

Fondo Sociale Europeo

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI "FEDERICO II"  
FACOLTA' DI SCIENZE MMFFNN  
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA

Dottorato di Ricerca in Scienze della Terra  
XVIII ciclo

Carmela Esposito

***“IL CONTRIBUTO DELLA GEOLOGIA E DELLA GEOMORFOLOGIA  
ALL’INDIVIDUAZIONE E VALORIZZAZIONE DEI BENI AMBIENTALI: ESEMPI  
NEI CAMPI FLEGREI”***

Tesi di Dottorato

Anno 2005

*“Il paesaggio è un bene comune come l’aria  
o l’acqua e le responsabilità del suo «**tradimento**»  
sono anche di architetti, ingegneri, urbanisti  
amministratori.....”  
...E aggiungere anche geologi!  
Pierluigi Cervellati*

## RINGRAZIAMENTI

E' tempo di ringraziamenti.....finalmente!

Per farlo ho bisogno di molta concentrazione, perché siete in molti...non devo assolutamente dimenticare nessuno!

Devo ripercorrere a ritroso attentamente, nella mia mente, i tre anni passati a realizzare questo lavoro e ciò che è certo e che, se ora non avessi nessuno da ringraziare, da sola non avrei portato a termine questo dottorato.

Sicuramente nell'ambiente universitario ho avuto la fortuna di incontrare sempre persone disponibili e professionali: non userò appellativi del tipo "prof." o "dott." in quanto gran parte di loro, oltre che professionisti, sono per me persone "amiche".

Grazie di tutto a Nicoletta, la mia "mamma università"!

Ringrazio: Marco Vigliotti, che nei primi periodi mi ha iniziato al complesso mondo della logica dei database; Luisa Saiello, la mia naturalista preferita; Luca Paolino, il mio "informatico" di riferimento; Antonella Marsico, la mia maestra GIS giudiziosa e paziente; Marco d'Errico per gli incoraggiamenti; Giancarlo Sibillo che mi ha dato alcune "dritte" fondamentali; Paola Scala per la sua professionalità e senza la quale non sarebbe stato possibile realizzare uno dei due filmati; Miriam D'Andrea, che in qualità di referee si è più volte svegliata all'alba per riuscire in tempo a leggere tutto il mio manoscritto! Le mie amiche della vita: Rossi, per la totale disponibilità, Berta la "saggia", Carla sempre pronta con il consiglio giusto al momento giusto, Francesca per la sua presenza costante e tutti quelli che sono presenti nella mia vita!. Il mio compagno Stefano, sempre pronto a regalarti un sorriso.

Mio fratello Marco, "santo", sempre pronto ad aiutarmi.

Sicuramente è stato fondamentale tutto l'amore che sento per i luoghi di cui "parlo".

Dedico questo lavoro a mio padre.....che si "agita" sempre quando sono in difficoltà!

## INDICE GENERALE

<b>PREMESSA.....</b>	<b>4</b>
<b>CAPITOLO 1</b>	
<b><i>I BENI AMBIENTALI A CARATTERE GEOLOGICO: I GEOSITI</i></b>	
<b>1.1 I geositi e la necessità della tutela.....</b>	<b>7</b>
1.1.1 Terminologia usata.....	8
<b>1.2 “La Cenerentola della conservazione”: la geoconservazione.....</b>	<b>9</b>
1.2.1 Cenni sulla storia della geoconservazione e le politiche di salvaguardia dell’ambiente	9
1.2.2 Gli aspetti legislativi in Italia per la conservazione del patrimonio geologico.....	12
1.2.3 Lo stato dell’arte in Europa e in Italia.....	14
<b>1.3 I criteri di individuazione, selezione e valutazione qualitativa dei siti.....</b>	<b>16</b>
1.3.1 Criteri di individuazione e selezione.....	16
1.3.2 La valutazione qualitativa.....	17
1.3.3 Censimento e schedatura: confronto tra le schede utilizzate.....	19
<b>1.4 La valutazione quantitativa.....</b>	<b>25</b>
1.4.1 Alcune proposte internazionali.....	25
1.4.2 Il valore scientifico dei geomorfositi.....	27
<b>1.5 La valorizzazione e la diffusione del sapere.....</b>	<b>30</b>
1.5.1 Il problema della valorizzazione.....	30
1.5.2 Le fasi della valorizzazione.....	31
1.5.3 Ma quali sono i geositi idonei alla valorizzazione?.....	32
1.5.4 Alcuni esempi di valorizzazione in Europa e in Italia.....	33
1.5.5 Stato dell’arte in Campania.....	34
<b>CAPITOLO 2</b>	
<b><i>SINTESI DELLA STORIA VULCANOLOGICA E DELLE SUCCESSIONI STRATIGRAFICHE PIU’ SIGNIFICATIVE DEI CAMPI FLEGREI</i></b>	
<b>2.1 Sulla vulcanologia dei Campi Flegrei.....</b>	<b>35</b>
2.1.1 Premessa: brevi cenni storici.....	35
2.1.2 Assetto geologico e strutturale.....	37
2.1.3 Inquadramento vulcanologico.....	38
2.1.4 Inquadramento geomorfologico.....	40
2.1.5 Storia eruttiva.....	44
2.1.6 Fenomeni deformativi nell’area flegrea.....	60
2.1.7 Brevi cenni sull’attività idrotermale e manifestazioni fumaroliche flegree.....	61
<b>2.2 Le successioni stratigrafiche più significative.....</b>	<b>63</b>
2.2.1 La falesia di Monte di Procida.....	63
2.2.2 La falesia di Torregaveta.....	66
2.2.3 L’isola di Procida.....	66
2.2.4 Il caso della formazione Breccia Museo.....	67
2.2.5 Cuma.....	69
2.2.6 Le cave di Monte San Severino.....	69
2.2.7 Punta Marmolite.....	70
2.2.8 Trefola.....	70
2.2.9 Tufi di Torrefranco e Vallone del Verdolino.....	70
2.2.10 Trentaremi.....	72
<b>2.3 Alcuni casi di maggior interesse geomorfologico.....</b>	<b>72</b>
2.3.1 Cuma.....	72
2.3.2 Fusaro.....	74
2.3.3 Procida e i suoi vulcani.....	75
2.3.4 Il Lago d’Averno.....	77
2.3.5 Monte Nuovo.....	80
2.3.6 Solfatara.....	83
2.3.7 La Conca di Agnano.....	85

2.3.8 Astroni.....	86
2.3.9 Piana di Bagnoli-Fuorigrotta e Posillipo.....	87
<b>2.4 Evidenze della variazione del livello del mare nell'area flegrea in età olocenica.....</b>	<b>91</b>
2.4.1 Evidenze marine antiche: il terrazzo marino della Starza.....	94
2.4.2 Altre evidenze antiche.....	97
2.4.3 Evidenze in epoca Romana e Medioevale.....	98
2.4.4 L'area di Posillipo.....	98
2.4.5 Il Tempio di Serapide.....	100
2.4.6 Il <i>Portus Iulius</i> e la <i>Ripa Puteolana</i> .....	102
2.4.7 I Granai.....	103
2.4.8 Alcuni sondaggi di notevole interesse.....	103
2.4.9 Le evidenze a Baia.....	104
2.4.10 Bacoli e Misero.....	105
2.4.11 Litorale cumano.....	106

### CAPITOLO 3

<b><i>OSSERVAZIONI SULLA GEOMORFOLOGIA DEI CAMPI FLEGREI</i>.....</b>	<b>108</b>
<b>3.1 Le carte tematiche: la carta geomorfologia e la carta geologica.....</b>	<b>110</b>
<b>3.2 Considerazioni sulla geomorfologia dei Campi Flegrei.....</b>	<b>110</b>
3.2.1 Le morfologie vulcaniche strutturali.....	110
3.2.2 Le morfologie costiere.....	119
3.2.3 Le morfologie fluviali.....	126
3.2.4 Le forme gravitative.....	127
3.2.5 Considerazioni sulla geomorfologia dell'isola di Procida.....	127
<b>3.3 Ricostruzione dell'evoluzione geomorfologia dei Campi Flegrei negli ultimi 12 ky.....</b>	<b>130</b>
3.3.1 I fase: post 12 ky.....	130
3.3.2 II fase: 12-11 ky.....	132
3.3.3 III fase: 11-10,7 ky circa.....	132
3.3.4 IV fase: 10,7-9 ky circa.....	132
3.3.5 V fase: 9-8,2 ky circa.....	134
3.3.6 VI fase: 8,2-7 ky circa.....	134
3.3.7 VII fase: 7-5 ky circa.....	134
3.3.8 VIII fase: 5-4,5 ky circa.....	134
3.3.9 IX fase: 4,5-4 ky circa.....	134
3.3.10 X fase: 4-3,7 ky circa.....	136
3.3.11 XI fase: 3,7-3,5 ky circa.....	136
3.3.12 XII fase: 3,5-2,5 ky circa.....	136
3.3.13 XIII fase: Periodo romano-Medioevo.....	136
3.3.14 XIV fase: VI-VII sec.d.C.-1538.....	138
3.3.15 XV fase: attuale.....	138

### CAPITOLO 4

<b><i>I GEOSITI DEI CAMPI FLEGREI</i>.....</b>	<b>139</b>
<b>4.1 I Campi Flegrei nella Regione Campania.....</b>	<b>139</b>
4.1.1 Il Parco Regionale dei Campi Flegrei.....	141
<b>4.2 I geositi dei Campi Flegrei.....</b>	<b>142</b>
4.2.1 Criteri di selezione dei geositi.....	142
4.2.2 I geositi individuati.....	143
<b>4.3 La gestione informatica dei dati.....</b>	<b>145</b>
4.3.1 La struttura del database.....	145
4.3.2 Spiegazione del contenuto delle tabelle.....	146
<b>4.4 Descrizione dei geositi individuati.....</b>	<b>149</b>

### CAPITOLO 5

<b><i>IL VALORE DEI GEOSITI FLEGREI</i>.....</b>	<b>190</b>
--	------------

<b>5.1 Un tentativo di valutazione quantitativa del valore scientifico dei geositi dei Campi Flegrei.....</b>	<b>190</b>
<b>5.2 L'applicazione del metodo: i risultati ottenuti.....</b>	<b>190</b>
<b>CAPITOLO 6</b>	
<b>COME RACCONTARE I CAMPI FLEGREI.....</b>	<b>195</b>
<b>6.1 La valorizzazione del territorio flegreo.....</b>	<b>195</b>
<b>6.2 La carta dei geositi.....</b>	<b>197</b>
<b>6.3 La carta geomorfologica.....</b>	<b>197</b>
<b>6.4 La carta geologica.....</b>	<b>199</b>
<b>6.5 Gli itinerari flegrei: “Un Grand Tour del 2000”.....</b>	<b>199</b>
6.5.1 1° itinerario: “Il mare con i vulcani”.....	200
6.5.2 2° itinerario: “Sull’orlo della caldera”.....	223
6.5.3 3° itinerario: “Dentro la caldera: via terra”.....	234
6.5.4 4° itinerario: “Dentro la caldera: via mare”.....	246
6.5.5 5° itinerario: “Escursione a Procida”.....	260
<b>6.6 In un filmato: “12.000 anni della storia flegrea”.....</b>	<b>265</b>
<b>CAPITOLO 7</b>	
<b>UN’ ESPERIENZA INTERDISCIPLINARE.....</b>	<b>267</b>
<b>7.1 Una parentesi con INNOVA.....</b>	<b>267</b>
7.1.1 I servizi forniti a grande scala.....	268
7.1.2 I servizi forniti a piccola scala.....	268
<b>7.2 IL PROGETTO SUL LAGO D’AVERNO.....</b>	<b>269</b>
7.2.1 Il significato geologico dell’Averno.....	270
7.2.2 Il mito dell’Averno attraverso la geologia.....	273
7.2.3 Il periplo geologico del lago.....	275
7.2.4 Gli altri aspetti disciplinari.....	277
<b>7.3 Il Lago d’Averno: “un luogo comune”.....</b>	<b>281</b>
7.3.1 Itinerari multitematici.....	281
7.3.2 Filmato 3D dell’area.....	283
7.3.3 Un database sull’Averno.....	284
<b>7.4 Il caso di Monte di Procida.....</b>	<b>285</b>
7.4.1 Il progetto “TerrAmare: 39.000 anni di storia in una passeggiata”.....	286
7.4.2 I percorsi.....	286
 Allegato 1 – Carta dei geositi - .....	tasca fondo testo
Allegati 2 - Carta geomorfologica dei Campi Flegrei - .....	tasca fondo testo
Allegato 3 - Carta geologica dei Campi Flegrei - .....	tasca fondo testo
CD contenente carta dei Geositi e database.....	tasca fondo testo
CD contenente filmati.....	tasca fondo testo

## PREMESSA

Lo scopo del presente lavoro è quello di fornire strumenti per favorire la diffusione della conoscenza delle scienze geologiche. Si tratta quindi di una conoscenza non finalizzata e limitata solo al “mondo delle scoperte scientifiche”, bensì ad un sapere aperto a chiunque (esperto o meno) possa essere interessato alle scienze geologiche e soprattutto al significato geologico dei beni ambientali.

Nello specifico questo lavoro si propone di individuare i beni ambientali a carattere geologico nell'area dei Campi Flegrei, in Campania, e si propone di offrire strumenti utili alla tutela, alla valorizzazione e alla divulgazione del suo patrimonio geologico.

Lo scopo è dunque non solo quello di concretizzare gli “oggetti” da tutelare, ma anche di cercare attraverso la diffusione di far sì che tali oggetti diventino patrimonio collettivo, sia delle Amministrazioni pubbliche, le quali quasi sempre ne decidono le sorti, sia della società civile, che ha necessariamente bisogno di essere istruita al rispetto del patrimonio ambientale.

La divulgazione delle scienze geologiche in Italia è ancora oggi un campo di applicazione poco sviluppato: se da una parte abbiamo un patrimonio culturale ed artistico di inestimabile valore di cui tutto il mondo è a conoscenza, dall'altra abbiamo un patrimonio ambientale e geologico altrettanto prezioso, ma spesso sottovalutato e sconosciuto anche a chi è a diretto contatto con esso.

Intanto gli scempi ambientali prodotti dall'uomo sono in continuo aumento, il più delle volte diretta conseguenza della sua “ignoranza” nei confronti del valore di questi beni. Dunque così come il ritratto della Gioconda non potrà mai più essere riprodotto e quindi viene protetto da eventuali deterioramenti, anche i beni geologici, unici e irripetibili custodi del passato della Terra, devono essere protetti dagli irrimediabili e svariati danni che l'uomo è abituato ad imporre al territorio; ciò deve avvenire prioritariamente anche attraverso le fasi di conoscenza e di divulgazione.

Alla luce di ciò, nel presente lavoro vengono selezionati *i siti di interesse geologico*, o geositi, con particolare *valenza didattica e scientifica*. Per siti d'interesse geologico con valenza didattica e scientifica s'intendono tutte quelle località in cui alcuni processi o morfologie geologiche, che presentano un certo interesse scientifico, sono esposti e rappresentati in modo tale da poter rendere l'evento geologico visibile e leggibile da tutti.

I geositi costituiscono, pertanto, delle entità concrete, delimitabili fisicamente, che devono necessariamente essere considerati come:

- ✓ utilissimo strumento per le politiche di salvaguardia dell'ambiente, soprattutto in progetti di V.I.A. e in progetti di Pianificazione Territoriale;
- ✓ fondamentale oggetto per la:
  - valorizzazione di aree protette,
  - valorizzazione di aree geologicamente interessanti,
  - divulgazione delle scienze geologiche.

Attualmente in Europa e in Italia sono numerosi i progetti che vengono finanziati per l'individuazione dei geositi: in Gran Bretagna uno dei primi è stato il “Progetto Geosites”; in Italia un validissimo progetto realizzato è quello della Regione Emilia Romagna e da alcuni anni l'ente dell' A.P.A.T. (Agenzia Protezione Ambiente e Servizi Tecnici) ha iniziato un progetto di censimento di tutti i siti d'interesse geologico d'Italia.

La scelta dell'area di studio è ricaduta sui Campi Flegrei per molteplici ragioni in quanto:

- ✓ territorio in cui è presente un ricchissimo patrimonio geologico ancora oggi non sfruttato come tale;
- ✓ uno dei campi vulcanici più belli al mondo;
- ✓ un' area il cui potenziale turistico ancora non viene sfruttato anche per la valenza geologica;
- ✓ gran parte del territorio preso in esame è già sotto vincolo di tutela da alcuni anni come Parco Regionale, tutela che nella realtà stenta a decollare perché vittima di un sistema sociale difficile fatto il più delle volte da abusi e corruzione!

Il presente lavoro è il risultato di tre anni di ricerca che si è sviluppata seguendo principalmente due fasi. Una prima fase è stata prioritariamente destinata alla conoscenza della geologia dell'area, che è avvenuta sia attraverso lo studio delle numerose pubblicazioni scientifiche già esistenti, sia attraverso la diretta conoscenza del territorio sul campo; quest'ultimo punto mi ha permesso in qualche modo anche di conoscere il "carattere" del contesto sociale in cui i beni geologici flegrei si trovano. Un tipo di ricerca sistematica dunque, finalizzata all'individuazione di località idonee alla valorizzazione e alla divulgazione.

Una seconda fase invece ha previsto il censimento dei geositi (seguendo criteri direttamente desunti da bibliografia) e la progettazione di strumenti utili alla realizzazione di strategie di divulgazione e di valorizzazione dei beni geologici scelti. Ciò è avvenuto attraverso l'uso di strumenti informatici, come Gis e database, che mi hanno permesso di catalogare i siti e le loro principali caratteristiche e soprattutto di inserirli all'interno di un sistema geografico georeferenziato; per la prima volta, in questo lavoro, il Gis non viene solo utilizzato come strumento che ha il fine di dare informazioni geografiche sui luoghi, ma viene anche inteso come strumento finalizzato alla valorizzazione. Contemporaneamente ho lavorato anche alla realizzazione di supporti visivi, utili alla diffusione del significato geologico dell'area.

L'opera è strutturata in 7 capitoli.

Nel primo capitolo viene effettuata una sintesi della bibliografia esistente sul tema della geoconservazione, sia in relazione ai problemi esistenti per la gestione dei beni geologici e le normative attualmente vigenti, sia in relazione alle metodologie già adottate per l'individuazione, la valutazione e la valorizzazione dei geositi. Il fine ultimo è quello di fornire informazioni su un argomento, la geoconservazione, che ancora oggi alle volte viene posto in secondo piano rispetto alla ricerca geologica in senso stretto.

Il secondo capitolo comprende una sintesi della storia vulcanologica dei Campi Flegrei e la descrizione nel dettaglio delle successioni stratigrafiche più note in letteratura e delle entità morfologiche di maggiore rilevanza. Lo scopo di questo capitolo è quello di contestualizzare da un punto di vista geologico i potenziali oggetti della tutela, dunque un capitolo preparatorio al valore geologico dell'area.

Il terzo capitolo comprende considerazioni sull'area di carattere geomorfologico. La sua realizzazione è risultata per me necessaria per una migliore comprensione della complessa storia vulcanologica dei Campi Flegrei ed in seguito per l'individuazione di alcune fasi che scandiscono la storia degli ultimi 12.000 anni.

Nel quarto capitolo invece, in seguito ad una breve premessa che ha lo scopo di contestualizzare il valore dei Campi Flegrei nella Regione Campania, viene presentata la struttura e il potenziale contenuto del database, progettato e realizzato per fornire informazioni su ciascun geosito scelto; fa seguito un'accurata descrizione di ognuno di essi. Si concretizzano dunque in questo capitolo gli oggetti della tutela, che vengono scelti dando priorità a quei siti che risultano significativi sia dal punto di vista scientifico che didattico e cercando di conferire maggiore attenzione ai contesti in cui possono trovare spazio discorsi di valorizzazione e di geoconservazione.

Nel quinto capitolo viene effettuata una valutazione quantitativa del valore scientifico dei geositi dei Campi Flegrei utilizzando metodologie proposte in letteratura. Il tentativo effettuato ha lo scopo di determinare un valore oggettivo dei geositi e di ottenere anche dei possibili termini di paragone con quelli individuati in altre realtà territoriali.

Gli ultimi due capitoli sono interamente dedicati alla valorizzazione e alla divulgazione dei beni geologici flegrei, fase fondamentale per far sì che il patrimonio geologico diventi patrimonio di tutti.

Nel sesto capitolo vengono presentate le carte tematiche realizzate, la carta geologica e la carta geomorfologica, pensate come strumenti d'informazione ipoteticamente utilizzabili all'interno di strutture museali o di centri accoglienza per turisti. Viene inoltre descritta la carta dei geositi, consultabile solo in formato digitale, a cui è stato collegato il database e vengono presentate possibilità di fruizione dei siti dell'area flegrea attraverso alcuni itinerari proposti. Viene infine presentato un filmato che illustra la ricostruzione dell'evoluzione geomorfologica degli ultimi 12.000 anni dei Campi Flegrei e che permette in maniera diretta di comprendere come si è giunti all'assetto geologico attuale (nel CD allegato alla tesi "12.000").

Nell'ultimo capitolo vengono invece descritti i prodotti realizzati in collaborazione con il gruppo di lavoro operante all'interno del Centro Regionale di Competenza "INNOVA" (per lo Sviluppo ed il Trasferimento dell'Innovazione Applicata ai Beni Culturali e Ambientali) che ha reso possibile un'importante esperienza di collaborazione lavorativa interdisciplinare. Con i colleghi, abbiamo realizzato ipotesi progettuali di valorizzazione sull'area campione del Lago d'Averno; in particolare per quest'ultimo, ho realizzato, in collaborazione con la dott. Antonella Marsico e la Dott. Paola Scala, un filmato audio-video (nel CD allegato alla tesi "*filmato3D*") sulla ricostruzione tridimensionale dei cambiamenti che l'area ha subito da 12.000 anni fa ad oggi. Vengono inoltre esposte ipotesi di valorizzazione dell'area di Monte di Procida attraverso la strutturazione di percorsi di fruizione. Il lavoro finale comprende dunque oltre che supporto cartaceo, anche un CD all'interno del quale sono contenuti il database, la carta dei geositi e i filmati realizzati.

# CAPITOLO 1

## I BENI AMBIENTALI A CARATTERE GEOLOGICO: I GEOSITI

In questo capitolo viene effettuata una sintesi della bibliografia esistente sul tema della geoconservazione. In una prima parte viene affrontato, in seguito ad una breve parentesi sul significato dei geositi, il problema della gestione dei beni geologici, con qualche cenno alla legislazione vigente. I paragrafi successivi argomentano sui criteri di individuazione, valutazione e valorizzazione dei geositi.

### 1.1 I GEOSITI E LA NECESSITA' DELLA TUTELA

Il paesaggio è sempre stato considerato come uno “sfondo” sul quale prendono vita sia le componenti naturali, quali la flora e la fauna, sia le componenti antropiche. Principali protagonisti di questo “sfondo” sono dunque la natura e l’uomo: la prima fornisce direttamente gli elementi che arricchiscono la scena in cui si svolgono gli eventi, il secondo invece si propone sempre più come protagonista attivo che modifica, nel bene e nel male, l’originario scenario naturale.

Negli ultimi anni, senza dubbio, a causa anche dei continui mutamenti che l’uomo impone all’ambiente le problematiche ambientali stanno diventando sempre più “emergenze”. Di conseguenza l’opinione pubblica e le istituzioni sembrano finalmente mostrare una maggiore attenzione verso il paesaggio in tutte le sue componenti (geologiche, naturalistiche, paesistiche, etc.) ed in particolare verso i beni naturali e le bellezze paesaggistiche.

All’interno di questo ambito la componente geologica ha senza dubbio un ruolo fondamentale, costituendo il substrato su cui si sviluppano sia tutte le forme di vita sia le differenti varietà di paesaggio.

Si sta dunque sempre più sviluppando un incremento di sensibilità e di interesse, da parte delle amministrazioni e da parte di un pubblico comune, nei confronti delle discipline scientifiche, comprese quelle delle Scienze della Terra, e sta maturando la convinzione di dover conoscere e tutelare i più rilevanti fenomeni e beni naturali a scopo scientifico, didattico e turistico (Gisotti, 1990). La crescente attenzione nei confronti delle problematiche ambientali ha inoltre consentito una rivalutazione dei beni ambientali e lo studio dei beni geologici funzionali alla classificazione e alla pianificazione del territorio attraverso lo sviluppo di nuovi approcci metodologici, consolidando la necessità che il loro studio debba prescindere da criteri puramente estetici e fondarsi su criteri desunti direttamente dalla ricerca scientifica.

Accanto al tradizionale interesse, già più spiccato, per fenomeni vulcanici, sismici o alluvionali (che rappresentano categorie di fenomeni più “evidenti” per un pubblico di qualsiasi livello) si sta sviluppando sempre più maggiore interesse anche per i ritrovamenti paleontologici o verso gli aspetti scientifici che portano alla lettura del paesaggio. Per l’identificazione dei beni geologici si fa sempre più specifico riferimento ai beni geomorfologici (o Geomorfositi, termine introdotto da Panizza, 2001), beni che costituiscono da sempre un oggetto di richiamo molto diffuso tra l’opinione pubblica, soprattutto per la loro spettacolarità; nello stesso tempo diventano sempre più i beni del paesaggio soggetti a rischio soprattutto in aree molto antropizzate.

Inoltre da almeno due decenni in Europa, e da una decina di anni anche in Italia, si sta affermando il concetto di salvaguardia del nostro Patrimonio geologico (Geological Heritage), ossia di quei siti o monumenti geologici che ogni regione possiede in diversa misura e qualità (Massoli Novelli, 2002)

Nasce quindi l’importanza di una valutazione dei beni geologici, che deriva dalla necessità di preservare sia aree che, ancora oggi, mantengono caratteristiche geologiche inalterate, che aree in cui i beni geologici sono minacciati dall’incessante invasione dell’uomo.

I beni geologici infatti oltre a costituire componenti essenziali del paesaggio sono elementi perfettamente integrati con l’ecosistema che su questi si è sviluppato.

Il “Bene Territorio” viene finalmente visto, oggi, come si legge nella “*Carta dei Diritti della Terra*” dell’ UNESCO, come una vera e propria Memoria della Terra, una testimonianza fondamentale della sua storia e del suo legame con tutte le forme biologiche e quindi con la storia dell’Uomo.

I beni geologici non vengono più percepiti in modo statico, come un monumento della natura o come singolarità ed emergenze geologiche avulse al territorio. Posseggono infatti significati e potenzialità che vanno ben oltre questa visione museografica che ha accompagnato per lungo tempo i beni ambientali e geologici.

Come mette in evidenza Gonggrijp, (1999), la necessità di una politica di conservazione per le scienze della Terra è un intervento da realizzare urgentemente: il rapido aumento della popolazione e dello sviluppo tecnologico ha portato ad un altrettanto rapido aumento degli impatti a cui il paesaggio geologico è sottoposto a causa dell’uomo. In più luoghi il paesaggio ha subito cambiamenti irreversibili con parziale o totale distruzione di molte delle sue caratteristiche testimoni del tempo passato. L’azione di protezione del patrimonio geologico dovrebbe essere affidata ad un piano strategico che comprende:

1. il coinvolgimento degli scienziati della Terra per affermare, a livello politico e amministrativo, la necessità di conservazione dei geositi;
2. l’inserimento dell’attività di conservazione dei siti geologici in un sistema legislativo;
3. l’individuazione e la motivazione degli oggetti necessitanti protezione;
4. l’educazione del pubblico alla geologia e il suo coinvolgimento nella geoconservazione per sensibilizzare l’opinione;
5. seria considerazione della gestione, essendo la conservazione dei geositi essenziale per le generazioni future.

Da sempre i fenomeni biotici sono quelli a cui viene riservata maggiore tutela: le aree protette, ad esempio, sono spesso istituite per salvaguardare e tutelare determinate associazioni vegetali o animali. In questo contesto i fenomeni abiotici vengono spesso presi meno in considerazione, sia per un oggettivo minore interesse da parte del pubblico, sia perché nella nostra cultura le piante e gli animali hanno un ruolo preminente rispetto ai fattori geologici soprattutto perché questi ultimi non sono di immediata comprensione. Mentre nel caso dei fattori biotici, il meccanismo della riproduzione può, entro certi limiti, compensare l’azione distruttrice di eventi naturali o dell’uomo, per la maggior parte dei beni geologici si tratta spesso di risorse non rinnovabili, che quindi andrebbero perse per sempre.

### 1.1.1 TERMINOLOGIA USATA

In letteratura quando si parla di beni di interesse geologico, si parla indifferentemente di *geositi* o *geotopi*. Questi due termini hanno una propria origine e ragione nella cultura dei paesi dove per prima si è sviluppata una sensibilità verso la conservazione del patrimonio geologico: il termine geotopo viene utilizzato prevalentemente dagli autori di lingua tedesca, mentre geosito da quelli scandinavi e inglesi e possono essere considerati per grandi linee di significato equivalente, sebbene per questo esistano molteplici definizioni.

Diverse sono le accezioni con cui si intendono i due termini: secondo Wimbledon (1999) rientrerebbe in tale definizione una qualsiasi località, area o territorio in cui sia riscontrabile un interesse geologico o geomorfologico per la conservazione; una definizione che necessariamente deve essere onnicomprensiva e di ampio respiro, capace di eliminare inutili discussioni sul significato del termine.

Il gruppo di lavoro del progetto Geosites di IUGS (Wimbledon et al., 2000), specifica che la zona considerata debba rappresentare le specificità geologiche regionali.

Alcuni autori tedeschi parlando di geotopi si riferiscono alla più piccola parte del paesaggio con caratteri e strutture relativamente uniformi; sulla base di questo presupposto i geotopi rappresentano quelle parti della geosfera che sono riconoscibili e accessibili sulla superficie terrestre, spazialmente limitati e distinguibili dalle zone circostanti in relazione a caratteri e processi geologici e morfologici definiti. In questo contesto il termine geotopo può assumere la stessa funzione di un biotopo per la pianificazione territoriale e la protezione della natura (Poli, 1999).

## 1.2 “LA CENERENTOLA DELLA CONSERVAZIONE”: LA GEOCONSERVAZIONE

### 1.2.1 CENNI SULLA STORIA DELLA GEOCONSERVAZIONE E LE POLITICHE DI SALVAGUARDIA DELL’AMBIENTE

La geoconservazione, definita da Wimbledon (1999) “*la Cenerentola della conservazione*”, ha una storia quasi centenaria e numerose sono le organizzazioni internazionali, anche non governative che attualmente operano in questo campo.

Black & Gonggrijp, (1990) identificano i momenti e le cause che hanno portato ad una presa di coscienza verso il problema della geoconservazione.

Alla fine del XIX secolo, le modificazioni ambientali indotte sempre più dallo sviluppo della società industriale portarono a una presa di coscienza soprattutto i biologi (i geologi erano maggiormente impegnati in quel periodo allo sfruttamento delle risorse minerarie).

Nel 1867 in Svizzera, la Commissione Geologica propose di proteggere i blocchi erratici abbandonati da antichi ghiacciai. Nello stesso periodo ad Edinburgo si metteva sotto protezione la parete rocciosa di Agassiz sul Blackford Hill, dove nel 1840 era stata riconosciuta la presenza di fasi glaciali in Scozia.

Nel 1905 nasce in Olanda la prima società di protezione della natura; questa società consentì il riconoscimento dei siti di interesse geologico e creò le prime riserve naturali tra le quali era compresa una zona di dune a testimonianza di processi eolici attivi. Nello stesso anno in Svezia, ad un Congresso della Società Geologica di Stoccolma, De Geer espose la necessità di salvaguardare i “Monumenti naturali”; in seguito fu prodotto il primo inventario ufficiale dei siti di interesse geologico svedesi.

Nel 1909 in Norvegia la Società Geografica incluse nella prima legge di protezione della natura anche i siti geologici e mineralogici di interesse scientifico e storico.

E’ solo a partire dal dopoguerra che vengono attivate convenzioni internazionali per la protezione della natura, con la Convenzione di Stoccolma sulla protezione del patrimonio mondiale culturale e naturale adottata dall’UNESCO.

Nel 1949 fu promulgata in Gran Bretagna la legge che per oltre trenta anni ha regolato la politica protezionistica di questo stato. Tale legge, riconosceva la protezione geologica alla stessa stregua di quella biologica e quando fu istituita la Commissione per la protezione della natura al suo interno fu inserita una sezione geologica distinta.

Nel resto dell’Europa per l’adozione di una politica più attiva dei siti geologici dobbiamo aspettare l’inizio degli anni ’60.

Nel 1961 fu fondata la **IUGS**, *International Union of Geological Science*, una delle più importanti associazioni a cui oggi aderiscono più di centodieci stati, impegnata in diverse attività nel campo della geologia ed è stata promotrice della tutela dei beni geologici.

Nell’ambito della Conferenza Generale di Parigi, nel 1972, ha inizio la moderna politica di conservazione della natura, con la redazione di una delle principali convenzioni internazionali adottate dall’UNESCO volte alla protezione della natura, **La Convenzione per la protezione del patrimonio mondiale culturale e naturale** (*The World Heritage Convention*). Il suo scopo principale è quello di realizzare una lista di siti culturali e naturali, *World Heritage List*, che permetta di selezionare e conservare il patrimonio mondiale.

Nonostante in alcune nazioni la legislazione abbia reso possibile l’attività della geoconservazione fin dall’inizio del XX secolo, la prima associazione europea è stata costituita solo nel 1988, con l’*European Working Group for Earth Science Conservation*.

Questa associazione è diventata nel 1993 la **PROGEO**, *European Association for the Conservation of the Geological Heritage* e ha contribuito a definire una nuova strategia paneuropea riconosciuta anche

dall' Unesco. Sempre la PROGEO si è prefissata nel 1995 di avviare la compilazione di una lista di geositi europei. Ha organizzato a Digne, in Francia, nel 1991, il I° Symposio Internazionale sulla Conservazione del patrimonio geologico, con il patrocinio dell'UNESCO. In questa occasione fu redatta la Dichiarazione Internazionale dei Diritti della Memoria della Terra, il cui testo enuncia:

1. *Così come la vita umana è considerata unica, è giunto il tempo di riconoscere l'unicità della Terra.*

2. *La Madre Terra ci sostiene; noi siamo legati ad essa, che rappresenta pertanto il legame fra tutti gli uomini per tutta la loro vita.*

3. *La Terra ha un'età di quattro miliardi di anni ed è la culla della vita, nel corso delle ere geologiche ha subito innumerevoli cambiamenti che hanno determinato la sua lunga evoluzione che ha condotto alla formazione dell'ambiente in cui viviamo attualmente.*

4. *La nostra storia e quella della terra sono inseparabili; le sue origini e la sua storia sono le nostre, il suo futuro sarà il nostro futuro.*

5. *La superficie della terra è il nostro ambiente, esso è diverso non solo da quello del passato, ma anche da quello futuro. Adesso noi siamo compagni della terra e suoi guardiani soltanto momentanei.*

6. *Come un vecchio albero conserva la registrazione della sua vita, la terra mantiene le "memorie" del passato scritte nelle sue profondità e nella sua superficie, nelle rocce e nel paesaggio; questa sorta di registrazione può essere anche tradotta.*

7. *Dobbiamo stare attenti alla necessità di proteggere il nostro patrimonio culturale, le "memorie" del genere umano. È giunto il momento di proteggere il patrimonio naturale e l'ambiente fisico, perché il passato della terra non è meno importante di quello dell'uomo. È ora per noi d'imparare a conoscere questo patrimonio e quindi leggere questo libro del passato, scritto nelle rocce e nel paesaggio prima del nostro avvento.*

8. *L'uomo e la terra formano un patrimonio comune. Noi e i governi siamo soltanto custodi di quest'eredità. Tutti gli esseri umani debbono capire che il più piccolo danno arrecato può mutilare, distruggere o produrre danni irreversibili. Ogni forma di sviluppo dovrebbe rispettare le singolarità di quest'eredità.*

9. *I partecipanti al I Convegno Internazionale sulla Conservazione del nostro patrimonio geologico, che ha visto la partecipazione di più di 100 specialisti, provenienti da più di 30 nazioni, chiedono urgentemente a tutte le autorità nazionali e internazionali di dare pieno appoggio alla necessità di tutela del patrimonio della nostra Terra, e di proteggerlo con tutte le misure legali, finanziarie e organizzative che potrebbero essere necessarie.*

La Dichiarazione Internazionale dei Diritti della Memoria della Terra costituisce un passo fondamentale per la storia della geoconservazione, in quanto nei nove punti che la costituiscono sintetizza in modo chiaro l'importanza del patrimonio geologico per la vita dell'uomo e l'urgenza di muovere passi in direzione della geoconservazione.

Solo negli ultimi trenta anni, dunque, le strategie di conservazione della natura a livello internazionale conferiscono un ruolo significativo alla componente geologica (Brancucci & Burlando, 2001; Dingwall, 2000).

Sono d'esempio le numerose iniziative promosse da enti organizzativi come la IUCN, che dal 1994 per la gestione delle aree protette dedica particolare attenzione al patrimonio geologico; la *Convenzione sulla protezione del Patrimonio Culturale e Naturale Mondiale* (UNESCO) definisce il patrimonio naturale e "...i monumenti naturali costituiti da formazioni fisiche oppure da gruppi di tali formazioni, le formazioni geologiche e fisiografiche...".

Sempre con il supporto dell'UNESCO il programma *Man and Biosphere* promuove azioni di promozione e divulgazione scientifica e ambientale di numerosi siti di grande importanza geologica. Ancora va ricordata la Convenzione di Ramsar finalizzata prioritariamente alla conservazione della biodiversità in zone umide, ma con particolare riferimento ai siti di interesse geologico in aree costiere o interne. Il Trattato Antartico che individua la necessità di salvaguardare aree speciali e

rappresentative dei più importanti ecosistemi terrestri e la Direttiva “Habitat” 92/43/CEE che prevede anche forme di tutela e valorizzazione per forme abiotiche.

Altra iniziativa internazionale degna di nota è la *Strategia paneuropea della diversità biologica e paesaggistica*, approvata a Sofia nel 1995, che prevede la sua attuazione completa in un arco di tempo di 20 anni e il cui principale scopo è quello di “...impedire un ulteriore deterioramento dei paesaggi e del relativo patrimonio culturale e geologico in Europa e conservare la loro bellezza ed identità... sensibilizzare gli organismi pubblici e i responsabili delle decisioni politiche a pervenire ad una condizione di protezione più idonea per tali elementi in Europa...”; sono stati formulati quattro piani d’azione quinquennali che coprono un lasso di tempo tra il 1996 ed il 2016 attraverso cui la Strategia dispiegherà i suoi effetti: Il primo piano 1996-2000, Action theme 4, “Conservation of landscape”, ha lo scopo di conservare integrità ed identità dei patrimoni culturali e geologici in accordo con i criteri sanciti nella Dichiarazione di Digne del 1991.

Va ricordata inoltre a *Convenzione per la protezione delle Alpi* sottoscritta da Austria, Svizzera, Francia, Germania, Italia, Slovenia e Liechtenstein, che mira a salvaguardare l'ecosistema naturale delle Alpi. Nel 2000 viene firmata a Firenze la *Convenzione Europea del Paesaggio*, che costituisce uno strumento per la salvaguardia, la gestione e la pianificazione dei paesaggi europei, per conservarne e migliorarne la qualità in un'ottica di tutela dell'ambiente e sviluppo sostenibile; in questa Convenzione il paesaggio viene ad essere “...componente essenziale del contesto di vita delle popolazioni, espressione della diversità del loro comune patrimonio culturale e naturale e fondamento della loro identità ...”.

Bisogna notare che le succitate iniziative internazionali non sono state sempre recepite in Italia e se ciò è avvenuto è stato sempre con alcuni anni di ritardo.

Vanno ricordate inoltre le numerose associazioni che attualmente sono attive nel campo della salvaguardia dei beni ambientali, tra cui:

- ✓ la **IUCN** (*International Union of Conservation of Nature*), il massimo organismo internazionale operante in tema di conservazione della natura si propone di “...influenzare, incoraggiare ed assistere le società del mondo per conservare l'integrità e la diversità della natura e assicurare che ogni utilizzo delle risorse naturali sia equo ed ecologicamente sostenibile”.
- ✓ la **Malven International Task Force for Earth Heritage Convention**, fondata nel 1993 con lo scopo di promuovere la formazione di una convenzione internazionale per la salvaguardia del patrimonio geologico, associata ad un task force che perseguisse questo obiettivo.

In Italia:

- ✓ la **FIST**, *Federazione Italiana di Scienze della Terra* è composta da diverse società scientifiche operanti nel campo delle Scienze della Terra e la sua azione viene svolta da tutte le associazioni ambientaliste sparse sul territorio europeo.
- ✓ la **SIGI**, *Società Geologica Italiana*, si è impegnata nel diffondere le problematiche geologiche, realizzando le “Guide Geologiche Regionali”.
- ✓ la **SIGEA**, *Società Italiana di Geologia Ambientale*, mira alla valorizzazione delle Scienze della Terra nella protezione della salute e sicurezza dell'umanità, comunque in un'ottica di recupero e protezione dell'ambiente; al suo interno si è costituito un gruppo “Geositi” che lavora per la conoscenza e salvaguardia del patrimonio geologico.
- ✓ Il Settore Tutela del Patrimonio Geologico dell' **APAT**, Agenzia Protezione Ambiente e Servizi Tecnici, nel 2000 ha avviato il progetto di “Conservazione del patrimonio geologico Italiano” e ha realizzato una banca dati sui siti di interesse geologico.

Inoltre molte sono state negli ultimi 30 anni le iniziative locali. Recentemente parte del lavoro viene svolto anche dagli enti Universitari, spesso sostenuti economicamente dalle pubbliche amministrazioni e/o in collaborazione con le suddette associazioni; attualmente sono in corso due progetti interuniversitari, MIUR e COFIN.

Nelle politiche di salvaguardia dell'ambiente, un'adeguata conoscenza e valorizzazione del patrimonio geologico rappresenta, sia a livello internazionale che nazionale, uno strumento di fondamentale importanza ai fini della pianificazione territoriale.

Le aree protette rappresentano il mezzo principale che permette la salvaguardia non solo dei beni faunistici e floristici ma anche di interi paesaggi che conservano in essi la maggior parte del patrimonio geologico da tutelare.

Senza dubbio moltissime aree protette sono state individuate per tutelare specie animali e vegetali di grande valore conservazionistico e/o in via di estinzione, ma numerose altre aree devono la loro istituzione a prevalenti valenze di tipo abiotico, connesse a particolari connotazioni geologiche e geomorfologiche.

Numerosi sono inoltre i programmi di rilevanza internazionale di conservazione e valorizzazione indirizzati esclusivamente al patrimonio geologico.

In Gran Bretagna, l'inventario dei siti inglesi d'interesse geologico è iniziato fin dagli anni 50, con i **SSSI** (*Sites of Special Scientific Interest*) in cui la ricerca era gestita soprattutto da ricercatori universitari; negli anni 80 si è sviluppato un inventario meno scientifico e più aderente alle realtà locali ed al geoturismo quello del progetto **RIGS** (*Regional Important Geological/ Geomorphological Sites*), una rete di siti sorta in Inghilterra, gestiti a livello locale da volontari. Il primo obiettivo di ciascun gruppo RIGS è di mettere in luce le aree geologicamente più interessanti attraverso una selezione dei siti. I RIGS stanno dando prova di essere un metodo efficace e ampiamente riconosciuto per la conservazione dei siti geologici e geomorfologici significativi a livello locale; il sistema di pianificazione locale costituisce il mezzo più efficace nella loro conservazione.

Altro progetto importante "**Geosites**", è stato promosso dalla IUGS nel 1995, con lo scopo di creare un gruppo di lavoro, la cui finalità fosse la creazione di un inventario ed un database continuamente aggiornato sui siti geologici mondiali ed europei più significativi. Il maggiore problema che si pone questo progetto è l'individuazione delle metodologie migliori per la valutazione, la selezione e la conservazione dei siti nei diversi paesi, favorendo collaborazioni con altre discipline e settori di interesse. Il progetto si propone inoltre l'attuazione di strategie di gestione dei siti compatibili con la loro conservazione, con lo scopo di diffondere un più ampio riconoscimento tra il pubblico attraverso una base pratica e tangibile quale: la motivazione, la selezione, la gestione, la pubblicizzazione dei geositi e il coinvolgimento dei fruitori; strategie di cui la conservazione dei siti di interesse geologico è la finalità essenziale.

Sempre in Gran Bretagna, recentemente, sono stati introdotti i LGAP (Local Geodiversity Action Plans) che, in situazioni locali, mirano alla tutela dei beni in relazione al concetto di geodiversità, attivando strategie di educazione e comunicazione.

## 1.2.2 GLI ASPETTI LEGISLATIVI IN ITALIA PER LA CONSERVAZIONE DEL PATRIMONIO GEOLOGICO

Stabilito che la tutela e la gestione dei beni geologici deve essere necessariamente regolata dalle leggi per la salvaguardia del paesaggio, in Europa la legislazione vigente e le modalità di protezione variano tra Stato e Stato: si passa da quelli che danno un pieno riconoscimento sia ai piccoli che ai grandi siti di interesse scientifico, a quelli privi di legislazione o attività di geoconservazione (Wimbledon, 1999). La maggior parte degli stati riconoscono i siti di interesse geologico attraverso legislazioni riguardanti l'urbanistica, la pianificazione delle attività estrattive o delle risorse naturali oppure mediante ordinamenti storici o culturali. Alcuni paesi invece pur avendo un'adeguata legislazione non svolgono le attività di valorizzazione e protezione che la stessa prevede.

In Italia la geoconservazione non è regolata da un piano organico di tutela dei geositi e la legislazione esistente appare carente sotto il profilo della valorizzazione scientifica.

La prima legge che da disposizioni sui beni ambientali fu emanata il 1 giugno 1939, legge n.1089 e tratta "...delle cose d'interesse artistico, storico...e delle cose che riguardano la paleontologia, la

*preistoria e le civiltà primitive*". Nello stesso anno il 29 giugno, venne emanata la legge 1497 per la "Protezione delle bellezze naturali" in cui il riferimento al patrimonio ambientale si fa più esplicito.

Nel 1940 il Regio Decreto n.1357 "Regolamento per l'applicazione della legge 29 giugno 1939, n.1497" enuncia chiaramente, nel capitolo 9, che: "la singolarità geologica è determinata segnatamente dal suo interesse scientifico" e "sono bellezze panoramiche da proteggere quelle che si possono godere da un punto di vista o belvedere accessibile al pubblico, nel qual caso sono da proteggere le une e le altre".

In tempi più recenti è stato emanato il Decreto Legge n. 657, del 14 settembre 1974, in cui le enunciazioni di principio sono volte alla tutela ed alla valorizzazione dei beni culturali ed ambientali, considerati patrimonio nazionale.

Seguì la legge 8 agosto 1985, n.431 "Legge Galasso", recante disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale, sottoposte a vincolo paesaggistico. Vengono identificate undici categorie territoriali di beni protetti, tra questi: le coste, i fiumi, i territori contermini ai laghi, le montagne e le isole, i ghiacciai e i circhi glaciali, i vulcani. Il passaggio è importante: il criterio estetico lascia il passo ad una diversa percezione del paesaggio non più solo "quadro" naturale, ma inteso nella sua specificità geografica e sistemica.

La legislazione emanata in tempi recenti e relativa alle competenze del Ministero dell'Ambiente nell'ambito del settore delle aree protette, seppur non facendo particolare riferimento ai geositi, aumenta le loro possibilità di tutela; attualmente i riferimenti base della legislazione italiana sono almeno tre:

- Legge Quadro sulle aree protette, L. 394 del 6/12/91
- Elenco ufficiale delle aree protette (Delibera del 21/12/93)
- Programma triennale per le aree naturali protette

La legge quadro n. 394, stabilisce che la protezione dei beni geologici non si esercita esclusivamente mediante provvedimenti ad hoc o all'interno della pianificazione territoriale o urbanistica, ma anche nell'ambito delle aree naturali protette: parchi e riserve naturali; indica gli obiettivi da raggiungere mediante l'istituzione di aree protette che integrino la conservazione dell'ambiente con una gestione del territorio e delle risorse secondo un modello sostenibile e compatibile. Inoltre all'art.1 della 394/91 si definisce come patrimonio naturale da conservare e valorizzare "le formazioni fisiche, geologiche, geomorfologiche e biologiche o gruppi di esse che hanno rilevante valore naturalistico ed ambientale" ed ancora il comma 3 individua tra le finalità del regime di tutela la conservazione di: singolarità geologiche, formazioni paleontologiche ed equilibri idrogeologici.

Recentemente la Direttiva 92/43/CEE "Habitat" prevede l'adozione di misure necessarie per mantenere e ripristinare gli habitat naturali, sia terrestri che marini, nel territorio della Comunità Europea. Il riferimento al concetto di "geodiversità" rappresenta un'ulteriore evoluzione dei principi di conservazione della natura, esso costituisce, infatti, la correlazione tra il substrato geologico e le peculiarità della biomassa. La direttiva "Habitat" è stata recepita in Italia con il D.P.R. 8 settembre 1997, n.357 che oltre a proporre una strategia per la realizzazione di Natura 2000, una rete ecologica europea, definisce le aree aventi caratteristiche geologiche e biogeografiche uniche come habitat d'interesse comunitario.

Il Decreto Legislativo dell'11/05/99, n. 152, stabilisce le "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole..."; con questo decreto, anche detto Legge Quadro sulle Acque, vengono poste sotto tutela le acque marine, sotterranee e superficiali e in base alla quale le regioni elaborano, come esposto nell'articolo 4, dei piani di protezione delle acque contenenti indicazioni sugli elementi geografici, geologici, idrogeologici, fisici, chimici e biologici dei corpi idrici superficiali e sotterranei.

Ancora il Decreto Legge del 29/10/1999, n°490 "Testo unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali ed ambientali", riporta tutte le competenze in merito ai geositi nell'ambito dei beni

culturali ed ambientali. Nell'articolo 139 si legge *“Sono soggetti alle disposizioni di questo Titolo in ragione del loro notevole interesse pubblico: a) la cose immobili che hanno cospicuo carattere di bellezza naturale o di singolarità geologica...”*. Nell' articolo 140 sono illustrati i criteri per la compilazione di elenchi che devono essere affidati dalle Regioni alle Province.

Il piano legislativo italiano risulta dettagliato ed esteso nei settori d'intervento, e comprende una vasta gamma di strumenti attuativi: vincoli, piani territoriali e paesaggistici, aree protette.

Nell'atto pratico però esiste ancora una certa confusione in quanto le leggi di pertinenza del Ministero dell'Ambiente in realtà non sono mai state applicate in maniera adeguata. La legislazione esistente ha permesso spesso la tutela dei beni geologici soprattutto nell'ambito di aree protette e quindi tutto ciò che è rimasto al di fuori di esse rimane ancora oggi non censito e soprattutto non protetto (Zarlenga, 2001).

Negli ultimi anni, lo stesso Ministero dei Beni Culturali ha sentito l'esigenza di mettere un “nuovo ordine” nella legislazione vigente su questo argomento;

Con il Decreto Ministeriale del 3/04/2000, viene enunciato l' *“Elenco delle zone di protezione speciale designate ai sensi della direttiva 79/409/CEE e dei siti di importanza comunitaria proposti ai sensi della direttiva 92/43/CEE”*, e vengono riportati gli elenchi delle Zone di Protezione Speciale (ZPS) e dei Siti di Importanza Comunitaria (SIC).

In Sardegna, la presenza di una normativa regionale, stabilisce con il Decreto Ministeriale del 16/10/2001, l'*Istituzione del Parco geominerario storico ed ambientale della Sardegna*, in cui nell'articolo 2 si pone particolare attenzione al recupero delle *“strutture minerarie e siti geologici con particolare riguardo a quelli più degradati ed a quelli più rappresentativi sotto l'aspetto tecnico-scientifico e storico-culturale”*. L'UNESCO ha dichiarato il Parco geominerario primo al mondo della rete geositi/geoparchi. Precedentemente, nel 1998, era già stata sottoscritte la *“Carta di Cagliari”* per la tutela del patrimonio storico-culturale e paesaggistico-ambientale legato all'estrazione mineraria e alla vita dell'uomo in queste zone.

Il più recente Decreto Legislativo è quello del 22/01/2004, *“Codice dei beni culturali e del paesaggio”*. Nell'articolo 2 si legge: *“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...”*

Questa legge costituisce il primo tentativo di elaborare una legislazione unitaria sia per i beni appartenenti al patrimonio storico-artistico sia per quelli appartenenti al patrimonio paesaggistico

Il paesaggio viene inoltre definito nell'articolo 131 come *“parte omogenea del territorio i cui caratteri derivano dalle interrelazioni della storia umana e della natura”*

Vengono dunque ad identificarsi due tipologie di beni culturali: quelli che in senso stretto individuano le cose d'interesse storico, artistico, paleontologico e archeologico e i beni culturali in senso più ampio, che costituiscono i paesaggi italiani. Si delineano inoltre tre tipologie di beni paesaggistici: *“le cose immobili aventi cospicui caratteri di bellezza naturale”* come le ville, i giardini, etc. (art.136); le aree già tutelate dalla Legge Galasso (art.142); gli immobili e le aree sottoposti a tutela dai piani paesaggistici (art.143 e 146).

Inoltre nel 2005 è stata recepita in Italia la *“Convenzione europea sul paesaggio”*.

### 1.2.3 LO STATO DELL'ARTE IN EUROPA E ITALIA

A livello europeo, pur non avendo ancora raggiunto condizioni ottimali paragonabili al panorama internazionale, si nota una complessiva tendenza al miglioramento dell'attività di selezione e protezione sia per l'incremento di attività di ricerca in questo campo sia per l'attuazione delle direttive dell'Unione Europea. Esistono sicuramente situazioni di forte squilibrio tra paesi che, come la Gran Bretagna, ha un'esperienza centenaria e chi come l'Albania non ha ancora una legislazione specifica per la tutela del patrimonio geologico. In Belgio esistono leggi in vigore che permettono ad ogni cittadino, organizzazione o autorità locale di fare domanda per la conservazione e la gestione dei monumenti naturali. In nazioni come l'Austria, la Danimarca, la Finlandia, la Svezia, l'Irlanda, la

Germania, la Francia, la Svizzera, la Spagna, la Bulgaria, la Russia sono in vigore leggi per la conservazione della natura, con l'istituzione di aree protette con particolare riferimento alla tutela non solo per animali e piante ma anche per i beni geologici naturali

In Italia la gestione è regolata dalla Legislazione del Ministero dell' Ambiente e il Ministero dei Beni Culturali ed Ambientali. Il nostro ritardo rispetto alle comunità internazionali, nei confronti dei problemi che riguardano la tutela dei beni ambientali e la gestione del territorio, sono dipese nel tempo non solo dalla presenza di un substrato sociale poco sensibilizzato rispetto al "bene ambiente", ma anche probabilmente dalla assenza di strumenti legislativi realmente operativi.

Le iniziative legislative oltre ad aumentare la sensibilizzazione dell'opinione pubblica possono essere uno dei motori di sviluppo della ricerca scientifica.

Solo con la legge quadro sulle aree protette (L.394/91) viene fatto un passo decisivo per la tutela ambientale, fornendo dei punti cardini concreti per lo sviluppo di una cultura protezionistica riguardo i beni geologici e fornendo nuovi stimoli per una migliore definizione in termini scientifici delle caratteristiche dei beni da proteggere.

Purtroppo non esiste ancora un piano organico di tutela dei geositi, in quanto il contesto di tutela promuove la protezione di alcuni oggetti geologici quasi in maniera accidentale, soffermandosi su quelli che hanno maggior valenza paesistica o scenica e tralasciando ad esempio i siti a maggior contenuto scientifico.

Secondo D'Andrea et al., 2003, l'azione di conservazione del patrimonio geologico deve necessariamente essere affidata ad un piano strategico che preveda:

- l'individuazione dei geositi e la loro catalogazione uniforme a livello nazionale;
- l'inserimento dell'attività di conservazione in un sistema legislativo;
- l'affermazione a livello politico ed amministrativo della necessità di conservazione dei siti di interesse geologico;
- l'educazione della collettività alla geoconservazione ed il suo coinvolgimento nella gestione del bene.

Al di fuori del contesto legislativo, per nuove iniziative protezionistiche, si stanno sempre più muovendo istituzioni di ricerca e organizzazioni non governative.

Tra i maggiori progetti di censimento in atto ricordiamo D'Andrea e Di Leginio (2002), che hanno esposto il progetto del Servizio Geologico Nazionale, "Conservazione del patrimonio geologico italiano", relativo al censimento dei siti di interesse geologico in Italia; il progetto è articolato per singole regioni, enti locali e aree protette e si propone tra gli obiettivi principali l'elaborazione di proposte normative, la definizione di metodi, criteri e standard per l'acquisizione informatizzata dei dati e la sistematizzazione della documentazione già esistente sui geositi e di quella proveniente da nuovi censimenti che il progetto stesso ha attivato.

Una ulteriore iniziativa degna di nota è il risultato delle ricerche svolte dall'Università degli studi di Modena e Reggio Emilia che in collaborazione con la Regione Emilia Romagna ha sviluppato il progetto "Memoria della Terra, la Terra della Memoria"(nell'omonimo volume Piacente & Poli 2003), volto al censimento, valutazione e valorizzazione del patrimonio geologico Emiliano.

Il primo esempio di censimento completo di geositi è quello della Provincia di Modena (AA.VV., 1999) nel quale sono stati identificati 124 geositi, per diversi settori di studio e per ciascun geosito è stata definita la valenza e il grado d'interesse.

Attualmente quasi tutte le regioni italiane stanno portando avanti ricerche finalizzate al censimento dei beni geologici italiani senza aver ancora raggiunto però una metodologia unica, oppure seguendo metodologie adottate a scala regionale. L'attività di ricerca svolta si sviluppa ancora in maniera non coordinata e viene eseguita prevalentemente dagli Enti di Ricerca e dalle Università quasi sempre in collaborazione con Amministrazioni pubbliche d'eccezione; ne sono un esempio la regione Lombardia, Emilia Romagna, Abruzzo, Marche, Lazio e Sardegna, che sono le regioni che hanno il maggior numero di progetti finanziati e avviati atti al censimento, alla protezione, al recupero e alla valorizzazione dei beni geologici.

## 1.3. CRITERI DI INDIVIDUAZIONE, SELEZIONE E VALUTAZIONE QUALITATIVA DEI SITI

### 1.3.1 CRITERI DI INDIVIDUAZIONE E SELEZIONE

Considerando che ancora oggi non esiste un'unica definizione del termine geositi e che quella considerata di riferimento, proposta nel 1995 da Wimbledon, è estremamente generica, in questa sede mi sembra appropriato approfondire il problema dei criteri di individuazione e selezione dei beni geologici.

Come efficacemente osservato da Casto e Zarlenga (1992), se non fossero stabiliti dei criteri standard di selezione, ogni singolo ciottolo di ghiaia potrebbe essere considerato un geosito se si provasse ad immaginare la serie di processi che lo ha portato ad essere tale.

Uno dei problemi che si presentarono fin da subito, negli anni 60, fu quello della scelta dei criteri da adottare per la scelta dei siti, ossia secondo quali regole poter affermare che un geosito può essere definito tale.

Prevalsero, in prima istanza, valutazioni di tipo estetico su criteri propriamente scientifici, fino ad arrivare all'assegnazione di punteggi da parte di una platea di osservatori.

I diversi Stati hanno poi usato metodi differenti per la selezione dei siti con vari gradi di oggettività. Un metodo assai diffuso è quello di selezionare "monumenti geologici", spesso di piccole dimensioni, in località spettacolari, in cui il sito spesso è arricchito anche di significati storici o folcloristici.

Questi criteri sono troppo generici per permettere una corretta e oggettiva individuazione dei geositi nel territorio, in quanto non sono considerati i parametri che permettono un pieno riconoscimento a tutte le tipologie di siti che possono esistere. Le metodologie basate solo su percezioni soggettive ed estetiche non rivestono inoltre interesse sotto il profilo scientifico, anche se possono favorire una generica conoscenza dell'ambiente.

Tuttavia, anche se sono quelli che in maniera più diretta possono essere percepiti da una vasta platea, non sono solo gli attributi scenici a conferire valore ai beni paesaggistici. Bisogna senza dubbio considerare caratteri legati ad aspetti meno soggettivi, come il significato scientifico o la rappresentatività ambientale (elementi che fanno del sito un vero e proprio bene culturale).

Si deve dunque effettuare la scelta dei geositi prescindendo da caratteri puramente estetici e cercando di identificare, in un'area presa in esame, quei particolari siti o beni che risultino fondamentali per la comprensione delle caratteristiche geologiche dell'area.

In Italia, seppur con qualche sfumatura relativa alla specializzazione degli operatori, è più o meno accettata come filosofia che può regolare la scelta dei siti quella proposta da Wimbledon et al. (1995) nel Regno Unito; gli autori propongono per la selezione dei siti la realizzazione di un libro (*Domesday Book*) in cui leggere le varie tappe, contenute nei siti prescelti, dell'evoluzione geologica dell'area.

I criteri che debbono invece dettare la selezione dei siti, in accordo con la classificazione di Wimbledon (1990), sono:

- I "siti migliori" (*Best sites*)
- I "siti unici" (*Unique sites*)
- I "primi" (*Firsts*)
- Le caratteristiche salienti (*Patterns*)

Ancora Wimbledon et al. indicano le vie percorribili per realizzare la migliore selezione dei siti da conservare.

Tra le principali, elencano le seguenti:

- 1) eseguire una selezione dei siti *ad hoc*, e cioè scegliere siti singoli con confini ben definiti;
- 2) concentrarsi *a priori* su determinati tipi di sito giudicati di maggiore importanza;
- 3) selezionare i siti e le aree che hanno già qualche *etichetta* di conservazione o designazione o protezione;

4) scegliere alcuni siti simbolici senza effettuare una ricerca sistematica e affidarsi a poche località superlative;

5) definire un contesto e scegliere i siti all'interno di quel contesto.

Secondo Poli (1999), solo il punto 5 (chiamato anche metodo comparativo) si avvicina al metodo ideale.

Un contributo alla selezione dei siti può essere dato attraverso la suddivisione di essi in categorie (tabella 1). Sebbene questa attività non sia primaria, è importante entrare nel dettaglio, perché la classificazione costituisce un passo ulteriore per la selezione dei siti, in quanto aiuta, attraverso la comparazione e l'esame della documentazione, nell'identificazione (Wimbledon, 1999).

### 1.3.2 LA VALUTAZIONE QUALITATIVA

Geologia	Sezioni stratigrafiche di particolare significato; Stratotipi; Sezioni con particolari strutture sedimentarie; Strutture tettoniche e metamorfiche di particolare significato; Geologia applicata (Cave e miniere)
Petrografia e Mineralogia	Depositi minerali che non rivestono importanza economica; Depositi minerali che rivestono importanza economica; Depositi di minerali rari; Affioramenti di particolari tipi di Lave; Litotipi che segnano particolari fasi dell'attività vulcanica, ignea o metamorfica o di particolare significato scientifico ed economico
Geomorfologia	Forme che attestano particolari fasi del modellamento del paesaggio; "Monumenti geologici" e paesaggi
Idrogeologia	Sorgenti particolarmente importanti per il chimismo delle acque; Sorgenti particolarmente importanti per la circolazione sotterranea delle acque
Paleontologia	Depositi fossiliferi di invertebrati; Depositi fossiliferi di vertebrati; Depositi fossiliferi di vegetali
Paletnologia	- Presenza di industrie paleolitiche
Pedologia	- Principali tipi di paleosuolo

Tabella 1: Tipologie di geositi (da Castro e Zarlenga, 1992).

Il problema della valutazione dei geositi si pone nel momento in cui, una volta individuati siti di particolare interesse geologico in una determinata area, è necessario attribuire ai siti stessi dei valori che possano renderli validi ed interessanti per una più ampia fascia di persone, siano esse costituite dall'opinione pubblica o da una platea di esperti.

Abbiamo già visto nel precedente paragrafo come esistano delle proposte metodologiche per l'individuazione dei

geositi, fatto inevitabile nell'ottica della protezione degli elementi chiave del nostro patrimonio geologico e paesaggistico.

Numerose altre proposte di selezione dei siti si basano su una scelta effettuata secondo criteri che si basano sul valore del sito, effettuando una scelta che presuppone a priori una valutazione qualitativa.

L'attribuzione di un valore ai geositi, consente inoltre alla nostra legislazione di porre sotto tutela il bene geologico in questione, stabilendo anche delle priorità d'intervento.

Tra gli attributi che conferiscono valore ad un bene geologico, Bertacchini et al., (1999), propongono quello socio-economico, quello culturale, quello scenico e quello scientifico.

Un esempio valido è rappresentato dalle linee guida presentate per la valutazione dei siti di interesse geologico e geomorfologico di importanza regionale (RIGS *Regionally Important Geological/Geomorphological Sites*) (Harley & Robinson, 1991) i cui criteri di selezione vengono raggruppati entro quattro temi fondamentali:

- il **valore** del sito da un punto di vista **didattico**, in relazione al significato che esso riveste per le scuole elementari, medie e superiori e per le università;
- il **valore** del sito da un punto di vista **scientifico**;
- il **valore storico** del sito, sia in relazione all'importanza che il sito ha per il progresso delle conoscenze geologiche in senso lato, sia rispetto alle relazioni che il sito ha con la cultura, il folklore o l'archeologia dell'area considerata

- il **valore estetico** del sito in un paesaggio, valore che può aiutare a promuovere la consapevolezza e l'apprezzamento della geologia e della geomorfologia in un pubblico più vasto.

Sebbene non esaustivi questi quattro temi possono rappresentare un punto di partenza. Completano l'inventario criteri di selezione, sia generali che propriamente scientifici, in base ai seguenti elementi (Cartoon et al., 1994; Gonggrijp, 1992; Panizza, 1988, 1992; Sturm, 1994):

- ✓ rarità e condizione, riferiti sia al processo di formazione, sia al significato scientifico a scala regionale;
- ✓ diversità;
- ✓ rappresentatività;
- ✓ accessibilità;
- ✓ vulnerabilità;
- ✓ valore socio-economico;
- ✓ valore culturale.

La metodologia di individuazione dei geositi proposta dalla IUGS (*International Union of Geological Sciences*) (Wimbledon, 1999, 2000) nel progetto "Geosites" prevede delle linee guida per la selezione dei siti e dei principi per la valutazione qualitativa del rilievo scientifico dei siti proposti. Secondo queste linee guida colui che propone un geosito dovrebbe fare le seguenti considerazioni:

- il significato che il sito riveste per la comprensione dell'evoluzione geologica dell'area in cui ricade;
- il significato che il sito riveste per la comprensione dei meccanismi o dei processi geologici o geomorfologici;
- il grado di completezza delle evidenze esistenti sul territorio considerato rispetto ad un determinato processo;
- il grado di approfondimento di studio del sito, riscontrabile sulla quantità di lavori presenti in letteratura;
- il significato e il carattere speciale, tipico o unico, che il sito riveste in relazione all'evento che esso testimonia;
- il tema su cui si focalizza l'interesse del sito e quindi quale parte della storia geologica o quale fenomeno geologico esso rappresenta.

In Italia studi fatti sulla individuazione e valutazione dei geositi possono essere elencati come segue: Cartoon et al., (1994); Marchetti et al., (1995); Barba et al., (1997); Bertacchini et al., (1999); Giusti & Gonzales, (2000); Coratza & Giusti, (2002); Coratza & Marchetti (2002).

