE DA LONTANO	SI	NO	STAGIONE CONSIGLIATA	I	P	E	A
NOTE:							

I –SUOLO E FONDALE

I.1 – USO DEL SUOLO

I.2 – TIPO DI FONDALE

BOSCHIVO		LIMO	
COLTIVATO	X	SABBIA	
TERRAZZATO	X	GHIAIA	
INCOLTO		BLOCCHI SPARSI	
ROCCIA AFFIORANTE	X	ROCCIA AFFIORANTE	
ROCCIA O DETRITO A NUDO		PRATERIE A FANEROGAME	
VEGETATO		MISTO	
URBANIZZATO		ALTRO	
URBANIZZATO CON INFRASTRUTTURE			
PRATIVO			

L. - VINCOLI TERRITORIALI INSISTENTI SULL'AREA

L.1 – IL SITO RIENTRA IN UN'AREA PROTETTA?

Si No

DEFINIZIONE (3)	
PARCHI NAZIONALI	
RISERVE NATURALI STATALI	
PARCHI NATURALI REGIONALI	X
RISERVE NATURALI REGIONALI	
ZUI (4)	
ZPS (5)	
ZSC/SIC (6)	
ALTRE AREE PROTETTE (7)	X
AREE DI REPERIMENTO	

L.2 – ALTRI TIPI DI VINCOLO TERRITORIALE

VINCOLO PAESISTICO-AMBIENTALE	X
VINCOLO AI SENSI D. LGS 431/85 (8)	X
VINCOLO PALEONTOLOGICO (9)	
VINCOLO D.LGS 42 /2004 (10)	X
.....	

(3) Secondo Legge quadro aree protette 394/91

(4) ZONE UMIDE DI IMPORTANZA INTERNAZIONALE (CONV. RAMSAR)

(5) ZONE DI PROTEZIONE SPECIALE DIRETTIVA 79/409/CEE

(6) ZONE SPECIALI DI CONSERVAZIONE - SITI DI INTERESSE COMUNITARIO DIRETTIVA HABITAT 92/43/CEE

(7) (OASI, BIOTOP, MONUMENTI NATURALI, AREE MARINE PROTETTE, PARCHI ARCHEOLOGICI STORICI, PARCHI URBANI, SUBURBANI, AREE ATTREZZATE, ECC)

(8) D. LGS. 431/1985 (LEGGE GALASSO)

(9) D.L. 29 OTTOBRE 1999, N. 490

(10) D. LGS. 42/2004 (CODICE URBANI)

M – STATO DI CONSERVAZIONE

BUONO	<input type="checkbox"/>
DISCRETO	<input checked="" type="checkbox"/>
PESSIMO	<input type="checkbox"/>
SCOMPARSO	<input type="checkbox"/>

M.1 – RISCHIO DI DEGRADO

NATURALE ANTROPICO

ELEVATO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MEDIO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
INESISTENTE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

M.2 – DESCRIZIONE RISCHIO DI DEGRADO

N – PROPOSTA DI PROTEZIONE E/O DI ISTITUZIONE DI AREA A TUTELA SPECIFICA:

NECESSARIA CONSIGLIABILE SUPERFLUA GIÀ IN ATTO

O – EVENTUALI COMMENTI E NOTAZIONI AGGIUNTIVE

--

P – RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICO DOCUMENTALI

--

4.8 Il Geosito Procida



Fig. 4.61 – L'isola di Procida e Vivara (Foto © Carmine Troise)

L'isola di Procida (Fig. 4.61), insieme a Vivara, è ubicata sulla piattaforma interna del golfo di Napoli, in posizione intermedia tra la caldera dei Campi Flegrei e l'isola di Ischia. Da un punto di vista geografico, sebbene risulti divisa dall'area flegrea continentale, Procida ne rappresenta la naturale prosecuzione per le affinità dei caratteri geologici, vulcanologici e petrografici.

Completamente di origine vulcanica, l'isola è nata dalle eruzioni di almeno quattro diversi vulcani (databili tra 55.000 e 17.000 anni fa), oggi completamente inattivi e in gran parte sommersi.

La scelta di proporre Procida come potenziale geosito (Tavola 7, in allegato) è dovuta soprattutto al forte valore scientifico e didattico che l'isola possiede: qui infatti i prodotti vulcanici dell'attività flegrea si mostrano in tutta la loro completezza, rendendo l'isola un vero e proprio laboratorio a cielo aperto. Non è un caso, infatti, che quasi tutti gli studenti di Scienze Geologiche dell'Università di Napoli Federico II vengano accompagnati sull'isola per svolgere la campagna geologica di rilevamento del vulcanico. Procida offre infatti la possibilità di toccare con mano e di osservare da vicino, tutte le tipologie di prodotti vulcanici esistenti, dalla lava ai tufi, dalle ignimbriti alle brecce.

L'itinerario previsto per il geosito di Procida (Fig. 4.62) prevede 4 stop principali, a carattere prettamente geologico-educativo (didattico), ma bisogna sottolineare anche il non trascurabile valore naturalistico e storico dell'isola.



Fig. 4.62 – L'itinerario del Geosito Procida

4.8.1 Gli Stop previsti per il Geosito Procida

- **Stop 1 – Punta della Lingua**

Il primo stop del nostro itinerario non poteva che essere Punta della Lingua, ubicata all'estremità nord orientale dell'isola, dove la formazione della Breccia Museo presenta tutte le principali caratteristiche che la contraddistinguono.

E' doveroso a questo punto ricordare che la Breccia Museo si può forse considerare il primo vero geosito della storia: Jhonston Lewis infatti chiamò "museo" questa particolare formazione breccioide proprio perché essa mostrava al suo interno, quasi come fosse appunto un museo, tutte le diverse tipologie di prodotti, dai pezzi di tufo all'ossidiana, dalle pomici a blocchi di rocce sedimentarie del substrato.

Quello che osserviamo in affioramento (Fig. 4.62) è un deposito breccioide estremamente eterometrico, costituito da pomici, ossidiana e frammenti litici di rocce vulcaniche e sedimentarie strappate dal condotto vulcanico durante l'eruzione avvenuta circa 39.000 anni fa (Fedele et al., 2008).



Fig. 4.62 - Stop 1: Punta della Lingua: la Breccia Museo

All'interno del deposito è inoltre possibile rinvenire bombe dal tipico aspetto a crosta di pane e *pipes structures*, tipiche strutture di degassazione.

Presso l'estremità di Punta della Lingua si può vedere anche il netto contatto tra la Breccia Museo e la Formazione di Terra Murata, uno degli edifici vulcanici più antichi di Procida (Fig. 4.63)



Fig. 4.63 - Stop 3: Punta della Lingua. Contatto tra il tufo di Terra Murata (1) e la Breccia Museo (2).

■

▪ Stop 2 – La spiaggia di Chiaia

La spiaggia di Chiaia (Fig. 4.64), situata sulla costa orientale di Procida, dopo la Marina della Corricella, è la spiaggia più grande dell'isola. L'enorme falesia è costituita dai prodotti piroclastici ascrivibili all'eruzione di Solchiaro, il più grosso edificio vulcanico dell'isola di Procida e i cui prodotti sono i più ampiamente diffusi. Lungo la spiaggia è possibile osservare da vicino i vari aspetti delle singole facies della Formazione di Solchiaro: nella parte bassa della falesia riconosciamo gli aspetti tipici della facies gialla prossimale (Fig. 4.65), caratterizzata da strutture a *sandwaves* (dune e antidune) ad alto angolo, tipiche di un flusso turbolento capace di erodere e sedimentare contemporaneamente.



Fig. 4.64 - Stop 2: La spiaggia di Chiaia vista dall'alto



Fig. 4.65 - Stop 2: Spiaggia di Chiaia: strutture a sandwaves nei prodotti di Solchiaro.

Spostandoci lungo la spiaggia in direzione est verso la Corricella, osserviamo invece la facies grigia distale della Formazione che affiora lungo tutta la baia per spessori di 30-40 metri : gli strati dei depositi sono prevalentemente piano-paralleli o leggermente ondulati e presentano marcati segni di erosione eolica (tafoni) (Fig. 4.66)



Fig. 4.66 - Stop 2: Tafonature nei depositi di Solchiaro presso la spiaggia di Chiaia.

▪ **Stop 3 – La baia di Solchiaro**

Presso la baia di Solchiaro, che costituisce il relitto della parte nord-occidentale del cratere, si possono differenziare le facies prossimali, intermedie e distali dei prodotti dell'omonimo vulcano. Lungo la parte basale del recinto craterico (località Seno del Carbogno), nella fascia bassa della formazione, si può osservare bene la facies prossimale di Solchiaro (Fig. 4.67), che si presenta di colore giallo per i fenomeni di zeolitizzazione dovuti all'interazione tra acqua e magma. Il deposito è costituito da livelli cineritici ricchi in pisoliti associati a brandelli scoriacei neri e a brandelli tufacei e sedimentari che sono stati trapanati da altri apparati vulcanici più antichi (Fig. 4.68).



Fig. 4.67 - Stop 3: Seno del Carbogno, baia di Solchiaro. Facies prossimale di Solchiaro.



a)



b)

Fig. 4.68 - Stop 3: Seno del Carbogno, facies prossimale di Solchiaro. All'interno del deposito si rinvengono numerose pisoliti (a) e clasti di natura sedimentaria (b)

Nella parte alta di questi depositi sono incisi dei canali erosivi profondi che presentano un andamento radiale rispetto al cratere e pareti molto acclivi: questi canali segnalano il passaggio dalla facies prossimale gialla (superiore ai 20 m di spessore) a quella intermedia grigia (14 m di spessore) caratterizzata da un'alternanza di strati con laminazione interna planare o ondulata. Lungo la strada Panoramica della baia, invece, è possibile osservare bene la facies distale dei prodotti di Solchiaro, rappresentata da un'alternanza (spessore circa 3-4 metri) di strati con laminazione interna planare o ondulata con all'interno blocchi balistici isolati che determinano strutture da affondamento (Fig. 4.69).



Fig. 4.69 - Stop 3: Strada Panoramica. Facies distale di Solchairo.

▪ **Stop 4 – La spiaggia del cimitero (Cala del Pozzo Vecchio)**

Il 4 stop dell'itinerario proposto per il geosito Procida è presso la spiaggia del cimitero, nella cala del Pozzo Vecchio (Fig. 4.70).

La baia è compresa tra il promontorio di Punta Serra a SW e quello di Punta Ottimo a NE e costituisce il relitto dell'edificio vulcanico di Pozzo Vecchio, il più vecchio dell'isola.



Fig. 4.70 - La spiaggia del cimitero

Sulla spiaggia, lungo le falesie in costante arretramento per l'azione erosiva del mare, è possibile osservare la facies distale di colore grigio del tufo di Solchiaro, costituita da un'alternanza di cineriti alternate a strati di lapilli e scorie con struttura

piano parallela (Fig. 4.71). Lo spessore dei depositi è inferiore ai 10 metri e talora, all'interno degli strati, si nota una gradazione inversa degli elementi centimetrici.



Fig. 4.71 - Stop 4: Spiaggia del cimitero: depositi della facies distale di Solchiaro.

Sempre in località Pozzo Vecchio, alla fine della strada che fiancheggia il cimitero, vi è un altro affioramento molto significativo in cui viene esposta, in tutta la sua interezza, l'intera sequenza stratigrafica della Breccia Museo (Fig. 4.72).



Fig. 4.72- Stop 4: Spiaggia del cimitero

E' possibile riconoscere, infatti, il livello breccioide vero e proprio, che si presenta come un agglomerato di pomice arrotondate, clasti di ossidiana, blocchi sedimentari e

frammenti litici di rocce strappate dal condotto vulcanico, compreso tra due livelli massivi (uno inferiore e uno superiore).

▪ **Stop 5 – Punta Pioppeto (Capo Faro)**

L'ultimo stop del nostro itinerario è previsto lungo la fascia costiera del settore settentrionale dell'isola che va da Punta Pioppeto a Capo Bove, dove si ha il massimo spessore della Formazione di Fiumicello (30 metri circa). Presso la spiaggia di Capo Faro è possibile osservare gli aspetti tipici della facies prossimale della Formazione costituita da un'alternanza di strati cineritici ondulati di colore giallo/grigio ricchi in pisoliti, con strati di lapilli e scorie immersi in una matrice talora con tessitura caotica. All'interno del deposito si rinvengono strutture dunali e *U-channel* e blocchi di tufo e di lava di dimensioni decimetriche che determinano strutture da affondamento (Fig. 4.73)



Fig. 4.73 - Stop 5: Punta Pioppeto (Capo Faro): struttura di affondamento nei prodotti di Fiumicello.



ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

DIPARTIMENTO DIFESA DELLA NATURA
SERVIZIO AREE PROTETTE E PIANIFICAZIONE TERRITORIALE
SETTORE TUTELA DEL PATRIMONIO GEOLOGICO

SCHEDA SPERIMENTALE PER L'INVENTARIO DEI GEOSITI ITALIANI

N.B.: LA SCHEDA COMPILATA DOVRA ESSERE INVIATA VIA E-MAIL ALL'INDIRIZZO:
GEOSITI@APAT.IT, OPPURE SPEDITA TRAMITE FAX AL NUMERO: 06-5007 4406

A – NOME DEL GEOSITO

GEOSITO PROCIDA

DIVULGABILE

SI	NO
-----------	-----------

IDENTIFICATIVO SCHEDA

COMPILATORE/ENTE (*)	ACQUISIZIONE DATI			
UNIVERSITA DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II	RILEVAMENTO		BIBLIOGRAFIA	
RILEVATORE/ENTE (SE DIVERSO DA COMPILATORE)	SI	NO	SI	NO
	DATA SCHEDA			

B – UBICAZIONE

SHAPE FILE

SI	NO
-----------	-----------

COORDINATE (U.T.M)

REGIONE
PROVINCIA
COMUNE
TOPONIMO/LOCALITA

CAMPANIA
NAPOLI
PROCIDA
PROCIDA-VIVARA

COORDINATA N.
COORDINATA E.
DATUM

WGS84				ED50			
Fuso32	Fuso3	Fuso3	Fuso33	Fuso32	Fuso3	Fuso3	Fuso33
	3	2					

RIFERIMENTI CARTOGRAFICI

N. FOGLIO:	DENOMINAZIONE:
465013	PROCIDA
465054	PROCIDA-PUNTA SOLCHIARO
464081	ISCHIA-CASTELLO ARAGONESE
SCALA:	TIPO (C.T.R., I.G.M., I.I.M., ECC.):
1.5.000	C.T.N (NAPOLI)

C – INTERESSE SCIENTIFICO (1= PRIMARIO - 2= SECONDARIO)

GEOGRAFIA	
GEOLOGIA MARINA	
STRATIGRAFIA	2
GEOMINERARIA	
GEOMORFOLOGIA	2
GEOLOGIA APPLICATA	

IDROGEOLOGIA	
MINERALOGIA	2
PALEONTOLOGIA	
PEDOLOGIA	
GEOLOGIA STRUTTURALE	
PETROGRAFIA	2

VULCANOLOGIA	1
SEDIMENTOLOGIA	
CARSISMO EPIGEO	
CARSISMO IPOGEO	
GEOSTORIA (*)	
ALTRO	2

C.1 –INTERESSE CONTESTUALE (1= PRIMARIO - 2= SECONDARIO)

CULTURALE	2
DIDATTICO	2
ESCURSIONISTICO	1
STORICO	
BOTANICO	2
FAUNISTICO	2
PAESISTICO	2
ARCHEOLOGICO	
ARCHITETTONICO	
ALTRO	

C.2 – VALUTAZIONE INTERESSE SCIENTIFICO PRIMARIO

RARO (RA)	
RAPPRESENTATIVO (RP)	X
ESEMPLIFICATIVO (ES)	

C.3 – GRADO INTERESSE SCIENTIFICO PRIMARIO

GSSP	
NAZIONALE (N)	X
REGIONALE (R)	
LOCALE (L)	

C.4 – IL GIUDIZIO ESPRESSO IN “C” E:

SOGGETTIVO	X
OGGETTIVO (SPIEGARE)	

D – DESCRIZIONE DEL GEOSITO

L'isola di Procida, insieme a Vivara, è ubicata sulla piattaforma interna del golfo di Napoli, in posizione intermedia tra la caldera dei Campi Flegrei e l'isola di Ischia. Da un punto di vista geografico, sebbene risulti divisa dall'area flegrea continentale, Procida ne rappresenta la naturale prosecuzione per le affinità dei caratteri geologici, vulcanologici e petrografici. Completamente di origine vulcanica, l'isola è nata dalle eruzioni di almeno quattro diversi vulcani (databili tra 55.000 e 17.000 anni fa), oggi completamente inattivi e in gran parte sommersi.

L'isola di Procida possiede un notevole valore scientifico e didattico: qui infatti i prodotti vulcanici dell'attività flegrea si mostrano in tutta la loro completezza, rendendo l'isola un vero e proprio laboratorio a cielo aperto.

E – DOCUMENTAZIONE ICONOGRAFICA (1)

SPECIFICARE FONTE/AUTORE:					
TIPO	X	FOTO /DIAPOSITIVA	X	DISEGNO	CODICE AUTORE
		CD/DVD		FILMATO	N° PROGRESSIVO
		SCANSIONE		SITO WEB	

F – ELEMENTI CARATTERIZZANTI DEL GEOSITO

F.1 – LITOLOGIA CARATTERIZZANTE**F.2 – UNITA CRONOSTRATIGRAFICA****F.3 – ETA DEL PROCESSO GENETICO**

LAVE DEPOSITI PIROCLASTICI	PLEISTOCENE SUPERIORE OLOCENE	
-------------------------------	----------------------------------	--

G – TIPOLOGIAELEMENTO SINGOLO

INSIEME DI ELEMENTI

G.1 - FORMA

PUNTUALE	<input type="checkbox"/>
LINEARE	<input type="checkbox"/>
AREALE	<input checked="" type="checkbox"/>
PANORAMICO	<input type="checkbox"/>

G.2 - DIMENSIONE

LUNGHEZZA(M/KM)	<input type="checkbox"/>
AREA (M ² /KM ²)	<input type="checkbox"/>
SPESSORE (M)	<input type="checkbox"/>
NON NECESSARIO SE C'E (.SHP)	<input checked="" type="checkbox"/>

G.3 - ESPOSIZIONE

NATURALE	<input checked="" type="checkbox"/>
ARTIFICIALE	<input checked="" type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>

H – FRUIZIONE DELL'OGGETTO E/O DELL'AREA**H. 1– POSIZIONE**

A - EMERSO	EPIGEO	<input checked="" type="checkbox"/>	IPOGEO	<input checked="" type="checkbox"/>
B – EMERSO - SOMMERSO	EPIGEO	<input type="checkbox"/>	IPOGEO	<input type="checkbox"/>
C - SOMMERSO	EPIGEO	<input type="checkbox"/>	IPOGEO	<input type="checkbox"/>
	VISIBILE DA SUPERFICIE	<input type="checkbox"/>	VISIBILE IN IMMERSIONE	<input type="checkbox"/>

H. 2A – ACCESSIBILITÀ'

MOLTO FACILE

FACILE

DIFFICILE

MOLTO
DIFFICILE

PER ESPERTI

H. 2B – ACCESSIBILITÀ'

A PIEDI	FACILE	IN AUTO	FACILE	IN BARCA	FACILE	BICICLETTA/ MOUNTAIN BIKE	FACILE
	DIFFICILE		DIFFICILE		DIFFICILE		DIFFICILE
CAVALLO/M ULO	FACILE	VEICOLO FUORISTRAD A	FACILE	ELICOTTERO	FACILE	BATISCAFO	FACILE
	DIFFICILE		DIFFICILE		DIFFICILE		DIFFICILE

H.3 – ALTRI CARATTERI SALIENTI

SITO VISIBILE DA LONTANO	SI	NO	STAGIONE CONSIGLIATA	I	P	E	A
NOTE:							

I –SUOLO E FONDALE**I.1 – USO DEL SUOLO****I.2 – TIPO DI FONDALE**

BOSCHIVO		LIMO	
COLTIVATO	X	SABBIA	
TERRAZZATO	X	GHIAIA	
INCOLTO		BLOCCHI SPARSI	
ROCCIA AFFIORANTE	X	ROCCIA AFFIORANTE	
ROCCIA O DETRITO A NUDO		PRATERIE A FANEROGAME	
VEGETATO	X	MISTO	
URBANIZZATO		ALTRO	
URBANIZZATO CON INFRASTRUTTURE	X		
PRATIVO			

L. - VINCOLI TERRITORIALI INSISTENTI SULL'AREA

L.1 – IL SITO RIENTRA IN UN'AREA PROTETTA?

Si No

DEFINIZIONE (3)	
PARCHI NAZIONALI	
RISERVE NATURALI STATALI	
PARCHI NATURALI REGIONALI	X
RISERVE NATURALI REGIONALI	
ZUI (4)	
ZPS (5)	
ZSC/SIC (6)	
ALTRE AREE PROTETTE (7)	X
AREE DI REPERIMENTO	

L.2 – ALTRI TIPI DI VINCOLO TERRITORIALE

VINCOLO PAESISTICO-AMBIENTALE	X
VINCOLO AI SENSI D. LGS 431/85 (8)	X
VINCOLO PALEONTOLOGICO (9)	
VINCOLO D.LGS 42 /2004 (10)	X
.....	

(3) Secondo Legge quadro aree protette 394/91

(4) ZONE UMIDE DI IMPORTANZA INTERNAZIONALE (CONV. RAMSAR)

(5) ZONE DI PROTEZIONE SPECIALE DIRETTIVA 79/409/CEE

(6) ZONE SPECIALI DI CONSERVAZIONE - SITI DI INTERESSE COMUNITARIO DIRETTIVA HABITAT 92/43/CEE

(7) (OASI, BIOTOP, MONUMENTI NATURALI, AREE MARINE PROTETTE, PARCHI ARCHEOLOGICI STORICI, PARCHI URBANI, SUBURBANI, AREE ATTREZZATE, ECC)

(8) D. LGS. 431/1985 (LEGGE GALASSO)

(9) D.L. 29 OTTOBRE 1999, N. 490

(10) D. LGS. 42/2004 (CODICE URBANI)

M – STATO DI CONSERVAZIONE

BUONO	<input checked="" type="checkbox"/>
DISCRETO	<input type="checkbox"/>
PESSIMO	<input type="checkbox"/>
SCOMPARSO	<input type="checkbox"/>

M.1 – RISCHIO DI DEGRADO

NATURALE ANTROPICO

ELEVATO		
MEDIO	X	X
INESISTENTE		

M.2 – DESCRIZIONE RISCHIO DI DEGRADO

N – PROPOSTA DI PROTEZIONE E/O DI ISTITUZIONE DI AREA A TUTELA SPECIFICA:

NECESSARIA CONSIGLIABILE SUPERFLUA GIÀ IN ATTO

O – EVENTUALI COMMENTI E NOTAZIONI AGGIUNTIVE

--

P – RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICO DOCUMENTALI

--

CAPITOLO 5

IL GEOPARCO DEI CAMPI FLEGREI

5.1 Premessa

Se i geositi rappresentano un patrimonio geologico di inestimabile valore che bisogna censire, tutelare e valorizzare, i Geoparchi rappresentano una speciale categoria di aree protette che si stanno via via affermando sia a livello nazionale, sia a livello internazionale. Si tratta di territori che presentano elementi geologici e geomorfologici di particolare rilevanza scientifica, divulgativa, didattica ed estetica che hanno stabilito di lavorare insieme per individuare nuove strategie e progetti finalizzati alla tutela ed alla valorizzazione del patrimonio geologico. I primi quattro Geoparchi europei (fra cui una foresta pietrificata) hanno attivato una forte cooperazione allo scopo di favorire lo sviluppo sostenibile a livello locale attraverso la valorizzazione di un'immagine generale collegata al patrimonio geologico. Da questa forte collaborazione sono scaturite molte iniziative che hanno promosso il geoturismo e che hanno sviluppato interessanti esperienze nel campo dell'educazione ambientale, della formazione e della ricerca scientifica nelle varie discipline delle Scienze della Terra.

5.2 Cos'è un Geoparco Europeo

Un Geoparco costituisce il tentativo più esplicito di "territorializzare" il patrimonio culturale, ossia di esaltare il territorio a partire dal patrimonio geologico e la capacità di esprimere attraverso questo l'identità delle comunità locali e, insieme, la capacità di creare valorizzazione. E' un' iniziativa che guarda in profondità al patrimonio territoriale, partendo dalla considerazione che le rocce, i minerali, i fossili, il suolo, etc. sono i risultati e al contempo la registrazione dell'evoluzione del nostro pianeta e dunque essi fanno parte integrante del nostro mondo naturale. Essa si colloca nel punto di convergenza tra iniziative di conservazione della natura con quelle di conservazione e valorizzazione del patrimonio culturale.

Un Geoparco è un territorio che possiede un patrimonio geologico particolare ed una strategia di sviluppo sostenibile supportata da un programma europeo idoneo a promuovere tale sviluppo. Esso deve comprendere un certo numero di siti geologici di particolare importanza in termini di qualità scientifica, rarità, richiamo estetico o

valore educativo, ma il loro interesse può anche essere archeologico, ecologico, storico o culturale.

Nell'ampia visione proposta dal Manifesto dell'European Geoparks Network (UNESCO, 2006) i Geoparchi rappresentano, dunque, uno strumento strategico per rilanciare i valori identitari che trovano espressione nel paesaggio, in quanto prodotto evolutivo dell'interazione tra fattori naturali e culturali. Inoltre, con il Geoparco prende corpo il concetto, proposto con sempre maggiore insistenza dalla nuova programmazione dello sviluppo sostenibile, di "distretto turistico integrato". Il Geoparco vuole rappresentare, a livello locale, il tentativo di mettere in rete tutti gli attori attorno ad una idea forza quale precisa strategia di sviluppo locale integrato e sostenibile. Dal punto di vista geografico, pone le basi per l'attivazione sul territorio di un sistema distrettuale turistico culturale caratterizzato per il suo andamento concentrico che parte dal polo turistico principale per proiettare i suoi effetti sulle aree meno diffuse percorrendo un itinerario integrato e sostenibile.

5.3 La Rete Europea dei Geoparchi e la Rete Mondiale dei Geoparchi dell'UNESCO

A partire dal 1998, nell'ottica di una valorizzazione del patrimonio geologico anche a fini turistico-ricreativi, l'UNESCO ha lanciato un programma denominato "**UNESCO Geoparks**". Tale programma, che scaturisce da un'ampia collaborazione tra diversi organismi internazionali, quali: la Divisione Scienze della Terra dell'UNESCO, la IUGS (International Union for Geological Sciences), il WHC (World Heritage Centre) sempre dell'UNESCO, la MAB (Rete Mondiale delle Riserve della Biosfera) e l'IGCP (International Geoscience Programme, già International Geological Correlation Programme), ha il duplice obiettivo di incrementare il valore dei siti che costituiscono una testimonianza fondamentale della storia geologica ed evolutiva della Terra e di creare, con tali presupposti, anche occasioni di sviluppo socio-economico compatibile a livello locale. In questa direzione, il riconoscimento internazionale "UNESCO Geopark" è destinato a quei territori aventi elementi di grande pregio dal punto di vista geologico in senso lato, nei quali si attuano strategie di gestione partecipate finalizzate alla conservazione del patrimonio geologico, contestualmente allo svolgimento di attività di ricerca e divulgazione scientifica, di ricreazione turistica e di educazione ambientale. Tali territori costituiscono il **Global Unesco Network Of Geoparks (GGN)** ovvero la rete mondiale Unesco dei Geoparchi, istituita a Parigi nel

febbraio 2004 e lanciata nel giugno 2004 in occasione della prima Conferenza Internazionale sui Geoparks tenutasi a Pechino in Cina (Theodossiu – Drandaki, 2004). I tre obiettivi prioritari perseguiti dalla **GGN** sono:

- conservare l'ambiente
- promuovere l'educazione alle Scienze della Terra
- favorire uno sviluppo sostenibile economico a livello locale.

Dal 2004 confluisce in questa rete internazionale un'altra iniziativa avviata a livello europeo; si tratta dell'**European Geoparks Network (EGN)** attivata nel giugno del 2000 su iniziativa di quattro Paesi Europei (Grecia, Francia, Germania e Spagna) nell'ambito di un programma LEADER IIC.

L' **EGN** individua come obiettivi prioritari:

- la cooperazione per tutelare il patrimonio geologico;
- il favorire lo sviluppo sostenibile a livello locale attraverso la valorizzazione di un'immagine generale collegata al patrimonio geologico;
- la promozione di iniziative di geoturismo
- l'educazione ambientale
- la formazione e lo sviluppo della ricerca scientifica nelle varie discipline delle Scienze della Terra.

La EGN fornisce alcune indicazioni supplementari per quanto riguarda le caratteristiche di un Geoparco (Frey, 2002; Fassoulas & McKeever, 2004; Zouros, 2004) :

- un Geoparco deve costituirsi attorno a un patrimonio geologico e geomorfologico peculiare per il suo interesse scientifico, per la sua rarità o per il suo valore pedagogico. I siti che costituiscono tale patrimonio devono essere messi in rete ed essere oggetto di un seguito comune ;
- i differenti siti del Geoparco devono essere collegati fra di loro ed essere gestiti da una struttura adeguata ;
- un Geoparco deve essere dotato di una struttura gestionale ben definita;
- un Geoparco deve garantire l'integrità dei siti che ne giustificano l'esistenza;
- non vi sono limiti di estensione per un Geoparco. Ciononostante, esso deve essere sufficientemente esteso per garantire una valorizzazione scientifica e un utilizzo economico nel quadro di uno sviluppo sostenibile. Un Geoparco non potrebbe essere creato attorno ad un solo oggetto, anche se quest'ultimo dovesse essere di grande dimensione (ad esempio un massiccio montagnoso o una scogliera

spettacolare). D'altro canto, un Geoparco può presentare anche dimensioni ridotte, ad esempio nel caso in cui le contingenze geologiche raggruppino più geotopi in origine lontani su di una piccola porzione di territorio;

- un Geoparco ha un ruolo attivo nello sviluppo economico del proprio territorio attraverso l'arricchimento dell'immagine generale legata al patrimonio geologico al fine di sviluppare il Geoturismo;
- la realizzazione di un Geoparco deve avvenire grazie al supporto della popolazione locale e coinvolgere sia l'ente pubblico (comuni e cantone) sia le organizzazioni con interesse privato (economia, turismo). Gli enti preposti alla ricerca e all'educazione devono essere associati imperativamente al suo funzionamento. Grazie a questa collaborazione multidisciplinare, il Geoparco stimolerà gli scambi e le sinergie fra i diversi partner e sarà il fulcro per una efficace collaborazione fra le autorità pubbliche, gli interessi privati e la popolazione ;
- un Geoparco ha un impatto diretto sugli abitanti del territorio influenzandone l'ambiente e gli stili di vita. L'obiettivo è quello di stimolare gli abitanti a riappropriarsi dei valori del patrimonio territoriale e a partecipare attivamente alla riscoperta culturale del territorio;
- un Geoparco deve essere considerato come un territorio sperimentale che permette lo sviluppo di iniziative innovative in materia di valorizzazione e protezione del patrimonio geologico e geomorfologico ;

Nel febbraio 2004, in occasione dell'istituzione del GGN, il gruppo degli esperti internazionali dell'UNESCO ha deciso di includere gli esistenti Geoparchi Europei nella medesima rete globale; successivamente, nell'ottobre del 2004, durante il 5° Congresso Europeo dei Geoparks tenutosi in Sicilia presso il Geopark delle Madonie, UNESCO ed EGN hanno concordato che il Comitato di Coordinamento dell'EGN funzioni come strumento tecnico operativo della rete globale UNESCO e curi l'ammissione dei geoparks contestualmente nella rete europea ed in quella globale mondiale.

Attualmente l' EGN comprende 34 Geoparchi in 13 diversi Paesi Europei.

In piena sintonia con il progetto dei GEOPARKS la IUGS (IUGS 2004) ha avviato nel 2004 l'iniziativa GEOSEE, in collaborazione con UNESCO e IGU (International Geographical Union). Tale iniziativa si pone come obiettivo quello di valorizzare le diverse attività avviate a livello internazionale (UNESCO GEOPARKS, ProGEO,

EUROPEAN GEOPARKS, IUGS GEOSITES, etc.) per favorire un'ampia condivisione delle strategie per la conservazione del patrimonio geologico, per fare crescere l'attenzione dell'opinione pubblica sul tema, per promuovere azioni che vedano le politiche per la tutela e la valorizzazione del patrimonio geologico integrate con quelle della conservazione della natura, nonché per incrementare i progetti di geoturismo, di educazione ambientale e di divulgazione scientifica quali buone pratiche per lo sviluppo sostenibile delle comunità locali.

Tra gli altri organismi va citato, inoltre, la IAG (International Association of Geomorfologists) che nell'ambito delle proprie attività ha istituito un apposito Gruppo di Lavoro che studia le diverse metodologie per censire e per valutare i geomorfositi (intesi come forme che registrano particolare valore scientifico, storico-culturale, estetico, socio-economico, etc.). Lo scenario delle iniziative internazionali può essere completato con il recente ruolo svolto dal Consiglio d'Europa. Nel 2002, infatti, nell'ambito del "Comitato per le attività del Consiglio d'Europa in materia di diversità biologica e del paesaggio" (CO-DBP), è stato costituito un Gruppo di Lavoro sul Patrimonio Geologico - cui hanno preso parte esperti di diversi paesi europei oltre che rappresentanti delle più importanti organizzazioni internazionali - che in due anni ha elaborato un documento di grande importanza che è stato definitivamente adottato dal Comitato dei Ministri del Consiglio d'Europa il 5 maggio 2004 quale "Raccomandazione Rec (2004) 3 sulla conservazione del patrimonio geologico e delle aree di speciale interesse geologico". Tale documento prende atto del ruolo del patrimonio geologico e ne auspica il riconoscimento nell'ambito delle politiche di tutela e di valorizzazione dei singoli Paesi membri, raccomandando l'individuazione dei siti/aree di speciale interesse geologico, lo sviluppo di strategie di protezione e di gestione attraverso l'eventuale supporto di opportune normative, l'incremento di attività di divulgazione, educazione ed informazione, nonché il consolidamento di rapporti di collaborazione internazionale tra le diverse istituzioni scientifiche ed organizzazioni governative e non governative che operano nel campo della conservazione del patrimonio geologico.

5.4 Come si diventa Geoparco Europeo

Per diventare Geoparco Europeo bisogna presentare un *Dossier di candidatura* alla Cellula di Coordinamento in Francia. La documentazione viene poi valutata da una commissione di esperti internazionali per valutare l'effettiva veridicità del dossier e

del suo contenuto. A seguito di un esito positivo, il Parco candidato entra a far parte della rete EGN e diventa Geoparco Europeo.

Successivamente, ogni tre anni, il Geoparco sarà sottoposto ad una verifica e nuova convalida che valuterà gli effettivi progressi attuati circa la protezione e la promozione del patrimonio geologico e lo sviluppo delle attività economiche sostenibili nel territorio.

5.4.1 Il dossier di candidatura

Il fascicolo deve essere conciso e completo, non superiore a 30 pagine, redatto in inglese o in francese. E' possibile richiedere assistenza presso la commissione di esperti per perfezionare le strategie di sviluppo in connessione con il geoturismo. Il dossier deve includere obbligatoriamente informazioni precise e dettagliate sui seguenti punti:

A. DEFINIZIONE DEL TERRITORIO DEL GEOPARCO EUROPEO

- Nome del sito che si intende candidare a European Geopark
- Localizzazione (con cartografia allegata)
- Superficie areale ed elementi umani e geografici (popolazione, densità etc..)
- Organizzazione responsabile per la zona candidata come Geoparco Europeo
- Allegati (devono fornire una chiara ed esaustiva descrizione del futuro Geoparco Europeo. Gli allegati devono quindi includere fotografie, cartine, diapositive, video, ortofoto, bibliografia ecc)

B. DESCRIZIONE SCIENTIFICA DEL TERRITORIO DEL GEOPARCO EUROPEO

- Definizione della regione geografica in cui il territorio è localizzato
- Descrizione geologica generale
- Elenco e descrizione dei siti geologici presenti all'interno del Geoparco e dettagli circa l'interesse (scientifico, educativo, storico, culturale, divulgativo) degli stessi
- Attuale o potenziale pressione sul territorio e su questi siti
- Stato attuale in termini di protezione su questi
- Dati sull'amministrazione e gestione di questi siti
- Elenco e descrizione dei siti non geologici presenti nel territorio che possono essere collegati ai siti di interesse geologico

C. MOTIVI DI CANDIDATURA DEL TERRITORIO A GEOPARCO EUROPEO

- Analisi comprensiva del potenziale del territorio per lo sviluppo del geoturismo
- Overview delle geo-istituzioni e delle geo-attività esistenti nel Geoparco
- Politica per la protezione, l'accrescimento e lo sviluppo economico del patrimonio

geologico presente nel territorio

- Interesse del territorio nell' entrare a far parte della Rete Europea dei Geoparchi

D. **INFORMAZIONI GENERALI SUL TERRITORIO**

- Attività economica. Descrizione delle principali strutture responsabili della politica di sviluppo sostenibile e dei principali settori di attività nel territorio

- Prospettive future per la protezione del territorio

- Stato di protezione del territorio

- Servizi esistenti

- Servizi futuri in progetto

5.5 Geoparchi Italiani nella rete ENG - European Geoparks Network

I Geoparchi italiani inseriti nella EGN sono attualmente cinque, cui si è aggiunta la recentissima candidatura del Geoparco dell'Insubria avanzata della Comunità Montana Valsassina (Lombardia), in accordo con la Fondazione Monte San Giorgio - Meride (Svizzera).

I cinque veterani sono:

✓ **Liguria, Parco Naturale Regionale del Beigua**

Nel vasto comprensorio del Geoparco si registrano particolari caratteristiche geomorfologiche, forme e testimonianze legate, in alcuni casi, a processi scomparsi, che conferiscono al territorio caratteri tali da farne un *unicum* nel quadro ligure: dai depositi periglaciali alla sommità del massiccio del Beigua, alle forme e processi che testimoniano l'attuale modellamento dei fiumi. Il comprensorio è caratterizzato da interessanti aree paleontologiche, a contenuto fossilifero abbondante e in buono stato di conservazione, nonché da siti di interesse mineralogico, famosi soprattutto per la presenza di spettacolari granati, che hanno arricchito le collezioni di tutto il mondo.

✓ **Trentino Alto Adige, Parco Naturale dell'Adamello-Brenta**

Le durissime rocce magmatiche, i fenomeni carsici e il cimitero dei fossili della Val d'Ambiez, sono solo alcuni dei tasselli che costituiscono la grande opera geologica del Parco, che si distingue per la presenza di due mondi geologici e geomorfologici completamente differenti caratterizzati dal fiume Brenta.

✓ **Sicilia , Parco Naturale Regionale delle Madonie**

E' compreso tra la Valle del Fiume Pollina a est, la Valle dell'Imera settentrionale a ovest, un lungo tratto della fascia costiera tirrenica inclusa tra gli abitati di

Campofelice di Roccella e Finale di Pollina a nord e le conche degradanti verso l'altopiano gessoso-solfifero a sud. Non sono solo le più alte, queste montagne - formatesi a partire dal Triassico, circa 200 milioni di anni fa; sono anche tra le più antiche conosciute in Sicilia: sono cioè, tra le prime terre emerse che, oggi, ci appaiono come il risultato di milioni di anni di sconvolgimenti naturali e di diverse modellazioni per effetto dei movimenti della terra e del mare.

✓ **Sicilia, Parco Culturale Rocca di Cerere (Enna)**

Nel territorio del geoparco, è presente un complesso substrato storico e culturale che parte dagli albori dell'umanità, con i ripari dei nomadi paleolitici lungo il Gornalunga e che, come nel resto dell'isola, segue il corso delle influenze operate su queste terre da decine di invasori, popoli in migrazione, imperi interessati ai prodotti della terra o alla sua strategica posizione nel Mediterraneo. Come emergenza geologica si segnala il poco noto, ma probabilmente solo per mancanza di ricerca scientifica adeguata, relitto di una dorsale oceanica con emissione di lave basaltiche risalenti al Triassico (213 mln di anni fa).

✓ **Sardegna, Parco Geominerario Storico Ambientale della Sardegna**

La scelta delle aree e la loro progressione si colloca in un percorso logico, che è minerario e storico allo stesso tempo. Si sviluppa dalle ossidiane del Monte Arci, attraverso la steatite delle popolazioni prenuragiche di Orani, fino alle miniere di rame di Puntano Raminosa fondamentali per lo sviluppo della metallurgia del bronzo nell'età nuragica; l'attività mineraria, proseguita in epoca punica e romana con svariate tipologie, trova infine la sua massima espressione nell'area del Sarrabus e in quella del Sulcis-Iglesiente-Guspinese la più significativa dell'intero Parco per l'estensione territoriale che la caratterizza.

5.6 Il Parco Regionale dei Campi Flegrei: proposta di Geoparco

Nel capitolo precedente è stato messo in evidenza l'enorme valore geologico e storico-culturale dell'area flegrea, avanzando per diversi siti del Parco Regionale dei Campi Flegrei una reale e concreta proposta di geosito.

Dal momento che il Parco Regionale dei Campi Flegrei comprende un numero notevole di geositi si è pensato, alla luce di quanto esposto in questo capitolo, che esso possa essere senza dubbio candidato a ruolo di Geoparco.

E' quindi apparso di estremo interesse poter impostare un itinerario multidisciplinare che, abbracciando la geologia, la storia, l'archeologia e l'arte, potesse collegare i diversi geositi rendendone più semplice e accessibile la fruizione (Tavola 0). La

connessione tra i singoli geositi è garantita dalla viabilità attuale e, laddove possibile, dalle antiche strade e gallerie di epoca romana.

E' evidente che quella presentata in questo lavoro di tesi è soltanto una "proposta virtuale" di Geoparco in quanto, ai fini di una concreta e reale candidatura, è necessario che sia il Parco Regionale in prima persona a muoversi in tal senso e a presentare il dossier agli organi competenti.

Durante la fase del lavoro di preparazione dei singoli geositi ci siamo affiancati al Parco Regionale dei Campi Flegrei per ottenere accessi alle aree di stretta competenza del Parco e, con i dirigenti di quest'ultimo, abbiamo verificato l'adeguatezza dei Campi Flegrei alla candidatura a Geoparco Europeo.

Nella fase attuale il presente lavoro contiene i supporti scientifici per la parte di cui al punto B del dossier di candidatura. Architetti e urbanisti della Regione Campania si dovrebbero occupare di quanto specificamente richiesto ai punti C e D del dossier. Il nostro auspicio è quindi quello di poterci affiancare agli organi della Regione Campania per formulare una proposta ufficiale di istituzione. La nascita di una Geoparco ai Campi Flegrei infatti, non solo potrebbe rappresentare uno strumento importante per avvicinare la popolazione al proprio territorio, stimolandola a riappropriarsi dei valori del patrimonio territoriale e a partecipare attivamente alla riscoperta culturale dello stesso, ma risulterebbe senza dubbio anche un mezzo utile per rilanciare, attraverso la valorizzazione dell'immagine legata al patrimonio geologico, lo sviluppo economico locale: nuovi settori professionali e fonti di reddito possono ad esempio nascere nell'ambito del geoturismo, in particolare attraverso il turismo didattico, oppure stimolando le imprese locali.

CAPITOLO 6

STUDIO DI PERCEZIONE DEL RISCHIO VULCANICO IN AREA FLEGREA

6.1 Introduzione

L'idea di proporre il Parco Regionale dei Campi Flegrei come Geoparco Europeo nasce soprattutto dalla convinzione che tale Geoparco potrebbe rappresentare un importante passo in avanti non soltanto per la salvaguardia del patrimonio geologico ma anche per contribuire a far sì che le nuove generazioni capiscano cosa significa vivere in un'area di vulcanismo attivo esposto a rischio e, in maniera più generale, a migliorare la relazione tra la popolazione flegrea e il proprio territorio.

A questo proposito quindi, come ultima fase della ricerca, si è pensato di impostare un processo di stima del grado di percezione del rischio vulcanico il cui obiettivo è quello di valutare se i giovani residenti dell'area flegrea hanno la consapevolezza di vivere all'interno di un'area vulcanica attiva e quanto realmente siano informati riguardo alla possibilità di nuove eruzioni e agli eventuali piani di evacuazione. Siamo infatti convinti che solo agendo sulla formazione delle giovani generazioni si riuscirà ad ottenere, sul lungo periodo, maggior rispetto per un territorio come quello flegreo che, pur essendo ricco di tipicità geologiche e bellezze archeologiche, è un territorio naturalmente debole, in quanto esposto a fenomeni vulcanici di per sé pericolosi, ma è reso ancor più debole dall'indiscriminata speculazione edilizia di cui è stato oggetto.

6.2 Il concetto di percezione del rischio

Il concetto di percezione del rischio è applicato negli ambiti più diversi, dalle moderne tecnologie industriali, al nucleare, alle biotecnologie, all'ambito della pubblicità e del marketing, di investimenti e finanze e, soltanto di recente, a quello delle scienze naturali. La percezione del rischio è un processo cognitivo coinvolto in diverse attività quotidiane e che orienta i comportamenti delle persone di fronte a decisioni che implicano dei rischi potenziali. La percezione del rischio coinvolge diverse dimensioni come, per esempio, le conseguenze di un evento sia immediate sia future e le loro implicazioni tanto su un piano razionale ed oggettivo quanto su un piano emozionale e soggettivo. La ricerca ha sottolineato che in molti casi esiste una discrepanza tra la percezione soggettiva del rischio e la valutazione oggettiva di questo (Slovic, 2001).

Negli ultimi anni è aumentato moltissimo l'interesse nei confronti degli studi di percezione del rischio in ambito ambientale. Le aree esposte a hazard vulcanico si prestano in modo particolare per gli studi di percezione del rischio, in quanto la popolazione si trova a convivere costantemente con una fonte di pericolo, rappresentata dal vulcano attivo. E' per questa ragione che sono nate numerose iniziative condotte, all'interno di aree vulcaniche attive, da gruppi di ricerca formati non soltanto da geologi ma anche da psicologi e sociologi.

6.3 Precedenti studi di percezione del rischio vulcanico condotti in aree vulcaniche attive

Gli studi di percezione del rischio vulcanico sono molto importanti perché forniscono informazioni circa lo stato d'animo ed il livello di conoscenza delle "comunità a rischio" nei confronti della possibilità di nuove eruzioni (Carlino et al., 2008).

La maggior parte degli studi relativi alla percezione del rischio vulcanico è stata condotta negli Stati Uniti, in particolare per i vulcani St. Helens (Perry & Green, 1983; Saarinen & Sell, 1985; Perry & Lindell, 1990), Mauna Loa e Hualalai (Gregg et al., 2004), in Nuova Zelanda (Johnston et al., 1999) e, in maniera minore, per i vulcani dell' isola di Martinica (D'Ercole et al., 1995), della Grecia (Dominey-Howes et al., 2004) e del Giappone (Yoshii, 1992).

Per quanto riguarda l'Italia, sono stati condotti recentemente diversi studi sulla percezione del rischio tra gli abitanti della zona etnea e, nella regione Campania, tra i residenti dell'area vesuviana (Davis D.M. et al., 2005; Barberi et al., 2006; Dobran, 2006; Carlino et al., 2008; Solana et al., 2008). Questi ultimi hanno portato a risultati importanti perché hanno evidenziato come la maggior parte degli abitanti conosca abbastanza bene la storia eruttiva del Vesuvio ed i piani di emergenza e di evacuazione previsti dalla Protezione Civile in caso di futura eruzione; allo stesso tempo però hanno anche messo in evidenza come la popolazione non consideri il "Vesuvio" come uno dei principali motivi di preoccupazione rispetto a quelli con cui sono a contatto quotidianamente, vedi traffico, spazzatura, criminalità ecc... (Carlino et al., 2008). Un interessante studio sulla percezione del rischio vulcanico è stato condotto, come parte del progetto VESUVIUS 2000, da Dobran nel 2006. Lo studio, incentrato su bambini in età scolastica e su adulti residenti in area vesuviana, mira a sviluppare linee guida per la riduzione del rischio vulcanico basandosi su approcci scientifici interdisciplinari. La conclusione dello studio è che una corretta conoscenza

delle tipologie di eruzioni vulcaniche e dei rischi ad esse associati può aumentare negli individui la capacità di prepararsi adeguatamente ad una possibile eruzione, soppiantando i sentimenti di compiacenza, falsa sicurezza, e la riluttanza ad evacuare. E' anche sulla base del risultato di Dobran (2006) che lo studio effettuato in questa tesi si concentra particolarmente sulle evidenti differenze che intercorrono tra i risultati degli studenti che hanno e che non hanno partecipato ad un programma di educazione alla pericolosità vulcanica.

6.4 Studio di percezione del rischio vulcanico condotto in area flegrea

6.4.1 Campione analizzato

La scelta del campione è stata effettuata sulla base della carta del rischio vulcanico in area flegrea pubblicata da Petrosino et al. (2004). La carta è il frutto di un più ampio studio condotto da parte di vulcanologi e urbanisti nel quale si è valutata l'evoluzione territoriale delle aree campane esposte a hazard vulcanico nell'ultimo secolo (Fig. 6.1).

Il presente studio di percezione è stato condotto in quattro scuole medie-inferiori ubicate all'interno dell'area flegrea: le prime tre sono state scelte in quelle che sono considerate zone ad alto rischio vulcanico (Zona Rossa) e rispettivamente a Pozzuoli (Scuola Media Statale Diano), Bagnoli (Scuola Media Statale Michelangelo) e Agnano (Scuola Media Statale Console) mentre la quarta scuola è stata scelta a Quarto (Scuola Media Statale Gadda) all'interno dell'area a medio rischio vulcanico (Fig. 6.1).

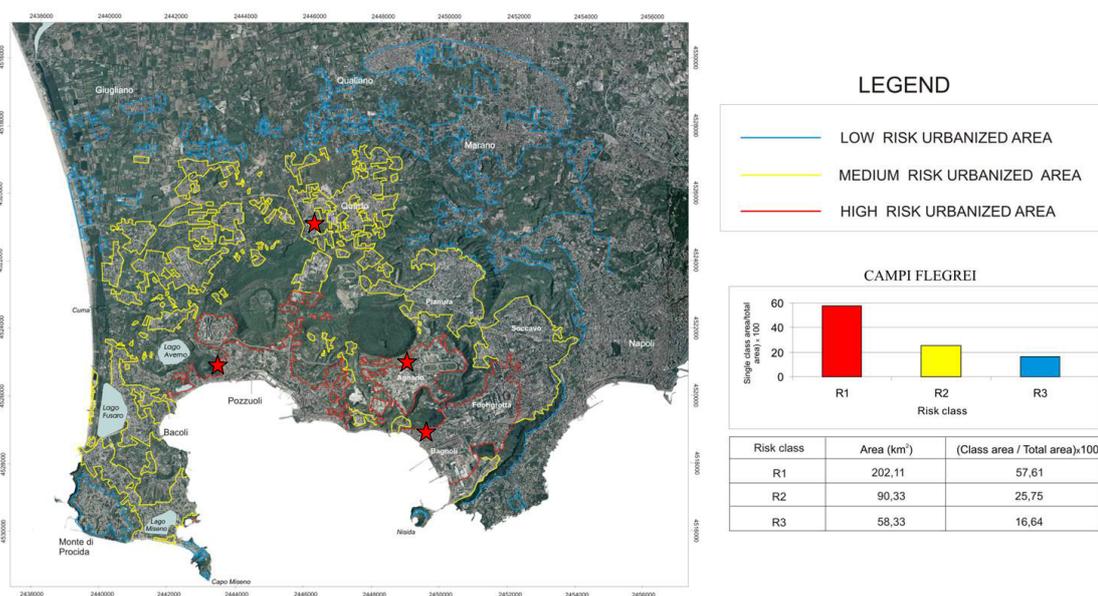
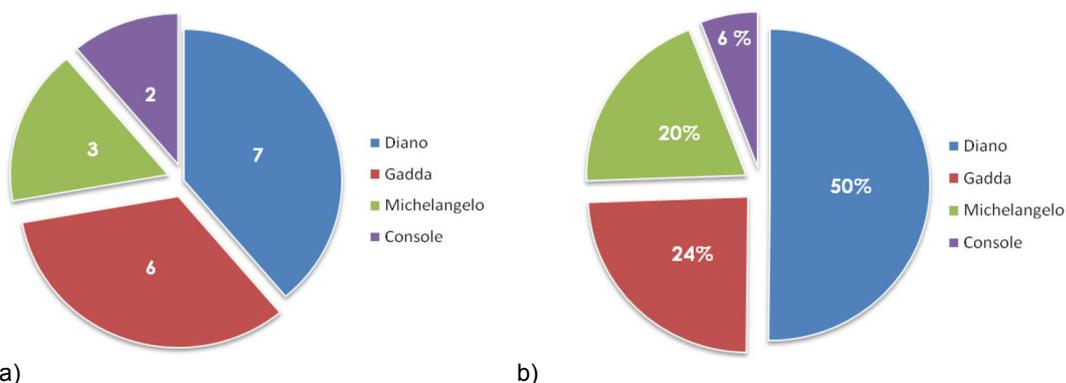


Fig. 6.1 - Carta del rischio vulcanico dei Campi Flegrei (Petrosino et al., 2004). Le stelle indicano le scuole

selezionate per l'indagine.

Le classi coinvolte in questo progetto sono state 18, per un totale di 309 studenti di età compresa tra gli 11 e i 13 anni. In particolare (Grafico 1a,b):

- Scuola Media Diano-Pozzuoli: hanno partecipato al progetto 7 classi, per un totale di 155 studenti (50% rispetto al totale);
- Scuola Media Michelangelo-Bagnoli: hanno partecipato al progetto 3 classi, per un totale di 61 studenti (20% rispetto al totale);
- Scuola Media Console-Agnano: hanno partecipato al progetto 2 classi, per un totale di 18 studenti (6% rispetto al totale);
- Scuola Media Gadda-Quarto: hanno partecipato al progetto 6 classi per un totale di 75 studenti (20% rispetto al totale).



a) **Grafico 1** – Classi coinvolte nell'indagine (a); percentuale di studenti (rispetto al totale) che hanno partecipato all'indagine per ogni scuola selezionata (b)

6.4.2 Metodologia di indagine

Il metodo di indagine per gli studi di percezione del rischio consiste generalmente nella somministrazione di uno o più questionari che possono essere a risposta multipla o aperta e che risultano costituiti da domande che vertono su diversi argomenti principali, come la conoscenza della storia eruttiva del vulcano, i livelli di allerta, la conoscenza dei piani di emergenza e le strategie di mitigazione, la fiducia nelle autorità e nella protezione civile (Barberi et al., 2006; Dobran, 2006; Carlino et al., 2008; Solana et al., 2008).

Per il presente studio di percezione la ricerca, suddivisa in cinque step, è stata gestita in maniera identica in tutte e quattro le scuole selezionate:

1. Nei mesi di gennaio e febbraio 2009 è stata inviata ai presidi delle singole scuole una lettera di presentazione in cui veniva spiegato nel dettaglio il progetto che si intendeva proporre, la procedura di svolgimento e, soprattutto, la sua finalità. In

seguito all'esito positivo della proposta, si è tenuto, in ogni scuola selezionata, un incontro con il preside e con quei docenti che hanno deciso di partecipare attivamente al progetto, offrendo la possibilità di coinvolgere i propri studenti nelle loro ore di lezione. Tale incontro è stato necessario per stabilire le linee guida dell'indagine, per concordare con i docenti i contenuti dei questionari e della lezione/seminario e per decidere in quali geositi accompagnare gli studenti.

2. Nel mese di marzo ho sottoposto agli studenti delle singole scuole il **Questionario n°1** con l'obiettivo di valutare il loro livello di conoscenza di base della geologia e del territorio e per capire quanto essi fossero consapevoli di vivere in un'area di vulcanismo attivo a rischio.

3. Nel mese di aprile ho tenuto, in ogni singola classe, una **lezione-seminario** della durata di circa 1 ora su argomenti riguardanti le scienze della terra e la vulcanologia, con un'attenzione particolare alla vulcanologia della regione Campania e soprattutto dell'area flegrea. Durante la lezione sono stati affrontati diversi argomenti: partendo dalla struttura della terra, la tettonica delle placche, i margini di placche e la distribuzione dei vulcani sulla terra si è poi passati alla definizione di cos'è un vulcano, come è strutturato, i diversi tipi di edifici ed di eruzioni. L'ultima parte della lezione è stata incentrata sui vulcani della regione Campania: il Vesuvio e il distretto dei Campi Flegrei. A quest'ultimo è stata data maggiore rilevanza, attraverso spiegazioni più dettagliate su alcuni dei principali edifici vulcanici (Solfatara, Monte Nuovo, lago di Averno etc.). In ultima analisi è stato affrontato il concetto di pericolosità vulcanica, di valore esposto e, dunque, di rischio vulcanico con riferimenti ai piani di evacuazione preposti dalla Protezione Civile. Il carattere delle lezioni è stato estremamente divulgativo e mi sono servita di un notevole numero di immagini, disegni e soprattutto video per rendere la lezione più interessante e interattiva possibile e per far sì che i ragazzi potessero vedere concretamente gli argomenti trattati, come ad esempio la formazione di un vulcano, i diversi tipi di eruzioni e le varie tipologie di lava.

4. Nella prima metà del mese di maggio gli studenti sono stati accompagnati da me, unitamente ad alcuni dei loro professori, presso alcuni dei **geositi** proposti in questo lavoro di tesi. Attraverso gli itinerari gli studenti hanno potuto vedere e toccare con mano i vari prodotti dell'attività vulcanica flegrea.

5. Durante gli ultimi giorni del mese di maggio, è stato sottoposto a tutti gli studenti il **Questionario n°2**, diverso dal primo e in una certa misura più complesso,

mirato a comprendere se e quanto l'esperienza in classe e sul campo li abbia sensibilizzati al concetto di salvaguardia del proprio territorio e al problema del rischio vulcanico.

E' necessario, a questo punto, sottolineare alcuni aspetti dell'indagine:

- ho consegnato personalmente i questionari ed ero presente mentre gli studenti rispondevano alle domande;
- non è stata fornita loro alcuna assistenza ma in compenso i ragazzi sapevano che i questionari erano parte di un progetto di ricerca sul rischio vulcanico e conoscevano l'obiettivo del presente lavoro;
- tutte le risposte sono state date in forma anonima;
- tutti i questionari distribuiti sono stati compilati e riconsegnati in un tempo massimo di circa 40 minuti;
- alcune classi avevano già partecipato a programmi educativi sui rischi naturali;
- i geositi visitati sono stati sempre la Solfatara e il Monte Nuovo. Tale scelta, concordata con i presidi e con i docenti delle scuole, è stata dettata principalmente da motivi di comodità/praticità in quanto erano i siti più facilmente raggiungibili con mezzi pubblici e/o con mezzi propri;
- delle 18 classi coinvolte nell'indagine, 15 hanno partecipato al progetto completamente, ovvero ne hanno seguito tutti gli step (Questionario n°1, lezione/seminario, visita al geosito, Questionario n°2); 3 classi, al contrario, non hanno seguito i due step centrali, ovvero quelli dedicati all'alfabetizzazione e all'uscita sul territorio, ma hanno risposto soltanto ai due questionari: per questo motivo, le suddette classi sono state chiamate "campione bianco" e ci sono servite per fare un confronto tra i risultati ottenuti dai questionari degli studenti che hanno seguito il percorso di educazione ambientale e quelli dei ragazzi che, appunto, non lo hanno fatto. Ricordo infatti che l'obiettivo principale di questa parte del lavoro di tesi è quello di "testare" in buona sostanza l'utilità e la validità del nostro prodotto Geoparco e quindi valutare in che misura tale Geoparco, con i suoi itinerari multidisciplinari, può rappresentare un mezzo di avvicinamento della popolazione al proprio territorio e di sensibilizzazione per quanto concerne il rischio vulcanico.
- durante il primo incontro con gli studenti, è stato consegnato loro un ulteriore questionario destinato ai genitori (**Questionario Famiglie**): l'obiettivo è stato quello di valutare quanto le famiglie dei ragazzi conoscano il territorio flegreo, se e quanto si ritengano preparate all'eventualità di una possibile futura eruzione e soprattutto

capire quanta fiducia gli adulti ripongano nelle istituzioni e negli enti di ricerca che, nell'eventualità, dovrebbero fornire informazioni accurate circa la possibilità di una futura eruzione vulcanica.

6.5 Questionario n°1

Il Questionario n°1 è stato formulato con l'obiettivo di testare il background di conoscenza degli studenti. Si è voluto cioè capire quanto essi conoscessero, per cultura personale, il proprio territorio e se avessero mai sentito parlare di rischio vulcanico, piani di evacuazione etc.

6.5.1 Struttura del questionario

In Questionario n°1 consisteva in 20 semplici domande a risposta multipla, incentrate su cinque argomenti principali (Appendice1):

- *Conoscenza dell'area flegrea (Domande 2, 8, 12 e 16)*
- *Conoscenza della geologia (Domande 1, 10, 13 e 17)*
- *Conoscenza dei vulcani (Domande 6, 7, 14 e 18)*
- *Conoscenza dei vulcani in relazione al territorio (Domande 3, 5, 11 e 19)*
- *Conoscenza del rischio vulcanico (Domande 4, 9, 15 e 20)*

Per non influenzare gli studenti durante la compilazione del questionario, si è scelto di dare alle domande un ordine casuale.

6.5.2 Risultati del Questionario n°1

Per ogni scuola partecipante al progetto, i risultati dei questionari sono stati elaborati per singola classe, per tipo di classi (gruppo delle prime, gruppo delle seconde, gruppo delle terze) e infine per la singola scuola. Per semplicità si è deciso di riportare qui di seguito i grafici elaborati per ogni singola scuola (Grafici 2,3,4,5) ed infine un grafico riassuntivo che tiene conto dei risultati rispetto alla totalità del campione analizzato (Grafico 6): in ordinata sono riportate le risposte - espresse in percentuale - rispetto al totale degli studenti, in ascissa sono riportati i numeri delle singole domande (il testo completo del questionario è riportato in Appendice 1).