Per quanto riguarda come possa essere valutato in modo univoco l'interesse scientifico, tutti gli autori italiani che si sono occupati dell'argomento (Arnoldus et al., 1995; Casto & Zarlenga, 1992, 1996, 1997; Panizza, 1992) e le posizioni espresse in un meeting della PROGEO Italia a Genova, concordano, seppur con qualche differenza, con lo schema proposto da Panizza e Piacente nell'ambito del progetto "Censimento dei Geotopi della Provincia di Modena". Lo schema indica nella valenza geologica il metodo di attribuzione del valore scientifico, relativo all'evoluzione, all'esemplarità didattica, al valore paleoambientale, al supporto ecologico ed infine al valore storico-culturale del sito nell'ambito della geologia.

Pertanto, ogni sito che presenta un significato scientifico nel contesto geologico di riferimento è da considerarsi un geosito, che a seconda del suo grado d'interesse può essere definito di interesse *mondiale, nazionale, regionale e locale*. La dimensione del geosito può essere sia puntuale che areale. Nell'ultimo caso potrà essere significativo di più settori delle scienze della Terra. Una migliore caratterizzazione del sito deve essere desunta dalla bibliografia esistente su esso.

### 1.3.3 CENSIMENTO E SCHEDATURA: CONFRONTO TRA LE SCHEDE UTILIZZATE

Una parte fondamentale nella individuazione e catalogazione del valore del bene esaminato è la fase di “schedatura”: è questo il momento in cui vengono esplicitati in maniera univoca i caratteri del bene geologico, abbia esso una valenza didattica o eminentemente scientifica.

Inizialmente le procedure adottate si basavano sulla realizzazione di schede appositamente predisposte che rispondessero alle esigenze di singoli casi locali.

Attualmente i supporti informatici permettono la realizzazione di archivi informatizzati, basati su modelli di schede inserite in database, con un numero di campi non necessariamente fisso, continuamente aggiornabili con nuovi dati. Questo tipo di archiviazione ha il suo punto di forza nel collegamento diretto con il SIT (Sistema Informativo Territoriale) di cui ormai tutti gli enti di gestione del territorio sono dotati (Marchetti, 1999).

Molte sono le proposte, succedutesi negli anni, di schedatura ed i modelli proposti a livello europeo per costruire un database che consenta, tramite una catalogazione leggibile e puntuale, una facile ed efficace consultazione.

#### INVENTARIO GLOBALE DI GEOSITES

1. Numero progressivo del geosito.
2. **Numero di accesso del sito nazionale.**
3. **Nome del geosito** (sinonimi).
4. **Stato, contea, comune, città** (o equivalente).
5. Coordinate geografiche: griglia nazionale di riferimento o latitudine e longitudine.
6. Caratteristica del sito (per esempio rupe/vetta, cava, scarpata, prateria, terrazzo fluviale, miniera, scogliera, anfiteatro ecc.).

##### *Dati geologici principali:*

7. Tipo di sito (ad esempio morfologia, profilo stratigrafico, grotta ecc.).
8. **Interesse geo(morfo)logico primario** (qualificazione per lo status di Geosito).
9. **Elemento della struttura o contesto rappresentato** (tema, regione/provincia o età) (ad esempio fronte glaciale, unità di tempo, unità di paesaggio, gruppo fossile o minerale).
10. **Età cronostratigrafica.**
11. **Descrizione dell'interesse principale.**
12. **Valutazione comparativa/giustificazione** (il ruolo del sito come parte di un tema, provincia o età).
13. Geositi correlati.

##### *Dati di supporto secondari:*

14. Individuazione cartografica (ad una scala adeguata).
15. Altezza s.l.m.
16. Area del geosito (ettari o kmq).
17. Interessi secondari (non qualificanti).
18. Interesse/i non geologici del sito.
19. Letteratura, riferimenti chiave.
20. Origine dei dati e raccolte.
21. Illustrazioni.
22. **Proponente/i.**

##### *Non inclusi ma significativi per l'interesse nazionale:*

- Proprietà.
- Accessibilità.
- Stato di protezione.
- Gestione.

Figura 1; l'inventario del progetto *Geosites* (da Wimbledon, 1999).

Indicazioni per uno schema pilota vengono date dall'Inventario Globale Nazionale del progetto "Geosites" (figura 1), in cui ai fini della realizzazione di un inventario per i geositi o un database vengono considerate numerose voci caratterizzanti il sito in questione, tra cui: i dati identificativi dell'interesse primario, un contenuto descrittivo, il contesto di riferimento. E' stata presentata per questo progetto un a scheda molto dettagliata (Poli, 1999) che prevede l'ampliamento del data base a livello internazionale.

Haaf (1995) propone una scheda da associare direttamente alla rappresentazione cartografica degli elementi considerati che però presenta la limitazione di essere stata predisposta prettamente per i paesaggi glaciali.

In Italia Panizza & Cannillo, (1994), propongono un modello di scheda, per il censimento delle forme del paesaggio (figura 2), estremamente sintetica e flessibile, ma con soggettività di giudizio soprattutto

per la sezione che riguarda il grado di interesse.

La scheda proposta dal Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Modena, per la classificazione dei beni geologici della provincia di Modena, rappresenta un buon esempio di archivio dei siti d'interesse geologico (Marchetti, 1999). Questa scheda è inserita in un database associato a sua volta ad un Sistema Informativo Territoriale. La suddivisione del database in campi è stata pensata per una più facile consultazione; vengono, cioè, forniti gli elementi necessari all'individuazione del sito: nome sintetico, località e Comune in cui il bene è situato, il codice ISTAT (che consente di orientarsi anche in un database nazionale), identità degli operatori che hanno censito, data di compilazione ed aggiornamenti. E' presente inoltre una sezione dedicata al supporto visivo, ed accanto alle foto si prevede uno stralcio di carta topografica su cui è ubicato il sito, con annesse le coordinate geografiche. Vengono poi indicati dei settori di interesse del geosito considerato, con una breve descrizione basata su criteri standard: un approccio

<b>MONTE TORRU-MONTE PEDROSY</b>		Scheda <b>ELEMENTO</b>	10
<b>CLASSIFICAZIONE GENETICA</b>			
V-Vulcanica IN-Intrusiva MT-Metamorfica SD-Sedimentaria MN-Minerogenetica S-Strutturale	CA-Carsica F-Fluviale LC-Lacustre E-Eolica CO-Costiera PA-Paleontologica	G-Glaciale PG-Periglaciale M-Meteorica VS-di Versante A-Anthropica	
<b>Tipologie genetiche:</b> S-V-VS	<b>Definizione genetica:</b> Rilievo strutturale con versanti a gradinata, <i>cuestas</i>		
<b>LOCALIZZAZIONE</b>			
<b>Riferimenti cartografici:</b> I.G.M. 1:25.000-F° 193 IV-SE - Banari			
<b>Coordinate metriche centrali (U.T.M.):</b> MK 6748956			
<b>Provincia:</b> SS	<b>Comune:</b> Ittiri-Bessude	<b>Località:</b> Monte Torru- Pedrosu	
<b>CRITERI DI SELEZIONE</b>			
<b>Principali</b> EGG-Evoluzione geologica e/o geomorfologica ETD-Esemplarità tipologica didattica PLG-Valenza paleogeografica RAR-Rarità		<b>Integrativi</b> CLT-Valenza culturale SCN-Componente scenica ECO-Valenza ecologica	
<b>Valenze:</b> EGG-ETD-SCN			
<b>GRADO DI INTERESSE</b>			
Locale	Regionale	<u>Nazionale</u>	Internazionale
<b>LITOLOGIA</b>			
Alternanza di <i>lave, tufi e ignimbriti</i> di tipo riolitico-dacitico, datate in un intervallo compreso tra 15 e 17 Ma, facenti parte del ciclo vulcanico calco-alcalino oligo-miocenico (SAVELLI et al., 1979)			
<b>GEOMORFOLOGIA</b>			
Rilievo tabulare costituito da bancate laviche, ignimbritiche e tufacee sovrapposte. L'azione morfogenetica differenziata ha modellato dei <i>versanti a gradinata (cuestas)</i> che mettono in luce le superfici strutturali di contatto tra le diverse bancate. Nei fronti delle colate laviche, ove questi sono mantenuti verticali dai fenomeni di versante, si può a tratti osservare una fessurazione colonnare da raffreddamento.			

Figura 2: Esempio di scheda compilata, proposta da Panizza e Cannillo, 1994.

**SCHEDA BENI GEOLOGICI DELLA PROVINCIA DI MODENA**

**Nome** \_\_\_\_\_

Località \_\_\_\_\_ N° scheda \_\_\_\_\_

Comune \_\_\_\_\_ Operatore \_\_\_\_\_ data \_\_\_\_\_

Settore I \_\_\_\_\_ Settore II \_\_\_\_\_ Settore III \_\_\_\_\_ Codice ISTAT \_\_\_\_\_

**Descrizione** \_\_\_\_\_

M. mobile  
N. nazionale  
R. regionale  
L. locale

	<b>Foto</b>	<b>Ubicazione</b>
<p><b>Contesto</b></p> <p>Modello di evoluzione terrica <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N <input type="radio"/> O <input type="radio"/> R <input type="radio"/> L</p> <p>Esemplari didattica <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N <input type="radio"/> O <input type="radio"/> R <input type="radio"/> L</p> <p>Supporto ecologico <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N <input type="radio"/> O <input type="radio"/> R <input type="radio"/> L</p> <p><b>Classificazione</b></p> <p>Modello di evoluzione geom. <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N <input type="radio"/> O <input type="radio"/> R <input type="radio"/> L</p> <p>Es. paleogeomorfologico <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N <input type="radio"/> O <input type="radio"/> R <input type="radio"/> L</p> <p>Esemplari didattica <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N <input type="radio"/> O <input type="radio"/> R <input type="radio"/> L</p> <p>Supporto ecologico <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N <input type="radio"/> O <input type="radio"/> R <input type="radio"/> L</p> <p><b>Stratigrafia</b></p> <p>Es. di processo in ambiente <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N <input type="radio"/> O <input type="radio"/> R <input type="radio"/> L</p> <p>Esemplari didattica <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N <input type="radio"/> O <input type="radio"/> R <input type="radio"/> L</p> <p><b>Stratigrafia</b></p> <p>Es. di rapporti stratigrafici <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N <input type="radio"/> O <input type="radio"/> R <input type="radio"/> L</p> <p>Es. di evoluzione <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N <input type="radio"/> O <input type="radio"/> R <input type="radio"/> L</p> <p>Esemplari didattica <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N <input type="radio"/> O <input type="radio"/> R <input type="radio"/> L</p> <p>Es. bio-stratigrafica <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N <input type="radio"/> O <input type="radio"/> R <input type="radio"/> L</p>	<p><b>Stratigrafia</b></p> <p>Es. di metamorfosi <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N <input type="radio"/> O <input type="radio"/> R <input type="radio"/> L</p> <p>Tipologia di strutture <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N <input type="radio"/> O <input type="radio"/> R <input type="radio"/> L</p> <p>Esemplari didattica <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N <input type="radio"/> O <input type="radio"/> R <input type="radio"/> L</p> <p><b>Fiumi, versanti, canali, S. scarsi, M. scarsi</b></p> <p>Aspetto generale <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N <input type="radio"/> O <input type="radio"/> R <input type="radio"/> L</p> <p>Aspetto composizionale <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N <input type="radio"/> O <input type="radio"/> R <input type="radio"/> L</p> <p>Esemplari didattica <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N <input type="radio"/> O <input type="radio"/> R <input type="radio"/> L</p> <p><b>Paleontologia</b></p> <p>Es. Paleontologica <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N <input type="radio"/> O <input type="radio"/> R <input type="radio"/> L</p> <p>Es. erossologico <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N <input type="radio"/> O <input type="radio"/> R <input type="radio"/> L</p> <p>Esemplari didattica <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N <input type="radio"/> O <input type="radio"/> R <input type="radio"/> L</p> <p><b>Mineralogia, Petrografia</b></p> <p>Es. litologico <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N <input type="radio"/> O <input type="radio"/> R <input type="radio"/> L</p> <p>Es. morfolog. testur. <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N <input type="radio"/> O <input type="radio"/> R <input type="radio"/> L</p> <p>Esemplari didattica <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N <input type="radio"/> O <input type="radio"/> R <input type="radio"/> L</p> <p>Supporto ecologico <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N <input type="radio"/> O <input type="radio"/> R <input type="radio"/> L</p> <p>Crester. mineralogiche <input type="radio"/> M <input type="radio"/> N <input type="radio"/> O <input type="radio"/> R <input type="radio"/> L</p>	<p style="text-align: center;"><b>QUALITÀ SCIENTIFICA</b></p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> Assai  <input type="checkbox"/> buono  <input type="checkbox"/> cattivo         </p> <p>Periodo classe _____</p> <p>Vincoli esistenti _____</p>

**Didattografia** \_\_\_\_\_

Figura 3: Scheda dei beni geologici della provincia di Modena, da Marchetti, 1999.

divulgativo nella relazione, ubicazione e dimensioni, specificità geologica descritta in maniera rigorosa e scientifica, descrizione disciplinare (anche qui comprensibile anche ai non specialisti) ed infine breve commento sul sito illustrandone la valenza ed importanza, nonché la spettacolarità. Inoltre è riportato un elenco di tutti i settori geologici in cui il bene considerato possa ricadere; per ognuna di queste tipologie sono indicate le specifiche valenze scientifiche per le quali quel dato bene geologico è considerato come tale; infine vengono attribuite quattro classi di rarità che vanno dal locale al mondiale e viene anche riportato il grado di conservazione. In un'ulteriore sezione sono individuati tre campi: le parole chiave, i vincoli esistenti e i riferimenti bibliografici (vedi figura 3).

Un'altra scheda che merita di essere presa in considerazione è quella usata per il censimento dei geositi dell'Emilia Romagna, (Bertacchini et al., 2002). Anche in questo caso una suddivisione in sezione e campi ne permette una facile visualizzazione e consultazione. La parte superiore della scheda contiene gli elementi necessari all'individuazione del bene geologico, quali la denominazione, la provincia, e il numero di catalogazione della scheda. Inferiormente due figure forniscono l'ubicazione cartografica su carta topografica e foto o disegni del bene geologico in oggetto. La parte centrale indica i settori di studio in cui ricade il sito, distinti in funzione della rilevanza in primario e secondario, nonché gli attributi del settore che potranno essere scelti tra scientifico-didattico, architettonico, escursionistico o storico-culturale. Segue una parte dedicata completamente alla descrizione del sito esaminato, caratterizzata da un insieme di notizie quali: l'inquadramento geografico, le caratteristiche geologiche e geomorfologiche generali dell'area, la descrizione specifica del bene, le sue specificità ed infine, se esistenti, le indicazioni storico-architettoniche. Nella sezione sottostante è possibile riportare le condizioni di accessibilità del sito, fondamentali per la fruizione, il grado di interesse, secondo cinque differenti classi (mondiale, europeo, nazionale, regionale e locale) e il grado di conservazione o le condizioni di esposizione distinte in tre classi (buono, discreto e cattivo). Tutta la scheda è supportata da un completo elenco dei riferimenti bibliografici, indispensabili per un eventuale approfondimento scientifico da parte dell'utilizzatore della scheda (vedi figura 4).

Questa scheda rispetto a quella precedentemente descritta risulta smaltita di tutta la sezione in cui vengono elencati i settori geologici e valenze scientifiche nei quali può o meno ricadere il bene geologico esaminato, permettendo a chi la compila di inserire solo le voci realmente esistenti.

Il Servizio Geologico Italiano, nel progetto di "Conservazione del patrimonio geologico Italiano" presenta la scheda utilizzata per l'inventario dei geositi (figura 5). Come già detto in precedenza il progetto si propone in prima analisi l'individuazione dei geositi e la loro uniforme catalogazione a livello nazionale. La scheda sperimentale presentata (D'Andrea & Di Leginio, 2002; D'Andrea et al., 2003) è molto articolata e permette di catalogare in una banca dati ogni categoria di geositi, caratterizzati sia da un punto di vista prettamente scientifico che da un punto di vista logistico e fruitivo; inoltre in collegamento con il GIS (Sistema Informativo Geografico) costituisce uno strumento di archiviazione e di consultazione su base geografica delle informazioni sui siti.

Lo scopo del censimento nazionale, proposto dal Servizio Geologico Italiano, è proprio quello di rappresentare, attraverso una banca dati, i geositi italiani che nel loro insieme dovrebbero comprendere tutti gli aspetti della storia della geologia della nostra penisola, la scheda associata dovrebbe essere in grado di fornire una completa informazione sui processi geologici e sui prodotti che tali processi determinano, come il paesaggio e le rocce.

La scheda è stata distribuita in formato cartaceo e nella sua forma di applicazione informatica ed è stata già utilizzata in alcuni progetti oggetto di convenzioni e accordi di collaborazione con il Servizio Geologico ed altri enti ed istituzioni come il Dipartimento Polis dell'Università di Genova, il Dipartimento di Scienze della Terra di Roma 1 e dell'Università di Modena e Reggio Emilia, l'Agenzia Parchi della Regione Lazio, la Società Geologica Italiana, la Società Speleologica Italiana, etc.

## SCHEDA BENI GEOLOGICI DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA

Scheda n°  
**66**

Denominazione  
**SALSE DI NIRANO**

Provincia  
Modena

Inquadramento Cartografico      Scala 1:250.000



Foto



Settore di studio primario  
Idrogeologia

Settore di studio secondario  
Geomorfologia

Attributi del settore  
Scientifico-didattico

### Descrizione

Le Salse di Nirano, ubicate nel Comune di Fiorano Modenese, a una distanza di circa 20 km da Modena, rappresentano il fenomeno pseudovulcanico più importante e meglio sviluppato non solo del territorio modenese ma dell'intera Italia. Esse si trovano sul fondo di un'ampia conca di circa 10 ha, situata ad un'altitudine di 208-220 m s.l.m., di forma subcircolare, delimitata da una sorta di "caldera" costituita da argille, talora con belle forme calanchive. In questa conca si individuano diversi apparati lutivomi di grandezza variabile. Le salse (o sarse), note anche con altri nomi nelle diverse regioni italiane (bombi, barboj, salinelle, maccalube, ecc.), sono emissioni di idrocarburi liquidi e gassosi misti a fanghi salati freddi, che, attraverso fratture, in terreni argillosi e marnosi, spingono e trascinano verso l'alto acque sotterranee o già legate al giacimento di origine ed in genere salate, costruendo apparati a forma di cono dalle cui sommità fuoriescono gas e sostanze bituminose, in quantità variabili e in modo discontinuo. Le salse vengono comunemente indicate come manifestazioni "pseudovulcaniche", in quanto presentano meccanismi esterni simili a quelli dei vulcani (forma di cono, cavità sommitale a cratere, emissione di materiale sotto forma di colate) ma non sono assolutamente collegate con serbatoi di masse litoidi fuse, tipiche invece dei fenomeni vulcanici veri e propri. Tutto il campo delle salse di Nirano è estremamente attivo e le emissioni sono più o meno intense, a seconda dei periodi stagionali. La disposizione degli apparati lutivomi, secondo due allineamenti contigui, fa supporre l'esistenza di un sistema di diaclasi e di faglie di notevole ampiezza. L'attività lutivoma è molto irregolare e legata non solo all'abbondanza delle falde sotterranee ma secondo alcuni anche alle condizioni bariche: infatti pare che la bassa pressione atmosferica tenda a favorire la fuoriuscita del gas. Le salse sono fenomeni naturali geologicamente limitati nel tempo; tendono a scomparire con il diminuire della pressione nel giacimento. Infatti molte salse, che nel passato erano state descritte come fortemente attive, sono lentamente scomparse.

Accessibilità

a piedi, in mountain bike, in auto

Grado di interesse

Nazionale, Locale

Grado di conservazione e/o  
condizioni di esposizione

buono

### Bibliografia

- Biasutti R. (1907) - Materiali per lo studio delle salse - Le salse dell'Appennino Settentrionale. In: Dott. Dainelli G. AA.VV. (1999) - I Beni Geologici della Provincia di Modena. Università degli Studi di Modena, Dipartimento di Scienze
- Stoppani A. (1881) - Il bel paese. Giacomo Agnelli, Milano, pp. 647.
- AA.VV. (1988) - Il Cammino Emilia - Romagna. Guida WWF, con il patrocinio della Regione Emilia - Romagna, Arcadia
- Plinio il Vecchio (50) - Historia Mundi Naturalis. Libro II-85, Einaudi Ed., Torino.
- AA.VV. (1999) - I Beni Geologici della Provincia di Modena. Università degli Studi di Modena, Dipartimento di Scienze
- AA.VV. (Testoni P., a cura di) (1985) - Le salse dell'Emilia-Romagna. Collana dell'Assessorato ambiente e difesa del
- Bertolani M. (1980) - Fiorano e il suo territorio. Docum. e Ric. del Com. di Fiorano Modenese, pp. 1-24.
- Bertolani Marchetti M. (1983) - Fiorano e la sua vegetazione. Docum. e Ric. del Com. di Fiorano Modenese, pp. 1-36.
- Ferrari C. & Speranza M. (1976) - La vegetazione delle Salse di Nirano (Appennino Emiliano) con carta della
- AA.VV. (1999) - I Beni Geologici della Provincia di Modena. Università degli Studi di Modena, Dipartimento di Scienze
- AA.VV. (1999) - I Beni Geologici della Provincia di Modena. Università degli Studi di Modena, Dipartimento di Scienze
- AA.VV. (1999) - I Beni Geologici della Provincia di Modena. Università degli Studi di Modena, Dipartimento di Scienze
- AA.VV. (1999) - I Beni Geologici della Provincia di Modena. Università degli Studi di Modena, Dipartimento di Scienze

Figura 4: Esempio di scheda utilizzata per il censimento dei geositi della Regione Emilia Romagna (da Bertacchini et al., 2002).

**SCHEDA SPERIMENTALE PER L'INVENTARIO DEI GEOSITI ITALIANI**  
 Agente per la Promozione dell'Andamento e per i Servizi Tecnici Servizio Geologico Italiano Roma

Centro Documentazione Geologica Dipartimento Paleontologia e Archeologia Università di Genova

**0 - IDENTIFICATIVO SCHEDA**

BREVIAZIONE (eventuale abbreviazione)	Acquisizione Data	Codice Scheda	Data Scheda	Scheda Completata
	ITAL. / STRAN.			SI / NO

**A - NOME DEL GEOSITO**

**B - UBICAZIONE**

**COORDINATE GEOGRAFICHE - UTM, GAUSS-KRUGER**

REGIONE: \_\_\_\_\_ LONGITUDINE: \_\_\_\_\_  
 PROVINCIA: \_\_\_\_\_ LATITUDINE: \_\_\_\_\_  
 COMUNE: \_\_\_\_\_ QUOTA MAX: \_\_\_\_\_  
 TOPONIMO/LOCALITÀ: \_\_\_\_\_ QUOTA MIN: \_\_\_\_\_  
 QUOTA MEDIA: \_\_\_\_\_

**RIFERIMENTI CARTOGRAFICI (STRALOG CARTOGRAFICI (1))**

N. FOGLIO: \_\_\_\_\_ DENOMINAZIONE: \_\_\_\_\_  
 SCALA: \_\_\_\_\_ TIPO (C.T.R., I.G.M., I.L.M., ecc.): \_\_\_\_\_

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

GEOLOGICO	BIOLOGICO	POMOLOGICO	PAGINATO
GEOLOGIA MINERA	MINERALOGICO	STRATIGRAFICO	VULCANOLOGICO
GEOLOGIA STRATIGRAFICA	NATURALISTICO	PALEONTOLOGICO	
GEOLOGIA NEOTETICA	PALEONTOLOGICO		
GEOMORFOLOGICO	PALEONTOLOGICO		
GEOMORFOLOGICO	PALEONTOLOGICO		

**C.1 - ALTRO TIPO DI INTERESSE (1= PRIMARIO - 2= SECONDARIO (2))**

GENERALI \_\_\_\_\_  
 DIVERSI \_\_\_\_\_  
 ECCEZIONALI \_\_\_\_\_  
 IDIOSINCRASICI \_\_\_\_\_

**C.2 - VALUTAZIONE INTERESSE SCIENTIFICO PRIMARIO**

RARO (R) \_\_\_\_\_  
 RARISSIMO (RR) \_\_\_\_\_  
 ECCEZIONALMENTE (E) \_\_\_\_\_

**C.3 - GRADO INTERESSE SCIENTIFICO PRIMARIO**

INTERNAZIONALE (I) \_\_\_\_\_  
 EUROPEO (E) \_\_\_\_\_  
 NAZIONALE (N) \_\_\_\_\_  
 REGIONALE (R) \_\_\_\_\_  
 LOCALE (L) \_\_\_\_\_

**C.4 - IL QUOTIDIO ESPRIMO IN "C" E**

OGGETTIVO \_\_\_\_\_  
 SOSPETTIVO \_\_\_\_\_

(1) A QUESTO STRALOG, IN FUNZIONE DI SEMPLIFICAZIONE, SONO ASSOCIATE LE CODES IDENTIFICATIVE SEGUENTI.

**D - DESCRIZIONE DELL'OGGETTO**

**E - DOCUMENTAZIONE ICONOGRAFICA (3)**

SE NON ORIGINALE SPECIFICARE FONTE/AUTORE

CD/DVD  DISCO  CHE ALTRE \_\_\_\_\_  
 DIAP/ FOTO  FILMATO  1° FOGGIA \_\_\_\_\_  
 SCANSIONE  DVD WEB

**F - DATI RELATIVI AGLI ELEMENTI CARATTERIZZANTI DEL GEOSITO**

**F.1 - TIPOLOGIA CARATTERIZZANTE** **F.2 - UNITA CRONOSTRATIGRAFICA** **F.3 - FASE DEL PROCESSO GENETICO**  
(VEDI LEGGENDA DELLA GUIDA)

**G - TIPOLOGIA**

**G.1 - FORMA** **G.2 - DIMENSIONE** **G.3 - ESPOSIZIONE**  
 LINEARE  LINEARE  LINEARE   
 AREA  AREA (m<sup>2</sup>/Km<sup>2</sup>)  AREA   
 STRETTORE (M)  STRETTORE (M)

**H - FRUIZIONE DELL'OGGETTO E/O DELL'AREA**

**H.1 - POSIZIONE** (VEDI LEGGENDA DELLA GUIDA)

**H.2 - ACCESSIBILITA' (5)**

\_\_\_\_\_ (vedi legenda della guida)

**H.3 - CARATTERISANTIS**

INTEGRAZIONE CONSERVATA  I  P  E  A

Porto TURBAMARCO \_\_\_\_\_  
 Porto VERDE E LA LOMBARDA \_\_\_\_\_  
 Nome \_\_\_\_\_

Proprietà PRIVATA \_\_\_\_\_  
 AREA ATTEZZATA \_\_\_\_\_  
 PRESENZA DI STRUTTURE ALBERGHIERE \_\_\_\_\_  
 POSSIBILITA' DI CARPENZO \_\_\_\_\_  
 PRESENZA DI ACQUA POTABILE \_\_\_\_\_

(1) A QUESTE ABBREVIAZIONI, IN FUNZIONE DI SEMPLIFICAZIONE, SONO ASSOCIATE LE CODES IDENTIFICATIVE SEGUENTI.  
 (2) MP - MOLTO FACILE, F - FACILE, AD - ABBANDONATA ESPRIME, MD - MOLTO DIFFICILE, E - PER ESPERTI

**I - TIPO DI SUOLO E DI FONDALE** (VEDI LEGGENDA DELLA GUIDA)

**I.1 - TIPO DI SUOLO** **I.2 - TIPO DI FONDALE**

DE COLTIVATO SPECIFICARE \_\_\_\_\_

**L - VINCOLI TERRITORIALI INSISTENTI SULL'AREA**

**L.1 - IL SITO ENTRA IN UN'AREA PROTETTA?** SI  NO

DESCRIZIONE (1) PARCHI NAZIONALI RISERVE NATURALI STATALI PARCHI NATURALI REGIONALI RISERVE NATURALI REGIONALI ZIN (2) ZPS (3) ZSC (4) ALTRE AREE PROTETTE (5) AREE DI RIFUGIAMENTO	<b>L.2 - ALTRI TIPI DI VINCOLO TERRITORIALE</b> Vincolo PAESISTICO-AMBIENTALE _____ Vincolo ai sensi D. Lgs 451/75 (6) _____ Vincolo PALEONTOLOGICO (7) _____
--	--

**M - STATO DI CONSERVAZIONE**

Buono \_\_\_\_\_  
 Decaduto \_\_\_\_\_  
 Cattivo \_\_\_\_\_

**M.1 - POSSIBILITA' DI DEGRADO** **M.2 - DIREZIONE DEL DEGRADO**

Naturale  Artificiale

**N - PROPOSTA DI PROTEZIONE E/O DI ISTITUZIONE DI AREA A TUTELA SPECIFICA**

Necessaria  Consequenziale  Derivata

(1) Secondo Legge QUADRO AREE PROTETTE 394/77  
 (2) Zone INTERI DI IMPORTANZA INTERNAZIONALE (zone Ramsar)  
 (3) Zone di protezione speciale direttiva 79/409/CEE  
 (4) Zone speciali di conservazione direttiva Habitat/92/43/CEE  
 (5) Oasi, riserve, monumenti naturali, parchi archeologici, riserve, parchi urbani, riserve marine, aree attrezzate, ecc.  
 (6) D. Lgs. 451/1975 (Legge Galasso)  
 (7) D.L. 28 OTTOBRE 1992, n. 489

**O - EVENTUALI COMMENTI E NOTAZIONI GENERALI**

**P - RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI DOCUMENTALI**

Figura 5 : Scheda utilizzata dal Servizio Geologico Italiano per l'inventario dei geositi nel progetto di "Conservazione del patrimonio geologico italiano", da D'Andrea & Di Legnino, 2002.

## 1.4 UNA VALUTAZIONE QUANTITATIVA

I primi studi effettuati per una valutazione quantitativa delle componenti del paesaggio risalgono agli anni Sessanta, e non hanno nulla a che fare con l'argomento "geositi".

Sono stati sviluppati per lo più da studiosi anglosassoni e americani, per i quali si è rivelata più forte l'esigenza di quantificare il valore del paesaggio e delle sue componenti ambientali, in risposta alle azioni prodotte dall'uomo, in seguito all'edificazione di grandi opere pubbliche quali le centrali nucleari.

### 1.4.1 ALCUNE PROPOSTE INTERNAZIONALI

Linton (1968) per la quantificazione delle risorse di un'area idonea alla pianificazione e allo sfruttamento da parte dell'uomo, propone una metodologia che analizza le forme del rilievo, intese nel senso geomorfologico, in relazione all'uso del suolo; costruisce così una matrice che incrocia queste due tipologie di dati che danno una stima delle forme del rilievo rispetto all'uso a cui sono destinate. Questa matrice rappresenta uno dei primi tentativi di quantificazione di una forma geologica e si presenta ancora troppo poco flessibile rispetto alle molteplici variabili ambientali e troppo soggettiva nella stima dei parametri.

Altro esempio che può essere citato è quello di Leopold, (1969), il quale nel tentativo di opporsi alla costruzione di una diga prova a quantificare i beni ambientali per andare oltre i veti soggettivi opposti dagli ambientalisti; esamina numerosi parametri fisici, biologici e antropici raggruppati in cinque categorie numeriche e li valuta in funzione della loro rarità, dando il valore estremo ai siti che si riveleranno più rari.

Successivamente Leopold *et al.*, 1971 introducono la matrice d'interazione a doppia entrata, che è diventata nel tempo la base di molti metodi per l'elaborazione di studi di VIA. In questa matrice vengono poste su di un asse le azioni conseguenti alle diverse fasi del progetto e sull'altro asse le componenti ambientali direttamente interessate. All'intersezione tra le azioni e le componenti ambientali, dove può essere ipotizzato un impatto, si provvede alla valutazione della "magnitudo" e dell'"importanza" del possibile impatto.

Da queste prime matrici ne sono state derivate molte altre che hanno contribuito soprattutto allo sviluppo di studi di VIA.

Per il fatto che spesso il metodo delle matrici ha portato confusione nella valutazione di impatti (dovuti all'azione dell'uomo sul paesaggio) e dei rischi (dovuti ai processi naturali che intervengono sulle attività umane), negli ultimi venti anni ha cominciato a farsi strada l'idea della necessità della conoscenza e classificazione del territorio su base scientifica, aspetto che ha molti punti in comune con la tutela del territorio e dei beni geologici.

Rimanendo nello scenario internazionale una proposta molto interessante e più recente è quella di Rivas *et al.* (1995, 1997) che, nell'ottica di valutare le componenti geomorfologiche del paesaggio, introducono la quantificazione di una serie di parametri, a cui attribuiscono un peso stabilito sulla base di uno qualsiasi dei numerosi metodi esistenti per la valutazione d'impatto ambientale. I parametri calcolati da questa metodologia sono: il valore del **SGI** (*Sites of Geological Interest*) o **Vsgi**, la qualità del SGI, o **Q**, e il potenziale uso del SGI, o **P**. Questi parametri vengono calcolati considerando le relazioni:

$$\mathbf{Vsgi} = C(2Q+P);$$

$$\mathbf{Q} = \mathbf{WAA} + \mathbf{WEE} + \mathbf{WKK} + \mathbf{WEXEX} + \mathbf{WDD};$$

$$\mathbf{P} = \mathbf{WACAC} + \mathbf{WOO} + \mathbf{WSS} + \mathbf{WHH} + \mathbf{WACCACC};$$

dove:

**C** = stato di conservazione a cui si associano i seguenti valori:

4 - sito ben conservato, senza deterioramento

3 - sito interessato da qualche deterioramento con perdita di elementi minori

2 - sito deteriorato dall'attività umana che ne copre una parte

1 - sito molto antropizzato che ha perso le sue caratteristiche

0 - sito le cui caratteristiche sono completamente distrutte

**A** = abbondanza relativa a cui si associano i seguenti valori:

4 - solo un esempio nella regione considerata

3 - da 2 a 4 esempi

2 - da 5 a 10 esempi

1 - da 10 a 20 esempi

0 - > di 20 esempi

**E** = estensione

4 - > 90% del più grande sito

3 - 70-90%

2 - 30-70%

1 - 10-30%

0 - < 10%

**K** = grado di conoscenza

4 - più di una tesi di dottorato e numerosi articoli in riviste nazionali ed internazionali

3 - almeno una tesi di dottorato e almeno un articolo su riviste internazionali e/o vari su riviste nazionali

2 - alcuni articoli su riviste nazionali e/o un articolo su riviste internazionali

1 - alcune brevi note su riviste nazionali o qualche articolo in riviste regionali o locali

0 - nessuna pubblicazione

**EX** = buon esempio di processi

4 - attuali processi attivi ben definiti

2 - attuali processi non ben definiti o forme fossili ben definite

0 - forme fossili e/o depositi di cui la comprensione dei processi passati è difficoltosa

**D** = diversità

4 - 5 o più elementi d'interesse

3 - 4 elementi d'interesse

2 - 3 elementi d'interesse

1 - 2 elementi d'interesse

0 - 1 elemento d'interesse

**AC** = attività presenti

4 - 5 tipi di attività

3 - 4 tipi di attività

2 - 3 tipi di attività

1 - 2 tipi di attività

0 - 1 tipo di attività

**O** = esposizione

4 - proprietà pubblica senza limiti di accesso e senza ostacoli per la visibilità

2 - accesso limitato e visibilità parzialmente ostacolata

0 - proprietà privata o visibilità ostacolata da inferriate, vegetazione, etc.

**S** = disponibilità di servizi

4 - facilità di servizi a < 1 km

- 2 - servizi incompleti a < 5 km
- 0 - assenza di servizi a < 10 km

**H** = numero di abitanti

- 4 - > 100.000 abitanti in un raggio di 25 km
- 3 - 50-100.000 abitanti in un raggio di 25 km
- 2 - 25-50.000 abitanti in un raggio di 25 km
- 1 - 10-25.000 abitanti in un raggio di 25 km
- 0 - < 10.000 abitanti in un raggio di 25 km

**ACC** = accessibilità

- 4 - accesso diretto per strade nazionali o regionali
- 3 - accesso diretto per strade locali
- 2 - accesso diretto per itinerari
- 1 - < 1km da un sentiero
- 0 - > 1km da un sentiero

e i pesi  $W_n$ , vengono calcolati mediante il metodo Delphi (Dalkey, 1969).

Questa metodologia ha il vantaggio di quantificare numerosi parametri e, anche se è uno strumento poco adatto alla divulgazione, permette di ricavare dei “punti fermi” (il più possibile oggettivi) per la valutazione dei beni ambientali.

Questo è un passo fondamentale per una corretta politica di conoscenza e gestione del paesaggio, in quanto risulta sempre più necessario fornire strumenti per una valutazione il più oggettiva possibile, fondamentale per la scelta di strategie nell’ambito di Pianificazioni Territoriali e di VIA che pongono il paesaggio come oggetto di rilevante interesse tecnico, scientifico ed amministrativo.

#### 1.4.2 IL VALORE SCIENTIFICO DEI GEOMORFOSITI

Per quanto riguarda invece il valore scientifico dei Geomorfositi è stata messa a punto una metodologia da Coratza & Giusti, (2002), per la valutazione quantitativa della Qualità scientifica dei Geomorfositi e per il calcolo dell’Impatto che potrebbe produrre la realizzazione di un’opera quale un’infrastruttura (valore che in questo ambito non verrà trattato)

Questa proposta mette in evidenza il fatto che la Qualità scientifica (Q) del geomorfosito è un valore che dipende da parametri legati direttamente e indirettamente alla connotazione scientifica del sito.

I parametri considerati sono:

- la conoscenza dell’esperto (Ce) rispetto al valore per la ricerca scientifica (S) e al valore didattico (D) del geomorfosito;
- l’area (A) in relazione all’area totale di geomorfositi simili nella zona considerata;
- la rarità (R) in relazione alla quantità di geomorfositi simili nella zona considerata;
- il grado di conservazione (C) che dipende sia da fattori naturali che antropici;
- l’esposizione (E) in relazione all’impatto visivo;
- il valore aggiunto (Z) in relazione alla presenza di aspetti non geomorfologici che ne accrescono il valore scientifico (ad esempio l’ecologia, il turismo).

Ad ognuno di questi parametri viene associato un valore e viene opportunamente pesato. La Qualità scientifica viene calcolata secondo la formula:

$$Q = sS + dD + aA + rR + cC + eE + zZ$$

dove S, D, A, R, C, E, Z sono i valori e s, d, a, r, c, e, z i pesi rispettivi.

Nella relazione ad **S** (*valore per la ricerca scientifica*) saranno attribuiti, dalla conoscenza dell'esperto, i valori:

- 0,25 basso
- 0,50 medio
- 0,75 alto
- 1 altissimo

questa metodologia parte dal presupposto che il valore per la ricerca scientifica non può essere nullo, altrimenti il bene considerato non può essere considerato geomorfosito. La scelta dei valori da attribuire al valore scientifico dipende da: il numero e qualità delle pubblicazioni scientifiche presenti sul sito, la presenza di progetti di ricerca in atto, la rappresentatività del sito per l'evoluzione del territorio in cui ricade e il valore aggiunto che esso può dare alla ricerca scientifica.

A **D** (*valore didattico*) vengono attribuiti i seguenti valori:

- 0 nullo
- 0,25 basso
- 0,50 medio
- 0,75 alto
- 1 altissimo

che dipendono da: la rappresentatività del sito rispetto alla forma o al processo che rappresenta, la presenza di testi rivolti alla didattica, la presenza di percorsi turistici e/o didattici, il valore educativo, se è conosciuto al di fuori di un contesto scientifico e se possiede un valore intrinseco non testimoniato da materiale didattico.

Al parametro **A** (*area*) saranno associati i seguenti valori:

- 0,25 = < 25%
- 0,50 = 25-50%
- 0,75 = 50-90%
- 1 = 90-100%

questo valore deve essere dato tenendo conto che maggiore è l'estensione di un Geomorfosito maggiore è il suo valore.

Il valore di **R** (*rarietà*) viene calcolato considerando la presenza di elementi simili nell'area presa in considerazione, e avrà i seguenti valori:

- 0,25 = molti elementi simili nel territorio
- 0,50 = abbastanza
- 0,75 = pochi
- 1 = esemplare unico

il calcolo di questo parametro risulta fondamentale se il sito è inserito in discorsi di VIA o Pianificazione Territoriale.

Il valore di **C** (*grado di conservazione*) può dipendere sia da fattori naturali che da fattori antropici, e quindi sarà:

- 0,25 = cattivo
- 0,50 = discreto
- 0,75 = buono
- 1 = ottimo

il valore sarà stabilito tenendo conto del grado di degradazione naturale, grado di degradazione antropico, presenza di strutture di protezione o presenza di atti di vandalismo.

La visibilità del sito **E** (*esposizione*) sarà:

- 0,25 = cattiva
- 0,50 = discreta
- 0,75 = buona
- 1 = ottima

i valori che verranno associati all'esposizione dipenderanno direttamente dal grado di antropizzazione, dall'accessibilità, dalla panoramicità, e quindi se visibile solo da alcuni punti.

Il valore di **Z** (*valore aggiunto*) rappresenta il valore che il sito ha indipendentemente dalle sue caratteristiche geologiche

- 0 = nullo
- 0,25 = valore aggiunto di scarsa importanza
- 0,50 = valore aggiunto di discreta importanza
- 0,75 = valore aggiunto di molta importanza
- 1 = valore aggiunto di fondamentale importanza per l'esistenza del Geomorfo sito

il valore sarà stabilito considerando: la valenza ecologico/naturalistica, economico/turistica e storico/culturale del sito e se rientra in un'area protetta.

I valori che invece devono essere attribuiti ai pesi vengono dedotti dalla tabella 2, in cui compaiono anche i pesi che vengono associati ai parametri che permettono di calcolare gli impatti e che in questa sede non vengono presi in considerazione.

Il valore di **Q** così ottenuto è normalizzato in base al rapporto:

$$Q = \frac{Q_n}{Q_{max}}$$

dove **Q<sub>n</sub>** = valore della qualità scientifica del sito n nell'area di studio considerata.

**Q<sub>max</sub>** = valore massimo della qualità scientifica del sito nell'area di studio considerata.

Questa proposta metodologica è un importante tentativo di valutazione quantitativa per i Geomorfo siti in quanto permette di avere termini di comparazione sia tra i siti stessi che con altri beni ambientali. Come per la metodologia di Rivas *et al.* (1997) ciò diventa fondamentale per una eventuale selezione dei siti, soprattutto se inseriti in procedure di VIA o Pianificazioni territoriali.

Il suo limite è che pur essendo quantitativa ha un margine di soggettività inevitabile, in quanto spesso

	Q	If	I
s	1	1	$\frac{1}{0,5}$
d	0,75	0,75	0,75
a	1	1	0,25
r	1	1	0,25
c	0,75	0,75	0,25
e	0,5	0,5	1
z	0,5	0,5	0,75

Tabella 2: i pesi per il calcolo del valore scientifico dei geomorfositi, da Coratza & Giusti, 2002.

si cerca di dare un valore ad alcune componenti dell'ambiente che non sono realmente quantificabili e che spesso dipendono dalla esperienza e dalla sensibilità dell'esperto.

Comparando le due metodologie esposte, Rivas *et al.*, 1995 e Coratza & Giusti, 2002, i parametri da valutare sono sostanzialmente gli stessi. Le differenze esistenti dipendono dal fatto che la prima considera il valore dei beni Geomorfologici come strumento che permette di calcolare gli impatti ambientali sulle forme del rilievo, la seconda si propone direttamente di valutare, anche se solo per il valore scientifico, i Geomorfo siti. Entrambe però hanno in comune lo scopo della tutela dei beni ambientali attraverso strumenti che vanno oltre i veti

generalizzati, non oggettivi, che ognuno di noi può opporre.

## **1.5 LA VALORIZZAZIONE E LA DIFFUSIONE DEL SAPERE**

Questo paragrafo è dedicato alla valorizzazione dei geositi che, in seguito alle fasi dell'individuazione e della valutazione, rappresenta la fase che permette la diffusione e la condivisione del patrimonio geologico.

Una volta individuato e catalogato un geosito, il passo successivo è quello di salvaguardarlo e valorizzarlo. E' necessario a tale proposito ideare iniziative che, oltre a spiegarne il significato scientifico, introducano il sito nell'immaginario locale e regionale.

La "spiegazione" del significato del geositi è un passaggio che lo specialista deve obbligatoriamente fare, visto che nella maggior parte dei casi la geologia è scarsamente recepita da chi non è specialista in materia.

Uno degli obiettivi emersi negli ultimi anni è di tentare di coinvolgere la popolazione locale attraverso itinerari naturalistici, escursioni scolastiche e non, incontri e tavole rotonde, ma anche poster informativi che "accolgano" i visitatori o creazione di aree museali. In definitiva la conservazione di un sito include la protezione, la pubblicizzazione, il coinvolgimento della popolazione e la gestione.

Nel percorso di valorizzazione è importante incentrare la ricerca dei siti sulla necessità della divulgazione, evitando di banalizzare e privare di contenuto la specificità dell'area prescelta; ecco perché la valorizzazione è parte essenziale della geoconservazione.

### **1.5.1 IL PROBLEMA DELLA VALORIZZAZIONE**

I geositi rappresentano un formidabile laboratorio di educazione ambientale, con habitat, paesaggi ed elementi di geodiversità che ci permettono di conoscere la dinamica e il passato della Terra; essi sono inoltre memoria dell'evoluzione biologica e della vita dell'Uomo dai suoi albori.

Questi elementi costituiscono per la società una risorsa essenziale dello sviluppo scientifico ed economico e devono essenzialmente divenire un patrimonio comune dell'umanità attraverso la fase della conoscenza e della diffusione di essa.

In un contesto di geoconservazione, la fase della valorizzazione è un mezzo fondamentale attraverso cui si rende possibile la divulgazione dei dati raccolti e quindi la diffusione della "conoscenza" e del valore dei beni in questione.

Uno dei problemi principali della questione della valorizzazione è la necessità di accrescere, in un vasto pubblico, la sensibilità verso il patrimonio ambientale e la comprensione dell'influenza che il patrimonio geologico ha sulla nostra vita.

Ciò può essere fatto attraverso l'attuazione di strategie comunicative che, trasmettendo la conoscenza, hanno lo scopo di risvegliare l'interesse dell'individuo potenzialmente partecipe (lettore, visitatore, turista etc.) e di rendere accessibile a tutti la materia trattata.

In una qualsiasi iniziativa di valorizzazione, un elemento centrale e decisivo per il suo successo è rappresentato da attività di interpretazione, di comunicazione e di interlocuzione verso tutti i portatori di interessi collettivi ed i rappresentanti della società civile del territorio in cui si intende intervenire (Piacente & Poli, 2003). Tali attività devono essenzialmente accompagnare tutte le fasi di un progetto di valorizzazione per favorire lo sviluppo o rafforzare il senso di appropriazione dei beni geologici, farne comprendere le potenzialità e chiarirne il valore.

Dalla fase della "geoconservazione" si passa alla fase della "geodiffusione" (Piacente, 1999).

L'attività comunicativa trasforma un geosito in un patrimonio condiviso, culturalmente accessibile e con cui ci si identifica, divenendo a tutti gli effetti una risorsa per lo sviluppo sociale ed economico del territorio.

La valorizzazione, infatti, attraverso la conoscenza del bene geologico, rende il fruitore cosciente del valore del paesaggio che lo circonda e lo prepara a sostenere intellettualmente e psichicamente ciò che la natura gli offre.

Inoltre la fruizione permette al bene geologico di entrare a far parte del patrimonio comune e quindi di diventare a tutti gli effetti “un bene culturale”.

Senza questo passaggio i geositi continuerebbero ad essere percepiti in modo statico, come un monumento della natura o come singolarità ed emergenze geologiche avulse al territorio, privati quindi di significati e potenzialità che vanno ben oltre la visione museografica che per lungo tempo ha accompagnato i beni ambientali e geologici.

Una diffusa conoscenza del territorio è una necessità culturale non solo fine a se stessa, ma che crea migliori condizioni per una politica di salvaguardia dell’ambiente. Insieme alla conoscenza del territorio, la diffusione di tale conoscenza costituisce uno strumento fondamentale ai fini della pianificazione e della gestione delle risorse naturali in quanto contribuisce ad aumentare la consapevolezza dei cittadini e degli amministratori di fronte alle catastrofi, di fronte alle relative scelte d’intervento per la mitigazione dei rischi e di fronte alla politica di conservazione di Parchi e aree protette (Zamparelli & Iannace 2001).

L’aumento della consapevolezza sui temi dell’ambiente e dello sviluppo sostenibile è un punto cardine di tutti i documenti internazionali quali, ad esempio, “Agenda 21” delle Nazioni Unite.

E’ da tener bene in conto che i beni geologici inoltre costituiscono un patrimonio di fondamentale importanza in termini non solo di conservazione e tutela, ma anche di fruizione turistico/didattica, con ovvie ricadute anche in campo socio-economico.

Un problema di fondamentale importanza da affrontare è il coinvolgimento e la sensibilizzazione degli Enti Pubblici. Una *partnership* adeguata infatti può mettere a disposizione non solo un metodo economico, attraverso finanziamenti, ma può fornire gli strumenti necessari per lo sviluppo di progetti che vadano incontro ad un pubblico più vasto.

In questi anni, le molteplici iniziative avviate e il grande interesse che si è creato intorno ai beni geologici, mettono in evidenza l’esistenza di numerosi impedimenti rispetto a questo tema che dipendono da retaggi culturali difficili da superare; ostacoli per una corretta pianificazione e una effettiva valorizzazione derivano in Italia da: un modello di tutela ispirato prevalentemente a strumenti vincolistici, dalla mancanza di una visione integrata dell’utilizzo delle risorse del territorio, dall’assenza di sostegni finanziari per il recupero e la valorizzazione dei beni protetti, dalla presenza di proposte e interventi senza alcun coinvolgimento delle popolazioni locali. Questo modello culturale deve essere necessariamente superato se vogliamo che la geologia esca dalle anguste stanze del sapere scientifico e diventi, attraverso i geositi, strumento di comunicazione delle scienze della Terra, in un’ottica di sviluppo locale del territorio attraverso politiche attive di conservazione dei geositi e valorizzazione dei paesaggi in cui essi sono inseriti.

Il ruolo della fase valorizzativa è fondamentale e la sua pianificazione deve essere ponderata in base alle caratteristiche e alle peculiarità dell’area in esame. Robert Threadgould, in una sua metafora afferma “*non basta avvolgere una pietra in una pelliccia o incollare delle piume ad un sasso, per aumentare la percezione e la giusta valutazione del nostro patrimonio geologico*”.

Ogni possibile interlocutore di un progetto di valorizzazione può mostrare nei riguardi dell’area o del geosito identificato una molteplicità di vedute ed una pluralità di interpretazioni che scaturiscono da i possibili *valori-significati-relazioni* che il bene in esame intrattiene con il sistema territoriale e il contesto economico, sociale e culturale in cui è integrato.

### 1.5.2 LE FASI DELLA VALORIZZAZIONE

Secondo Poli (2002) fasi essenziali della valorizzazione possono essere considerate:

- **la catalogazione**, ossia la fase conoscitiva, di selezione e assegnazione ai geositi di attributi che lo qualificano;
- **la pianificazione**, la fase in cui si prende coscienza dell’assetto territoriale con i suoi equilibri, le funzioni e gli elementi che caratterizzano l’area;

- **la progettazione**, fase in cui vengono definiti gli oggetti da valorizzare, i potenziali fruitori e i potenziali fornitori dall'area in esame (accessi, strutture di servizio, supporti logistici, etc.)
- **la gestione**, che permetta la conservazione e la reale fruizione del geosito o del territorio.

Una fase fondamentale della valorizzazione è quella progettuale, fase in cui si deve tener conto che tra i geositi individuati in una determinata area, quelli che maggiormente si prestano alla valorizzazione sono quelli che o da soli o in associazione con altri elementi della natura sono in grado di formare un sistema di relazioni e sono in grado di suscitare interessi e significati comprensibili dagli utenti a cui sono rivolti. Le azioni di valorizzazione così progettate dovranno inevitabilmente tener conto del pubblico a cui sono rivolte (scolarlesche, esperti in materia, etc.).

Sicuramente gran parte dei risultati ottenuti dipenderanno dall'esperienza, dalla sensibilità e dalla creatività del gruppo di lavoro.

Poli (2001) propone un promemoria che schematizza le considerazioni da tener presente per la formulazione di un progetto di valorizzazione:

- *L'identità del territorio è la base della sua progettazione.* Il bene da valorizzare racchiude in sé le informazioni e le idee necessarie a far emergere il suo valore, basta saperlo interpretare.
- *E' indispensabile pensare in termini di sistema*, e quindi muoversi in base alle politiche territoriali, economiche e fruibili del bene; è necessario dunque avere la conoscenza di tutte le risorse, potenzialità e opportunità dell'area da valorizzare.
- *E' necessario inserire tutte le risorse e le potenzialità in un network economico o di fruizione.*
- *Occorre considerare gli abitanti come risorse culturali* perché custodi delle tradizioni e della cultura del luogo.
- *E' importante che il progetto stesso racconti delle storie*, e che susciti la curiosità del fruitore.
- *E' necessario definire dei punti critici*, oltre i quali il bene verrebbe snaturato del suo valore, fatto che porterebbe alla perdita del bene posto alla base della valorizzazione.
- *E' opportuno considerare tutti gli aspetti* del bene anche quelli più devastanti, fatto che deve mostrare il sito sotto tutte le angolazioni possibili, per una visione più globale.

Queste linee guida mettono in evidenza il fatto che un progetto di valorizzazione deve sempre tener presente con la massima considerazione l'utente a cui è indirizzato, il tessuto sociale in cui si trova, e deve tendere al rafforzamento dell'identità e dell'immagine del territorio.

Deve, in definitiva, essere *integrato* con altri elementi e con le potenzialità locali e deve essere *sostenibile*, in quanto evita di compromettere una risorsa non rinnovabile.

### 1.5.3 MA QUALI SONO I GEOSITI IDONEI ALLA VALORIZZAZIONE?

Poli sostiene che ai fini della valorizzazione non interessano necessariamente tutti i geositi presenti in un territorio, ma al contrario, interessano quelli che da soli o in associazione con realtà locali di altra natura sono in grado di formare un sistema di relazioni integrate con il territorio preesistente.

Principi guida ormai universalmente riconosciuti e facilmente riscontrabili sono:

1. **la riconoscibilità**: cioè l'essere facilmente percepibile rispetto a ciò che lo circonda;
2. **l'esemplarità**: cioè l'essere più completo possibile e in buono stato di conservazione per una facile comprensione da parte di soggetti non specialisti;
3. **l'accessibilità**: cioè l'essere facilmente fruibile da parte del pubblico;
4. **i servizi**: cioè l'essere dotato di un'organizzazione e di infrastrutture minime per la fruizione (es. parcheggi, accompagnatori, etc.).

Un esempio di selezione di siti geologici e geomorfologici destinati alla didattica ci viene dato dai RIGS, in Earth Heritage-Conservation, che fornisce dei criteri generali e scientifici per la scelta.

Tra **i criteri generali** abbiamo:

- **la distribuzione**: la scelta ricadrà sui siti che sono caratterizzati da una rete locale che li unisce, che mostrano i fenomeni in modo esplicito, che richiedono bassi costi di viaggio e gestione;

- l' **accessibilità**: non ci devono essere problemi di proprietà privata, in caso contrario i permessi devono essere facilmente ottenibili, deve essere aperto per parecchie ore, con parcheggi disponibili per comitive tra i 10 e 75 studenti, caratteristiche idonee all'accesso e valido per tutte le età scolari;
- la **dimensione**: deve essere adatto ad ospitare diverse comitive di studenti;
- la **durata nel tempo**: in quanto tutti i geositi hanno una capacità di assorbimento di danni limitati;
- la **sicurezza**: deve essere idoneo per gruppi di più di 75 di persone e se all'aperto studenti al disopra dei 16 anni devono avere la possibilità di lavorare sotto il controllo di un operatore didattico;
- la **conservazione**: il sito deve essere fisicamente conservabile, con un livello di protezione adeguato e dettato dalle risorse disponibili.

Tra **i criteri scientifici** abbiamo:

- **adattamento del sito a diversi livelli di abilità e capacità**: che consenta di lavorare in modo strutturato e non (al chiuso o all'aperto), dove gli operatori possano dimostrare appropriatamente i fenomeni scientifici, dove passano essere intraprese attività di vario tipo comprese campionature e misurazioni e i materiali disponibili possano essere prelevati senza l'ausilio di strumenti particolari;
- **sito con caratteristiche e relazioni evidenti**: che mostri chiare le principali caratteristiche del geosito in modo da permettere un facile apprendimento a tutti i gruppi di età e capacità e che sia relazionato con le attività locali in modo tale da permettere un riscontro culturale ed economico;
- **possibilità di confronto con altri siti**;
- **sito che consente l'apprendimento di concetti e processi di riconoscimento sul campo come**: tipi di rocce, tipi di strutture geologiche, tipi di processi fossili o attuali, flora, fauna, ecologia etc.

#### 1.5.4 ALCUNI ESEMPI DI VALORIZZAZIONE IN EUROPA E IN ITALIA

In Europa sono in corso numerosi progetti di divulgazione delle Scienze della Terra. In Regno Unito lo sviluppo di progetti di valorizzazione ha consentito la realizzazione di opuscoli, pannelli interpretativi, volantini guida, motor-trails (percorsi in macchina), camminate con guida ed eventi organizzati. Già nel 1990 il Museo di Storia Naturale di Londra, nell'area destinata alle Scienze della Terra, aveva sostituito le vetrine vecchio stile con una serie di display interattivi studiati appositamente per interpretare i processi della Terra. I paesi anglosassoni sono quelli che in Europa hanno il maggior numero di esperienze nel campo della valorizzazione e della divulgazione delle Scienze della Terra, e da essi si dovrebbe prendere esempio.

In Francia un validissimo esempio di valorizzazione è rappresentato dalla Riserve Géologique de Haute-Provence, con sede a Digne-les-Bains, in cui la presenza di un ricchissimo patrimonio geologico ha consentito l'istituzione di un vero e proprio Parco Geologico, in cui si sono concretizzate una serie di iniziative di valorizzazione che abbracciano il campo della ricerca scientifica, della didattica e del turismo, con un riscontro molto positivo in termini di indotto socio-economico.

Anche in Italia sempre maggiori sono le realtà in cui vengono sviluppati progetti di valorizzazione. Tra i progetti già realizzati e funzionanti abbiamo in Toscana, il Parco Regionale delle Alpi Apuane, in cui l'Ente gestore grazie a finanziamenti comunitari ha reso visitabile al suo interno il complesso carsico del Monte Corchia, il più grande e conosciuto d'Italia, attraverso interventi finalizzati alla fruizione scientifica e culturale.

In Liguria, nel Parco Naturale dell'Aveto, nel 2001, è stato aperto al pubblico un Museo Minerario realizzato recuperando un'antica miniera di manganese, che rappresenta non solo uno spaccato spettacolare della geologia dell'area ma è anche una testimonianza della vita condotta dalle popolazioni locali coinvolte nell'attività di estrazione mineraria.

Altro esempio può essere fornito dal Parco Naturale di Mont Avic in Valle d'Aosta, in cui il particolare contesto geologico del parco è il principale elemento condizionante di tutte le forme di vita. Le peculiarità di questo territorio sono diventati oggetto di un progetto "Life-Natura", che ha permesso di realizzare interventi finalizzati ad una migliore conoscenza e gestione dell'habitat del parco con la realizzazione di strumenti informativi e materiali promozionali per la fruizione turistica.

Numerose altre iniziative di proposte di valorizzazione del patrimonio geologico attualmente sono in atto in quasi tutte le regioni d'Italia ma si deve tenere presente che le realtà che maggiormente si stanno muovendo sono quelle in cui i vincoli territoriali esistenti facilitano la realizzazione dei progetti, quasi sempre sostenute da amministrazioni pubbliche particolarmente "illuminate".

#### 1.5.5. STATO DELL'ARTE IN CAMPANIA

In Campania lo stato dell'arte relativo al censimento dei geositi e alla loro relativa valorizzazione è ancora in fase embrionale e le iniziative di censimento interessano perlopiù realtà che si trovano all'interno di aree protette.

L'unico progetto ufficialmente realizzato sul territorio riguarda il censimento dei geositi nel Parco Regionale del Matese, effettuato dal Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Napoli Federico II e inserito successivamente in un più ampio progetto proposto dal Centro Regionale di Competenza INNOVA. Tale lavoro è stato pubblicato in un CD ipertestuale, "*I Beni Geo-Ambientali del parco Regionale del Matese*" in cui si possono visionare le caratteristiche di tutti i siti individuati.

Da anni lo stesso dipartimento lavora anche nell'area in cui rientra il Parco dei Monti Picentini; in particolare, per i Picentini Meridionali (che costituisce solo una piccola parte dell'intero parco) è stato presentato un progetto in cui vengono censiti e caratterizzati circa 50 geositi di differenti tipologie; Attualmente il progetto è di proprietà della Comunità Montana dei Picentini.

Nell'area del Parco del Cilento e Vallo di Diano, sono stati individuati e cartografati, utilizzando un GIS, più di 200 siti (Santangelo et al., 2005). Essi sono stati differenziati in base alla tipologia (stratigrafici, paleoambientali, paleontologici, strutturali, geomorfologici, idrogeologici), seguendo lo schema proposto in letteratura per l'inventario mondiale dei geositi (Wimbledon et al., 1999).

Tali progetti però non sono stati tuttora ancora realizzati, in quanto gestiti perlopiù da amministrazioni che ancora non mostrano reale interesse per questo tipo di argomento. I lavori effettuati rappresentano però un primo passo per la conoscenza, la divulgazione e quindi la valorizzazione del prezioso e ricco patrimonio geologico della regione Campania.

## **CAPITOLO 2      SINTESI DELLA STORIA VULCANOLOGICA E DELLE SUCCESSIONI STRATIGRAFICHE PIU' SIGNIFICATIVE DEI CAMPI FLEGREI**

Nel capitolo che segue è stata effettuata una revisione della bibliografia esistente sull'area dei Campi Flegrei e sull'isola di Procida, sia per quanto riguarda la storia vulcanologica che le caratteristiche geomorfologiche.

Una prima parte comprende alcuni paragrafi che riassumono l'assetto geologico e strutturale, le caratteristiche geomorfologiche e vulcanologiche, a cui fa seguito una dettagliata descrizione della storia eruttiva; una seconda parte del capitolo comprende invece la descrizione nel dettaglio delle successioni stratigrafiche più note in letteratura, una descrizione delle entità morfologiche di maggiore rilevanza e un paragrafo in cui vengono descritte le maggiori evidenze presenti sul territorio della variazione del livello del mare, ad opera del bradisismo, avvenute in età Olocenica.

Verrà quindi esposto uno studio generale dell'area per comprenderne meglio l'assetto geologico e la storia vulcanologica.

Si è effettuato una panoramica dei dati già esistenti in letteratura al fine di avere una visione d'insieme dell'area più completa; allo stesso tempo si è anche cercato di dare più risalto a contesti particolarmente interessanti, prestando una maggiore attenzione a tutte le situazioni locali e di maggiore dettaglio già note in letteratura, come la descrizione di singoli affioramenti, di una morfologia vulcanica o marina relitta etc., al fine di comprenderne meglio la valenza didattico-scientifica.

Segue, quindi, una revisione della bibliografia mirata essenzialmente all'identificazione delle situazioni più significative e dei siti più idonei per poter in seguito "raccontare la storia geologica di quest'area".

### **2.1      SULLA VULCANOLOGIA DEI CAMPI FLEGREI**

#### **2.1.1      PREMESSA: BREVI CENNI STORICI**

Prima di affrontare, in senso stretto, l'argomento circa la storia vulcanologica dell'area presa in esame mi sembra opportuna una breve parentesi che ne spieghi il valore storico, strettamente legato alle vicissitudini di carattere vulcanico.

Da sempre i Campi Flegrei costituiscono un luogo che ha affascinato e ancora affascina lo scenario collettivo e il mondo scientifico, sia perché sede di vicissitudini storiche in cui mito e leggenda si intrecciano con gli eventi naturali, sia perché da migliaia di anni, i paesaggi e le morfologie di quest'area sono in continuo mutamento soprattutto per la sua spiccata attività vulcanica. In questo territorio si sono continuamente intrecciati i fenomeni naturali con quelli antropici, con un grado di variabilità dell'ambiente e degli insediamenti umani, unico al mondo. Si pensi ad esempio ai cambiamenti repentini e frequenti del paesaggio che quest'area ha subito in tempi storici con la nascita del Monte Nuovo, un vulcano sorto in tre giorni solo nel 1538 e a tutti i cambiamenti subiti dal paesaggio come diretta conseguenza del fenomeno del bradisismo.

E' dunque un territorio ricchissimo di evidenze di notevole interesse sia geologico che archeologico e rappresenta una zona in cui non si contano le pubblicazioni scientifiche di carattere geologico e tanto meno i lavori che riguardano la letteratura archeologica.

Allo stato delle conoscenze attuali i fruitori di quest'area conoscono soprattutto la storia archeologica, ma quasi nessuno conosce il contesto ambientale in cui essa si è svolta.

Il termine "*phlegraios*" fu introdotto, nel VIII sec.a.C., dai Greci colonizzatori del sud dell'Italia, che chiamarono così tutta l'area che circonda il Golfo di Napoli. Il significato etimologico di questo nome è "campi ardenti" e con esso intendevano probabilmente l'area comprendente anche Napoli e il Vesuvio.

A causa dell'intensa attività vulcanica passata e presente, i Campi Flegrei nella mitologia sono ricordati dai Greci come il luogo dove vivevano i Giganti, principali responsabili di terremoti ed eruzioni e dove avvenne la battaglia tra questi ultimi con gli Dei dell'Olimpo. Virgilio nel VI libro dell'Eneide ambienta alcuni avvenimenti proprio in questa zona: a Cuma, a Miseno e sulle rive del Lago Averno, raccontando dell'incontro di Enea con la Sibilla, della sepoltura di Miseno il compagno di Ettore e della discesa agli inferi.

Le prime colonie greche si insediarono presso Ischia e Cuma, dove furono trovate la prime testimonianze dell'alfabeto greco. Cuma raggiunse il suo splendore massimo nel V sec.a.C. quando alleata con i greci di Siracusa, sconfisse in battaglia una coalizione etrusco-cartaginese. Successivamente le colonie siracusane si stabilirono nell'isola d'Ischia, da dove furono costretti a fuggire in seguito alla ripresa dell'attività vulcanica.

Nei secoli successivi, tra il IV e il III sec.a.C. l'area cadde sotto il dominio romano. Durante questo periodo i Campi Flegrei erano una zona malarica, coperta da paludi e da una fitta foresta detta "*Silvia Gallinaria*" il cui legname veniva usato per la costruzione della flotta dell'imperatore Augusto. Al contrario delle zone interne la zona costiera rimase sempre fiorente ed attiva soprattutto per il commercio. Le zone di Baia e Pozzuoli divennero sedi dell'aristocrazia romana che vi edificò palazzi e ville, ed i cui resti sono attualmente sommersi nel golfo di Baia.

Durante il medioevo parte della costa fu sommersa e di quest'area poco si conosce fino a quando non venne assorbita nel Regno di Napoli.

Tra le prime pubblicazioni sui Campi Flegrei abbiamo l'omonimo libro, scritto nel XVIII secolo dal naturalista inglese Lord Hamilton, che per la prima volta descrive i vulcani del sud Italia e indica come Campi Flegrei tutta la zona immediatamente ad ovest di Napoli e parte stessa della città.

Tale zona ha attratto l'interesse dei ricercatori fin dagli albori della moderna geologia. Quando Sir. Charles Lyell nel 1873 pubblicò i "*Principles of geology*", trovò un posto d'onore sul frontespizio della sua opera proprio il tempio di Serapide presso

Pozzuoli, elevandolo ad emblema del principio dell'attualismo. Tale tempio conserva su di esso le tracce dei continui movimenti del suolo puteolano, fenomeno geologico noto in letteratura come "bradisisma", che fino ad allora era imputato solo a variazioni del livello del mare (figura 1).

In tempi più recenti tutta l'area è stata oggetto di un rinnovato interesse per l'intensificarsi dell'attività bradisismica che ha portato tra il 1968 al 1984 ad un sollevamento totale del suolo di circa 320 cm, con ripetute crisi sismiche. Tale fenomeno fu infatti visto come possibile precursore di una nuova imminente eruzione, come avvenne nel 1538 con l'unica eruzione storica conosciuta nell'area che portò alla formazione del Monte Nuovo.

Dal 1984 in poi gli studi sull'area dei Campi Flegrei si sono notevolmente intensificati, soprattutto perché, insieme alle aree circumvesuviane, costituisce una zona vulcanicamente attiva ad alta densità di popolazione e quindi ad elevato rischio vulcanico.

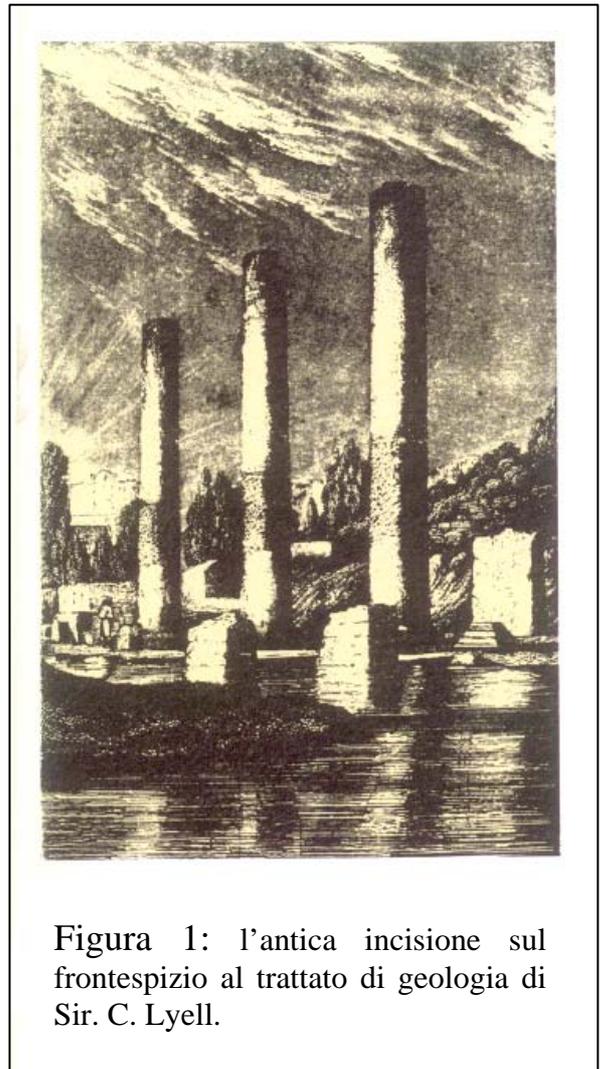


Figura 1: l'antica incisione sul frontespizio al trattato di geologia di Sir. C. Lyell.

L'area è stata ed è oggetto di studio di numerosi autori che ne hanno studiato gli aspetti geologici, vulcanologici, strutturali e tettonici (De Lorenzo, 1904; Rittmann 1950; Scherillo, 1953; Lirer, 1975; Rosi et al.,1983; Di Girolamo et al., 1984; Rosi & Sbrana,1987; Rolandi, 1988; Barberi et al.,1991, Orsi et al.,1996 e 1998, solo per citarne alcuni). Numerose sono quindi le ipotesi sulle modalità di messa in posto dei principali prodotti vulcanici oppure sull'assetto strutturale e vulcano-tettonico dell'area flegrea. Come detto precedentemente in questa sede sarà esposto una revisione bibliografica generale che ci permetta di comprendere meglio la storia geologica dell'area e che vuole rappresentare anche un tentativo di riordino di ciò che è stato detto in letteratura su quest'area. Per approfondimenti riguardo le ipotesi e le interpretazioni fatte sull'attività dell'area si rimanda alla letteratura esistente.

### 2.1.2 ASSETTO GEOLOGICO e STRUTTURALE

Molto suggestiva risulta la descrizione che De Lorenzo nel 1904 fa del paesaggio che *“s'offre alla vista di chi per la cosiddetta bocca grande entra nel Golfo di Napoli”*. Paesaggio composto essenzialmente di tre parti: *“a destra grandi rupi calcaree....che sorgono dall'isola di Capri dai flutti spumanti del mare e si protendono poi, passando per Sorrento ed Amalfi, verso il nubifero Appennino; a sinistra un vasto ondeggiare di fulve prominenze tufacee, che prima s'innalzano superbe nell'isola d'Ischia e poi, sormontando il mare con Vivara e Procida, si attenuano e si espandono nelle dolci colline, su cui si estende la sirena Partenope; nel fondo la forma bella e solenne del Vesuvio fumante.”*

Il territorio Napoletano, occupa la parte centrale del graben della Piana Campana. Quest'ultima è bordata quasi completamente dai rilievi dell'Appennino Meridionale, una catena montuosa che si è formata in seguito alla deformazione, in regime compressivo, del margine continentale Africano; ciò ha generato l'accavallamento di una serie di thrusts, per uno spessore di circa 25-30 km (D'Argenio et al., 1973), di rocce sedimentarie Triassico-Plioceniche. L'evento deformativo, iniziato già nel Miocene, ha interessato oltre che le coperture sedimentarie anche il basamento cristallino-metamorfico.

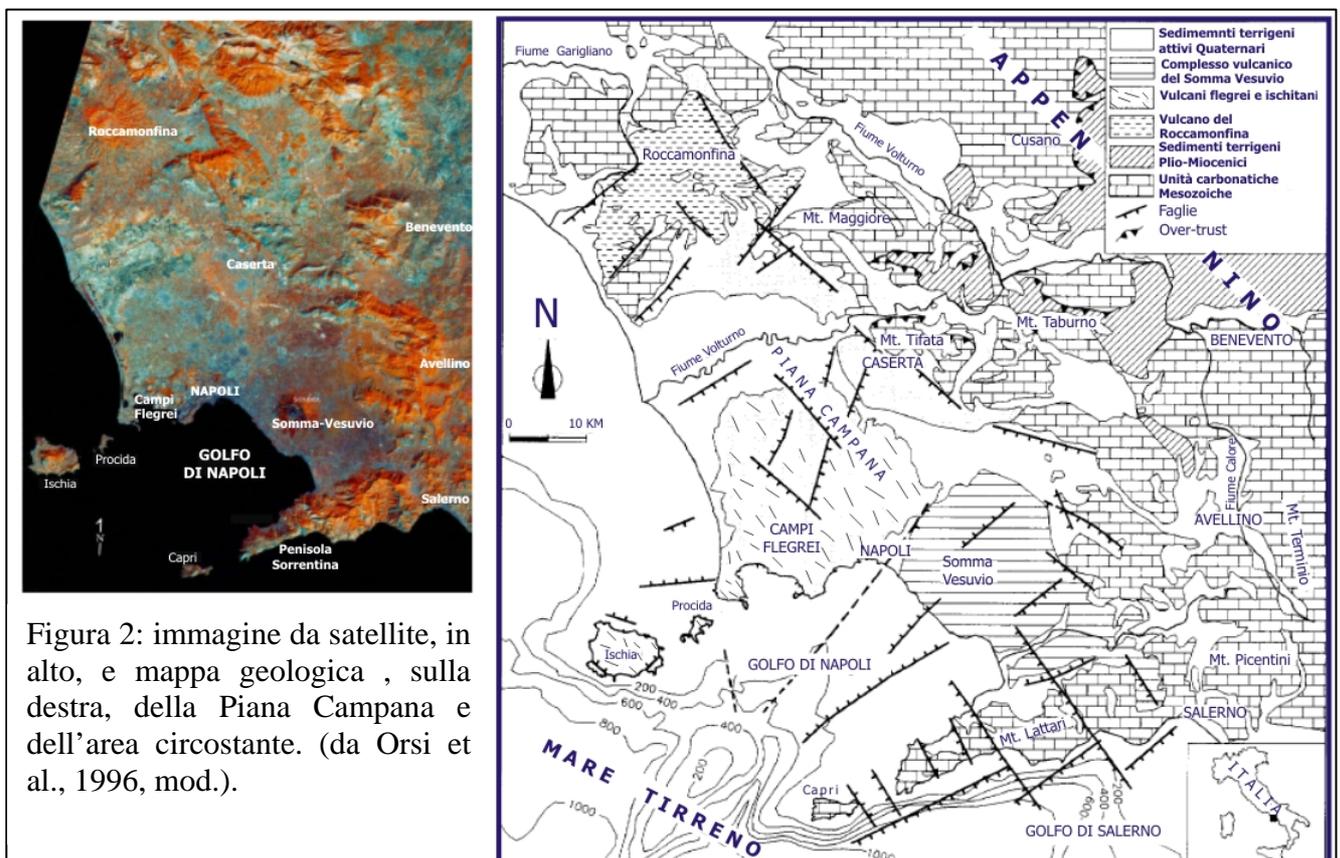


Figura 2: immagine da satellite, in alto, e mappa geologica, sulla destra, della Piana Campana e dell'area circostante. (da Orsi et al., 1996, mod.).

La piana Campana è il risultato della tettonica estensionale Plio-Quaternaria che si è instaurata in seguito all'apertura del bacino del Tirreno (Ippolito et al., 1973; Ortolani & Aprile 1978). In seguito a questa fase estensionale, il basamento carbonatico Mesozoico si è smembrato in una serie di horst e graben (Carrara et al., 1973) o secondo strutture monocliniche orientate (Ortolani & Aprile, 1978) i cui principali andamenti strutturali sono delimitati da faglie orientate in direzione NW-SE (direzione appenninica) lungo il bordo nord-orientale, e NE-SW (direzione antiappenninica) lungo i bordi settentrionali e meridionali (Brancaccio et al., 1991).

Topograficamente il graben è delimitato a sud dalla Penisola Sorrentina, a nord-est dai rilievi Casertani e a nord-ovest dalla piana del Volturno e dal Monte Massico (figura 2).

La fase di regime distensivo, che ha generato la formazione della Piana Campana, ha anche favorito la formazione e la risalita di magma e che ha alimentato il vulcanismo di quest'area.

Le manifestazioni più recenti sono rappresentate dalle aree a vulcanismo attivo del Somma-Vesuvio e del Distretto Vulcanico Flegreo (PVD, De Astis et al., 2004), che include i Campi Flegrei e le isole di Ischia e Procida (quest'ultima non più attiva).

E' ben noto che queste due zone si differenziano nettamente per motivi vulcanologici, petrologici e strutturali.

Il Somma Vesuvio è uno strato-vulcano rappresentato da un apparato centrale misto localizzato all'intersezione di sistemi di fratture orientate in senso appenninico e antiappenninico e che durante la sua attività ha emesso prodotti sempre più sottosaturi.

Il Distretto Vulcanico dei Campi Flegrei è un'area vulcanicamente attiva, com'è noto da perforazioni profonde, da circa due milioni di anni, sebbene i prodotti affioranti non sono più antichi di 50 ka (l'attività più antica è quella ischitana datata appunto circa 50 ka); le zone attive comprendono Ischia, in cui l'ultima eruzione è avvenuta nel 1302 e sono presenti attualmente fenomeni idrotermali, e i Campi Flegrei; nell'isola di Procida l'ultima eruzione è avvenuta circa 18.000 anni fa.

I Campi Flegrei sono ormai da lungo tempo interpretati come una caldera all'interno della quale si è sviluppato un sistema vulcanico complesso formato da un insieme di apparati piroclastici monogenici, che si sono sviluppati prevalentemente durante il Quaternario; questi ultimi risultano collegati ad in trend di fratture NE-SW che attraverso un basso strutturale collegano il lato sud-orientale del sistema caldera all'horst su cui giace il Somma-Vesuvio (Orsi et al., 1998); tali fratture hanno alimentato un'attività vulcanica caratterizzata da un chimismo potassico ai limiti della saturazione (Di Girolamo et al., 1984).

Molto acceso da anni è il dibattito scientifico per quanto riguarda l'origine e le modalità di formazione della caldera flegrea (Di Girolamo et al., 1984; Rosi & Sbrana, 1987; Orsi et al., 1996, solo per citare alcuni esempi); i principali gruppi di ricerca, CNR, Osservatorio Vesuviano e gli enti universitari lavorano spesso separatamente, giungendo a conclusioni quasi sempre discordanti, che rendono il dibattito scientifico ancora aperto e lontano da un verdetto unanime.

### 2.1.3 INQUADRAMENTO VULCANOLOGICO

Da un punto di vista vulcanologico l'attività dei Campi Flegrei, insieme alle isole di Procida e Ischia, fa parte della Provincia Comagmatica Potassica Italiana.

Possiamo immaginare di dividere tutto il territorio flegreo in una **Zona Flegrea Centrale** e in una **Zona Flegrea Periferica**.

La prima è costituita dai Campi Flegrei in senso stretto e comprende l'area che rientra nello sprofondamento vulcano tettonico, ossia l'area interessata dal processo di calderizzazione.

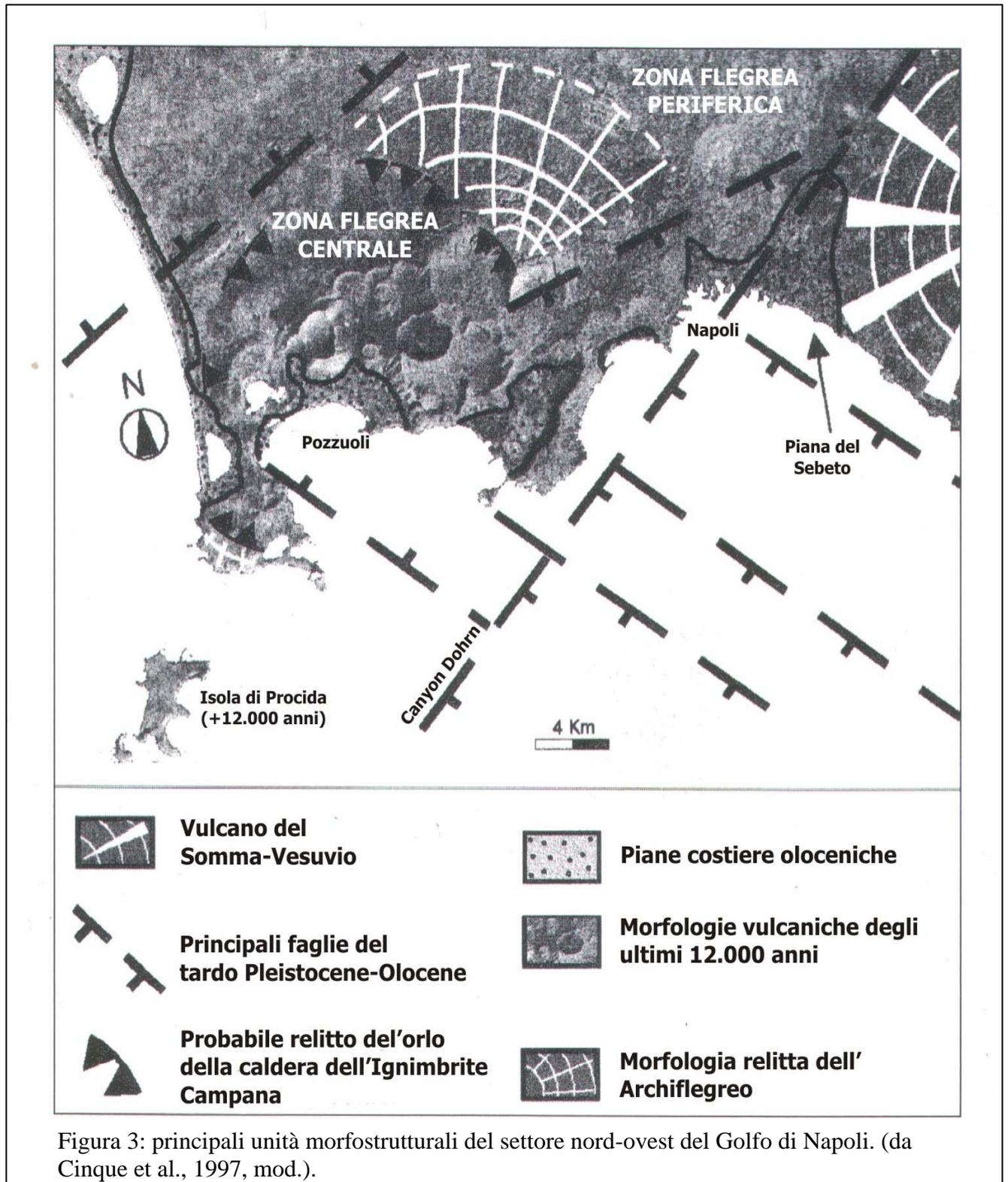
In questa area le manifestazioni di vulcanismo (sismi, bradisisma, fumarole e risorgenze termali) sono ancora attive e in essa trovano la massima espressione tipologica le morfologie vulcaniche.

La **Zona Flegrea Periferica** circonda il recinto calderico flegreo e comprende ciò che Rittman nel 1950 chiamò "Archiflegreo" (figura 3). Quest'area è caratterizzata, a N e ad W della caldera, da deboli pendenze che si raccordano dolcemente con la Piana Campana e a S ed E da ripide falesie a diretto contatto con il mare. Ad E, nei pressi dell'abitato di Napoli, sfuma nella piana dell'ormai

scomparso fiume Sebeto, che fa da elemento separatore con l'area in cui si erge l'apparato vulcanico del Somma-Vesuvio.

Tutta la Zona Periferica in realtà non presenta una palese morfologia vulcanica, e costituisce una sorta di cintura rilevata intorno alla zona flegrea centrale, in cui l'entità morfologica dominante è la collina dei Camaldoli che nei pressi dell'Eremo raggiunge il top di tutta l'area flegrea (458 m slm).

La Zona Periferica, con i suoi 22 km di estensione, è un'area vulcanologicamente non più attiva ed è caratterizzata dalla presenza di antichi edifici vulcanici spesso parzialmente sprofondati, erosi o



coperti dall'imponente copertura tufacea che costituisce il substrato di tutta l'area partenopea.

La **zona insulare** è ubicata prevalentemente nella parte N-W del Golfo di Napoli, e comprende le isole di Ischia, Procida e Vivara. Pur essendo separate dall'area flegrea, le isole hanno con essa affinità di carattere geologico, vulcanologico e petrografico e pertanto vengono considerate come il risultato del vulcanismo extra calderico. Basti pensare che già l'isobata dei 20 m è sufficiente ad unire alla terra ferma Procida e Vivara, l'isobata dei 50 m invece abbraccia anche Ischia.

L'attività vulcanica all'interno di quest'area ha prodotto principalmente depositi piroclastici testimonianti un vulcanismo prevalentemente esplosivo, anche se non mancano eventi effusivi che hanno portato all'emissione di lave a composizione prevalentemente trachitica.

Senza dubbio negli ultimi 40.000 anni gli aspetti vulcanologici e geomorfologici di quest'area sono stati fortemente influenzati da due principali eventi eruttivi.

L'evento più antico è testimoniato dalla presenza dei depositi piroclastici associati all'Ignimbrite Campana, avvenuta circa 39 ka, (De Vivo et al., 2001 su  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ; Fedele et al., 2003); secondo gli autori Barberi et al. (1978), Rosi Sbrana (1987), Fisher et al. (1993) e Civetta et al. (1997), è considerato l'evento vulcanico a maggiore energia dell'area mediterranea negli ultimi 200 ka bp. Durante l'eruzione furono emessi 150 km<sup>3</sup> di magma, di composizione da trachitica a trachifonolitica (Civetta et al., 1997), che ricoprirono un'area comprendente la Piana Campana, la penisola Sorrentina e buona parte dell'Appennino Meridionale (le ceneri emesse sono state rinvenute anche in Groenlandia e in Russia).

Il vulcanismo precedente i 39.000 anni è molto poco definito soprattutto per la limitata esposizione dei prodotti che il più delle volte risultano coperti dai depositi più recenti e attualmente sono sempre più minacciati dall'intensa urbanizzazione che interessa l'area.

Il secondo importante evento è stato la messa in posto del Tufo Giallo Napoletano, datato circa 12 ka da Lirer & Munno, (1975), e più recentemente datato 15.000 anni da Deino et al., (2004) con  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ . Durante questa eruzione furono emessi circa 20 km<sup>3</sup> di materiale piroclastico (Di Girolamo et al., 1984; Lirer et al., 1987; Rosi & Sbrana, 1987; Luongo et al., 1991; Orsi et al., 1992; Cole & Scarpati, 1993). Lirer & Munno, (1975), considerano il tufo giallo come il prodotto di un'unica eruzione; Di Girolamo et al., (1984), in accordo con questi ultimi individua l'area sorgente a Nord-Est dei Campi Flegrei. Rosi & Sbrana, (1987), considerano l'esistenza di più punti di emissione sparsi nei Campi Flegrei.

#### 2.1.4 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

A grande scala la depressione vulcano-tettonica rappresenta l'elemento morfologico predominante.

Gran parte dell'assetto morfologico attuale si è impostato circa 12.000 anni fa, con l'evento del Tufo Giallo Napoletano (15.000 anni per Denio et al., 2004), i cui materiali hanno ricoperto tutta l'area e hanno dato nuova forma alla topografia precedentemente esistente.

La fase o le fasi di calderizzazione, hanno portato alla formazione di una depressione del diametro di circa 12 km, centrata sulla città di Pozzuoli, e attualmente per metà invasa dal mare.

Tutta l'attività vulcanica successiva ai 12 ka resta localizzata, fin in tempi storici, all'interno della caldera che viene invasa dal mare durante la trasgressione Post Glaciale.

Durante l'Olocene medio la parte settentrionale della caldera subisce un uplift, mentre la parte meridionale resta confinata al disotto del livello del mare e forma attualmente il golfo di Pozzuoli.

In letteratura l'unico riferimento che tratta un'analisi dell'assetto geomorfologico dell'area flegrea ci viene fornito da Orsi et al., (1996).

Questo lavoro mette in evidenza come lo sprofondamento calderico e il successivo vulcanismo intracalderico ha dato vita ad un complesso pattern fatto di molteplici intersezioni di edifici vulcanici tipo tuff-cone e tuff-ring. Tali morfologie risultano spesso parzialmente obliterate da limitati collassi vulcano-tettonici e a luoghi ospitano laghi intracraterici o baie marine dal caratteristico profilo semicircolare. I versanti spesso molto acclivi degli edifici vulcanici si alternano a depressioni, anche ampie, la cui origine è legata sia ai processi vulcanici, con depressioni crateriche, sia a fenomeni di

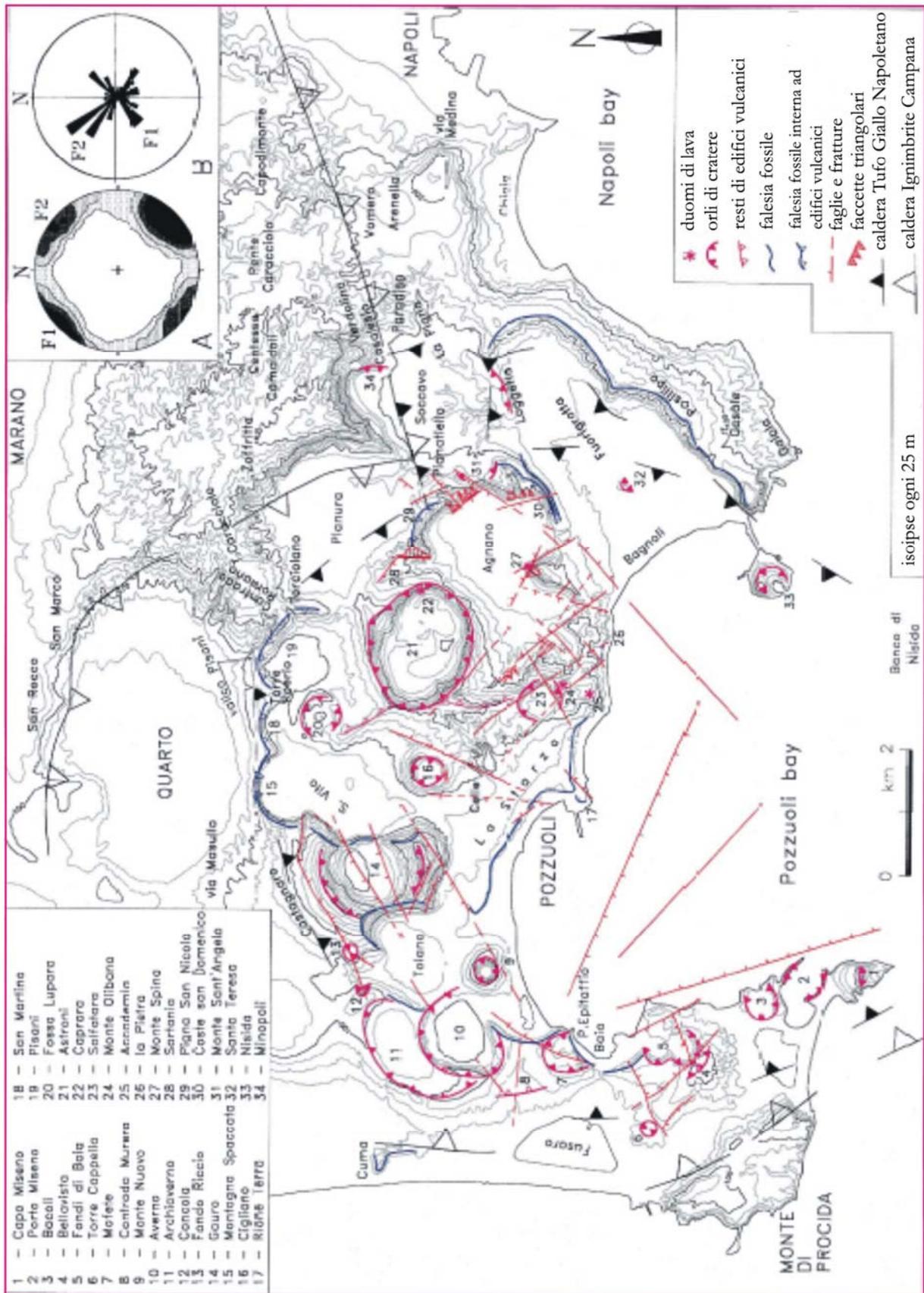


Figura 4: mappa morfostrutturale della caldera flegrea. In alto a destra il diagramma di frequenza delle faglie e delle fratture della parte centrale della caldera del Tufo Giallo Napoletano; in alto a sinistra i nomi dei principali centri vulcanici. (da Di Vito et al., 1999, mod.)

collasso vulcano tettonico. Oltre alle numerose forme vulcaniche si possono riconoscere anche le evidenze morfologiche di alcuni importanti movimenti verticali del suolo come l'olocenico terrazzo della Starza.

I contorni dell'area calderizzata non sono netti, ma a luoghi grossolanamente semicircolari, e aperti verso il mare in corrispondenza del Golfo di Pozzuoli che ne costituisce la naturale prosecuzione.

Dove sono presenti evidenze geomorfologiche e topografiche il recinto calderico si presenta spesso molto disarticolato a causa di sprofondamenti e di vicissitudini vulcano tettoniche a breve e medio termine successive alla fase di calderazione che si sono protratte fino ai giorni nostri.

Orsi et al., (1996), hanno interpretato i rilievi di San Severino, Punta Marmolite e la collina dei Camaldoli (che bordano a nord e nord-est la depressione dei Campi Flegrei), il rilievo di Cuma e Monte di Procida (che bordano la depressione verso sud-ovest) come il risultato dell'evoluzione morfologica del primo collasso strutturale generatosi in seguito alla messa in posto dell'Ignimbrite Campana (figura 4).

L'acclive versante che delimita la collina di Posillipo è stato invece interpretato dagli stessi autori, come l'unica espressione morfologica del bordo strutturale della caldera del Tufo Giallo Napoletano, essendo state le altre tutte completamente coperte sia da depositi vulcanici successivi sia dalle vicissitudini vulcano tettoniche che hanno interessato l'area.

All'interno della caldera le forme vulcaniche più antiche sono sempre coperte da prodotti ed edifici vulcanici più recenti, mentre le morfologie vulcaniche più giovani sono quasi sempre ben conservate. Edifici vulcanici quali Capo Miseno, Porto Miseno, Nisida, La Pietra e Santa Teresa, tutti localizzati nei pressi dell'attuale linea di costa, risultano parzialmente o totalmente smantellati dall'erosione marina. Parte dei versanti dell'Archiaverno, Gauro, Montagna Spaccata, San Martino, Pisani, Costa San Domenico e Pigna San Nicola, attualmente nell'entroterra, sono stati modificati dall'erosione del mare durante una fase ingressiva (Orsi et al., 1996). Il versante sud-orientale del tuff-ring dell'Archiaverno, i versanti a est, a sud e a ovest del tuff-cone del Gauro, i versanti meridionali dei rilievi semicircolari di Montagna Spaccata, San Martino, Pisani e Pigna San Nicola ed i versanti semicircolari sud-orientali e nord-orientali dei rilievi di Costa San Domenico sono considerati e cartografati dagli stessi autori come relitti di falesie. Resti di edifici vulcanici parzialmente o completamente obliterati dai prodotti dell'attività vulcanica recente si rinvengono presso Torre Cappella, Contrada Murera, Traversa Campana, Pisciarelli, Sartania e Loggetta (figura 4). Queste morfologie risultano smantellate sia dall'erosione che dall'attività vulcano tettonica. La morfologia originale degli edifici vulcanici dell'Astroni, Cigliano, Solfatara, Accademia, Averno e Monte Nuovo, formati durante l'attività flegrea più recente è invece molto ben conservata. Il vulcano di Fossa Lupara, noto anche come cratere Senga, caratterizzato morfologicamente da tre orli vulcanici, ben descritti da De Lorenzo nel 1914, risulta attualmente fortemente antropizzato; ciò rende molto difficile il riconoscimento della sua forma originaria. Risulta ben evidente solo il versante settentrionale del bordo più esterno della caldera.

All'interno della Caldera Flegrea sono inoltre ben riconoscibili morfologie depresse e pianeggianti. La piana di Quarto, Pianura e Soccavo, rispettivamente a 40, 160 e 80 m slm sono bordate a nord dalla scarpata che costituisce il margine strutturale della caldera flegrea (Orsi et al 1996a). La depressione di Fuorigrotta Bagnoli (30 m slm) risulta bordata a est dalla collina di Posillipo, la quale è caratterizzata da un ripido versante occidentale e da un meno acclive versante orientale che degrada verso mare. La piana del Toiano (20 m slm) è una piccola depressione tra i vulcani del Gauro, Averno e Monte Nuovo, mentre la piana di Agnano (5 m slm) è una depressione endoreica bordata dai vulcani della Solfatara e di Astroni a ovest, e a nord-est dalla Cinta di Agnano. Tra i vulcani del Gauro, Montagna Spaccata, Fossa Lupara e Cigliano si apre invece la piana di San Vito (55 m slm) (vedi figura 4).

Nel settore occidentale della caldera è presente una zona pianeggiante litorale che si sviluppa in direzione nord-sud, delimitata a sud dal rilievo di Monte di Procida e a nord dalla collina di San Severino. Tale piana è interrotta solo dal lieve rilievo di Cuma.

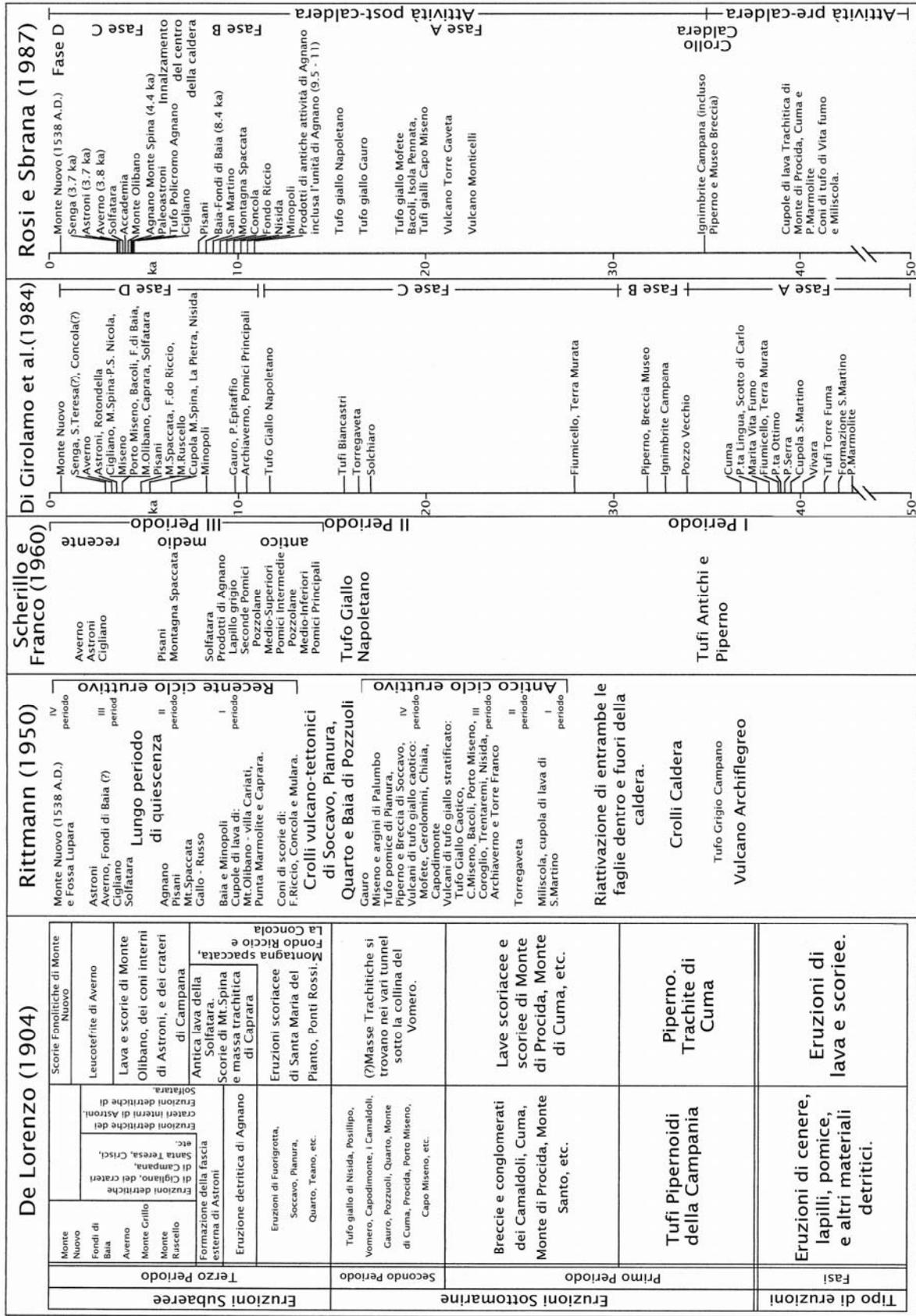


Figura 5: sintesi delle sequenze stratigrafiche dell'attività vulcanica flegrea già presenti in letteratura. (da Di Vito et al., 1999, mod.)

Nella parte centrale della caldera flegrea un ulteriore elemento morfologico presente è il terrazzo marino della Starza, tra Monte Nuovo e il Monte Olibano (Cinque et al.,1985; Rosi & Sbrana 1987; Orsi et al.,1996a). Il terrazzo, che si trova a circa 40 m slm è tagliato da una paleo falesia che si rinviene a distanza di poche centinaia di metri dall'attuale linea di costa di Pozzuoli.

### 2.1.5 STORIA ERUTTIVA

La storia geologica degli ultimi 39.000 anni dei Campi Flegrei è stata studiata da numerosi autori. La figura 5 mostra in sintesi gli studi presentati da De Lorenzo (1904), Rittmann (1950), Scherillo & Franco (1960), Di Girolamo et al. (1984) e Rosi & Sbrana (1987).

De Lorenzo suddivide la storia vulcanologia dei Campi Flegrei in tre periodi, di cui i primi due a prevalente carattere sottomarino.

Nel 1950 Rittmann ipotizza l'inizio del vulcanismo con la formazione del vulcano dell'Archiflegreo, il quale fu completamente smantellato dal collasso vulcano tettonico successivo all'eruzione del Tufo Grigio Campano; suddivide l'attività vulcanica succedutasi all'interno dell'area calderizzata in due cicli eruttivi, separati dal collasso vulcano tettonico avvenuto nell'area del Golfo di Pozzuoli, nelle piane di Soccavo, Pianura e Quarto. Scherillo e Franco, sulle orme di De Lorenzo, suddividono l'attività vulcanica in tre periodi; Di Girolamo et al., (1984), invece, riconoscono quattro fasi, ed

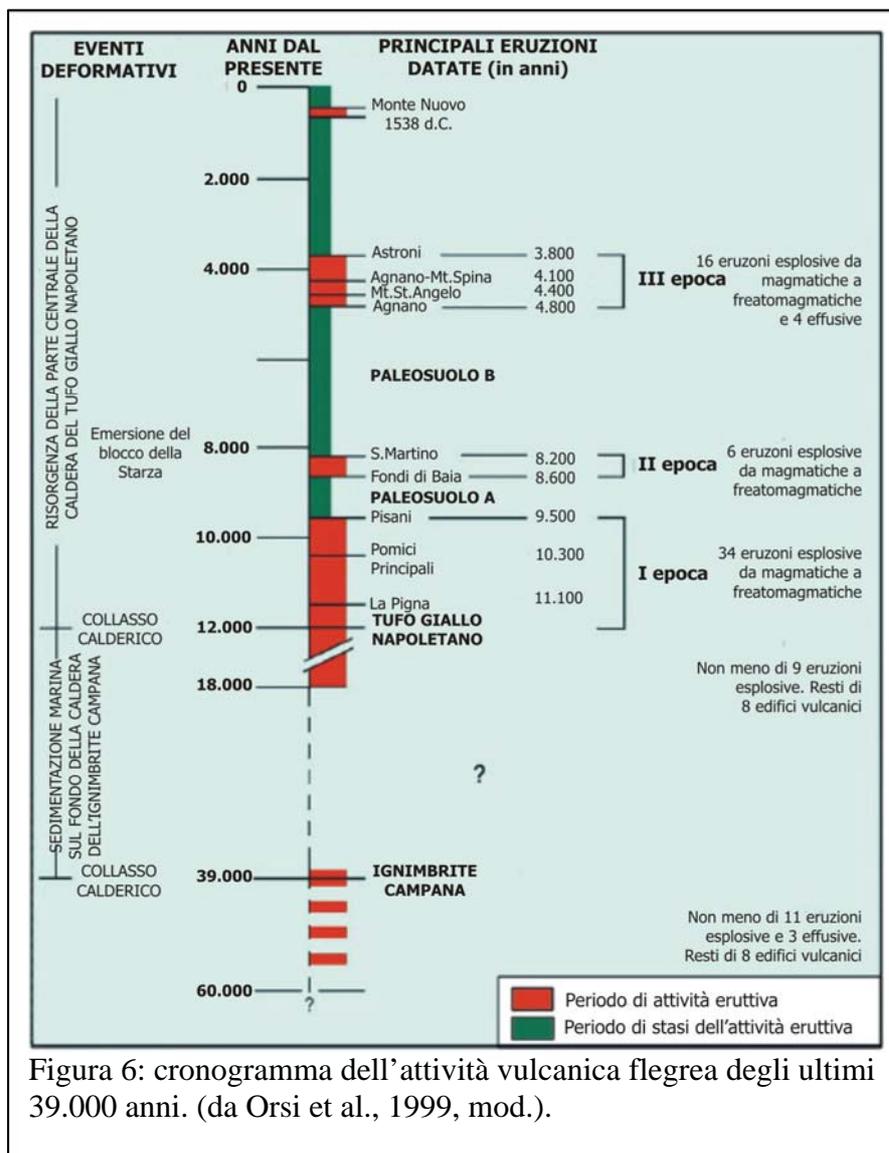


Figura 6: cronogramma dell'attività vulcanica flegrea degli ultimi 39.000 anni. (da Orsi et al., 1999, mod.).

includono il vulcanismo della fase successiva al Tufo Giallo Napoletano in un'unica fase; considerano inoltre l'Ignimbrite Campana come il prodotto di una eruzione fissurale legata a fratture con direzione Appenninica. Rosi & Sbrana, nella monografia pubblicata nel 1987, suddividono la storia vulcanologia dei Campi Flegrei in relazione all'Ignimbrite Campana e al collasso calderico; considerano il Tufo Giallo Napoletano come un prodotto generato da più centri eruttivi, in opposizione a Lirer & Munno, (1975), che lo considerano come il prodotto di una unica grande eruzione.

Orsi et al. (1996, 1998), suddividono invece l'attività vulcanica degli ultimi 39.000 anni in tre periodi principali, individuati in relazione all'eruzione dell'Ignimbrite Campana e del Tufo Giallo Napoletano.

L'eruzione dei 39.000 anni chiude un primo periodo, mentre la data dei 12.000 anni chiude il secondo; il terzo periodo comprende gli ultimi 12.000 anni di storia eruttiva (figura 6).

Nel presente lavoro viene esposta una revisione bibliografica della storia vulcanologia dell'area seguendo le linee generali proposte da Orsi et al., (1996), Di Vito et al., (1999) e da Orsi et al., (2003a e 2004b); studi più recenti effettuati da questo gruppo di ricerca hanno consentito una più precisa delimitazione della complessa storia vulcanologica dell'area flegrea; si cercherà allo stesso tempo di non trascurare i contributi, comunque validi, forniti da numerosi altri autori nel passato.

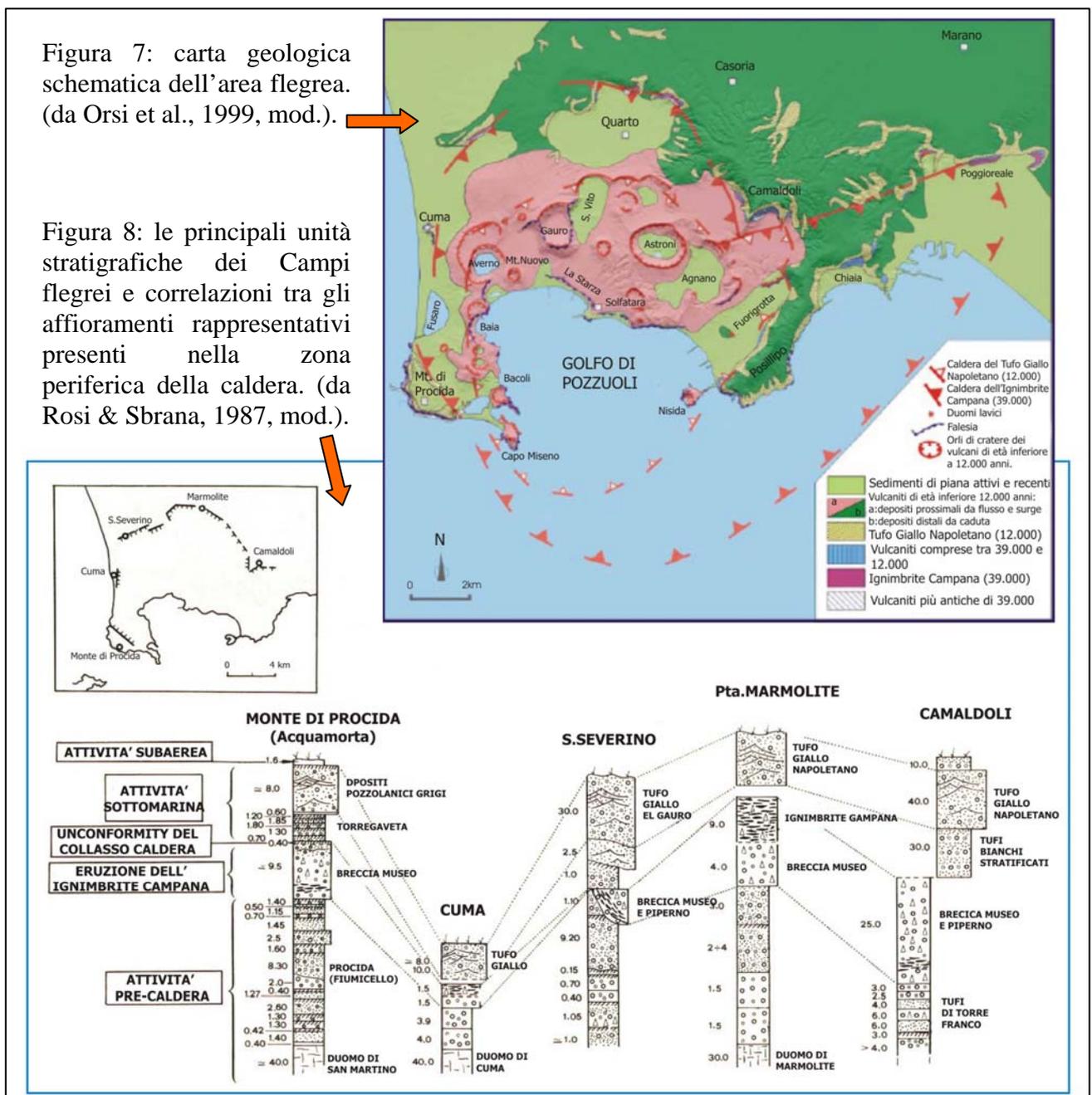
### 2.1.5.1 VULCANISMO PRE-IGNIMBRITE CAMPANA

L'età precisa in cui ha avuto inizio l'attività vulcanica nei Campi Flegrei non è ben conosciuta. Non sono inoltre presenti molte evidenze dell'attività antica che precede l'eruzione dell'Ignimbrite Campana.

La teoria di Rittmann (1950), dell'esistenza di un unico grande edificio vulcanico, l'Archiflegreo, è stata attualmente superata.

Figura 7: carta geologica schematica dell'area flegrea. (da Orsi et al., 1999, mod.).

Figura 8: le principali unità stratigrafiche dei Campi flegrei e correlazioni tra gli affioramenti rappresentativi presenti nella zona periferica della caldera. (da Rosi & Sbrana, 1987, mod.).



I prodotti del vulcanismo pre ignimbrico sono prevalentemente esplosivi ed in minor misura effusivi. Sin dal primo stadio di attività, sono stati caratterizzati dalla presenza di numerosi centri di emissione, che diedero origine a manifestazioni vulcaniche subaeree e sottomarine poco profonde, e dai quali sono state emesse piroclastiti e lave con composizione prevalentemente trachitica (Di Girolamo et al., 1984; Rosi & Sbrana, 1987).

Le poche evidenze presenti affiorano su rilievi sparsi lungo la periferia della caldera (figura 7): esemplare è la successione stratigrafica esposta lungo la falesia ed i pendii che delimitano Monte di Procida. In questa successione le unità stratigraficamente più basse sono rappresentate da lave e piroclastiti saldate testimonianti l'attività del centro eruttivo di San Martino.

Una sequenza stratigrafica simile è stata osservata in altri affioramenti ubicati lungo i versanti della collina di Cuma, lungo le scarpate che bordano il rilievo di San Severino e la Piana di Quarto (duomo lavico di Punta Marmolite), sul versante meridionale della collina dei Camaldoli (i tufi di Torre Franco) (figura 8); in perforazione, prodotti più antichi dell'Ignimbrite Campana sono stati ritrovati nella parte N-E della città di Napoli.

Sulle pareti N-E che bordano la piana di Quarto è possibile osservare una successione di depositi piroclastici, intervallati da paleosuoli, ascrivibili ad almeno dieci differenti eruzioni i cui centri di eruzione non sono più riconoscibili. Le rocce più antiche finora datate, relative a questa attività, hanno un'età di circa 60 ka, determinate con il metodo  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  (Pappalardo et al., 1998).

Il metodo di datazione  $\text{C}^{14}$ , ha permesso di determinare un'età maggiore di 42 ka per i tufi di Torre Franco posti alla base della collina dei Camaldoli, (Alessio et al., 1973), di 47 ka per il duomo di Punta Marmolite e di 37 ka per il duomo lavico di Cuma e 36 ka per le piroclastiti saldate di San Martino (Cassignol & Gillot, 1982, con K-Ar). Solo alcuni degli edifici vulcanici che si formarono in questo periodo sono oggi riconoscibili: ne sono un esempio i duomi lavici di Punta Marmolite e di Cuma e il cono tufaceo di Monte Grillo. Secondo Orsi et al., 1996, evidenze stratigrafiche fanno ritenere possibile un'attività vulcanica anche esterna all'area che sarebbe poi stata interessata, con l'evento dell'Ignimbrite Campana, dalla fase di calderizzazione.

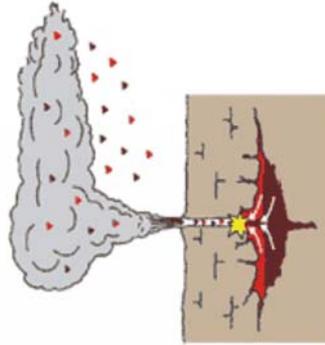
#### 2.1.5.2 ERUZIONE DELL'IGNIMBRITE CAMPANA

L'Ignimbrite Campana è soggetto di studi da oltre due secoli, e un vigoroso dibattito persiste circa la sua età, la storia eruttiva e le sue relazioni con la caldera flegrea.

Alcuni autori ritengono che la caldera flegrea sia l'espressione morfologica conseguente la messa in posto dell'Ignimbrite Campana (Rosi et al., 1983, 1999; Rosi & Sbrana, 1987), una delle eruzioni più violente di tutta l'area; altri invece la associano all'eruzione del Tufo Giallo Napoletano (Lirer et al., 1987; Scandone et al., 1991; Scarpati et al., 1993; Di Girolamo et al., 1984). Secondo Orsi et al. (1996) i Campi Flegrei sono una "*nested structure*" composta da una caldera più antica generatasi con la messa in posto dell'Ignimbrite Campana, e una caldera più giovane associata al Tufo Giallo Napoletano, all'interno delle quali, dopo la loro formazione, è rimasta confinata l'attività vulcanica.

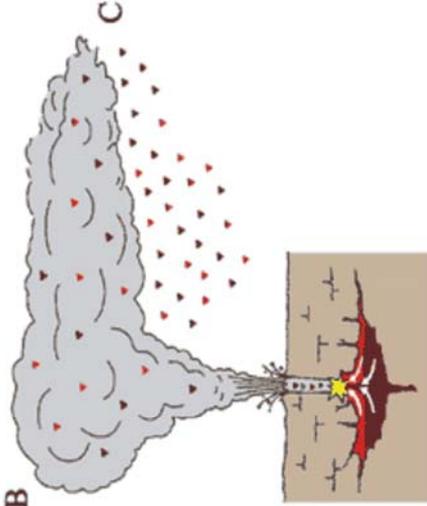
Il deposito ignimbrico è localmente conosciuto come Tufo Grigio Campano e fu attribuito da Scacchi, nel 1890, a eruzioni originatesi in diversi punti della Piana Campana; Franco nel 1900 attribuì invece questo deposito ad una unica eruzione avvenuta nei Campi Flegrei. Il primo a parlare di deposito ignimbrico è stato Di Girolamo (1968, 1970). Attualmente l'area origine di questo deposito non è ancora ben definita: Di Girolamo et al., (1984) propongono che tale deposito si sia generato da una eruzione fissurale, con trend di fratture nordovest-sudest e con area sorgente localizzata a nord della città di Napoli e attribuiscono la formazione della caldera flegrea alla messa in posto del Tufo Giallo Napoletano. Rosi et al. (1983, 1996), Rosi & Sbrana (1987) e Barberi et al. (1991), in base a dati geologici, vulcanologici e geofisici, localizzano l'area sorgente dell'Ignimbrite Campana nei Campi Flegrei come confermato dagli studi effettuati da Fisher et al. (1993); Rosi e Sbrana (1987), sulle orme di Rittmann (1950), ipotizzano che l'IC si sia generata dalla caldera localizzata nell'area flegrea (l'Archiflegreo per Rittmann). Scandone et al., (1991) localizzano l'area sorgente fuori l'area

A

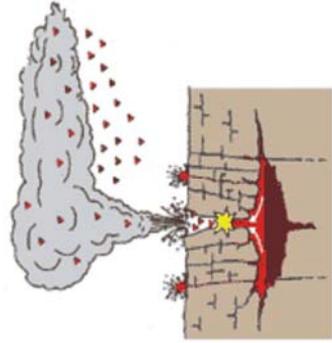


A e B) fasi esplosive freatomagmatiche seguite dalla formazione di una colonna eruttiva alimentata dal magma che risiede nella camera magmatica.

B

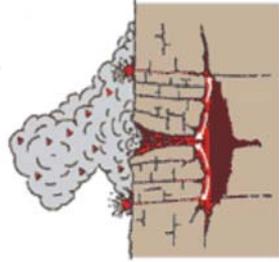


C



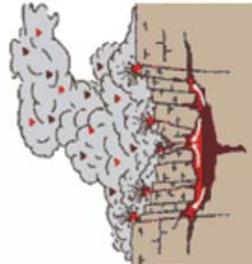
C) Migrazione verso l'alto della superficie di frammentazione, diminuzione del tasso eruttivo e attivazione di fratture che generano una colonna eruttiva pulsante e instabile, alimentata dallo strato di magma più evoluto.

D



D) Emissione di estesi flussi piroclastici alimentati dallo strato di magma più superficiale.

E

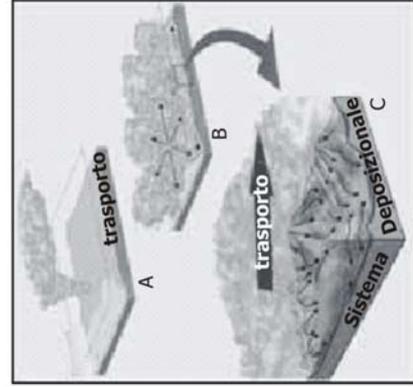


E) Maggiore evento di collasso calderico: sono estrusi gli strati di magma della camera che generano devastanti flussi piroclastici.

F



F) si generano piccoli flussi piroclastici che percorrono brevi distanze, alimentati dallo strato di magma meno differenziato. (da Pappalardo et al., 2002, mod.).



A e B) principali fasi del trasporto dell'Ignimbrite Campana e del sistema deposizionale dei flussi piroclastici. (Da Fedele et al., 2003, mod.)

Figura 9: ricostruzione delle varie fasi dell'eruzione dell'Ignimbrite Campana, a cui fa seguito la formazione della caldera e modello delle principali fasi di trasporto e del sistema deposizionale dei flussi piroclastici.

flegrea, precisamente nella depressione di Acerra, a circa 15 km a nord-est di Napoli. Orsi et al. (1996) propone una larga caldera estesa a Napoli e al Golfo di Pozzuoli.

Come fanno notare De Vivo et al. (2001), è importante tenere presente che le teorie sulla depressione vulcano tettonica flegrea non sono sufficientemente dimostrate su dati magnetici e gravimetrici, sebbene Florio et al. (1999), con dati geofisici dimostrino l'esistenza di una più piccola caldera interpretata come area di origine del Tufo Giallo Napoletano.

Secondo Civetta et al. (1996) e Rosi et al. (1996), la caldera ha cominciato a collassare durante il corso dell'eruzione. Studi più recenti hanno stabilito che l'eruzione è probabilmente iniziata con una fase freatomagmatica, seguita dalla formazione di una colonna sostenuta Pliniana che ha raggiunto un'altezza massima di circa 44 km (Rosi et al., 1999). Pappalardo et al., 2002 ricostruiscono le differenti fasi dell'eruzione dell'Ignimbrite Campana (figura 9). La fase pliniana fu probabilmente seguita dal collasso della caldera e dalla formazione di flussi piroclastici (Fedele et al., 2003).

Il contorno strutturale della depressione è il risultato sia della formazione di nuove fratture che della riattivazione di preesistenti faglie regionali (Orsi et al. 1996).

Il deposito prodotto è il tufo grigio campano, un materiale piroclastico di composizione prevalentemente alcali-trachitica.

Le sequenze stratigrafiche presentate da Rosi & Sbrana (1987) e da Orsi et al., (1996), mostrano che i depositi associati all'Ignimbrite Campana affiorano solo lungo i bordi della caldera (figura 7 e 8), e,

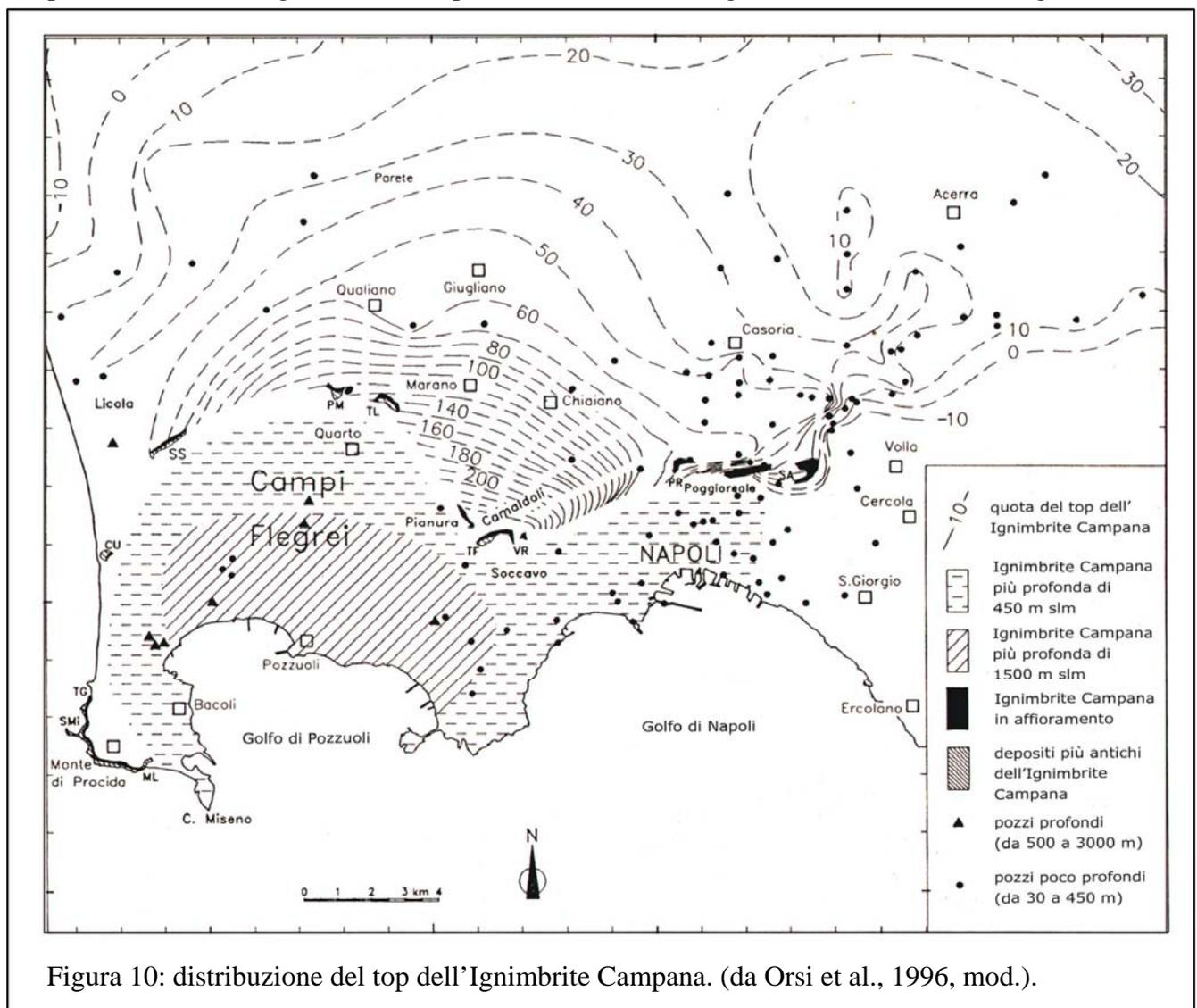


Figura 10: distribuzione del top dell'Ignimbrite Campana. (da Orsi et al., 1996, mod.).

come mettono in evidenza Orsi et al., (1996), verso est si estendono lungo il lineamento tettonico Camaldoli-Poggioreale.

Rosi & Sbrana (1987) interpretano i depositi noti in letteratura come Breccia Museo e Piperno come prodotti prossimali dell'Ignimbrite Campana e ritengono il loro affioramento lungo l'orlo della caldera come una delle principali prove per la sua attribuzione all'Ignimbrite Campana.

La figura 10 mostra la profondità a cui si trovano i depositi associati all'Ignimbrite: individuano una struttura depressa all'interno della quale i depositi si rinvergono a poche centinaia di metri e raggiungono invece la quota massima in corrispondenza della Collina dei Camaldoli.

E' importante precisare che il bordo della caldera associata a questo evento è il risultato della formazione di nuove fratture e della riattivazione di faglie regionali preesistenti, ma anche che tale bordo non è esposto, in quanto coperto dai depositi vulcanici successivi, e pertanto desunto dagli autori in base a considerazioni di carattere strutturale, morfologico e geofisico.

Orsi et al. (1996), mettono inoltre in evidenza il fatto che i depositi associati a questo evento sono quasi sempre caratterizzati superiormente da un unconformity ad alto angolo rispetto ai depositi sovrastanti più giovani (Tufo Giallo compreso); questa evidenza smentirebbe quindi l'attribuzione di questa discordanza alla caldera del Tufo Giallo Napoletano, come sostenuto da Di Girolamo et al., (1984), da Lirer et al., (1987) e da Scandone et al., (1991).

Gli autori Orsi et al., (1996) e Rosi & Sbrana, (1987), concordano in gran parte sui limiti strutturali che vengono associati alla depressione: tali evidenze comprendono la parte occidentale della baia di Napoli, la piana di Quarto e l'area di Cuma e Monte di Procida (figura 11).

Verso ovest l'espressione topografica dell'orlo della depressione viene individuato dagli alti morfologici di Monte di Procida e Cuma; Orsi et al., (1996), considerano sia il Monte di Cuma che Monte di Procida come versanti di faglia che si sono formati durante il collasso calderico dell'Ignimbrite Campana, in seguito alla riattivazione di una persistente faglia regionale; in particolare a Monte di Procida, dati geologici e geomorfologici, visibili in affioramento, suggeriscono che tale versante fu in seguito coperto dai prodotti dell'eruzione di Torregaveta (Scandone et al., 1991), profondamente eroso durante il minimo eustatico corrispondente alla glaciazione Würmiana ed infine coperto dal Tufo Giallo Napoletano.

L'espressione topografica del versante settentrionale viene invece tracciato, dagli stessi autori, alla base del rilievo di San Severino e dall'arcuato versante che costituisce il bordo della piana di Quarto e di Pianura.

Anche a Monte San Severino i depositi successivi all'Ignimbrite Campana sono tagliati da una superficie erosionale che immerge di circa 20° sud-est e su cui poggia il Tufo Giallo Napoletano. In quest'area l'Ignimbrite Campana si trova ad una profondità di circa 80 m s.l.m., alcune centinaia di metri a sud della scarpata che caratterizza il rilievo di M.te S. Severino: anche questa superficie erosionale viene interpretata come risultato dell'evoluzione di una scarpata di faglia che si è formata durante il collasso della caldera. Superfici erosionali confrontabili sono esposte in affioramenti lungo la piana di Quarto e Pianura, in località Trefola, Masseria del Monte e Punta Marmolite. In particolare nell'affioramento sito in località Trefola sono presenti due superfici erosionali.

Il bordo nord-orientale viene invece individuato dall'allineamento Camaldoli-Poggioreale interpretato come una scarpata che si è formata per parziale riattivazione, durante il collasso della caldera, di una più antica faglia regionale. In particolare, anche alla base della collina dei Camaldoli, i depositi successivi all'Ignimbrite Campana, noti in letteratura come Tufi Biancastri, poggiano in discordanza sul Piperno.

La restante parte, che corrisponde all'orlo meridionale, è attualmente sommersa ed è stata desunta prevalentemente attraverso indagini geofisiche e strutturali. Il bordo sud è marcato dalla presenza del lineamento dei vulcano sottomarini del Banco di Misero e del Banco di Pentapalumbo, situati sull'orlo della caldera, verso sud-est invece, secondo Orsi et al. (1996), quest'ultimo si seguirebbe lungo il trend strutturale del Vallone di Anton Dohrn a mare e della Valle del Sebeto a terra.

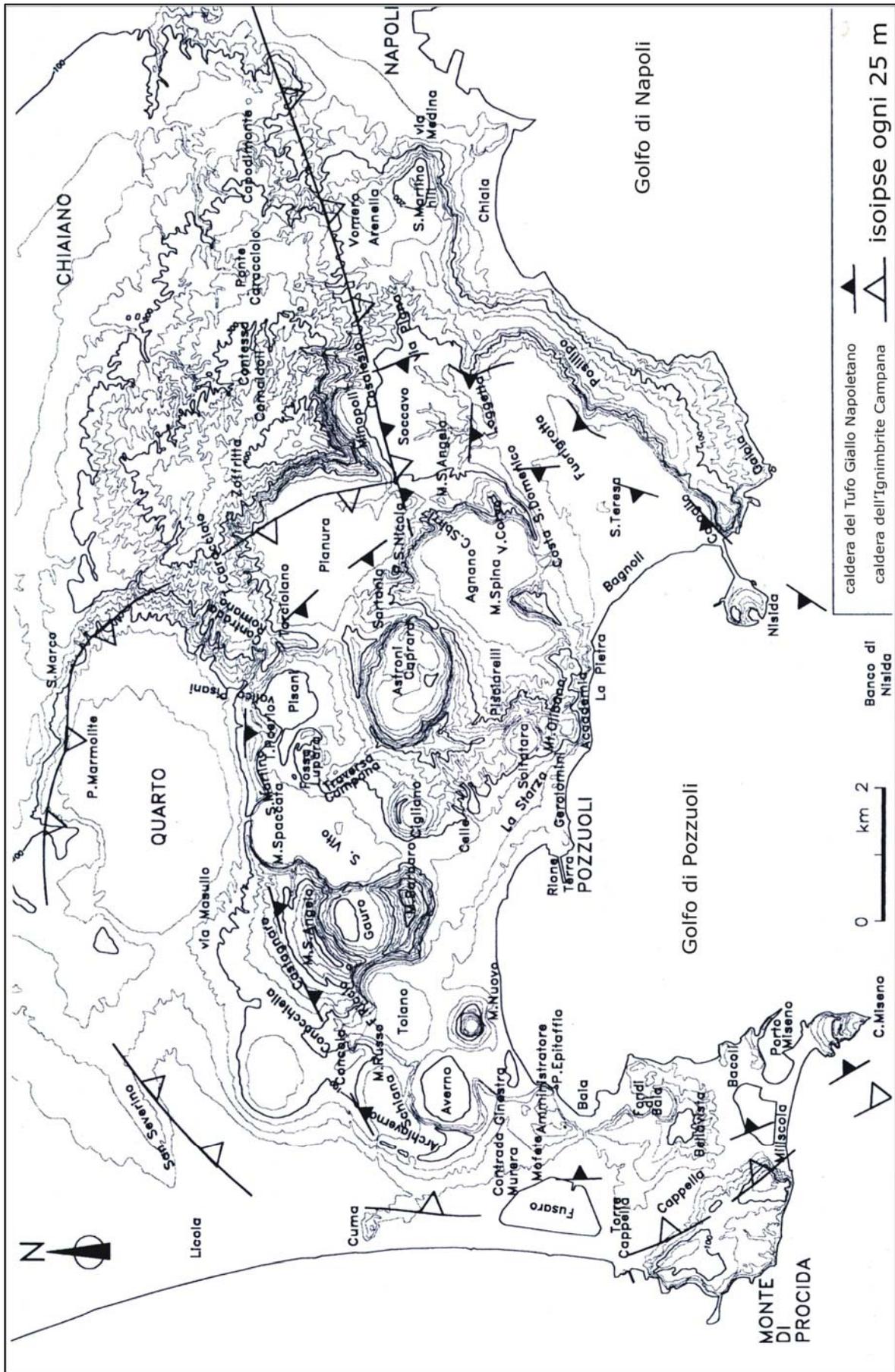


Figura 11: mappa morfologica dei Campi Flegrei, vengono riportati i limiti delle due caldere ( da Di Vito et al., 1998, mod.