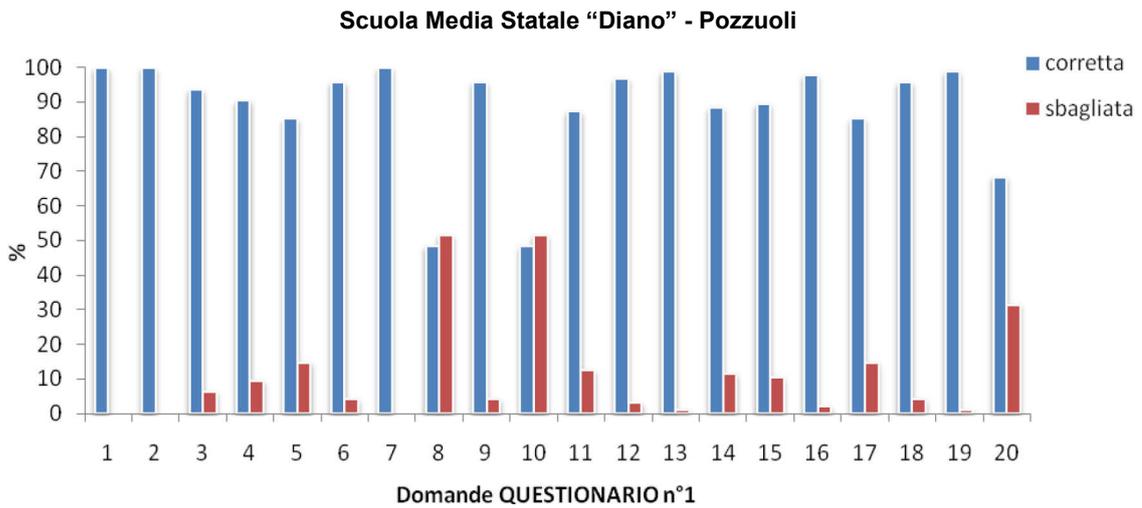


Grafico 2 – Risultati del Questionario n°1 - Scuola Media DIANO, Pozzuoli
Scuola Media Statale "Michelangelo" - Bagnoli

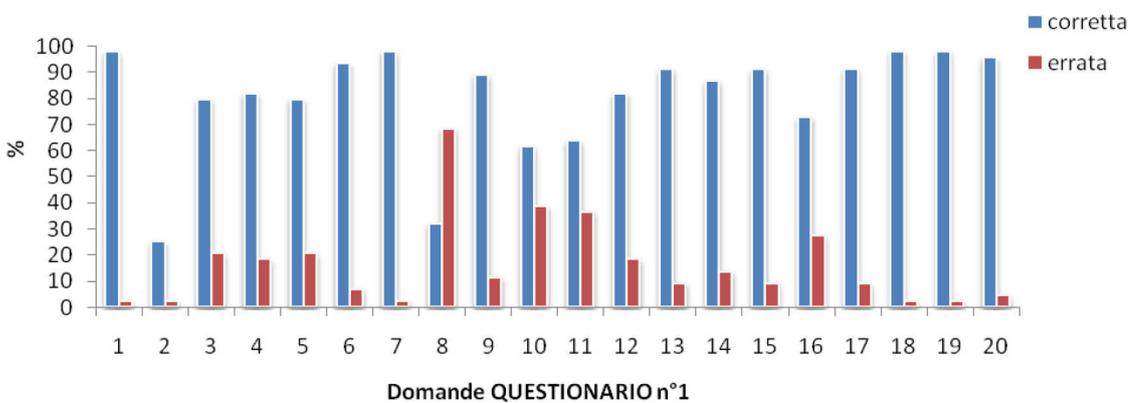


Grafico 3 – Risultati del Questionario n°1 - Scuola Media MICHELANGELO, Bagnoli

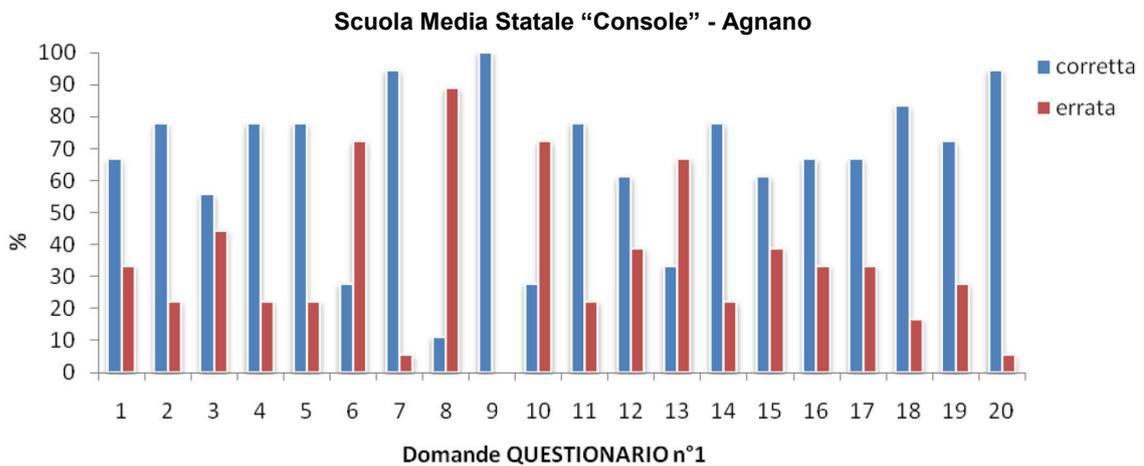


Grafico 4 – Risultati del Questionario n°1 - Scuola Media CONSOLE, Agnano

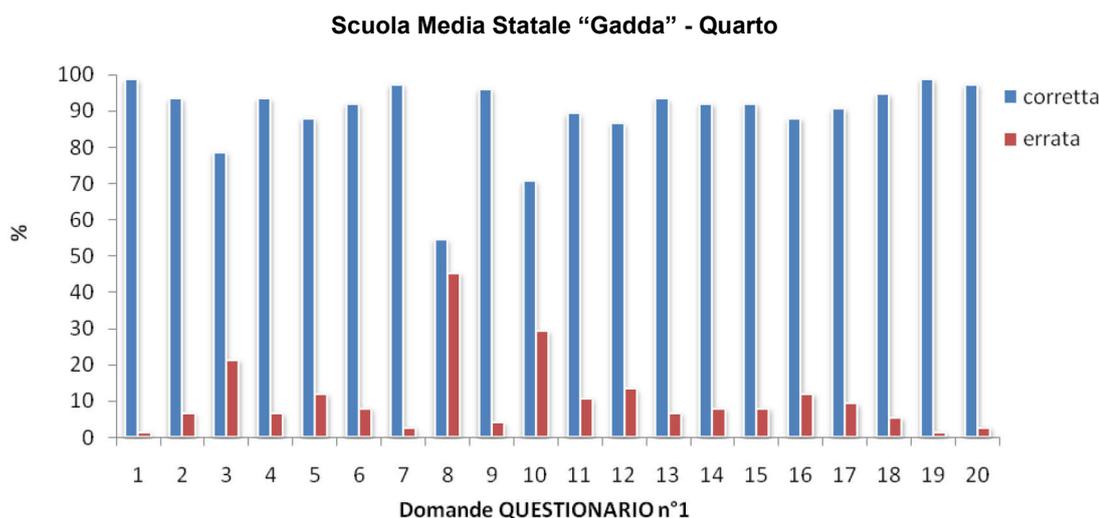


Grafico 5 – Risultati del Questionario n°1 - Scuola Media GADDA, Quarto
Totalità del campione esaminato- Questionario n°1

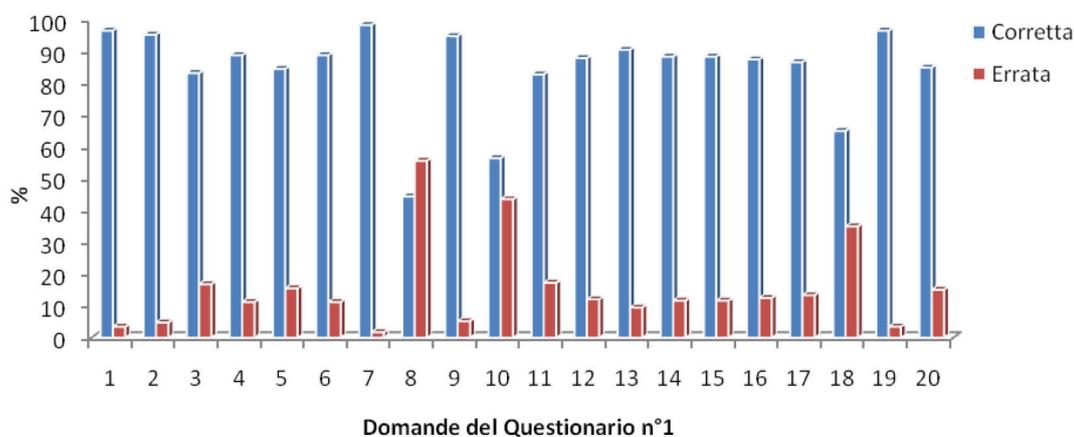


Grafico 6 – Risultati del Questionario n°1 – Totalità del campione esaminato

6.5.3 Discussione dei risultati del Questionario n°1

Dall'analisi dei primi quattro grafici, appare subito evidente che i risultati delle singole scuole mostrano notevoli differenze ed è necessario, a questo punto, fare alcune considerazioni. Si può subito notare, infatti, come quasi la totalità degli studenti della scuola Diano di Pozzuoli abbia risposto correttamente alla maggior parte delle domande. La spiegazione di tale andamento positivo è da individuare in almeno due fattori: in primis è indubbio che la posizione della scuola, situata al centro di Pozzuoli ed in prossimità della Solfatara, abbia sicuramente favorito la curiosità dei ragazzi dei confronti di questo vulcano e, più in generale, dei fenomeni vulcanici ed è quindi per tale ragione che essi risultano maggiormente preparati sulle domande che riguardavano gli aspetti vulcanologici dell'area flegrea (bradisismo, fumarole, terremoti e laghi intracalderici); dall'altra parte è pur vero che la scuola Diano è da sempre impegnata con diversi programmi di educazione ambientale ed i ragazzi partecipano attivamente a numerosi progetti sulla salvaguardia del territorio e sulla

mitigazione dei rischi naturali. Lo stesso discorso può essere fatto, seppur in misura minore, per gli studenti della scuola Michelangelo di Bagnoli.

I risultati della scuola Console di Agnano, appaiono evidentemente i più scarsi, con un'alta percentuale di risposte errate, nonostante la scuola sia ubicata a ridosso dell'Ippodromo di Agnano, e di conseguenza vicino alla zona di Pisciarelli, notoriamente attiva per sue fumarole.

Risulta infine molto interessante l'andamento positivo dei risultati della scuola Gadda, situata sulla strada 167 di Quarto e notoriamente frequentata da ragazzi con un background sociale che evidenzia un certo degrado.

Dall'osservazione del grafico 6, che illustra le risposte alle domande in rapporto alla totalità del campione analizzato, possiamo concludere che, in linea generale, la maggior parte degli studenti già possedeva delle nozioni di geologia e conosceva alcuni concetti alla base della vulcanologia. Quasi il 100% dei ragazzi, infatti, sa che la geologia è la scienza che studia la Terra e che quest'ultima è una sfera costituita da tre strati di materiali differenti (91%). Il 98% dei ragazzi sa bene che i vulcani sono studiati dal geologo e che un terremoto può verificarsi anche in un'area in cui non ci sono vulcani (87%). L'88% sa che un vulcano è una frattura della Terra da cui fuoriesce magma e che non tutti i vulcani hanno stessa forma e dimensione.

Dall'osservazione dei grafici appare però evidente che la maggior parte dei ragazzi non avesse idea di come siano distribuiti i vulcani sulla Terra, tant'è vero che circa il 56% pensava che tutte le nazioni avessero almeno un vulcano.

Quanto alla conoscenza dell'area flegrea, ovvero del proprio territorio, la maggior parte dei ragazzi sa di poter trovare un vulcano nell'area in cui vivono (95%) e laghi che si sono formati all'interno di un cratere vulcanico (83%). L'84 % inoltre pensa che sia più possibile che la propria città venga colpita da un'eruzione vulcanica piuttosto che da un'alluvione o un tornado. Quello che però la maggior parte non sa è che territorio flegreo è un campo vulcanico: infatti il 46% sostiene che nell'area in cui vive ci sia un solo vulcano che ha eruttato in passato, il 10% sostiene addirittura che non ce ne sia nessuno, e soltanto il 44% riconosce la presenza di più edifici vulcanici attivi in passato. I ragazzi conoscono anche discretamente i fenomeni associati al vulcanesimo: infatti l'83 % sa che nei pressi di un vulcano è possibile rinvenire acque calde termali, mentre è più difficile trovare fossili e pozzi di petrolio (17 %).

Circa l'88 % dei ragazzi sa che l'area flegrea è stata abitata fin dai tempi dei Romani e che il bradisismo è il periodico abbassamento ed innalzamento del suolo che interessa Pozzuoli.

Il concetto di rischio vulcanico non è del tutto estraneo ai ragazzi: l'88 % degli studenti infatti, considera giustamente più pericoloso un vulcano che erutta raramente ma in una zona molto popolata e urbanizzata, piuttosto che un vulcano che erutta molto frequentemente in un'area disabitata (2%) o sul fondale degli oceani (10%). Inoltre i ragazzi sanno che un'eruzione vulcanica può essere preceduta da piccole scosse di terremoto (70%) o da un aumento di temperatura delle acque sotterranee (25%).

6.6 Lezione/Seminario e visita ai geositi

Ritengo necessario spendere qualche parola sull'esperienza fatta in classe con i ragazzi e soprattutto sulla visita ai geositi. Durante la lezione i ragazzi hanno mostrato sempre molto interesse, facendo domande e chiedendo spesso maggiori informazioni anche su argomenti non trattati approfonditamente (terremoti, tsunami, etc). Un interesse ancora maggiore lo hanno mostrato durante la visita al geosito che, malgrado sia stata organizzata alla fine dell'anno scolastico, ha comunque richiamato quasi la totalità dei ragazzi. Tale risultato non fa che evidenziare come le attività extrascolastiche di supporto, i laboratori, le visite guidate non possono che accrescere la curiosità e l'interesse nei giovani studenti, nonché contribuire alla loro formazione personale e culturale.

6.7 Questionario 2

Il Questionario n°2 è stato formulato per verificare il gradimento del prodotto "geosito" così come noi l'avevamo impostato e cioè se, a livello di istruzione secondaria inferiore, fossimo riusciti ad ottenere un buon livello di attenzione e di interesse durante una visita guidata, avvalendoci altresì di un'ipotesi di cartellonistica adeguata al target. Tale questionario, inoltre, si poneva l'obiettivo di valutare se, in seguito agli incontri fatti in classe e alla visita del geosito, fossero in qualche modo migliorate negli studenti la conoscenza del territorio flegreo e la consapevolezza di vivere in un'area vulcanica attiva esposta a rischio.

6.7.1 Struttura del questionario

Il Questionario n°2 consisteva in 20 domande (15 a risposta multipla e 5 a risposta aperta) incentrate su quattro argomenti principali (Appendice 2):

- *Conoscenza del territorio*
- *Conoscenza dei vulcani*
- *Previsione vulcanica*
- *Rischio vulcanico*

Le ultime cinque domande sono state formulate per capire se e quanto l'indagine svolta ha destato interesse nei ragazzi e se è servita come spunto di riflessione e di discussione con famiglia e amici.

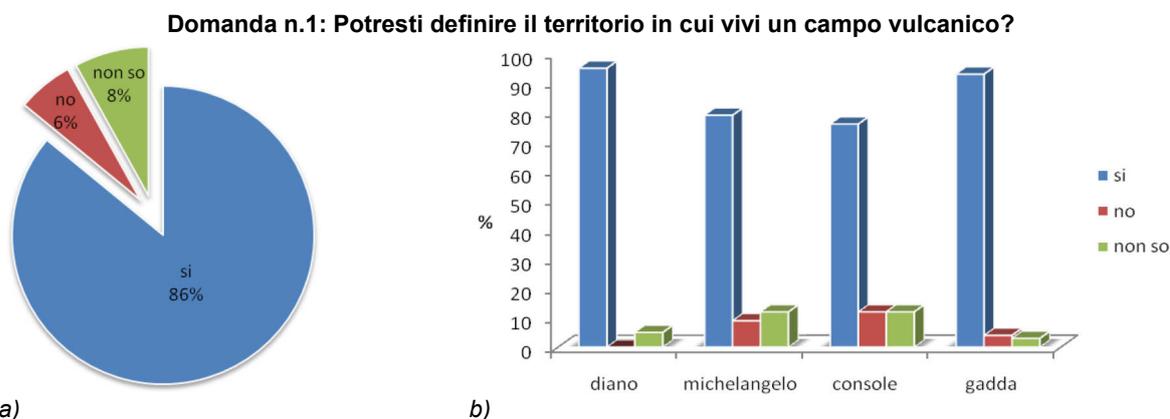
6.7.2 Risultati del Questionario n°2

Di seguito vengono riportati i risultati del Questionario n°2. Per mettere meglio in evidenza le differenze tra le varie scuole si è pensato di elaborare, per ogni singola domanda, due grafici: il primo (indicato con la lettera *a* nelle figure) mostra le risposte - espresse in percentuale - rispetto alla totalità del campione esaminato; il secondo (indicato con la lettera *b* nelle figure) riporta le risposte (asse delle ordinate) del campione esaminato nella singola scuola (asse delle ascisse).

- Conoscenza del territorio

La consapevolezza di vivere in un campo vulcanico, e quindi in un'area in cui sono presenti numerosi edifici vulcanici, è forse il concetto che si è maggiormente rafforzato in seguito agli incontri fatti in classe.

- Alla domanda "*Potresti definire il territorio in cui vivi un campo vulcanico?*" circa l'86% degli studenti risponde correttamente di "sì", il 6% risponde di "no" e l'8% "non sa" (Grafico 7).



a)

b)

Grafico 7 - Risposte alla domanda: "Potresti definire il territorio in cui vivi un campo vulcanico?"
a) risposte rispetto al campione totale b) risposte rispetto al campione di ogni singola scuola

Dell'86% che ha risposto "sì", il 40% ha dato una definizione corretta di "campo vulcanico", come veniva richiesto alla Domanda n. 2 .

- Alla domanda “*Quanti vulcani attivi, o che sono stati attivi in passato, esistono nel territorio in cui vivi?*” l’84% degli studenti risponde correttamente “più di uno”, mentre il 16% risponde “uno o nessuno” (Grafico 8).

Domanda n.3: Quanti vulcani attivi, o che sono stati attivi in passato, esistono nel territorio in cui vivi?

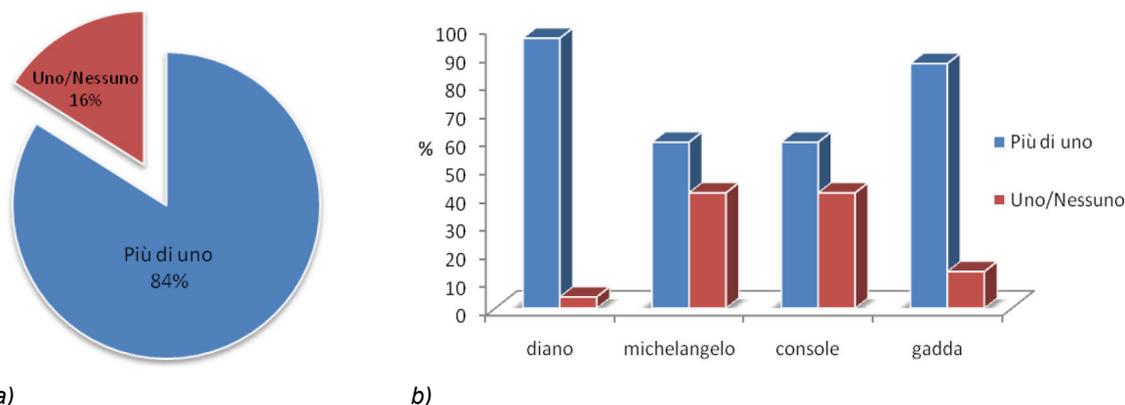


Grafico 8 - Risposte alla domanda: " *Quanti vulcani attivi, o che sono stati attivi in passato, esistono nel territorio in cui vivi?*" a) risposte rispetto al campione totale b) risposte rispetto al campione di ogni singola scuola

Dell’84% che ha risposto “più di uno”, il 58% ha citato correttamente alcuni dei vulcani attivi in area flegrea (ad esempio Monte Nuovo, Averno, Solfatara, Astroni, Procida etc...), come richiesto alla Domanda n.4, mentre il restante 42% ha erroneamente citato il Vesuvio e, in alcuni casi, addirittura l’ Etna.

- *Conoscenza dei vulcani*

Anche le nozioni di base sul vulcanesimo sono notevolmente migliorate in seguito agli incontri fatti in classe e all’uscita sul territorio.

- Alla domanda “*I vulcani vengono classificati in base alla _____ dell'eruzione e al tipo di _____ che eruttano*”, il 51% degli studenti ha completato correttamente la frase inserendo negli spazi vuoti “*violenza e materiali*”, mentre il 49% ha utilizzato le altre due opzioni (facilità,materiali; violenza,lava) (Grafico 9).

Domanda n.5: I vulcani vengono classificati in base alla _____ dell'eruzione e al tipo di _____ che eruttano”

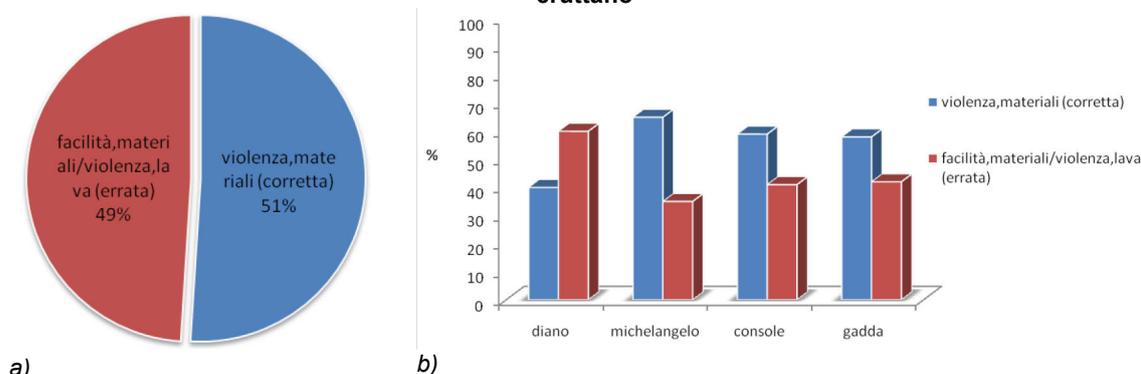
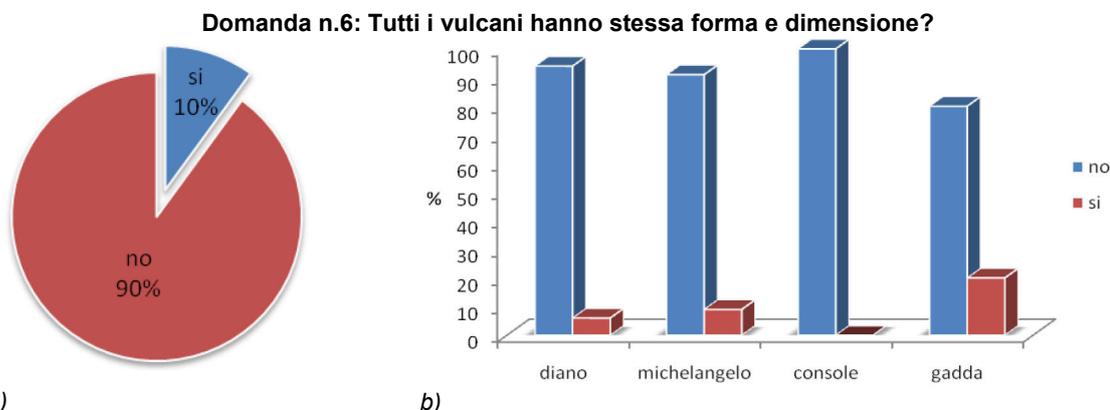


Grafico 9 - Risposte alla domanda: " *I vulcani vengono classificati in base alla _____ dell'eruzione e al tipo di _____ che eruttano*" a) risposte rispetto al campione totale b) risposte rispetto al campione di ogni singola scuola

- Alla domanda “*Tutti i vulcani hanno stessa forma e dimensione?*”, il 90% degli studenti ha risposto correttamente “no” mentre solo il 10% ha sbagliato, rispondendo “si” (Grafico 10).



a)

b)

Grafico 10 - Risposte alla domanda: " *Tutti i vulcani hanno stessa forma e dimensione?*" a) risposte rispetto al campione totale b) risposte rispetto al campione di ogni singola scuola

Del 90% che ha risposto “no”, circa l’80% ha saputo spiegarne le motivazioni, come richiesto alla Domanda n.7; il restante 20% o ha risposto in maniera errata o non ha risposto affatto.

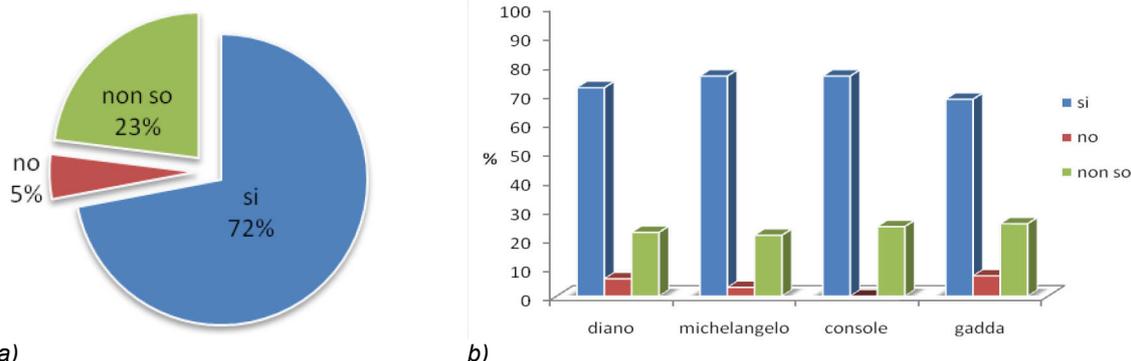
- Alla domanda “*Quali tra questi è il principale beneficio attribuibile ad un vulcano?*” il 73% ha risposto correttamente scegliendo tra le tre opzioni “I vulcani sono la testimonianza in superficie di ciò che accade all'interno della Terra e le rocce vulcaniche vengono utilizzate per la pavimentazione di strade”.

- Previsione vulcanica

E' interessante notare come, prima degli incontri fatti in aula e della visita al geosito, i ragazzi non avessero idea del se e come fosse possibile prevedere un'eruzione vulcanica. L'aver mostrato loro alcuni degli strumenti utilizzati per il monitoraggio geochimico e geofisico per la previsione vulcanica ha destato in loro interesse e curiosità e li ha certamente avvicinati alla problematica.

Alla domanda “*Credi che in futuro la tua città possa essere colpita da una nuova eruzione?*” il 72% degli studenti ha risposto “si”, il 23% ha risposto “non so” e solo il 5% ha risposto “no” (Grafico 11).

Domanda n.9: Credi che in futuro la tua città possa essere colpita da una nuova eruzione?"



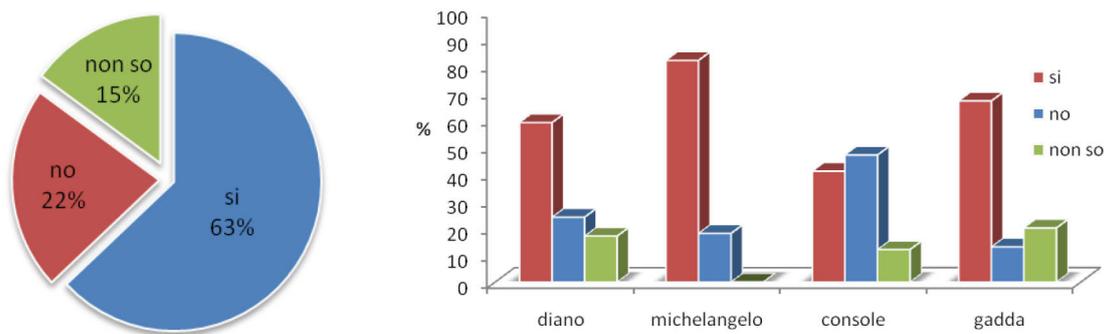
a)

b)

Grafico 11 - Risposte alla domanda: " Credi che in futuro la tua città possa essere colpita da una nuova eruzione?" a) risposte rispetto al campione totale b) risposte rispetto al campione di ogni singola scuola

- Alla domanda "Secondo te è possibile prevedere un'eruzione vulcanica?" il 63% degli studenti ha risposto "sì", il 22% ha risposto "no" e il 15% ha risposto "non so" (Grafico 12).

Domanda n.10: Secondo te è possibile prevedere un'eruzione vulcanica?



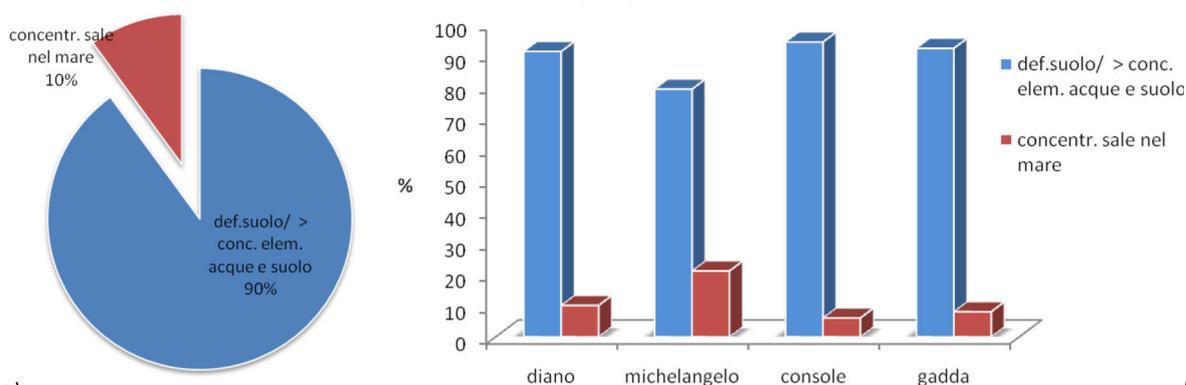
a)

b)

Grafico 12 - Risposte alla domanda: " Secondo te possibile prevedere un'eruzione vulcanica?" a) risposte rispetto al campione totale b) risposte rispetto al campione di ogni singola scuola

- Alla domanda "Quali sono i parametri che vengono monitorati per valutare la ripresa di un'attività vulcanica?" il 90% degli studenti ha risposto correttamente scegliendo "il rigonfiamento del suolo" o "la concentrazione di alcuni elementi chimici nel suolo e nelle acque sotterranee" (risposte entrambe corrette) mentre solo il 10% ha sbagliato, scegliendo come risposta "la concentrazione di sale nel mare" (Grafico 13).

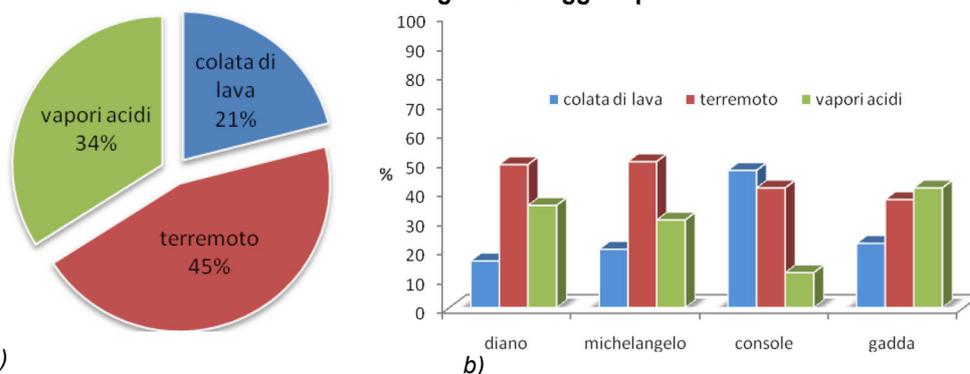
Domanda n.11: Quali sono i parametri che vengono monitorati per valutare la ripresa di un'attività vulcanica?



a) **Grafico 13** - Risposte alla domanda: " *Quali sono i parametri che vengono monitorati per valutare la ripresa di un'attività vulcanica?*" a) risposte rispetto al campione totale b) risposte rispetto al campione di ogni singola scuola

- Alla domanda "In caso di eruzione, quali tra queste fenomenologie vulcaniche credi possa avere conseguenze maggiori per la tua città?" il 45% degli studenti risponde "deformazione del suolo/terremoto", il 34% risponde "emissione di vapori acidi" e il 21% risponde "colata di lava" (Grafico 14).

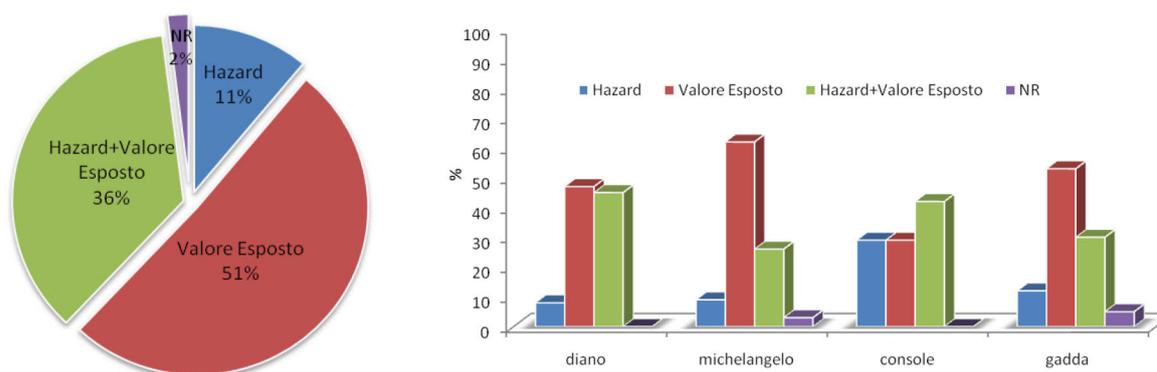
Domanda n.12: In caso di eruzione, quali tra queste fenomenologie vulcaniche credi possa avere conseguenze maggiori per la tua città?"



a) **Grafico 14** - Risposte alla domanda: " *In caso di eruzione, quali tra queste fenomenologie vulcaniche credi possa avere conseguenze maggiori per la tua città?*" a) risposte rispetto al campione totale b) risposte rispetto al campione di ogni singola scuola

- Alla domanda "Il rischio vulcanico dipende da:" il 51% degli studenti ha scelto come opzione "il numero di case e di persone presenti in un'area a rischio di eruzione (valore esposto)", l'11% ha scelto "la possibilità che avvenga un'eruzione in una determinata zona (hazard)" e il 34% ha risposto correttamente scegliendo "entrambe le soluzioni precedenti (quindi Hazard + valore Esposto)". Il 2% dei ragazzi non ha saputo rispondere alla domanda (Grafico 15).