### 2.1.5.3 VULCANISMO POST IGNIMBRITE CAMPANA

Successivamente alla messa in posto dell'Ignimbrite Campana, dopo il collasso della caldera, Rosi & Sbrana, (1987), ipotizzano la sommersione dell'area depressa da parte del mare.

L'attività vulcanica sarebbe continuata, durante questo periodo, sia all'interno della caldera, sia lungo i suoi margini. E' questa la fase A, che gli stessi autori chiamano antica sottomarina, (35.000-11.500 anni), che culmina con la messa in posto del Tufo Giallo Napoletano. Questo deposito avrebbe praticamente riempito la depressione trasformando l'attività vulcanica da sottomarina a subaerea e avrebbe portato ad una nuova emersione dell'area. Tale ipotesi sarebbe sostenuta da sondaggi (Rosi & Sbrana, 1987) che mettono in evidenza la presenza di livelli di depositi vulcanoclastici depositati in ambiente marino (tufiti), intervallati a depositi piroclastici minori e coperti dal tufo giallo.

Per Orsi et al, (1996), rappresenta invece il secondo periodo flegreo, anch'esso culminante con la messa in posto del Tufo Giallo Napoletano.

Il vulcanismo di questo periodo ha dato origine a modesti apparati vulcanici e a depositi piroclastici dei quali sono preservati solo alcuni residui.

I prodotti eruttati affiorano, anche in questo caso, lungo le pareti che bordano la caldera dell'Ignimbrite Campana, all'interno della città di Napoli e lungo il versante nord-occidentale e sud-occidentale della collina di Posillipo (figura 7).

Dati sismici (Pescatore et al., 1984; Fevola et al., 1993), permettono una attribuzione di questi prodotti ad una fase di attività riferibile al bordo meridionale del Golfo di Pozzuoli.

Si tratta prevalentemente di depositi originati da eruzioni esplosive a carattere freato-magmatico. I depositi sono visibili a Monte di Procida, a Cuma, a Punta Marmolite, a Trefola, a Masseria del Monte, nel Vallone del Verdolino presso Soccavo, sulla collina del MoiarIELLO, ai Ponti Rossi, a S. Arpino, sulle colline di Monte Echia e di San Martino, a Villanova, a Coroglio e Trentaremi. Durante questo periodo furono attivi anche i vulcani sommersi del Banco di Pentapalumbo e di Miseno.

La composizione dei magmi eruttati in questo periodo è essenzialmente trachitica.

A questa fase è inoltre da ricondursi gran parte dell'attività vulcanica che ha caratterizzato Procida e i cui prodotti hanno portato alla formazione e all'emersione dell'isola.

### 2.1.5.4 IL TUFO GIALLO NAPOLETANO

Il Tufo Giallo Napoletano rappresenta un vero e proprio marker stratigrafico per l'attività vulcanica flegrea degli ultimi 12.000 anni.

L'evento che determina la messa in posto di questo deposito rappresenta secondo molti autori la seconda eruzione più potente avvenuta nella piana Campana.

L'area sorgente sembra essere indubbiamente quella flegrea.

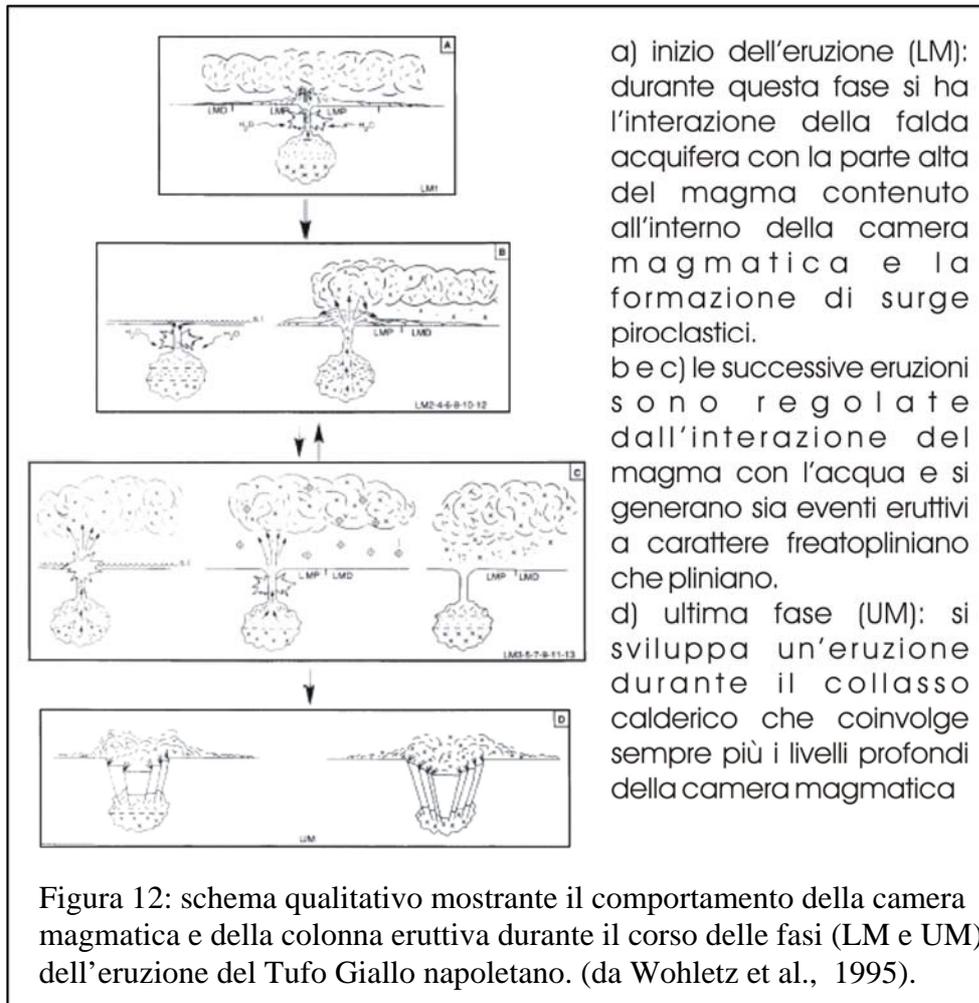
L'attività vulcanica è stata caratterizzata da una dinamica eruttiva molto complessa che è variata durante il corso dell'eruzione in funzione sia dell'interazione acqua/magma sia del collasso calderico (Orsi et al., 1996). L'alternarsi di queste variabili hanno determinato un'eruzione fortemente esplosiva con carattere prevalente da freato-pliniano a freato-magmatico.

Wohletz et al., (1995), hanno ricostruito in dettaglio i meccanismi eruttivi, il sistema magmatico alimentante e le relazioni tra dinamica eruttiva e il collasso calderico (figura 12).

L'area coperta dai prodotti piroclastici del Tufo Giallo è stata stimata intorno ai 1000 km<sup>2</sup> ed include la Piana Campana, la città di Napoli e le baie di Pozzuoli e Napoli; i depositi si rinvengono fino ai rilievi appenninici. Il deposito è infatti largamente diffuso in affioramento sia nella città di Napoli che nell'area flegrea e il più delle volte ne costituisce la vera e propria ossatura.

Rappresenta quindi uno dei depositi esplosivi più tipici e diffusi dei Campi Flegrei e dell'area napoletana: all'interno della caldera numerosi sono infatti gli edifici vulcanici di tufo giallo ed inoltre una estesa formazione di questo deposito costituisce una vera e propria cintura intorno i Campi Flegrei (Rosi & Sbrana, 1987).

Spessori rilevanti di questo deposito sono stati inoltre desunti da sondaggi stratigrafici soprattutto nell'area di Mofete (circa 300 m) e di San Vito (circa 500 m). Nell'area napoletana gli affioramenti



superano le centinaia di metri (come d'esempio la collina di Posillipo che è completamente formata di tufo giallo). La composizione chimica dei prodotti eruttati varia da latite ad alcali-trachite. Da un punto di vista litologico si presenta, secondo differenti facies: gialla litoide e grigia semicoerente; queste variazioni di colore e di consistenza litologica sono dovute ad un processo di argillificazione post-deposizionale. Il termine tufo giallo è infatti un riferimento specifico al colore del deposito ed ha essenzialmente un significato litologico e mineralogico: si

riferisce ad un deposito piroclastico litificato composto da frammenti di pomici in abbondante matrice ricca in zeolite, prodotto di alterazione secondaria per processi idrotermali.

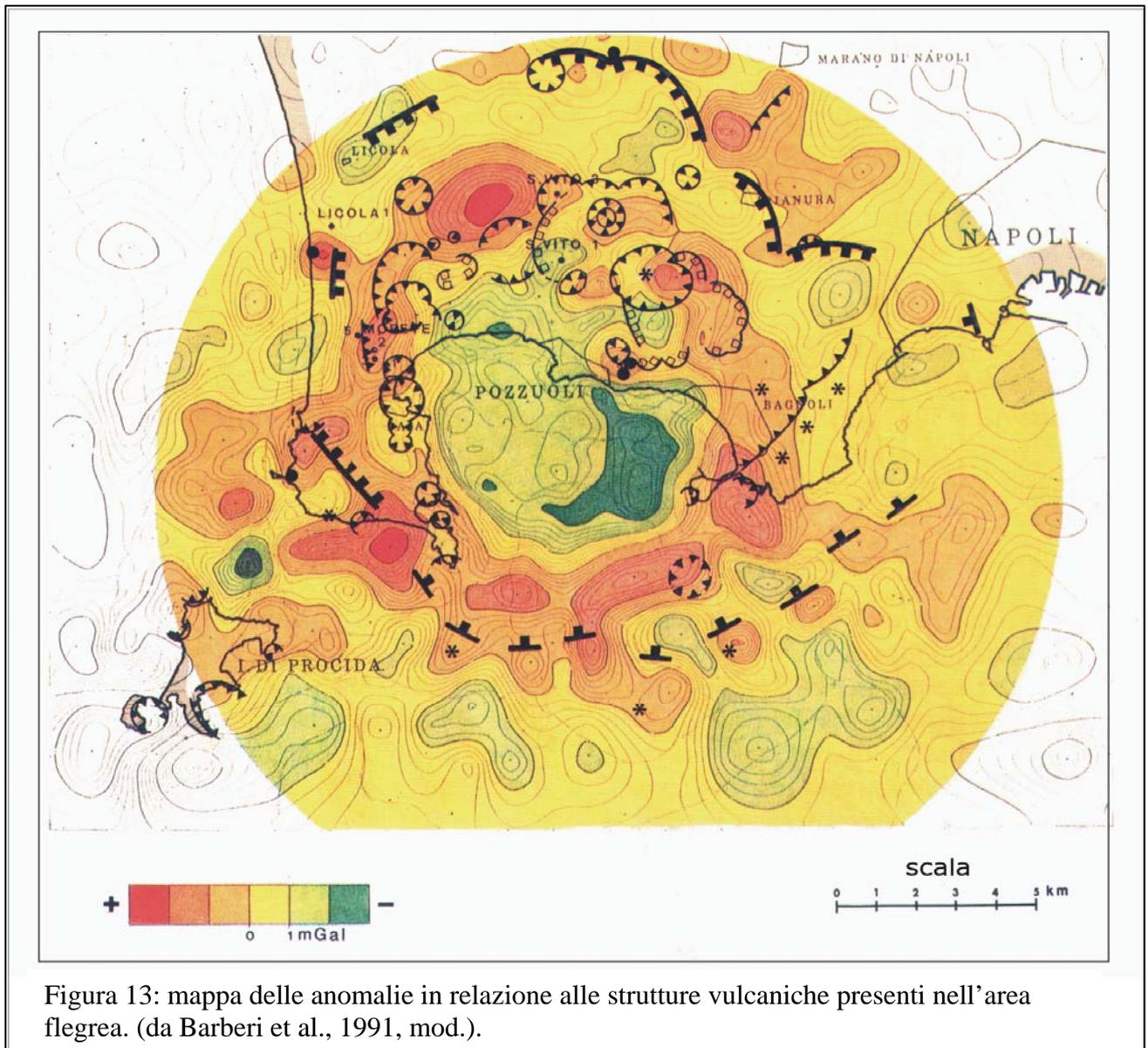
La facies gialla presenta due tipi di facies deposizionali (Orsi et al., 1992), una stratificata ed una caotica; in realtà è proprio quest'ultima che viene indicata in letteratura con il nome di Tufo Giallo Napoletano ed affiora principalmente nella periferia dei Campi Flegrei.

Come l'Ignimbrite Campana anche il Tufo Giallo è un ottimo materiale da costruzione, largamente utilizzato a Napoli e provincia è riconoscibile, insieme al Tufo Grigio, in gran parte degli edifici del centro storico della città.

Come detto già in precedenza, gli autori Orsi et al., (1996), associano a questo evento una seconda fase di sprofondamento calderico, che interessa un'area più ristretta della precedente. L'esistenza di una caldera attribuibile all'eruzione del Tufo Giallo Napoletano era già stata ipotizzata da Di Girolamo et al., (1984) e sembra essere ormai confermata da numerosi lavori tra cui Scarpati et al., (1993), Wohletz et al., (1995). Sebbene l'esistenza del collasso vulcano tettonico sia sostenuto da dati riguardanti la stratigrafia, la sedimentologia e le caratteristiche composizionali del tufo, il suo orlo non è ben esposto in affioramento. L'unica evidenza morfologica esistente sul territorio è rappresentata nel settore nord-orientale dalla collina di Posillipo; i bordi restanti, vengono desunti principalmente in base all'interpretazione di dati magnetici e gravimetrici forniti dagli studi effettuati da Barberi et al., (1991), in base a sondaggi profondi e superficiali (Agip, 1987) ed in base a studi effettuati nel Golfo di Pozzuoli (Pescatore et al., 1984) anche con metodi di sismica a riflessione (Fevola et al., 1993).

Orsi et al., (1996), individuano quindi su queste basi i limiti della caldera del Tufo Giallo Napoletano (vedi figura 11). Gli autori interpretano il versante occidentale di Posillipo e della collina di San Martino (nella città di Napoli) come l'evoluzione morfologica della faglia che limita in questo settore

la caldera; considerano il bordo che delimita a nord la piana di Soccavo come la parziale riattivazione di un sistema di faglie regionali, già riattivate durante il primo collasso calderico, ed interpretano la dislocazione tra la piana di Soccavo e Fuorigrotta (la prima a circa 80m slm la seconda a soli 20 m slm) come dovuto ad un movimento verticale differenziale all'interno dell'area collassata. I restanti bordi coincidono con la parte interna dell'anomalia positiva, a contorno circolare messa in evidenza dagli studi effettuati da Barberi et al., (1991) (figura 13). In particolare il margine ovest seguirebbe il lineamento strutturale nord-sud, noto in letteratura anche come lineamento Averno-Capo Miseno. Il bordo meridionale risulta invece sommerso a sud del Golfo di Pozzuoli (figura 11).



### 2.1.5.5 L'ATTIVITA' VULCANICA DEGLI ULTIMI 12.000 ANNI

Dopo l'eruzione del Tufo Giallo Napoletano, ed il simultaneo sprofondamento calderico, gli autori ipotizzano una fase d'ingressione marina, come diretta conseguenza del collasso dell'area, a seguito della quale tutta la parte meridionale e centrale della caldera fu sommersa e le parti più elevate, come Cuma e Monte di Procida, divennero delle isole (figura 14).

Durante questo periodo il livello del mare doveva essere almeno 60 m più basso dell'attuale (Labeyrie et al., 1976; Alessio et al., 1992)

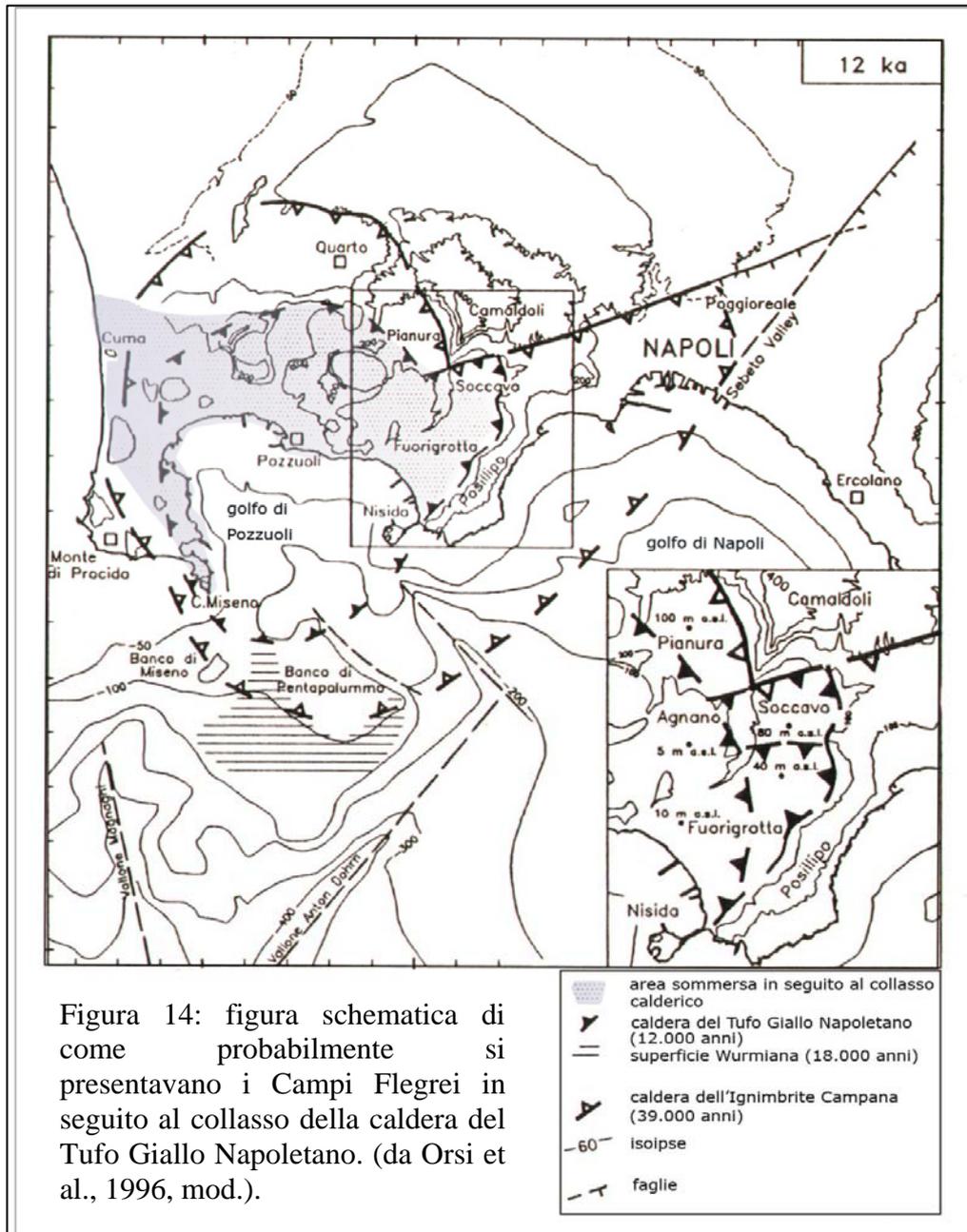


Figura 14: figura schematica di come probabilmente si presentavano i Campi Flegrei in seguito al collasso della caldera del Tufo Giallo Napoletano. (da Orsi et al., 1996, mod.).

Il vulcanismo degli ultimi 12 ka è stato studiato da molti autori (De Lorenzo, 1904; Rittmann, 1950; Scherillo & Franco, 1960; Di Girolamo et al., 1984; Rosi & Sbrana, 1987; Di Vito et al., 1999; Lirer et al. 2001) ed è rappresentato da un'attività vulcanica che resta confinata all'interno della caldera del Tufo Giallo Napoletano (vedi figura 5).

L'attività vulcanica che segue in questa fase è caratterizzata da un vulcanismo prevalentemente legato all'esistenza di fratture già esistenti lungo l'orlo della caldera e all'attivazione di nuove fratture prevalentemente in direzione NE, NNW e EW (Di Girolamo et al., 1984).

Attraverso lo studio stratigrafico e

vulcanologico dell'area flegrea, descrivono gli edifici vulcanici esistenti distinguendoli in base ai prodotti che li compongono; in particolare individuano: *vulcani di tufo giallo pseudostratificati* (*ash cone, ash ring e cinder cone*), tra cui Gauro, Archiaverno, Monte Ruscello, Punta dell'Epitaffio, Capo Miseno, Porto Miseno, Nisida e la Pietra; *vulcani di prodotti incoerenti* (*ash cone, ash ring, cinder cone e spatter cone*), tra cui Complesso vulcanico di Agnano, Solfatara, Astroni, Cigliano, Bacoli, Baia, Fondi di Baia, Averno, Monte Nuovo, Montagna Spaccata, Concola, Fondo Riccio, Senga, Monopoli, S. Teresa, Toppo dell'Imperatrice (nel cratere degli Astroni); e *cupole laviche*, tra cui Caprara, Monte Olibano, Monte Spina. L'area in cui affiorano i prodotti dell'attività vulcanica recente viene suddivisa in due parti: *Zona Occidentale* e *Zona orientale*.

Studi più recenti sugli ultimi 12.000 anni di attività dell'area sono stati presentati da Di Vito et al., (1999). Gli autori suddividono questo periodo in tre epoche (figura 15): la prima compresa tra 12 e 9.5 ka, la seconda tra 8.6 e 8.2 e la terza tra 4.8 e 3.8. Queste epoche di attività risultano intervallate da due periodi di quiescenza, durati rispettivamente 1 ka e 3,5 ka durante i quali si formarono i paleosuoli A e B. L'ultima eruzione è avvenuta nel 1538 e ha portato alla formazione del Monte Nuovo.

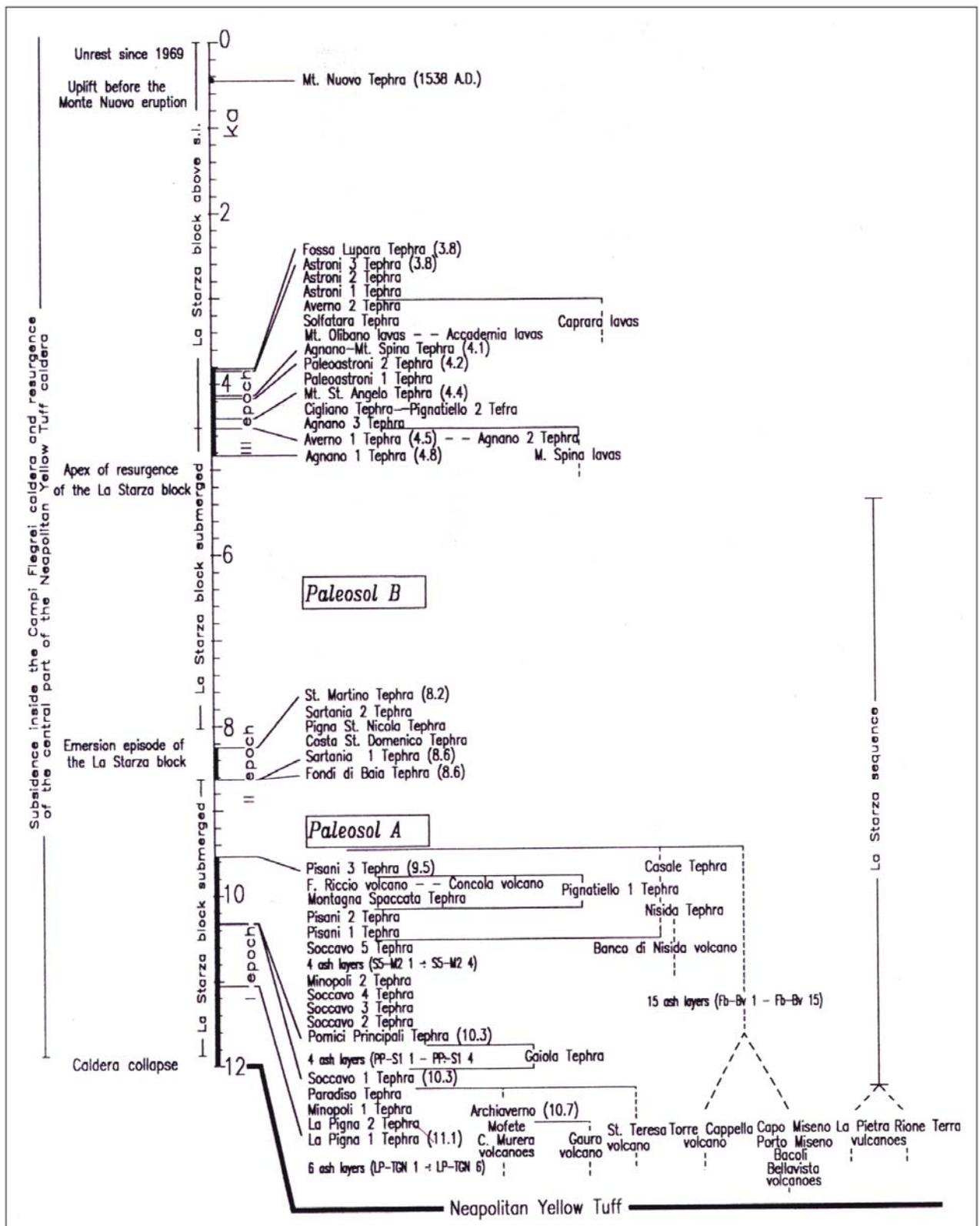
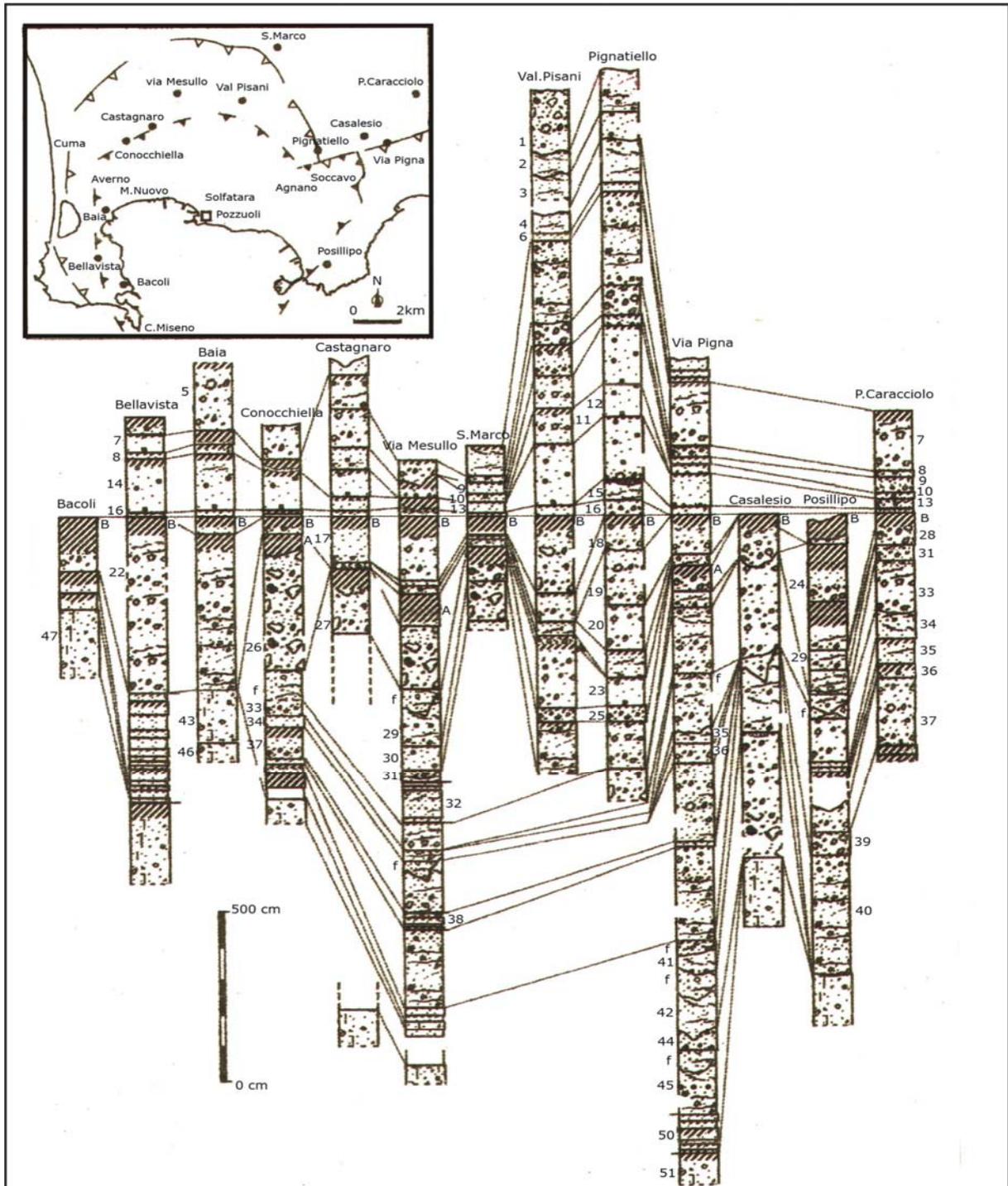


Figura 15: cronogramma dell'attività vulcanica dei Campi Flegrei durante gli ultimi 12.000 anni. (da Di Vito et al., 1999).



A e B = paleosuoli A e B, f = depositi fluviali. Le unità vulcaniche sono indicate da numeri: 1=Fossa Lupara Tephra, 2=Astroni 3 Tephra, 3=Astroni 2 Tephra, 4=Astroni 1 Tephra, 5=Averno 2 Tephra, 6=Solfatara Tephra, 7=Agnano-Monte Spina Tephra, 8=Paleoastroni 2 Tephra, 9=Paleoastroni 1 Tephra, 10=Monte Sant'Angelo Tephra, 11=Cigliano Tephra, 12=Pignatiello 2 Tephra, 13=Agnano 3 Tephra, 14=Averno 1 Tephra, 15=Agnano 2 Tephra, 16=Agnano 1 Tephra, 17=San Martino Tephra, 18=Sartania 2 Tephra, 19=Pigna San Nicola, 20=Costa San Domenico Tephra, 21=Sartania 1 Tephra, 22=Fondi di Baia Tephra, 23=Pisani 3 Tephra, 24=Casale Tephra, 25=Pignatiello 1 Tephra, 26=Concola Tephra, 27=Montagna Spaccata Tephra, 28=Pisani 2 Tephra, 29=Nisida Tephra, 30=Pisani 1 Tephra, 31=Soccavo 5 Tephra, 32=S5-M2, 33=Minopoli 2 Tephra, 34=Soccavo 4 Tephra, 35=Soccavo 3 Tephra, 36=Soccavo 2 Tephra, 37=Pomici Principali Tephra, 38=PP-S1, 39=Gaiola Tephra, 40=Soccavo 1 Tephra, 41=Paradiso Tephra, 42=Minopoli 1 Tephra, 43=Archiaverno Volcano, 44=La Pigna 2 Tephra, 45=La Pigna 1 Tephra, 46=Mofete Volcano, 47=Bacoli Volcano, 48=Bellavista Volcano, 49=Gauro Volcano, 50=LP-NYT, 51=Neapolitan Yellow Tuff.

Figura 16: principali sequenze stratigrafiche misurate in affioramento e correlazioni. (da Di Vito et al., 1999).

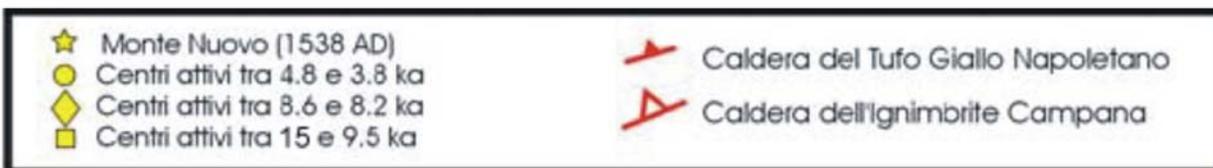
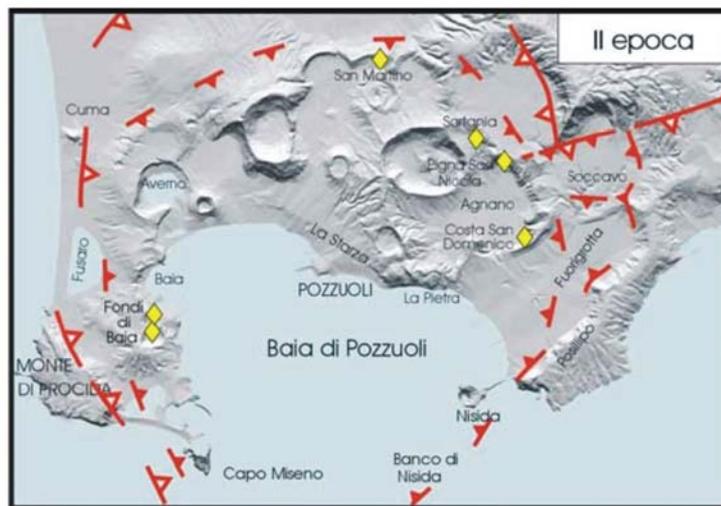
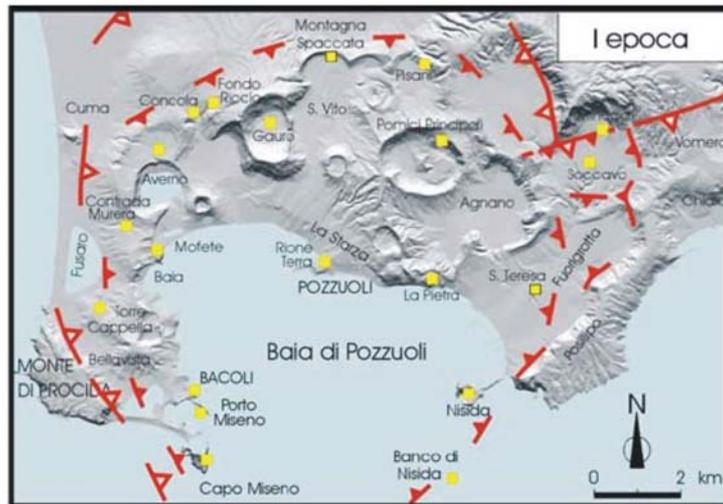


Figura 17: i centri eruttivi della I, II e III epoca. (da Di Vito et al., 1999, mod.).

I trend strutturali principali, attivi in questo periodo, seguono direzioni NE-SW, NW-SE e subordinatamente N-S.

Gli studi stratigrafici effettuati hanno portato al riconoscimento di almeno 75 unità vulcaniche, di cui gli autori individuano le principali caratteristiche vulcaniche e di cui almeno 61 sono riferibili ad eventi vulcanici avvenuti all'interno della Caldera del Tufo Giallo Napoletano. Sono prevalentemente sequenze piroclastiche complesse di cui solo quattro sono flussi di lava o duomi.

Le principali sezioni misurate e correlate stratigraficamente sono invece riportate in figura (figura 16). Tutte le eruzioni del primo periodo sono state esplosive con caratteri variabili da magmatiche a freatomagmatiche. I centri eruttivi sono prevalentemente ubicati lungo le faglie che delimitano la caldera del Tufo Giallo Napoletano lungo il bordo occidentale, e furono eventi prevalentemente sottomarini.

Le eruzioni che avvennero nel settore occidentale del margine della caldera furono prevalentemente a carattere idromagmatico e formarono tuff-cone zeolitizzati. Il più grande degli edifici vulcanici di quest'epoca è il cono di tufo del Gauro.

L'eruzione di maggiore energia è invece quella che, 10,7 ka fa, produsse il deposito noto come "Pomici Principali", costituito da una serie di livelli di pomici da caduta originati da un'eruzione pliniana con il centro eruttivo ubicato nella piana di Agnano. Alcuni tra i centri eruttivi riconoscibili di quest'epoca sono Bacoli, porto Miseno, Capo Miseno, Gauro, Archiaverno, Rione Terra, Mofete, La Pietra, Santa Teresa, Nisida, Montagna Spaccata, Fondo Riccio, Concola (figura 17).

A partire da 10 ka ca., nella parte centrale della caldera del Tufo Giallo Napoletano, Orsi et al., (1996), ipotizzano l'inizio di un fenomeno deformativo a lungo termine, chiamato "risorgenza", che si è realizzato in più fasi di sollevamento tettonico dell'area flegrea (figura 18). Tale fenomeno è stato accompagnato dallo smembramento del blocco che costituisce il pavimento della caldera, in risalita in diverse parti, secondo movimenti differenziati. Il blocco maggiormente interessato al fenomeno di sollevamento attualmente è identificabile con il terrazzo della Starza (80 m ca. di sollevamento) emerso definitivamente 4,5 ka circa.

La fine della prima epoca è seguita da un periodo di quiescenza di circa 1000 anni, durante il quale si formano, nella parte emersa della caldera livelli di paleosuoli.

La seconda epoca inizia con l'eruzione dei Fondi di Baia datata 8.6 ka. Successivamente tutti gli eventi eruttivi di questa epoca sono prevalentemente localizzati lungo il settore N-E del bordo strutturale della caldera del Tufo Giallo napoletano (figura 17). Si formano in questo periodo gli edifici vulcanici di Pigna San Nicola, Costa San Domenico e per ultimo San Martino (8,2 ky).

Anche la seconda epoca è seguita da un periodo di quiescenza, che va da 8,2 ky a 4,8 ky. Durante questo periodo le aree di Agnano, Fuorigrotta, e Toiano sono ancora sommerse dal mare, che erode parzialmente i vulcani emersi, mentre emerge la porzione settentrionale del Terrazzo marino della Starza (Cinque et al., 1985). Una seconda fase di suoli si forma sulle aree emerse.

Nella terza epoca i centri eruttivi sono concentrati prevalentemente nel settore N-E della caldera (figura 17) al limite N-E del blocco risorgente della Starza.

L'inizio di questa epoca è segnata dall'eruzione Agnano 1.

Solo l'eruzione dell'Averno avviene nel settore N-O, nel punto in cui il sistema di faglie San Vito-Averno, NE-SW, interseca le faglie NW-SE del Golfo di Pozzuoli.

Anche in questa fase le eruzioni furono prevalentemente esplosive con carattere variabile da magmatico a freatomagmatico.

Le eruzioni di maggiore energia hanno generato l'anello di tufo di Astroni e la sequenza piroclastica di Agnano-Monte Spina, accompagnata a circa 4,1 ka, dal collasso vulcano tettonico della piana di Agnano. In seguito a questo evento la Piana di Agnano è stata interessata da fenomeni di subsidenza.

Alcuni dei centri eruttivi di questa epoca sono Cigliano, Monte S. Angelo, Monte Olibano, Accademia, Solfatara, Averno, Astroni e Fossa Lupara.

Prima dell'inizio dell'ultima epoca, il blocco della Starza emerge definitivamente, evidenziando un incremento del ritmo di risorgenza. Il rinvenimento dei prodotti di Agnano 3 (4,5 ky circa)

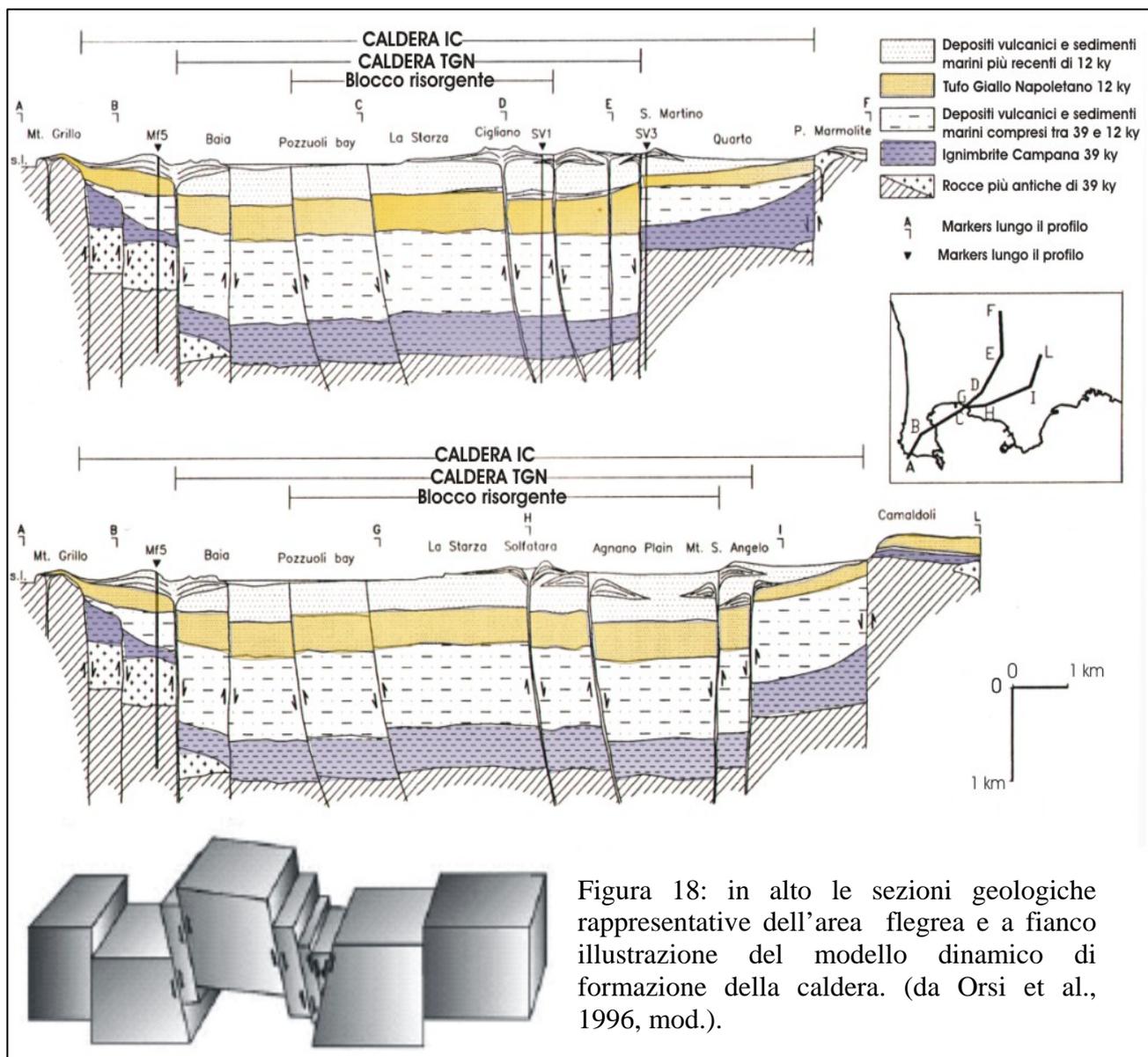


Figura 18: in alto le sezioni geologiche rappresentative dell'area flegrea e a fianco illustrazione del modello dinamico di formazione della caldera. (da Orsi et al., 1996, mod.).

direttamente sui depositi marini costituiscono un limite superiore per l'età di emersione del terrazzo. L'età di 5.08 ky misurata su gusci di pecten rinvenuti nei depositi marini della parte superiore del terrazzo da il limite inferiore dell'emersione. L'emersione del blocco deve essere stata inoltre rapida come mostrano la presenza di valli erosionali presenti nei sedimenti marini riempiti poi dai prodotti dell'attività di Agnano (Di Vito et al., 1999). Durante la risalita il blocco della Starza è stato smembrato in blocchi di second'ordine per la presenza di movimenti verticali differenziati.; questi movimenti hanno portato alla emersione prima della parte di Rione Terra, verso S-E, sebbene il massimo uplift si stato raggiunto nel settore N-W della Starza; questo settore è direttamente collegato con l'area stabile della piana del Toiano. La parte S-E invece è separata dalla Piana di Bagnoli-Fuorigrotta dal sistema di faglie de La Pietra-Agnano. Questa piana è in continua subsidenza, L'ultima eruzione è avvenuta nel 1538, dopo un periodo di quiescenza di circa 3 ka; si è sviluppata probabilmente all'intersezione dei sistemi di faglie di SanVito-Averno, e Mofete -Nisida e Mofete-Banco di Nisida (vedi figura 4). Questa eruzione produsse surge e flussi piroclastici che portarono alla formazione del Monte Nuovo. Le fonti coeve riportano che il cono si formò in circa una settimana e che l'eruzione fu preceduta da un sollevamento del suolo di circa 7 m e da un intensa attività sismica.

### 2.1.6 FENOMENI DEFORMATIVI NELL'AREA FLEGREA

Attualmente il centro della depressione calderica, all'incirca coincidente con la città di Pozzuoli, è anche l'area in cui si manifestano i più importanti fenomeni deformativi e movimenti verticali del suolo.

In letteratura si attribuisce ai fenomeni verticali, caratterizzati da deformazioni permanenti dell'ordine di qualche decina di metri e accompagnati o seguiti da eruzioni vulcaniche, il nome generico di "movimenti vulcano-tettonici"; per quelli invece di minore entità, dell'ordine del metro, con deformazioni non permanenti e non accompagnate da eruzioni vulcaniche, si parla di "moti bradisismici".

In tutta la storia eruttiva dei Campi Flegrei vi sono evidenze geologiche e geomorfologiche che attestano periodi di grandi movimenti verticali del suolo che hanno portato alla formazione di strutture come il terrazzo marino della Starza. Numerosi episodi di uplift, la cui entità non è ancora definita, sono occorsi durante l'Olocene ed hanno lasciato chiari segni nelle locali successioni stratigrafiche.

Tracce lasciate dal bradisismo sono state rilevate nei pressi del Serapeo a Pozzuoli (figura 19). Il tempio, che in realtà è un antico mercato, rappresenta il più famoso indicatore dei movimenti verticali avvenuti in questa zona, poichè il mare, che periodicamente ha sommerso l'edificio storico, vi ha

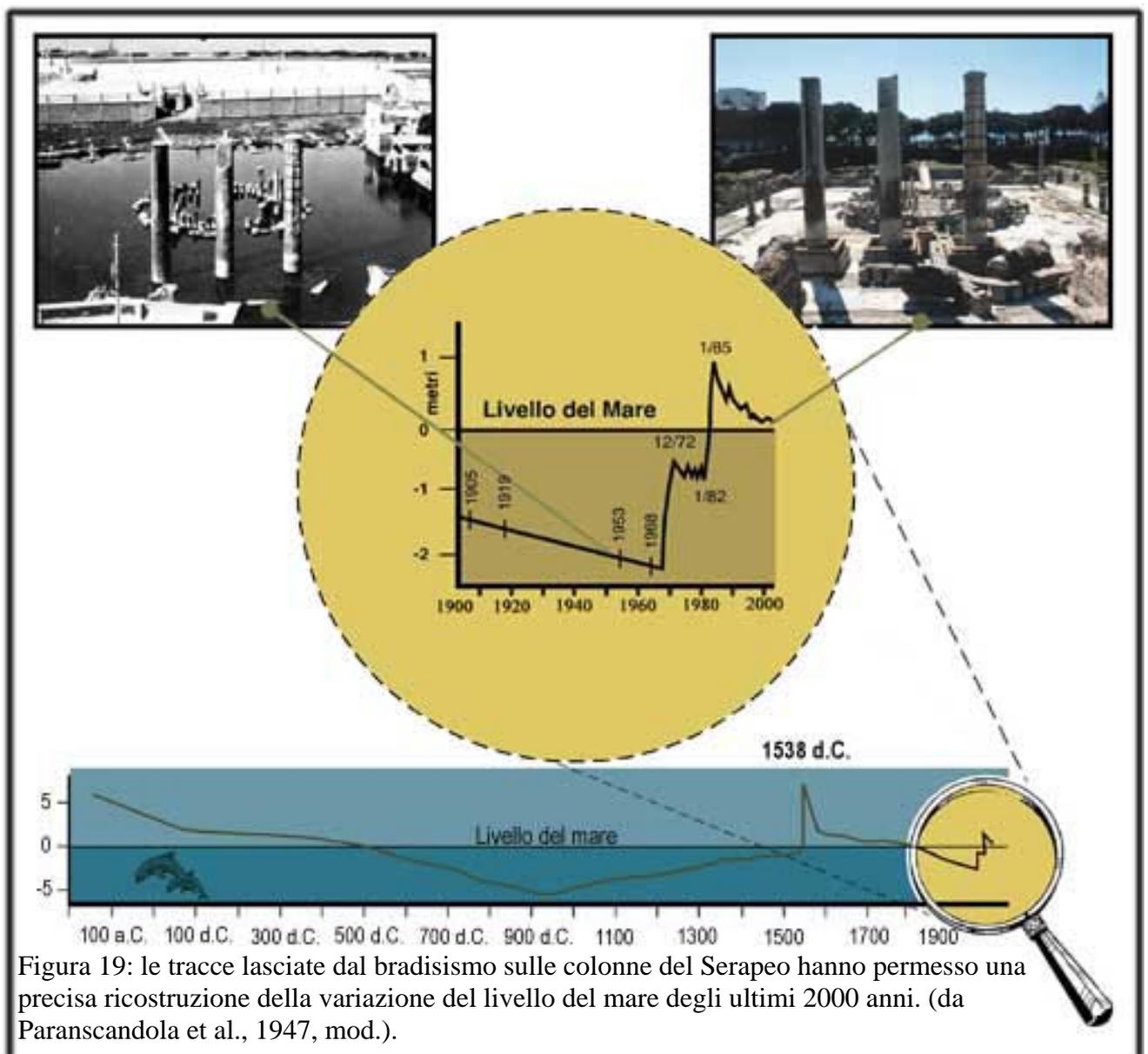


Figura 19: le tracce lasciate dal bradisismo sulle colonne del Serapeo hanno permesso una precisa ricostruzione della variazione del livello del mare degli ultimi 2000 anni. (da Paranscandola et al., 1947, mod.).

lasciato evidenti tracce, di cui le più note sulle colonne (fori di litodomi).

Il più recente degli uplift vulcano-tettonici, la cui entità di deformazione è stata non inferiore ai 6 m, si è manifestato agli inizi del XVI secolo e si è concluso con l'eruzione del Monte Nuovo (Parascandola, 1947).

Dopo l'eruzione del Monte Nuovo, la parte centrale della caldera è stata interessata da fenomeni di subsidenza fino al 1969, anno in cui il suolo ha ripreso a sollevarsi. Negli anni 1969-72 e 1982-84 si sono avute due crisi bradisismiche, con rilevante sollevamento del suolo e attività sismica, ciascuna seguita da un lento abbassamento. Il sollevamento totale massimo del suolo è stato di circa 3,5 m a Pozzuoli Porto.

Orsi et al., (1996), spiegano queste manifestazioni attraverso un fenomeno di risorgenza, che avrebbe deformato in passato il fondo della caldera e sarebbe tutt'ora in corso.

Il fenomeno della risorgenza all'interno della caldera del Tufo Giallo Napoletano sarebbe iniziato tra 10.5ky e 8.0 ky b.p (Giudicepietro, 1993).

I dati strutturali mostrano che tale fenomeno ha determinato lo smembramento del tetto della caldera in una serie di blocchi, dislocati in maniera disomogenea, e ha condizionato la distribuzione dell'attività vulcanica successiva ai 12 ky (figura 18).

Secondo gli stessi autori, la presenza di faglie e la dislocazione di blocchi sono l'evidenza di deformazioni a lungo termine, le crisi bradisismiche e i fenomeni deformativi del suolo, come quelli verificatisi prima dell'eruzione del Monte Nuovo, sono la testimonianza di deformazioni a breve termine.

Le deformazioni a lungo termine possono essere il risultato di molti eventi deformativi e breve termine e la loro entità può rappresentare la sommatoria delle deformazioni permanenti dovute ad ogni singolo evento deformativo a breve termine.

Nell'area flegrea, l'acme della risorgenza si è raggiunto circa 5 ky (Rosi & Sbrana, 1987) con l'emersione del terrazzo della Starza, ed è immediatamente successivo alla seconda fase di attività vulcanica recente.

Il terrazzo della Starza è costituito da almeno due successioni di sedimenti marini, ciascuna ricoperta da depositi continentali, che testimoniano episodi di emersione a 8 ky e 4.6 ky (emersione definitiva) (Cinque et al., 1985). I fossili più antichi presenti nella parte bassa della successione, hanno invece dato un'età di circa 10.5 ky. Considerando che il livello del mare è risalito in maniera più o meno costante nel corso degli ultimi 10 ky, i due depositi continentali testimoniano due periodi di sollevamento del suolo, con fasi di uplift caratterizzate da una velocità maggiore del ritmo di risalita eustatica.

Le deformazioni a breve termine, discusse in Civetta et al., 1996, vengono interpretate come risultanti dalla sommatoria di una componente fragile ed una duttile; entrambe le componenti sono generate dall'incremento della pressione e della temperatura all'interno della camera magmatica, dovuto all'arrivo in profondità di quantità di magma meno evoluto e più caldo rispetto al magma circostante. Sono deformazioni che vengono di volta in volta condizionate dalla storia deformativa precedente, determinando l'attuale assetto strutturale.

### 2.1.7 BREVI CENNI SULL'ATTIVITA' IDROTERMALE E MANIFESTAZIONI FUMAROLICHE FLEGREE

Attualmente le manifestazioni fumaroliche e l'attività idrotermale (Solfatara, Pisciarelli e Stufe di Nerone) sono, insieme al fenomeno del bradisismo, le uniche evidenze che testimoniano l'attività del sistema vulcanico flegreo.

Queste manifestazioni persistono almeno fin dai tempi dei Romani, ed hanno stimolato la curiosità di numerosi geochimici (Dell'Aglio et al., 1972; Baldi et al., 1975; Antrodocchia et al., 1985; Nuti et al., 1985)

Sono molto diffuse nel territorio flegreo sia sulla terra ferma che al di sotto del livello del mare.

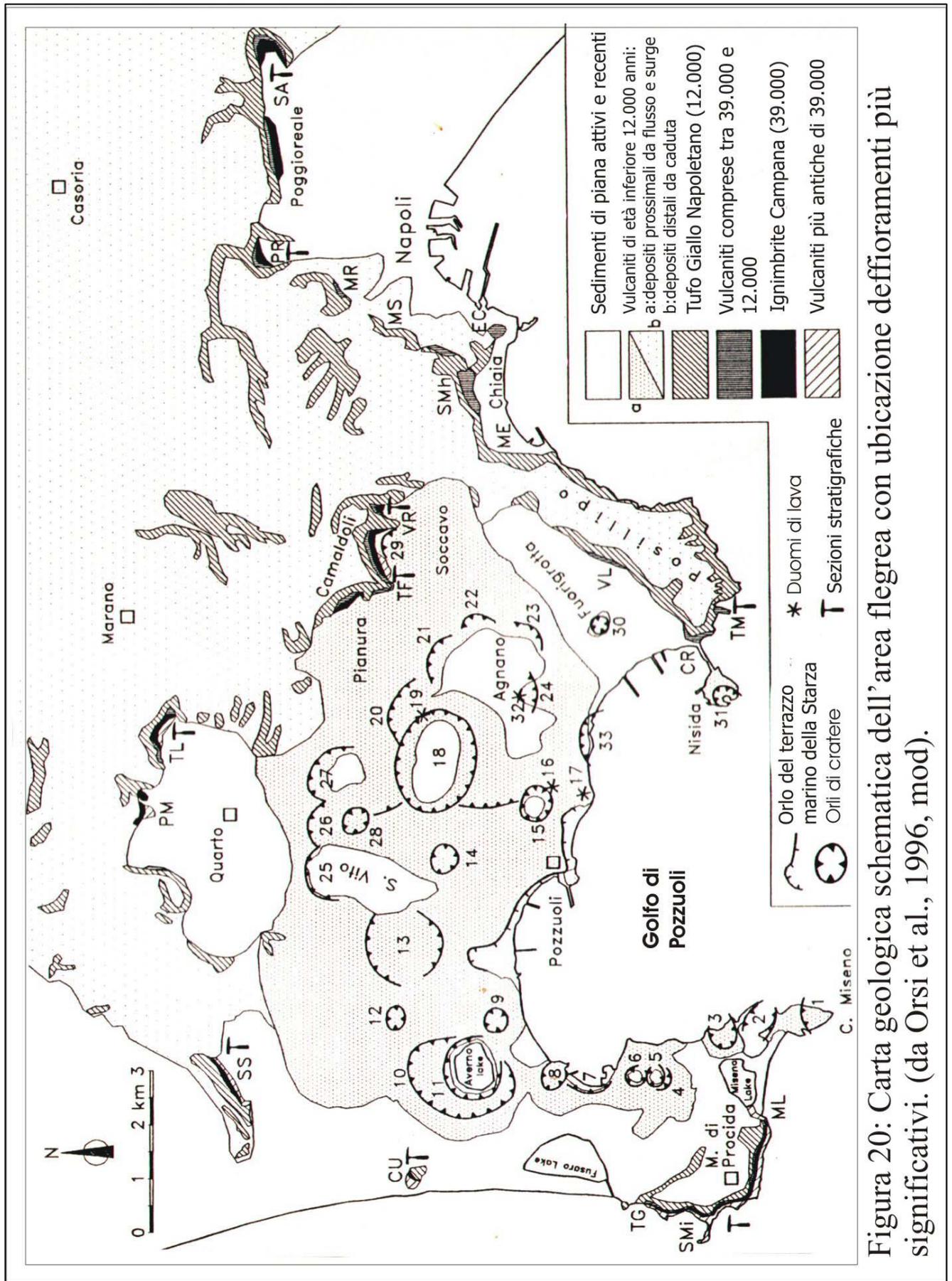


Figura 20: Carta geologica schematica dell'area flegrea con ubicazione deffioramenti più significativi. (da Orsi et al., 1996, mod).

Le fumarole più calde, con una temperatura di circa 140-160 °C, si rinvergono nel cratere della Solfatara, vicino al centro della caldera flegrea. Questi valori suggeriscono l'esistenza in profondità di temperature che sono comprese almeno tra i 200-300 °C; temperature di oltre 350-420 °C sono invece state misurate a circa 3 km di profondità nell'area di Mofete e San Vito (AGIP, 1987).

Tali temperature e le manifestazioni idrotermali persistenti rappresentano l'espressione superficiale di un sistema geotermico profondo, la cui esistenza è stata messa in luce attraverso perforazioni profonde effettuate già tra il 1940 e il 1950, e forniscono l'evidenza di un alto flusso di calore rilasciato dal magma sottostante l'area flegrea.

## 2.2 SUCCESIONE STRATIGRAFICA DELLE AREE PIU' SIGNIFICATIVE

### 2.2.1 MONTE DI PROCIDA

La zona di Monte di Procida è una delle aree flegree più complesse e interessanti per il vulcanismo pre-Tufo Giallo Napoletano.

La geologia dell'area è stata studiata da numerosi autori tra cui: Vighi, (1950); Pescatore & Rolandi, (1981); Rosi & Sbrana, (1987); Lirer et al., (1991); Scandone et al., (1991); Perrotta e Scarpati, (1994); Orsi et al., (1996).

La zona di maggiore interesse è la successione stratigrafica che espone la falesia da Miliscola fino a Torregaveta (figura 20), in cui sono visibili i depositi più antichi del vulcanismo flegreo e che testimoniano l'esistenza di almeno cinque attività principali, probabilmente in relazione ad altrettanti centri eruttivi. Lo schema dei rapporti stratigrafici di questa successione è rappresentato da Di

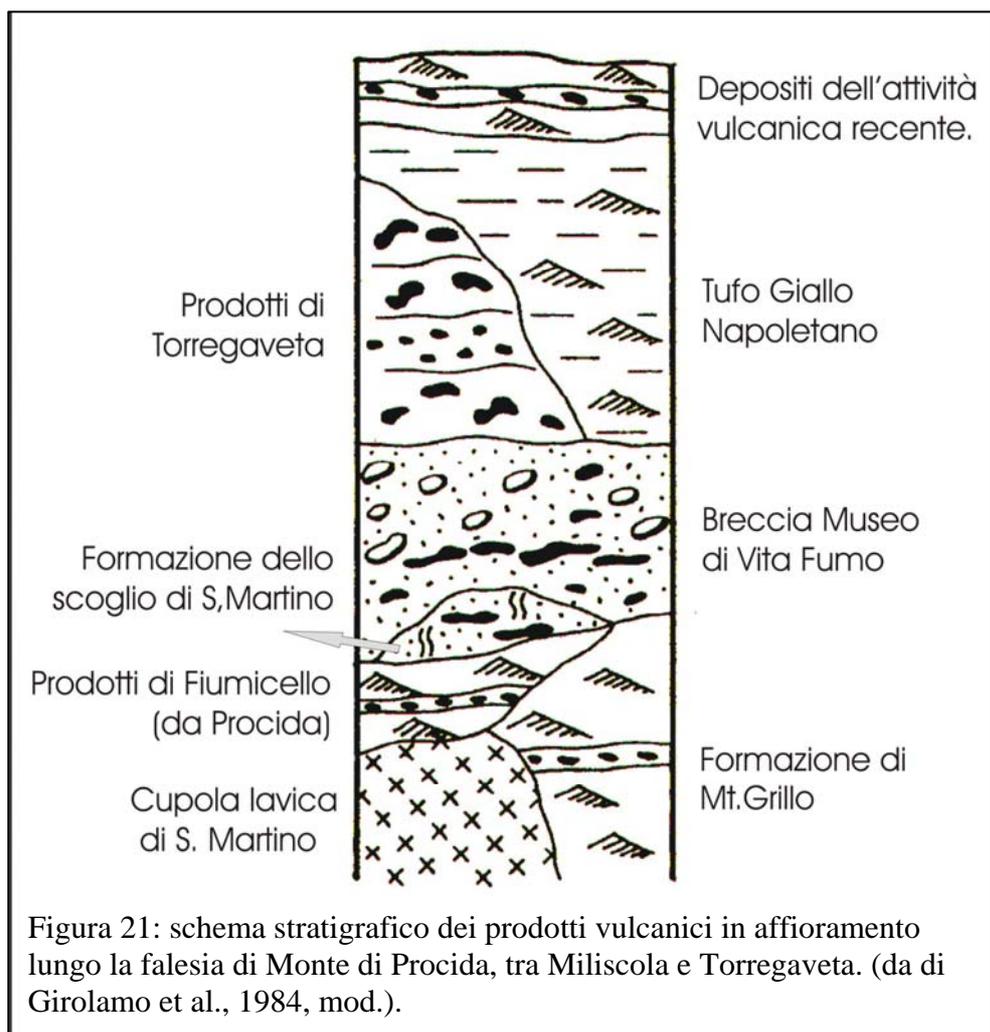


Figura 21: schema stratigrafico dei prodotti vulcanici in affioramento lungo la falesia di Monte di Procida, tra Miliscola e Torregaveta. (da di Girolamo et al., 1984, mod.).

Girolamo et al., (1984), in figura 21.

Lungo la falesia che va da Miliscola ad Acquamorta le unità stratigraficamente più basse sono costituite dai resti del cono piroclastico di Miliscola (Vighi, 1950), esposto lungo la falesia sud est del promontorio e dai flussi di lava e duomi dell'isolotto di San Martino (Rittmann, 1950; Pescatore & Rolandi, 1981), presenti alla base della falesia esposta a nord-ovest del promontorio. Queste unità sono coperte dai prodotti piroclastici del vulcano di Fiumicello, con centro eruttivo nei pressi della vicina isola di Procida, e da altri prodotti

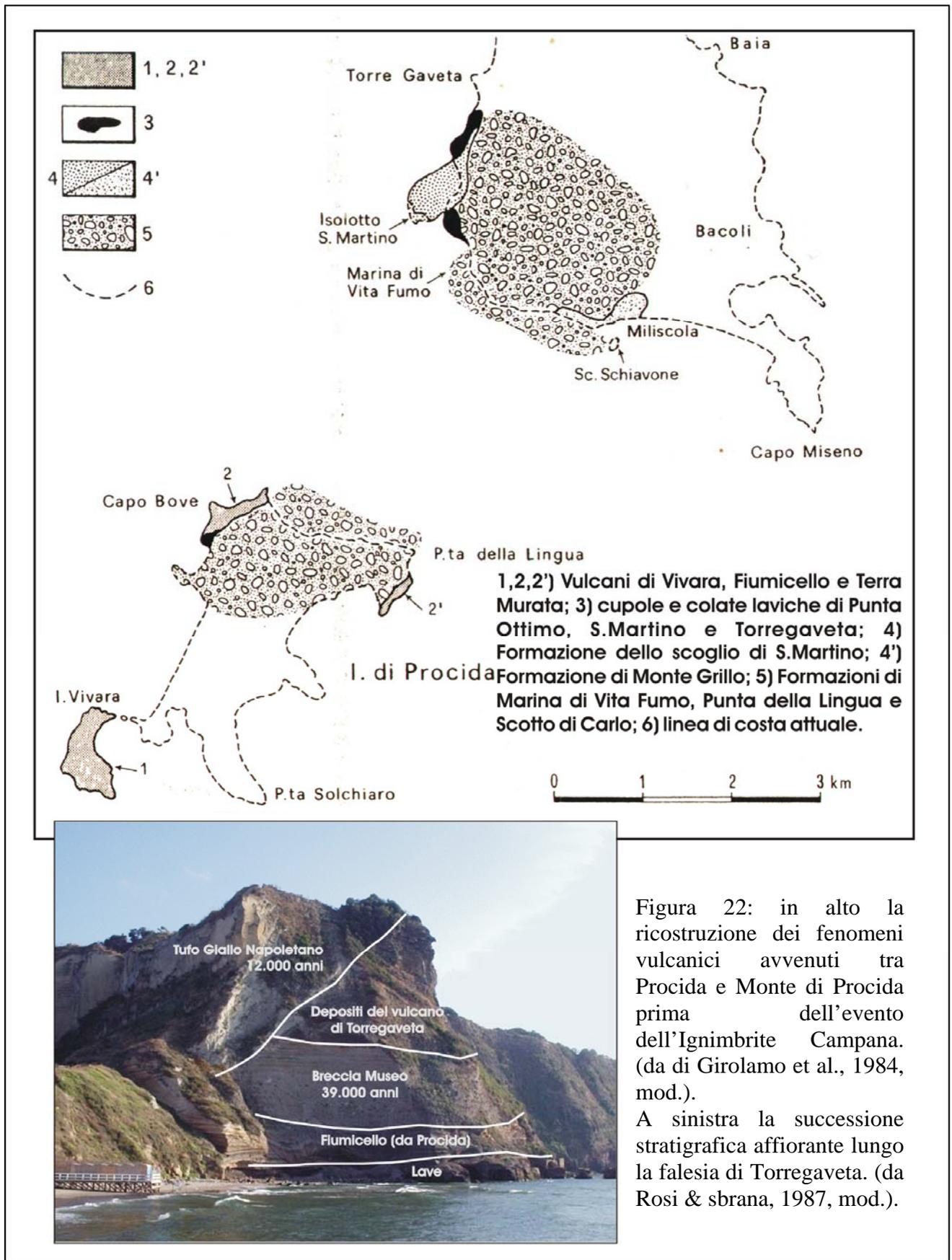
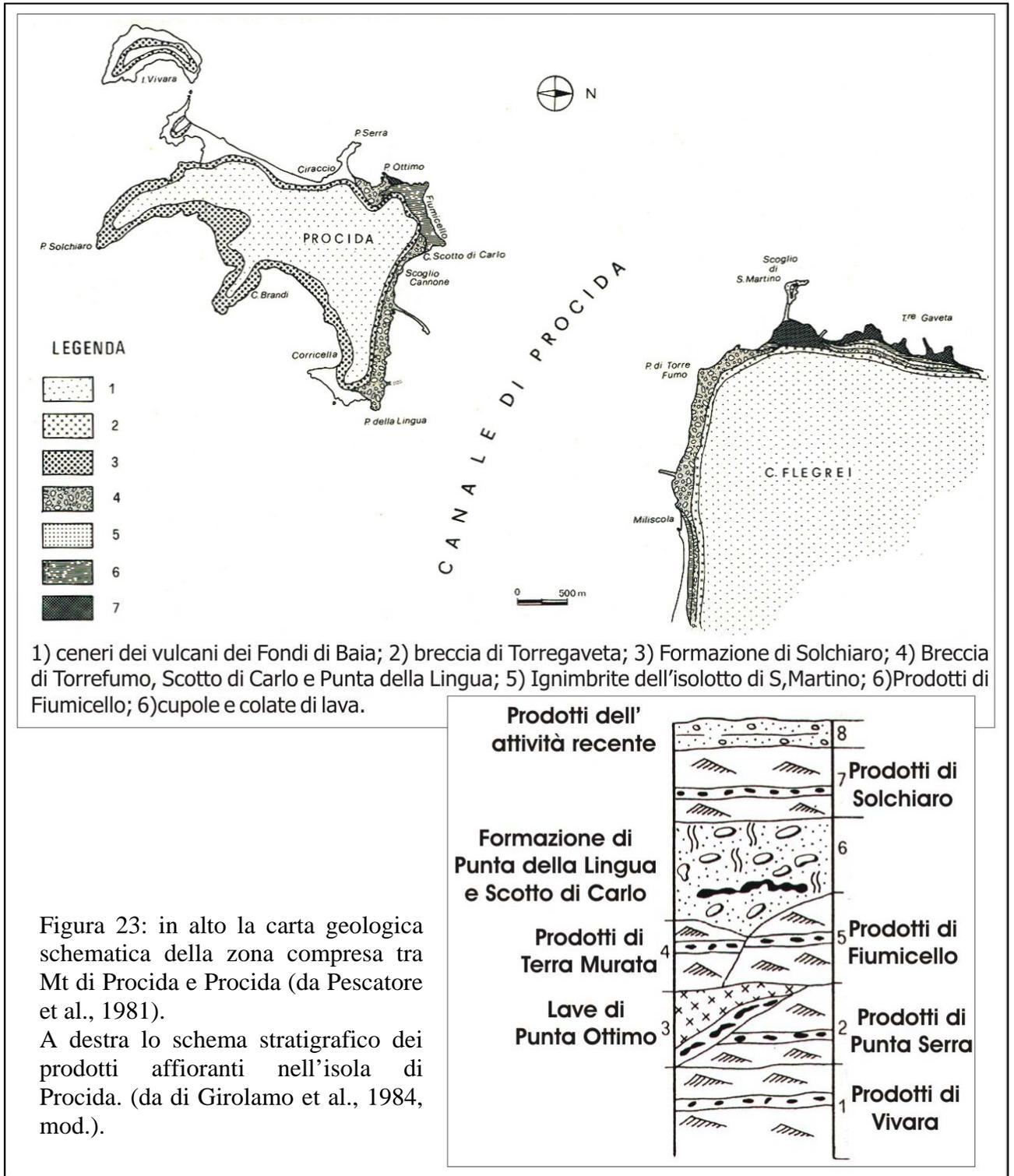


Figura 22: in alto la ricostruzione dei fenomeni vulcanici avvenuti tra Procida e Monte di Procida prima dell'evento dell'Ignimbrite Campana. (da di Girolamo et al., 1984, mod.).

A sinistra la successione stratigrafica affiorante lungo la falesia di Torregaveta. (da Rosi & sbrana, 1987, mod.).

piroclastici la cui origine ancora oggi deve essere compresa. Segue superiormente una superficie di erosione, immergente verso sud-ovest (Orsi et al., 1996) su cui poggia un deposito di flusso



piroclastico e breccie che viene interpretato dagli autori Rosi & Sbrana, (1987) e Orsi et al., (1996), come deposito prossimale dell'eruzione dell'Ignimbrite Campana (39 ky); Di Girolamo et al., (1984) e Pescatore & Rolandi, (1981) ritengono invece che questi prodotti siano legati ad un evento vulcanico locale che qui viene chiamato breccia di Vita Fumo. I depositi successivi testimoniano l'attività del vulcano di Torregaveta, datata 14,8 ky da Scandone et al., 1991, che viene localizzato a nord del promontorio; questo livello si segue in maniera abbastanza continua lungo tutta la falesia (Rosi & Sbrana, 1987). Superiormente seguono i prodotti dell'attività vulcanica recente attribuiti ai Fondi di Baia.

## 2.2.2 LA FALESIA DI TORREGAVETA

La falesia di Torregaveta rappresenta l'estremo lembo nord-occidentale del promontorio di Monte di Procida. La successione stratigrafica esposta è correlabile a quella precedentemente descritta e presenta superiormente in chiara discordanza angolare uno spesso deposito di Tufo Giallo Napoletano (figura 22). Dal basso verso l'alto si susseguono i flussi di lava di Torregaveta, i depositi piroclastici attribuiti da Pescatore & Rolandi, (1981), all'eruzione del vulcano di Fiumicello, i depositi della Breccia Museo, che Rosi & Sbrana (1987) attribuiscono all'Ignimbrite Campana e Pescatore & Rolandi chiamano breccia di Torrefumo e i depositi piroclastici del vulcano di Torregaveta. Segue superiormente una superficie erosionale immergente verso nord-est di circa 40° (Orsi et al., 1996), su cui poggia il Tufo Giallo Napoletano.

Pescatore & Rolandi, (1981) e Di Girolamo et al., (1984), ipotizzano per la breccia presente nei due affioramenti una stretta correlazione con le breccie affioranti nell'isola di Procida, soprattutto lungo la falesia esposta lungo il canale di Procida, e ipotizzano un'area di origine presso Scotto di Carlo a Procida (figura 22).

## 2.2.3 L'ISOLA DI PROCIDA

La geologia e la vulcanologia dell'isola è stata in passato studiata da vari autori tra cui De Lorenzo (1904), Di Girolamo & Stanzone, (1973), Pescatore & Rolandi, (1981), Di Girolamo et al., (1984) e più recentemente da Rosi et al., (1988) e De Astis, (2004).

Da sempre la storia vulcanologica dell'isola viene considerata in stretta relazione con quella del promontorio di Monte di Procida. Infatti la vicinanza ai Campi Flegrei e soprattutto la somiglianza dei prodotti emessi dai vari apparati vulcanici hanno fatto considerare quest'isola come parte di un unico sistema vulcanico con il Monte di Procida, almeno fino alla formazione della caldera flegrea.

Pescatore & Rolandi, (1981), Di Girolamo et al., (1984), mettono in evidenza le somiglianze di alcuni depositi presenti sia sull'isola che a Monte di Procida, in particolare lungo gli affioramenti che affacciano sul canale di Procida. Gli stessi autori presentano uno schema stratigrafico dei depositi affioranti nell'isola (figura 23).

Rosi et al., 1988, presentano una nota sulla stratigrafia di Procida e Vivara che per grandi linee è in accordo con i precedenti autori, ma più ricca di dati stratigrafici.

Un più recente ed approfondito studio della storia vulcanica dell'isola ci viene fornito da De Astis et al., (2004). Questi autori, in accordo con i precedenti, individuano a Procida cinque vulcani monogenici: Vivara, Terra Murata, Pozzo Vecchio, Fiumicello e Solchiamo attivi negli ultimi 80 ky, fino a circa 14 ky (figura 24). I loro prodotti, in prevalenza depositi piroclastici e duomi di lava sono intercalati con i prodotti dell'attività flegrea, di Ischia e di alcuni piccoli centri eruttivi sommersi tra cui Le Formiche di Vivara e La Catena (figura 24). Ciò rende l'isola di Procida un nodo cruciale per la comprensione della storia eruttiva dell'area flegrea precedente 12 ky, evidenze che sono state perlopiù distrutte dalle eruzioni dell'Ignimbrite Campana e del Tufo Giallo Napoletano.

Gli autori presentano una sequenza stratigrafica schematica (figura 24) di tutte le unità presenti in affioramento sull'isola, che comprendono sia depositi provenienti da centri eruttivi locali, che depositi di eventi vulcanici dell'isola di Ischia o dei Campi Flegrei.

Gli eventi più antichi sono Vivara, Pozzo Vecchio e Terra Murata; vengono riportati nello schema stratigrafico nella stessa posizione in quanto non esistono evidenze affioranti che attestino le relazioni stratigrafiche tra i loro prodotti. I tre eventi vulcanici, vengono considerati da De Astis et al., (2004), più vecchi di 55 ky, in base alle datazioni fatte con K-Ar su alcuni depositi ischitani in sovrapposizione ad essi. Il limite cronologico superiore dell'attività procidana è invece datato 14 ky in base alla datazione con C<sup>14</sup> effettuata sui paleosuoli sovrastanti i prodotti dell'attività di Solchiaro da Alessio et al., (1976). La successione in figura mette in evidenza la presenza sia di depositi provenienti dall'attività vulcanica di Ischia, che di depositi flegrei, rappresentati dai prodotti del vulcano di Torregaveta; i depositi più recenti risalgono all'età del Bronzo (tra 4.1 e 3.8 ky) per la

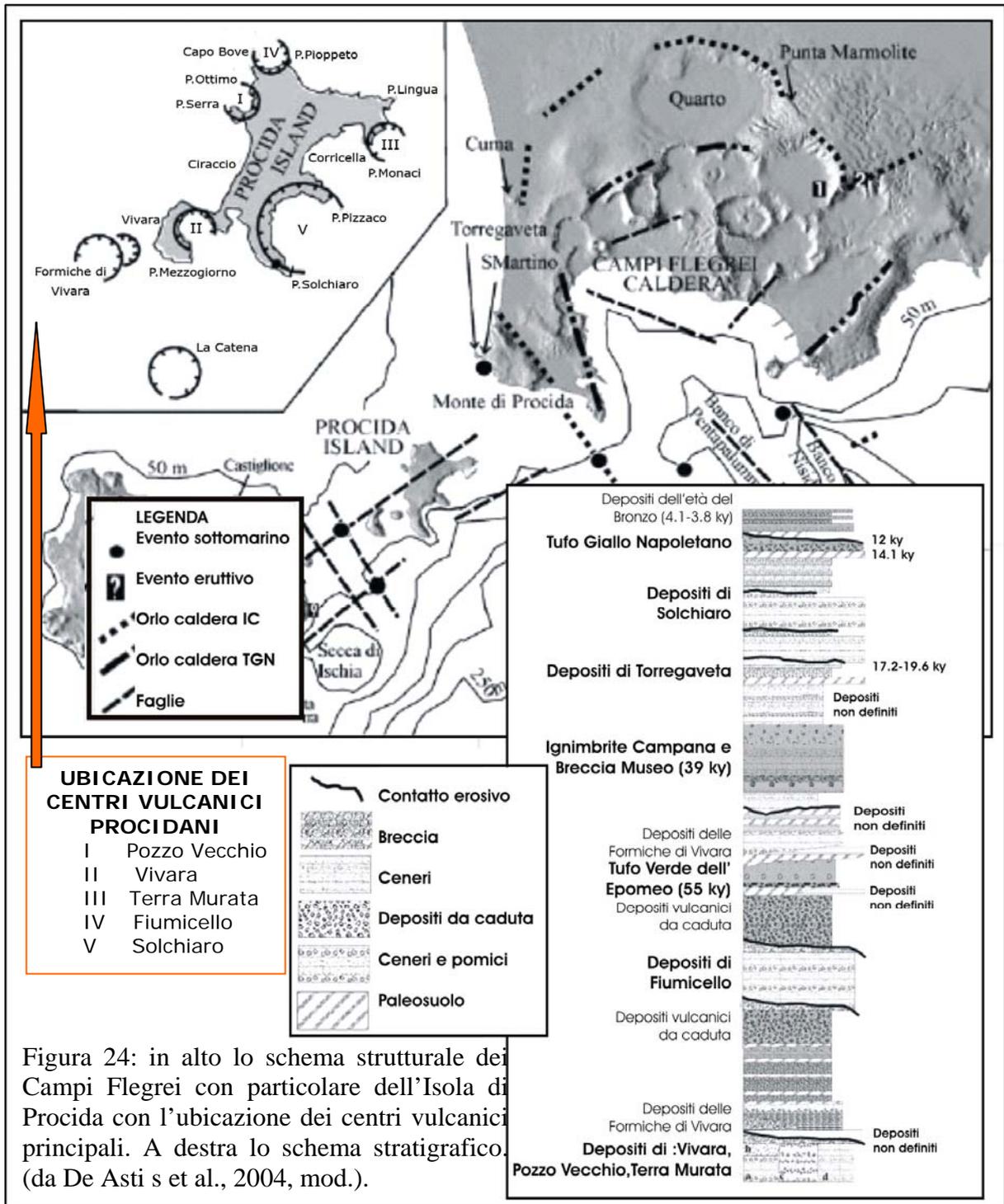


Figura 24: in alto lo schema strutturale dei Campi Flegrei con particolare dell'Isola di Procida con l'ubicazione dei centri vulcanici principali. A destra lo schema stratigrafico. (da De Asti s et al., 2004, mod.).

presenza di manufatti umani. La Breccia Museo viene qui considerata un unico deposito con l'Ignimbrite Campana perchè considerate facies differenti della stessa eruzione.

#### 2.2.4 IL CASO DELLA FORMAZIONE BRECCIA MUSEO

La formazione nota in letteratura come Breccia Museo è uno dei depositi flegrei più discussi, la cui datazione ed interpretazione è molto dibattuta.

Rappresenta il deposito più eterogeneo di tutta l'attività flegrea e proprio per questo fu chiamato così per la prima volta, nel 1889, dal vulcanologo inglese Johnston Lavis, lungo l'affioramento di Punta della Lingua a Procida. Lo studioso, vi riconobbe infatti, proprio come in un museo, una vasta campionatura di rocce sia vulcaniche che sedimentarie.

La composizione chimica di questo deposito è essenzialmente trachitica ed è costituita da tipi litologici vulcanici vari tra cui: clasti juvenili (formati principalmente da pomici e ossidiane), ceneri, scorie saldate, bombe e clasti tufacei; al suo interno si rinvengono anche litici sedimentari, strappati dal basamento carbonatico al momento dell'eruzione.

Gli affioramenti in cui si rinvengono depositi a cui è stato successivamente esteso questo nome si trovano nell'isola di Procida lungo tutto il tratto di costa compreso tra Sancio Cattolico e la spiaggia del Cimitero; sul lato opposto del canale di Procida, a Monte di Procida lungo la falesia di Acquamorta e lungo la falesia di Torregaveta; nei pressi del duomo di Cuma; nell'area della piana di Quarto a San Severino, e Punta Marmolite; nella zona della Collina dei Camaldoli, lungo il Vallone del Verdolino.

Di Girolamo et al., (1984), considerano gli affioramenti succitati come riferibili all'attività vulcanica più antica dei Campi Flegrei. Fanno esplicito riferimento alla breccia museo solo per gli affioramenti dei Camaldoli e dell'area Procidana e considerano le evidenze presenti in entrambe le aree come legate a due eventi separati. Lungo l'affioramento presente alla base della Collina dei Camaldoli riconoscono una continuità dei depositi del Piperno (che qui affiora con la sua caratteristica facies a fiamme isorientate) con la Breccia Museo sovrastante; in base alla giacitura, alla potenza dei prodotti, alla loro tessitura, granulometria e distribuzione areale, considerano possibile l'ipotesi dell'esistenza di un centro eruttivo locale ubicato in un'area compresa tra Soccavo e Pianura. Per quanto riguarda invece gli affioramenti dell'area procidana gli autori correlano le breccie presenti in località Scotto di Carlo, Cimitero, Punta della Lingua e Torre Fumo di Monte di Procida (vedi figura 22), ipotizzando anche in questo caso la presenza di un centro eruttivo locale probabilmente ubicato presso Scotto di Carlo.

Rosi & Sbrana, (1987), considerano invece tutti i depositi del Piperno e della Breccia Museo sempre associati all'unico evento eruttivo che ha portato alla messa in posto dell'Ignimbrite Campana: in particolare considerano il deposito della Breccia Museo come una facies ignimbritica prossimale.

Perrotta & Scarpati, (1994), considerano il Membro della Breccia Museo come un deposito piroclastico prodotto durante un evento eruttivo avvenuto nel settore sud-ovest dei Campi Flegrei e presentano una correlazione stratigrafica solo tra gli affioramenti di Cuma, Torregaveta, Procida e Monte di Procida.

Recentemente De Vivo et al., (2001), presentano una nuova cronologia effettuata su  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ , che stabilisce l'età dell'Ignimbrite Campana a circa 39 ky, con datazioni effettuate anche lungo l'affioramento della falesia di Monte di Procida. Gli autori sostengono l'ipotesi che oltre all'evento dell'Ignimbrite Campana datato 39 ky, siano esistite ulteriori fasi ignimbritiche che avrebbero caratterizzato il vulcanismo dell'area flegrea a partire da 315 ky; la sequenza cronologica presentata comincia con fasi esplosive che si protraggono fino a circa 184 ky, e proseguono con fasi Ignimbritiche datate 157 ky, 39 ky, e 18 ky, caratterizzate da eruzioni fissurali attive in periodi e aree differenti e che interessano l'intera piana Campana.

Uno dei problemi principali per l'interpretazione di questo deposito dipende prima di tutto dal grande numero di datazioni effettuate su  $\text{C}^{14}$  e disponibili per i paleosuoli che coprono la Breccia Museo (Alessio et al., 1971, 1973, 1976; Lirer et al., 1991) che danno età da più recenti di 40 ky e più recenti di 21 ky. Le età determinate con il metodo del  $\text{C}^{14}$  sono in contrasto con le età calcolate con il metodo K-Ar (circa 38 ky) e con il metodo  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  (circa 37 ky) da Cassignol & Gillot, (1982) e Denio et al., (1992), come pure per le datazioni effettuate da De Vivo et al., (2001).

Secondo punto di controversia è legato al fatto che tra le breccie affioranti nel settore sud-ovest dei Campi Flegrei, e quelle affioranti nell'area della piana di Quarto e dei Camaldoli non esistono correlazioni dirette.

De Astis et al., (2004) nel più recente lavoro sull'area procidana, su dati di campo e di laboratorio, propongono una datazione dell'Ignimbrite Campana di 37 ky e ribadiscono la validità della tesi esposta da Rosi & Sbrana, Melluso et al., (1995), Orsi et al., (1996), riguardo la Breccia Museo come facies prossimale dell'Ignimbrite Campana e i cui depositi sono legati ad un vulcanismo con trend di

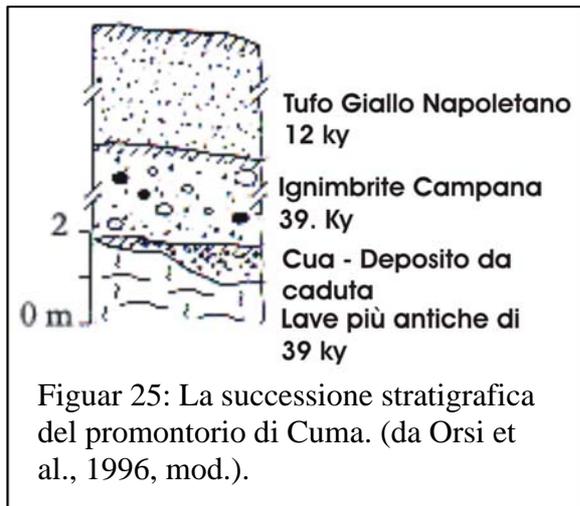


Figura 25: La successione stratigrafica del promontorio di Cuma. (da Orsi et al., 1996, mod.).

fratturazione principale orientato in direzione SW-NE (vedi figura 24), che collega il lembo sud-est dell'isola di Ischia con Procida, Monte di Procida, Torregaveta e la parte nord dei Campi Flegrei.

### 2.2.5 CUMA

L'area in cui sorge la collina di Cuma è stata studiata da numerosi autori, tra i quali: Vighi, (1950); Di Girolamo et al., (1984); Rosi & Sbrana, (1987); Orsi et al., (1996); Bravi et al., (2003).

La successione stratigrafica esposta lungo questo alto morfologico è stata descritta in dettaglio da Orsi et al., (1996), in figura 25.

Alla base dell'affioramento sono esposti i prodotti

vulcanici più antichi, precedenti la messa in posto dell'Ignimbrite Campana, costituiti da lave trachitiche massive che formano una struttura cupolare di un duomo lavico a cui sono associate localmente breccie e scorie nel settore nordest. Segue verso l'alto un deposito da caduta (Cua) che risulta presente solo in livelli lenticolari, a cui si sovrappone un paleosuolo che interessa anche il duomo lavico. La successione piroclastica sovrastante, di circa 15 m di spessore, comprende flussi piroclastici e depositi di breccia spatter che sono stati attribuiti da Rosi & Sbrana, (1987) e da Orsi et al., (1996), ad una facies prossimale dell'Ignimbrite Campana, Perotta e Scarpati, (1994), e Melluso et al., (1995), invece la attribuiscono ad una eruzione avvenuta nel settore SW di Monte di Procida.

Chiude la sequenza un deposito di Tufo Giallo Napoletano, in una facies molto zeolitizzata, che copre in unconformity i depositi precedentemente descritti lungo il versante est del rilievo.

### 2.2.6 LE CAVE DI MONTE SAN SEVERINO

Monte San Severino è un rilievo collinare che si sviluppa in direzione nordest-sudovest, con il versante a sud-est più inclinato di quello esposto a nordovest. Lungo il versante sud-est, a seguito dell'approfondimento di alcune cave, sono venuti alla luce i prodotti sottostanti il Tufo Giallo Napoletano. La sequenza stratigrafica esposta è stata descritta da Di Girolamo et al., (1984), Rosi & Sbrana, (1987) e Orsi et al., (1996). La successione (figura 26) espone sei unità piroclastiche tra cui l'Ignimbrite Campana e il Tufo Giallo Napoletano. L'unità più vecchia dell'Ignimbrite Campana è rappresentata da depositi da flusso piroclastico e da caduta (SSa). Le caratteristiche sedimentologiche e tessiturali del deposito da caduta fanno pensare ad una correlazione con l'unità Cua, che copre le lave di Cuma (Orsi et al., 1996). Segue una successione di breccia spatter e flusso piroclastico attribuita da Di Vito et al., (1985), Rosi & Sbrana, (1987), all'Ignimbrite Campana. La parte più bassa della

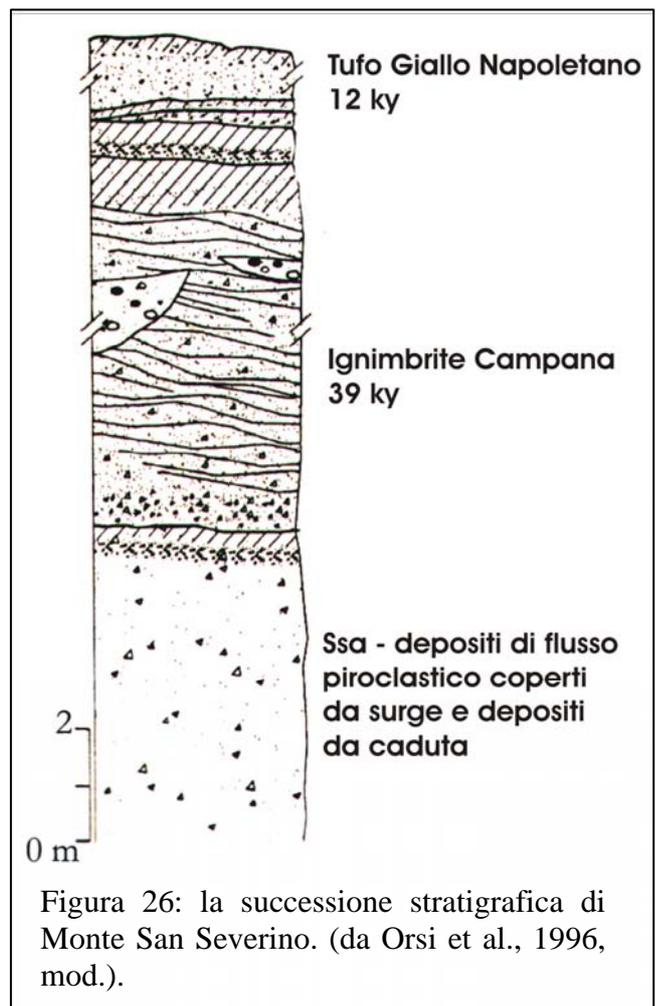


Figura 26: la successione stratigrafica di Monte San Severino. (da Orsi et al., 1996, mod.).

successione riempie un canale erosionale (Rosi & Sbrana, 1987), mentre la parte superiore è molto più diffusa. Tutte le unità presenti in questa sequenza, immergono verso nord, e sono tagliate da una superficie di erosione che immerge di 20° in direzione sud-est, su cui poggia uno strato di Tufo Giallo Napoletano, il cui spessore varia tra 20 e 80 m.

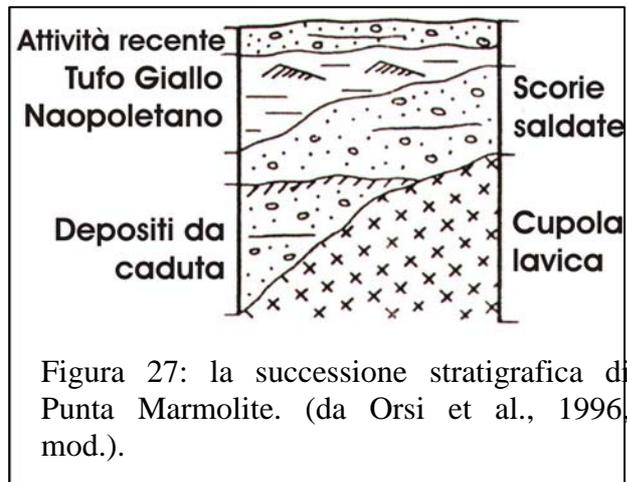


Figura 27: la successione stratigrafica di Punta Marmolite. (da Orsi et al., 1996, mod.).

### 2.2.7 PUNTA MARMOLITE

Punta Marmolite è un alto morfologico che sorge nella parte centrale della Piana di Quarto, in cui affiora una sequenza stratigrafica correlabile a quelle precedentemente descritte (figura 27). L'unità stratigraficamente più bassa è rappresentata da un duomo lavico a composizione trachitica, datato da Cassagnol e Gillot, (1982), 47 ky circa, che presenta evidenti laminazioni di flusso che ne indicano gli stadi di accrescimento. Segue superiormente un deposito da caduta intercalato a paleosuoli coperto a sua volta da depositi da flusso e di breccia attribuiti all'Ignimbrite Campana da Rosi & Sbrana, (1987).

In discordanza poggia su questi prodotti la formazione del Tufo Giallo Napoletano.

### 2.2.8 TREFOLA

Una spessa sequenza piroclastica è esposta a Trefola, lungo il margine nordest della piana di Quarto, in una cava scavata ai piedi del versante. Questa successione (descritta in Orsi et al., 1996) comprende dodici unità piroclastiche precedenti l'Ignimbrite Campana, cinque unità comprese tra l'Ignimbrite Campana e il Tufo Giallo Napoletano e cinque unità successive.

Le unità inferiori sono perlopiù depositi di flussi piroclastici: alcune di esse individuano una complessa sequenza di depositi piroclastici che si sono generati da eventi magmatici e freatomagmatici. Segue superiormente il deposito associato all'Ignimbrite Campana, composto da una complessa successione di depositi da caduta, breccie e depositi da flusso. La successione è tagliata da un canale erosionale con direzione N30°E e immergente verso nordest. Le unità successive sono costituite da depositi da caduta, con minore presenza di depositi da flusso, ad indicare la loro origine legata perlopiù ad eventi magmatici che freatomagmatici. Segue il Tufo Giallo Napoletano in facies di flusso piroclastico.

La parte bassa della successione, compreso l'Ignimbrite Campana, immerge verso nord-nordest ed è intersecata da una superficie erosionale con immersione di circa 40° sudovest. La parte della sequenza compresa tra l'Ignimbrite Campana e il Tufo Giallo Napoletano copre in unconformity la successione; a sua volta i prodotti superiori sono tagliati da una seconda superficie erosionale, che immerge verso sudovest e che erode anche l'Ignimbrite Campana, su cui poggia il tufo giallo.

### 2.2.9 TUFII DI TORREFRANCO E VALLONE DEL VERDOLINO

Lungo il versante sudest della collina dei Camaldoli nell'area compresa tra Torre Franco e il Vallone del Verdolino è esposta una sequenza stratigrafica di depositi piroclastici che includono prodotti più antichi dell'Ignimbrite Campana fino a prodotti dell'attività flegrea più recente. La successione stratigrafica è stata descritta da numerosi autori tra cui Rosi & Sbrana, (1987), Di Girolamo et al, (1984), e descritta successivamente in modo più dettagliato da Orsi et al., (1996).

Le rocce più antiche sono esposte a Torre Franco (figura 28) e furono per la prima volta descritti con questo nome da Rittmann (1950); questa sequenza piroclastica è molto limitata arealmente ed ha uno spessore di circa 50 m. E' costituita da un'alternanza di livelli di ceneri a stratificazione incrociata a cui si alternano banchi di pomice e scorie da caduta separati da paleosuoli (C<sup>14</sup> su carboni ha restituito una

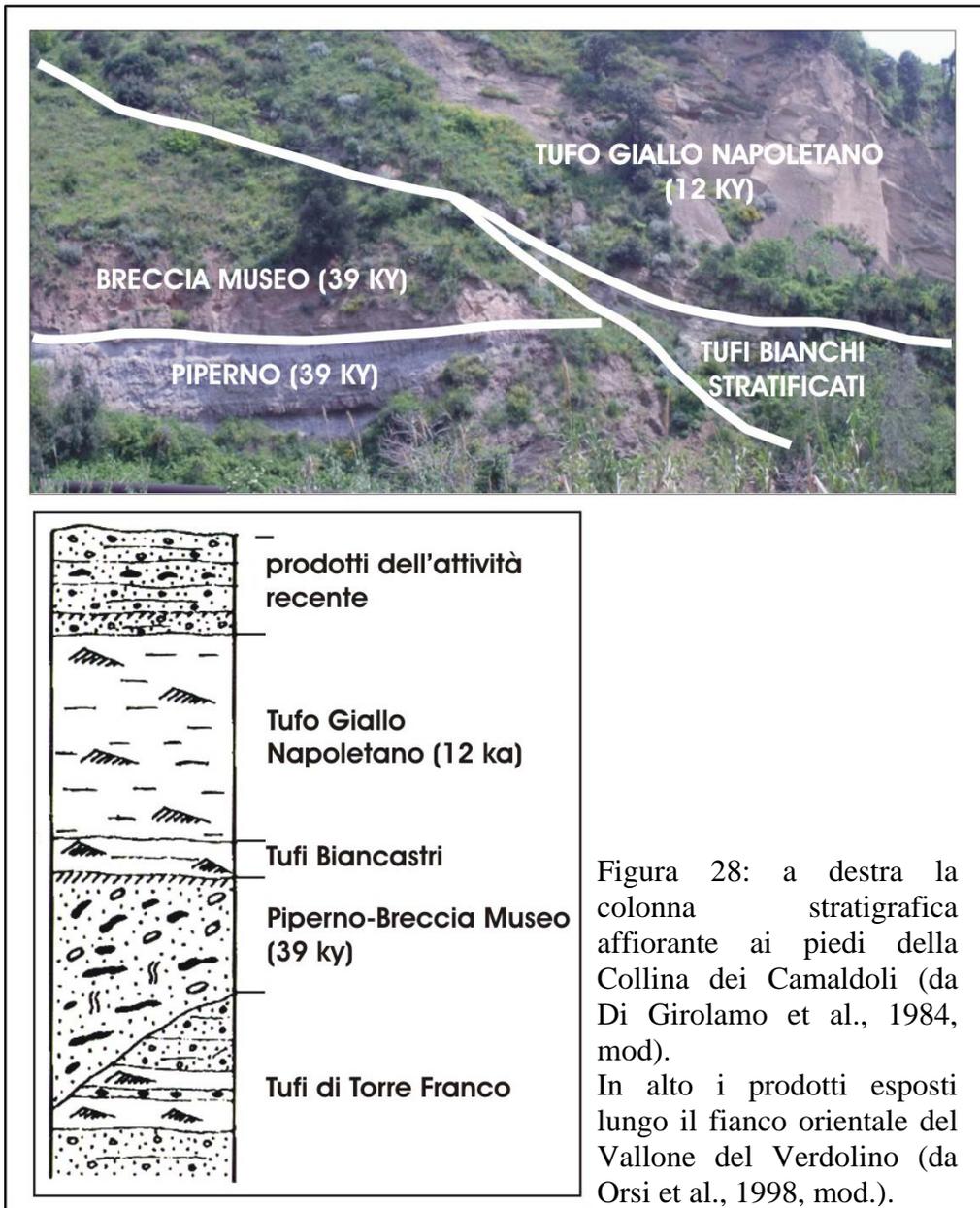


Figura 28: a destra la colonna stratigrafica affiorante ai piedi della Collina dei Camaldoli (da Di Girolamo et al., 1984, mod). In alto i prodotti esposti lungo il fianco orientale del Vallone del Verdolino (da Orsi et al., 1998, mod.).

datazione di 42 ky, Alessio et al., 1973); sembra esclusa, per le caratteristiche del deposito, una origine locale, anzi sembra possibile che questi prodotti siano il risultato di episodi susseguiti nel tempo (Di Girolamo et al., 1984). Segue superiormente la formazione del *Piperno-Breccia Museo*, considerata in letteratura dalla maggior parte degli autori come il risultato dello stesso evento vulcanico identificabile con l'Ignimbrite Campana. Anche se esiste una chiara continuità tra le due unità, i caratteri litologici e tessiturali dei due depositi sono molto differenti: il deposito del Piperno è un deposito da flusso

ignimbritico caratterizzato dalla presenza di frammenti di scorie talvolta perfettamente conservate ed altre volte completamente collassate e formanti fiamme orientate in una matrice cineritica. Verso l'alto il deposito passa alla facies di breccia, con caratteri granulometrici grossolani e frammenti litici estremamente eterogenei con matrice quasi del tutto assente. Di Girolamo et al., (1984), considerando la giacitura, la distribuzione e la composizione dei depositi ipotizzano un'origine locale (tra Soccavo e Pianura); Rosi & Sbrana, (1987) e Orsi et al., (1996), interpretano invece il deposito come facies prossimale dell'Ignimbrite Campana.

La sequenza dei depositi compresa tra il deposito ignimbritico e i prodotti più recenti è esposta lungo il fianco di un'antica cava scavata nel Vallone del Verdolino vedi figura 28). I prodotti che si susseguono all'Ignimbrite Campana, sono stati per la prima volta descritti da Rittmann (1950) e chiamati *Tufi Biancastri Stratificati*. Il deposito è costituito da un'alternanza di strati di ceneri miste a pomice che formano stratificazioni a luoghi incrociate; per le loro caratteristiche sedimentologiche e tessiturali gli autori concordano con l'affermare che il centro di emissione vulcanico non doveva essere lontano dall'area dell'affioramento e che di tale evento non sono però conservate evidenze di morfologie vulcaniche relitte.

Al tetto dei Tufi Biancastri, separato da una discordanza angolare, si rinviene nella zona di Soccavo, per uno spessore di circa 100 m, il Tufo Giallo Napoletano (figura 28). Questo deposito piroclastico è formato prevalentemente da pomice e frammenti litici di varia natura immersi in una matrice con caratteri granulometrici variabili da grossolani a fini. Nella formazione del tufo giallo napoletano si distingue una facies litoide gialla che sfuma superiormente e lateralmente in prodotti meno coerenti di colore grigio, noti in letteratura come *Mappamonte*, una facies di transizione ai depositi incoerenti della *Pozzolana* (Scherillo, 1955). Queste variazioni di facies sono dovute ad un processo di zeolitizzazione secondaria. La serie stratigrafica del Vallone del Verdolino termina con una sequenza di prodotti piroclastici incoerenti stratificati, legati all'attività recente dei Campi Flegrei.

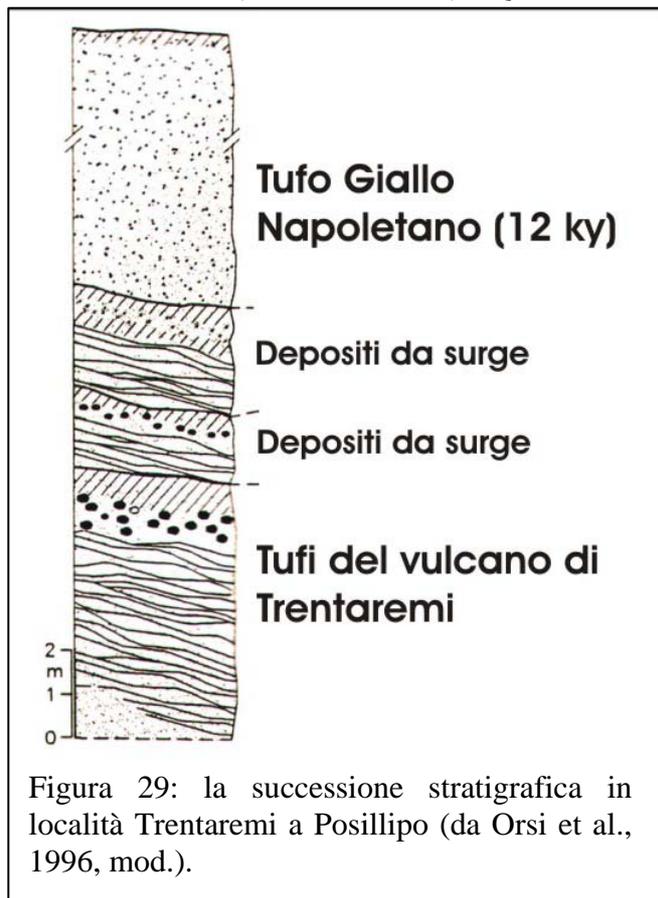


Figura 29: la successione stratigrafica in località Trentaremi a Posillipo (da Orsi et al., 1996, mod.).

zeolitizzazione secondaria. La serie stratigrafica del Vallone del Verdolino termina con una sequenza di prodotti piroclastici incoerenti stratificati, legati all'attività recente dei Campi Flegrei.

### 2.2.10 TRENTAREMI

Ai piedi della collina di Posillipo, completamente formata da tufo giallo, sono esposti i depositi dell'attività vulcanica compresa tra l'Ignimbrite Campana e l'evento del Tufo Giallo Napoletano. I depositi affiorano lungo la scarpata nord-occidentale e lungo l'estrema punta del Capo. In località Villanova è esposta una sequenza di due unità composte da depositi di surge e depositi da caduta, le caratteristiche tessiturali e sedimentologiche indicano un'area sorgente prossima al deposito. All'estrema punta di Capo Posillipo, nei pressi di località Coroglio-Trentaremi (figura 29), sono invece esposti in falesia i resti di un cono di tufo (Vighi, 1950). Il cono è coperto da una sequenza stratigrafica di due unità e un deposito rimaneggiato, separate da paleosuoli; la sequenza è coperta da oltre 100 m di Tufo Giallo Napoletano.

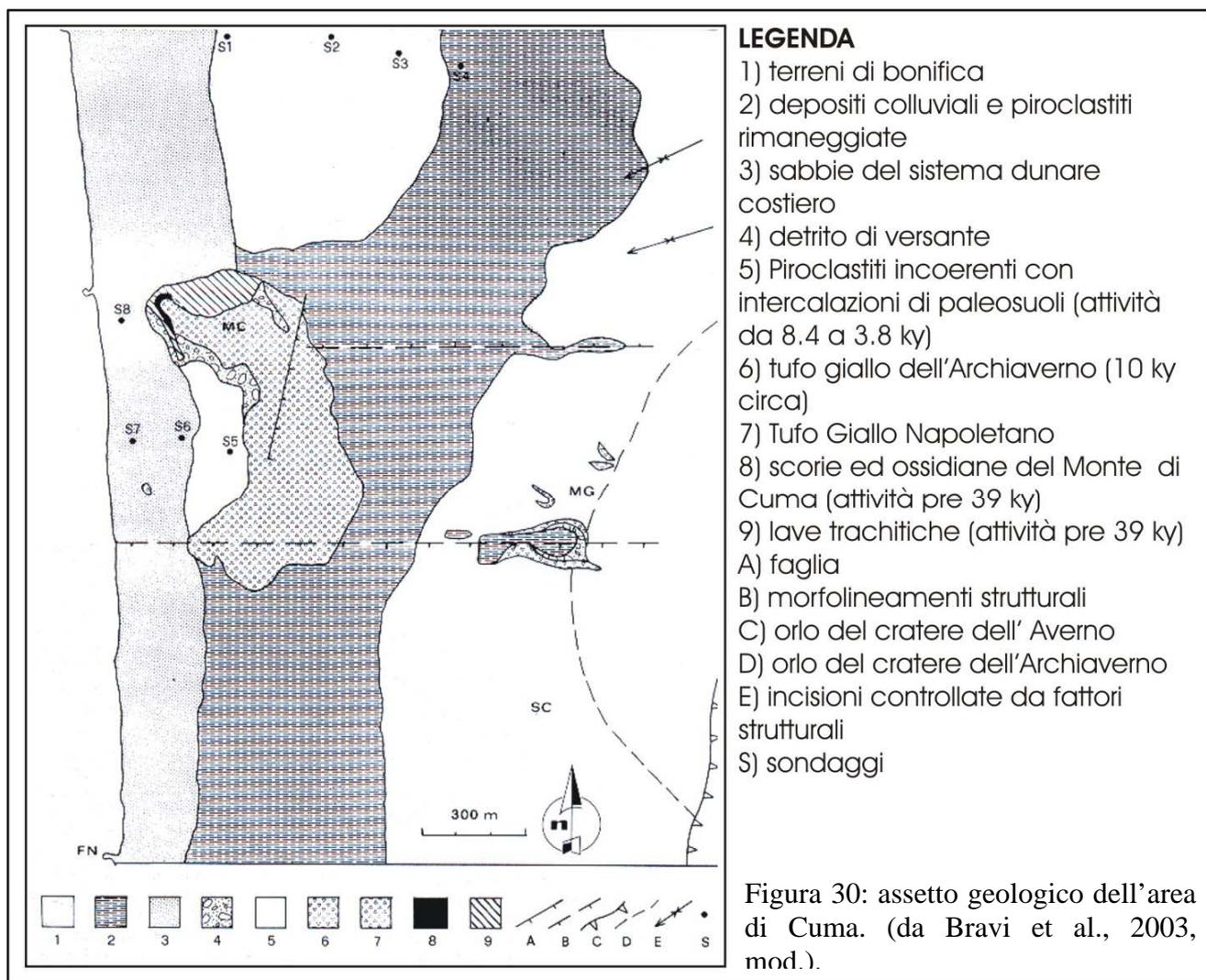
## 2.3 ALCUNI CASI DI MAGGIORE INTERESSE GEOMORFOLOGICO

### 2.3.1 CUMA

Gran parte degli studi effettuati su Cuma sono perlopiù riguardanti l'interesse archeologico che questo sito riveste, in quanto prima colonia greca del Mediterraneo, anche se la presenza dell'uomo è attestata sicuramente già durante l'Età del Ferro e probabilmente fin dal periodo del Bronzo finale (XI-X sec. a.C.). Per gli approfondimenti strettamente di carattere archeologico si rimanda alla bibliografia esistente (Paget, 1968; Morhange, 2002).

Uno studio sulla geologia e geomorfologia dell'area è stato effettuato, nell'ambito di un programma patrocinato dal Ministero dei Beni Culturali ed Ambientali (Progetto Eubea), da Bravi et al., (2003), finalizzato alla delineazione dell'evoluzione sedimentaria Olocenica dell'antico porto di *Cumae*. La maggior parte degli altri contributi esistenti riguardano principalmente l'assetto litorale costiero a più ampia scala (Cocco et al., 1980).

Il territorio cumano si estende nella zona nord-occidentale dell'area flegrea, e costituisce un sistema costiero che si sviluppa prevalentemente in direzione meridiana: bordato a sud dalla laguna costiera del Fusaro, ad est dai versanti degli apparati vulcanici di Monteruscello e Archiaverno, a nord dalla



zona bonificata dell'antico lago di Licola e verso est dal mare, costituisce un sistema costiero aperto all'interscambio con il mare e in cui la geologia dell'area è fortemente influenzata dalla componente sedimentaria.

In questa area l'evoluzione morfologica recente è legata principalmente a fattori esogeni, anche se fino a circa 3.7 ky (eruzione dell'Averno) hanno prevalso quelli endogeni.

Tutto il territorio si articola quindi in una fascia costiera bassa e sabbiosa, in una zona di raccordo ai versanti vulcanici, poco pendente, che si evolve in un'area di versanti poco acclivi e variamente incisi (figura 30).

All'interno di questo sistema, il Monte di Cuma rappresenta l'unico alto morfostrutturale presente (Bravi et al., 2003).

Questo rilievo raggiunge una altezza di circa 80 m slm, ed è caratterizzato da versanti con pareti molto acclivi che devono la loro forma nel tratto settentrionale, occidentale e meridionale all'azione modellatrice del moto ondoso (di attribuzione dubbia); il versante orientale è invece interessato da una faglia.

Le lave trachitiche, a cui si sovrappongono i depositi del ciclo pre-ignimbrite (vedi stratigrafia descritta precedentemente), costituiscono la base del rilievo e affiorano soprattutto lungo il versante settentrionale e occidentale; formano una struttura cupolare che immerge a sud-sudest e raggiunge i massimi spessori sul versante settentrionale, per decrescere da nord a sud lungo il versante occidentale. In alcune sezioni le lave si presentano compatte e con variabili geometrie di fratturazione, alcune delle quali attribuibili ad attività estrattiva (Bravi et al., 2003). Il versante orientale è invece

costituito da tufo giallo che presenta spessori decrescenti da est verso ovest e ricopre in discordanza i prodotti precedenti.

La fascia costiero-dunare, è costituita prevalentemente da sedimenti sabbiosi, che si sviluppano, nel settore nord di Monte di Cuma, in due sistemi dunari paralleli alla costa, di cui il più interno è stabilizzato da fitta vegetazione e il più esterno è esposto all'azione erosiva del mare. Una zona umida retrodunare depressa separa i sistemi di dune dalle aree più interne. Questa zona retrodunare era sede dell'antico lago di Licola e verso nord della palude di Varcaturò ed è stata interessata, alla fine dell'ottocento, da opere di bonifica attraverso interventi di colmamento e canalizzazione per la regimentazione delle acque (Bertarelli, 1922).

Il tratto di costa antistante il rilievo di Cuma è caratterizzato invece dalla presenza del solo sistema dunare esterno che, nel tratto meridionale del rilievo, forma un seno naturale, aggradato dai terreni di bonifica. Questa è l'area che Paget (1968) indicò come porto lagunare greco-romano.

Una fascia pedecollinare a bassa pendenza raccorda il sistema dunare alle zone di versante.

Le aree di versanti, più interne, coincidono nella parte settentrionale con i fianchi meridionali del vulcano di Monteruscello, e nella restante parte con i versanti esterni dell'edificio vulcanico dell'Archiaverno, su cui poggiano i prodotti piroclastici dell'Averno (Di Vito et al., 1988). Gran parte del settore centrale e meridionale dell'area cumana ha come substrato geologico i tufi dell'Archiaverno, che affiorano in maniera discontinua lungo alcune incisioni profonde che si sviluppano sui suoi versanti.

Nell'area cumana sono stati inoltre analizzati, dagli stessi autori, una serie di sondaggi, effettuati sia nella parte nord del rilievo che nella sua parte immediatamente antistante (per l'ubicazione vedere la figura 30).

Dallo studio dei sondaggi effettuati nell'area occupata un tempo dall'antico lago di Licola (S1, S2, S3, S4) è possibile secondo gli autori ipotizzare che il bacino lacustre esistesse già in epoca romana e che perdurasse durante tutto il periodo romano.

I risultati dei sondaggi effettuati nell'area immediatamente antistante il promontorio di Cuma (S5, S6, S7, S8) hanno invece messo in evidenza l'esistenza di un substrato tufaceo, di dubbia formazione (ma sicuramente successiva a 12ky), su cui poggia una successione marina-transizionale-olocenica, costituita in prevalenza da sabbie, che soprattutto nella parte più bassa si presentano estremamente ricche nella frazione piroclastica rimaneggiata, con la presenza di ciottoli lavici anche poco arrotondati, a denunciare la vicinanza dell'area sorgente e condizioni ambientali di energia relativamente elevata. L'analisi della porzione superiore dei sondaggi ha inoltre attestato la presenza di una successione sedimentaria marino-lagunare, che testimonierebbe l'esistenza di un bacino naturale invaso dalle acque a ridosso delle propaggini meridionali di Monte di Cuma, nel seno naturale modellato nella collina tufacea. Ciò avvalorerebbe l'ipotesi di Paget (1968) riguardo l'esistenza, in questa zona, dell'antico bacino portuale romano, che sarebbe perdurato fino al II sec. d.C. Attualmente l'area risulta interrato dai sedimenti costieri e dai materiali di riporto usati per la bonifica dell'area.

### 2.3.2 FUSARO

Il lago del Fusaro si trova lungo il litorale domizio, immediatamente a sud dell'area di Cuma. Occupa quindi le propaggini occidentali dell'area flegrea.

Non esistono veri e propri lavori sulle caratteristiche geomorfologiche di quest'area. Gli studi effettuati riguardano soprattutto analisi di carattere sedimentologico, per stabilire le dinamiche costiere del litorale (Cocco et al., 1980) e studi sugli aspetti naturalistici ed ecologici, volti a misurare lo stato di inquinamento delle acque della laguna (De Pippo et al., 2004).

Il lago del Fusaro è da considerarsi da un punto di vista geomorfologico come un lago costiero, separato dal mare da una duna costiera e collegato ad esso da tre canali artificiali.

L'aspetto attuale è il risultato dei continui cambiamenti dovuti alla mutua interazione tra i fenomeni vulcano-tettonici e bradisismici, i processi dinamici costieri e soprattutto in tempi più recenti

l'incremento della presenza dell'uomo nell'area flegrea (Parascandola, 1947; Dvorak & Mastrolorenzo, 1991).

Già noto in epoca Greco-Romana come *Archerusia Palus* (Maiuri, 1983), presenta attualmente una forma subtrapezoidale (De Pippo et al., 2004) che copre un'area di circa 60 ha e raggiunge una profondità massima di circa 6 m (Carrada, 1973). La duna che separa questo lago costiero dal mare è attraversata trasversalmente dai tre canali che lo collegano al mare: la foce Vecchia, la foce Nuova e la foce di Mezzachiaia (figura 31).

La foce Vecchia, che collega la sponda SSW al mare aperto è di età romana, e sfocia ai piedi del promontorio di Torregaveta. La foce Nuova lungo la sponda settentrionale è stata realizzata durante il periodo Borbonico (1859) e sfocia a mare dopo un percorso in direzione NW. Il terzo canale è di realizzazione più recente, 1941, e taglia trasversalmente il cordone dunare, per circa 60 m prima di finire in mare.

La laguna del Fusaro, come la maggior parte dei sistemi lagunari costieri dell'Adriatico e del Tirreno (Donadio, 1999; De Pippo et al., 2001), si è generata in una zona costiera poco profonda, tra gli alti morfologici del Monte di Cuma e di Torregaveta. La formazione e lo sviluppo di un'ampia fascia costiera-dunare emersa è stata favorita dall'accumulo dei depositi vulcanici flegrei. Inoltre la stabilizzazione del livello marino tra 5 e 6 ky (Fleming et al., 1998; Cinque et al., 1988) ha consentito il trasporto degli apporti sedimentari del fiume Volturno, situato ad una ventina di chilometri a nord, favorito dalla corrente litoranea dominante in direzione N-S (Stefaniuk et al., 2003; De Pippo et al., 2004).

L'assetto attuale si è stabilito definitivamente con la costruzione dell'ultimo canale, anche se durante il periodo Greco-Romano la morfologia doveva essere già simile all'attuale.

### 2.3.3 PROCIDA E I SUOI VULCANI

De Astis et al., (2004) analizzano in particolare la morfologia e la stratigrafia degli edifici vulcanici che hanno costruito l'isola di Procida.

Coma già detto in precedenza, gli autori hanno individuato almeno cinque vent vulcanici di cui si sono conservate evidenti morfologie. La figura 24 indica l'ubicazione dei centri eruttivi, con una ipotetica sequenza cronologica per i primi tre vulcani procidani.

Il vulcano di Pozzo Vecchio è localizzato tra il bordo settentrionale della spiaggia di Ciraccio e Capo Bove. Il tratto di costa compreso tra Punta Serra e Punta Ottimo costituisce il settore E-SE del edificio vulcanico che gli autori individuano come tuff ring; il settore N-NW è sommerso. I depositi che compongono l'edificio vulcanico, suggeriscono un'attività idromagmatica, caratterizzata nella fase finale dall'emissione di lave trachitiche affioranti tra Capo Bove e Punta Ottimo.

L'isola di Vivara, insieme al promontorio di S. Mrgherita, costituisce ciò che resta del centro eruttivo del tuff cone di Vivara, tagliato da una faglia, lungo il suo settore nord con direzione NNE-SSW (figura 24). I depositi che lo costituiscono sono essenzialmente tufi provenienti da attività idromagmatica, molto litificati. L'età di questo edificio vulcanico è ancora oggi poco certa: gli autori lo considerano precedente 55 ky.

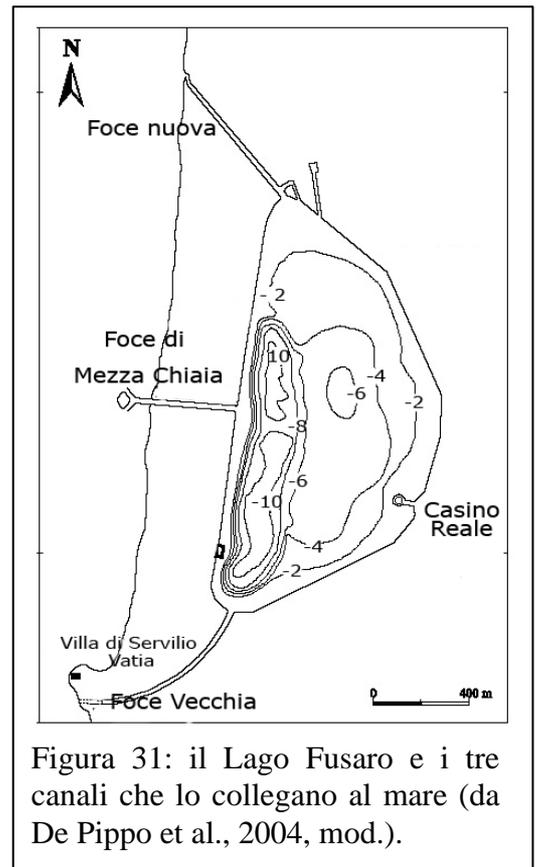


Figura 31: il Lago Fusaro e i tre canali che lo collegano al mare (da De Pippo et al., 2004, mod.).

Il tuff cone di Terra Murata forma il settore nord-est dell'isola, tra la Corricella e Punta Monaci. L'edificio vulcanico è formato essenzialmente da tufo giallo litificato che nella parte superiore si presenta grigio e più sciolto.

Il vulcano di Fiumicello viene invece interpretato come un tuff-ring, con centro di emissione nel settore settentrionale dell'isola, dove è visibile meno della metà del cratere (figura 24). I depositi più prossimali sono sostituiti da tufi che vanno dal giallo al grigio. Questi depositi sono stati studiati da numerosi autori (Di Girolamo et al., 1984; Rosi et al., 1988; Lirer et al., 1991) come marker stratigrafici affioranti nel settore occidentale dei Campi Flegrei. L'età ricavata con  $C^{14}$  da datazione effettuata su un paleosuolo che copre questi depositi lungo la falesia di Monte di Procida, ha restituito una età di circa 31 ky (Alessio et al., 1973; 1976). De Astis et al., (2004), in seguito ad osservazioni stratigrafiche e a datazioni effettuate su depositi di provenienza ischitana, attribuiscono al vulcano di Fiumucello una età più vecchia di 55 ky; inoltre in tutti gli affioramenti misurati, soprattutto lungo la falesia di Monte di Procida, i prodotti di Fiumicello sono seguiti da quelli interpretati come appartenenti all'eruzione dell'Ignimbrite Campana.

Il tuff ring di Solchiaro sembra essere il centro eruttivo più recente. Il cratere è parzialmente visibile tra Punta Solchiaro e Punta Pizzaco. Un paleosuolo che copre i depositi di Solchiaro è stato datato e ha restituito un'età di 17 ky e 19 ky (Lirer et al., 1991; Alessio et al., 1976). De Astis et al., (2004) hanno distinto per questa eruzione tre unità: quella basale che è costituita da tufi gialli di origine freatomagmatica e le due successive prevalentemente correlate ad attività vulcanica stromboliana.

Rosi et al., (1988), propongono una ricostruzione dell'evoluzione vulcanica di Procida e Vivara. I depositi che costituiscono i centri eruttivi più antichi, Pozzo Vecchio, Vivara e Terra Murata denunciano, per la base degli edifici, un ambiente di deposizione probabilmente sottomarino, che evolve a subaereo nelle parti medie ed alte dei con. Lo scenario eruttivo era probabilmente caratterizzato inizialmente da un'attività esplosiva, in ambiente di mare basso (tufi gialli), seguita da un isolamento dal mare dei condotti eruttivi con la produzione dei tufi grigi e bianchi della parte superiore e dei prodotti di cui non si osserva interazione con l'acqua, come le lave di Punta Ottimo. Questi tre edifici avrebbero quindi portato alla formazione di un campo vulcanico emerso. Da questo momento ha inizio la deposizione dei prodotti eruttati nelle aree limitrofe, le eruzioni del canale d'Ischia in corrispondenza delle attuali Formiche di Vivara. Successivamente (tra 77 ky e 55 ky) i rilievi presenti a Procida, vengono mantellati dai prodotti provenienti dall'isola di Ischia e, con la ripresa dell'attività locale, dal vulcano di Fiumicello. Questi ultimi si intercalano ai depositi della Formazione di Pignatiello. Con l'eruzione di Fiumicello si ha una profonda variazione della morfologia del settore nord-est dell'isola, con uno spesso accumulo di tufi gialli stratificati e tufi grigi che ricoprono il centro di Pozzo Vecchio, da Punta Pioppeto a Punta Ottimo, ed il settore settentrionale del vulcano di Terra Murata. Seguono depositi attribuiti ad attività vulcanica dell'Isola di Ischia, del Canale di Ischia e i depositi attribuiti all'eruzione del Tufo Verde dell'Epomeo. Secondo Rosi et al., (1988), questi depositi sono i principali responsabili della morfologia subpianeggiante dell'isola di Procida, in seguito al riempimento delle morfologie depresse presenti tra i centri eruttivi locali; questo colmamento sarà completato successivamente anche dall'arrivo dei prodotti piroclastici attribuiti all'eruzione dell'Ignimbrite Campana. L'ultima successiva modificazione avviene con l'eruzione di Solchiaro, con fase iniziale sottomarina, che modifica soprattutto il lato sud-est dell'isola. Dopo questo evento si ha la deposizione solo di depositi da caduta dell'attività post 12 ky dei Campi Flegrei e dell'attività preistorica dell'isola d'Ischia. Secondo gli autori la presenza di paleosuoli all'interno di questi prodotti più recenti sarebbe in contrasto con l'attribuzione, fatta da Rittmann et al., (1950) e ripresa poi da autori successivi, dei prodotti da caduta superiori conferita solo all'attività dei soli Fondi di Baia.

### 2.3.4 IL LAGO D'AVERNO

Il Lago d'Averno è un tipico lago vulcanico che giace all'interno di un cratere sorto lungo il margine occidentale della Caldera Flegrea, tra i rilievi del Monte Nuovo a sud-est e di Monte Grillo a nord-ovest, ed è separato dal vicino Lago Lucrino dallo sperone tufaceo di Monte delle Ginestre.

La storia vulcanologica di questo edificio vulcanico è stata studiata da vari autori tra cui Di Vito et al., (1988), Lirer et al., (1990); Mastrolorenzo, (1994); Lirer et al., (2001).

Questi autori hanno prevalentemente realizzato studi di ricerca finalizzati alla comprensione delle dinamiche dell'eruzione che ha portato alla formazione dell'Averno, attraverso l'analisi granulometriche dei depositi e lo studio dei prodotti vulcanici affioranti e della loro distribuzione areale.

L'Averno è uno dei vulcani più giovani dell'attività flegrea. Gli fa seguito, infatti, solo il vicino Monte Nuovo (sorto nel 1538) e, con quest'ultimo, rappresentano gli unici eventi che hanno interessato il settore nord-ovest nell'ultimo periodo di attività della caldera flegrea e che si sono attivati lungo un sistema di fratture orientato in direzione NE-SW e NW-SE e a cui è associata anche la cospicua attività idrotermale presente nell'area.

L'edificio vulcanico sorge all'interno dell'Archiaverno, un *ash-ring* formatosi 10.700 anni fa, del quale sono riconoscibili ancora le pareti settentrionali (Monte

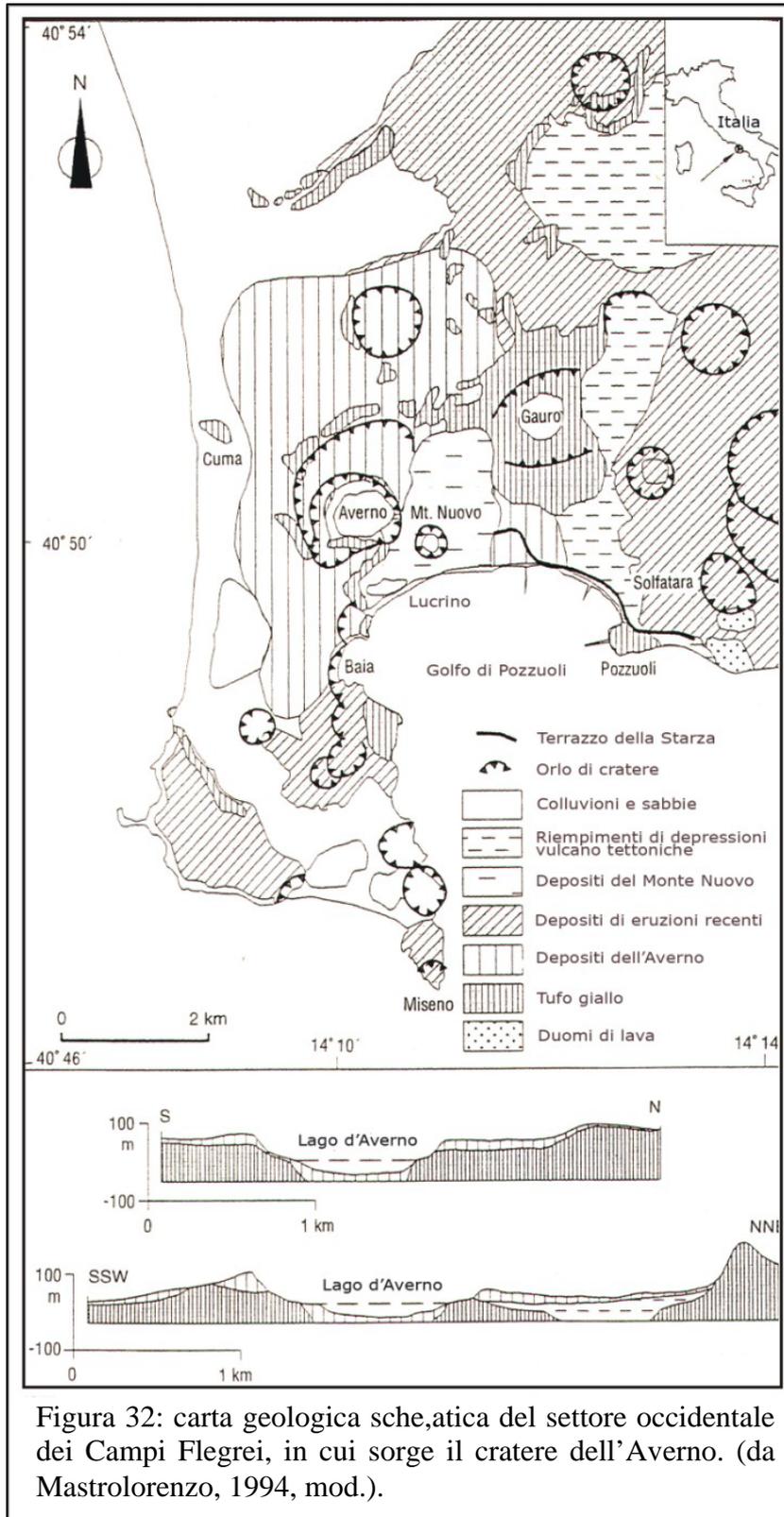


Figura 32: carta geologica sche,atica del settore occidentale dei Campi Flegrei, in cui sorge il cratere dell'Averno. (da Mastrolorenzo, 1994, mod.).

Grillo), occidentali e meridionali (con il Monte delle Ginestre) che circondano l'Averno (figura 32). La sua forma è subcircolare, con un diametro di circa 1,5 km e raggiunge un'altezza che non supera i 100 m.

Al vulcano sono attribuiti due eventi eruttivi, denominati in letteratura Averno 1 e Averno 2 (Di Vito et al., 1988). L'eruzione dell'Averno 2, che è quella che ha conformato l'attuale morfologia del cratere.

Le due eruzioni sono avvenute, rispettivamente, 4.500 e 3.700 anni fa; in questo intervallo di tempo si sono succedute altre eruzioni, tra cui, le più note sono Cigliano, Agnano-Monte Spina, Solfatara (Di Vito et al., 1999; Alessio et al., 1971).

L'attività vulcanica è stata caratterizzata da fasi magmatiche e freatomagmatiche.

Le fasi magmatiche, che sono le prime a svilupparsi, hanno prodotto depositi piroclastici da caduta (con pomici, anche di grosse dimensioni).

Le fasi freatomagmatiche, caratterizzate dall'interazione di acqua di falda e magma all'interno della camera magmatica, hanno generato depositi piroclastici da surge, che si sono depositati radialmente

intorno al punto di emissione (Lirer et al., 1990). Quest'ultimo, nel corso delle fasi eruttive, ha subito una migrazione da sud-ovest verso nord-est generando l'attuale forma irregolare del cratere. La migrazione del vent rivela la probabile esistenza di una frattura nella medesima direzione (Rosi & Sbrana, 1987).

I prodotti piroclastici ricoprono i depositi dei vulcani di Baia (Fondi di Baia) e sono a loro volta ricoperti sul versante orientale da quelli dell'eruzione del vicino Monte Nuovo (figura 33).