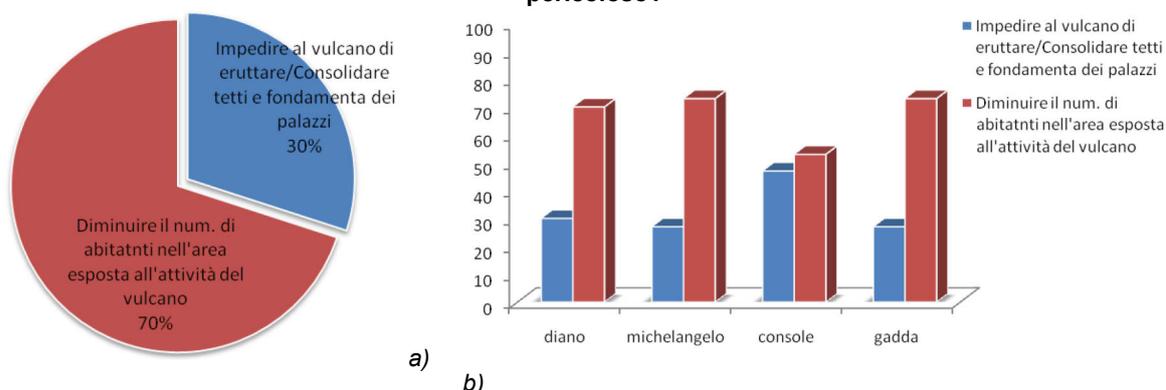
Domanda n.13: "Il Rischio Vulcanico dipende da":



a) b)
Grafico 15 - Risposte alla domanda: " Il Rischio Vulcanico dipende da:" a) risposte rispetto al campione totale b) risposte rispetto al campione di ogni singola scuola

▪ Alla domanda "Secondo te, cosa possiamo fare noi cittadini affinché un vulcano possa diventare meno pericoloso?" il 70% degli studenti ha risposto correttamente "diminuire il numero di abitanti nell'area esposta all'attività del vulcano", mentre il restante 30% si è diviso tra "impedire che il vulcano erutti in futuro" e "consolidare i tetti e le fondamenta dei palazzi"(Grafico 16).

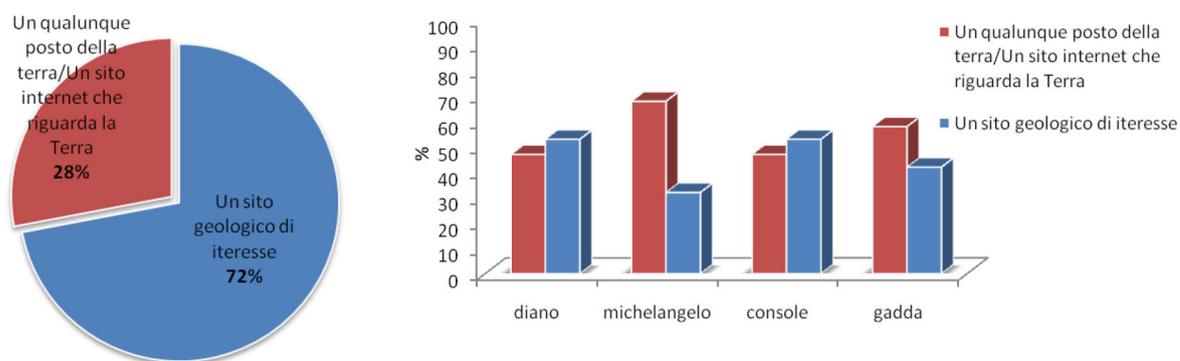
Domanda n.14: "Secondo te, cosa possiamo fare noi cittadini perché un vulcano possa diventare meno pericoloso?"



a) b)
Grafico 16 - Risposte alla domanda: " Secondo te, cosa possiamo fare noi cittadini perché un vulcano possa diventare meno pericoloso?" a) risposte rispetto al campione totale b) risposte rispetto al campione di ogni singola scuola

▪ Alla domanda "Secondo te, cos'è un geosito?" il 72% ha risposto correttamente "un sito geologico di interesse" mentre il 28% si è diviso tra "un qualunque posto della Terra" ed "un sito internet che riguarda la Terra" (Grafico 17).

Domanda n.15: "Secondo te, cos'è un geosito?"



a)

b)

Grafico 17 - Risposte alla domanda: " Secondo te, cos'è un geosito?" a) risposte rispetto al campione totale b) risposte rispetto al campione di ogni singola scuola

Le ultime cinque domande sono state formulate per capire se e quanto l'indagine svolta ha destato interesse nei ragazzi e se è servita come spunto di riflessione e di discussione con famiglia e amici.

L' 82% degli studenti ritiene di aver acquisito, grazie a quest'esperienza, maggiori informazioni sui vulcani rispetto a quelle che possedeva già; il 20 % dichiara che prima de nostri incontri non aveva mai sentito parlare di "piani di evacuazione" per le popolazioni ed il 69% dei ragazzi sostiene di aver preso spunto dai nostri incontri per affrontare l'argomento vulcani/rischio vulcanico con parenti e amici. Degli argomenti trattati quelli che hanno suscitato maggiore interesse (in più del 50% dei casi) sono stati, in ordine: la visita alla Solfatara o al Monte Nuovo, gli "esperimenti" fatti alla Solfatara (rimbombo del suono, condensazione del vapore acqueo), i video dei vari tipi di eruzioni vulcaniche e quelli in cui sono stati mostrati le diverse tipologie di lava, le fumarole delle Solfatara, come si formano i vulcani, i vulcani dell'area flegrea. Gli argomenti che al contrario hanno destato minore interesse sono stati (>50%) la tettonica delle placche, la struttura della terra e la distribuzione dei vulcani sulla superficie terrestre. Quest'ultimo risultato mostra ancora di più come per i giovani studenti appaia molto più interessante tutto ciò che possono vedere e toccare con mano: tale evidenza si inserisce perfettamente nell'idea di Geosito e/o Geoparco come laboratorio a cielo aperto e strumento di avvicinamento dei giovani al proprio territorio.

Risultati “Campione bianco”

Risulta a questo punto interessante mostrare i risultati ottenuti per il “campione bianco” (ovvero, lo ricordiamo, per quegli studenti che non hanno seguito i due step centrali del progetto, e cioè la lezione/seminario in aula e la visita al geosito, ma che hanno soltanto compilato i due questionari) e, in un secondo momento, confrontarli con quelli descritti nei paragrafi precedenti.

Il “campione bianco” era rappresentato da 3 classi, per un totale di 70 studenti. Per semplicità viene di seguito riportato il grafico delle risposte del Questionario n°1 (totalità del campione bianco, Grafico 17) e alcuni dei grafici del Questionario n°2.

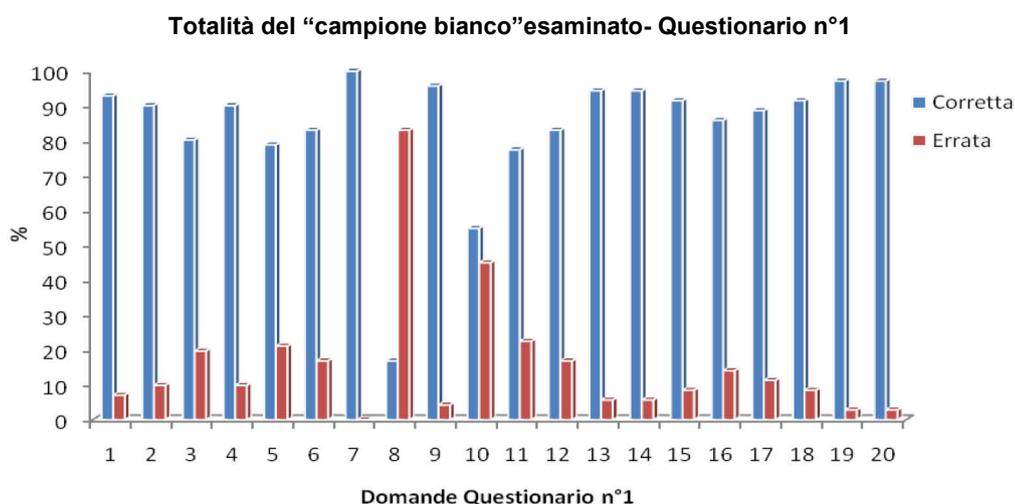


Grafico 18 - Risultati del Questionario n°1 per la totalità del “campione bianco”

Da una rapida osservazione si può subito notare che, anche in un caso, le domande maggiormente sbagliate sono la num.8 e la num.10. Solo il 17% dei ragazzi sa che nel territorio in cui vive ci sono più vulcani che hanno eruttato in passato e solo il 55% sostiene che non tutte le Nazioni hanno un vulcano.

Risultati Questionario n°2 (campione bianco)

Alla domanda “Potresti definire il territorio in cui vivi un campo vulcanico”? il 75% degli studenti risponde correttamente “sì”, il 7% risponde “no” e il 18% risponde “non lo so”. Di quelli che hanno risposto sì però solo il 30% sa darne una corretta definizione.

Alla domanda “Quanti vulcani attivi esistono nel territorio in cui vivi?” il 42% risponde correttamente “più di uno” mentre il 58% risponde “uno o nessuno”.

Di quelli che hanno risposto “più di uno” solo il 20% è capace di citarne correttamente alcuni.

Alla domanda “I vulcani vengono classificati in base a...” il 48% ha completato correttamente la risposta inserendo negli spazi vuoti “violenza e materiali”.

Alla domanda “tutti i vulcani hanno la stessa forma e dimensione” il 70% ha risposto correttamente “no” , ma di questi soltanto il 20% ha saputo spiegarne le reali motivazioni.

Il 68% degli studenti ha risposto correttamente alla domanda n.8 riconoscendo, come principale beneficio attribuibile al vulcano, il fatto che esso sia una testimonianza di quello che accade all'interno della Terra e che le rocce vulcaniche vengono spesso utilizzate per pavimentare le strade.

Per quanto riguarda la previsione vulcanica, il 57% dei ragazzi crede che la sua città possa essere colpita da una nuova eruzione, il 10% crede di no e il 33% non lo sa. Il 35% degli studenti pensa che sia possibile prevedere un'eruzione vulcanica, il 17% non sa se questo sia possibile e ben il 48% crede che ciò non sia possibile. Per quanto riguarda i parametri utilizzati per il monitoraggio della ripresa dell'attività vulcanica, l'83% risponde correttamente riconoscendo che essi sono soprattutto il rigonfiamento del suolo e l'aumento di concentrazione di alcuni elementi nel suolo e nelle acque sotterranee, mentre soltanto il 17% ha scelto erroneamente la concentrazione di sale nel mare.

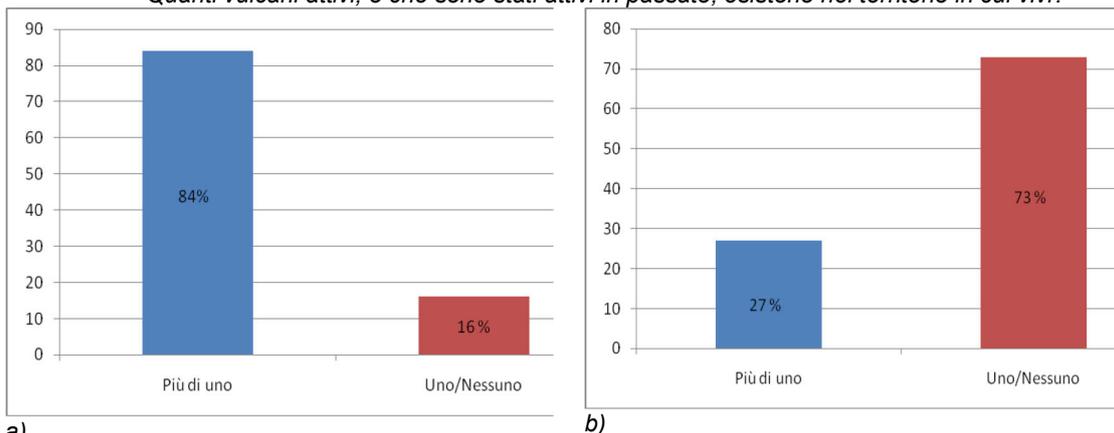
In caso di una nuova eruzione, il 28% si aspetta che una colata lavica possa invadere la propria città, il 52% teme un terremoto e il 20% invece pensa che la conseguenza maggiore per la popolazione sia l'emissione di vapori acidi.

Per quanto riguarda il rischio vulcanico, soltanto il 17% sa che esso dipende sia dalla probabilità che avvenga un'eruzione in una determinata zona (hazard) che dal numero di persone e case presenti in quella zona al momento dell'eruzione (valore esposto) e solo il 28% pensa che l'unico reale modo per ridurre tale rischio sia quello di ridurre l'urbanizzazione nell'area esposta all'attività del vulcano.

Per concludere, soltanto il 32% dei ragazzi sa che un geosito è un sito geologico di interesse, mentre la maggior parte del restante 68% pensa che esso sia un sito internet dedicato alla terra.

Il confronto tra le risposte attribuibili al “campione totale” e quelli del “campione bianco” mette in evidenza come ci sia una netta differenza tra essi. Soprattutto per quanto riguarda il Questionario n°2, i cui risultati naturalmente dipendevano molto dalla lezione frontale in aula e dalla visita al geosito, la percentuale di risposte sbagliate del campione bianco è di gran lunga più alta rispetto a quella del campione totale. Giusto a titolo di esempio, riportiamo il caso interessante del confronto tra i risultati della domanda n. 3 (Grafico 19):

Quanti vulcani attivi, o che sono stati attivi in passato, esistono nel territorio in cui vivi?



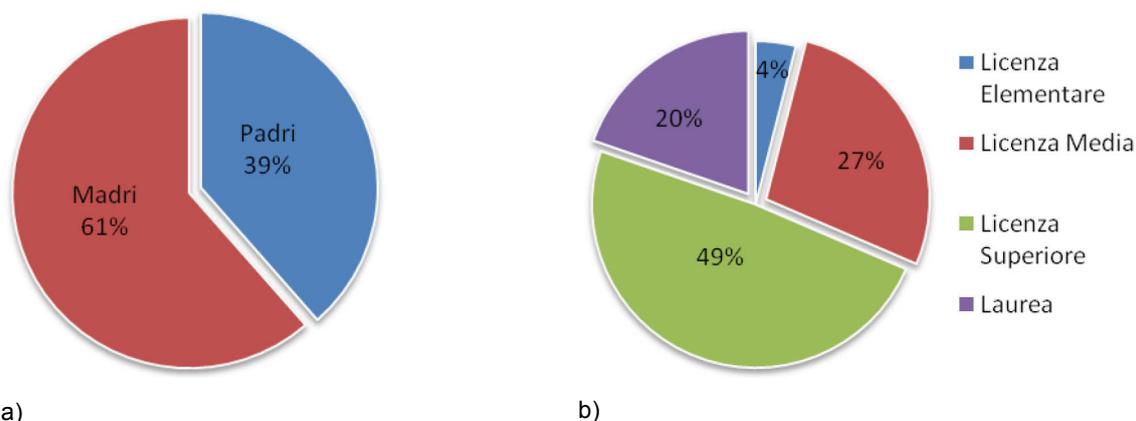
a) b)
Grafico 19 – Confronto dei i risultati alla Domanda n. 3 tra il campione totale (a) e il campione bianco (b)

6.8 Questionario “Campione Famiglie”

L’obiettivo di questo questionario è stato quello di valutare quale fosse il livello di conoscenza delle famiglie degli studenti coinvolti nel progetto su argomenti riguardanti soprattutto la pericolosità vulcanica. Si è voluto infatti testare quanto gli adulti si sentano preparati all’eventualità di una possibile eruzione, quanto siano preoccupati a riguardo e soprattutto quanta fiducia essi ripongano negli esperti del settore (scienziati e/o ricercatori) che, in caso di ripresa dell’attività vulcanica, dovrebbero fornire informazioni accurate circa la possibilità di una nuova eruzione.

6.8.1 Campione analizzato e struttura del questionario

Il Questionario “Campione Famiglie” è stato consegnato a tutti gli studenti che hanno partecipato al progetto, ma soltanto 250 lo hanno riconsegnato compilato dai genitori. La prima parte del questionario, rigorosamente in forma anonima, richiedeva quale dei due genitori si prestasse a rispondere alle domande e quale fosse il suo titolo di studio (Grafico 20).



a) b)
Grafico 20 – Campione dei genitori analizzato, per sesso (a) e per titolo di studio(b)

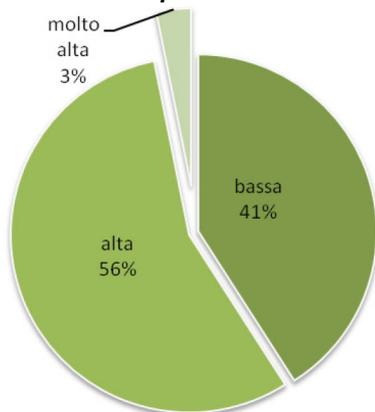
Il Questionario “Campione Famiglie” consisteva in 10 domande a risposta multipla incentrate su quattro argomenti principali (Appendice 3):

- *Conoscenza del territorio*
- *Previsione vulcanica*
- *Rischio vulcanico*
- *Fiducia negli esperti del settore e nelle Istituzioni*

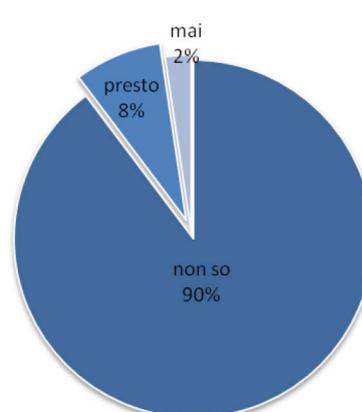
6.8.2 Risultati del “Campione Famiglie”

Così come è stato fatto per i Questionari n°1 e n°2, anche i risultati del Questionario Famiglie sono stati analizzati per ogni singola domanda, ma per semplicità vengono riportati di seguito soltanto i grafici di quelle che riteniamo le domande più significative (Grafico 21).

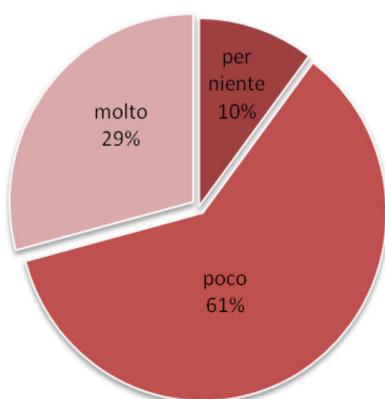
Quanto credi sia alta la possibilità che una nuova eruzione colpisca la tua città?



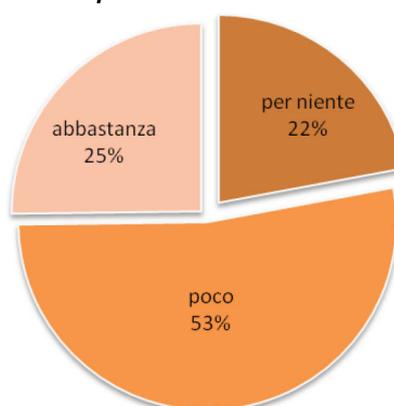
Tra quanto tempo credi possa avvenire una nuova eruzione?



Quanto sei preoccupato riguardo alla possibilità di un'eruzione?



Quanto ti senti informato sugli effetti di una possibile eruzione?



Quanta fiducia riponi nell'abilità degli esperti del settore (scienziati/ricercatori) di fornire accurate informazioni circa la possibilità di una futura eruzione?

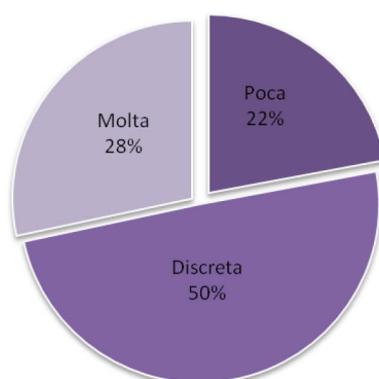


Grafico 21 - Risposte alle domande 4-5-6-10-12 del Questionario Famiglie

Per quanto riguarda le altre domande, possiamo dire che in linea generale le famiglie degli studenti posseggono una buona *conoscenza del territorio* flegreo: il 96% dei genitori infatti sa che il territorio in cui vive è un campo vulcanico ed il 90% è in grado di darne una definizione. In caso di una nuova eruzione, il 20% delle famiglie pensa che la propria città possa essere invasa da una colata lavica, il 53% ritiene più

possibile che la città venga colpita da un terremoto e il 27% teme che i vapori acidi possano avere conseguenze maggiori sulla popolazione. Così come la maggior parte degli studenti, anche le famiglie (60%) sanno che il rischio vulcanico dipende sia dalla probabilità che un'eruzione vulcanica avvenga in una determinata zona, sia dal numero di case e di persone presenti in tale zona e quindi esposte all'attività del vulcano. I genitori infine sono consapevoli del fatto che, qualora il vulcano dovesse eruttare, la cosa più giusta da fare per mettere in salvo la famiglia è seguire le indicazioni che forniscono le Forze dell'Ordine (93%).

A questo punto è importante sottolineare che dei 250 genitori che hanno resistito il questionario, circa il 60% appartiene alla Scuola Media Diano di Pozzuoli che, come già evidenziato in precedenza, è fortemente impegnata in attività scolastiche ed extrascolastiche mirate all'educazione e alla sensibilizzazione ambientale e quindi di conseguenza anche i genitori dei suoi studenti risultano particolarmente sensibili alle problematiche connesse al territorio vulcanico in cui vivono.

6.9 Risultati dello studio e considerazioni

L'indagine condotta nelle quattro scuole medie inferiori dell'area flegrea ha portato ad alcuni risultati interessanti. Innanzitutto c'è da sottolineare come i ragazzi si siano mostrati sempre interessati al progetto, partecipando attivamente con curiosità ed entusiasmo sia alla lezione che alla visita al geosito e formulando domande e osservazioni intelligenti ed originali.

Inoltre il confronto tra i risultati del primo e del secondo questionario ha messo in evidenza notevoli differenze nelle risposte date dagli studenti mostrando come, in seguito alla lezione e all'uscita di campo, sia nettamente migliorata la preparazione dei ragazzi riguardo la conoscenza del proprio territorio e riguardo le problematiche connesse alla vulcanologia e al rischio vulcanico. Ancora, dal confronto tra le risposte dei ragazzi che hanno partecipato completamente al progetto e quelle del "campione bianco", risulta evidente quanto il "toccare con mano" quella che è la realtà geologica in cui vivono abbia aiutato i ragazzi ad assimilare meglio e più velocemente gli argomenti trattati e sia stato un valido strumento per sensibilizzarli al concetto di pericolosità vulcanica e di rischio vulcanico.

Ritengo infine necessario segnalare la grande partecipazione al progetto che ho riscontrato in tutti i docenti ed in particolar modo in quelli di Scienze, che si sono mostrati incuriositi e fortemente interessati soprattutto all'idea del geosito e al suo

“utilizzo” come strumento di contatto e di avvicinamento tra i giovani e il territorio. Se venissero realmente messi in opera tutti i geositi proposti, con le spiegazioni e le illustrazioni tarate sul “target” di questa indagine, tali docenti potrebbero senz’altro servirsene come supporto per tutti gli studenti. Ciò, a livello di scuola dell’obbligo, consentirebbe una diffusione capillare dei concetti di pericolosità e rischio vulcanico e quindi, nell’arco di un quinquennio, si potrebbe ottenere un miglioramento del grado di conoscenza del territorio e un notevole incremento della sensibilizzazione della popolazione giovanile ai rischi che insistono su di esso.

CONCLUSIONI

L'attività di ricerca da me condotta nell'arco dei tre anni di Dottorato ha portato al raggiungimento di almeno tre risultati significativi.

In primo luogo è stata realizzata, attraverso un lungo e dettagliato lavoro di rilevamento geologico, una nuova cartografia dei Campi Flegrei in scala 1:25.000, con dettagli in scala 1:10.000 dei siti scelti come potenziali geositi. Si tratta di un risultato molto importante se si considera che lo stato dell'arte della cartografia geologica flegrea era fermo al 1987, anno in cui Rosi & Sbrana hanno realizzato, nell'ambito del Progetto Finalizzato Geodinamica, la *Carta geologica e gravimetrica dei Campi Flegrei* in scala 1:15.000. Tenendo conto dell' incremento demografico e della forte urbanizzazione che ha interessato l'area flegrea negli ultimi 20 anni, la nuova carta geologica rappresenta quindi un prodotto del tutto nuovo e aggiornato, in cui si è cercato di definire e di rappresentare al meglio le caratteristiche litologiche delle formazioni affioranti ed i loro rapporti stratigrafici. Essa inoltre costituisce la base di partenza per una serie di lavori scientifici che aggiorneranno le conoscenze dell'assetto geovulcanologico dei Campi Flegrei.

Il secondo risultato raggiunto è stato quello di codificare una metodologia corretta per la valutazione di qualità di quei particolari siti che per il loro valore naturalistico e culturale vengono comunemente denominati geositi. Si tratta di un risultato significativo dal momento che, nonostante negli ultimi anni il concetto di geodiversità e di tutela del patrimonio geologico abbia incontrato l'interesse di tutti e siano nate a tale proposito innumerevoli iniziative volte alla valorizzazione dei siti di interesse geologico, il problema di codificazione di geositi è ancora una scienza giovane e allo stato attuale non esiste un'unicità di vedute riguardo "cosa" possa essere considerato realmente un geosito e quali siano i passi da seguire per avanzarne una concreta proposta di istituzione. All'interno dell'area flegrea, considerato il suo evidente valore scientifico, storico-culturale e didattico, state avanzate, anche attraverso la compilazione delle schede per il censimento dei geositi previste dall'ISPRA, delle concrete proposte di istituzione di geosito per la Solfatara, Monte Nuovo, lago di Averno, Cuma, Monte di Procida, Procida e il Piperno (la rete GEOCaF). Anche questo aspetto della ricerca può essere considerato un buon risultato dal momento esso rappresenta uno dei primi esempi in Italia di impostazione di una rete complessa di geositi a carattere multidisciplinare.

Poiché l'obiettivo di questa parte della ricerca era quello di garantire la fruibilità dei geositi non soltanto agli addetti ai lavori, ma anche e soprattutto alla gente comune, sono stati realizzati degli itinerari multidisciplinari di carattere estremamente didattico-divulgativo a differenti livelli di difficoltà, tenendo ben presente le caratteristiche del possibile target di visitatori. Alla luce di quanto brevemente esposto e considerando che il Parco Regionale dei Campi Flegrei comprende un numero notevole geositi, si è pensato che esso possa essere senza dubbio candidato a ruolo di Geoparco Europeo. E' stato quindi preparato tutto il materiale "scientifico" necessario affinché possa essere compilata la sezione B (Descrizione scientifica del territorio del Geoparco Europeo) del dossier di candidatura a Geoparco. Purtroppo in Campania si risente di una certa pigrizia delle istituzioni e di conseguenza il progetto Geoparco non è ancora nella fase attuativa, dal momento che la sua candidatura è subordinata alla formulazione del dossier da parte della Regione. Questo è naturalmente un peccato poiché è evidente, anche alla luce dei risultati emersi da questa ricerca, che i Campi Flegrei rappresentano un'area assolutamente adatta all'istituzione di un Geoparco Europeo ed in un certa misura anche più idonea rispetto ad altre aree che si sono ultimamente candidate a questo ruolo.

E' stata infine verificata la funzionalità e la validità del "prodotto Geoparco" attraverso una sorta di studio di percezione del rischio vulcanico condotto in quattro scuole medie dell'area flegrea. L'indagine, svolta durante la seconda metà del 2009, ha messo in evidenza la validità del Geoparco come un adeguato strumento in grado di avvicinare la popolazione al proprio territorio. E' stato infatti dimostrato come i giovani, se accompagnati in un percorso formativo basato su una divulgazione scientifica semplice e chiara, riescano a comprendere meglio il proprio territorio avvicinandosi ad esso con maggiore rispetto e acquisendo la consapevolezza di vivere in un'area che, oltre ad essere ricca di singolarità geologiche e di bellezze archeologiche, è pur tuttavia un territorio naturalmente debole, in quanto esposto a fenomeni vulcanici di per sé pericolosi, ma è reso ancor più debole dall'indiscriminata speculazione edilizia di cui è stato oggetto. E' evidente che, in fase di pubblicazione, i risultati di quest'ultima fase del lavoro potranno trovare una propria collocazione, indipendente dal resto della ricerca, in riviste più strettamente di ambito vulcanologico.

Appendice 1

Domande Questionario n°1

1. Cosa studia la geologia?	
- Le stelle	
- La Terra	
- Gli esseri viventi	
2. Nella zona in cui vivi puoi trovare:	
- Un fiume	
- Un vulcano	
- Una prateria	
3. Alcuni laghi presenti nel territorio in cui vivi sono:	
- Laghi di montagna	
- Laghi che si sono formati all'interno di un cratere vulcanico	
- Laghi che si sono formati in seguito all'impatto di un meteorite sulla Terra	
4. Se un vulcano erutta, qual è la cosa più giusta da fare?	
- Aspettare in casa che finisca l'eruzione	
- Prendere la macchina e fuggire in un altro luogo	
- Seguire le indicazioni che ti danno gli uomini delle forze dell'ordine	
5. Secondo te è più probabile che il territorio in cui vivi venga colpito da:	
- Un'alluvione	
- Un'eruzione vulcanica	
- Un tornado	
6. Cos'è una "fumarola"?	
- Il camino delle fabbriche	
- Una miscela di vapori e gas che esce dal suolo	
- Il fumo prodotto dagli incendi	
7. Chi studia i vulcani?	
- L'ingegnere	
- Il geologo	
- L'architetto	
8. Nella tua area:	
- Ci sono più vulcani che hanno eruttato in passato	
- C'è un solo vulcano che ha eruttato in passato	
- Non ci sono vulcani che hanno eruttato in passato	
9. Da cosa si può capire che un vulcano sta per eruttare?	
- Si avvertono piccole scosse di terremoto	
- Il cielo diventa rosso fuoco	
- L'acqua nei pozzi si riscalda	
10. Tutte le nazioni hanno:	
- Almeno una città	
- Almeno un vulcano	
- Almeno un fiume lungo più di 500 chilometri	
11. Dove ci sono i vulcani possiamo trovare anche:	
- Pozzi di petrolio	
- Acque calde termali	
- Fossili	
12. Il "bradisismo" è:	
- Un particolare moto ondoso del mare	
- Il periodo storico in cui è stato costruito il Serapeo a Pozzuoli	
- Il periodico abbassamento e innalzamento del suolo che interessa Pozzuoli	
13. La Terra è:	
- Una sfera costituita da tre strati di materiali differenti	
- Una sfera vuota	
- Una sfera costituita da un solo tipo di materiale	
14. Cos'è un vulcano?	
- Una montagna	
- Una frattura della Terra da cui fuoriesce magma	
- Una zona pianeggiante	
15. Secondo te è più pericoloso:	
- Un vulcano che erutta spessissimo in un'area disabitata	
- Un vulcano che erutta raramente in una zona molto popolata e piena di case	
- Un vulcano che erutta sul fondale degli oceani	
16. L'area in cui vivi:	
- E' stata abitata già dai tempi degli antichi Romani	
- Non ha terreni fertili coltivabili	
- E' paludosa	
17. Il terremoto:	
- Avviene sempre dopo un'eruzione vulcanica	
- Può verificarsi anche in un'area in cui non ci sono vulcani	
- Avviene ogni dieci anni	
18. Tutti i vulcani hanno:	
- Stessa altezza	
- Stessa forma	

- Un condotto dal quale fuoriesce il magma	
19. Quali di questi è un vulcano:	
- Il Monte Bianco	
- L'Everest	
- La Solfatara	
20. Perché è pericoloso vivere nei pressi di un vulcano?	
- Perché se esso erutta puoi essere sepolto da lava e cenere	
- Perché possono inondarsi tutti i campi coltivati	
- Perché può rendere il clima molto secco	

Appendice 2

Domande Questionario n°2

1. Potresti definire il territorio in cui vivi un "campo vulcanico"?	
- Sì	
- No	
- Non lo so	
2. Se sì, cos'è un campo vulcanico?	
3. Quanti vulcani attivi, o che sono stati attivi in passato, esistono nel territorio in cui vivi?	
- Nessuno	
- Uno	
- Più di uno	
4. In riferimento alla domanda precedente, sapresti citarne qualcuno?	
5. I vulcani vengono classificati in base alla _____ dell'eruzione e al tipo di _____ che eruttano	
- facilità, materiali	
- violenza, materiali	
- violenza, lava	
6. I vulcani hanno tutti stessa forma e dimensione?	
- Sì	
- No	
7. Con riferimento alla domanda precedente, spiegate il motivo	
8. Quali tra questi è il principale beneficio attribuibile ad un vulcano?	
- I vulcani aiutano le persone a comprendere l'importanza della cenere vulcanica e il suo utilizzo come fertilizzante di suoli	
- I vulcani sono la testimonianza in superficie di ciò che accade all'interno della Terra e le rocce vulcaniche vengono utilizzate per la pavimentazione di strade	
- Le pomice vengono utilizzate per la composizione del cemento	
9. Credi che in futuro la tua città possa essere colpita da una nuova eruzione?	
- Sì	
- No	
- Non lo so	
10. Secondo te è possibile prevedere un'eruzione vulcanica?	
- Sì	
- No	
- Non lo so	
11. Quali sono i parametri che vengono monitorati per valutare la ripresa di un'attività vulcanica?	
- La concentrazione di sale nel mare	
- Il rigonfiamento del suolo	
- La concentrazione di alcuni elementi chimici nel suolo e nelle acque sotterranee	
12. In caso di eruzione, quali tra queste fenomenologie vulcaniche credi possa avere conseguenze maggiori per la tua città?	
- Colata di lava	
- Deformazione del suolo/Terremoto	
- Emissione di vapori caldi acidi	
13. Il rischio vulcanico dipende da:	
- La possibilità che avvenga un'eruzione in una determinata zona	
- Il numero di case e di persone presenti in un'area a rischio di eruzione	
- Entrambe le soluzioni precedenti	

14. Secondo te, cosa possiamo fare noi cittadini perché un vulcano possa diventare meno pericoloso?	
- Impedire che il vulcano erutti in futuro - Consolidare i tetti e le fondamenta dei palazzi - Diminuire il numero di abitanti nell'area esposta all'attività del vulcano	
15. Secondo te, cos'è un geosito?	
- Un sito geologico di interesse - Un qualunque posto della Terra - Un sito internet che riguarda la Terra	
16. In seguito agli incontri fatti insieme, credi di aver acquisito informazioni maggiori sui vulcani rispetto a quelle che possedevi già?	
- No - Si	
17. Degli argomenti trattati nei nostri incontri, quale è quello che ti ha colpito o interessato di più?	
18. Quale invece ti ha interessato di meno?	
19. Prima dei nostri incontri avevi mai sentito parlare di "piani di evacuazione" per le popolazioni delle aree a rischio vulcanico?	
- Si - No	
20. In seguito ai nostri incontri, hai affrontato l'argomento vulcani/rischio vulcanico con i tuoi genitori o con i tuoi amici?	
- Si - No	

Appendice 3 Questionario "Campione Famiglie"

1. Il territorio in cui vivi potresti definirlo un "campo vulcanico"?	
- Si - No - Non lo so	
2. Se sì, cos'è un campo vulcanico?	
- Un'area con elevata concentrazione di bocche vulcaniche - Un'area destinata alla coltivazione agricola ricoperta da ceneri vulcaniche - Un vulcano di forma conica alto almeno mille metri	
3. In caso di eruzione, quali tra queste fenomenologie vulcaniche credi possa avere conseguenze maggiori per la tua città?	
- Colata di lava - Deformazione del suolo/Terremoto - Emissione di vapori caldi acidi	
4. Quanto credi sia alta la possibilità che una nuova eruzione colpisca la tua città?	
- Bassa - Alta - Molto alta	
5. Quanto sei preoccupato riguardo alla possibilità di un'eruzione?	
- Per niente preoccupato - Un pò preoccupato - Molto preoccupato	
6. Tra quanto tempo credi possa avvenire una nuova eruzione?	
- Non ne ho idea - Presto - Mai	
7. Secondo te è più pericoloso:	
- Un vulcano che erutta spessissimo in un'area disabitata - Un vulcano che erutta raramente in una zona molto popolata e piena di case - Un vulcano che erutta sul fondale degli oceani	
8. Il rischio vulcanico dipende da:	
- La possibilità che avvenga un'eruzione in una determinata zona - Il numero di case e di persone presenti in un'area a rischio di eruzione - Da entrambe le soluzioni precedenti	
9. Perché un vulcano possa diventare meno pericoloso la comunità può:	
- Impedire che il vulcano erutti in futuro - Consolidare i tetti e le fondamenta dei palazzi	

- Diminuire il numero di abitanti nell'area esposta all'attività del vulcano	
10. Quanto ti senti informato sugli effetti di una possibile eruzione?	
- Per niente informato	
- Poco informato	
- Abbastanza informato	
11. Se un vulcano erutta, qual è la cosa più giusta da fare?	
- Aspettare in casa che finisca l'eruzione	
- Prendere la macchina e fuggire in un altro luogo	
- Seguire le indicazioni che ti danno gli uomini delle forze dell'ordine	
12. Quanta fiducia riponi nell'abilità degli esperti del settore (scienziati/ricercatori) di fornire accurate informazioni circa la possibilità di una futura eruzione?	
- Poca fiducia	
- Discreta fiducia	
- Molta fiducia	

BIBLIOGRAFIA

- ALESSIO M., BELLA F., IMPROTA S., BELLUOMINI G., CALDERONI G., CORTESI C., TURI B. (1973) – *University of Rome Carbon-14 Dates X*. Radiocarbon, **15** (1), pp. 165-178.
- ALESSIO M., BELLA F., IMPROTA S., BELLUOMINI G., CORTESI C., TURI B., (1971) - *University of Rome Carbon-14 Dates IX*. Radiocarbon, **13** (2), pp. 395-411.
- ARMIERO V., LIRER L., PETROSINO P. (2007) - *La Solfatara: rilevamento vulcanologico e proposta di istituzione di un Geosito nei Campi Flegrei*. Rend. Soc. Geol. It., **5**, pp.3-30.
- BARATTUCCI A., MUSTO S. (1989) - *Caratteri tessiturali del tufo Giallo Napoletano*. Tesi di Laurea in Scienze Geologiche – Università di Napoli Federico II.
- BARBERI F., CASSANO E., LA TORRE P., SBRANA A. (1991) – *Structural evolution of Campi Flegrei caldera in light of volcanological and geophysical data*. J.Volcanol. Geotherm. Res., **48**, pp. 33-49.
- BARBERI F., DAVIS M.S., ISAIA R., MACEDONIO G., NAVE R., RICCI T. (2006) - *Volcanic risk perception at Vesuvius and Phlegrean Fields (Naples, Italy)*. Abstract Cities on Volcanoes 4, 23–27 January 2006, Quito (Ecuador).
- BARBERI F., INNOCENTI F., LIRER L., MUNNO R., PESCATORE T., SANTACROCE R., (1978) - *The Campanian Ignimbrite: a Major Prehistoric Eruption in the Neapolitan Area (Italy)*. Bull. Volcanol., **41** (1), pp. 1-22.
- BELLUCCI F. (1994) - *Nuove conoscenze stratigrafiche sui depositi vulcanici del sottosuolo del settore meridionale della Piana Campana*. Boll. Soc. Geol. It., **113**, pp. 395-420.
- BRANCUCCI G., BURLANDO M. (2001) - *La salvaguardia del patrimonio Geologico. Scelta strategica per il territorio. L'esperienza in Liguria*. Franco Angeli Ed., Milano, pp. 1-96.
- BROCCHINI F., PRINCIPE C., CASTRADORI D., LAURENZI M.A., GORIA, L. (2001) - *Quaternary evolution of the southern sector of the Campanian Plain and early Somma- Vesuvius activity: insights from the Trecase well*. Mineralogy and Petrology, **73**, pp. 67-91.
- CAPASSO B. (1882) – *Sulla circoscrizione civile ed ecclesiastica e sulla popolazione della città di Napoli dalla fine del sec. XIII al 1809*, Napoli.

- CAPUTO P., MORICHI R., PAONE R., RISPOLI P. (1996) - *Cuma e il suo Parco Archeologico*. Bardi Ed., Roma, pp. 1-222.
- CAPUTO P., (2004) - *Viabilità e Insediamenti nell'Italia Antica* – Atlante Tematico Di Topografia Antica., **13**.
- CARLINO S., R. SOMMA, G. MAYBERRY. (2008) - *Volcanic risk perception of young people in the urban areas of Vesuvius: Comparisons with other volcanic areas and implications for emergency management*. J.Volcanol. Geotherm. Res., **172**, pp. 229-243.
- CASSANO E., GUGLIELMINETTI M., VERDIANI G. (1986) - *Phlegrean Fields area, first results of geothermal research*. Paper presented at International Symposium on Earthquake Engineering, Bari, Italy.
- CASSIGNOL C., GILLOT P. Y. (1982) – *Ranger and effectiveness of unspiked potassium-argon dating: esperimentale groundwork and applications*. Numerical Dating in Stratigraphy, G.S. Odin Ed., New York, pp. 160-179.
- CHIARABBA C., MORETTI M. (2006) - *An insight into the unrest phenomena at the Campi Flegrei caldera from Vp and Vp/Vs tomography*. Terra Nova, **18**, pp. 373-379
- CINQUE A., ROLANDI G., ZAMPARELLI V. (1985) – *L'estensione dei depositi marini olocenici nei Campi Flegrei in relazione alla vulcano-tettonica* – Boll. Soc. Geol. It., **104**, pp. 327-348.
- CIVETTA L., ORSI G., PAPPALARDO L., FISHER R. V., HEIKEN G. H., ORT M., (1997) - *Geochemical zoning, mixing, eruptive dynamics and depositional processes - the Campanian Ignimbrite, Campi Flegrei, Italy*. J. Volcanol. Geotherm. Res., **75**, pp. 183-219.
- COLE P.D., SCARPATI C. (1993) - *A facies interpretation of the eruption and emplacement mechanisms of the upper part of the Neapolitan Yellow Tuff, Campi Flegrei, southern Italy*. Bull. Volc., **55**, pp. 311-326.
- CRISTOFOLINI P., STAZIONE R., DI GIROLAMO D. (1973) - *Caratteri genetici e mineralogici di ialoclastiti dell' Altopiano Ibleo (Sicilia) e dell'Isola di Procida (Campania)*. Rend. Soc. It. Miner. Petrol., **29**, pp. 497-552.
- D'ANTONIO M, CIVETTA L, DI GIROLAMO P (1999) - *Mantle source heterogeneity in the Campanian Region (South Italy) as inferred from geochemical and isotopic features of mafic volcanic rocks with shoshonitic affinity*. Mineral Petrol., **67**, pp.163-192.

- D'ARGENIO B., PESCATORE T., SCANDONE R., (1973) - *Schema geologico dell'Appennino meridionale (Campania e Lucania)*. Atti Acc. Naz. dei Lincei, Roma, Quaderno 183, pp. 49-72.
- DAVIS S.M., RICCI T., MITCHELL L.M. (2005) - *Perception of risk for volcanic hazards at Vesuvio and Etna, Italy*. The Australasian Journal of Disaster and Trauma Studies , **1**.
- DE ASTIS G., PAPPALARDO L., PIOCHI M., (2004) - *Procida Volcanic History: new insights into the evolution of the Phlegraean Volcanic District (Campania region, Italy)*. Bull. Volcanol., **66**, pp. 622-641.
- DE LORENZO G. (1904) – *L'attività vulcanica nei Campi Flegrei*. Rend. Acc. Sc. Fis. Mat., Serie 3, **10**, pp. 203-221.
- DE SETA C. (1984) – *I Casali di Napoli*. Dossier *Le città nella storia d'Italia*, Laterza Ed., Bari.
- DE VITA S., ORSI G., CIVETTA L., CARANDENTE A., D'ANTONIO M., DI CESARE T., DI VITO M., FISHER, R.V., ISAIA R., MAROTTA E., ORT M., PAPPALARDO L., PIOCHI M., SOUTHON J. (1999) - *The Agnano-Monte Spina eruption (4.1 ka) in the resurgent, nested Campi Flegrei caldera (Italy)*. J. Volcanol. Geotherm. Res., **91**, pp. 269-301.
- DE VIVO B., ROLANDI G., GANS PB., CALVERT A., BOHRSON WA., SPERA FJ., BELKIN HE., (2001) - *New constraints on the pyroclastic eruptive history of the Campanian Volcanic Plain (Italy)*. Mineral. Petrol., **73**, pp. 47–65.
- DE' GENNARO M., INCORONATO A., MASTROLORENZO G., ADABBO MR., SPINA G. (2000) – *Depositional mechanism and alteration processes in different types of pyroclastic deposits in Campi Flegrei volcanic field*. J. Volcanol. Geotherm. Res., **82**, pp. 113-137.
- DEINO A.L., ORSI G., PIOCHI M., DE VITA S., (2004) - *The age of the Neapolitan Yellow Tuff caldera-forming eruption (Campi Flegrei Caldera – Italy) assessed by $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating method*. J. Volcanol. Geotherm. Res., **133** (1-4), pp. 157-170.
- DEL PEZZO N. (1892) – *I casali di Napoli*, in *Napoli Nobilissima*, **1**, p. 139.
- D'ERCOLE R., RANCON J.-P., LESALES T. (1995) - *Living close to an active volcano: popular hazard perception in three communities of North Martinique (F.W.I.)*. IUGG XXI General Assembly Abstract, Boulder (Colorado), 2–4 July 1995, p. 20.

- DI GIROLAMO P., GHIARA M.R., LIRER L., MUNNO R., ROLANDI G., STANZIONE D., (1984) - *Vulcanologia e petrologia dei Campi Flegrei*. Boll. Soc. Geol. It., **103**, pp. 349-413.
- DI GIROLAMO P., STANZIONE D. (1973) – *Lineamenti geologici e petrologici dell'isola di Procida*. Soc. Ital. Miner. Petrol., **29**, pp. 81-125.
- DI PASTENA V, FANELLI P. (1992) - *Rilevamento delle facies piroclastiche di Monte di Procida (Campi Flegrei, Napoli)*. Tesi di laurea in Scienze Geologiche – Università di Napoli Federico II
- DI VITO M. A., ISAIA R., ORSI G., SOUTHON J., D'ANTONIO M., DE VITA S., PAPPALARDO L., PIOCHI M., (1999) - *Volcanism and deformation since 12000 years at the Campi Flegrei caldera (Italy)*. J. Volcanol. Geotherm. Res., **91**, pp. 221-246.
- DI VITO M., LIRER L., MASTROLORENZO G., ROLANDI G. (1987) – *The Monte Nuovo eruption (Campi Flegrei, Italy)*. Bull. Volc., **49**, pp. 608-615.
- DI VITO M., LIRER L., MASTROLORENZO G., ROLANDI G., SCANDONE R. (1985) - *Volcanological Map of Campi Flegrei*. Min. Prot. Civ., Università degli Studi di Napoli.
- DINGWALL P.R. (2000) - *Legislation and international agreements: the integration of the geological heritage in nature conservation policies*, Proceedings, International Symposium ProGEO on the Conservation of the Geological Heritage, Madrid (Spain), 23-25 Novembre 1999, pp. 5-28.
- DOBTRAN, F. (2006) - *Vesuvius 2000: toward security and prosperity under the shadow of Vesuvius*. In: Dobtran, F. (Ed.), Vesuvius Education, Security and Prosperity Educazione Sicurezza Prosperità. Elsevier, pp. 3–69.
- DOMINNEY-HOWS, D., MINOS-MINOPOULOS, D. (2004) - *Perception of hazard and risk on Santorini*. J. of Volcanol. .Geotherm. Res., **137**, pp. 285–310.
- FASSOULAS C., MC KEEVER P.J. (2004) - *European Geoparks Network*, ProGeo News, **2**, pp. 4-7.
- FEDELE L., SCARPATI C., LANPHERE M., MELLUSO L., MORRA V., PERROTTA A., RICCI G. (2008) - *The Breccia Museo formation, Campi Flegrei, southern Italy: geochronology, chemostratigraphy and relationship with the Campanian Ignimbrite eruption*. Bull. Volc., **70**, pp. 1189-1219.

- FEDI M., NUNZIATA C., RAPOLLA A. (1991) - *The Campania–Campi Flegrei area: a contribution to discern the best structural model from gravity interpretation*. J Volcanol Geotherm Res., **48**, pp. 51-59.
- FLORIO G., FEDI M., CELLA F., RAPOLLA A. (1999) – *The Campanian Plain and Phlegrean Fields: structural setting from potential field data*. J. Volcanol. Geotherm. Res., **91**, pp. 361-379.
- FREY M.L. (2002) - *European Geoparks Network. Das Geo-Naturerbe als Grundlage nachhaltiger Entwicklungsansätze in Europa*, Natur und Mensch, **44**(2), pp. 2-5.
- GRAY M. (2004) - *Geodiversity valuing and conserving abiotic nature*. John Wiley & Sons Ed., Chichester, pp. 1-434.
- GREGG, C.E., HOUGHTON, B.F., JOHNSTON, D.M., PATON, D., SWANSON, D.A. (2004) - *The perception of volcanic risk in Kona communities from Mauna Loa and Hualalai volcanoes, Hawaii*. J. Volcanol. Geotherm. Res., **130**, pp. 179–196.
- INSINGA D., CALVERT A.T., LANPHERE M.A., MORRA V., PERROTTA A., SACCHI M., SCARPATI C., SABUROMARU J., FEDELE, L. (2006). *The Late-Holocene evolution of the Miseno area (southwestern Campi Flegrei) as inferred by stratigraphy, petrochemistry and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ geochronology*. In: B. De Vivo (Ed.), *Volcanism in the Campania Plain: Vesuvius, Campi Flegrei and Ignimbrites*, Elsevier B. V., pp. 97-124.
- IPPOLITO F., D'ARGENIO B., PESCATORE T., SCANDONE, P. (1975) - *Structural-stratigraphic units and tectonic framework of Southern Apennines*. In “Geology of Italy”. Earth Sciences Soc. of Libyan Arab. Republic, pp. 317-328.
- IPPOLITO, F., ORTOLANI, F. AND RUSSO, M., (1973) - *Struttura marginale tirrenica dell'Appennino Campano: reinterpretazione di dati di antiche ricerche di idrocarburi*. Mem. Soc. Geol. It., **12**, pp. 227-250.
- ISHCHENKO, A.A., GERASIMENKO, N.P., ALEXANDROWICZ, Z, VINOKUROV, V., LISCAK, P., LAPO, A., VDOVETS, M., KLINCHAROV, S., MARJANAC, L., MIJOVIC, D. DIMITRIJEVIC, M., GAVRILOVIC D., THEODOSSIOU-DRANDAKI, I., SERJANI, A., TODOROV, T., NAKOV R., PEREZ-GONZALEZ, A., BENVENUTI, M., BONI, M., BRANCUCCI G., BORTOLAMI G., BURLANDO, M., COSTANTINI, E., D'ANDREA, M., GISOTTI, G., GUADO, G., MARCHETTI, M., MASSOLI-NOVELLI, R., PANIZZA, M., PAVIA, G., POLI, G., ZARLENGA, F., SUOMINEN, V., KANANOJA, T, LEHTINEN, M.,

- GONGGRIJP, G.P., LOOK, E.R., JOHANNSON, C. E., KARIS, L.O., PARKES, M., RAUDSEP, R., SATKUNAS, J., MIKELUNAS, V., ANDERSEN, S., CLEAL, C.J., WIMBLEDON, W.A.P. (1998) - *A first attempt at a geosites framework for Europe: an IUGS initiative to support recognition of World Heritage and European geodiversity*. *Geologica Balcanica*, **28** (3-4), pp. 5-32.
- JOHNSTON, D.M., BEBBINGTON, M.S., LAI, C.-D., HOUGHTON, F.F., PATON, D. (1999) - *Volcanic hazard perceptions: comparative shift in knowledge and risk*. *Disaster Prevention and Management*, **8** (2), pp. 118–126.
- LIRER L., PETROSINO P., ALBERICO I., (2001) - *Hazard assesment at volcanic fields: The Campi Flegrei case history* – *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, **112**, pp. 53-73.
- LIRER L., DI VITO M., GIACOMELLI L., SCANDONE R., VINCI A. (1990) - *Contributo delle Analisi Granulometriche alla ricostruzione della Dinamica dell'eruzione di Averno (Campi Flegrei)*. *Bull Soc. Geol. It.*, **109**, pp. 583-597.
- LIRER L., LUONGO G., SCANDONE R., (1987). - *On the Volcanological Evolution of Campi Flegrei*. *EOS, Trans. Am. Geophys. Union.*, **68**, pp. 226-234.
- LIRER L., ROLANDI G., DI VITO M., MASTROLORENZO G. (1987) - *L'eruzione del Monte Nuovo (1538) nei Campi Flegrei* - *Boll. Soc. Geol. It.*, **106**, pp. 447-460.
- LIRER L., ROLANDI G., RUBIN M. (1991) - ^{14}C age of the "Museum Breccia" (Campi Flegrei) and its relevance for the origin of the Campanian Ignimbrite. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, **48** (1/2), pp. 223-227.
- LIRER, L., MUNNO R., (1975) - *Il Tufo Giallo Napoletano (Campi Flegrei)*. *Periodico di Mineralogia.*, **44**, pp. 103-118.
- MASSOLI-NOVELLI R. (2001) - *Inventari di geositi in Italia: stato dell'arte*. In " *Geologia dell'Ambiente*", (1), SIGEA, Roma, pp. 10-13.
- MASTROLORENZO G. (1994) - *Averno Tuff Ring in Campi Flegrei (south italy)* – *Bull. Volcanol.*, **56**, pp. 561-572.
- MELLUSO L., MORRA V., PERROTTA A., SCARPATI G., ADABBO M., (1995) - *The eruption of Breccia Museo (Campi Flegrei, Italy): Fractional crystallization processes in a shallow, zoned magma chamber and implications for the eruptive dynamics*. *J. Volc. Geotherm. Res.*, **68**, pp. 325-339.
- NUNZIATA C., RAPOLLA A. (1981) - *Interpretation of gravity and magnetic data in the Phlegrean Fields geothermal area, Naples, Italy*. *Journ. Volcan. Geoth. Res.*, **9**, pp. 209-225.

- OLIVIERI DEL CASTILLO (1966) - *Considerazioni gravimetriche sul bacino eruttivo e sedimentario campano (anomalie residue di ordine n-1)*. Ann. Osserv. Vesuv., **8**, s.6.
- ORSI G., D'ANTONIO M., DE VITA S., GALLO, G. (1992) - *The Neapolitan Yellow Tuff, a large-magnitude trachytic phreatoplinian eruption: eruptive dynamics, magma withdrawal and caldera collapse*. J. Volcanol. Geotherm. Res., **53**, pp. 275–287.
- ORSI G., DE VITA S., DE ASTIS G., DE VITA S., DI VITO M. A., ISAIA R., NAVE R., PAPPALARDO L., PIOCHI M., POSTIGLIONE C., SANSIVERO F. (1999) – *I Vulcani Napoletani: Pericolosità e rischio* – Osservatorio Vesuviano Ed., Napoli.
- ORSI G., DE VITA S., DI VITO M. (1996) - *The restless, resurgent Campi Flegrei nested caldera (Italy): constraints on its evolution and configuration*. J. Volcanol. Geotherm. Res., **74**, pp. 179-214.
- ORSI G., SCARPATI C. (1989) - *Stratigrafia e dinamica eruttiva del Tufo Giallo Napoletano*. Bollettino Gruppo Nazionale Vulcanologia., **2**, pp. 917-930.
- ORT M., ROSI M., ANDERSON C.A. (1999) - *Correlation of deposits and vent locations of the proximal Campanian Ignimbrite deposits, Campi Flegrei, Italy, based on natural remanent magnetization and anisotropy of magnetic susceptibility characteristics*. J. Volcanol. Geotherm. Res., **91**, pp.167-178.
- PABST S., WÖRNER G., CIVETTA L., TESORO R. (2008) - *Magma chamber evolution prior to the Campanian Ignimbrite and Neapolitan Yellow Tuff eruptions (Campi Flegrei, Italy)*. Bull. of Volcanol., **70**, pp. 961-976.
- PANIZZA M., PIACENTE S. (2002) – *Geositi nel paesaggio italiano: ricerca, valutazione valorizzazione. Un progetto di ricerca per una nuova cultura geologica*, In “Geologia dell’ambiente”, **2**, pp. 3-4.
- PAPPALARDO L., CIVETTA L., D'ANTONIO M., DEINO A., DI VITO M.A., ORSI G., CARANDENTE A. DE VITA S., ISAIA R., PIOCHI M., (1999) - *Chemical and isotopic evolution of the Phlegraean magmatic system before the Campanian Ignimbrite (37 ka) and the Neapolitan Yellow Tuff (12 ka) eruptions*. J. Volcanol. Geotherm. Res., **91**, pp. 141-166.
- PARASCANDOLA A., (1946) - *Il Monte Nuovo ed il Lago Lucrino, Napoli* - Natural Society Bulletin., **60**, pp. 1-31.

- PARKES M. (2004) - *Natural and Cultural landscapes - The Geological Foundation*. Proceedings of a Conference, Dublin Castle (Ireland), 9-11 September 2002, pp. 1-329.
- PERROTTA A. (1992) - *Evoluzione vulcanologica dei Campi Flegrei tra 20000 e 12000 anni e dinamica dell'eruzione della Breccia Museo*. PhD Thesis, Università degli Studi di Napoli Federico II.
- PERROTTA A., SCARPATI C., LUONGO G., MORRA V. (2006) - *The Campi Flegrei caldera boundary in the city of Naples*. In: De Vivo B (ed) *Volcanism in the Campanian Plain: Vesuvius, Campi Flegrei and Ignimbrites*. Developments in volcanology. Elsevier, Amsterdam, **9**, pp. 85–96.
- PERRY, R.W., GREEN, M.R. (1983) - *Citizen Response to Volcanic Eruption: The case of Mt. St. Helens*. Irvington Ed., New York.
- PERRY, R.W., LINDELL, M.K. (1990) - *Living with Mt. St. Helens: human adjustment to volcano hazards*. Washington State University Press, Pullman, Washington.
- PESCATORE T., DIPLOMATICO G., SENATORE M. R., TRAMUTOLI M., MIRABILE L. (1984) - *Contributi allo studio del Golfo di Pozzuoli: aspetti stratigrafici e strutturali*. Mem. Soc. Geol. It., **27**, pp. 133-149.
- PESCATORE T., ROLANDI G. (1981) - *Osservazioni preliminari sulla stratigrafia dei depositi vulcanoclastici nel settore SW dei Campi Flegrei*. Boll. Soc. Geol. It., **100**, pp. 233-254.
- PETROSINO P., ALBERICO I., CAIAZZO S., DAL PIAZ A., LIRER L., SCANDONE R. (2004) - *Volcanic risk and evolution of the territorial system in the volcanic areas of Campania*. Acta Vulcanol., **16**, pp.163-178.
- PETROSINO P., LIRER L. (2009) - *Proposta di istituzione di un geosito al monte di Cuma nei Campi Flegrei*. Quaderni del Centro di Studi sulla Magna Grecia, **20**, pp. 17-25.
- POLI G. a cura di (1999) – *Geositi, testimoni del tempo*, Regione Emilia-Romagna, Pendragon Ed., Bologna, pp. 1-259.
- RITTMANN A., VIGHI L., FALINI F., VENTRIGLIA & NICOTERA P. (1950) – *Rilievo Geologico dei Campi Flegrei*. Boll. Soc. Geol. It., **69**, pp. 211-264.
- ROLANDI G., BELLUCCI F., HEIZLER M. T., BELKIN H. E., DE VIVO B., (2003) – *Tectonic controls on the genesis of ignimbrites from the Campanian Volcanic Zone, southern Italy*. Mineralogy and Petrology, **79**, pp. 3-31.

- ROSI M., SBRANA A., PRINCIPE C. (1983) - *The Phlegraean Fields: Structural evolution, volcanic history and eruptive mechanisms*. J Volcanol Geotherm Res., **17**, pp. 273-288.
- ROSI M., SBRANA A. (1987) – *Phlegraean Fields*. CNR Quaderni della Ricerca Scientifica 114, **9**, pp. 1- 175.
- ROSI M., VEZZOLI L., ALEOTTI P., DE CENSI M., (1996) – *Interaction between caldera collapse and eruptive dynamics during the Campanian Ignimbrite eruption, Phlegraean Fields, Italy*. Bull. Volcanol., **57**, pp. 541- 554.
- SAARINEN, T.F., SELL, J.L. (1985) - *Warnings and Response to the Mt. St. Helens Eruption*. State University of New York Press, Albany, pp. 1-240.
- SCANDONE R., BELLUCCI F., LIRER L., ROLANDI G., (1991) – *The structure of the Campanian Plain and the activity of the Neapolitan volcanoes (Italy)*. J. Volcanol. Geotherm. Res., **48**, pp. 1-31.
- SCARPATI C., PERROTTA A. (1994) - *The dynamics of the Breccia Museo eruption (Campi Flegrei, Italy) and the significance of spatter clasts associated with lithic breccias*. J. Volcanol. Geotherm. Res., **59**, pp. 335-355.
- SCARPATI C., COLE P., PERROTTA A. (1993) - *The Neapolitan Yellow Tuff - A large volume multiphase eruption from Campi Flegrei, Southern Italy*. Bull Volcanol., **55**, pp. 343-356.
- SINNO R. (1955) – *Studio geologico e petrografico della zona Monte Olibano-Pozzuoli*. Rend. Acc. Sci. Fis e Mat. IV Serie, XXII, Napoli.
- SOLANA M.C., KILBURN C.R.J., ROLANDI G. (2008) – *Communicating eruption and hazard forecasts on Vesuvius, Southern Italy*. J. Volcanol. Geotherm. Res., **172**, pp. 308-314.
- STRABONE (I sec. a.C.) - *Geografia*, V, 4, 6.
- UNESCO (2006) - *Guidelines and criteria for National Geoparks seeking UNESCO's assistance to join the Global Geoparks Network*, Paris, UNESCO, unpublished report, January 2006.
- VIGHI L. (1950) - *Rilevamento geologico della zona a Sud del parallelo di Baia e della zona di Nitida, Cordoglio e Trentaremi*. Boll. Soc. Geol. It., **49**, pp. 180-209.
- VITTORIA M. (2005) – *Rilevamento geovulcanologico dell'isola di Vivara e relazioni con Procida e Monte di Procida*. Tesi di laurea in Scienze Geologiche - Università di Napoli Federico II

- WIMBLEDON W.A.P. (1996) – *Geosites-a new conservation initiative.*, Episodes, **19**, pp. 87-88.
- WIMBLEDON W.A.P., ISHCENKO A.A., GERASIMENKO N.P., KARIS L.O., SUOMINEM V., JOHANSSON C.E., FREDEN C. (2000) - *Geosites: an IUGS initiative: science supported by conservation.* III International Symposium ProGEO on the Conservation of the Geological Heritage, Madrid (Spain), 23-25 November 1999, pp. 69-94.
- WOHLETZ K., ORSI G., DE VITA S. (1995) - *Eruptive mechanisms of the Neapolitan Yellow Tuff interpreted from stratigraphic, chemical and granulometric data.* - J. Volcanol. Geotherm. Res., **67**, pp. 263-290.
- YOSHII, H. (1992) - *Disaster warning and social response: the eruption of Mt. Unzen in Japan.* Disaster Management, **4**, pp. 207–214.
- ZAMBONINI (1925) – *Fenomeni di erosione nella trachite fonolitica di Cuma.* Ann. R. Oss., Napoli, serie 3, **2**, pp. 127-135.
- ZAMBONINI F. (1919) - *Il tufo pipernoide della Campania ed i suoi minerali.* Mem.desc.carta Geol. It., **7**, pp. 2-130.
- ZARLENGA F. (1996) - *I geotopi, dalla ricerca scientifica alla pianificazione, controllo e gestione.* In “Geologia dell' ambiente”, **4** (2), pp. 3-6.
- ZOLLO A., JUDENHERC S., AUGER E., D'AURIA L., VIRIEUX J., CAPUANO P., CHIARABBA C., DE FRANCO R., MAKRIS J, MICHELINI A., MUSACCHIO G. (2003) - *Evidence for the buried rim of Campi Flegrei caldera from 3-D active seismic imaging.* Geophys Res Lett 30, doi: 101029/2003GL018173
- ZOUROS N. (2004) - *The European Geoparks Network. Geological heritage protection and local development.* Episodes, **27**(3), pp. 165-171.