In dettaglio le fasi riconosciute sono cinque. La prima è caratterizzata da emissioni di colonne eruttive, che si suppone abbiano raggiunto l'altezza massima di 11 km e hanno depositato i livelli basali di lapilli e

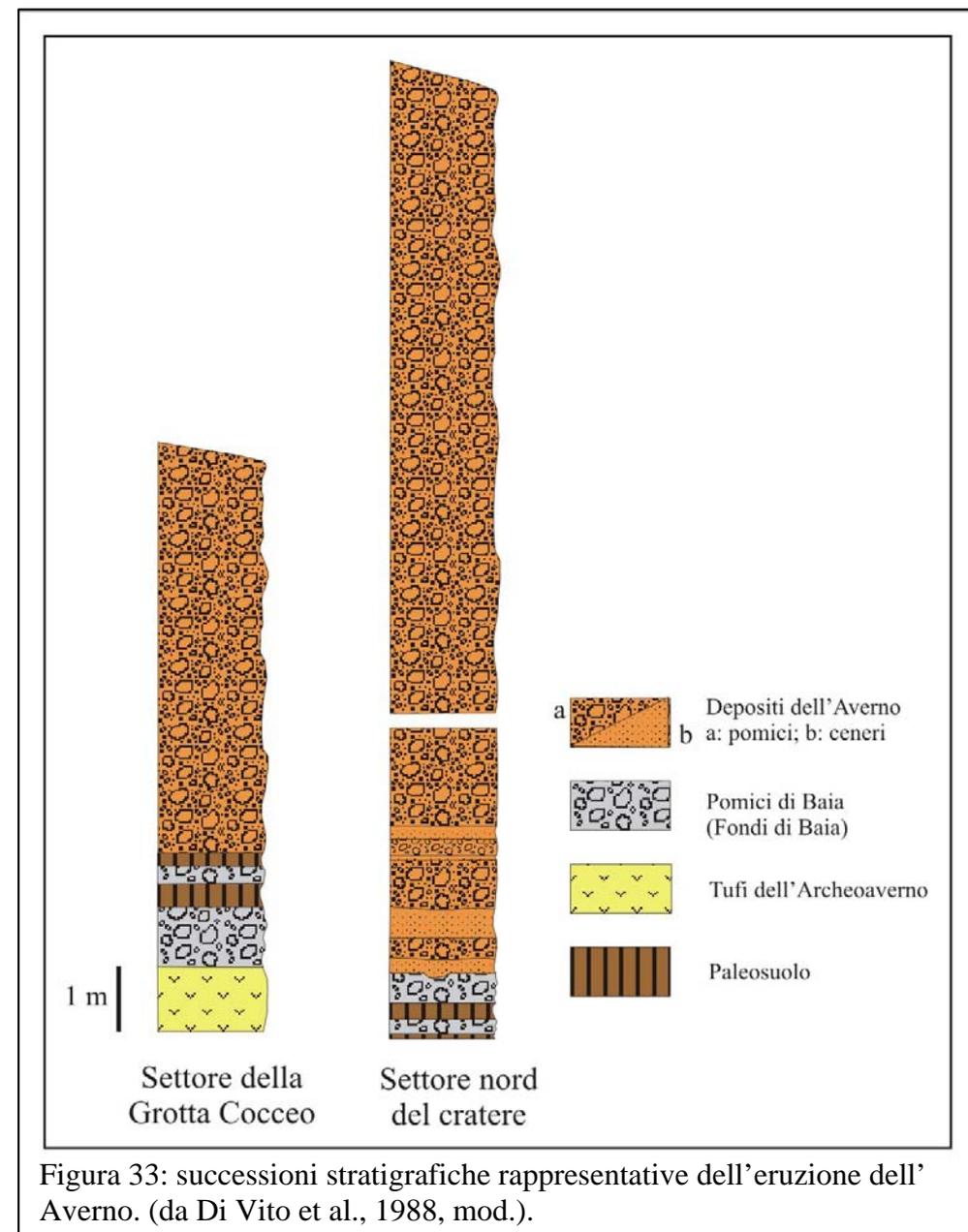


Figura 33: successioni stratigrafiche rappresentative dell'eruzione dell'Averno. (da Di Vito et al., 1988, mod.).

ceneri (Averno 1); gli stadi 2 e 4 sono caratterizzati da episodi di interazione magma-acqua, dal collasso di colonne eruttive e dalla conseguente deposizione di wet surges (surge ricco di vapore acqueo); gli stadi 3 e 5 mostrano una diminuzione dell'interazione magma-acqua e il verificarsi di

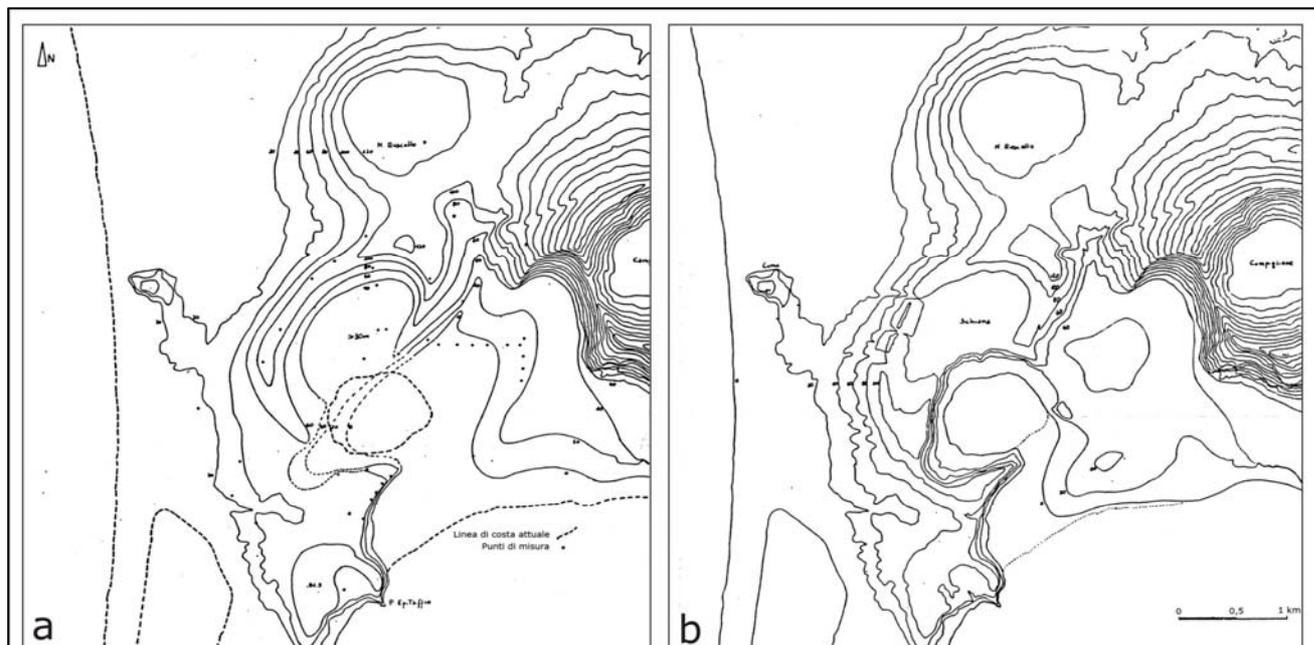


Figura 34: ricostruzione delle morfologie precedenti l'eruzione dell'Averno (a) e precedenti l'eruzione del Monte Nuovo (b). (da Di Vito et al., 1988, mod.).

nuove fasi di colonne eruttive caratterizzate da un minore presenza di vapore acqueo (dry surges). I depositi degli stadi dal 2 al 5 sono indicati come Averno 2.

La diffusione dei depositi da surges dell'Averno 2 è stata controllata dalla preesistente morfologia dell'Archiaverno, che ha agito come una barriera per la porzione basale e più densa della nube eruttiva che si è in gran parte deposta in prossimità del cratere (Di Vito et al., 1988). La sequenza delle fasi eruttive, principalmente quelle dell'Averno 2, ha originato un tuff-ring dalla tipica forma tronco conica ampia e larga.

La composizione chimica dei frammenti di pomice è trachitica (alto contenuto in silice) (Lirer et al., 2001).

Mastrolorenzo, (1994), descrive l'eruzione dell'Averno in relazione alla topografia precedente l'evento. Gran parte dell'area interessata dall'eruzione, doveva essere coperta dal tufo giallo del Monte Gauro e dell'Archiaverno. La violenta esplosione che ha generato il tuff ring dell'Averno ha creato nel tufo giallo del basamento un profondo cratere (figura 32). Lungo i versanti interni dell'Averno, nel lato nord-est, il tufo giallo del basamento è esposto per circa 25 m, e raggiunge uno spessore di 75 m lungo il versante intero sud-ovest. Quest'ultimo interpreta il tuff-ring dell'Averno come un ampio *maar* in cui le fasi freatomagmatiche hanno favorito il collasso del fondo cratere, che si trova attualmente ad un livello topografico inferiore rispetto alla superficie pre-eruttiva. Questo fatto spiegherebbe l'affioramento lungo i versanti interni del cratere di pareti di tufo giallo sottostanti i depositi dell'Averno. Non è chiaro secondo l'autore se il tuff-ring si sia formato con un'unica eruzione o si sia impostato in un'area già craterizzata o depressa.

Di Vito et al., (1988), presenta una ricostruzione del paesaggio (figura 34), precedente la formazione dell'Averno, ricavando le paleomorfologie denudando il paesaggio attuale dai depositi dell'Averno. Questa ricostruzione mostra due depressioni topografiche nel settore nord e nel settore est, separate da un trend con direzione nord-est, su cui si imposta il versante di tufo giallo che borda a nord-est l'Archiaverno.

Fin dal tempo della colonizzazione greca, l'Averno veniva descritto come uno dei siti termali più attivi dell'area flegrea.

In tempi più recenti, prima del 1538, il Lago d'Averno era in comunicazione diretta con il Lago Lucrino, il quale era sicuramente più esteso di oggi e periodicamente separato dal mare solo da una

sottile striscia di terra; in questo modo i due bacini venivano a costituire un tutt'uno con il Golfo di Pozzuoli, uniti, sul finire del I sec. a.C., da un canale navigabile. Intorno al X-XI sec. il lago Lucrino scomparve completamente, sommerso dal mare, in seguito all'abbassamento del suolo ad opera del bradisismo. Questo evento provocò l'arretramento della linea di costa fino alla riva dell'Averno, il quale venne in diretta comunicazione col mare stesso.

La situazione mutò ulteriormente quando il suolo, nei secoli successivi, cominciò nuovamente a sollevarsi, causando la riemersione di un ampio tratto di costa, e l'eruzione del Monte Nuovo. La parte orientale dell'alveo dell'antico Lucrino allora ancora coperto dal mare, fu colmata dai materiali eruttati dal Monte Nuovo (l'attuale specchio lacustre, infatti, si è formato solo alla fine del XVII secolo); il lago d'Averno rimase, pertanto, di nuovo isolato in seguito alla scomparsa dell'antico canale artificiale che lo collegava al mare.

Il lago che attualmente occupa il fondo del cratere rappresenta un classico esempio di lago vulcanico. Il fondo del cratere si trova ad una profondità di circa 35 m dal pelo dell'acqua e raggiunge una quota minima di circa 0,5 m slm; il lago si è originato per un locale affioramento della falda idrica sotterranea (Mastrolorenzo, 1994), che circola all'interno di rocce eterogenee con differenti gradi di permeabilità. Il bacino idrogeologico sotterraneo che alimenta il lago si estende per circa 5 km<sup>2</sup> a monte dello stesso. Oltre ad essere alimentato dagli apporti meteorici, il lago riceve anche contributi dovuti alla risalita di fluidi profondi tipici di aree vulcaniche attive.

### 2.3.5 MONTE NUOVO

Il Monte Nuovo è un edificio vulcanico che sorge nel settore occidentale dei Campi Flegrei e che si è formato durante l'ultima e più recente eruzione avvenuta in quest'area, nel 1538, in seguito ad un'attività vulcanica durata circa 8 giorni.

Lo studio di questo vulcano ha suscitato da sempre l'interesse di numerosi studiosi tra cui De Stefani C., (1907); De Lorenzo & Simontomai, (1915); Parascandola A., (1936; 1946). Un lavoro di maggiore dettaglio è stato realizzato da Lirer et al., (1987). Gli autori descrivono la dinamica evolutiva dell'evento e i depositi da esso prodotti: attraverso un'analisi delle cronache storiche hanno realizzato una ricostruzione della morfologia dell'area precedente il 1538 e tramite un accurato rilevamento vulcanologico hanno ricostruito le principali fasi eruttive dell'evento e dei depositi da esso prodotti.

Tra le fonti storiche analizzate le più note sono la lettera del Marchesino e di Marcoantonio delli Falconi, ma degni di nota sono anche i contributi di Simone Porzio, Pietro Giacomo da Toledo, Antonio Castaldo, Scipione Miccio, Francesco del Nero, cronache riportate integralmente nel lavoro di Parascandola (1946).

Questi autori sono concordi nell'affermare che prima dell'eruzione del 1538 esisteva un lembo del terrazzo marino della Starza che si protraeva nella zona dell'eruzione, a costituire il bordo costiero che si congiungeva fino alla collina di Tritoli, addossata al Monte delle Ginestre. Queste osservazioni sono state poi confermate da Cinque et al., (1985). La superficie pianeggiante della collina di Tritoli sarebbe stata interpretata dagli stessi autori come un'area terrazzata di origine strutturale.

Parascandola, (1936; 1946), ipotizza la presenza di una struttura di tufo giallo, che chiama il Monticello del Pericolo, nell'area a sud-est dell'Averno, alto circa 80 m; non esistono evidenze che provano questa teoria (Lirer et al., 1987) anche perchè dalle cronache del tempo non si deduce l'esistenza di un rilievo di tali dimensioni, ma si evidenzia la presenza di una zona poco acclive, che si accorda bene con la sola presenza del paesaggio terrazzato della Starza.

La linea di costa invece doveva essere sicuramente diversa dall'attuale. Numerosi autori (Jacono, 1941; Maiuri, 1934; Deecke, 1887; Niccolini, 1846) hanno presentato tentativi di ricostruzione della forma del Lucrino in epoca romana, e tutte concordano col riportare la presenza di una diga foranea, tra Punta Caruso e Punta Epitaffio, che costituiva il Molo Claudio (o Porto Giulio). Le descrizioni sulla morfologia del Lucrino risultano carenti soprattutto per il tratto orientale (Lirer et al., 1987). Considerando che la via Herculea si estendeva tra Punta Caruso e le stufe di Nerone, il settore est del Lucrino doveva terminare in prossimità della paleofalesia della Starza oggi coperta dal Monte Nuovo.

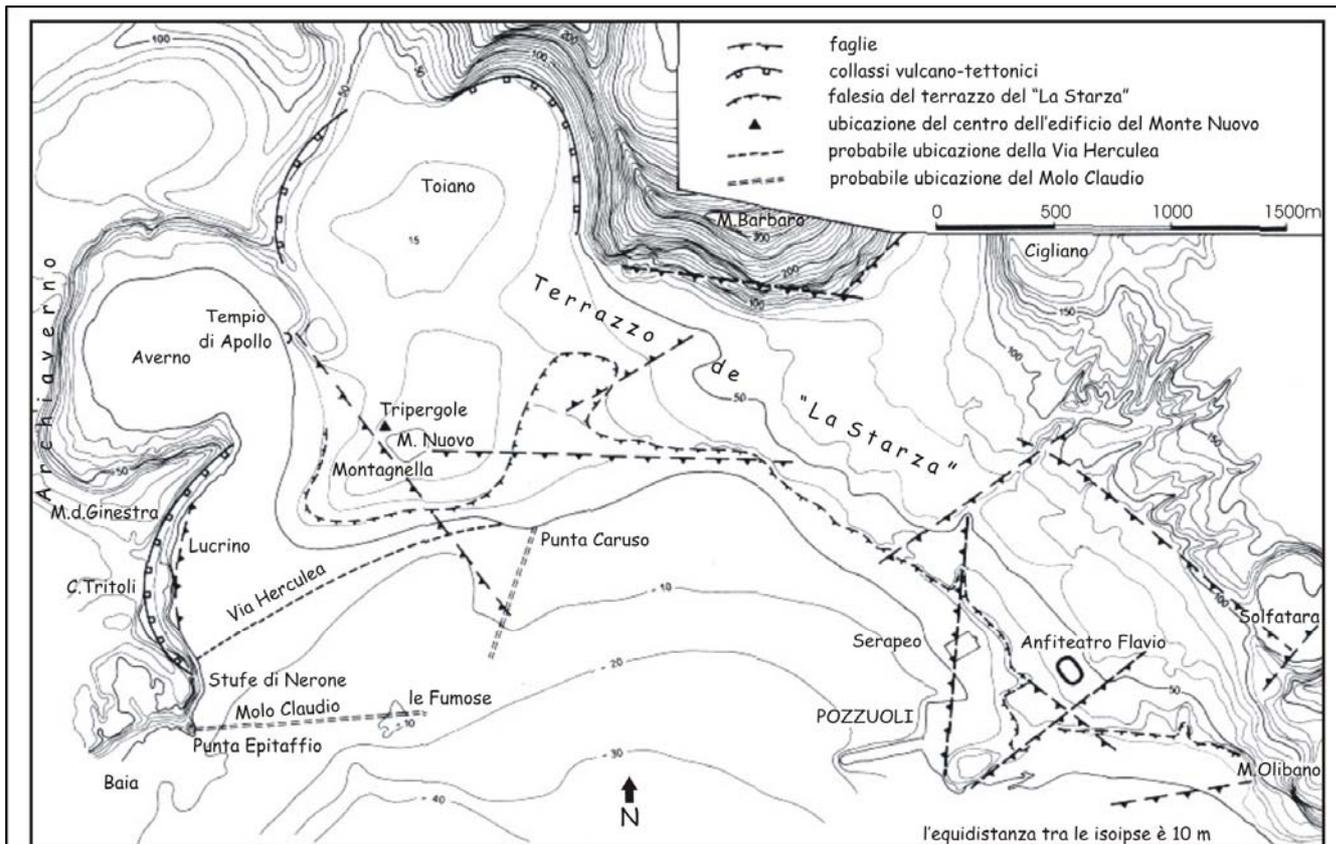


Figura 35: il settore ovest dei Campi Flegrei prima dell'eruzione del Monte Nuovo con l'ubicazione di alcune strutture esistenti in epoca romana. (da Lirer et al., 1987, mod.).

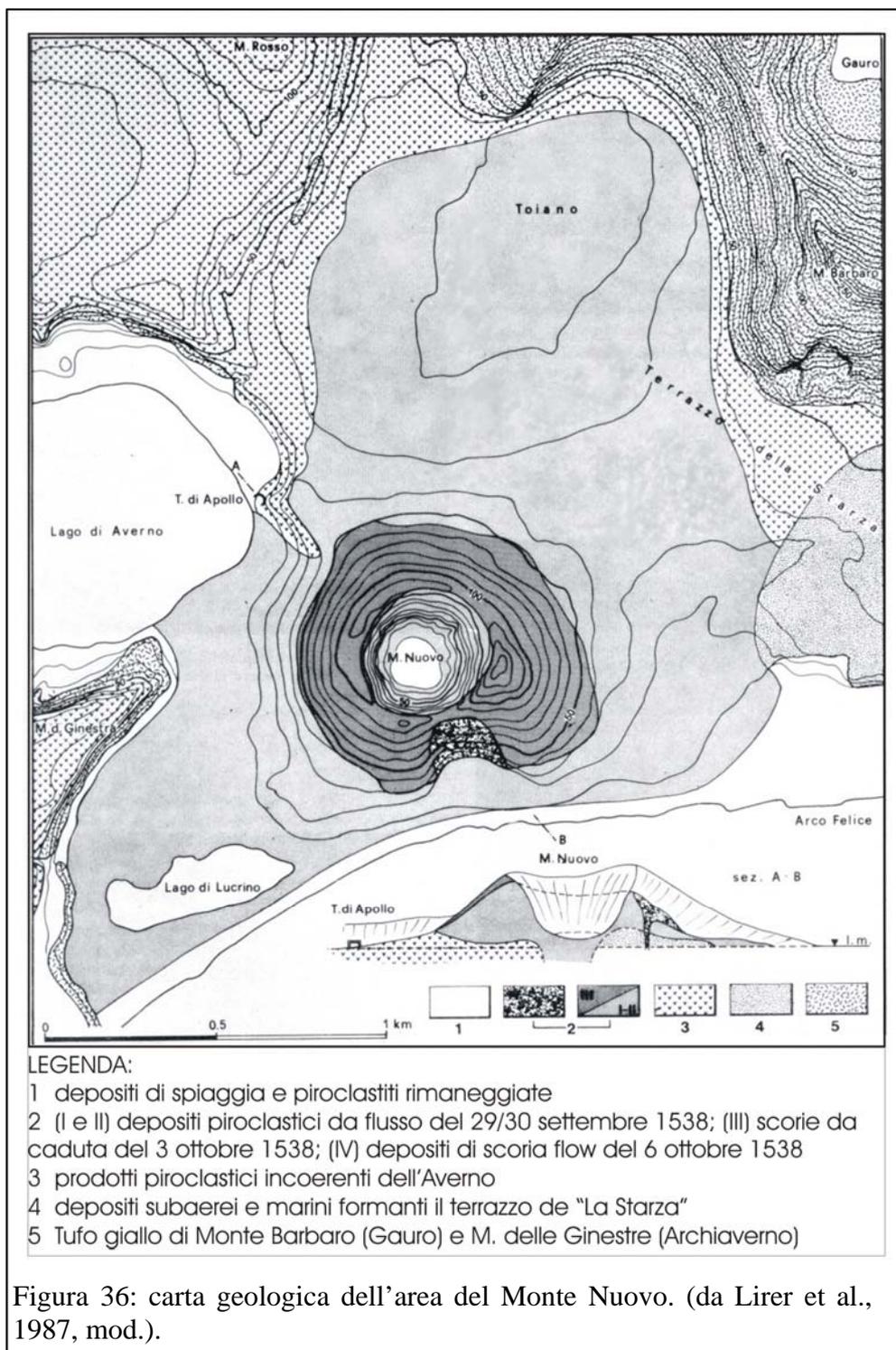
E' documentata inoltre l'esistenza proprio nei pressi dell'attuale edificio vulcanico di Monte Nuovo del villaggio di Tripergole: già il toponimo "tre pergole", tre stanze (*frigidarium*, *tepidarium* e *calidarium*) denota l'origine e l'economia termale dell'abitato. La rapida e violenta eruzione che portò alla formazione del Monte Nuovo portò alla totale distruzione di questo villaggio (di cui ancora oggi non è possibile una perfetta ubicazione) e alla distruzione di gran parte delle ville e degli impianti termali e portuali di epoca romana.

Inoltre intorno al IX-X sec. le strutture romane erano completamente sommerse per effetto di moti bradisismici discendenti, e anche se successivamente si registrarono inversioni di tendenza, che si protrassero fino al XVI sec., non vi furono movimenti di entità tale da permettere la riemersione delle strutture. E' lecito dunque supporre che fino all'eruzione del 1538, il Lucrino non esistesse come lago, ma costituisse un tutt'uno con l'Averno.

Lirer et al., (1987), hanno ricavato la morfologia dell'area, prima dell'eruzione del Monte Nuovo, sottraendo dalle quote attuali gli spessori di prodotti relativi all'eruzione, giungendo a risultati abbastanza coerenti con le cronache del tempo (figura 35). L'analisi di alcuni significativi brani dell'epoca, ha inoltre permesso una ricostruzione delle principali fasi eruttive dell'evento.

L'eruzione si è protratta per circa 8 giorni (dal 29 settembre al 6 ottobre) con un'attività vulcanica esplosiva discontinua.

E' stata preceduta da una fase sismica, che ha scosso la città di Pozzuoli e le zone limitrofe fino a Napoli e Caserta, cominciata già nel 1536 e caratterizzata da terremoti alcuni dei quali di discreta entità. L'attività sismica ha raggiunto la massima intensità nell'autunno del 1538 con picco massimo nei due giorni che precedono l'eruzione e durante i quali si susseguirono 20 scosse di grossa intensità. Nel biennio 36-38 l'attività sismica fu inoltre associata ad un generale sollevamento del suolo (fase bradisismica ascendente) a cui si aggiunse un rapido rigonfiamento, nella zona dell'eruzione, nei due giorni che precedono l'eruzione. Per effetto di questo rigonfiamento la linea di costa regredì di almeno 350 m e si determinarono una serie di fratture da cui si ebbe fuoriuscita di acqua; nei giorni precedenti



invece tutti i pozzi si erano prosciugati (P.G. da Toledo). A partire dal giorno 27 da alcune fratture si videro uscire fiamme che, si svilupparono soprattutto nella zona tra le Stufe di Nerone e il villaggio di Tripergole (M. delli Falconi, Marchesino), per la fuoriuscita di gas ad elevata temperatura.

Particolarmente violento fu il terremoto che si verificò verso le ore 20 del giorno 28 settembre del 1538 e che sancì l'inizio dell'attività eruttiva.

Tutti questi fenomeni pre-eruttivi, si protrassero fino alla sera del 29 settembre, quando si aprì una prima bocca eruttiva.

Da questo momento in poi le cronache del tempo riportano la descrizione delle dinamiche eruttive, confermate poi dal rilevamento dei depositi vulcanici effettuate da Lirer et al., (1987). Dalle analisi dei vari affioramenti gli autori individuano quattro

fasi eruttive che hanno portato alla deposizione di altrettanti depositi.

L'inizio dell'attività è stata a carattere esplosivo medio ed ha generato prevalentemente depositi di flussi piroclastici idromagmatici a bassa temperatura dovuti ad una rilevante interazione con acqua; questa attività è durata circa 2 giorni e i suoi prodotti, che costituiscono la prima e la seconda unità, hanno costruito gran parte dell'edificio attualmente esistente. Dopo circa due giorni di riposo l'attività vulcanica è ricominciata con carattere di maggiore esplosività e dinamica stromboliana, con lancio di scorie, lapilli e cenere, emessi dalla bocca centrale, che hanno ricoperto completamente l'edificio vulcanico; in questa fase si è deposta la terza unità.

Ha fatto seguito un periodo di riposo a cui è succeduta l'ultima fase, al limite dell'attività magmatica effusiva con caratteri di scoria flow ed è stata caratterizzata da bassissima mobilità dei prodotti emessi. Si è deposta la quarta unità caratterizzata dalla presenza di dense scorie. Proprio durante questa fase morirono 24 escursionisti saliti sul nuovo vulcano per osservare l'eruzione. In seguito all'evento eruttivo le fumarole persistettero fino a tutto il 1539.

I materiali che costituiscono l'edificio vulcanico provengono, come per tutti gli altri dei Campi Flegrei, prevalentemente da un magma a composizione trachitica, e portarono alla formazione di una morfologia tipo *cinder cone*.

In figura 36 è riportata la carta geologica dell'area del Monte Nuovo. La prima unità affiora prevalentemente nel settore meridionale del cono, presso la costa, lungo la linea ferroviaria della cumana. La seconda unità costituisce gran parte del cono ed affiora in gran parte delle pareti esterne del cono, nonché nel suo interno. La terza unità mantella praticamente il cono con uno spessore inferiore dei precedenti. La quarta unità affiora invece nel settore meridionale del cono, che si è accumulato perlopiù nella depressione radiale sul fianco sud del cono

Durante l'eruzione la parte orientale dell'attuale lago Lucrino, allora ancora invaso dal mare, fu colmata dai materiali piroclastici; l'attuale specchio lacustre si è formato infatti solo alla fine del XVII secolo; il lago d'Averno rimase definitivamente e completamente isolato dal mare.

### 2.3.6 SOLFATARA

La Solfatara rappresenta l'eruzione a più bassa energia avvenuta nei Campi Flegrei durante gli ultimi 5 ka. La storia dell'attività di questo cratere flegreo è stata oggetto di studi di numerosi autori, tra cui Di Girolamo et al., (1984), Rosi & Sbrana, (1987); Orsi et al (1998), Di Vito et al., (1999); lavori in particolare riguardano lo stato di quiescenza del cratere e lo studio dell'attività fumarolica in atto (Allard et al., 1991; Chiodini et al., 1997).

Il cratere presenta una marcata forma sub-rettangolare, dovuto al controllo esercitato dalla presenza di faglie in direzione nordovest-sudest e nordest-sudovest (figura37) (Rosi & Sbrana, 1987; Orsi et al., 1998).

Il versante sud-est del cratere è interessato da una faglia in direzione nordest-sudovest, a cui è associata la presenza di intensa attività fumarolica. Nei pressi della Bocca Grande, dove la faglia taglia il bordo del rilievo, la morfologia è caratterizzata da una piccola sella, con un rigetto di almeno 20 m che taglia i tufi argillificati della Solfatara che coprono il Monte Olibano; la presenza di questo lineamento strutturale ha esercitato una notevole influenza sulla morfologia del cratere, che si presenta marcatamente rettilineo lungo il lato est.

Il versante nord-est è invece interessato da una faglia in direzione N50-60 a cui sono associate le fumarole più calde e attive dell'edificio vulcanico: La Bocca Grande, la Bocca Piccola e i Pisciarelli. Le principali evidenze di questa frattura sono visibili sul lato della Bocca Grande, dove le fumarole fuoriescono da fratture allineate con la principale, fino ai Pisciarelli. Anche lungo questo versante la presenza di lineamenti strutturali ha determinato la formazione di una scarpata rettilinea.

Il versante sud-occidentale si imposta invece su una faglia in direzione nordovest-sudest e taglia il duomo lavico del Monte Olibano, formando un angolo di 90° con l'orlo sud-orientale. La frattura a cui è associato ha lo stesso trend di quelle che interessano il versante nord. (Rosi & Sbrana, 1987).

Sebbene non siano disponibili datazioni radiometriche sul duomo di Monte Olibano osservazioni sul campo fanno pensare che le lave trachitiche che lo costituiscono siano state emesse immediatamente prima dell'inizio dell'attività della Solfatara (Orsi et al., 1996). I prodotti dell'attività vulcanica (Di Vito et al., 1999) coprono le lave del Monte Olibano e dell'Accademia (più giovani dei prodotti di Agnano-Mt. Spina, 4.1ky) e sono coperti dai prodotti del Vulcano degli Astroni (3.8 ky), da cui sono separati da un sottile paleosuolo.

I prodotti della Solfatara hanno una distribuzione areale limitata (meno di 1 km<sup>2</sup>), e son perlopiù costituiti da depositi di surge piroclastico (Rosi & Sbrana, 1987; Orsi et al., 1986). Dal basso verso l'alto comprendono: una breccia grossolana seguita da alcuni metri di surges-piroclastici, alternati a

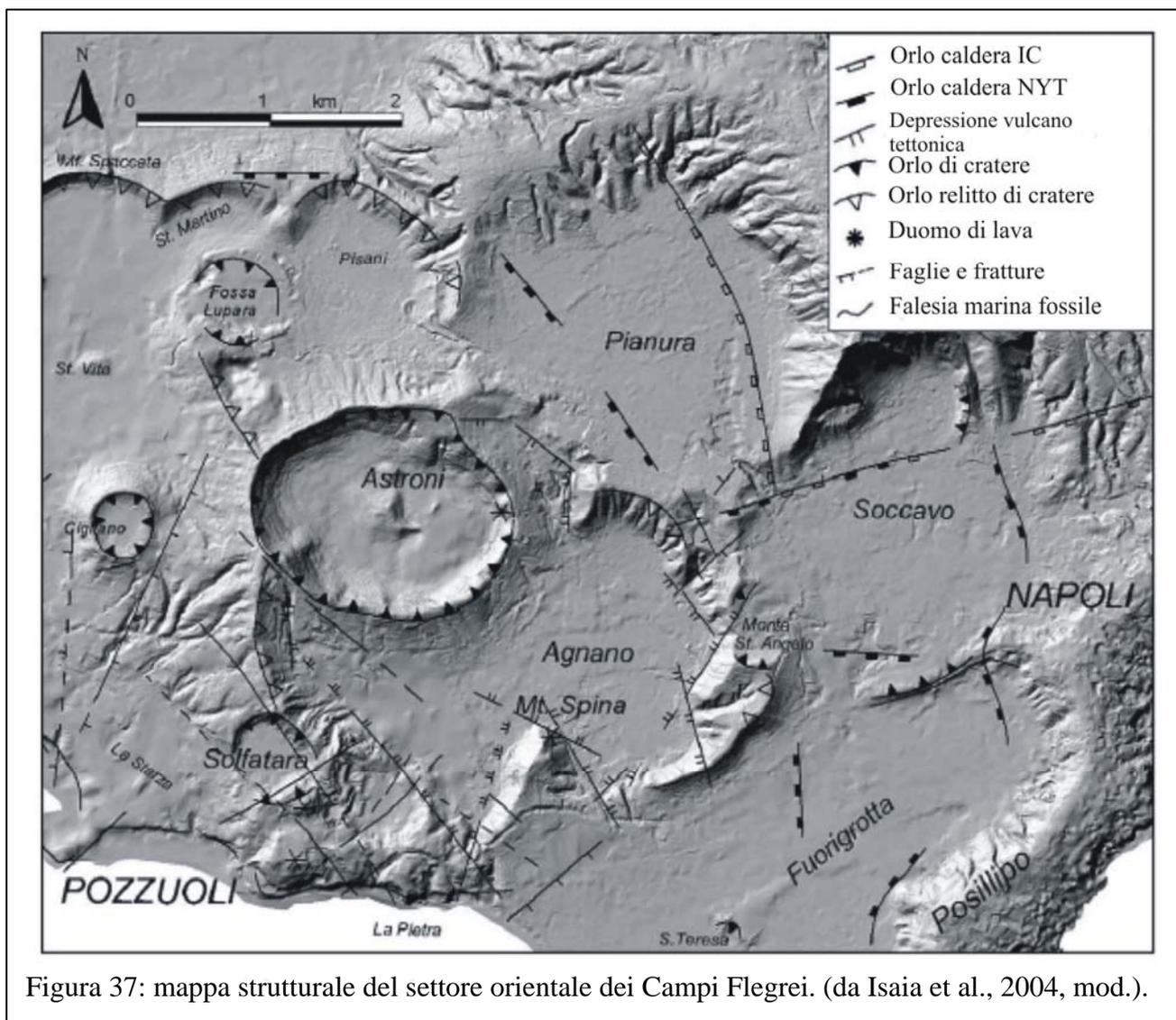


Figura 37: mappa strutturale del settore orientale dei Campi Flegrei. (da Isaia et al., 2004, mod.).

letti di pomice da caduta. Le caratteristiche sedimentologiche dei prodotti suggeriscono un'eruzione dominata da fasi freatomagmatiche e subordinate fasi magmatiche.

Tutto il cratere, fin dai tempi dei Greci è stato un sito interessato da intensa attività idrotermale. La Solfatara è la più evidente manifestazione dell'attività idrotermale flegrea. Le manifestazioni comprendono sia eventi puntuali, come la Bocca Grande, che possono raggiungere anche temperature di circa 160 °C, sia evidenze con una maggiore diffusione areale, con esalazione diffusa di vapore acqueo. La composizione dei fluidi è composta essenzialmente da H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S e in minor quantità da N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e CO. Le composizioni isotopiche di H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> e He indicano la presenza di gas provenienti dalla camera magmatica nel sistema che alimenta le fumarole (Chiodini et al., 1997) e che condensano in un sistema acquifero. Attualmente la Solfatara è uno dei luoghi maggiormente monitorati dei Campi Flegrei. Il suo sistema idrotermale può essere schematizzato come segue (Chiodini et al., 1997): una sorgente di calore calda rappresentata dalla camera magmatica posta ad una profondità di pochi chilometri; la presenza di un acquifero al di sopra della camera magmatica, a cui quest'ultimo trasferisce il calore che genera l'ebollizione dell'acqua; una zona più superficiale caratterizzata dalla circolazione di vapori caldi prodotti dall'acquifero sottostante. Il monitoraggio di queste manifestazioni è molto importante ai fini della valutazione del rischio sismico e vulcanico dell'area flegrea: si pensi che durante l'evento bradisismico del 1982 le temperature delle fumarole hanno raggiunto i 236°C.

### 2.3.7 LA CONCA DI AGNANO

La zona interessata dalla depressione di Agnano è stata oggetto di numerosi studi tra cui Scherillo & Franco, (1950); Di Girolamo et al., (1984), Rosi & Sbrana, (1987); Orsi et al (1998); de Vita et al., (1999).

Scherillo & Franco, (1960), individuavano come prodotti dell'eruzione attribuiti al vulcano di Agnano, la sequenza di cinque strati di pomice da caduta, che chiamano *Pomice Principali*, considerando quindi la conca come il prodotto di un'unica grande eruzione.

Successivamente Di Girolamo et al., (1984), descrivono la Piana di Agnano come una morfologia policraterica che si è costituita attraverso l'apporto di almeno quattro eventi eruttivi i cui prodotti sono stati distinti in altrettante unità; dalla più antica gli eventi eruttivi vengono nominati: Grotta del Cane, Monte Sant'Angelo, Monte Spina, Pigna San Nicola.

Recentemente de Vita et al., (1999) hanno ricostruito in dettaglio la storia eruttiva di quest'area sia in relazione ai prodotti emessi che in relazione al collasso vulcano tettonico.

La piana di Agnano è il risultato dell'eruzione a più alta energia generata negli ultimi 5 ky di storia flegrea, nota in letteratura come eruzione di Agnano-Monte Spina.

Quest'ultima è stata accompagnata e seguita da un collasso vulcano tettonico che ha interessato un'area di circa 6 km<sup>2</sup> e lo sprofondamento è stato stimato intorno ai 60 m. L'attuale assetto della piana è ciò che resta della struttura generata da questo collasso parzialmente obliterata verso nord-ovest dal successivo vulcano degli Astroni e verso sud-ovest dalla Solfatara.

Gran parte della conca è caratterizzata da una forma poligonale, che denuncia la presenza di lineamenti strutturali in direzione nordovest-sudest e nordest-sudovest (vedi figura 37) e che hanno determinato la formazione di scarpate di faglia ad alto angolo molte spesso accompagnate dalla presenza di faccette triangolari che si elevano per 50-70 m dalla piana (Di Vito et al., 1999).

I prodotti piroclastici di questa eruzione, sono noti in letteratura come Agnano-Monte Spina Tephra (AMST) e sono stati datati 4.1 ky da de Vita et al., (1999), combinando <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar e C<sup>14</sup>). Gli stessi autori ricostruiscono la sequenza eruttiva tipo, che mostra un alternanza di fasi magmatiche e freatomagmatiche con depositi da caduta e da flusso distribuiti in un area di circa 1 km<sup>2</sup> di estensione ad est e nord dei Campi Flegrei.

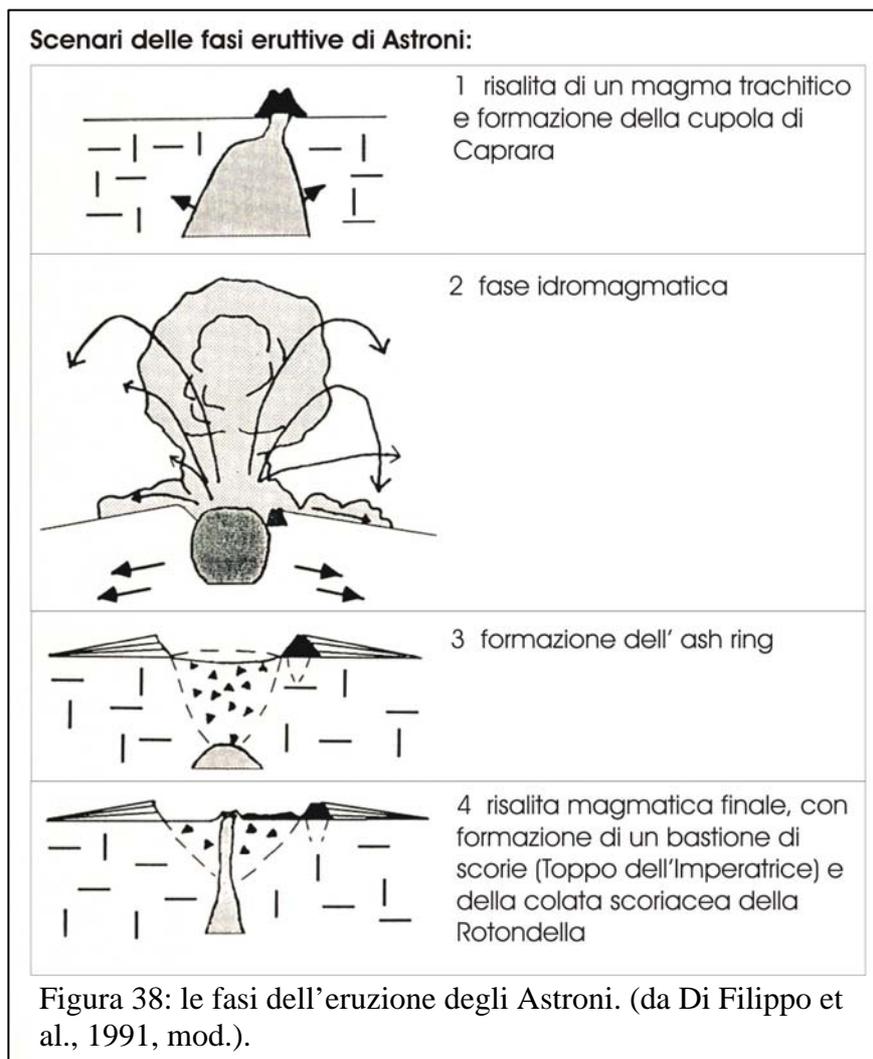
La sequenza mostra inoltre prodotti del AMST che coprono i prodotti piroclastici della precedente eruzione di Monte Sant'Angelo, e che a sua volta è coperta da una successione di circa 26 m di spessore di depositi palustri continentali, coperti dai prodotti piroclastici degli Astroni. Lo spessore dei depositi palustri fa pensare ad una subsidenza dell'area.

de Vita et al., (1999), in base alla sequenza stratigrafica tipo, hanno ricostruito la sequenza evolutiva degli eventi.

Probabilmente l'eruzione è stata resa possibile dalla presenza di un regime di stress distensivo iniziato almeno all'inizio della terza epoca di attività vulcanica flegrea (4.8 ky) che ha favorito in un primo momento la risalita di dicchi di lava (lave del Monte Spina). Gli stessi autori ipotizzano, prima dell'inizio dell'eruzione, l'esistenza di una camera magmatica con una parte superiore caratterizzata dalla presenza di magma a composizione alcali-trachitica, e una parte inferiore a composizione trachitica. Una prima fase dell'eruzione è stata caratterizzata da fasi magmatiche e freatomagmatiche che hanno portato alla deposizione dei depositi da caduta e da surge del membro più basso, A. Durante questa eruzione la parte del magma a composizione alcali-trachitica è stata emessa dalla camera magmatica. La seconda fase è iniziata con un'esplosione magmatica con la formazione di una colonna pulsante pliniana che ha raggiunto un'altezza di circa 23 km e ha depositato il livello superiore, B<sub>1</sub>; il successivo e parziale collasso di questa colonna eruttiva ha determinato la formazione di flussi piroclastici rappresentati dal livello B<sub>2</sub>. In questa fase inizia la formazione di una serie di fratture, che presagiscono il collasso vulcano tettonico, lungo le quali si sviluppano una serie di eruzioni che generano depositi da falls stromboliani e flows piroclastici a piccola scala. Il livello C, che si rinviene soprattutto in aree distali, rappresenta la deposizione delle ceneri di un fallout sospese nell'atmosfera e

segna la fine della prima fase di attività. Il livello C risulta eroso. La fase successiva è segnata dall'inizio del collasso vulcano tettonico e dallo sviluppo di una fase dell'eruzione freatomagmatica con la formazione dei surges alla base del livello D, a cui fa seguito una fase magmatica pliniana, con una colonna eruttiva dell'altezza di almeno 27 km, che determina la deposizione del livello D<sub>1</sub>. Durante questa fase il collasso vulcano tettonico determina la formazione delle fratture lungo i margini dell'attuale piana di Agnano e si determina la formazione di flussi piroclastici del livello D<sub>2</sub> che si depositano perlopiù all'interno della depressione. La fase E inizia con una esplosione freatomagmatica che porta alla deposizione del livello E<sub>1</sub>. L'ultima fase del collasso vulcano tettonico è stata accompagnata dalla migrazione del vent dell'eruzione nel settore nord-ovest dell'area collassata con lo sviluppo di esplosioni magmatiche poco potenti, che depositano il livello E<sub>2</sub>. Questi eventi furono seguiti da esplosioni freatomagmatiche caratterizzate dalla formazione di flussi piroclastici molto diluiti e depositati nel livello E<sub>3</sub>. La distribuzione dei depositi mostra che in questa fase di attività erano attivi numerosi vents lungo le fratture che bordano la piana. Nella fase finale le eruzioni diventano sempre più discontinue e determinano la risalita di una serie di esplosioni freatomagmatiche con la deposizione di fallout del livello F.

Una parte della sequenza dell'eruzione di Agnano Monte Spina (AMST) è rappresentata dall'affioramento del Torciolano, che affiora lungo il versante nord-orientale del cratere di Pisani, subito ad ovest di Pianura. L'affioramento è una tipica sequenza di prodotti piroclastici che si depositano ad una distanza intermedia dall'area di origine



### 2.3.8 ASTRONI

Il cratere degli Astroni si è formato da diverse eruzioni i cui prodotti sono stati studiati da numerosi autori (De Lorenzo, 1904; Rittmann, 1950; Di Girolamo et al., 1984; Rosi & Sbrana, 1987; Di Filippo et al., 1991; Di Vito et al., 1999). La struttura del cratere si distingue nettamente da quelli circostanti in quanto uno degli apparati più giovani e meglio conservati (vedi figura 37). La presenza di paleosuoli all'interno della sequenza piroclastica dei prodotti che sono stati emessi da questo edificio vulcanico, ha permesso di individuare tre unità chiamate Astroni 1, 2 e 3; datazioni con C<sup>14</sup> hanno stimato una età di circa 3.8 ky (Di Vito et al., 1999). La sequenza piroclastica è composta principalmente da prodotti di surge molto fluidizzati e subordinatamente di fall e flow (Di Girolamo et al., 1984; Rosi & Sbrana, 1987). La tipologia eruttiva di questo

vulcano e osservazioni di carattere geomorfologico dell'apparato (cratere ampio e svasato con un ampio rapporto larghezza-profondità) ha permesso una classificazione di quest'ultimo come ash ring (Heiken, 1971; Di Filippo et al., 1991).

La parte interna del cratere si presenta molto vegetata, coprendo morfologie e depositi. I rilievi di fondo cratere sono rappresentati dal bastione di scorie di Toppo Imperatrice e dalla colata scoriacea che costituisce il Colle Rotondella. Lungo il versante nord del cratere affiorano le lave della cupola trachitica di Caprara.

Lo studio dei prodotti attribuiti a questo edificio vulcanico ha permesso di ricostruirne la storia evolutiva. L'eruzione degli Astroni nei Campi Flegrei rappresenta probabilmente una tipologia eruttiva che in questo campo vulcanico si è ripetuta in varie fasi della sua attività (Solfatara). I numerosi dati cronologici esistenti, suggeriscono una evoluzione degli eventi in tempi molto brevi e appartenenti ad un'unica tipologia eruttiva (Di Filippo et al., 1991).

Di Filippo et al., (1991), descrivono inoltre la sequenza evolutiva degli eventi, suddividendola in tre fasi (figura 38): una prima fase vede la risalita di un magma viscoso a composizione trachitica che da origine alla cupola lavica della Caprara; durante questo stadio il modello evolutivo dello scenario eruttivo (Wohletz & Sheridan, 1979; 1983) presuppone che la caduta di pressione all'interno del condotto faciliti il richiamo di acqua delle falde verso la zona di alimentazione. Una successiva risalita magmatica con frammentazione della massa fusa e il raggiungimento di pressioni tali da perforare il tetto della camera magmatica sancisce l'inizio dell'attività vulcanica e della fase che porta alla formazione dell'*ash ring*. La seconda fase riguarda la formazione di *base surge*, flussi piroclasticamente fluidizzati che si espandono radialmente al centro di emissione. In relazione alla presenza o meno di determinate quantità di acqua nella zona di frammentazione si ha la formazione di *dry surge* o *wet surge*. Questa fase esplosiva è stata seguita dalla terza fase caratterizzata da un'attività concentrata all'interno della cinta craterica, che ha determinato la formazione del bastione di scorie del Toppo Imperatrice e della colata scoriacea finale della Rotondella (Di Filippo et al., 1991).

Il complesso degli Astroni, secondo Di Girolamo et al., (1984), potrebbe rappresentare un modello tipico di eruzione freatomagmatica: attraverso fratture si determina la risalita di un magma viscoso che forma una modesta cupola di efflusso; in seguito lo stesso magma interagisce con l'acquifero sottostante, dando origine ad una eruzione con formazione di prodotti idromagmatici e pliniani, distruggendo parzialmente la cupola formata precedentemente e determinando la formazione dell'*ash ring*. Una volta terminata l'interazione con l'acquifero, il magma può risalire lungo il condotto aperto dando origine a modesti lanci di scorie che costituiscono all'interno del ring il bastione e da cui fuoriescono efflussi lavici.

### 2.3.9 PIANA DI BAGNOLI-FUORIGROTTA E POSILLIPO

La depressione strutturale di Bagnoli Fuorigrotta costituisce il margine orientale dei Campi Flegrei ed è un'area in cui le manifestazioni vulcaniche che la hanno interessata sono occorse prevalentemente negli ultimi 12 ky (Di Girolamo et al., 1984; Rosi & Sbrana, 1987).

L'evoluzione geomorfologica di quest'area è stata oggetto di studio di vari autori, tra cui Russo et al., (1998), che hanno analizzato prevalentemente l'evoluzione della piana negli ultimi 12 ky e Bortoluzzi et al., (1995) che hanno effettuato delle osservazioni lungo la costa della dorsale posillipina.

L'area depressa si sviluppa per circa 4 km in direzione SW-NE, ed è nota in letteratura alle volte come Piana di Fuorigrotta, altre come piana di Bagnoli o Coroglio. In realtà secondo Russo et al., (1998), costituiscono un'unica morfologia che viene ben individuata dall'isoipsa dei 50 m (figura 39).

La piana era attraversata in direzione meridiana, da un corso d'acqua, noto con il nome di Arena di S. Antonio, che nasce a nord, presso la conca di Soccavo, e si incanala nel vallone incassato nei pressi della Loggetta-Terracina e giunge fino a Coroglio; attualmente questo corso d'acqua è divenuto un collettore delle acque reflue ed è per lunghi tratti coperto.

L'area in cui sorge la depressione è delimitata a nord-ovest dalla Piana di Agnano e a sud-est dalla collina di Posillipo (figura 40), anche nota in letteratura come Dorsale Vomero-Coroglio.

Russo et al., (1998), definiscono la conca di Agnano come un campo policroterico che si è formato dalla giunzione di vari monoconi, relitti di edifici vulcanici parzialmente collassati. La morfologie più evidenti sono rappresentate da un orlo di Ash-ring di Celle-Costa San Domenico e da un orlo di Ash cone di Monte Sant'Angelo. Tra un cono e l'altro, si sono formati, a luoghi, profondi valloni di erosione torrentizia (Russo et al., 1998).

L'assetto pianeggiante della Conca di Agnano è dovuto alla lunga fase di lacustrinità che la ha interessata in tempi recenti e cessata solo in seguito ad un massiccio intervento di bonifica.

Un'ampia fascia pedemontana, a debole pendenza, costituisce una zona di raccordo tra la depressione e i rilievi che la bordano; i prodotti che la costituiscono sono essenzialmente formati dalle piroclastiti più recenti dell'attività vulcanica dell'area e non mostrano la presenza di alcun reticolo idrografico (figura 41).

La Dorsale di Vomero Coroglio è completamente costituita da Tufo Giallo Napoletano ed interpretata da Orsi et al., (1996), come il bordo orientale della caldera flegrea.

Il versante che affaccia completamente sulla depressione di Bagnoli-Fuorigrotta coincide con una ripida scarpata di tufo nettamente troncata, caratterizzata dalla presenza di ampie aperture emicicliche, configurandosi chiaramente come orlo di sprofondamento vulcano-tettonico (Russo et al., 1998).

Scherillo & Scherillo, 1990, interpretano l'assetto emiciclico della dorsale, come l'espressione

morfologica di ampie depressioni crateriche (figura 40).

La presenza di cospicui processi erosionali, tra cui frane, dilavamenti ed erosione lineare determinano il rapido arreteramento del versante e l'accumulo alla sua base di una spessa coltre detritica responsabile anche del riempimento della depressione. Alla base della falesia di Coroglio affiorano invece i prodotti di un centro eruttivo locale, la cui descrizione stratigrafica è stata precedentemente, il vulcano di Coroglio, sventrato dall'erosione del mare (Cole et al., 1984).

Di fronte a Coroglio sorge l'isola di Nisida (De Lorenzo, 1907) un classico esempio di tuff-cone.

Il versante opposto,

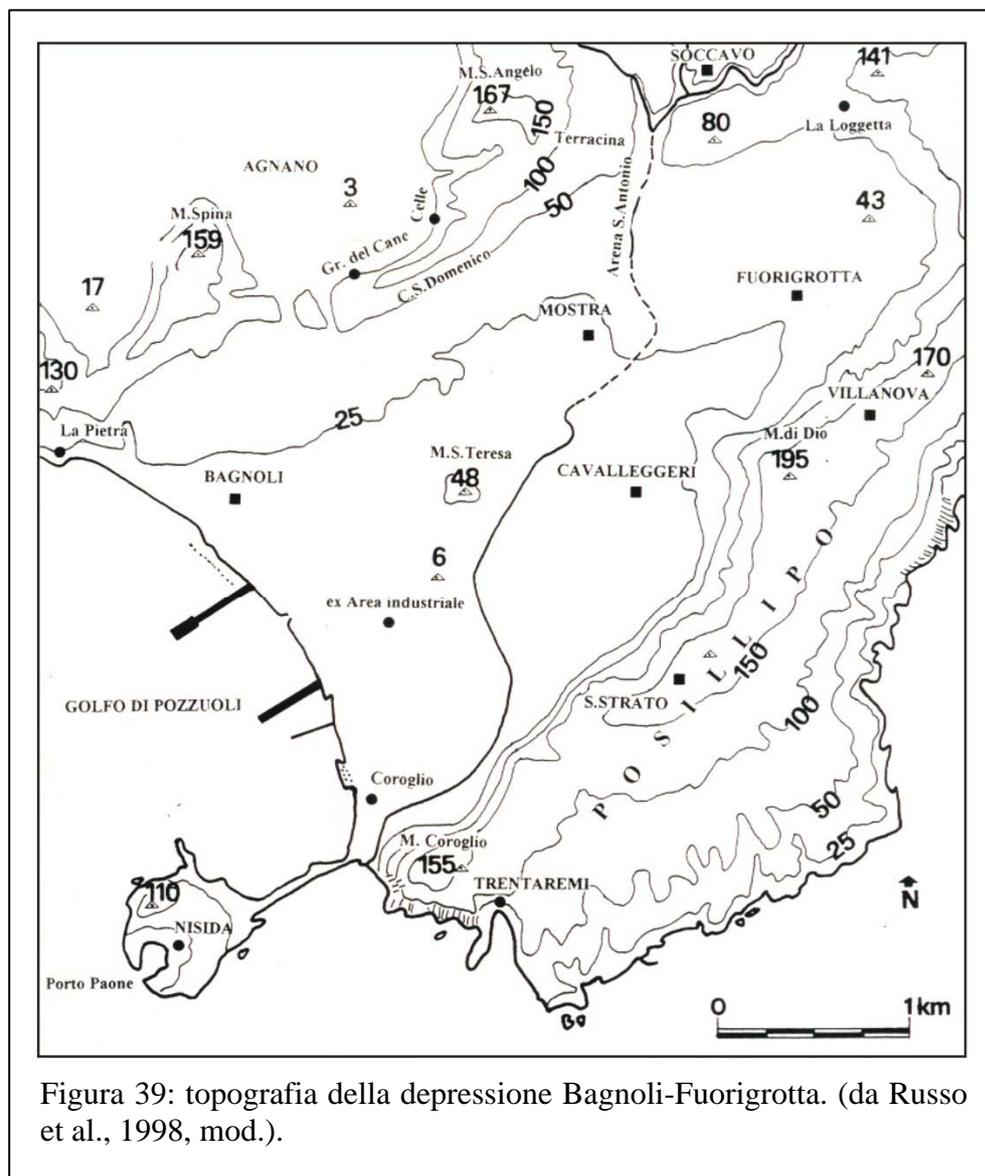


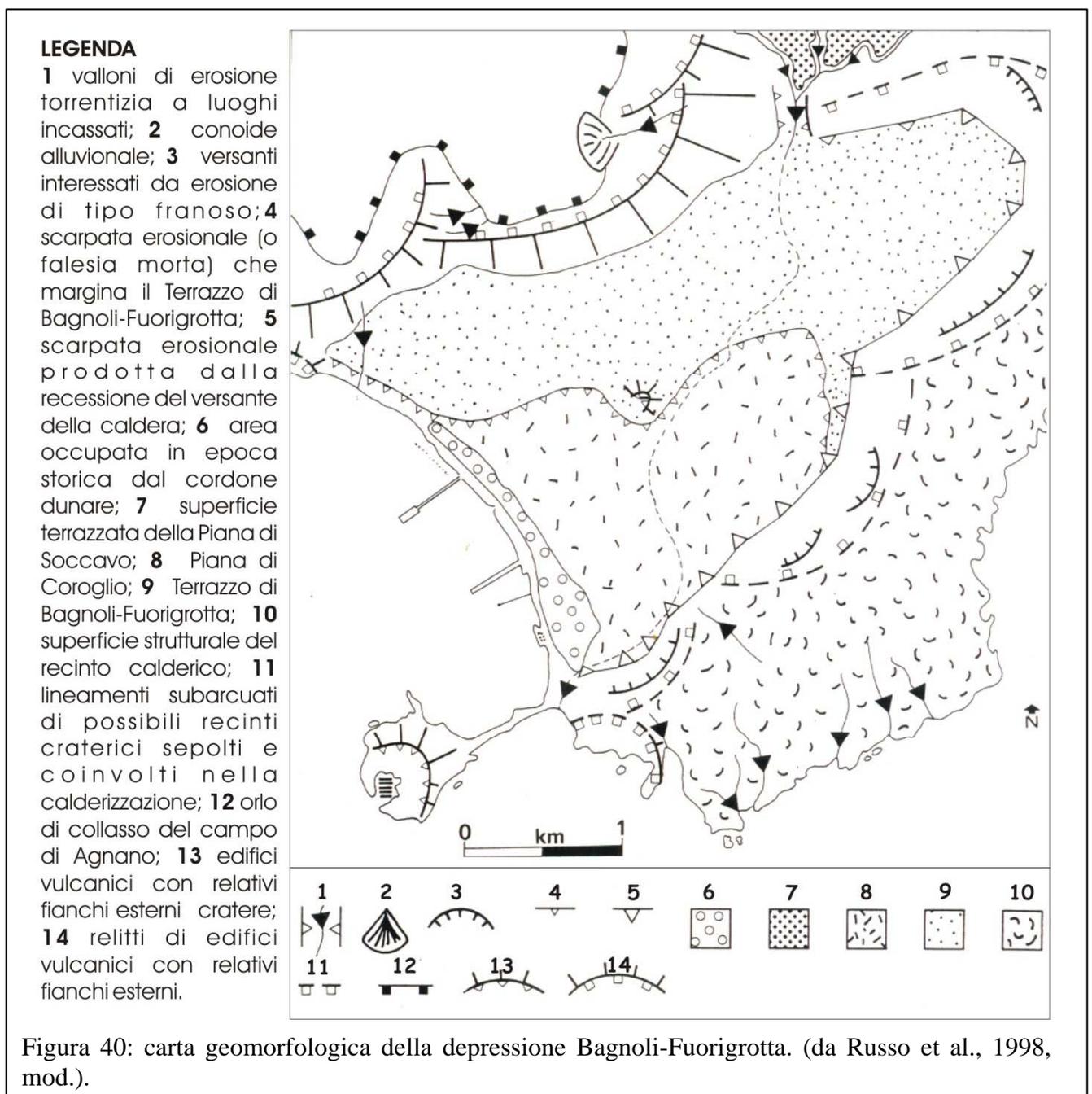
Figura 39: topografia della depressione Bagnoli-Fuorigrotta. (da Russo et al., 1998, mod.).

affaccia completamente sul Golfo di Napoli. Il tratto di costa, che da Mergellina si protrae fino al Capo Posillipo, è alto e si sviluppa prevalentemente in direzione NNE-SSW, con un andamento sostanzialmente rettilineo interessato da numerose e piccole insenature che si alternano ad altrettanto piccoli promontori. Queste morfologie costiere sono il risultato dell' intensa erosione lineare che ha agito, su questo lato del versante, lungo la ripida scarpata tufacea e che a luoghi si presenta come falesia attiva. All'interno di queste piccole insenature, spesso i detriti che vengono erosi dagli agenti esogeni formano dei piccoli arenili (Bortoluzzi et al., 1995).

In prossimità della costa l'isobata dei 3 m si spinge verso il largo per oltre un centinaio di metri, ad individuare una morfologia che degrada dolcemente.

Gran parte dei depositi che affiorano lungo questo tratto di costa sono perlopiù ascrivibili al Tufo Giallo Napoletano, anche se alcuni autori vi distinguono più formazioni tufacee riferibili a resti di centri vulcanici smantellati dall'erosione marina (Tufo Nero di Marechiaro, Tufo di Posillipo, etc.) (Bortoluzzi et al., 1995).

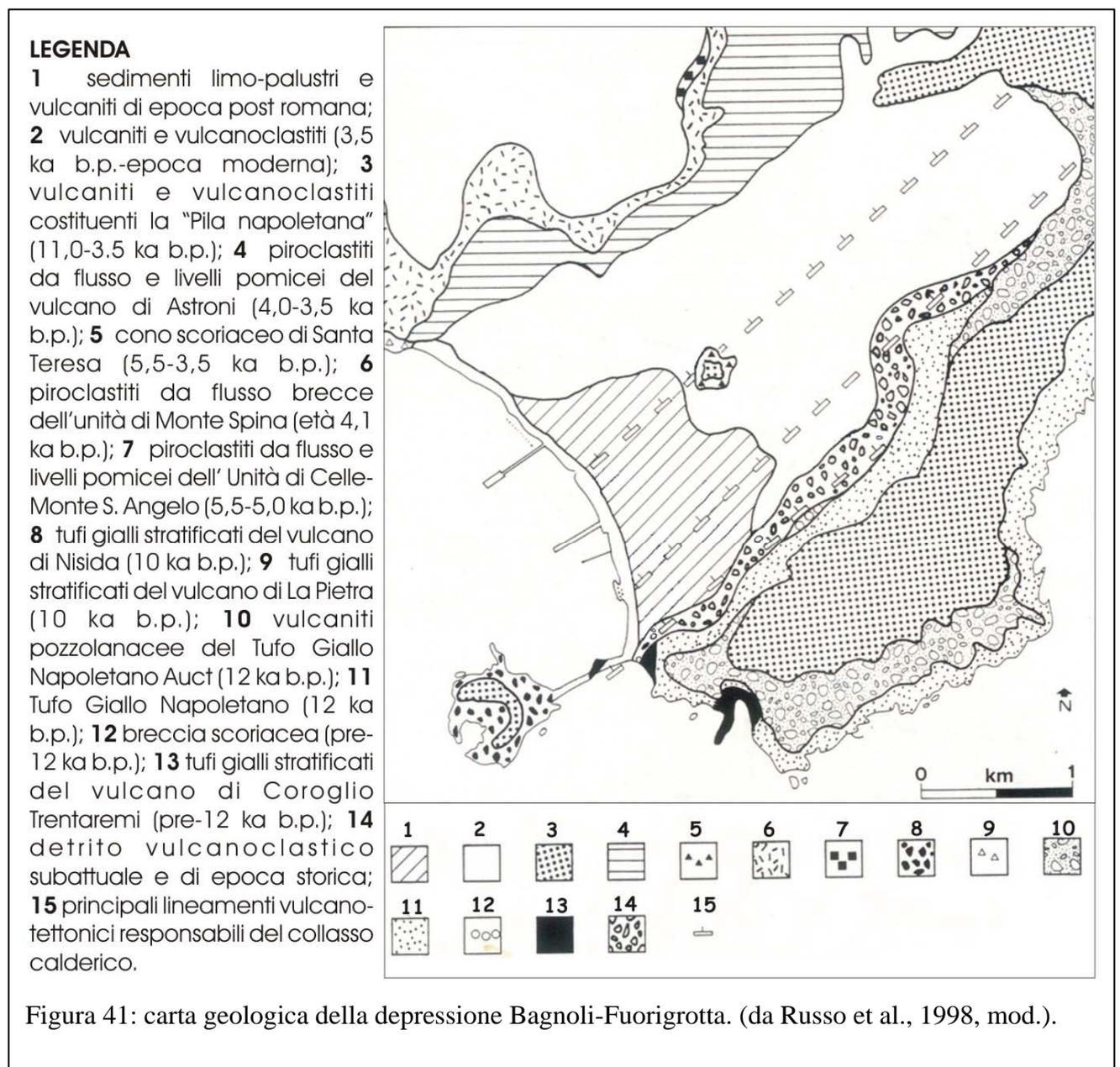
Superato Capo Posillipo, la costa, e quindi la dorsale tufacea, assume un andamento NE-SW fino



all'isolotto della Gaiola, configurandosi morfologicamente anche in questo tratto come alta scarpata tufacea variamente frastagliata. Nel tratto tra la Gaiola e Cala Trentaremi, sono inoltre presenti evidenze di fenomeni erosionali, principalmente subaerei, più cospicui, che si configurano come processi franosi e intenso ruscellamento superficiale che genera numerose incisioni torrentizie. Questi processi sono particolarmente attivi a causa dell'elevata acclività della costa in questo tratto.

La zona della depressione di Bagnoli Fuorigrotta è invece caratterizzata da un gradiente topografico bassissimo e pressoché costante, pari a 0,9%, che cresce debolmente verso il bordo occidentale e più bruscamente verso quello orientale. Nella parte centrale della pianura, si eleva un piccolo cono vulcanico, che costituisce la Montagnella di Santa Teresa (Stella Starrabba, 1910), che rappresenta un cono di scorie a cui manca tutta la parte meridionale, forse erosa dal mare; il cono è alto circa 25 m e il suo diametro di base è di circa 350 m, con struttura quaquaversale degli strati tipica degli edifici vulcanici.(Russo et al., 1998).

Tutta la zona depressa non è uniforme, ma costituita da due distinti livelli. Il livello più elevato si sviluppa nel retroterra della pianura ed è delimitato dall'isoipsa dei 50 m fino a circa 15-20 m. Questo settore di piana (figura 40) viene denominato da Russo et al., (1998), come Terrazzo di Bagnoli-Fuorigrotta. La parte topograficamente meno elevata, incastrata a valle nel precedente, viene chiamata



dagli stessi autori Piana di Coroglio. La scarpatina che separa le due piane viene interpretata come antica linea di costa. All'interno della Piana di Coroglio gli stessi autori individuano un'anomalia nelle morfologie che in sondaggio rivelano la presenza di un antico cordone dunare.

In figura (figura della carta geologica) è riportata l'ubicazione di sondaggi effettuati per vari scopi e analizzati con attenzione da Russo et al., (1998).

I sondaggi hanno permesso lo studio della serie sedimentaria che costituisce il riempimento della depressione. Secondo gli autori mostra notevoli analogie con la successione del terrazzo marino della Starza, essendo costituito in massima parte da piroclastiti subaeree e marine, che si sono depositate in questo caso in un'area soggetta a subsidenza. A questi depositi si sono spesso intercalati depositi alluvionali, limno-palustri e paleosuoli. Le successioni stratigrafiche denunciano quindi la presenza di ambienti sostanzialmente costieri e transizionali, con presenza episodica del dominio subaereo.

In seguito al rilevamento geomorfologico e allo studio dei sondaggi effettuati, Russo et al., (1998), ricostruiscono le principali tappe dell'evoluzione geomorfologica olocenica dell'area.