RINGRAZIAMENTI

Se sto scrivendo questa pagina significa che ce l'ho fatta, che sono riuscita ad arrivare fin qui...e questo non sarebbe stato possibile senza il prezioso aiuto di alcune persone che desidero fortemente ringraziare...quindi GRAZIE DI CUORE:

Alla mia tutor **Dott.ssa Paola Petrosino**, per avermi seguito durante questi tre anni (e non solo) con affetto e pazienza insegnandomi tantissimo ma soprattutto per essere stata un' amica, sopportandomi e "sopportandomi" anche nei momenti di sconforto...GRAZIE PAOLA!

Al **Prof. Lucio Lirer**, per avermi dato la possibilità di avventurarmi in questo magico mondo della vulcanologia, che amo tantissimo, e per tutti i suoi insegnamenti, i consigli, le risate e le chiacchiere che hanno reso meno faticoso il mio Dottorato.

Alla **Dott.ssa Ines Alberico**, per l'enorme aiuto che mi ha dato nella fase finale della tesi, perché senza di lei non sarei mai riuscita a realizzare le mie "sudatissime" carte geologiche.

A tutti **i colleghi geologi** per essere stati sempre disponibili durante questi anni, aiutandomi a risolvere i problemi anche più banali, ma soprattutto per aver reso tutto più divertente con un sorriso e per essere stati AMICI: Gabriella, Mauro, Bartolo, Raffaele, Anna Claudia, Claudia, Marianna. Un grazie speciale ai miei colleghi "ciramiani" Fabiana e Pietro per l'amicizia e le risate e soprattutto per aver condiviso tutte le gioie e i dolori di questi tre anni, sopportando non so quante volte le mie ansie!!

Ai **Presidi e ai docenti delle scuole medie Diano di Pozzuoli, Michelangelo di Agnano, Console di Bagnoli, Gadda di Quarto** per aver voluto partecipare con entusiasmo al mio progetto, nonostante i tempi strettissimi...un ringraziamento speciale alle Proff. Adele Vellecco, Laura Molinaro e Simona Pollio per l'enorme disponibilità, per i consigli e soprattutto per l'affetto e la stima dimostratami.

Un grazie particolare a Marco e Peppe Scamardella per avermi concesso le loro bellissime immagini di Cuma, Monte Nuovo e Averno.

A **tutti i miei amici**, perché siete la mia forza!! Non sarei mai riuscita a fare tutto quello che ho fatto senza il vostro supporto e soprattutto senza il vostro affetto...sono davvero fortunata ad avervi!

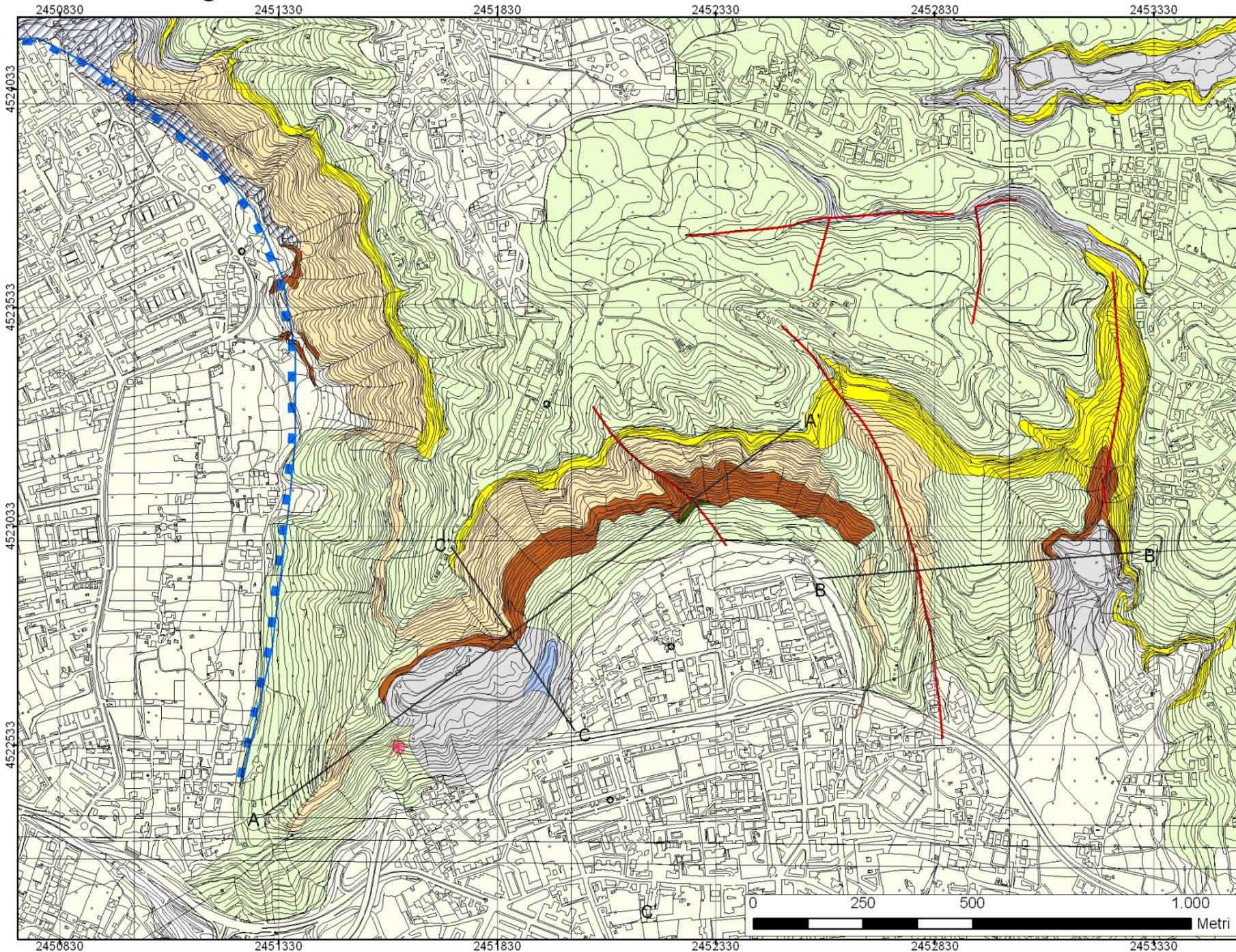
E...*dulcis in fundo*...**GRAZIE a tutta la mia famiglia**, per essermi stata vicina sempre, gioiando con me dei successi e incoraggiandomi ad andare avanti quando invece avrei voluto mollare tutto. Un grazie specialissimo **al mio papà e a mia sorella** per l'amore che mi hanno sempre dimostrato e perché è solo grazie a loro se sono così come sono...

Dedico questo traguardo **alla mia mamma**, che non ha mai smesso di starmi accanto e che da lassù mi ha dato la forza e la voglia di continuare...nonostante tutto.Ciao mamma!

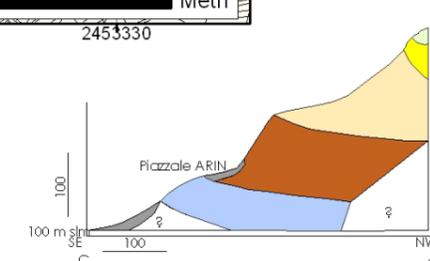
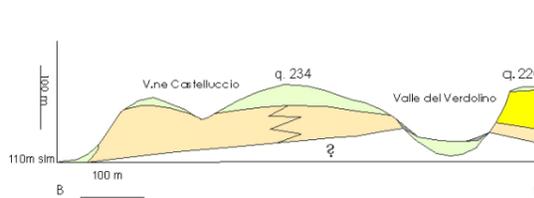
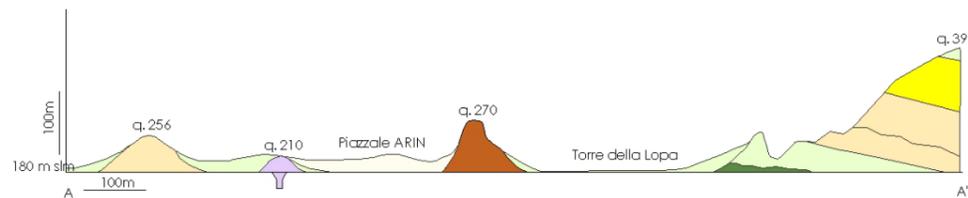
Carta Geologica della Collina dei Camaldoli

Legenda

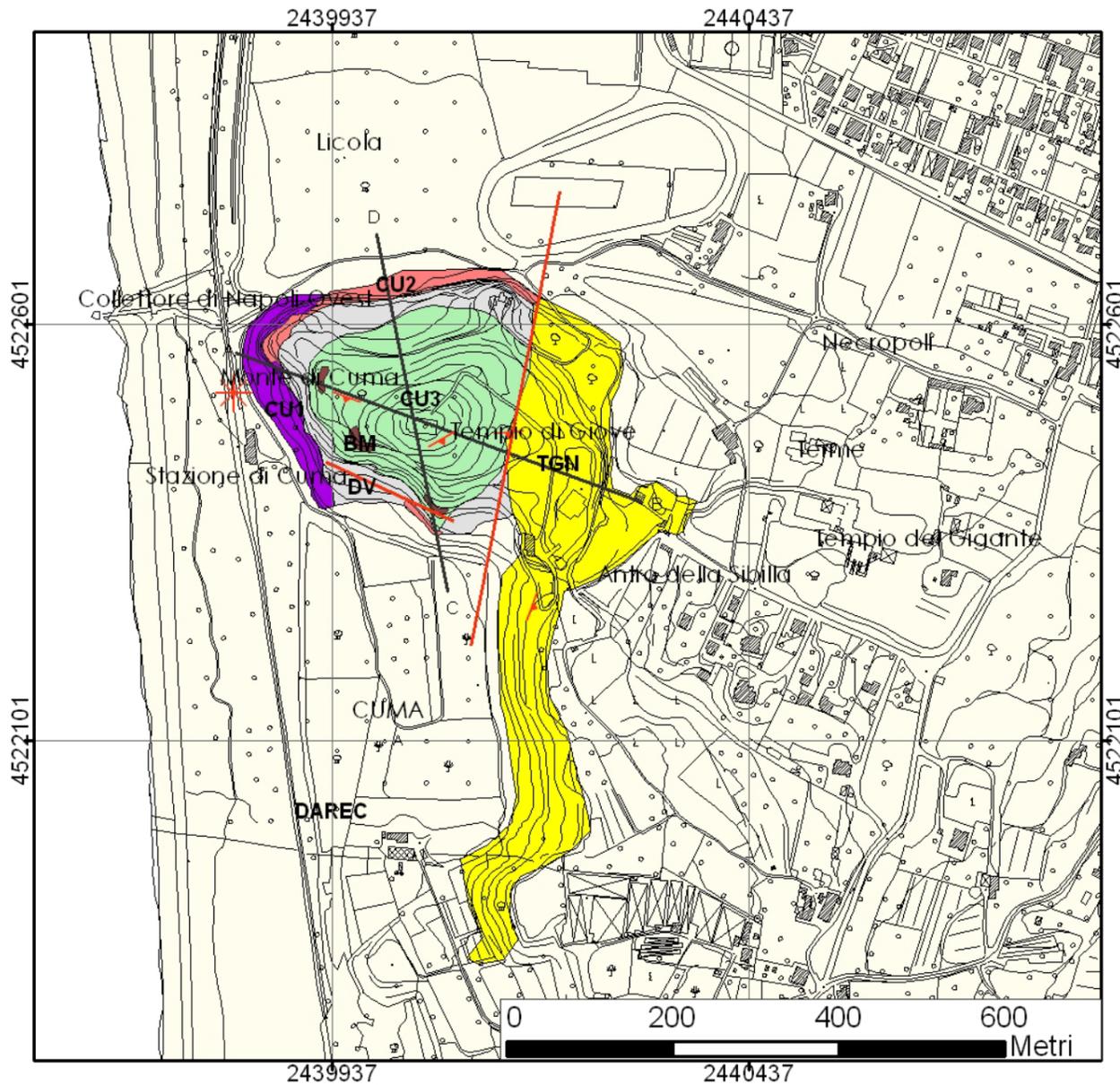
- ANTR** Depositi di riporto antropico nelle aree di cava (ANTR)
Depositi derivanti da attività estrattiva (tagliere). Si rinvencono principalmente lungo i tagli di cave a cielo aperto e sotterranee. A luoghi essi sono intercalati a depositi alluvionali recenti.
- DV** Detrito di versante (DV)
- DAREC** Depositi di piana (DAREC)
Depositi costituiti in genere da livelli lenticolari scabbiosi-losi che contengono talora frammenti di varia natura. Lo spessore di questi depositi è molto variabile ed è compreso fra 1 e 4 metri; essi si rinvencono a partire dagli sbocchi di valle dove sedimentano dopo un trasporto di tipo trattivo.
- PSAFR** Depositi Piroclastici Recenti di copertura (PSAFR)
Sequenza di livelli piroclastici intercalati a paleosuoli. I depositi sono incoerenti e costituiti da frammenti juvenili, pomice e scorie, con associati subordinati frammenti litici. I clasti juvenili sono di dimensioni variabili e si presentano a spigoli vivi e senza matrice. Gli orizzonti a granulometria scabbiosa-cineritica mostrano talvolta una fessitura ondulata. Questi prodotti, a partire dal basso, sono attribuiti alle eruzioni delle Pomici Principali, Minopoli, Monte Spina e Astroni. Localmente essi mostrano evidenze di rimangiamento post-deposizionale mentre, lungo i versanti meno acclivi, sono terrazzati dall'attività antropica.
- MIN** Formazione di Minopoli (MIN)
Deposito piroclastico formato da una successione (spessore max 10m) di banchi di scorie scure a spigoli vivi poco vesicolate (dimensioni massime decimetriche) contenenti subordinatamente bombe e frammenti di tufo giallo. Tali banchi appaiono saldati in prossimità del presunto centro eruttivo, situato a SW del Piazzale Arin (180 m s.l.m.). In località Casalesio il deposito è rappresentato da un'alternanza di banchi scoriacei con livelli grigiastri di ceneri contenenti pisoliti.
- TGN** Formazione del Tufo Giallo Napoletano (TGN)
Deposito piroclastico in cui si individuano una sub-unità superiore ed una inferiore. La subunità superiore, litica e di colore giallo, risulta costituita da frammenti pomice, intensamente alterati, e da frammenti litici di natura lavica e tufacea (frammenti di tufo verde) immersi in una matrice a granulometria variabile da scabbiosa a cineritica. Sono presenti fessurazioni che a luoghi originano fratture con conseguenti fenomeni di crolli di blocchi lungo il versante di Socavo. La subunità inferiore (spessore 5-7 metri in località Valle del Verdolino), di colore grigio chiaro, risulta costituita da una successione di orizzonti cineritici a fessitura ondulata contenenti pisoliti e lenti di pomice arrotondate. **15,3 ka - dat ³⁹Ar/⁴⁰Ar Deino et al., 2004**
- CAS** Formazione di Casalesio (CAS)
Deposito piroclastico a matrice prevalentemente cineritico-sabbiosa, contenente lenti di pomice centimetriche arrotondate o di scorie subordinate frammenti di ossidiana e litici lavici; a luoghi si individuano sciami di pomice grossolane (15-20 cm) e intervalli a laminazione dapiano-parallela ad ondulata. Lungo la Collina dei Camaldoli (versante Piancia) si evidenzia il passaggio, sia verticale che laterale, da termini litici di colore giallo a termini incoerenti di colore grigio chiaro, contenenti a volte pisoliti. Nella facies incoerente i frammenti pomice si presentano non alterati, a buon grado di vesicolazione e porfirici per cristalli di sanidino, biotite e clinopirosseno. **32,3 ± 0,8 ka - dat ³⁹Ar/⁴⁰Ar (presente lavoro)**
- PIP1** Formazione Piperno - Breccia Museo (PIP)
Deposito piroclastico costituito da banchi di scorie nerastre di dimensioni variabili, a luoghi perfettamente collassate, isorientate e talora deformate plasticamente (fiamme) immerse in una matrice cineritica di colore grigio chiaro (fessitura eutassitica del piperno); ad essi si alternano banchi a fessitura isotropa breccioidale costituiti da una matrice cineritica di colore grigio chiaro in cui sono dispersi blocchi lavici e scorie, alcune delle quali collassate (breccia pipernoide). I banchi di piperno, più resistenti all'erosione rispetto a quelli di breccia pipernoide, presentano un ottimo grado di litificazione. Nei livelli di breccia pipernoide sono evidenti fenomeni di degassazione con formazione di pipe structures. Segue verso l'alto, in continuità stratigrafica, un deposito breccioidale di colore rossastro (Breccia Museo) estremamente eterometrico, privo di frazione sottile. All'interno di esso, le pomice, di dimensioni da pochi mm fino a 15-20 cm, sono ben vesicolate e porfiriche per cristalli di sanidino, biotite e clinopirosseno; ad esse si associano frammenti ossidiane e litici lavici e tufacei compresi in un ampio intervallo dimensionale, da pochi mm fino a blocchi di 50-60 cm. Lo spessore massimo della formazione (70-80 m), si osserva lungo il versante di Socavo (PIP1). Il deposito poggia su un'alternanza di strati di pomice a spigoli vivi senza matrice e rari frammenti litici, con livelli cineritico-sabbiosi a fessitura ondulata contenenti pisoliti ed evidenti impronte da impatto. Nei livelli di pomice a luoghi si osserva una gradazione in verso degli elementi ed isorientazione dei clasti; lo spessore medio degli orizzonti pomicei è di circa 30 cm, mentre quello dei livelli cineritici raggiunge valori medi intorno ai 10 cm. I frammenti pomice, con dimensioni variabili da pochi cm a decimetriche, si presentano africci. La parte alta dell'unità presenta un arricchimento di frazione litica ed ossidianeacea di dimensioni di sabbia grossolana. I livelli cineritici ad essi intercalati si presentano saldati. In località Torre Lopa il deposito evidenzia fenomeni di modesta dislocazione resi evidenti da faglie dirette con rigetti dell'ordine di pochi metri. Lo spessore affiorante massimo è di 10 m (PIP2). **40,1 ± 0,8 ka - dat ³⁹Ar/⁴⁰Ar (presente lavoro)**
- TOFR** "Tufi di Torre Franco" di Rilmann (1950) (TOFR)
Sequenza di almeno quattro orizzonti piroclastici separati da paleosuoli o da livelli humificati. I depositi si presentano da coerenti a semicoerenti e sono principalmente strati massivi o gradati diretti, privi di matrice, formati da frammenti juvenili pomice a spigoli vivi, contenenti subordinatamente clasti di ossidiana e di litici lavici e tufacei. Tali orizzonti sono di norma chiusi a tetto da successioni di livelli cineritici



- Contatto tettonico generico
- - - Limite collasso calderico
- Traccia sezione
- * Giacitura di strato
- * Bocca eruttiva

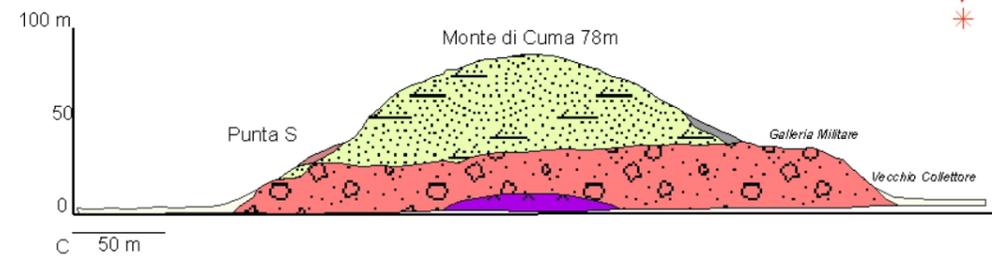
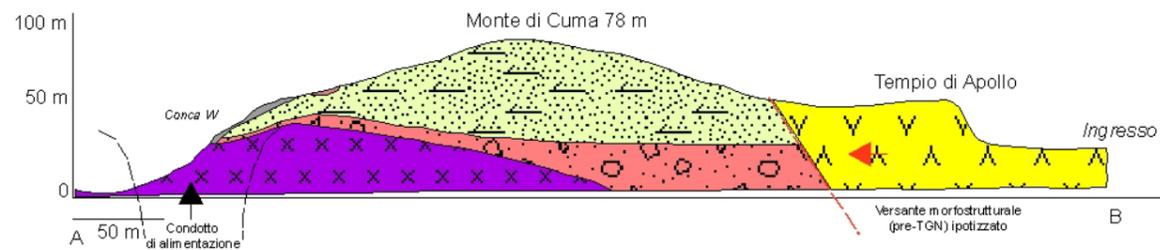


Carta Geologica di Cuma



Legenda

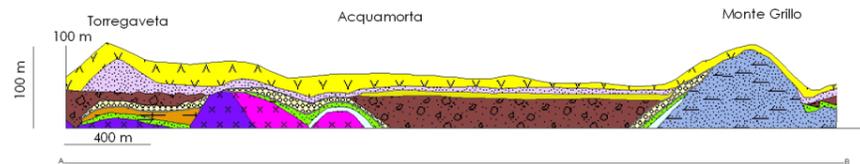
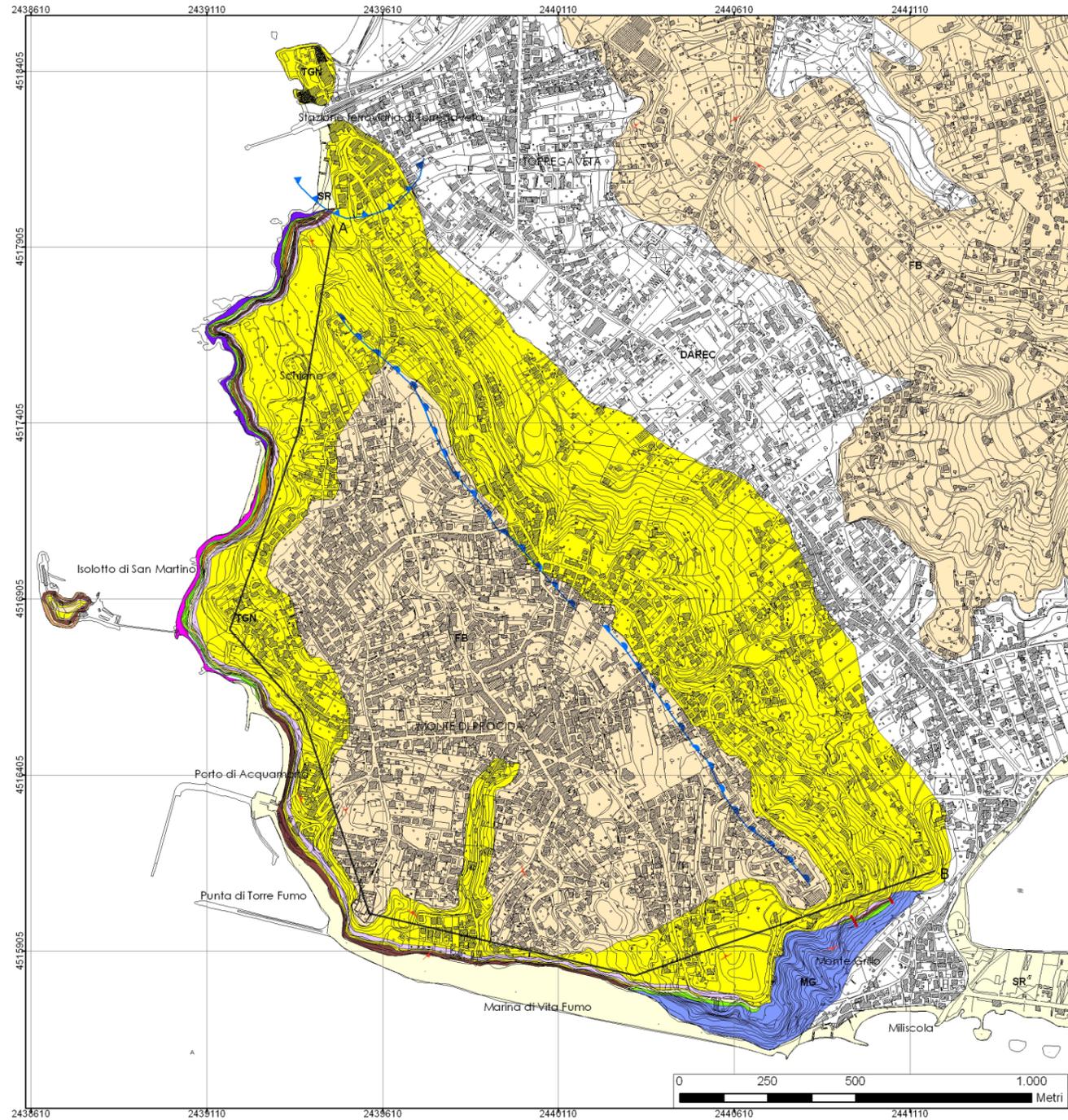
- DV** Detrito di versante (DV)
- DAREC** Depositi di piana (DAREC)
Depositi costituiti in genere da livelli lenticolari sabbioso-limosi che contengono talora frammenti di varia natura. Lo spessore di questi depositi è molto variabile ed è compreso tra 1 e 4 metri; essi si rinvennero a partire dagli sbocchi vallivi dove sedimentano dopo un trasporto di tipo trattivo.
- TGN** Formazione del Tufo Giallo Napoletano (TGN)
Deposito piroclastico di colore giallo, ben selezionato, contenente frammenti di pomice alterate di colore giallo ocraceo, di litici lavici e di tufo verde, immersi in una matrice sabbioso-cineritica prevalente. Alla scala dell'affioramento si osservano tessitura laminata e strutture tipo dune ed antidune ad ampia lunghezza d'onda. Il grado di litificazione è variabile: all'ingresso della Crypta Romana il deposito è semicoerente, di colore giallo-grigiastro e contiene sciame di pomice poco alterate; all'ingresso dell'Acropoli è decisamente litoidale e presenta incipienti fessurazioni colonnari. $15,3 \text{ ka} - \text{dat } ^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ (Deino et al., 2004)
- BM** Formazione della Breccia di Cuma (BM)
Deposito piroclastico costituito nella parte basale esclusivamente da frammenti di pomice grigio-rosate estremamente vescicolate, di dimensioni decimetriche, porfiriche per fenocristalli di sanidino; a tetto si rinvennero orizzonti lentiformi di scorie saldate, poco vescicolate e deformate plasticamente. La parte alta della sequenza è rappresentata da un banco a struttura breccioide clasto-sostenuto (dimensioni max degli elementi 60 cm) in cui la frazione iuvenile è costituita da clasti pomiceo e ossidiane; la componente litica, prevalente su quella iuvenile, è rappresentata da blocchi lavici e tufacei e da clasti di rocce sedimentarie e di rocce porfiriche in facies subvulcanica. $39,9 \pm 0,9 \text{ ka} - \text{dat } ^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ (presente lavoro)
- CU3** Formazione dell'Acropoli di Cuma (CU3)
Deposito piroclastico incoerente di colore bianco grigiastro costituito principalmente da pomice di dimensioni centimetriche immerse in una matrice cineritico-sabbiosa; all'interno del deposito, a luoghi, si rinvennero clasti scoriacei di colore grigio (dimensioni max 20 cm) e frammenti di ossidiana. La parte basale della successione è rappresentata da un'alternanza di orizzonti di pomice a spigoli vivi (dimensioni max 5 cm) con strati di cenere contenenti rari lapilli accrezionari. $41,7 \pm 0,9 \text{ ka} - \text{dat } ^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ (presente lavoro)
- CU2** Formazione del Monte di Cuma (CU2)
Deposito piroclastico costituito principalmente da clasti scoriacei associati a rari frammenti litici di natura lavica. Il deposito è suddivisibile in due unità, Scorie a e Scorie b. L'unità basale (Scorie a) è costituita da un'alternanza di strati di scorie di colore rosso a spigoli vivi con strati di cenere grossolane in cui si rinvennero rari frammenti di litici di natura lavica. Seguono verso l'alto l'unità Scorie b costituita da frammenti iuvenile scoriacei di dimensioni da decimetriche a metriche, talora estremamente collassati e deformati plasticamente. Nella zona settentrionale del Monte di Cuma i depositi delle Scorie b si presentano, a luoghi, estremamente saldati.
- CU1** Formazione del Duomo di Cuma (CU1)
Lava compatta di colore grigio-verdastro intensamente fratturata, con nette evidenze di fessurazione colonnare. La geometria è domiforme e nella parte alta è presente un carapace scoriaceo con spessore medio di 7 m. Trachite alcalina. $42,2 \pm 1,5 \text{ ka} - \text{dat } ^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ (presente lavoro)



- Faglia
- Traccia sezione
- Giacitura di strato
- Bocca eruttiva

ALLEGATO 4: Carta Geologica di Monte di Procida (scala 1:10.000)

Carta Geologica del Monte di Procida

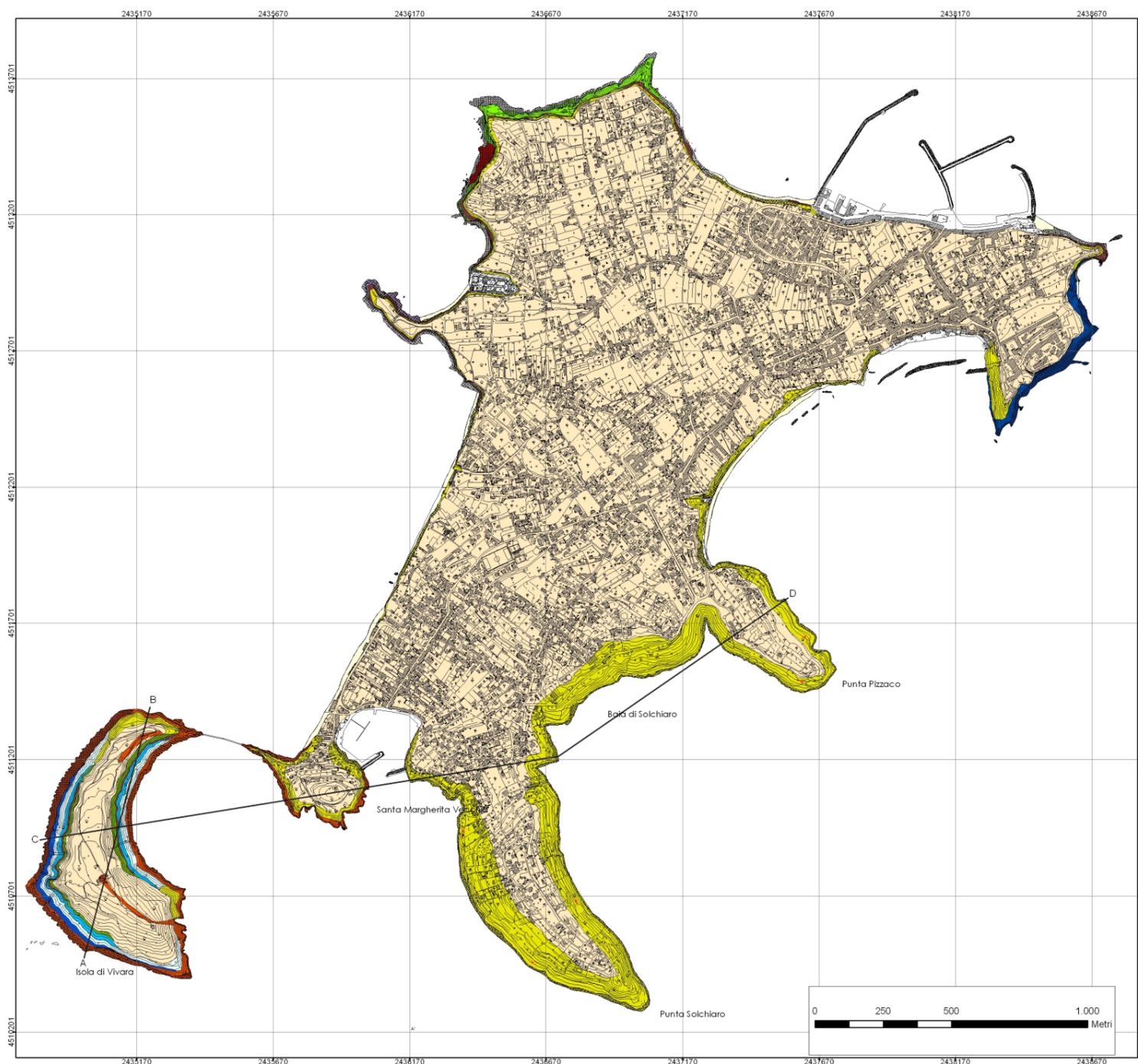


Legenda

- SR** **Depositi di spiagge e dune costiere (SB)**
Depositi ghiaiosi e sabbiosi di spiagge recenti e depositi sabbiosi del sistema dunare costiero, costituito da dune attive e interne stabilizzate (da Fusaro a Cuma). I depositi ghiaiosi sono costituiti da ciottoli arrotondati di natura lavica (Spiaggia Ciraccio a Procida).
 - DAREC** **Depositi di piana (DAREC)**
Depositi quaternari indifferenziati: alluvioni recenti ed attuali, piroclastici fini in genere rimaneggiati. Aree ad intensa urbanizzazione.
 - FB** **Formazione Fondi di Bala (FB)**
Sequenza di orizzonti di cenere fine, caratterizzati da lapiche fessure a sandwaves, all'interno della quale si rinviene, nella parte basale del deposito, un livello di pomice grossolane a spigoli vivi. Gli orizzonti cinerici contengono lapilli accrezionati e frammenti litici ed ossidacei distribuiti sia in maniera casuale sia concentrati in leni. Il deposito ha uno spessore massimo di 10m in località Marina di Vitafumo.
 - TGN** **Formazione del Tufo Giallo Napoletano (TGN)**
Deposito piroclastico semicoerente di colore grigio giallastro contenente sciami di pomice di dimensioni fino a decimetiche (Marina di Vitafumo, spessore max 15m) immersi in una matrice cinerifica. Presso Torregaveta, esso si presenta come un deposito litoido a matrice prevalente, ben selezionato contenente frammenti di pomice alterate di colore giallo ocreo, di litici lavici e di tufo verde; alla scala dell'affioramento si osservano laminazioni a strutture tipo dune ed antine ad ampia lunghezza d'onda. $15,3 ka - dat^{39}Ar/^{40}Ar$ (Deino et al., 2004)
 - TGAV** **Formazione di Torregaveta (TGAV)**
Deposito piroclastico ben classato costituito da banchi di elementi scoriaei a spigoli vivi (dimensione max 8 cm) con associati frammenti di tufo giallo e di litici lavici. Gli spessori del deposito sono massimi in località Torregaveta (40 m) e decrescono rapidamente verso Miliscola (meno di 1 m).
 - SOL** **Formazione di Solchiaro (SOL)**
Deposito piroclastico costituito da un'alternanza di orizzonti, più frequenti nella parte alta, di scorie (dimensioni max 6 cm) a spigoli vivi a gradazione inversa con livelli di cenere fine contenenti pisilli e frammenti litici. Il deposito ha uno spessore totale di 50 cm in località Isolotto di San Martino. $19,6 ka - dat^{14}C$ (Alessio et al., 1971)
 - BM** **Formazione della Breccia Museo (BM)**
Deposito piroclastico la cui parte basale, per uno spessore massimo di 10 m, è costituita da un'alternanza di livelli sabbioso-ciniferici a stratificazione incrociata che passa verso l'alto ad un banco a struttura breccioidale clasto-sostenuto (dimensioni max degli elementi 100 cm) a prevalente componente litica, rappresentata da blocchi lavici e tufacei e da clasti di rocce sedimentarie e di rocce porfiritiche in facies subvulcanica; verso la parte alta del deposito risulta più abbondante la frazione juvenile costituita da frammenti pomice di dimensioni da decimetiche a centimetriche. Talora alla base del banco breccioidale si rinvengono orizzonti leniformi di scorie saldate, poco vescicolate e deformate plasticamente. In discordanza sul banco breccioidale è presente un deposito a matrice sabbiosa prevalente, molto selezionato e contenente clasti prevalentemente di natura juvenile a luoghi disposti in sciami o leni (località Marina di Vitafumo, Miliscola). $41,7 \pm 1 ka - dat^{39}Ar/^{40}Ar$ (presente lavoro)
 - PG** **Formazione delle Pomice Gialle (PG)**
Deposito costituito da strati di pomice a spigoli vivi (dimensione max 2 cm) normalmente gradati - alternati a livelli cinerici di esiguo spessore (20-30 cm) ed a livelli humiccati sabbiosi ocrei. La formazione, lungo la costa di Monte di Procida, assume spessori massimi di 4-6 metri.
 - ISMT** **Formazione dell'Ignimbrite di San Martino (ISMT)**
Deposito piroclastico costituito da cenere grigia prevalente in cui si rinvengono frammenti coriacei collasati (dimensioni max 50 cm) disposte in gradazione inversa con associati blocchi lavici di dimensioni decimetriche. Quasi tutto il deposito mostra una lessatura eufassica ed assume una geometria lenticolare lungo la costa di Monte di Procida. Alla base del deposito si rinviene un livello di pomice a spigoli vivi (spessore max 1 m) che nella parte alta passa ad un livello costituito unicamente da frammenti litici (10-15 cm).
 - FIU** **Formazione di Fiumicello (FIU)**
Deposito costituito da un'alternanza di strati di spessori variabili (da pochi cm a circa 1 m) costituiti da orizzonti cinerici massivi ricchi di lapilli accrezionati alternati con livelli di scorie nere gradati normalmente (dimensioni max circa 2 cm).
 - PIIS** **Formazione delle Pomice Inferiori di Ischia (PIIS)**
Deposito piroclastico costituito nella parte inferiore da livelli pomice molto vescicolati a spigoli vivi e senza matrice. La parte superiore invece risulta formata da un unico banco massivo e non gradato di pomice con caratteri di rimaneggiamento. I livelli pomice dell'intera sequenza sono intervallati da diversi paleosuoli di spessori variabili. A Vitafumo si rinviene un unico livello di pomice bianche a spigoli vivi (spessore 1 m) cui segue nella parte alta un orizzonte sabbioso spesso 30 cm.
 - MG** **Formazione di Monte Grillo (MG)**
Deposito piroclastico (spessore totale circa 120 m) costituito da un'alternanza di livelli cinerici, contenenti pisilli, con orizzonti scoriaei e frammenti litici grossolani (30-40 cm di diametro) immersi in una matrice sabbiosa cinerifica; questa parte del deposito si presenta intensamente fumarizzata e mostra incrostazioni di zolfo. La parte centrale del deposito (spessore circa 20 m), di colore giallo-rossastro, è litificata e molto fratturata - passando verso l'alto ad orizzonti lenticolari contenenti clasti pomice grossolani sub arrotondati alternati con orizzonti cinerifico-sabbiosi.
 - LSM** **Formazione della Lava di San Martino (LSM)**
Lava compatta di colore grigio scuro a geometria domiforme affiorante nel tratto di costa prospiciente l'isolotto di S. Martino fino alla spiaggia di Acquamorta con spessori che raggiungono un massimo di circa 30 m.
 - LTGAV** **Formazione della Lava di Torregaveta (LTGAV)**
Lava di colore rossastro-viola con evidenti strutture da flusso (ramp structures) affiorante con spessori variabili dai 3 metri lungo la spiaggia di Torregaveta, a circa 8-10 m a Punta La Palombara, fino a 15-20 m presso lo scoglio di S. Vincenzo. Composizione alcali-trachitica
- Foglia o frattura — Giacitura di strato
— Limite collasso calderico
— Orlo di cratere
— Traccia sezione

ALLEGATO 5: Carta Geologica di Procida (scala 1:10.00)

Carta Geologica di Procida



Legenda

- FB** **Formazione delle Fiacclastiti Sommitali (fondi di Baia Auc.) (FB)**
Deposito costituito da una successione di strati a granulometria cinerifico-sabbiosa di colore variabile dal grigio chiaro al biancastro, ricchi in frammenti pomicee e separati da orizzonti humificati di pochi centimetri di spessore. Questi depositi sono riferibili all'attività dei Campi Flegrei continentali posteriore a 19 ka (eruzione del TGN, eruzione di Fondi di Baia). La formazione presenta frequenti caratteri di rimaneggiamento eolico e/o antropico.
- SOL** **Formazione di Solchiaro (SOL)**
Deposito piroclastico che presenta caratteristiche tessuturali e litologiche variabili. Nelle zone prossime al Cratere di Solchiaro la formazione assume i caratteri di un deposito litide di colore giallo costituito da orizzonti di scorie scure e rare litici di natura lavica, di dimensioni massime decimetriche, immersi in una matrice cinerifico-sabbiosa, alternati con livelli di cineriti ricche in pisoliti in cui sono frequenti strutture tipo 'sags e dunes ad alto angolo (Baia di Solchiaro - spessore max affiorante ca 80m). In facies intermedia i depositi sono incoerenti e costituiti da un'alternanza di strati di cineriti psolittiche con strati ricchi di frammenti pomicee (dimensioni massime 2 cm) a prevalente gradazione inversa, di spessore variabile da decimetrico a centimetrico (località Porto della Chiaiolella). In facies distale la formazione è costituita da un orizzonte sabbioso-cinerifico semicoerente di colore grigio, sottilmente laminato (Vivara spessore 2 m), 19,6 ka - dat ¹⁴C (Alessio et al., 1971)
- BM** **Formazione della Breccia Museo (BM)**
Deposito breccioso fortemente eterometrico costituito da clasti pomicee e ossidiane e blocchi litici di natura tufacea, lavica e sedimentaria, a cui si associano frammenti di rocce porfiritiche in facies subvulcanica. La frazione iuvenile pomicea e ossidiana si presenta estremamente porfirica per fenocristalli di sanidino; quella ossidiana, inoltre, mostra nuclei devetificati con abbondanza di cristalli di neoformazione. Le dimensioni massime dei clasti sono metriche, gli spessori max di circa 10 m in località Punta della Lingua. La parte basale del deposito, a tessitura clasto-sostenuta fa transizione, sia verticalmente che lateralmente, a un deposito che contiene elementi litologici della stessa natura e tipologia, immersi in una matrice pomicea da sabbiosa a cinerifica talora prevalente (Spiaggia di Pozzo Vecchio, Spiaggia del Sancio Cattalico), in cui, a luoghi, sono diffuse tracce di fenomeni di degassazione (pipe structures). Talora, all'interno del deposito, sono presenti orizzonti lenticolari di scorie saldate di dimensioni metriche poco vesicolate e deformate plasticamente (località Scogli di Punta della Lingua, Spiaggia del Cimitero di Procida). Sull'isolotto di Vivara i prodotti della formazione, che raggiungono lo spessore massimo di 2 metri a Punta Capitello, sono rappresentati da una breccia poligenica che costituita prevalentemente da frammenti di ossidiana e blocchi lavici in matrice cinerifico-sabbiosa, 40,3 ± 0,7 - dat ³⁹Ar/⁴⁰Ar (presente lavoro)
- PG** **Formazione delle Pomici Gialle (PG)**
Deposito costituito da un livello ben classato di pomici di colore giallo e rare litici separato in due sub-unità da un paleo suolo di pochi centimetri (Pozzo Vecchio). Lo spessore massimo del deposito è di 15 metri in località Punta Alaca, Vivara.
- PSCIS** **Formazione delle Fiacclastiti Superiori (del Canale d'Ischia)**
Deposito piroclastico presente unicamente sull'isolotto di Vivara; la parte basale è rappresentata da un banco poco classato contenente scorie scure di dimensioni decimetriche e bombe immerse in una matrice sabbiosa. Segue un banco, a tessitura brecciosa clasto-sostenuta, costituito quasi esclusivamente da blocchi lavici e tufacei. La parte sommitale è formata da un'alternanza di strati scoriacei con livelli cinerifici a tessitura sottilmente laminata, in cui sono evidenti strutture tipo sand-waves (Vivara; località Carcara, spessore max 15m).
- TUMU** **Formazione del Tufo di Terra Murata**
Deposito piroclastico litide ben selezionato, a tessitura sottilmente laminata, di colore giallastro costituito da frammenti pomicee e tufacei immersi in una matrice cinerifica. Verso l'alto e lateralmente si osserva il graduale passaggio a una cinerite biancastra semicoerente con lenti sciami di pomici. Lo spessore max è di 90m lungo la falda di Punta dei Monaci.
- FIU** **Formazione di Fiumicello (FIU)**
Deposito piroclastico litide di colore bruno nerastro formato, lungo il tratto di costa che va da Capo Bove a Punta Ottimo, da un'alternanza di strati cinerifici andulati, contenenti pisoliti, con strati a tessitura caotica, di spessore variabile fra pochi centimetri e mezzo metro, costituiti da lapilli scoriacei e pomicee immersi in una matrice sabbioso-cinerifica; lo spessore max è 30m. La sequenza contiene blocchi di natura iuvenile e litica di notevoli dimensioni con frequenti evidenze di impronte da impatto (località Capo Faro). In facies distale i depositi della formazione sono rappresentati da un'alternanza di cineriti grigie contenenti lapilli accrezionari e strati di scorie scure a spigoli vivi delle dimensioni di una sabbia grossolana (spessore 6m in località Spiaggia di Pozzo Vecchio lato N).
Datazione (lavoro di Deastis)
- PIS** **Formazione delle Pomici Inferiori (Ischia) (PIS)**
Deposito piroclastico formato da due banchi separati da un orizzonte humificato, costituiti da frammenti pomicee a spigoli vivi e da rare litici lavici, senza matrice e a medio grado di classazione. I frammenti pomicee presentano un elevato grado di vesicolosità e buon grado di porfiricità per fenocristalli di sanidino, piosseno e biotite. Il deposito raggiunge il suo massimo spessore (15m) sull'isolotto di Vivara a Punta Alaca; il massimo spessore a Procida è di 2m in località Ciraccio, dove, però, la base della successione non è esposta.
- PICIS** **Formazione delle Fiacclastiti Inferiori del canale di Ischia**
Deposito piroclastico affiorante unicamente sull'isolotto di Vivara (spessore max 15 m in località Punta Alaca). Si riconoscono due orizzonti: quello basale è formato da un banco breccioso, clasto-sostenuto, quasi completamente privo di matrice e grossolanamente stratificato, che contiene blocchi di natura lavica, tufacea e bombe a crosta di pane, di dimensioni metriche. L'orizzonte sommitale è costituito da strati cinerifici alternati con livelli di scorie a spigoli vivi (dimensioni massime 2cm), a tessitura sottilmente laminata, in cui si individuano strutture tipo sand-waves ed impronte da impatto.
- LAOTT** **Formazione della Cupola Lavica di Punta Ottimo**
Lava di colore grigio chiaro a geometria cupoliforme, porfirica per fenocristalli di sanidino; lo spessore affiorante è di circa 20 metri presso Punta Ottimo. Composizione trachitica.
64,4 ± 1,2 ka - dat ³⁹Ar/⁴⁰Ar (presente lavoro)
- POZVE** **Formazione di Pozzo Vecchio**
Deposito piroclastico che presenta alla base un banco costituito da frammenti scoriacei e di litici lavici immersi in una matrice sabbiosa di colore giallo rossastro (località Spiaggia del Pozzo Vecchio), che passa verso l'alto a un deposito di colore giallastro formato da una successione di strati poco classati a granulometria da sabbiosa a cinerifico-sabbiosa contenente frammenti pomicee, in cui sono frequenti strutture tipo sand-waves; gli spessori massimi sono circa 20m in località Punta Serra. Sul lato Nord della Spiaggia di Pozzo Vecchio la successione è chiusa da circa 10m di banchi di scorie a spigoli vivi di colore marrone-rossastro (dimensioni max decimetriche), porfiritiche per fenocristalli di sanidino, a luoghi contenenti bombe, 34 ka - dat K/Ar (Di Girolamo et al., 1984)
- TUVIV** **Formazione del Tufo di Vivara**
Deposito piroclastico litide che, alla base, risulta costituito da una successione di orizzonti laminati di colore giallo-rossastro contenenti frammenti centimetrici di scorie scure e subordinatamente di litici lavici; verso l'alto si passa a un deposito cinerifico grigiastro a minor grado di litificazione, a luoghi fortemente eroso. Lo spessore massimo è di 10 m sul fianco esterno dell'isolotto di Vivara, 40 ka - dat ¹⁴C (Alessio et al., 1971)

- Giacitura di strato
- Faglia
- Traccia di sezione

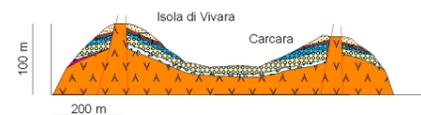
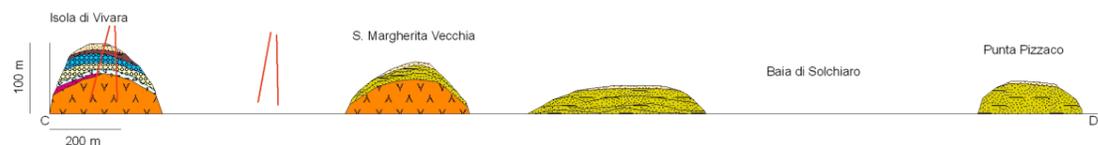


Tavola 1

Geosito CUMA

STOP 1 Il Tufo Giallo Napoletano



Fig. 3

Accedendo all'area archeologica di Cuma dall'ingresso dell'Acropoli, è possibile osservare i caratteri della Formazione del Tufo Giallo Napoletano, che qui si presenta come un deposito litoido di colore giallastro contenente pomice alterate e rari frammenti litici (Fig. 1).



Fig. 4a



Fig. 4b

All'interno di questa formazione in epoca romana furono realizzati l'Antro della Sibilla (Fig. 2a), un lungo tunnel a sezione trapezoidale terminante in una grotta a tre nicchie che si credeva sede della Sibilla, e la Crypta Romana, tunnel sotterraneo connesso alla città bassa (Fig. 2b).



GEOSITO CUMA

● Stop

- Itinerario del Geosito Piperno
- Viabilità attuale (collegamento tra i geositi)
- Gallerie romane

STOP 2-3 La Formazione dell'Acropoli



Fig. 5a

Lungo il settore meridionale del Monte di Cuma è ben visibile la Formazione dell'Acropoli, un deposito piroclastico massivo di colore dal bianco giallastro al bianco grigiastro costituito da pomice vescicolate di dimensioni da centimetriche a decimetriche, a luoghi organizzate in sciami e lenti, e rari frammenti di litici lavici in matrice sabbiosa (Fig. 3a e 3b)

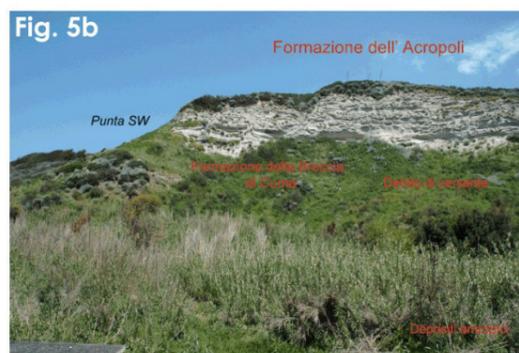


Fig. 5b

STOP 4-5 Il duomo lavico



Fig. 6a

Lungo l'intero settore nord occidentale del Monte di Cuma, è possibile osservare la Formazione del Duomo Lavico di Cuma, costituita da una lava trachitica compatta di colore grigio plumbeo con evidente fessurazione colonnare. La parte alta è rappresentata dal carapace scoriaceo del duomo caratterizzato da blocchi lavici estremamente fratturati e vacuolari di colore grigio plumbeo (Fig. 4) - Età 37 ka (Cassinoli e Gillot, 1983).

STOP 6 - L'erosione alveolare



Fig. 7

L'erosione alveolare, detta anche "a nido d'ape", è una tipica forma erosiva che riguarda la parte settentrionale del duomo lavico di Cuma (Fig. 7). Si tratta di cavità, di dimensioni anche decimetriche, con peculiare forma alveolare la cui origine è da ricercare in diversi fattori meteorici, quali la salsedine, il vento e l'escursione termica, che rappresentano i principali agenti erosivi.



Fig. 8

La lava della cupola del Monte di Cuma veniva utilizzata in epoca romana per la pavimentazione delle strade. Nella Fig. 8 è visibile il basolato della strada romana che collega la Crypta romana alla città bassa di Cuma.



Fig. 9

Il Tempio di Giove (Fig. 9) è il maggiore santuario dell'Acropoli, dove fu edificato verso la fine del VI sec. a.C. Pare che in realtà il Tempio fosse consacrato a Demetra, antica divinità patria dei Cumani. I resti oggi visibili sono relativi all'età romana e a quella bizantina, quando il tempio fu trasformato in basilica dedicata a S. Massimo martire di cui accolse le reliquie insieme a quelle di S. Giuliana.

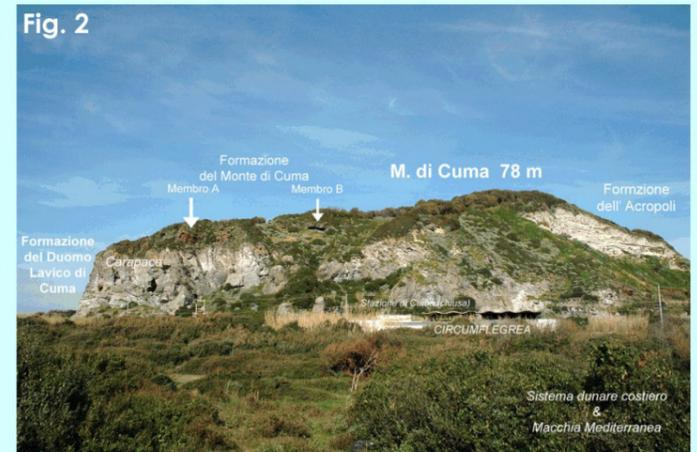


Fig. 8

Il Tempio di Apollo (Fig. 8) sorge sulla terrazza inferiore dell'Acropoli di Cuma ed è scenograficamente rivolto ad Est, in direzione della città bassa. Esso fu costruito sicuramente in epoca greca, ma fu soltanto in età Augustea che venne consacrato ad Apollo. Intorno al VII sec d.C l'edificio fu trasformato in Basilica Cristiana.

Monte di Cuma

Fig. 2



Il promontorio di Cuma (Fig. 5), su cui nel 730 a.C. i colonizzatori dell'Eubea fondarono l'omonima colonia, rappresenta un relitto dell'attività vulcanica più antica dei Campi Flegrei: la cronologia dei terreni affioranti copre un intervallo temporale che va dai 37 ka (il termine più basso nella sequenza stratigrafica è rappresentato da una cupola lavica di composizione trachitica) ai 15 ka, considerando il termine più recente rappresentato dalla Formazione del Tufo Giallo Napoletano (Rittmann et al., 1950).

Geosito MONTE NUOVO

Monte Nuovo



Fig. 1

Il **Monte Nuovo** (Fig. 1), collocato ad ovest dell'abitato di Pozzuoli, è testimonianza dell'unica eruzione storica dei Campi Flegrei, avvenuta dal 29 settembre al 6 ottobre del 1538, che modificò notevolmente la paleogeografia dell'area: il mare interno di Averno, infatti, divenne l'attuale omonimo lago ed il villaggio termale di Tripergole fu letteralmente sepolto dai prodotti piroclastici di questa eruzione. Durante l'ultima fase dell'eruzione, verificatesi il 6 ottobre 1538, ventiquattro persone persero la vita nel tentativo di scalare il nuovo monte.

STOP 1 - Le scorie fluitate



Fig. 2

Lo Stop 1 [ubicato lungo via Ascanio, a poco più di 150 - 200 m dall'ingresso dell'Oasi Naturalistica del Monte Nuovo. Già all'ingresso però è possibile osservare un deposito di **scorie nere** intervallato da un livello cineritico di spessore di 3-5 cm che costeggia l'intera via. Queste scorie rappresentano l'Unità 3 della Formazione del Monte Nuovo, costituita prevalentemente da due sub unità di scorie fluitate e isorientate di dimensioni massime 70 cm, in evidente discordanza sui prodotti dell'Unità 1B. In figura 2 si può notare come questo deposito di scorie dello spessore massimo di 25 m, si assottigli a becco di flauto sul deposito dell' Unità 1b, riducendosi a zero nello spazio di poche decine di metri. L'Unità 1b sottostante, che costituisce gran parte dell'edificio vulcanico, è rappresentata da una matrice poco grossolana tendente al pozzolanico in cui sono immerse un basso numero di grosse pomice e scorie. Lo spessore associato a questa unità è intorno ai 70 m (Lirer et al., 1987).

STOP 2 - Il banco di scorie



Fig. 3

Nel raggiungere il secondo stop ci si imbatte, lungo la strada che dall'ingresso dell'Oasi porta al cratere, in altri depositi scoriacei di dimensioni centimetriche associati all'Unità 2. Le scorie si presentano a spigoli vivi sottoforma di livelli sciolti di dimensioni max. di 30 cm: in alcuni punti però, come nell'affioramento osservabile in figura 3, il deposito passa a digitazioni di scorie di dimensioni centimetriche immerse in una matrice di sabbia grossolana. L'affioramento presenta uno spessore intorno ai 14 m, che crea in parte un alto morfologico all'orlo di cratere meridionale. Il banco di scorie assume diverse colorazioni dal basso verso l'alto, prima nero intenso, poi bianco ed infine marrone.

STOP 3 - Il cratere



Fig. 4

Dal sentiero che costeggia il cratere del Monte Nuovo (Fig. 4) si può godere di un magnifico panorama ed è possibile riconoscere l'orlo craterico dell'Archiaverno che costeggia il Monte della Ginestra a SW, il Monte Grillo ad W, il fondo della Schiana a N. Guardando verso SW è possibile avere una visione completa e panoramica del Terrazzo marino della Starza, che si innalza dalla zona dell'Olivetti e muore alla base del Monte Gauro.

STOP 6 - I canali erosionali



Fig. 7

Lo Stop 6, ubicato in prossimità dell'ingresso dell'Oasi Naturalistica, ci permette di osservare il flusso di scorie appartenente all'Unità 2 che poggia sul deposito piroclastico dell'Unità 1b (F7). La particolarità del deposito è che le scorie da flusso hanno formato sui prodotti sottostanti delle vere e proprie strutture erosionali: i canali si presentano riempiti da una prima fascia di pomice arrotondate dovuta alla trazione esercitata dal flusso di scorie sul flusso piroclastico.



GEOSITO MONTE NUOVO

Itinerario del Geosito Monte Nuovo
 Viabilità attuale (collegamento tra i geositi)
 Stop

IL PORTUS JULIUS



L'area compresa tra il lago d'Averno, il lago Lucrino, Toiano ed Arco Felice, oggi prevalentemente occupata dal vulcano Monte Nuovo, ha svolto nell'antichità e nel Medioevo un importante ruolo militare e termale nella storia dei Campi Flegrei. Inoltre, per effetto del bradisismo che ha condizionato la vita del villaggio di **Tripergole**, totalmente sepolto con la nota eruzione del 1538, essa conserva tuttora chiari segni dell'alterno movimento del suolo nella vasta zona archeologica sommersa del **Portus Julius** (Fig. 8).

Il Portus Julius, costruito sotto il dominio di Agrippa, era un vasto complesso portuale a cui apparteneva anche il lago di Averno e i cui resti attualmente giacciono a debole profondità sul fondo del mare prospiciente la costa fra Pozzuoli e Punta Epitaffio. Il Portus Julius era collegato alla città di Cuma attraverso il Viadotto di Cocceio, una galleria sotterranea lunga circa 1 Km e scavata completamente nel tufo giallo dell' Archiaverno, nella cui volta furono realizzati sei pozzi di luce, diversificati per orientazione, affinché lungo la galleria si realizzassero sempre condizioni di visibilità.

STOP 5 - La base del vulcano

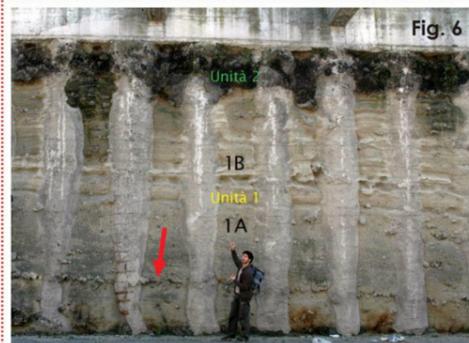


Fig. 6

Gli affioramenti dei prodotti che formano la base dell'edificio vulcanico possono essere osservati soltanto poiché essi affiorano lungo i tagli verticali realizzati per la costruzione della galleria nuova che da Pozzuoli conduce a Lucrino. Ciononostante si possono comunque cogliere immediatamente le differenze tra il deposito piroclastico basale dell'Unità 1 e il deposito soprastante costituito da scorie nere con spessore intorno ad 1 m associabile all'Unità 2 (Fig. 6).



Fig. 5

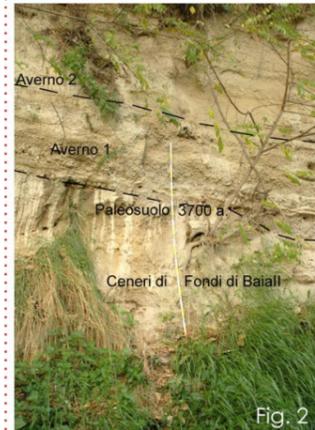
STOP 4 - Le pisoliti

Presso lo Stop 4 c'è la possibilità di osservare ancora l' Unità 1b, in particolar modo un livello di pomice da flusso arrotondate contenente pisoliti di poco più di 1cm di diametro (Fig. 5). Le **pisoliti**, o lapilli accrezionali, sono aggregati sferoidali di cenere e particelle con dimensioni variabili da 3-4 mm fino a più di 10 cm che si formano quando la miscela eruttiva è ricca di vapore acqueo per cui attorno ad un elemento centrale (un granello di cenere ad esempio) le varie particelle di cenere vulcanica, per attrazione elettrostatica o in virtù della forze capillari che si instaurano sulla superficie, si aggregano formando via via delle concrezioni concentriche. I depositi piroclastici ricchi di pisoliti possono indicare un'eruzione di tipo freatomagmatico, avvenuta cioè per interazione del magma con acqua esterna.

Geosito LAGO DI AVERNO

Lago di Averno

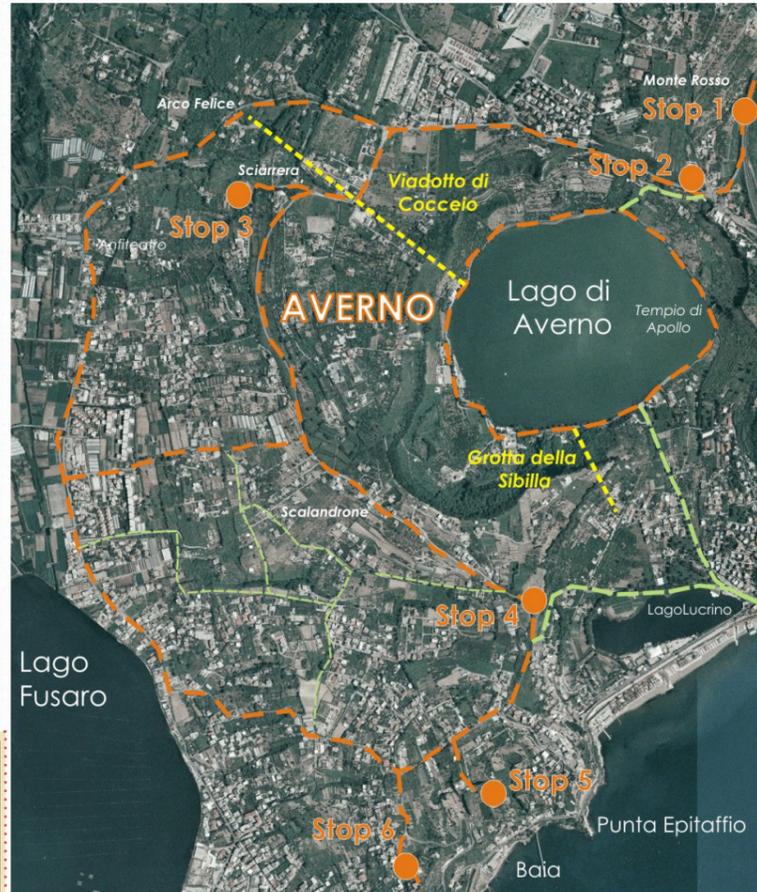
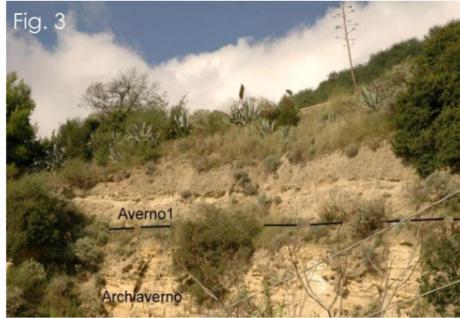
STOP 1 - Il Monte Rosso



Lo stop presso il **Monte Rosso** ha un significato prettamente geologico-didattico. La particolarità dell'affioramento qui esposto (Fig. 2) è che esso consente, in soli 9 m di spessore, di osservare l'intera sequenza dei prodotti dell'Averno, anche se purtroppo il deposito non si presenta nelle migliori condizioni poiché i prodotti sono poco coerenti e facilmente erodibili. Alla base della sequenza è possibile individuare il paleosuolo datato 3,7 ka (Alessio et al., 1971) sul quale poggiano i prodotti attribuibili all'eruzione dell'Averno, costituiti dapprima da una sequenza di livelli di pomice da caduta a spigoli vivi di spessore circa 1 m (Averno 1) seguiti a tetto da altri livelli di pomice che però si presentano ben arrotondate e sono alternate ad accenni di laminazione ad andamento sub parallelo indicando una deposizione da flusso (Averno 2). In questo stop studenti universitari o appassionati di geologia possono osservare bene le caratteristiche diverse che mostrano i prodotti piroclastici da caduta e quelli la cui deposizione è connessa a un meccanismo da corrente piroclastica.