## 2.4 EVIDENZE DELLA VARIAZIONE DEL LIVELLO DEL MARE NELL'AREA FLEGREA IN ETA' OLOCENICA

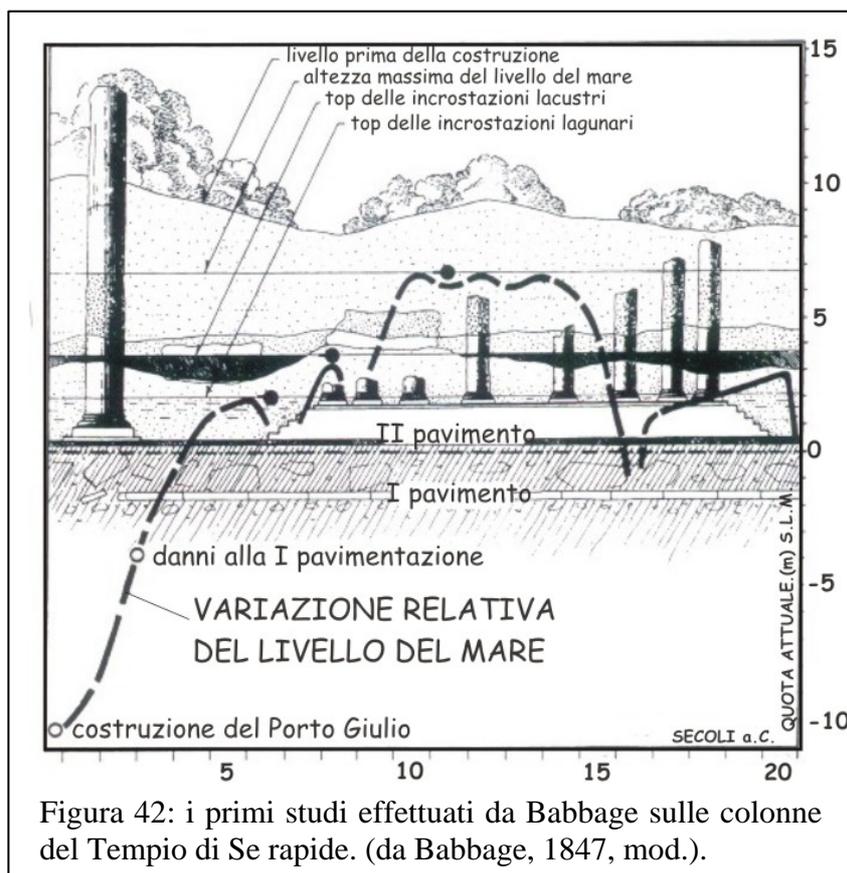


Figura 42: i primi studi effettuati da Babbage sulle colonne del Tempio di Se rapide. (da Babbage, 1847, mod.).

Depositi marini e evidenze della variazione del livello del mare, rinvenuti sulla terra ferma nell'area flegrea, sono documentati da studi che si protraggono da oltre due secoli.

Numerosi autori si sono inoltre occupati in passato, in maniera specifica, dello studio dei fenomeni bradisismici. Tra questi l'architetto Antonio Niccolini, che fu incaricato, agli inizi dell'Ottocento, dal Re di Napoli, di evacuare l'acqua dal fondo del Serapeo.

Fino al XVIII secolo si pensava che i fenomeni che portavano alla sommersione e all'emersione degli edifici puteolani fossero causati dall'abbassamento e dall'innalzamento del livello del mare.

Successivamente si cominciarono a dare spiegazioni più corrette riguardo questi fenomeni. Infatti

nei primi decenni dell'ottocento Johann Wolfgang Goethe aveva tentato una spiegazione più prossima alla realtà, scrivendo, a proposito del Serapeo, che i fenomeni vulcanici locali avrebbero potuto creare un'avvallamento, con conseguente ristagno dell'acqua marina e crescita nelle colonne del tempio dei molluschi.

Solo nel 1847, gli studi di Babbage (figura 42) permisero, attraverso il fenomeno del bradisismo, una più corretta spiegazione delle variazioni del livello del mare nell'area di Pozzuoli.

Nello stesso periodo Sir Charles Lyell, pubblicò "Principles of Geology", l'opera che ancora oggi viene considerata l'inizio della geologia moderna, e pose sul frontespizio del manoscritto un

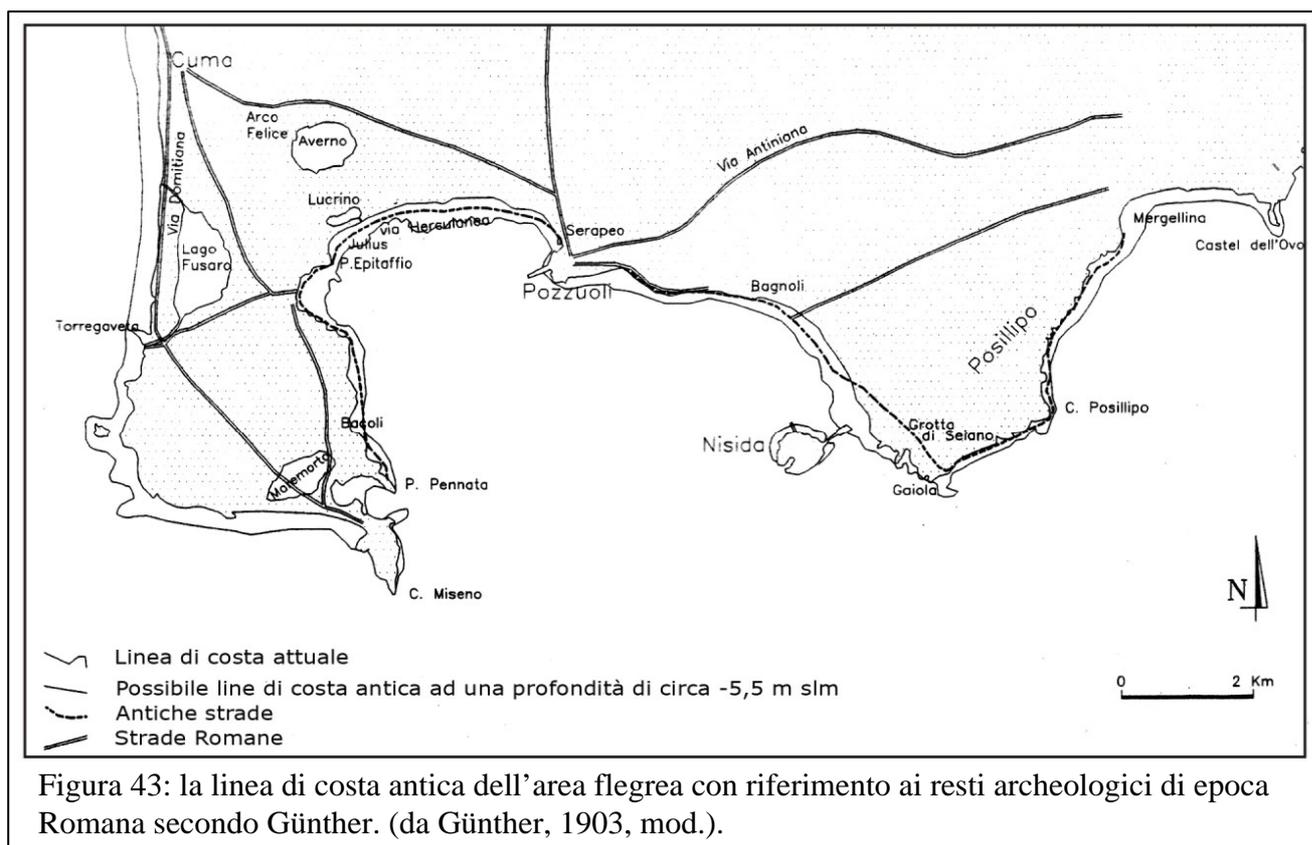


illustrazione del Serapeo, che da quel momento divenne la figura emblematica, di notorietà mondiale, del fenomeno del bradisismo.

Successivamente, agli inizi del Novecento, lo studioso Robert Günther si occupò, nell'ambito di studi relativi alle oscillazioni della linea di costa del litorale napoletano, anche dei movimenti flegrei (figura 43). Il Günther non riteneva il bradisismo del Serapeo come un fenomeno locale, avendo osservato variazioni del livello del mare anche in altre zone, come ad esempio Paestum e Capri.

Per altri studiosi come Immanuel Friedländer, i cambiamenti della linea di costa non erano sempre da attribuire a variazione del livello marino, ma anche a processi di sedimentazione fluviale e di erosione marina.

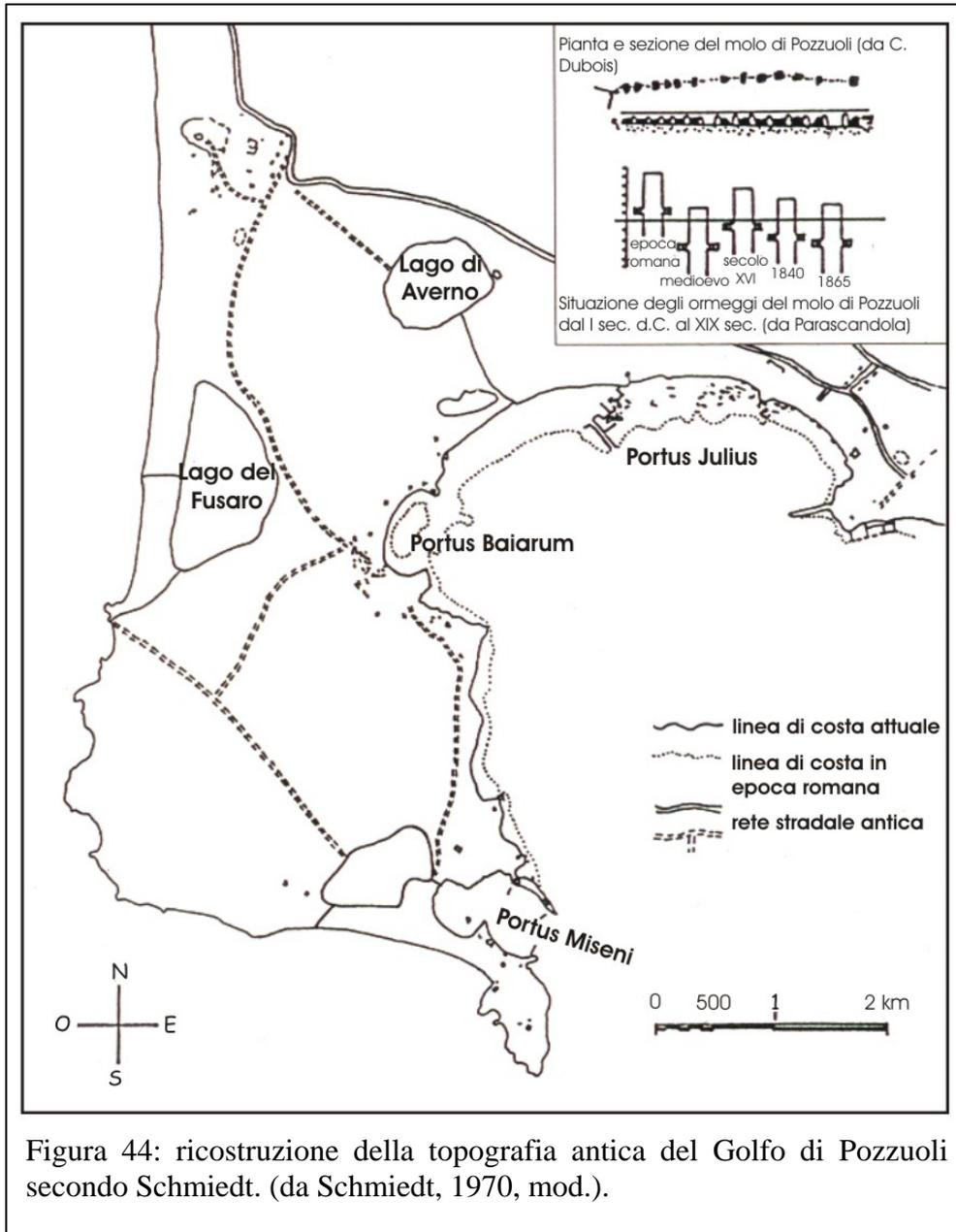
Nelle osservazioni fatte, veniva spesso fatto esplicito riferimento all'esistenza di rovine romane semisommerse in prossimità della costa, come prova delle variazioni del livello del mare.

Dell'area flegrea si è anche occupato Giulio Schmiadt (figura 44), all'interno del suo Atlante delle sedi umane scomparse (Schmiadt, 1970).

L'interesse per lo studio delle variazioni della costa flegrea si sono mantenute vive fin in tempi recenti, soprattutto nell'area di Pozzuoli, Cuma, Baia e Miseno, dove numerosissime sono le evidenze della variazione del livello del mare soprattutto legate all'esistenza di edifici romani parzialmente o completamente sommersi.

Recentemente, a seguito della ripresa, nel 1970 e nell'1982, delle crisi bradisismiche gli studi riguardo questo fenomeno si sono notevolmente intensificati, soprattutto nell'ambito della convenzione stipulata tra l'Università degli Studi di Napoli e la Regione Campania, che prevedeva studi sull'area flegrea in connessione con il bradisismo.

Pappalardo e Russo F., (1998) e Russo, (2003), presentano una nota bibliografica sui depositi marini olocenici nei Campi Flegrei, con l'intenzione di uniformare tutte le conoscenze su di essi ed evidenziare il giusto ruolo che hanno avuto nell'ambito dell'evoluzione geomorfologica di quest'area e lo scopo di costruire un "punto fermo" aggiornato quale base per la complessa ricostruzione degli eventi morfoevolutivi dell'area. Si farà spesso riferimento, nella parte che segue, a questa nota bibliografica.

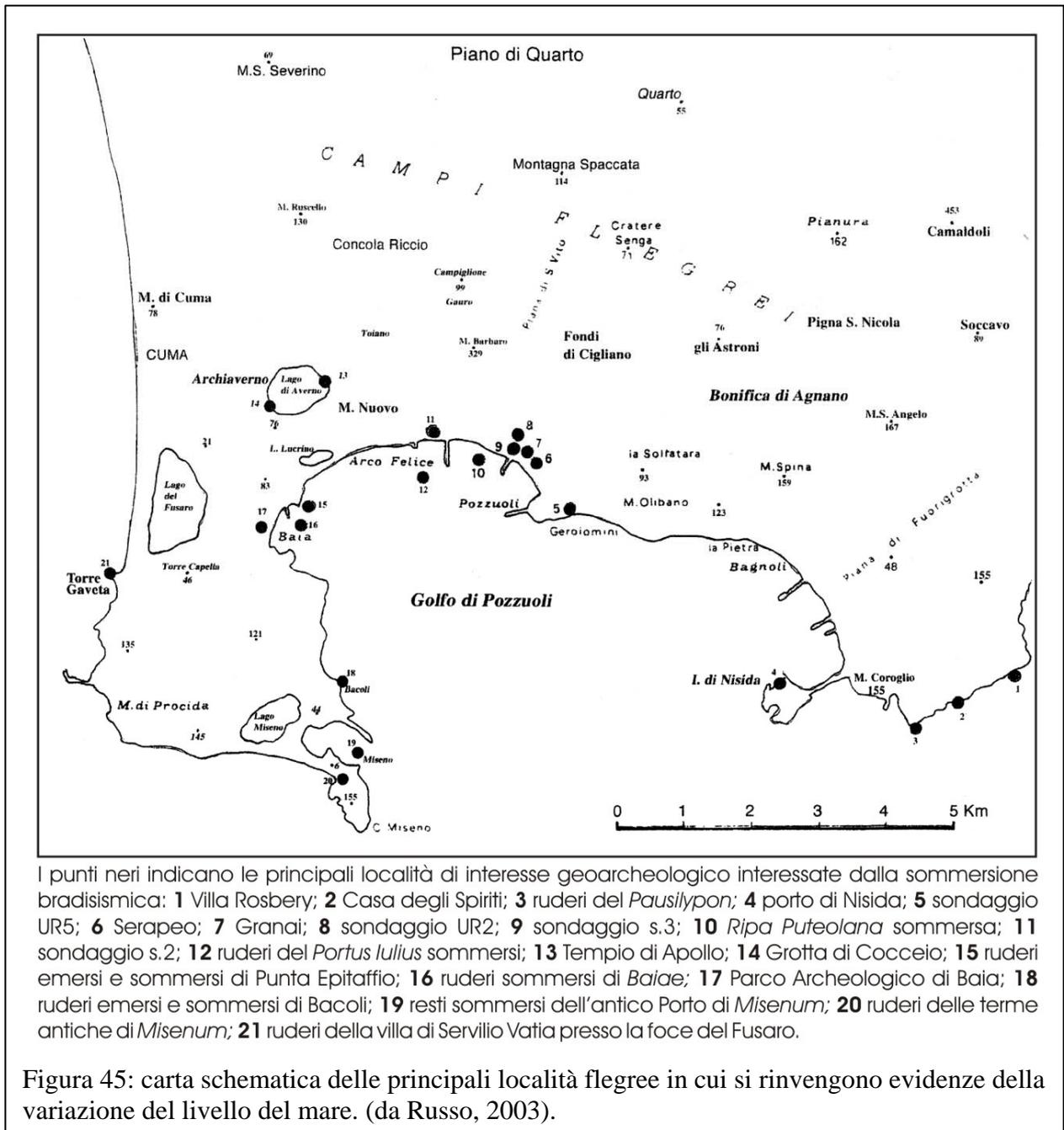


Russo (2003), mette in evidenza che le testimonianze sedimentarie e morfologiche connesse ai movimenti verticali in area flegrea sono ancora troppo poco documentate. Questo perchè i dati noti finora su depositi e forme associate sono ancora troppo frammentari e localizzati, in quanto non esiste un quadro sufficientemente completo dell'entità, tipo e distribuzione di questi depositi; inoltre spesso la loro successione stratigrafica non è nota con certezza, come non sono note le relazioni con il fenomeno del bradisismo e con i fenomeni vulcanici e vulcano-tettonici che interessano l'area flegrea. Inoltre quando si esamina il problema

della variazione della linea di costa lungo il litorale flegreo, bisogna tener ben presente che i movimenti eustatici giocano un ruolo di secondo piano rispetto all'entità che possono assumere le oscillazioni bradisismiche (in breve tempo), o i movimenti vulcano-tettonici.

In una zona costiera e vulcanicamente attiva come quella dei Campi Flegrei, numerose sono state le modificazioni morfologiche a cui il territorio è stato sottoposto, soprattutto negli ultimi 12.000 anni, cambiamenti dovuti non solo all'attività vulcanica, ma anche a tutte le fenomenologie a cui esse è connessa.

I depositi marini presenti in quest'area possono essere divisi essenzialmente in due gruppi (Russo, 2003): un primo con età compresa tra 11.000 e 5.000 anni circa, un secondo gruppo comprende prevalentemente le evidenze di età post-romana e medioevale. La figura 45 schematizza le principali località i cui sono stati rinvenute evidenze della variazione del livello del mare, soprattutto in età storica.



#### 2.4.1 EVIDENZE MARINE ANTICHE: IL TERRAZZO MARINO DELLA STARZA

La maggior parte dei depositi di età compresa tra 11.000 e 5.000 anni sono stati studiati attraverso la successione stratigrafica che costituisce il terrazzo marino della Starza. I depositi affiorano lungo la paleofalesia, che nei pressi dell'abitato di Pozzuoli, limita verso mare l'ampia superficie terrazzata (figura 46).

I primi studi su questi depositi risalgono alla metà del 1800, con i contributi di Scacchi (1849), Costa (1853), che riportarono i primi elenchi di specie fossilifere provenienti dai depositi di spiaggia della Starza. Una descrizione di maggiore dettaglio si deve a De Lorenzo e Simontomai (1915), i quali cominciarono ad effettuare una suddivisione tra depositi di ambiente subacqueo e quelli di ambiente subaereo. La genesi del terrazzo fu interpretata dagli autori come una sosta nel processo di emersione che aveva interessato il vulcano del Gauro. Più tardi Minieri nel 1950 ipotizzò che l'origine del terrazzo fosse dovuta all'accumulo dei prodotti degli edifici vulcanici in disfacimento ad opera del

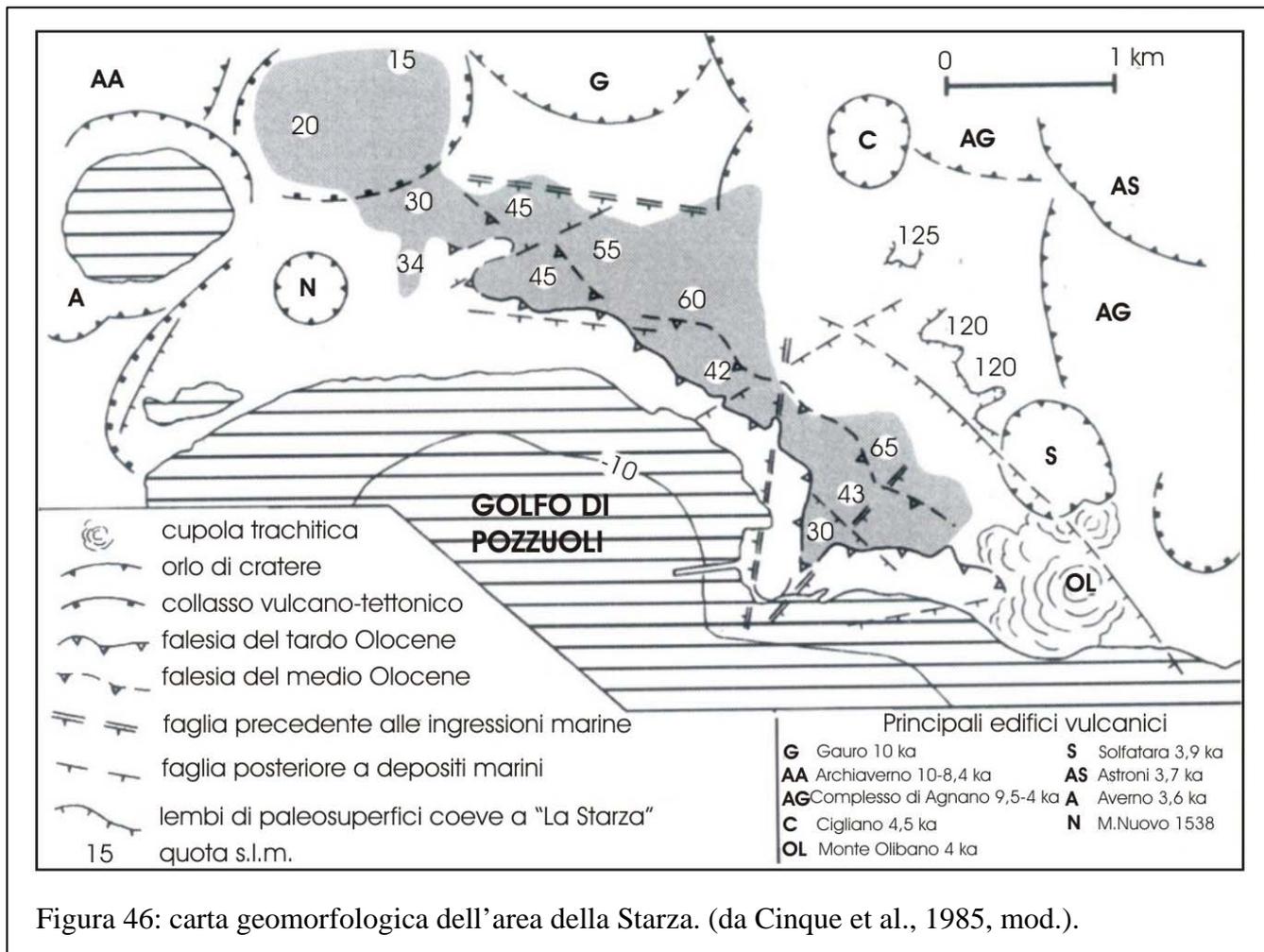


Figura 46: carta geomorfologica dell'area della Starza. (da Cinque et al., 1985, mod.).

mare, come il Gauro. In seguito lavori di maggiore dettaglio sulla stratigrafia dei depositi della Starza vengono presentati da Falini (1950), Sinno (1956) e da Rodriguez (1964), il quale dallo studio dei fossili presenti nella successione marina concluse che si erano depositati in ambiente di mare poco profondo, attribuendoli ad un interglaciale del Pleistocene.

Gli studi più recenti sono stati effettuati da Zamparelli et al., (1983), Cinque et al., (1985) e da Amore et al., (1988); gli autori hanno realizzato studi di maggiore dettaglio sia sulle associazioni fossilifere che sull'evoluzione geomorfologica dell'area.

Attualmente l'area della Starza, è anche quella su cui sorgono la maggior parte degli edifici dell'abitato di Pozzuoli, e nei pressi della costa, sorgono numerosi cantieri navali e stabilimenti industriali. Alcune considerazioni e studi sono stati resi possibili dall'apertura di sezioni stratigrafiche nell'ambito di cantieri per la costruzione della linea ferroviaria della Cumana o del mercato ittico di Pozzuoli. Molte delle situazioni analizzate sono attualmente andate distrutte e/o ricoperte dalla successiva costruzione degli edifici. I contributi di questi autori sono pertanto una testimonianza fondamentale per la comprensione della storia di questa parte dell'area flegrea.

Cinque et al., (1985), definiscono l'estensione del terrazzo marino (figura 46): questa entità morfologica comprende il tratto di costa flegrea che si sviluppa dal Monte Olibano, nei pressi di località Gerolomini, fino alle pendici orientali del Monte Nuovo (comprendendo anche la piana del Toiano). E' una morfologia caratterizzata nel tratto a monte da una superficie terrazzata, che verso mare è bordata da una ripida scarpata, alta da 25 a 40 m, che si sviluppa parallelamente al tratto di costa attuale e dista da esso poche decine di metri; la falesia ormai inattiva espone la successione dei depositi che la compongono.

La superficie sommitale si presenta articolata in due ordini di terrazzi, con una quota rispettivamente di 60 e 40 m; testimoniano il risultato di eventi tettonici che hanno smembrato e dislocato a varie

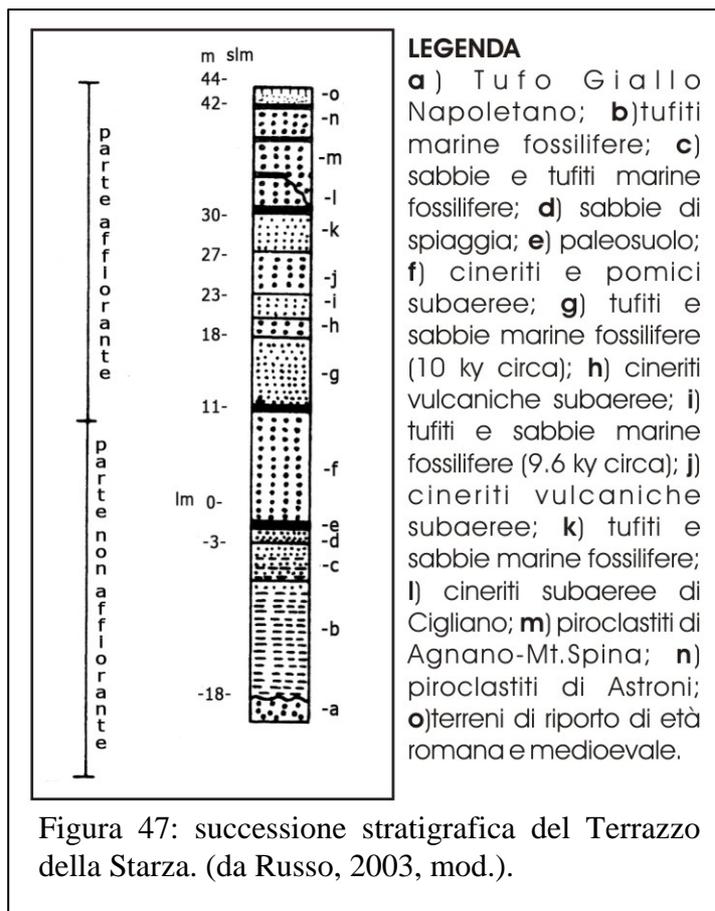


Figura 47: successione stratigrafica del Terrazzo della Starza. (da Russo, 2003, mod.).

quote l'originario fondo marino. Il lembo più alto si presenta più ampio e meno acclive del secondo. Le due superfici sono separate da una scarpata, addolcita dalla sovrapposizione di prodotti piroclastici più recenti, con un'altezza variabile tra 10 e 20 m, con andamento rettilineo e orientazione parallela rispetto alle altre dislocazioni presenti nell'area; essa ha probabilmente costituito la paleofalesia a valle della quale si è deposta la parte della successione più recente.

Verso est, i lembi terrazzati sono coperti dalle trachiti del Monte Olibano e dalle piroclastici della Solfatara (di età di circa 3.8 ky). Ad Ovest invece la superficie terrazzata degrada dolcemente nella depressione vulcano-tettonica della piana del Toiano, e viene coperta dai più recenti prodotti vulcanici dell'Averno (3,7 ky) e del Monte Nuovo (1538). Antiche raffigurazioni dell'area lucrinense permettono di osservare che un lembo del terrazzo della Starza doveva estendersi anche nella zona ora occupata dal Monte Nuovo (Russo F., 2003). Verso Nord l'estensione del terrazzo è

limitata dalla scarpata rettilinea che tronca il versante meridionale del Gauro, e che viene interpretata da Cinque et al., (1985), come una paleofalesia a controllo strutturale. Ciò sarebbe confermato anche da dati di sottosuolo, che rilevano la presenza di depositi marini poggianti sui tufi del Gauro.

Per quanto riguarda la successione stratigrafica, la parte affiorante lungo la scarpata del terrazzo dei 40 m è stata studiata in dettaglio da Cinque et al., (1985).

De Riso et al., (1987), hanno realizzato anche uno studio della parte della successione non affiorante, attraverso l'analisi delle carote trivellate da sondaggi effettuati nell'area.

Russo F., (2003), presenta la successione completa, integrando i dati di affioramento con quelli di sottosuolo (vedi figura 47).

La successione ricostruita dagli affioramenti presenti lungo la paleofalesia è il risultato delle correlazioni tra le diverse stratigrafie esposte. E' composta principalmente da tre intervalli deposti in ambiente marino (B, D e F), a cui si alternano cinque intervalli, caratterizzati da sedimenti, in prevalenza piroclastici, deposti prevalentemente in ambiente subaereo (A, C, E, G e H). Alcuni livelli fossiliferi marini presentano tipiche facies di ambiente marino poco profondo e/o di spiaggia sabbioso-ciottolosa. Gli studi sulla paleoecologia delle associazioni fossilifere (Amore et al., 1988) hanno rivelato condizioni paleobatimetriche tra i 10 e 50 m di profondità. Questo dato seppur in contrasto con alcune facies riscontrate, fornisce una stima dell'entità di sollevamento di questi depositi.

La parte non affiorante, comprende una successione spessa circa 27 m che si compone di: 11 m di tufiti fossilifere, che poggiano su un substrato di Tufo Giallo Napoletano; 5 m di sabbie fini fossilifere su cui poggiano 2 m di sabbie di spiaggia; un paleosuolo; 1 m di cineriti vulcaniche subaeree.

E' ormai accertato da dati di sottosuolo che l'intera successione della Starza poggia su un substrato di Tufo Giallo Napoletano (De Riso et al., 1987; Lirer et al., 1987); gran parte degli autori concordano su un'età prossima ai 12 ky ricavata da datazioni con il metodo del Radiocarbonio (Di Girolamo et al., 1984; Rosi & Sbrana, 1987), anche se un'ultima datazione effettuata da Denio et al., (2004), effettuata

con il metodo  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ , sembra aver restituito un età di 15 ky circa. La parte non affiorante della successione è chiusa al tetto dall'intervallo A di Cinque et al., (1985), la cui collocazione cronologica è compresa tra 8.6 e 10.7 ky e viene identificata come appartenente alla fase di Agnano Antico (probabilmente l'eruzione delle Pomici Principali). Rosi & Sbrana, (1987), forniscono indicazioni cronologiche dei restanti livelli, dedotte con il metodo del radiocarbonio: intervallo B (di Cinque et al., 1985) circa 10 ky; la base dell'intervallo D circa 9.6 ky; intervallo F circa 5.5 ky. La successione è chiusa al tetto da un paleosuolo su cui poggiano i depositi del Cigliano (4.5 ky); segue una marcata superficie di erosione fossilizzata dai depositi piroclastici attribuiti all'eruzione di Agnano-Monte Spina (4.1 ky); a questi depositi seguono quelli appartenenti ai vulcani più recenti.

Per quanto riguarda i livelli vulcanici C e D, di Cinque et al., (1985), non vi sono sicure attribuzioni cronologiche.

Per quanto riguarda la situazione tettonica Cinque et al., (1985), mettono in evidenza la presenza di faglie orientate in direzione E-W e N60°E; dati che concordano con quelli analizzati nel sottosuolo e con gli studi geologici e geofisici nel Golfo di Pozzuoli (Pescatore et al., 1984).

Per spiegare il sollevamento della Starza sono esclusi i movimenti bradisismici, in quanto movimenti solo oscillatori e non capaci di produrre deformazioni permanenti. Orbizzo et al., (1991), ritengono invece che una causa esclusivamente vulcanica sia sufficiente ad innescare un sollevamento di tale entità.

Orsi et al., (1996), giustificano l'esistenza del Terrazzo della Starza con il fenomeno della "risorgenza" (già spiegato nel precedente paragrafo).

Secondo Russo, (2003), il solo fenomeno vulcanico non è sufficiente per spiegare l'entità del fenomeno. Uno degli elementi tettonici più chiari, sebbene ritoccata dagli agenti erosionali, è la scarpata che separa le due superfici terrazzate della Starza. Secondo Cinque et al., (1985), questo evento tettonico sarebbe avvenuto intorno agli 8 ky, creando una scarpata contro la quale si sarebbe depositata la parte più recente della successione; l'emersione definitiva sarebbe avvenuta intorno ai 5 ky, fase immediatamente seguita dall'attività vulcanica della III epoca di Di Vito et al., (1999). Queste deduzioni sono concordanti anche con i dati relativi alle interpretazioni dei profili sismici realizzati nel Golfo di Pozzuoli (Pescatore et al., 1984). Inoltre considerando i dati batimetrici relativi alle faune presenti nei livelli marini e analizzate da Amore et al., (1988), si può stimare che l'entità di sollevamento della successione sia stata di circa 60-80 m (Russo, 2003).

Secondo questo autore la deformazione della Starza è dovuta all'instaurarsi di un campo deformativo molto vasto indotto dalla risalita di masse magmatiche responsabili delle numerose manifestazioni vulcaniche dell'ultima fase flegrea; questa fase, durata alcune migliaia di anni, sarebbe stata capace di provocare nel suo intorno deformazioni permanenti con carattere irreversibile, quali faglie e fratture. questa deduzione si avvicina, tutto sommato, in qualche modo al fenomeno della risorgenza ipotizzato dai vulcanologi Orsi et al., (1996).

La risposta a questo campo di sforzi sarebbe la morfologia a semi-cupola (Russo, 2003) della superficie terrazzata.

#### 2.4.2 ALTRE EVIDENZE ANTICHE

In letteratura sono segnalate altre evidenze, sia deposizionali che erosionali, che vengono correlate al mare della Starza: Parascandola (1937; 1946) segnala forme di abrasione marina nell'isola di Procida e lembi di sedimenti della Starza nell'area del Lucrinense; in Castaldi, (1941), viene segnalato un deposito fossilifero a Monte Dolce e un terrazzo di abrasione nel Tufo Giallo Napoletano a Punta Epitaffio. Falini segnala lembi di sedimenti marini nei pressi di Montagna Spaccata; Cinque et al., (1991), segnalano tracce di una paleofalesia a Capo Miseno ad una quota di circa 50 m: rappresenta secondo gli autori un sicuro livello di base fossile di erosione correlabile alla Starza. Russo, (2003), segnala un affioramento di depositi marini riscontrato a Bacoli, a Marina del Poggio, costituito da 2 m almeno di livelli suborizzontali marini fossiliferi, tufitici e sabbiosi, su cui si imposta un paleosuolo spesso circa 50 cm e un livello di pomoci da caduta di 40 cm; chiudono la successione

depositi colluviali su cui poggiano i resti di una antica villa romana. Secondo l'autore questa successione è simile a quella terminale della Starza. Lateralmente i depositi sembrano poggiare alla parete di tufo del relitto dell'edificio vulcanico di Bacoli, che è aperto verso mare; il tufo ha una disposizione tipicamente quaquaversale, e nella parte a contatto con i depositi marini sembra essere troncato da una parete verticale che si configura come una falesia inattiva. Lo stesso autore mette in evidenza il fatto che la superficie sommitale dell'edificio vulcanico di Bacoli, che si eleva per circa 25 m, risulta uniformemente spianata da una superficie erosionale che tronca la normale disposizione quaquaversale del tufo, e considera perfettamente confrontabili le quote della spianata di Bacoli con i depositi della Starza e con la paleofalesia segnalata da Cinque et al., (1991), a Capo Miseno.

### 2.4.3 EVIDENZE IN EPOCA ROMANA E MEDIOEVALE

Nell'arco di tempo che intercorre tra la definitiva emersione del terrazzo della Starza, avvenuta tra i 5 e 4.5 ky, e l'epoca romana imperiale, non vi sono evidenze significative di modificazioni dell'area costiera per cause legate alla tettonica (Russo, 2003). In questo periodo i grandi cambiamenti sembrano soprattutto interessare la terraferma su cui è attivo l'imponente vulcanismo dell'ultima fase flegrea, che porta alla formazione degli edifici vulcanici del Cigliano, Astroni, Solfatara, Averno, etc. I cambiamenti della linea costiera riguardano soprattutto le aree in cui nascono edifici vulcanici prospicienti la costa (come ad esempio l'Averno e il Monte Nuovo), che determinano condizioni di variazione della morfologia costiera, senza però lasciare tracce evidenti.

Evidenza di ciò è la presenza di paleosuoli, alternati a livelli piroclastici subaerei, alla sommità dell'ultimo episodio marino della Starza.

Una situazione molto comune lungo costa è il rinvenimento, su questa sequenza, di ruderi di età romana, in alcuni casi ricoperti di depositi marini e continentali, che testimoniano significative variazioni della linea di costa in epoca post-romana, oppure dell'esistenza di rovine romane recanti chiare tracce di sommersione ed emersione.

Come già detto precedentemente, molti studiosi in passato hanno ipotizzato un andamento della linea di costa in epoca romana differente da quella attuale.

Queste modificazioni hanno interessato soprattutto il settore litoraneo, in quanto gran parte dell'assetto morfologico costiero era già stato acquisito e molto simile all'attuale. Tutti gli autori concordano con l'affermare che gran parte di queste variazioni sono imputabili ai moti bradisismici, in quanto il livello del mare in epoca romana doveva essere di poco più basso di quello attuale (0,5-0,7 m, Pirazzoli, 1976).

### 2.4.4 L'AREA DI POSILLIPO

Il tratto di costa Posillipino comprende il settore che dallo sperone di Mergellina si protrae fino in prossimità del M. Coroglio. Il substrato in cui si sviluppa è costituito in gran parte dai depositi litoidi del Tufo Giallo Napoletano, che hanno favorito la formazione di una costa abbastanza articolata, che a luoghi si presenta molto frastagliata, con numerose insenature e ripide falesie.

Lungo le pareti tufacee, si aprono numerose cavità sia di origine naturale che di origine artificiale. Molte di esse presentano il caratteristico profilo trapezoidico e sono il frutto della mano dell'uomo che da sempre ha cavato il tufo da questo promontorio. La maggior parte degli autori sono concordi nell'attribuire un'età greco-romana a queste cavità, che furono realizzate per cavare il tufo necessario alla costruzione delle numerose ville, soprattutto di età romana imperiale sorte lungo costa.

Questo settore litoraneo, soprattutto in prossimità del mare, è cosparso di ruderi di età romana, che si rinvencono in parte sulla terraferma ed in parte sommersi. Il loro piano di calpestio, in molti casi, risulta sommerso anche per alcuni metri, chiara evidenza dei movimenti verticali del suolo dovuti prevalentemente al bradisismo (Bortoluzzi et al., 1995; Russo, 2003).

Nonostante l'elevato interesse dell'area, questa è la zona meno studiata dell'area flegrea. Le poche conoscenze geo-archeologiche sono legate alle memorie del Gunther (1903; 1913) e al lavoro di Pagano (1981) che precisa meglio alcune osservazioni del Gunther; tutti gli altri lavori presenti in

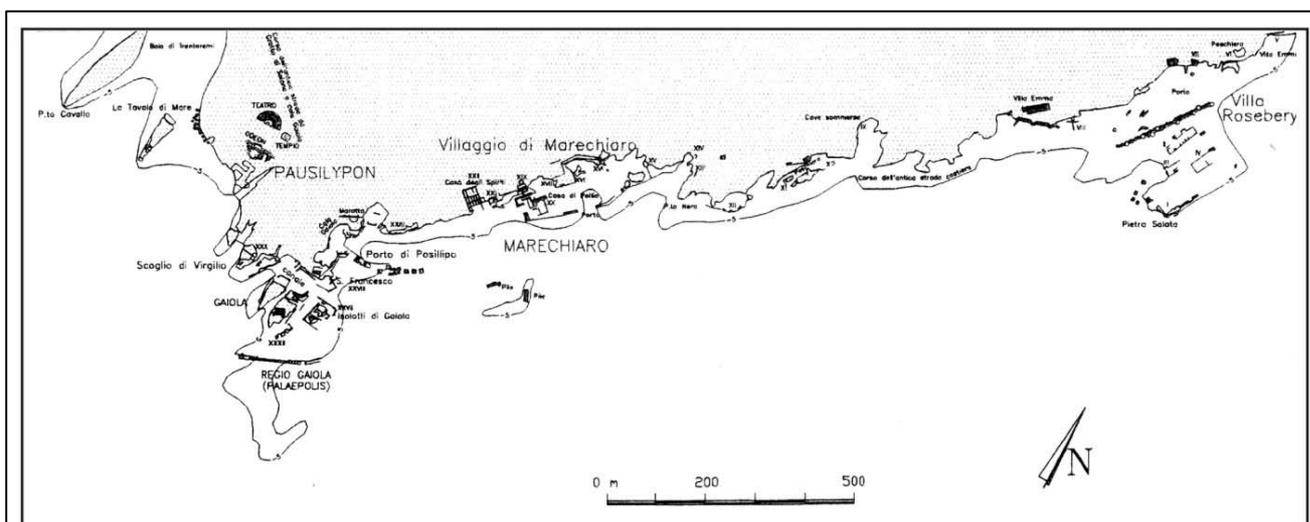


Figura 48: la costa di Posillipo e i resti archeologici sommersi ed emersi. (da Günther, 1905).

letteratura (Russo F, 2003; Bortoluzzi et al., 1995) non hanno la pretesa di presentare nuovi dati, ma si limitano ad una rielaborazione di cose già dette in precedenza.

In prossimità di Villa Rosbery, nei pressi del cosiddetto Scoglio di Pietra Salata (figura 48), giacciono sommersi i resti di una grandiosa villa marittima, del I-II sec. d.C., di cui lo scoglio è una testimonianza. L'edificio si protendeva in mare grazie a delle costruzioni artificiali (Amalfitano et al., 1990). I rilievi della villa furono effettuati dal Günther (1903; 1913), il quale descrisse nei dettagli questa zona e i ruderi semi-sommersi (figura 48): pavimenti mosaicati, strutture portuali, peschiere e altre opere sommerse ad una profondità variabile tra 1 e 5 m. In particolare, i resti che emergono, si elevano dalla superficie del mare ad un'altezza non maggiore di 1,80 m, e giacciono ad una profondità di circa 4,57 m. Questo valore rappresenta l'entità di sommersione in quest'area (Russo, 2003).

In questo tratto, la costa sommersa disegna un basso promontorio, che si protende verso mare fino a circa 200 m di distanza dalla costa attuale; su di esso giacciono gran parte delle strutture romane, a testimoniare il relativo arretramento del mare in epoca romana (Bortoluzzi et al., 1995).

In letteratura sono riportate anche tracce di erosione che testimoniano un livello del mare più alto di quello attuale, rinvenute sia sugli edifici che lungo costa.

Jacono (1941) descrive tracce di erosione marina fino a 3.1 m slm.

Anche Bortoluzzi et al., 1995, segnalano, a luoghi lungo la costa, tracce morfologiche di un livello del mare, individuabili con la fascia basale della costa che non è interessata dall'azione di erosione morfoselettiva esercitata dagli agenti erosivi marini ed eolici sul tufo; tale fascia si eleverebbe a circa 3-4 m slm; gli stessi autori segnalano superfici spianate, con tracce di abrasione marina alla medesima quota, sempre accompagnate da resti di edifici di epoca romana.

Altre evidenze si rinvencono nei pressi del piccolo borgo di Marechiaro. Di fronte alla spiaggia, quasi del tutto sommerse, si rinvencono opere portuali ed edilizie, tra cui una *domus* interpretata come una struttura termale. Oltre il borgo la famosa Casa degli Spiriti, l'edificio romano meglio conservato e più suggestivo di questo tratto di costa. Si tratta di una costruzione a due piani in opera reticolata, di cui il primo risulta attualmente sommerso per circa 2,44 m (Gunther, 1913); lo stesso autore osservò anche alcune tracce morfologiche di erosione marina, sia sulle pareti interne che su quelle esterne, fino ad una quota di 4,88m slm; questi dati sono stati successivamente verificati da Flemming (1969), Dvorak e Mastrolorenzo (1991) e da Russo (2003). Sono inoltre state osservate numerose tracce di riutilizzi e di restauri effettuati in epoca post-romana.

A largo dell'edificio i resti romani si rinvencono fino ad una distanza di circa 150 m dalla costa (Bortoluzzi et al., 1995).

Verso la Gaiola e Cala Trentaremi si trova la zona di maggiore interesse geo-archeologico, e anche quella in cui sono più concentrate le evidenze di sommersione bradisismica della costa.

Sul promontorio della Gaiola si trovano i resti della grandiosa villa romana di Pausilypon, del I sec. a.C. e giunta almeno fino all'epoca tardo imperiale, IV sec. d.C (Pagano, 1981; Amalfitano et al., 1990)

I rilievi del Gunther in quest'area, mostrano che la morfologia della costa in epoca romana doveva essere molto differente da quella attuale, meno frastagliata e caratterizzata dalla presenza di promontori più pronunciati (oggi isolotti) e con una linea di costa arretrata fino a un centinaio di metri. Lungo le pareti tufacee che bordano la Cala Trentaremi sono aperte numerose cavità e cunicoli artificiali, che insieme ai resti sommersi degli edifici romani, conservano le tracce di sommersione della costa.

Lungo il tratto di costa sottostante si notano resti di alcuni ambienti della villa a picco sul mare; nei pressi di Cala dei Lampi sono visibili i resti sommersi del porto della villa, che si protrae verso mare come un braccio naturale di tufo giallo. Un poco più avanti, si giunge nei pressi del cosiddetto "Scoglio di Virgilio", che ospita le rovine di una sala quadrata con abside e nicchie (forse un ambiente termale connesso con le terme inferiori del Pausilypon o un ninfeo) che la tradizione popolare indica con il nome di "Scuola di Virgilio".

In quest'area si hanno evidenze di sommersione dell'entità di almeno 4 m (Pagano, 1981), anche se il Gunther, basandosi sulla profondità massima di sommersione delle cave di tufo, immagina un abbassamento di almeno 6 m.

Anche nei pressi dell'isola di Nisida sono riportate evidenze di elementi archeologici sommersi, confrontabili con la Gaiola. Il dato più importante è riferito in Gunther (1903) e Parascandola, (1947), in riferimento ad una comunicazione dell'architetto Niccolini che riconobbe nel XIX secolo resti di moli romani, oggi non più visibili, a circa 6 m di profondità.

Le varie situazioni presentate mettono in evidenza come, solo lungo questo tratto di costa, la situazione è molto più complessa di quello che si possa pensare. Affermare che la linea di costa in epoca romana era più arretrata di quella attuale è una semplificazione estrema, che non spiegherebbe completamente le evidenze esistenti. Ciò che è certo è che i ruderi romani sono attualmente sommersi fino ad almeno una profondità di 6 m, e che gli stessi hanno subito una sommersione successiva di almeno 5 m (Russo, 2003).

#### 2.4.5 IL TEMPIO DI SERAPIDE

Il Tempio di Sarapide è un edificio romano che sorge nei pressi dell'abitato di Pozzuoli, di cui sopravvivono la pavimentazione e le colonne in marmo cipollino.

Posto in piena area commerciale e nei pressi dello scalo portuale romano, fu in realtà un fiorente mercato alimentare pubblico, anche detto "*macellum*". La sua datazione è incerta: la tecnica costruttiva, in opera laterizia, e lo stile di alcuni frammenti della decorazione architettonica suggeriscono una datazione tra la fine del I e II sec. d.C. (Amalfitano et al., 1990).

Constava di un'area quadrilatera circondata da un portico su colonne alte circa 6.11m che si sviluppava su due piani; attorno al portico si aprivano circa 36 botteghe adibite alla vendita di carne e pesce e da cui correva una strada raccordante il complesso alla città bassa; l'ingresso era rivolto verso il mare e sul lato opposto si apriva una cella ad abside, semicircolare ornata di tre nicchie con statue destinata a luogo di culto; nel mezzo del cortile sorgeva un tempietto circolare su cui c'era una fontana circondata da colonne corinzie di marmo africano e una teoria di statue; negli angoli sul lato dell'edera trovavano posto due grandi ambienti, destinati a servizi igienici pubblici e creduti fino al secolo scorso aule termali. Le grandi proporzioni, i materiali pregiati di cui è costituito e le ricercate forme architettoniche fanno del macellum di Pozzuoli uno degli esempi più importanti e noti dell'antichità di mercato romano.

Questo edificio è il più noto e straordinario monumento dei Campi Flegrei non solo per la sua rilevanza archeologica: invaso e sommerso continuamente dalle acque marine è e resta uno dei più preziosi e precisi misuratori che possediamo del fenomeno bradisismico. Ancora oggi questo tempio

possiede la massima concentrazione di elementi che permettono di ricavare la storia del bradisismo e delle modificazioni del litorale puteolano in epoca post-romana.

I primi studi furono effettuati nel 1847 da Babbage (vedi figura 42), seguiti poi da numerosi altri autori tra cui ricordiamo Parascandola, (1947) e Scherillo, (1977).

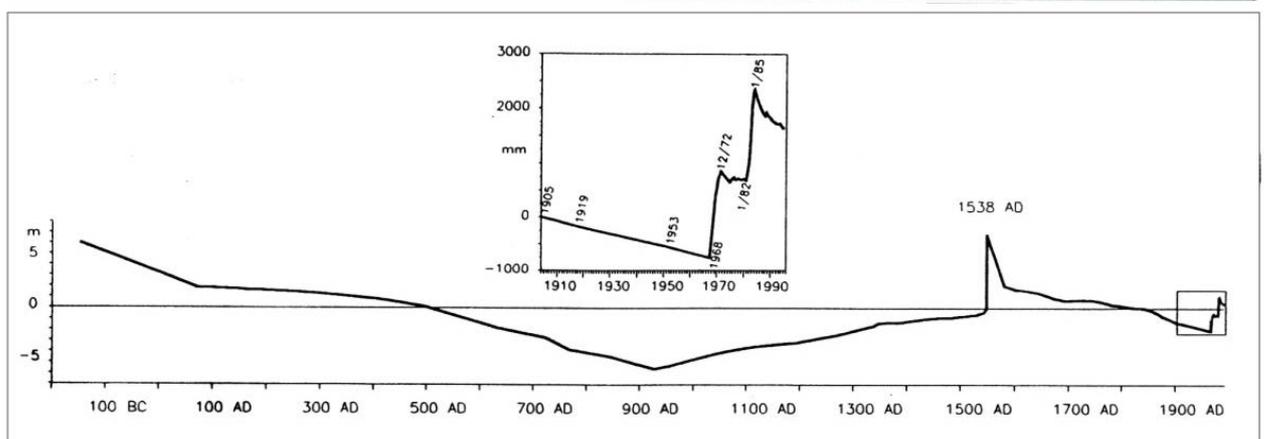
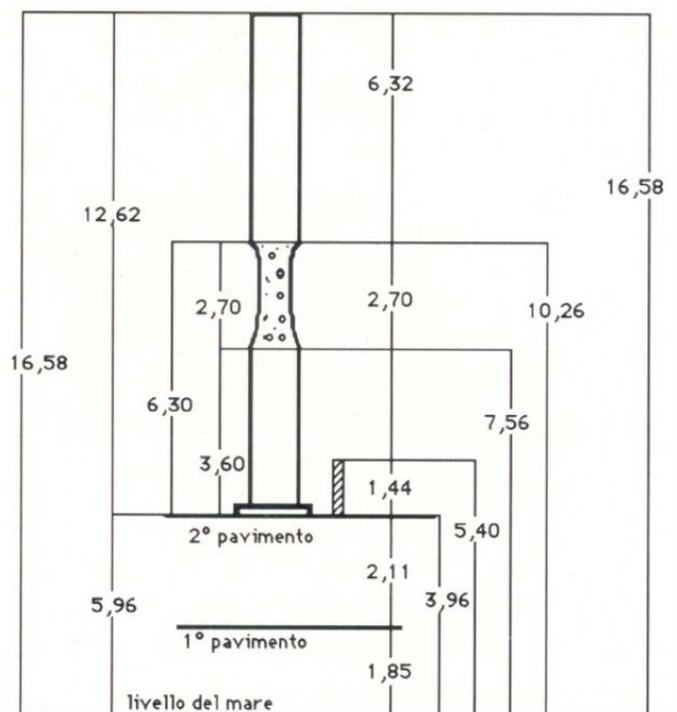
Le prime importanti osservazioni si riferivano alla fascia, ampia circa 2,7 m, di fori di litodomi, che interessava le colonne in marmo cipollino ad un'altezza di circa 3,6 m dalla loro base (Parascandola, 1947).

Durante gli scavi, fu inoltre rinvenuto un altro pavimento mosaicato, più antico di quello superiore e posto a circa 2,1 m di profondità attribuito al I sec. a.C. (Scherillo, 1977), a testimoniare forse una fase di subsidenza del suolo puteolano.

Molto più interessanti sono stati gli studi che hanno riguardato la successione stratigrafica dei depositi di colmamento della struttura archeologica, che per uno spessore totale di circa 3,6 m si elevava fino alla base della fascia di fori di litodomi sulle colonne (Parascandola, 1947; Scherillo, 1977). La successione comprendeva dal basso verso l'alto: 1) incrostazioni calcaree a serpulidi di ambiente marino e/o salmastro; 2) vulcanoclastiti alluvionali; (strati che costituivano la prima colmata); 3) incrostazioni calcaree contenenti planorbidi di ambiente limno-palustre; 4) vulcanoclastiti alluvionali;

Figura 49: a destra le misure geometriche espresse in metri, rilevate da Parascandola sulle colonne del Serapeo.

In basso il grafico delle variazioni del livello del mare, a Pozzuoli, dal periodo romano ad oggi, integrato con un particolare degli ultimi 90 anni. (da Parascandola, 1947, mod.).



(strati che costituivano la seconda colmata); 5) pomici e scorie del Monte Nuovo (1538) e vulcanoclastiti alluvionali (strati della terza colmata).

Gli autori mettono in evidenza come in questa successione si alternino depositi marini e continentali, che testimoniano una prima fase di subsidenza, seguita da una sosta della fase discendente con colmamento della depressione da parte di depositi alluvionali. Ripresa della subsidenza e nuova sosta. L'ultima fase di subsidenza sarebbe testimoniata dai fori sulle colonne la cui base coincide con la sommità dei primi quattro livelli. Parascandola, (1947), sintetizza le sue considerazioni nel noto grafico in figura (figura 49). Secondo l'autore il primo episodio marino sarebbe riferibile al V sec. d. C., il secondo, tra il IX ed il X sec, coinciderebbe con la sommità dei fori sulle colonne, fase in cui il mare avrebbe raggiunto la massima altezza (circa 6,3 m dalla base delle colonne), mentre l'episodio limno-palustre sarebbe riferito al VII-VIII sec. L'emersione definitiva del Serapeo sarebbe avvenuta durante la prima metà del 1500, con la fase di uplift immediatamente precedente all'eruzione del Monte Nuovo (Rolandi et al., 1985)

Dal 1538 al 1969 la costa di Pozzuoli ha subito una continua subsidenza (con una velocità media, documentata, di circa 15 mm all'anno), che hanno visto il Serapeo nuovamente invaso dalle acque, lasciando il segno scuro visibile sulle colonne centrali. Dal 1970 in poi si sono susseguiti continui innalzamenti e abbassamenti del suolo a cui ha fatto seguito, tra il 1975-1982, un periodo di stasi. L'ultima crisi bradisismica è cominciata nel 1982, con un inizio di risalita del suolo, che ha avuto il suo apice massimo nel 1984 e a cui ha fatto seguito un'inversione di moto fino al 1992. Dal '92 ad oggi sono state registrate solo pochissime fluttuazioni del suolo.

#### 2.4.6 IL PORTUS IULIUS E LA RIPA PUTEOLANA

Il tratto di costa che si sviluppa dal porto di Pozzuoli fino al Lago Lucrino è ricchissima di resti di edifici romani sommersi ad una quota compresa tra 2 e 7 m, ad una distanza dalla attuale linea di costa di circa 400 m. (Jacono, 1941).

E' ben documentato infatti, che tutto il tratto di costa, che va da Pozzuoli fino a Baia, era costellato di numerosissime ville residenziali, complessi termali pubblici e privati, che fecero di questa zona il luogo di villeggiatura preferito della "elite" romana.

Schmiedt, (1970), in base alla presenza di queste strutture sommerse ricostruisce la topografia antica del Golfo di Pozzuoli (figura 44).

Negli ultimi anni, grazie ai rilevamenti aerofotografici e subacquei (Di Fraia et al., 1986; Camodeca, 1987) è stato possibile conoscere la reale estensione della *Ripa Puteolana* (l'antica area marittima puteolana) e del *Portus Iulius* (antico porto romano). Con la fotografia aerea sono diventate immediatamente visibili intricate reti di canali, darsene, bacini e una serie di magazzini per il grano (*horrea*); sono inoltre ben evidenti due strade parallele alla costa di cui quella interna doveva costituire un'asse viario di disimpegno tra la zona mercantile e le città dell'entroterra e quella esterna doveva essere a servizio delle attività portuali.

Il *Portus Iulius* fu realizzato intorno al 37 a.C. Questo porto ebbe inizialmente un'impostazione esclusivamente militare (Amalfitano et al., 1990): la particolare e strategica posizione geografica del Lago d'Averno e del Lago Lucrino, nel contesto della guerra civile tra Ottaviano e Sesto Pompeo, suggerì al generale Marco Vipsanio Agrippa di trasformarli in un sicuro approdo per le navi da guerra e in un attrezzato arsenale. Furono eseguite per questo grandi opere di ingegneria per permettere il collegamento diretto tra i due laghi e il mare. Il Lago Lucrino fu messo in comunicazione da una parte con il mare, attraverso la costruzione di un canale lungo circa 400 m, che tagliò l'istmo sabbioso che lo separava dal mare (e che la leggenda voleva costruito da Ercole in persona) e dall'altra parte con il Lago d'Averno mediante la costruzione di due grossi canali. Questo intervento suscitò non poche polemiche: tali opere avevano infatti profanato le acque dell'Averno, luogo un tempo sacro ad Hera e alle divinità degli Inferi. Divenne uno straordinario scalo mercantile solo per breve tempo perché destinato a soccombere definitivamente a causa del bradisismo.

Nella costruzione del porto i romani non avevano tenuto conto dei continui fenomeni di insabbiamento a cui quest'area era soggetta. Fu questa la causa principale del trasferimento del porto militare nella vicina baia di Miseno.

Sicuramente il sistema portuale dovette subire alcune ristrutturazioni nel corso della sua esistenza, come risulta da numerose fonti storiche (Pagano, 1984); se queste però furono causate dai moti bradisismici non è sufficientemente dimostrato (Russo, 2003).

Dismesso il ruolo militare, il *Portus Iulius* non fu completamente abbandonato, ma ampliato con infrastrutture e magazzini e assunse una funzione prevalentemente commerciale (Camodeca, 1987).

I primi segnali di lento movimento discendente che portò alla scomparsa della fascia costiera iniziarono sul finire del IV sec.d.C; dalla fine del V sec.d.C. l'avanzata del mare determinò la definitiva sommersione dell'opera portuale e delle numerose strutture edilizie e termali che sorgevano lungo costa.

Lirer et al., (1987) offrono un tentativo di ricostruzione della morfologia della zona occidentale della costa flegrea prima del 1538: in figura 35 oltre ad essere riportata la probabile ripa puteolana è ubicata anche la Via Herculea.

#### 2.4.7 I GRANAI

Nell'area del centro storico di Pozzuoli, nei pressi del Serapeo, scavi effettuati per la costruzione del nuovo edificio postale, misero alla luce resti di edifici romani, riferibili al I sec. d. C., magazzini o depositi alimentari (*horrea*), interpretati come i granai del porto romano di Puteoli. Pappalardo & Russo, (1998), descrivono la successione sedimentaria. Il pavimento della costruzione, posto ad una base di circa 0,5 m slm, presentava strutture arcuate, alte fino a circa 3 m, che presentavano troncate e con evidenti segni di abrasione marina. La successione sedimentaria, responsabile della copertura dei ruderi, di circa 5 m di spessore, sembrava riferibile ad un unico episodio ingressivo, responsabile sia dei segni di abrasioni sulle mura antiche che del riempimento caratterizzato dalla presenza di sedimenti di spiaggia. L'episodio ingressivo sembra essere preceduto da una fase fluvio-limno-lagunare ed è ricoperto dai detriti di smantellamento dei prodotti della falesia a monte del sito archeologico. Secondo Pappalardo & Russo, 1998, è possibile correlare questo episodio marino con quello documentato dalla parte delle colonne del Serapeo perforate dai litodomi; entrambi i siti testimonierebbero almeno un episodio marino, sia con morfologie che con depositi, che avrebbe portato alla sommersione di aree continentali per oltre 4 m.

#### 2.4.8 ALCUNI SONDAGGI DI NOTEVOLE INTERESSE

Negli anni compresi tra il 1984 e il 1988, sono stati effettuati dei sondaggi geognostici dal Comune di Pozzuoli e dall'Istituto di Geologia Applicata dell'Università di Napoli, nel territorio della città di Pozzuoli, che si sono rivelati di grandissimo interesse perché hanno evidenziato la presenza di depositi marini e continentali ricoperti ruderi romani non presenti in affioramento.

La successione stratigrafica precedentemente descritta ai Granai ha trovato riscontro in un sondaggio effettuato a valle dello scavo archeologico (sondaggio s.3, figura 45), descritto in Lirer et al., (1987), che evidenzia ad una quota di circa 3,5 m slm un episodio marino ingressivo.

Il sondaggio s.2 (figura 45), ha rilevato la presenza di depositi marini fino ad una quota di circa 2,6 m slm ricoperti da depositi detritici continentali.

Altri due sondaggi estremamente significativi sono stati realizzati nei pressi dei Gerolomini, UR5, e nei pressi dei Granai, UR2 (vedi figura 45) e descritti in De Riso et al., (1987).

Il sondaggio UR5 documenta depositi marini post-romani fino ad una quota di circa 6,7 m slm.

Il sondaggio UR2 ha messo in evidenza la presenza di manufatti romani a 5 m sotto il livello del mare attuale, su cui poggia un evento marino fino a 3.5 m slm.

Nella zona di Baia è stata invece investigata in sondaggio la successione del riempimento del Tempio di Mercurio, una grandiosa terma romana, attribuita al I sec. a.C. e in uso fino al III sec. d.C.; la successione analizzata presentava un'alternanza di depositi di sabbie fini e detriti alluvionali

intervallati da ameno 3 livelli pavimentati e tracce di erosione marina sulla struttura fino ad un quota di circa 3,5 m slm. Per questa struttura, i cui depositi di colmamento si rinvennero completamente al di sotto del piano di calpestio era già stato ipotizzato un interrimento di circa 8-10 m da Sgobbo, (1934). Tutti i successivi autori sono concordi nell'attribuire il colmamento della struttura a cause bradisismiche.

Questi sondaggi mettono in evidenza la presenza di fasi marine che fossilizzano ruderi romani di sicuro ambiente subaereo; in alcuni casi le stesse strutture denunciano per la posizione occupata, uno sprofondamento di diversi metri della costa puteolana.

#### 2.4.9 LE EVIDENZE A BAIA

La zona costiera di Baia va da Punta dell'Epitaffio fino allo sperone tufaceo su cui sorge il castello, è ricchissima sia di ruderi romani sommersi (che costituiscono la naturale prosecuzione della Ripa Puteolana) sia di rovine emerse che recano evidenti tracce di variazioni del livello del mare.

Comprende quindi una zona emersa, che è prevalentemente parte del Parco Archeologico di Baia, in cui si trova il Tempio di Mercurio di cui si è appena parlato. Altre evidenze della sommersione della costa romana si possono riscontrare nei ruderi del cosiddetto Tempio di Venere, che si rinviene nei pressi della banchina del porto di Baia, interrato per una profondità di circa 3 m e con evidenti tracce di erosione marina.

Tutti i ruderi romani ubicati lungo questo tratto di costa presentano una linea erosionale marina posta ad una quota di circa 4-5,5 m slm, che secondo gli autori (Gunther, 1903; Jacono, 1941; Flemming, 1969; Pagano, 1997) rappresenterebbe una fase di massima sommersione, con valori confrontabili alla vicina area puteolana.

La parte sommersa è stata per la prima volta rilevata negli anni sessanta (Sgobbo, 1977) e ha individuato il limite delle costruzioni romane ad una distanza di circa 400 m dall'attuale linea di costa e ad una profondità di 9 m. L'assetto dell'antico abitato romano di Baia era costituito da una parte bassa, che è quella attualmente sommersa, e da una parte alta, che costituisce l'area che oggi è sede del parco archeologico, ed è la sola parte della città rimasta emersa.

Alcuni più recenti rilievi subacquei e aerofotogrammetrici (Di Fraia et al., 1986) hanno individuato il canale d'ingresso del *Portus Baianus*, che metteva in comunicazione il mare aperto con il bacino interno noto come *lacus baianus*.

A Punta Epitaffio sono state rinvenute testimonianze molto significative. Lungo la riva, ad una profondità di circa 3,75 m, sono stati rinvenuti tratti di una via basolata attribuita forse alla *Via Herculea*. Poco distante sono stati ritrovati i resti di una Villa romana, appartenuta alla famiglia dei Pisoni, e un complesso termale con un ninfeo (Di Fraia et al. 1986). Molto interessante è risultato lo studio del riempimento del ninfeo, che ha permesso la ricostruzione di una parte della storia di questo tratto di costa (Andreae & Zevi, 1982). La successione stratigrafica denuncia un'attività della struttura fino al IV sec. d.C., con un primo episodio marino a cui fa seguito una fase di colmata e una da crollo; il ritrovamento di una moneta ha permesso la datazione precisa del secondo strato di colmata (VI sec. d.C.) che è chiuso superiormente da una sepoltura attribuita al V-VI sec. Questa sequenza è stata da molti autori (Andreae & Zevi, 1982; AA.VV., 1983) interpretata come una sequenza bradisismica discendente; Russo, (2003) invece, mette in evidenza come questa successione potrebbe essere il risultato di una fase discendente non continua, che potrebbe aver subito delle stasi o anche un breve sollevamento, accompagnato da crisi sismiche testimoniate dallo strato da crollo, quest'ultimo correlabile con quello della successione stratigrafica rinvenuta nelle terme di Miseno (di cui si parlerà nel successivo paragrafo). La presenza inoltre di depositi marini nello scavo del ninfeo testimonia una fase bradisismica discendente avvenuta almeno tra il IV sec. e il V sec. d.C., con definitivo sprofondamento intorno al VI sec.