STOP 2 - L'Archiaverno

Lo stop 2 offre ai visitatori la possibilità di osservare e seguire il contatto tra i prodotti attribuibili all'eruzione dell'Averno ed il tufo giallo dell'Archiaverno (Fig. 3), all'interno del quale il lago è naturalmente inserito. L'Archiaverno è un tuff ring risalente a circa 10,7 ka (Di Vito et al., 1999) che si estende dal Monte della Ginestra (S), zona Monte Grillo (W), Arco Felice Vecchio, piana della Schiana (NW) e termina con il Monte Rosso (N).



IL VIADOTTO DI COCCEIO

La città di Cuma era collegata al Portus Julius attraverso una galleria sotterranea lunga circa 1 Km, il **Viadotto di Cocceio** (Fig. 8b), nella cui volta erano stati realizzati sei pozzi di luce, diversificati per orientazione, affinché lungo la galleria si realizzassero sempre

condizioni di visibilità (Fig. 8a). La galleria, scavata totalmente nel tufo giallo del Tuff - Con e dell'Archiaverno (Di Girolamo et al., 1984), era usata come deposito di munizioni durante la seconda guerra mondiale dai tedeschi, che prima di abbandonarla ne causarono il crollo parziale. Essa è attualmente inagibile, anche se è in corso il restauro finalizzato alla sua riapertura al pubblico.

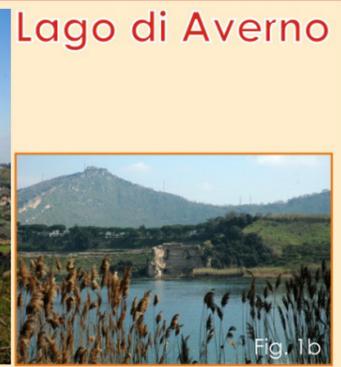


LA GROTTA DELLA SIBILLA

La grotta della Sibilla (Fig. 9) fu ideata per scopi militari e faceva parte del vasto complesso di opere realizzate dai Romani per la costruzione del Portus Julius. La grotta metteva in comunicazione le strutture dell'Averno con quelle del Lucrino, creando sotto il Monte delle Ginestre un vero e proprio percorso per il rapido spostamento delle truppe. La struttura sfruttava in parte le cavità preesistenti ed è costituita da una lunga galleria di circa 200m caratterizzata da una copertura a botte su di un'ampiezza di base di 4 m. Lungo le pareti si trovano piccole nicchie che erano destinate ad ospitare le lucerne per l'illuminazione della grotta che, a differenza della grotta di Cocceio, è priva di pozzi per la luce. Nella parte finale della grotta si rinvengono alcune sale poste a quota inferiore rispetto al piano di calpestio, probabilmente sfruttate per l'uso termale.



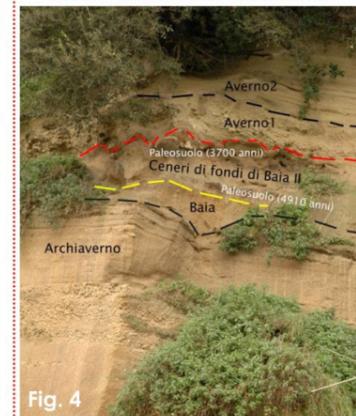
Lo stop 6 è situato in località **Mofete** sulla parte alta dei prodotti del cratere di Baia (Fig. 7). Al di sopra dei prodotti di Baia (8,8 ka) si possono osservare in rapida successione le ceneri di Fondi di Baia (Di Vito et al., 1988) con uno spessore nettamente inferiore rispetto agli affioramenti esaminati negli altri stop, probabilmente perché su questo alto morfologico l'erosione è stata maggiormente accentuata. Al di sopra delle ceneri dei Fondi di Baia si osserva il noto paleosuolo (3,7 ka, Alessio et al., 1971) sottostante però questa volta non all'Averno 1, bensì all'Averno 2. Le ceneri di Averno 2 si presentano con uno spessore di circa 60 cm e ricche di livelli pisolitici. È ipotizzabile che il flusso piroclastico sia riuscito con la sua energia a depositarsi fin qui a 2 km di distanza dal centro del vent in una facies più diluita, lasciando indietro la parte più grossolana.



Il **Lago d'Averno** (Fig. 1a) era considerato l'ingresso all'Ade e luogo consacrato alle divinità infernali, legato alla mitica presenza della Sibilla cumana e meta di religiosi pellegrinaggi. Il lago, ora inserito nel naturale anfiteatro di tufo giallo dell' Archiaverno era, in epoca romana, un "mare interno" dove la flotta romana risiedeva protetta dai venti. Sotto il dominio di Agrippa, infatti, esso rappresentava il Portus Julius, un vasto complesso i cui resti attualmente giacciono a debole profondità sul fondo del mare prospiciente la costa fra Pozzuoli e Punta Epitaffio.

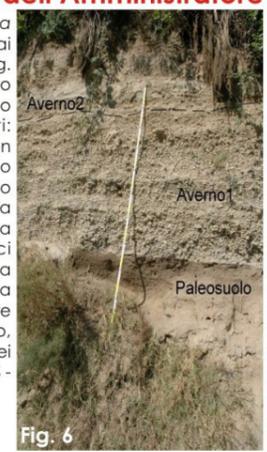
Lungo la riva sud-est del lago, si rinvengono i resti di una delle ville aristocratiche romane, nota come **Tempio di Apollo** (Fig. 1b), la quale in realtà era una grande sala termale.

STOP 3 - La Sciarra



Lo stop 3, nei pressi del ristorante **Sciarra**, è un punto di osservazione molto interessante dal punto di vista geologico poiché consente di osservare un'intera sequenza stratigrafica (Fig. 4), costituita, dal basso verso l'alto, dal tufo giallo massivo dell'Archiaverno (10,7 ka), la parte alta della Formazione di Baia (8,8 ka), un paleosuolo (4,910 ka, Alessio et al., 1971), le ceneri di Fondi di Baia, un secondo paleosuolo (3,7 ka Alessio et al., 1971) e, infine, i prodotti di Averno 1. e 2.

STOP 5 - La Cava dell'Amministratore



Lo stop 5, in località cava dell'**Amministratore**, offre ai visitatori un affioramento (Fig. 6) in cui i prodotti dell'Averno presentano le loro caratteristiche più salienti: L'Averno 1, che si poggia con contatto netto sul paleosuolo (3,7 ka), si presenta per uno spessore di circa 1,50 m nella sua facies più tipica rappresentata da pomice bianche a spigoli vivi. Segue a tetto l'Averno 2 che risulta essere circa 1m di spessore rispetto ai 9 m di Monte Rosso, indice della messa in posto dei prodotti da flusso nel settore S-SW.

STOP 4 - Lo Scalandrone

Presso lo stop 4, situato in località **Scalandrone**, è ben esposto il contatto tra i prodotti delle due unità della Formazione dell'Averno: Averno 1 e Averno 2. L'affioramento presenta un spessore di oltre 5 m di depositi di Averno 1 e 2 poggianti su un paleosuolo di 15 cm (3.700 anni) che a sua volta poggia sulle ceneri di Fondi di Baia per uno spessore di quasi 3 m (Fig. 5).



L'Averno 1 è costituito da circa 2 m di livelli di pomice a spigoli vivi intercalati a livelli di ceneri massive in cui si possono trovare immersi prodotti balistici, in particolar modo frammenti di tufo giallo dell'Archiaverno con dimensioni massime intorno ai 15 cm. In linea d'area l'affioramento dista dall'orlo di cratere sud circa 700 m, motivo per il quale i frammenti litici e tufacei sono particolarmente grandi, infatti le dimensioni massime sono intorno ai 15-20 cm rispetto ai 7-8 cm osservabili in località la Schiana (Monte Rosso).

La Solfatarara



Fig. 1

La **Solfatarara** (Fig. 1) è un piccolo vulcano che si è formato nel settore sud occidentale dei Campi Flegrei circa 4000 anni fa. Si tratta di un vulcano quiescente la cui attività attuale è limitata ad emissioni di vapori caldi ricchi di zolfo. Grazie alle sue numerose fumarole e alla fangaia la Solfatarara è una delle principali attrazioni dell'area flegrea.

I suoi vapori, ricchi di acido solforico e solfidrico, sono stati molto utilizzati, fin dall'epoca Romana, per scopi terapeutici. Attualmente è una sede-laboratorio della ricerca scientifica che si attua nell'area vulcanica attiva dei Campi Flegrei. L'attività di monitoraggio dei Campi Flegrei è stata principalmente localizzata nella Solfatarara in seguito all'ultima crisi bradisismica che ha interessato una vasta area della caldera flegrea, con culminazione in Pozzuoli, nel periodo 1982-1984.

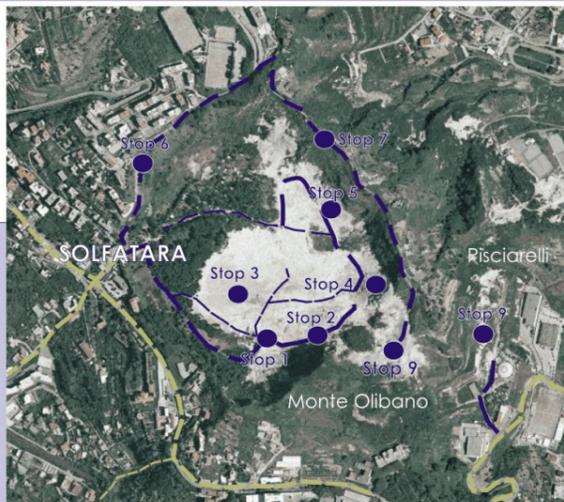


Fig. 9



La **Petite Solfatarara** (Fig. 9a) è una piccola area che si trova alle spalle della parte ribassata del bordo meridionale del cratere, alla quota di 150 m. Le temperature delle fumarole aperte in questa zona esterna al cratere non superano mai i 70°. Qui è possibile osservare incrostazioni di diversi minerali, tra cui lo zolfo (Fig. 9b) e l'allume (Fig. 9c) e delle patine verdastre che in realtà sono alghe cianofee capaci di crescere e sopravvivere anche ad altissime temperature.



Fig. 9b



Fig. 9c

GEOSITO SOLFATARARA

Itinerario del Geosito Solfatarara
 Viabilità attuale
 (collegamento con gialli geositi)
 ● Stop

Geosito SOLFATARARA

Tavola 4

STOP 1- Il Pozzo



Fig. 2

Il **pozzo** (Fig. 2) venne costruito all'inizio dell'800 ed era utilizzato per l'estrazione delle acque termo-minerali della Solfatarara. Queste erano ricchissime di allume, solfati di calcio, magnesio e altre sostanze ed erano ritenute curative delle malattie nervose, della vista, della pelle e della sterilità. A questi scopi le acque vennero utilizzate fino agli anni '20.

STOP 3 - La Bocca Grande



Fig. 4

La **Bocca Grande** (Fig. 4) è la fumarola più grande della Solfatarara. La sua temperatura è di circa 160° C e al suo interno si condensano in corrente di vapore alcuni sali tra cui il realgar (As₂S₃), il cinabro (HgS) e l'orpimento (As₂S₃) che conferiscono una colorazione giallo rossiccia alle rocce circostanti.

STOP 2- La Fangaia



Fig. 3

La **fangaia** (Fig. 3) è un'area pseudocircolare all'interno della quale gorgogliano continuamente bolle di gas in fanghi caldi grigiastri. Questi si formano per la mescolanza di acqua, sia di origine meteorica che di condensazione dei vapori, con materiale argilloso che costituisce la superficie del fondo craterico. La composizione chimica dei gas (H₂S, N₂O, H₂O, CH₄, He, C) indica una presumibile origine dei vapori, a poche centinaia di metri al di sotto del fondo craterico della Solfatarara, ad una temperatura fra i 170° C ed i 250° C.

STOP 6 - I prodotti della Solfatarara



Fig. 7

Lungo i primi metri della strada che dall'ingresso della Solfatarara costeggia il versante ovest del cratere, è possibile osservare uno dei più significativi affioramenti della **facies breccioide** dei prodotti iniziali dell'eruzione della Solfatarara, caratterizzata dalla presenza di grossi blocchi di lava immersi all'interno di una matrice cineritico-sabbiosa (Fig.7).

STOP 7- Il sentiero lungo il bordo del cratere

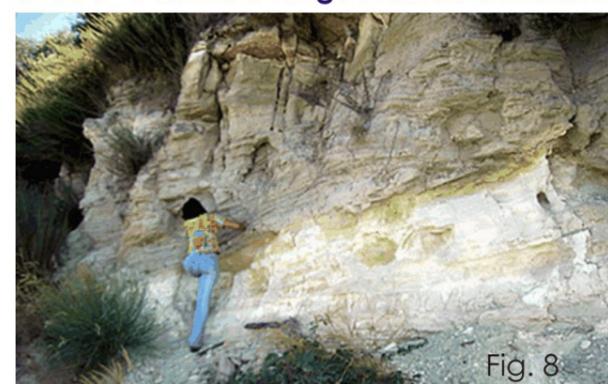


Fig. 8

Lungo il sentiero che si sviluppa sul bordo orientale del cratere, fra le quote 180 m e 155 m, è possibile osservare il contatto tra i prodotti fortemente alterati del Paleoaagnano (in bianco) e quelli attribuibili all'eruzione della Solfatarara (in marroncino) (Fig. 8)

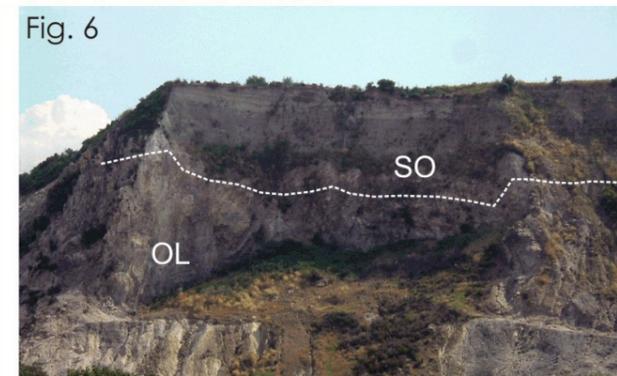
STOP 5 -Le Stufe

Le due **stufe** (Fig. 5) furono costruite all'inizio del '800 all'interno della roccia e soltanto più tardi furono rivestite di muratura. Durante l'Età classica erano tra le attrattive termali dei Campi Flegrei più conosciute; infatti grazie ai loro vapori, dalle temperature elevate (nella prima, chiamata l'Inferno la temperatura è di circa 90°C, nell'altra, chiamata Purgatorio, è di 60° C) erano ritenute ottime per la cura delle affezioni delle vie respiratorie, delle malattie della pelle e dei reumatismi.



Fig. 5

STOP 6 - Il Monte Olibano



Il **Monte Olibano** costituisce il versante interno più aspro del cratere (Fig. 6). E' possibile notare come la lava (OL1), che presenta una tipica colorazione rossastra, sia stata fortemente alterata e soprattutto smantellata dall'eruzione della Solfatarara che ha in parte trapanato il duomo lavico andando a costituire un deposito a tessitura breccioide (Sb), dal colore grigio chiaro, che si rinviene nella parte alta di questa parete.

STOP 9 -I Colli Leucogei

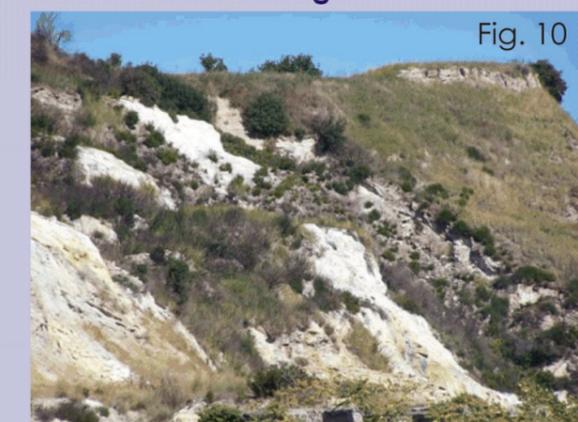


Fig. 10

Scendendo lungo via Antiniana, all'esterno del vulcano, si può osservare sul lato sinistro il biancore dei famosi Colli Leucogei (Fig. 10), dai quali nell'antichità venivano cavati il caolino e il bianchetto.

STOP 1 - La Valle del Verdolino



Fig. 2a



Fig. 2b

La Valle del Verdolino (Fig. 2a), ai piedi della collina dei Camaldoli, rappresenta uno dei punti di maggior interesse del Geosito Piperno qui, infatti, si può osservare uno dei migliori affioramenti della formazione Piperno-Breccia Museo. In ambedue i lati dello sbocco della valle, su una parete di circa 50 metri (Fig. 2b) è ben osservabile l'alternanza di diversi banchi di piperno con dei livelli di breccia pipernoide, cui segue nella parte alta del deposito una breccia completamente arrossata.



Fig. 1

Il Piperno

Il Piperno di Soccavo e Pianura è una roccia vulcanica caratterizzata da una tessitura molto particolare data dalla isorientazione di concentrazioni lenticolari grigio-scure, dette fiamme, di variabile lunghezza e spessore immerse in una matrice grigio-chiara (Fig. 1). A differenza del Tufo Giallo Napoletano, il Piperno è una roccia molto litificata e pertanto di non facile estraibilità, se non attraverso la separazione in sotterraneo di grossi blocchi che venivano successivamente lavorati, probabilmente all'aperto.



GEOSITO PIPERNO

----- Itinerario del Geosito Piperno

----- Viabilità attuale (collegamento tra i geositi)

● Stop

STOP 2 - La cava di Masseria del Monte



Fig. 3a

La cava, il cui sfruttamento è iniziato probabilmente in epoca Romana, è stata attiva per secoli fino ad essere abbandonata nel secondo dopoguerra. L'andamento estremamente digitato della cava di masseria del Monte è anche conseguenza della presenza di differenti tipologie di Piperno all'interno della stessa cava; ciò quasi ad indicare che i maestri pipernieri, a seconda delle richieste, seguivano filoni che avevano andamenti litologici omogenei per tessitura ma differenziati nello spazio e nello spessore della cava. Tali variazioni sono legate alla genesi di questa formazione vulcanica a carattere esplosivo.



Fig. 3b

La cava di Masseria del Monte (Fig. 3a e 3b) è ubicata lungo il versante occidentale della collina dei Camaldoli, ad una quota di circa 210 metri. Essa è soltanto una delle tante cave di Piperno, tutte sotterranee e ormai abbandonate, presenti lungo i fianchi della collina dei Camaldoli, nei territori di Soccavo e Pianura, nella zona boschiva ai confini con gli Astroni.

STOP 3 - La "Piccola Lourdes"

Lo stop 3 è previsto in una delle sedi dei Campi Flegrei più visitata per scopi religiosi, in quanto l'affioramento si trova alle spalle del santuario della Piccola Lourdes, a Pianura. Presso la Piccola Lourdes, l'affioramento di piperno (Fig. 4), ancorché di ridotta estensione laterale, è estremamente didattico in quanto al livello del piano campagna è presente un piccolo scavo antropico nel quale, lungo tagli freschi, si osserva bene la **tessitura eutassitica** e le scorie collassate che costituiscono la formazione. Il sito è facilmente raggiungibile.

Fig. 4



Geosito MONTE di PROCIDA

Tavola 6

Monte di Procida



Fig.1

Monte di Procida (Fig.1), situato all'estremità sud-occidentale del Golfo di Pozzuoli a poche centinaia di metri s.l.m., è uno dei luoghi che, dal punto di vista geologico, risulta essere tra i più complessi ed interessanti dell'area flegrea poiché costituisce infatti una delle pochissime zone in cui è possibile osservare i prodotti più antichi dell'attività vulcanica flegrea pre Tufo Giallo Napoletano.

Il promontorio di Monte di Procida si affaccia proprio di fronte l'isola di Procida, dalla quale è separato da uno stretto tratto di



GEOSITO MONTE DI PROCIDA

----- Itinerario del Geosito Monte di Procida

----- Viabilità attuale (collegamento tra i geositi)

● Stop

STOP 4 - Monte Grillo



Fig.4

Il Monte Grillo (Fig. 4) costituisce il punto più alto del promontorio di Monte di Procida. La geologia del Monte Grillo è caratterizzata da un'alternanza di livelli cineritici e livelli di **scorie** e **litici** grossolani, immersi in una matrice sabbioso-cineritica. Molto caratteristica è la parte centrale del deposito, rappresentata da un banco di pomici bruno-rossastre di circa 5 m di spessore, indicate dalla freccia in figura 4.

Dalla cima del Monte Grillo, a circa 150 m di quota, è possibile godere di uno splendido panorama: la vista infatti spazia su Capo Miseno e sul litorale di Miliscola da un lato, e sulle isole di Ischia, Procida e Vivara

STOP 2 - La spiaggia di Acquamorta



Fig.3

STOP 1 - La spiaggetta di Torregaveta

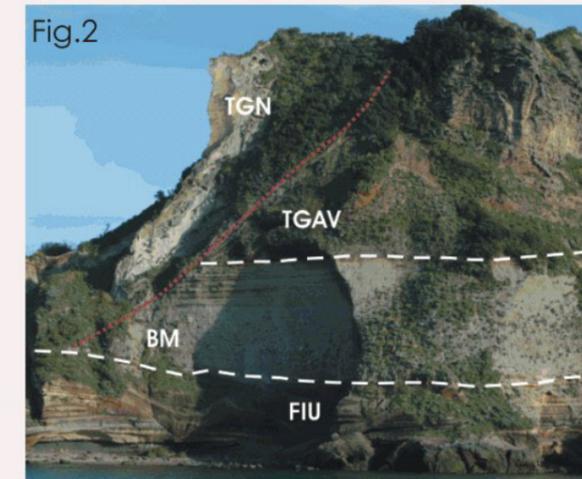


Fig.2

La spiaggetta di Torregaveta, facilmente raggiungibile dalla stazione della Cumana di Torregaveta, rappresenta uno dei luoghi più interessanti dell'area flegrea dal punto di vista geologico. L'affioramento esposto lungo la **falesia** della spiaggetta (Fig.2) ci consente infatti di osservare il contatto tra il Tufo Giallo Napoletano in discordanza sui termini litologici appartenenti all'attività pre-tufo giallo.

E' ben visibile infatti il corpo della Breccia Museo (BM) con a tetto la formazione di Torregaveta (TGAV) ed in discordanza il Tufo Giallo Napoletano (TGN). In poche altre aree dei Campi Flegrei è osservabile tale contatto per la semplice ragione che i prodotti delle eruzioni più recenti hanno del tutto occultato quelli più antichi.

STOP 2 - Lo scoglio di San Martino



Fig.5

Lo scoglio di San Martino (Fig. 5) è una piccolissima isola di soli 1600 mq, una volta collegata al Monte di Procida, a cui oggi si accede attraverso uno stretto tunnel ed un pontile. Nel XVI e XVII secolo i procidani lo utilizzarono come base per la loro lucrosa attività di pesca al tonno, mentre negli anni trenta è stato addirittura usato come base per il collaudo di siluri che venivano prodotti nel silurificio costruito a Baia. Dopo la seconda guerra mondiale si trasformò invece in un ritrovo turistico-balneare. Oggi è un affascinante ritrovo turistico, ideale per una giornata di mare riservata e tranquilla. Da un punto di vista geologico, l'isolotto è costituito dagli stessi identici prodotti che affiorano sul Monte di Procida.

Presso la spiaggia di Acquamorta (Fig.3) sono ben visibili le tracce della straordinaria storia vulcanologica dei Campi Flegrei. Qui infatti si può leggere, in una successione stratigrafica continua, la dinamica che in circa 40.000 anni ha portato alla formazione del paesaggio così come appare oggi. La falesia di Acquamorta, attraverso un'altalena geologica di eventi deposizionali ed erosivi, si compone sino a raggiungere la conformazione attuale. Lungo la falesia, inoltre, affiorano i depositi più antichi del vulcanismo flegreo che, dal basso verso l'alto, raccontano i principali eventi eruttivi che hanno caratterizzato l'intera area flegrea. La parete della falesia di Acquamorta sembra essere intimamente legata, sia dal punto di vista morfologico che geologico,

Geosito PROCIDA

L'isola di Procida



Fig. 1

L'isola di Procida (Fig. 1), insieme a Vivara, è ubicata sulla piattaforma interna del golfo di Napoli, in posizione intermedia tra la caldera dei Campi Flegrei e l'isola di Ischia. Da un punto di vista geografico, sebbene risulti divisa dall'area flegrea continentale, Procida ne rappresenta la naturale prosecuzione per le affinità dei caratteri geologici, vulcanologici e petrografici. Completamente di origine vulcanica, l'isola è nata dalle eruzioni di almeno quattro diversi vulcani (databili tra 55.000 e 17.000 anni fa), oggi completamente inattivi e in gran parte sommersi.



STOP 2 - Spiaggia di Chiaia



Fig. 3a

La spiaggia di Chiaia (Fig. 3a), situata sulla costa orientale di Procida, dopo la Marina della Corricella, è la spiaggia più grande dell'isola. L'enorme falesia è costituita dai prodotti piroclastici ascrivibili all'eruzione di Solchiaro, il più grosso edificio vulcanico dell'isola di Procida e i cui prodotti sono i più ampiamente diffusi. Lungo la spiaggia è possibile osservare da vicino i vari aspetti delle singole facies della Formazione di Solchiaro: nella parte bassa della falesia riconosciamo gli aspetti tipici della facies gialla prossimale (Fig. 3b), caratterizzata da strutture a sandwaves (dune e antidune) ad alto angolo, tipiche di un flusso turbolento capace di erodere e sedimentare contemporaneamente. Spostandoci lungo la spiaggia in direzione est verso la Corricella, osserviamo invece la facies grigia distale della Formazione che affiora lungo tutta la baia per spessori di 30-40 metri: gli strati dei depositi sono prevalentemente piano-parallelali o leggermente ondulati e presentano marcati segni di erosione eolica (tafoni) (Fig. 3c).



Fig. 3b



Fig. 3c

STOP 1 - Punta della Lingua

Presso **Punta della Lingua**, situata all'estremità nord orientale dell'isola, affiora una delle Formazioni più interessanti e studiate dei Campi Flegrei: la **Breccia Museo**. La Breccia Museo può forse essere considerata il primo vero geosito della storia: Jhonston Lewis infatti chiamò "museo" questa particolare formazione breccioide proprio perché essa mostrava al suo interno, quasi come fosse appunto un museo, tutte le diverse tipologie di prodotti, dai pezzi di tufo all'ossidiana, dalle pomice a blocchi di rocce sedimentarie del substrato. Quello che osserviamo in affioramento (Fig. 2a) è un deposito breccioide estremamente eterometrico, costituito da pomice, ossidiana e frammenti litici di rocce vulcaniche e sedimentarie strappate dal condotto vulcanico durante l'eruzione avvenuta circa 39.000 anni fa. All'interno del deposito è inoltre possibile rinvenire bombe dal tipico aspetto a crosta di pane e pipes structures, tipiche strutture di detassazione (Fig. 2b). Presso l'estremità di Punta della Lingua si può vedere anche il netto contatto tra la Breccia Museo e la Formazione di Terra Murata, uno degli edifici vulcanici più antichi di Procida (2c).



Fig. 2a



Fig. 2b



Fig. 2c

Presso la baia di Solchiaro, che costituisce il relitto della parte nord-occidentale del cratere, si possono differenziare le facies prossimali, intermedie e distali dei prodotti dell'omonimo vulcano. Lungo la parte basale del recinto craterico (località Seno del Carbogno), nella fascia bassa della formazione, si può osservare bene la facies prossimale di Solchiaro (Fig. 4), che si presenta di colore giallo per i fenomeni di zeolitizzazione dovuti all'interazione tra acqua e magma. Il deposito è costituito da livelli cineritici ricchi in pisoliti associati a brandelli scoriacei neri e a brandelli tufacei e sedimentari che sono stati trapanati da altri apparati vulcanici più antichi (Fig. 4.68).



Fig. 4

STOP 3 - Baia di Solchiaro

Lungo la strada Panoramica della baia, invece, è possibile osservare bene la facies distale dei prodotti di Solchiaro, rappresentata da un'alternanza (spessore circa 3-4 metri) di strati con laminazione interna planare o ondulata con all'interno blocchi balistici isolati che determinano strutture da affondamento (Fig. 4.69).

STOP 5 - Punta Pioppeto (Capo Faro)

Lungo la fascia costiera del settore settentrionale dell'isola che va da Punta Pioppeto a Capo Bove, si ha il massimo spessore della Formazione di Fiumicella (30 metri circa). Presso la spiaggia di **Capo Faro** è possibile osservare gli aspetti tipici della facies prossimale della Formazione costituita da un'alternanza di strati cineritici ondulati di colore giallo/grigio ricchi in pisoliti, con strati di lapilli e scorie immersi in una matrice talora con tessitura caotica. All'interno del deposito si rinvengono strutture dunali e U-channel e blocchi di tufo e di lava di dimensioni decimetriche che determinano strutture da affondamento (Fig. 6)

Fig. 6



STOP 4 - Spiaggia del cimitero (Cala del pozzo Vecchio)

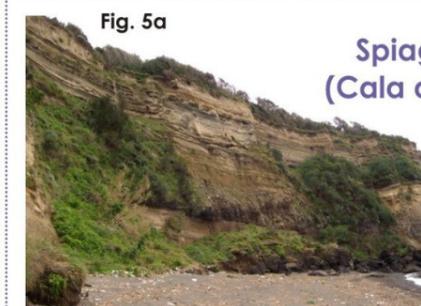


Fig. 5a

La spiaggia del cimitero è ubicata nella cala del Pozzo Vecchio (Fig. 5a). La baia è compresa tra il promontorio di Punta Serra a SW e quello di Punta Ottimo a NE e costituisce il relitto dell'edificio vulcanico di Pozzo Vecchio, il più vecchio dell'isola. Sulla spiaggia, lungo le falesie in costante arretramento per l'azione erosiva del mare, è possibile osservare la facies distale di colore grigio del tufo di Solchiaro, costituita da un'alternanza di cineriti alternate a strati di lapilli e scorie con struttura piano parallela (Fig. 5b).

Fig. 5b



Sempre in località Pozzo Vecchio, alla fine della strada che fiancheggia il cimitero, vi è un altro affioramento molto significativo in cui viene esposta, in tutta la sua interezza, l'intera sequenza stratigrafica della Breccia Museo (Fig. 5b). E' possibile riconoscere, infatti, il livello breccioide vero e proprio, che si presenta come un agglomerato di pomice arrotondate, clasti di ossidiana, blocchi sedimentari e frammenti litici di rocce strappate dal condotto vulcanico, compreso tra due livelli massivi (uno inferiore e uno superiore).