In ogni modo la situazione generale rinvenuta a Baia è una forte testimonianza dello sprofondamento subito dall'area, che deve essere stato almeno di 7-8 m (Russo, 2003). La linea di costa, come è

emerso anche da rilievi subecquei, è ad una distanza dalla costa di circa 400 m e ad una profondità di circa 9-10 m.

#### 2.4.10 BACOLI E MISENO

La situazione che si presenta nel tratto di costa immediatamente successivo al promontorio del castello di Baia, fino a Capo Miseno, è stata per lungo tempo trascurata, ma rappresenta una delle aree più significative di tutta l'area flegrea.

A Bacoli i resti del cosiddetto Sepolcro di Agrippina si trovano per circa 1,3 m sommersi (Amalfitano et al., 1990); a largo di Marina del Poggio resti di edifici di età romana imperiale e una strada pavimentata, che probabilmente collegava Baia a Miseno, si rinvennero a 2-3 m di profondità (Dvorak & Mastrolorenzo, 1991); dati importanti provengono dall'investigazione marina dei resti dell'antico Porto di Miseno, costruito da Agrippa intorno al 31 a.C., rimase attivo fino al IV sec. d.C., Dvorak & Mastrolorenzo, (1991), e che denuncia una sommersione di almeno 7-9 m per il rinvenimento di bitte da ormeggio alla medesima profondità. Già Parascandola, (1947), aveva osservato che le gallerie scavate nel tufo di Punta Pennata, per consentire il passaggio dei militari romani da Miseno a Bacoli, dovevano essere invase dal mare e attraversate con barche.

Lungo il versante meridionale di Capo Miseno si rinvennero i resti di una struttura romana, forse un ninfeo, di enormi dimensioni e direttamente scavato nei depositi tufacei, che molto probabilmente doveva essere accessibile anche via terra (Russo, 2003). Altre evidenze sono visibili nei resti

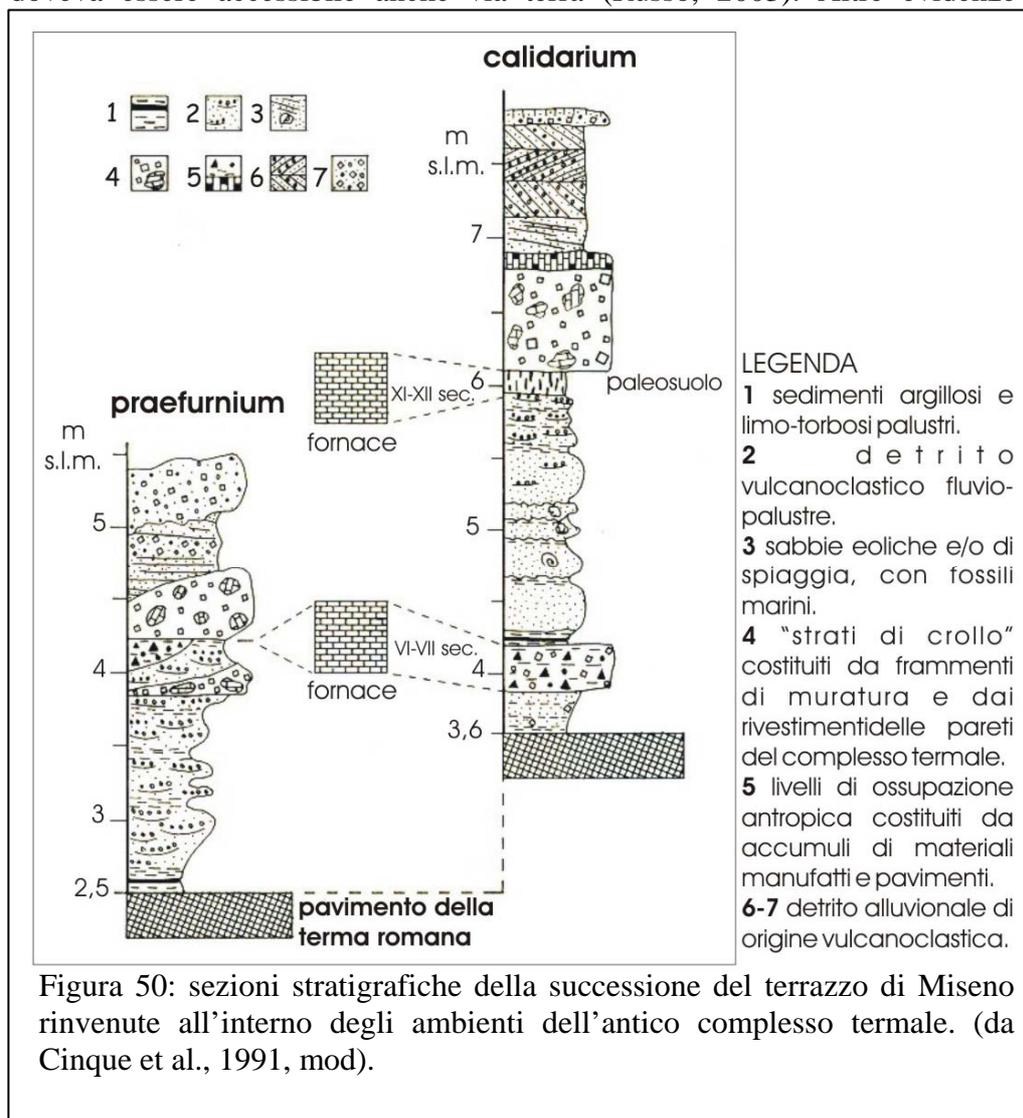


Figura 50: sezioni stratigrafiche della successione del terrazzo di Miseno rinvenute all'interno degli ambienti dell'antico complesso termale. (da Cinque et al., 1991, mod).

periodicamente semi sommersi del Sacello degli Augustali.

Di notevole importanza è risultato invece lo studio dei depositi di colmamento delle terme romane di Miseno (I-II sec. d.C.) descritta da Cinque et al., (1991), nella quale sono evidenti i fenomeni di abbassamento e di innalzamento del suolo a Miseno in epoca tarda e medioevale. Il sito si trova in prossimità dell'estremità sud-occidentale della spiaggia di Miliscola (lido di Bacoli) ed è costituito da una

successione sedimentaria depositatasi all'interno del

complesso termale pubblico romano dell'antica città di Misenum (II sec. d.C. IV sec.d.C). Gli ambienti termali erano parte del gigantesco complesso di serbatoi romani che va sotto il nome di Grotta della Dragonara e comprendevano la grande sala del *calidarium* e la zona del *praefurnium* in cui sono documentate due distinte fornaci altomedioevali.

All'interno del complesso termale, e quindi poggiante su di esso, è presente una complessa successione sedimentaria (figura 50), di origine sia marina che continentale, costituita prevalentemente da depositi di spiaggia, a luoghi fossiliferi, che si alternano a depositi continentali fluvio-palustri, depositi piroclastici rimaneggiati e paleosuoli, ad una quota di circa 7-8 m slm; la successione, poggia verso monte su una paleo falesia più interna, intagliata nel tufo giallo, coeva ai depositi e sembra, a sua volta, intagliata a mò di falesia, con una ripida scarpata alta circa 6m (sul lato del lido di Bacoli nei pressi della Grotta della Dragonara).

Considerando tutti i dati a disposizione per questa area gli autori hanno ipotizzato una sommersione massima di almeno 14 m, e che dopo questo episodio si evince, anche grazie alla successione delle terme di Miseno, un sollevamento che ha portato ad un ritorno all'ambiente continentale di circa 5-6 m.

#### 2.4.11 LITORALE CUMANO

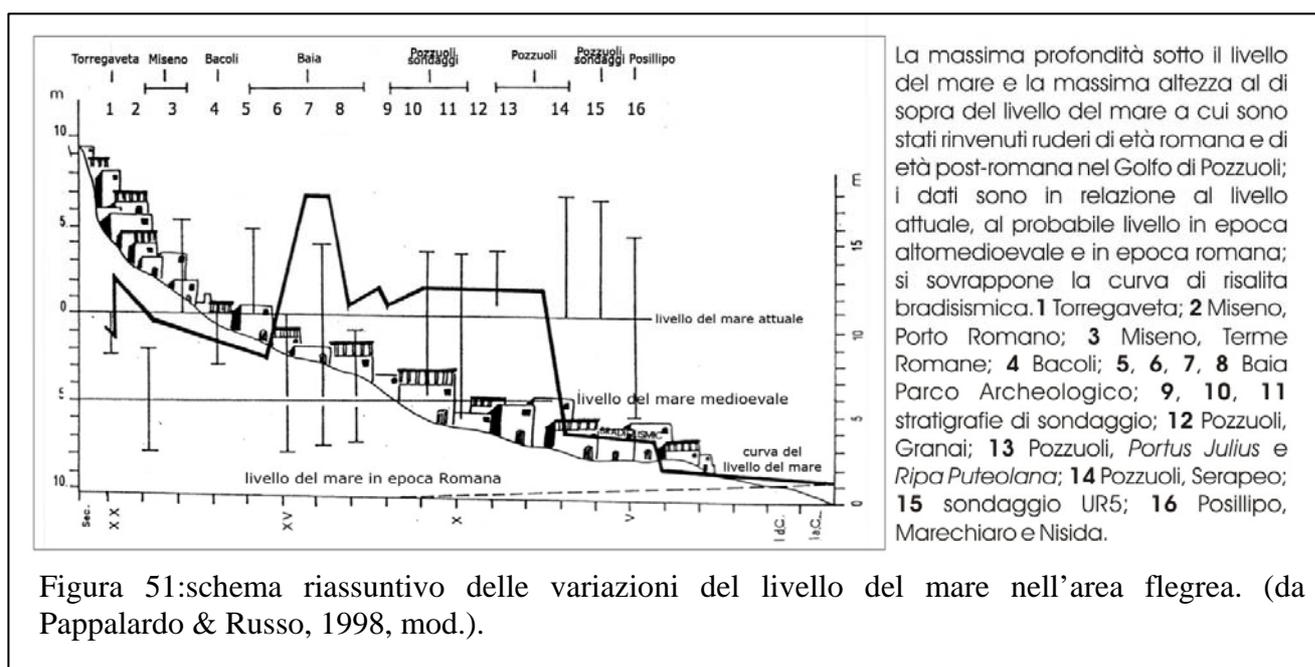
E' questa l'area in cui si è riscontrata la minore quantità di testimonianze di variazione del livello del mare.

Alcune prove molto recenti del bradisismo riguardano il Casino Vanvitelliano che nasce lungo le sponde del Lago Fusaro, e che, costruito nel 1792, presentava già qualche anno dopo la base invasa dalle acque del lago (Parascandola, 1947).

Caso particolare si presenta a Torregaveta, dove si rinvengono i resti di molte costruzioni romane, tra cui la Villa marittima di Servilio Vatia, che si trovano ad una profondità di almeno 2,3 m.

Altre situazioni che denunciano movimenti del suolo puteolano sono rappresentate dalla Grotta di Cocceio, il Navale di Agrippina e dal Tempio di Apollo, nel Lago d'Averno (vedi figura 45): queste strutture presentano tutte le basi al di sotto del livello originario (Jacono, 1941).

Russo F., 2003, dall'analisi di tutti i dati presenti in letteratura sulle evidenze di variazione del livello del mare in area flegrea degli ultimi 2000 anni, in seguito ad una attenta discussione critica su essi, tenta di ricostruire l'evoluzione del fenomeno bradisismico degli ultimi 2000 anni nel grafico in figura



(figura 51). Lo stesso autore mette in evidenza il fatto che lo studio geo-archeologico sul bradisismo è, allo stato attuale, solo in fase d'inizio, in quanto mancano ancora troppi dati ed è necessaria una maggiore interazione tra le varie discipline che si occupano di questo fenomeno.

## **CAPITOLO 3**

# **OSSERVAZIONI SULLA GEOMORFOLOGIA DEI CAMPI FLEGREI**

Lo scopo di questo capitolo è quello di palesare le considerazioni geomorfologiche che ho effettuato per una migliore comprensione del complesso paesaggio che attualmente caratterizza l'area flegrea. In esso vengono quindi esposte alcune osservazioni di carattere geomorfologico del territorio flegreo, un paesaggio dalle peculiarità uniche al mondo risultato dell'azione modellatrice, costruttrice e distruttrice, dell'intensa attività vulcanica presente da almeno 50.000 anni, a cui si affianca, lungo le aree costiere, l'incessante azione del mare che ha lasciato, e lascia ancora oggi, numerose tracce nel paesaggio.

Successivamente, la decisione di raccontare la complessa storia morfoevolutiva dell'area, mi ha portato alla realizzazione, attraverso una serie di schemi temporali, della ricostruzione delle paleogeografia dell'area flegrea degli ultimi 12 ky.

La scelta di dare maggiore risalto agli ultimi 12 ky, dall'eruzione del Tufo Giallo Napoletano ad oggi, è dettata dal fatto che l'assetto attuale dell'area si è essenzialmente definito in questo periodo ed è inoltre documentato in letteratura con maggiore dettaglio.

La ricostruzione ha lo scopo di facilitare la comprensione delle complesse vicende che hanno caratterizzato la storia dell'area e di far comprendere come i fenomeni geologici attivi, quali il vulcanismo e la tettonica, hanno portato al suo assetto odierno.

Per una migliore visualizzazione delle morfologie attuali ho inoltre realizzato, in collaborazione con la dott. Marsico Antonella, un modello digitale tridimensionale (DEM) dei Campi Flegrei, costruito con isopse dell'area flegrea con scala di dettaglio 1:5.000 (figura 1).

### **3.1 LE CARTE TEMATICHE: LA CARTA GEOMORFOLOGICA E LA CARTA GEOLOGICA**

Le osservazioni effettuate sul territorio unite alla grande mole di lavori bibliografici esistenti sono state sintetizzate in una carta geomorfologica e una carta geologica compilativa della zona redatte in una forma "semplificata", in scala 1:25.000.

In particolare l'esigenza di realizzare una carta geomorfologica è scaturita dal fatto che nonostante la letteratura scientifica sia abbondante, pochi sono i lavori a carattere strettamente geomorfologico presenti sull'area e nello stesso tempo sono altrettanto pochi i prodotti a carattere divulgativo che tentano di spiegare le sue forme e prodotti.

Per ciò che riguarda le caratteristiche geomorfologiche dell'area flegrea i contributi esistenti presentano perlopiù carte morfostrutturali dell'area a grande scala ed alcuni di essi trattano invece, all'interno dell'area flegrea, alcuni casi di maggiore dettaglio (Di Vito et al., 1999; Rosi & Sbrana, 1987; Bravi et al., 2003; De Astis et al., 2004; de Vita et al., 1999; Russo et al., 1998; Cinque et al., 1985).

Per ciò che riguarda invece la carta geologica, è stata realizzata considerando i lavori presenti in letteratura che riportano sketch di carte geologiche, geolitologiche e vulcanologiche dell'intera area flegrea, a differente scala: Di Girolamo et al. (1984), Orsi et al. (1996), Rosi & Sbrana (1987) e Di Vito et al. (1985) e prendendo in considerazione la cartografia ufficiale esistente: Carta Geologica d'Italia dell'IGM del 1964, foglio 183-184, Isola d'Ischia e Napoli a scala 1:100.000; Carta redatta dal CNR, Rosi & Sbrana (1987); la Carta dei Corpi Idrici sotterranei dell'Autorità di Bacino Nord Occidentale della Campania del 2004 a scala 1:75.000. Sono stati inoltre esaminati i numerosi lavori presenti in letteratura che presentano stralci di maggiore dettaglio della geologia di alcune aree in particolare: per l'area di Monte di Procida e Procida si sono presi in considerazione i lavori di Scandone et al. (1991) e Pescatore & Rolandi (1981); per l'area di Posillipo e della depressione di Bagnoli Fuorigrotta la pubblicazione di Russo et al. (1998); per la zona di Cuma e il litorale, Domizio Bravi et al., (2003); per il Monte Nuovo e l'area limitrofa, Lirer et al. (1987).



Figura 1: il modello digitale tridimensionale dei Campi Flegrei.

Entrambe le carte (allegato 2 e allegato 3 in tasca a fondo testo) costituiscono il punto di partenza per la realizzazione, in fase di divulgazione, di una carta geomorfologica e una carta geologica dei Campi Flegrei pensate in maniera tale da permettere ad un pubblico non esperto una lettura facilitata delle forme e litologie del paesaggio; saranno dunque presentate in questa veste nel capitolo 6 e sono allegate alla tesi in formato cartaceo.

## **3.2 CONSIDERAZIONI SULLA GEOMORFOLOGIA DEI CAMPI FLEGREI**

I Campi Flegrei si trovano a nord-ovest della città di Napoli. L'area in esame comprende la depressione vulcano tettonica che si configura, partendo dall'area a nord-est del Golfo di Pozzuoli, con la collina di Posillipo e, in senso antiorario prosegue verso l'interno, con il rilievo dei Camaldoli, la piana di Quarto, i bassi rilievi di San Severino e Cuma e l'alto di Monte di Procida. L'isola di Procida costituisce un'area a se stante, le cui vicissitudini sono strettamente legate all'area flegrea, anche se con una storia vulcanologica più antica (vedi capitolo 2).

La morfologia dominante è sicuramente la struttura vulcanica a caldera da collasso, con un diametro di circa 14 km (vedi figura 1 e 2), che ospita al suo interno un cospicuo numero di apparati vulcanici monogenici. La formazione della caldera è attribuita in letteratura all'eruzione dell'Ignimbrite Campana, datata 37-39 ky (vedi capitolo 2) a cui fa seguito un periodo di vulcanismo prevalentemente esplosivo che interessa perlopiù l'isola di Procida, con centri eruttivi sparsi anche sull'attuale terraferma. Successivamente, intorno a 12 ky, l'area flegrea è interessata da una seconda grande eruzione, che porta alla deposizione di ingenti quantità di Tufo Giallo Napoletano, che attualmente caratterizzano gran parte del substrato napoletano e flegreo, a cui viene associata, da alcuni autori, una seconda fase di collasso vulcano tettonico interna alla precedente caldera.

Da 12 ky ad oggi sono state stimate almeno 61 unità vulcaniche, di cui però non si sono conservate tutte le evidenze morfologiche; le unità individuate sono costituite prevalentemente da successioni piroclastiche e in minor numero da flussi e duomi di lava, che testimoniano il prevalente carattere esplosivo dell'attività. La loro origine è certamente interna alla caldera flegrea;

La morfologia dell'area si è definita essenzialmente intorno agli ultimi 12 ky ed è caratterizzata dunque da una forma vulcanica negativa, la caldera, con un diametro di circa 14 km, all'interno della quale si sono succeduti eventi vulcanici che hanno portato alla costruzione di differenti tipologie di coni e in minor numero di cupole laviche. La parte meridionale della caldera è sommersa e costituisce il golfo di Pozzuoli. (figura 2).

I fenomeni vulcanici hanno avuto sicuramente un ruolo di primaria importanza per la configurazione dell'assetto morfologico attuale, caratterizzato dalla presenza di un paesaggio dai rilievi non molto elevati (il punto più elevato è a 439 m s.l.m., nei pressi della Collina dei Camaldoli) che costruiscono un complesso pattern di edifici vulcanici che si incastrano gli uni dentro gli altri. Insieme ad essi hanno agito anche processi vulcano-tettonici, che hanno portato alla formazione di ampie zone depresse che spesso separano gli edifici vulcanici, e fenomeni di dinamica costiera, che hanno favorito nella maggior parte dei casi il modellamento degli edifici vulcanici. L'interazione tra questi processi ha contribuito alla formazione di grandi strutture terrazzate. Inoltre l'azione erosiva e deposizionale del mare ha portato alla formazione di baie e di laghi costieri, ospitate spesso all'interno di crateri, dal caratteristico andamento planimetrico semicircolare.

### **3.2.1 LE MORFOLOGIE VULCANICHE E STRUTTURALI**

#### **3.2.1.1 L'ORLO DELLA CALDERA**

Come detto precedentemente la morfologia dominante a grande scala è la depressione vulcano tettonica i cui limiti strutturali vengono identificati in letteratura (vedi capitolo 2) con gli alti morfologici che la bordano, identificabili con i rilievi citati precedentemente.

La letteratura esistente, seppur cospicua, non risulta chiara sui limiti che vengono attribuiti alla caldera e su quali porzioni di essa siano da attribuire all'eruzione dell'Ignimbrite Campana e quali all'eruzione del Tufo Giallo Napoletano.

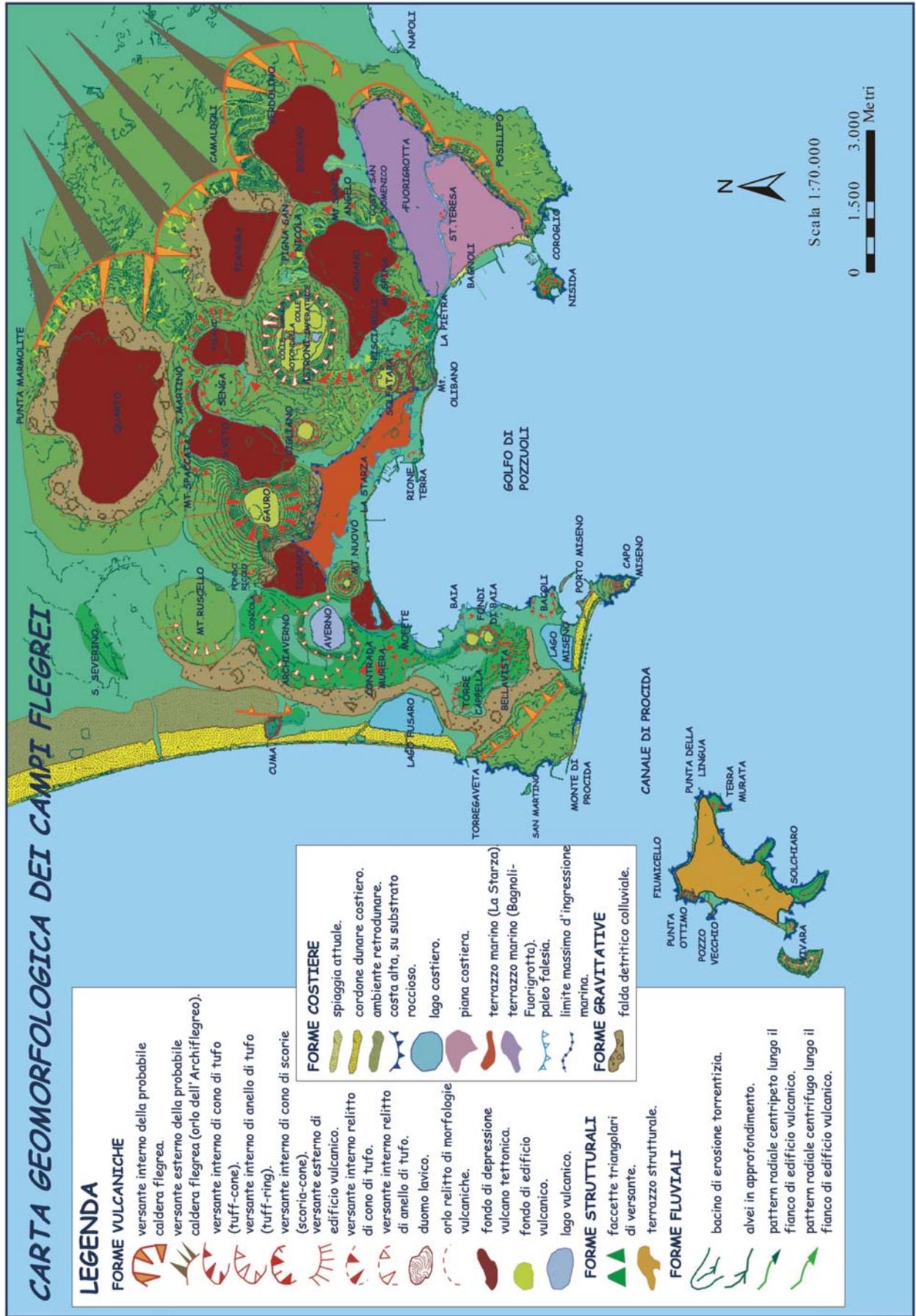


Figura 2: Carta geomorfologica dei Campi Flegrei.

Il settore orientale della caldera si configura con la dorsale di Posillipo e verso nord con la collina dei Camaldoli; entrambi i rilievi sono caratterizzati da versanti interni caratterizzati da pendenze molto elevate (figura 3).

La dorsale di Posillipo segue una direzione nordest-sudovest e ha un'ossatura costituita prevalentemente di Tufo Giallo Napoletano; lungo il suo versante interno, quello occidentale, è esposta una potente successione di Tufo Giallo dello spessore di oltre cento metri in cui si aprono ampie falcate emicicliche testimoniando eventi di collasso vulcano-tettonico.

Nella piana immediatamente antistante, i sondaggi effettuati attestano la presenza del tufo, coperto dai depositi più recenti, ad oltre 50 m di profondità. Il versante interno della dorsale si configura bene quindi come orlo interno di depressione vulcano-tettonica.

Il versante orientale degrada dolcemente verso mare e prosegue con la medesima debole pendenza al di sotto del livello del mare, fino ad una distanza di più di 200 m dall'attuale costa.

I versanti della collina dei Camaldoli sono invece intagliati sia nei depositi piroclastici precedenti il Tufo Giallo Napoletano sia nel tufo giallo stesso. Anche in questo caso il versante interno alla depressione, quello meridionale, ha un andamento caratterizzato da due falcate molto arcuate, di cui la prima raccorda il versante alla dorsale di Posillipo, la seconda alla piana di Quarto. Il versante esterno immerge, con deboli pendenze, verso la parte settentrionale dell'entroterra napoletano (vedi figura 3).

L'orlo della depressione vulcano-tettonica prosegue verso nord con la piana di Quarto e si configura lungo i rilievi che la delimitano nella parte settentrionale. In questo caso i versanti interni non hanno pendenze molto elevate fatto dovuto probabilmente all'aggradazione che la piana ha subito da parte dei depositi vulcanici che l'hanno nel tempo ricoperta. Anche in questo caso i versanti espongono in alcune zone un'ossatura che è prevalentemente composta da Tufo Giallo Napoletano (anche in facies di flusso piroclastico) e lungo i versanti nordest e nord affiorano anche prodotti precedenti il tufo giallo.

Verso nord-ovest il rilievo di San Severino è caratterizzato da un andamento lineare che segue una direzione nordest-sudovest e si configura come un alto strutturale di Tufo Giallo Napoletano, che

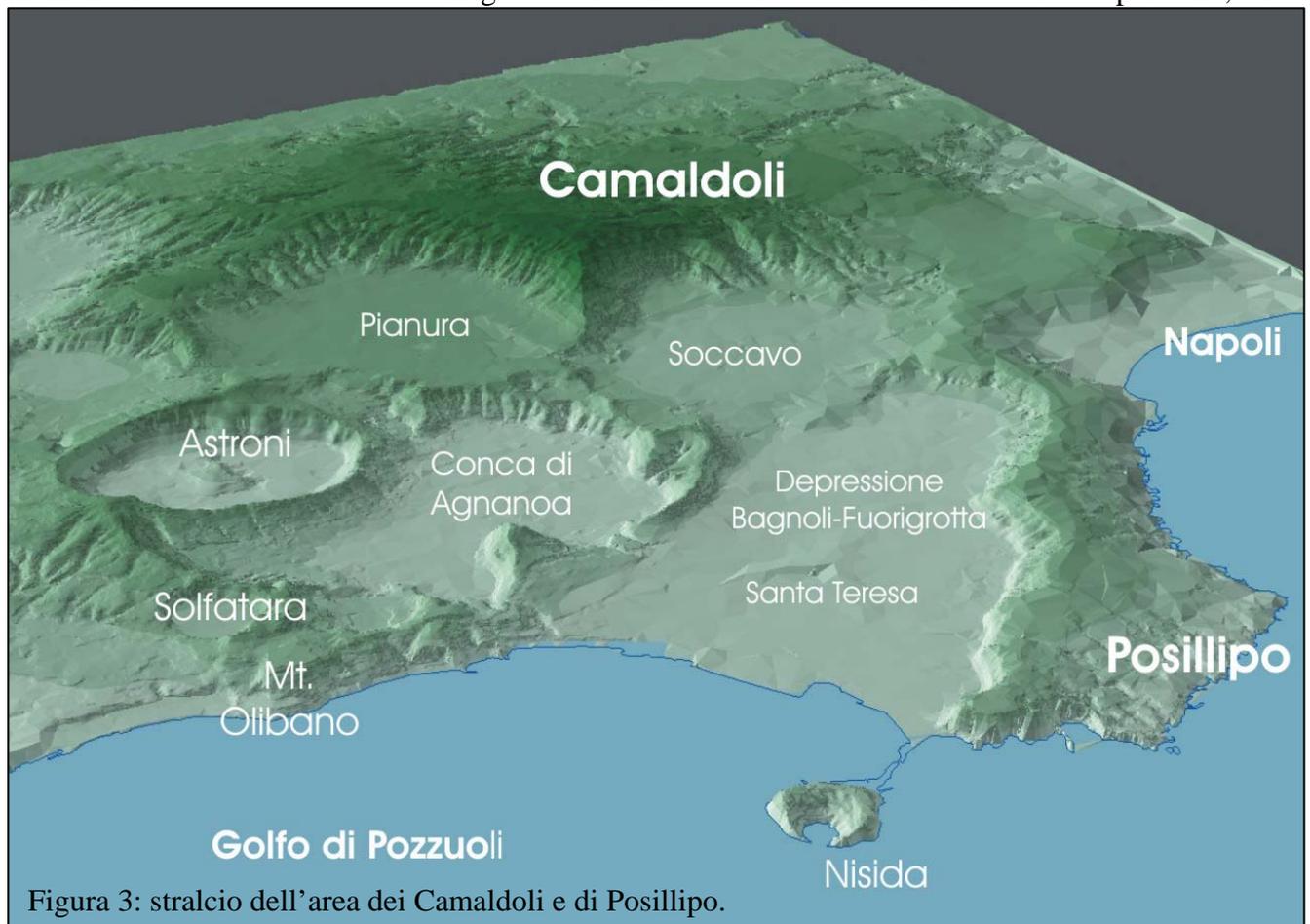


Figura 3: stralcio dell'area dei Camaldoli e di Posillipo.

sembra praticamente emergere dai prodotti piroclastici distali e più recenti dell'attività vulcanica flegrea. La forma originaria del rilievo è stata notevolmente modificata dall'intensa attività estrattiva che lo ha interessato negli ultimi anni (vedi figura 1).

Verso ovest l'unica testimonianza del collasso vulcano tettonico è testimoniata dal versante di faglia che costituisce il lato orientale dell'alto morfostrutturale del Monte di Cuma. Anche lungo questo versante, come descritto nel capitolo 2, affiorano in parete il Tufo Giallo Napoletano e prodotti vulcanici più antichi.

Infine verso sud-ovest Monte di Procida è bordato da un versante di faglia caratterizzato lungo il tratto nord-orientale da pareti molto acclivi, che viene interpretato come bordo relitto della caldera flegrea (vedi figura 1 e 2).

Nella zona meridionale invece la caldera flegrea è sommersa e costituisce l'attuale Golfo di Pozzuoli.

### 3.2.1.2 GLI EDIFICI VULCANICI

Come precedentemente detto l'attività vulcanica interna alla caldera flegrea è di età inferiore a 12 ky. Attualmente sono riconoscibili le morfologie di almeno una trentina di edifici vulcanici monogenici risultato di un'attività prevalentemente esplosiva e si riconoscono le morfologie di almeno quattro eventi effusivi. Questi edifici vulcanici formano molteplici incastri, con forme che vengono in parte obliterate e coperte da quelle più recenti, che nella maggior parte dei casi, risultano meglio conservate. La successione degli eventi vulcanici ha generato un complesso "puzzle" che alcune volte risulta di difficile interpretazione.

Gli edifici vulcanici risultano spesso allineati e sembrano seguire i lineamenti arcuati che rispecchiano



probabilmente in superficie l'andamento delle fratture che hanno generato il collasso vulcano tettonico della caldera flegrea: sono un esempio l'allineamento nordovest-sudest degli edifici vulcanici di Capo Miseno, di Porto Miseno, di Bacoli, dei Fondi di Baia e Mofete (figura 4) e della cinta craterica individuata a nord dai resti di edifici vulcanici di Montagna Spaccata, San Martino e Pisani (figura 5). In letteratura non è ben spiegato perchè questi allineamenti vengono interpretati come i limiti della caldera attribuita all'eruzione del Tufo Giallo Napoletano.

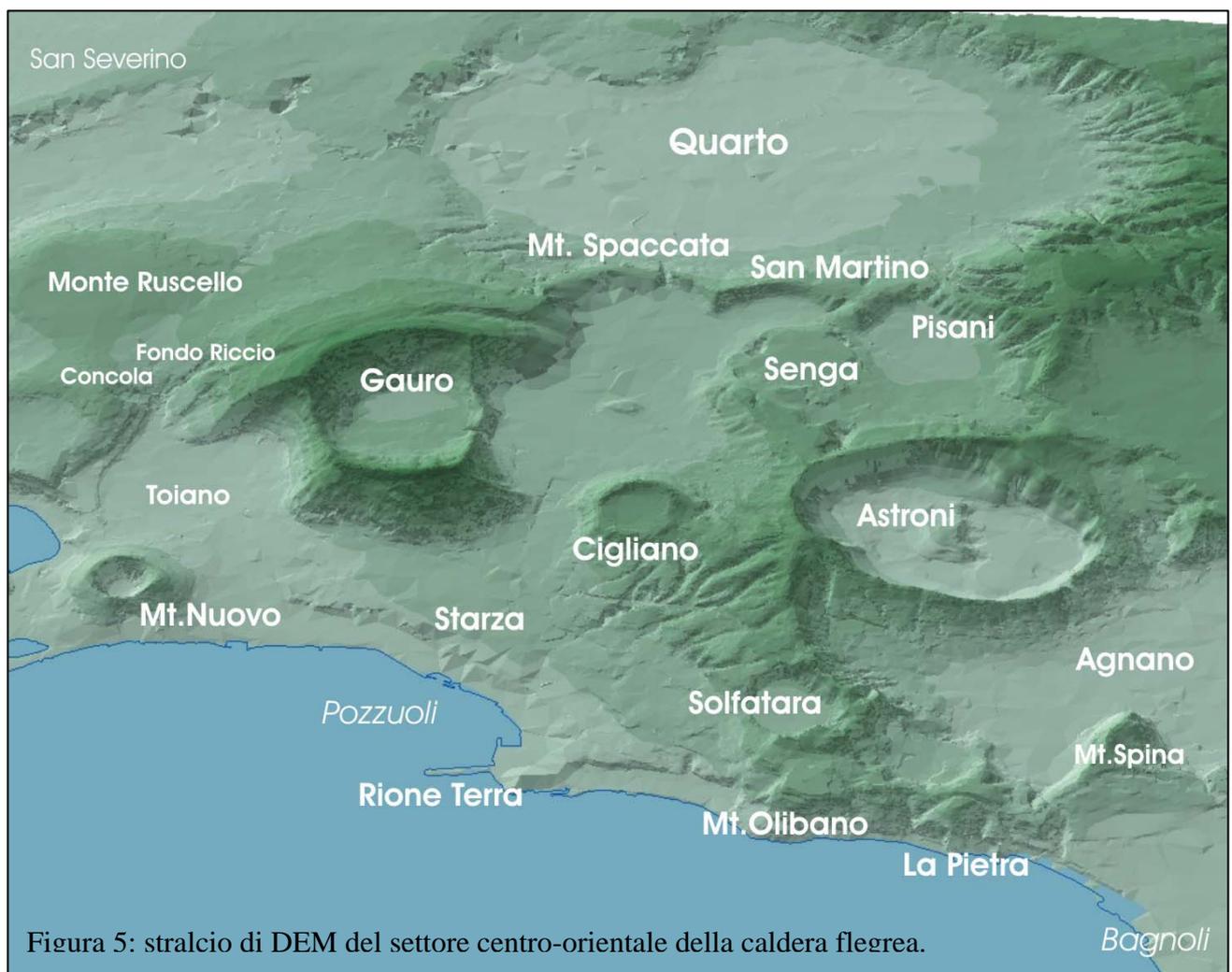
Come noto da letteratura l'attività vulcanica più antica si è sviluppata nel settore sud-occidentale della caldera flegrea e ha subito una migrazione nel tempo verso l'area orientale.

Gran parte delle tipologie dei vulcani individuati, in base ai prodotti piroclastici che li costituiscono e alla loro forma, sono di tipo tuff-cone o tuff-ring, caratterizzati da fianchi esterni non molto ripidi e depressioni crateriche centrali ben definite; non mancano esempi di scoria-cone e duomi lavici.

Le morfologie più antiche, riferibili alla prima epoca che va da 12 ky a 9.5 ky (secondo la cronostratigrafia Di Vito et al., 1999), si individuano perlopiù attraverso la presenza di orli vulcanici relitti. I vulcani di questa fase sono in prevalenza costituiti da tufo giallo.

Parte di questi edifici vulcanici è stata parzialmente obliterata dalla nascita di edifici vulcanici più recenti, come nel caso dei tuff-cone di Bellavista, tagliato dal più recente Fondi di Baia, Torre Cappella e Contrada Murera (vedi figura 4), quasi completamente smantellato dai successivi tuff-cone del vulcano di Baia e dal tuff-ring dell'Archiaverno.

Un'altra parte è stata invece fortemente erosa dall'azione del mare. Ne sono un esempio il tuff-ring di Porto Miseno, di cui restano solo l'orlo settentrionale, attualmente isolato dalla terra ferma e in forte erosione, e l'orlo sud-occidentale, protetto a sud da Capo Miseno, che ospita al suo interno una baia dal caratteristico andamento planimetrico circolare (vedi figura 4); i tuff-cone di Bacoli, Baia,



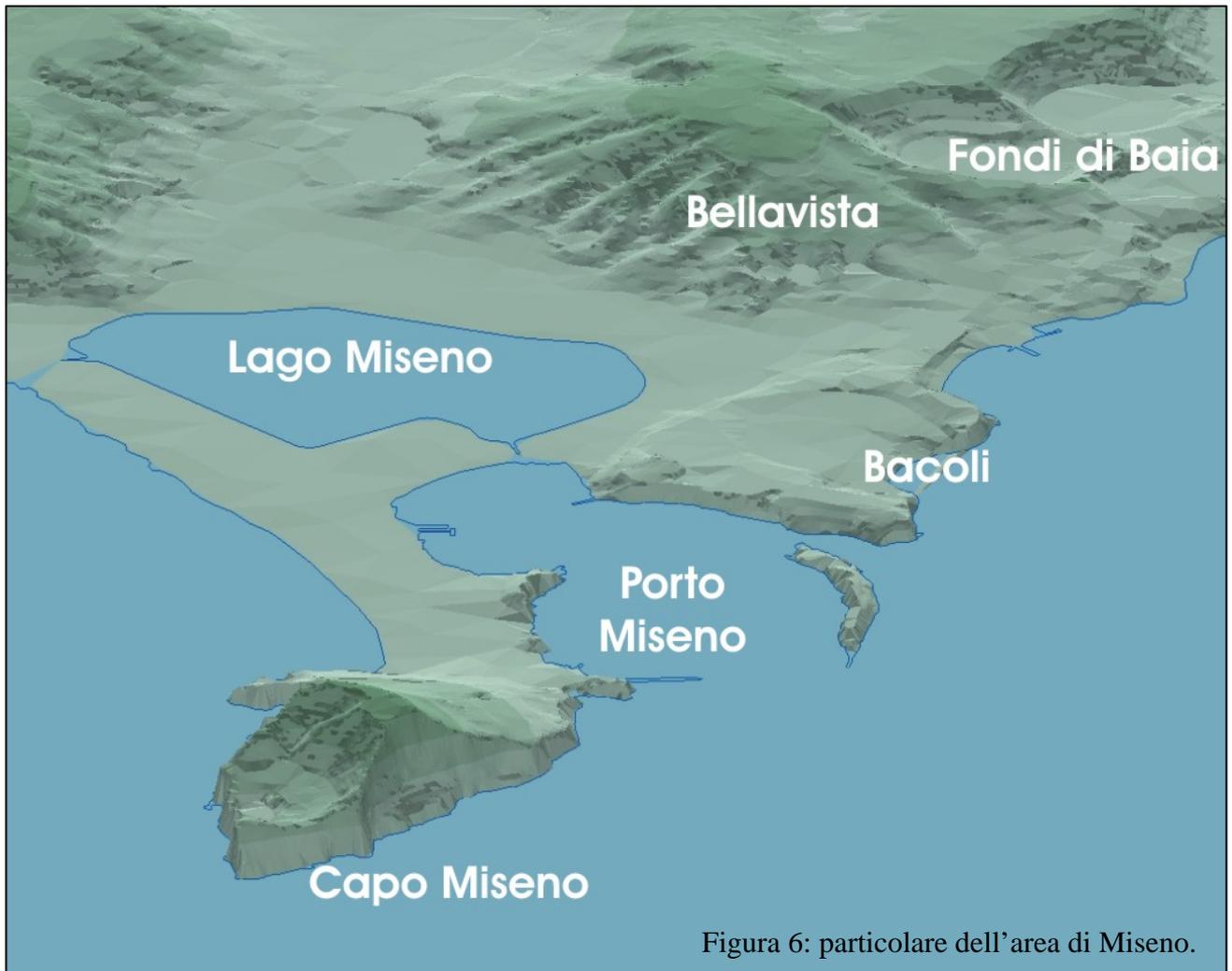


Figura 6: particolare dell'area di Miseno.

Contrada Murera, Rione Terra e La Pietra risultano tutti parzialmente smantellati lungo il versante esposto all'erosione del mare, con morfologie ulteriormente modellate durante la fase di sommersione che hanno subito in seguito alla loro formazione; poco resta invece del piccolissimo tuff-cone di Santa Teresa, smantellato oltre che dagli agenti naturali anche dalla più recente azione distruttrice dell'uomo (vedi figura 2 e 3).

Altrettanto antichi sono i tuff-cone del Gauro e Capo Miseno, ma costituiscono delle eccezioni agli edifici vulcanici appena descritti. Il Gauro costituisce ancora oggi l'elemento dominante di questo settore; ciò è dovuto prevalentemente alle sue grandi dimensioni (si stima che in origine avesse una base del diametro di circa 4 km) nonostante la sua originale morfologia sia stata ridimensionata oltre che per la presenza di fratture anche per l'azione di modellamento del mare che lo ha lambito per diverse migliaia di anni (vedi figura 5).

Il tuff-cone di Capo Miseno è invece stato per gran parte distrutto dall'erosione costiera; questo processo è stato facilitato, anche in questo caso, dalla presenza di fratture ed ha lasciato intatto solo il versante settentrionale, generando così uno stupendo spaccato della sua struttura interna, poichè è visibile il caratteristico andamento quaquaversale degli strati che costruiscono l'edificio tufaceo (figura 6).

Nella zona occidentale del Gauro è evidente una morfologia circolare abbastanza ben definita che costituisce la morfologia sepolta del tuff-ring di Monte Ruscello (vedi figura 4).

Un'altro grosso edificio vulcanico è il tuff-ring dell'Archiaverno, che attualmente risulta parzialmente coperto dall'edificio vulcanico dell'Averno; la sua originale morfologia è di forma ellittica, con asse maggiore in direzione nordest-sudovest, anche; i rilievi risultano molto addolciti perchè ricoperti da depositi piroclastici successivi, soprattutto quelli dell'Averno (vedi figura 4).

Della stessa fase, ma successivi, sono il cono di tufo di Nisida, e di Pisani e i coni di scorie di Montagna Spaccata e Concola e Fondo Riccio. Nisida costituisce attualmente l'omonima isola; conserva la caratteristica forma a cono e presenta l'orlo sud-occidentale aperto dal mare che all'interno del cratere ha generato una piccola baia circolare (figura 7). Gli edifici vulcanici di Montagna Spaccata e Pisani conservano intatto solo gli orli settentrionali anche in questo caso in seguito ad una ingente fase erosiva subita ad opera dell'azione del mare. I piccoli cono di Concola e Fondo Riccio si sono invece impostati rispettivamente lungo il fianco dell'Archiaverno e del Gauro, trapanando letteralmente la coltre tufacea depositata da questi ultimi; da un punto di vista morfologico Fondo Riccio si configura come un piccolo bastione di scorie e Concola come un piccolo cratere (figura 5).

Appartengono alla seconda epoca (8.6-8.2 ky) i cono di tufo dei fondi di Baia, due vulcani coevi che sono caratterizzati da una particolare morfologia ad otto, tagliata lungo l'orlo settentrionale da una paleofalesia (figura 4). Della stessa epoca i cono di tufo di Pigna San Nicola e Costa San Domenico, che presentano entrambi i fianchi erosi da un'antica linea di costa e che costituiranno rispettivamente il bordo nord-orientale e sud-orientale della futura cinta policraterica di Agnano (figura 8). Alla stessa fase inoltre appartiene il cono di tufo di San Martino, praticamente incastrato tra Montagna Spaccata e Pisani e parzialmente obliterato dal più recente tuff-cone del Senga o Fossa Lupara (vedi figura 5).

Alla terza epoca (4.8-3.8 ky) sono riferibili la maggior parte degli edifici vulcanici del settore orientale, ad eccezione dell'Averno e del Monte Nuovo. Il tuff-cone di Cigliano rappresenta uno dei meglio conservati, con fianchi esterni non molto ripidi, che progradano in maniera regolare verso la piana circostante, e ed è caratterizzato da una depressione craterica centrale dal fondo piatto; il suo fianco sud-orientale denuncia la presenza di un lineamento strutturale(vedi figura 5). Il cono di tufo di

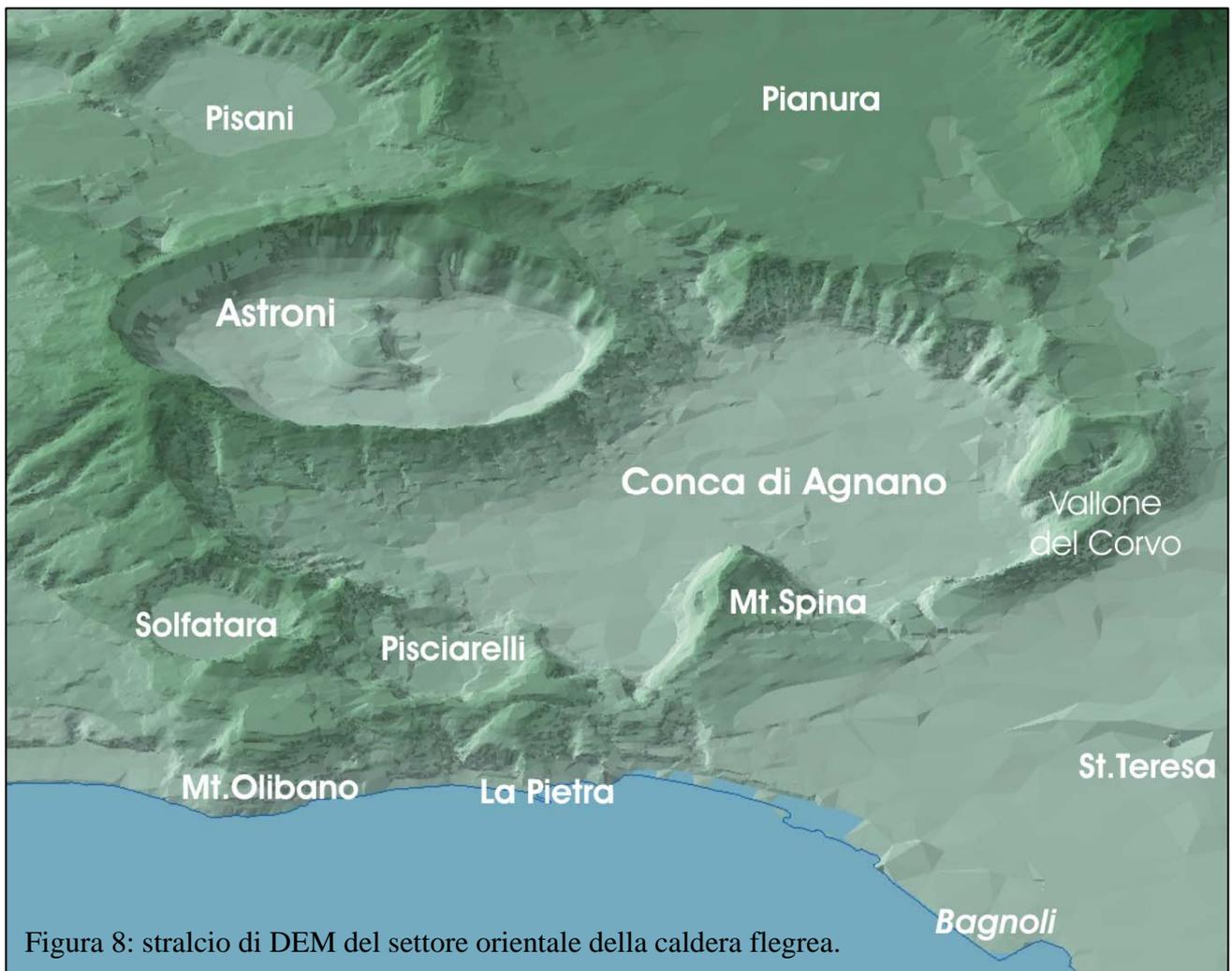


Figura 7: particolare dell'area di Posillipo.

Monte Sant'Angelo costituisce invece l'edificio vulcanico che va a chiudere la parte est della cinta policroterica di Agnano e risulta per gran parte deformato dal collasso vulcano tettonico che interessa l'area in seguito all'eruzione nota in letteratura come Agnano-Monte Spina. Questa eruzione è preceduta da una fase effusiva che porta alla formazione di un piccolo domo di lava alla base del rilievo di Monte Spina e successivamente determina la formazione degli orli occidentali della conca. Tagliano il bordo sud-occidentale della conca di Agnano i duomi di lava dell'Accademia e del Monte Olibano e il cono di tufo della Solfatara (figura 8). I due duomi lavici sono probabilmente coevi e si sono formati lungo lo stesso sistema eruttivo. La cupola dell'Accademia è formata da un duomo principale da cui si sono dipartiti due piccoli flussi di lava, uno dei quali ha coperto il terrazzo della Starza (questo contatto è attualmente non più visibile); verso sud-est è coperto da depositi di breccia dovuti all'attività freatomagmatica che ha preceduto l'emissione della lava. Le lave del Monte Olibano, sono visibili nelle cave di trachite, ormai dismesse, presenti prevalentemente lungo i suoi fianchi meridionali.

Il cono della Solfatara ha invece perforato le lave dell'Accademia; i prodotti di trapanazione, costituiti da blocchi di frammenti di lava a spigoli vivi, sono visibili lungo uno dei fianchi meridionali dell'Olibano; la forma di questo cono è marcatamente sub-trapezoidale, a denunciare il forte controllo strutturale dovuta alla presenza di faghi lungo i fianchi in direzione sudest-nordovest e nordest-sudovest; attualmente rappresenta l'unico vulcano allo stato solfatarico dell'area flegrea.

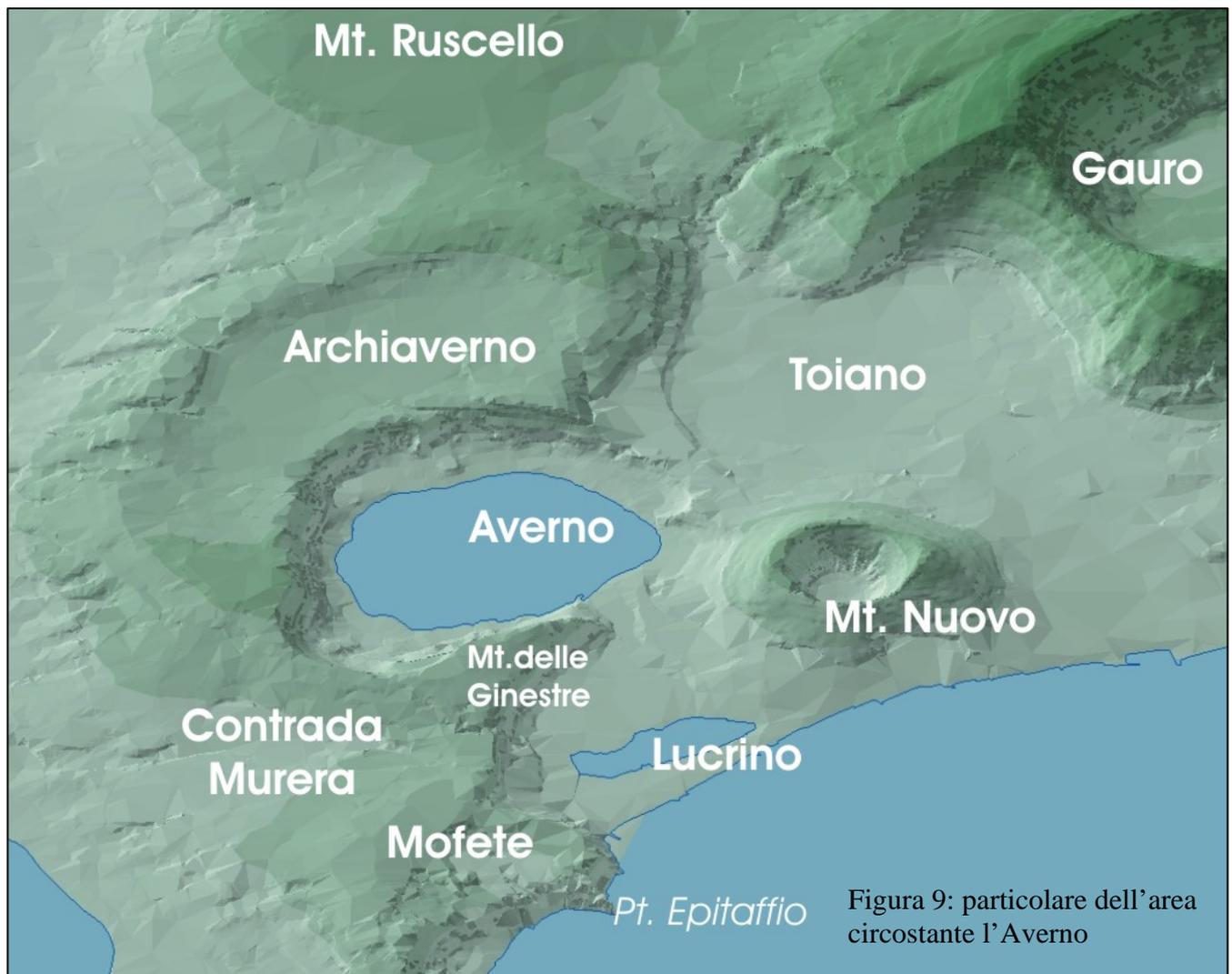
A nord il tuff-ring degli Astroni rappresenta il più grande e meglio conservato; la sua formazione è stata preceduta dall'emissione delle lave che hanno formato la cupola della Caprara; il fondo ospita un piccolo lago freatico, noto con il nome di Lago Grande, il bastione di scorie del Colle Imperatrice e il cono di Scorie del Colle Rotondella, che segnano la fase finale dell'attività vulcanica degli Astroni. A



nord-ovest è presente il tuff-cone del Senga, la cui morfologia a coni concentrici descritta in letteratura è stata completamente obliterata da opere antropiche di sbancamento (vedi figura 8).

Nel settore occidentale invece il tuff-ring dell'Averno si è impostato lungo il bordo sud-orientale dell'Archiaverno, e presenta il fianco sud-orientale obliterato dall'erosione del mare; il fianco meridionale noto con il nome di Monte della Ginestra rappresenta un orlo relitto dell'edificio vulcanico dell'Archiaverno, in quanto costituito totalmente dai suoi prodotti; attualmente il fondo del cratere ospita un lago vulcanico, formatosi per affioramento della falda idrica.

Ultima eruzione è quella che ha portato alla formazione del Monte Nuovo, un cono di scorie caratterizzato da fianchi esterni piuttosto ripidi e un fondo craterico ben definito; per la sua giovane età è anche la morfologia meglio conservata; presenta l'orlo meridionale ribassato perché è stato interessato, in seguito alla sua formazione, da una piccola fase di collasso vulcano-tettonica (vedi figura 9).



### 3.2.1.3 LE DEPRESSIONI VULCANO TETTONICHE

Le depressioni vulcano tettoniche presenti all'interno della caldera flegrea si configurano come depressioni intra-crateriche e inter-crateriche; nella maggior parte dei casi esse sono state rimodellate dall'ingressione del mare che l'area ha subito successivamente alla fase di calderizzazione, e sono state aggragate dalla continua deposizione di materiale piroclastico prodotto dall'attività vulcanica.

A nord la forma sub-circolare della depressione di Quarto rappresenta un grande cratere di esplosione, che ha contribuito alla definizione dell'area calderizzata, le cui morfologie risultano parzialmente sepolte e coperte dai depositi vulcanici flegrei successivi (vedi figura 1).

Le depressioni di Pianura e Soccavo si trovano ad una quota rispettivamente di 160 e di 80 m slm e sono delimitate, lungo il lato settentrionale, dai ripidi versanti dei Camaldoli e, lungo il lato meridionale, da un gradino morfologico che le separa dalla piana di Agnano e dalla depressione di Bagnoli Fuorigrotta. Come noto in letteratura da perforazioni profonde, qui il fondo della caldera si trova a più di cento metri al di sotto del piano di campagna attuale, per cui le due piane rappresentano l'espressione morfologica superficiale della depressione vulcano tettonica originatasi in seguito alla formazione della caldera flegrea e che ha subito un'aggradazione continua dovuta alla deposizione dei prodotti vulcanici distali e prossimali degli edifici vulcanici più recenti (vedi figura 1).

La depressione che costituisce il fondo della piana di Agnano, rappresenta, come detto precedentemente, una depressione vulcano tettonica generatasi in seguito all'eruzione di Agnano-Monte Spina; rappresenta quindi una caldera nella caldera e potrebbe costituire a piccola scala ciò che è avvenuto alla caldera flegrea. La depressione è bordata, tranne che lungo il lato nord-occidentale, da ripide pareti interne, che si configurano come scarpate di faglia; lungo i fianchi orientali e nord-orientali l'intensa azione di erosione torrentizia subita dai versanti successivamente al collasso, ha portato alla formazione di "classiche" faccette triangolari (vedi figura 8).

Sia la piana di Agnano che quella di Quarto hanno subito interventi di bonifica tra la fine del 1800 e gli inizi del 1900.

L'area depressa, presente immediatamente ad est del cratere Senga, rappresenta una depressione vulcano tettonica intra-craterica, successivamente rimodellata e ampliata dall'azione del mare. Immediatamente ad ovest è chiaramente visibile, con andamento nord-sud la depressione della piana di San Vito, risultato della fusione della depressione craterica del vulcano di Montagna Spaccata, San Martino e della depressione che borda il versante est del Gauro, la cui formazione è stata facilitata dalla presenza di fratture che hanno interessato i suoi fianchi; anche in questo caso l'azione del mare ha spianato ed ampliato l'area (vedi figura 5).

Infine, la piana del Toiano, tra il versante occidentale del Gauro e gli edifici dell'Archiaverno e dell'Averno, e l'area depressa immediatamente antistante quest'ultimo, si configurano come depressioni vulcano-tettoniche di origine inter-craterica (vedi figura 9).

### 3.2.2 LE MORFOLOGIE COSTIERE

L'area flegrea è caratterizzata dalla presenza di aree costiere sia impostate su un substrato roccioso, costituito in prevalenza da depositi tufacei, sia impostate in corrispondenza di aree depresse e/o pianeggianti che hanno favorito la formazione di pianure costiere.

Nel primo caso le morfologie costiere sono caratterizzate dalla presenza di coste alte che in alcuni casi si configurano come vere e proprie falesie attive, in cui i processi predominanti sono essenzialmente di carattere erosivo. Nel secondo caso prevale la sedimentazione che porta alla formazione di una fascia costiero-dunare bassa e sabbiosa.

#### 3.2.2.1 LE COSTE ROCCIOSE

Le coste rocciose flegree si sviluppano perlopiù su substrato tufaceo; si configurano come vere e proprie falesie nei punti in cui il tufo si presenta compatto e molto litificato. E' il tipo di costa che caratterizza il versante esterno della dorsale posillipina che affaccia sul Golfo di Napoli e che da Mergellina si protrae fino a Capo Posillipo e Coroglio. Questo tratto di costa si imposta completamente su substrato di Tufo Giallo Napoletano ed è costituito da un primo tratto, che si protrae da Mergellina fino a Capo Posillipo, che si sviluppa in direzione NNE-SSO, prosegue fino all'isolotto della Gaiola con direzione NE-SO e nell'ultimo tratto, fino a Coroglio assume un andamento NO-SE (vedi figura 7).

Lungo il primo tratto la costa è molto urbanizzata, con edifici e ville residenziali che si dispongono lungo il pendio che prograda dolcemente verso mare. Come già descritto in dettaglio nel capitolo 2, questo tratto è stato notevolmente modificato dalla mano dell'uomo già durante il periodo romano: lo testimoniano la presenza di numerose cave di tufo (foto 1) usato fin in tempi recenti come materiale edilizio. La costa è quindi costellata dalla presenza di numerose grotte artificiali, spesso con il



caratteristico profilo trapezoidale e in alcuni tratti le pareti sub-verticali presenti sono da considerarsi sempre il risultato di opere di escavazione artificiale. A luoghi sono presenti piccole insenature, che si alternano ad altrettanto piccoli promontori e che rappresentano il risultato dell'intensa azione di erosione lineare che agisce sul tenero tufo e che deposita in prossimità delle cale i detriti erosi, generando dei piccoli arenili.

Superato lo Scoglio di Pietra Salata inizia un tratto di costa meno abitato, in cui è possibile stimare meglio l'andamento del substrato. Nel tratto terminale il tufo è intagliato a falesia dal mare e si presenta variamente frastagliato (foto 2), senza raggiungere però quote rilevanti. Lungo costa si possono osservare bene le strutture stratificate del Tufo Giallo Napoletano, continuamente rielaborate dal moto ondoso. Numerose sono inoltre le testimonianze di variazione del livello del mare che quest'area ha subito in epoca recente (descritte in dettagli nel capitolo 2).

Proseguendo verso sud-ovest si giunge nei pressi degli isolotti della Gaiola, caratterizzati da una superficie sommitale pianeggiante di chiara origine antropica e su cui sorge una villa disabitata.

Superata la Gaiola si arriva nel tratto di costa che raggiunge l'altezza massima e che si configura come vera e propria falesia attiva (foto 3). In questo tratto il mare ha profondamente eroso il Tufo Giallo, e in alcuni punti il processo di morfoselezione operante sul substrato roccioso, ha messo in evidenza

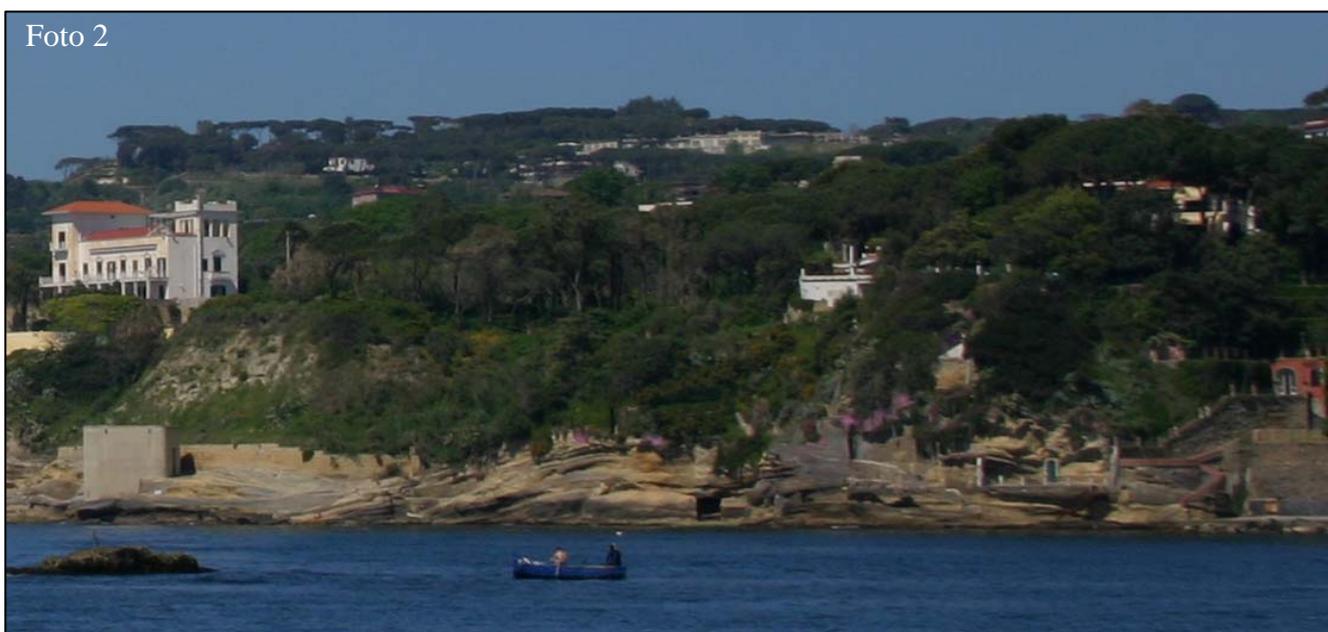


Foto 3



lombi di tufi più antichi determinando morfologie caratterizzate da sottili bracci arcuati, che seguono le paleomorfologie degli edifici vulcanici ormai distrutti, che si protendono verso mare e costruiscono le caratteristiche baie di Trentaremi e Cala Badessa. Lungo la falesia si possono inoltre osservare sovente le caratteristiche morfologie di erosione esercitate dagli agenti eolici e marini (foto 4). Sono inoltre presenti soprattutto lungo questo tratto di costa alta, numerose tracce di processi franosi di crollo che favoriscono l'evoluzione naturale della falesia.

L'isola di Nisida immediatamente antistante Capo Posillipo, presenta tutti i lati erosi dal mare a mò di falesia attiva, rendendo visibili le strutture interne (foto 5).

Coste a falesia nell'area flegrea sono presenti

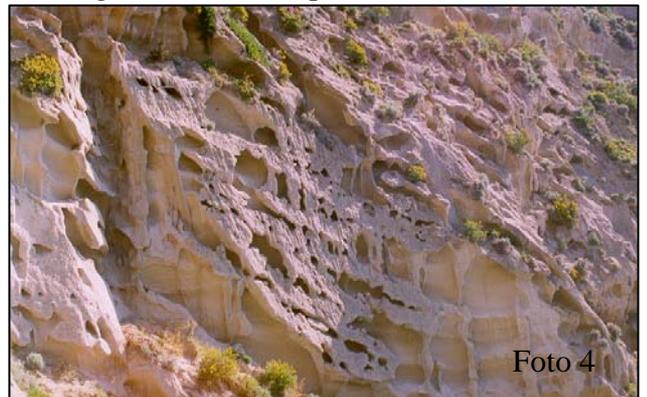


Foto 4

Foto 5



Foto 6



inoltre lungo il tratto che delimita Punta Epitaffio (foto 6), lo sperone tufaceo del vulcano di Baia (foto 7) e lungo il tratto che limita ciò che resta del cono di tufo di Capo Miseno; anche in questo caso la presenza di un substrato tufaceo ben litificato ha permesso la delimitazione di una costa con altezze abbastanza rilevanti e che nel caso di Capo Miseno, come già detto, mette in evidenza la struttura interna dell'edificio vulcanico.

Nel tratto di costa compreso tra Bacoli e Porto Miseno, il mare lambisce gli edifici vulcanici, delineando morfologie costiere rocciose basse. A Porto Miseno il mare si insinua all'interno dell'edificio vulcanico e forma una insenatura dal caratteristico profilo circolare (vedi figura 4).

Coste alte a falesia sono presenti anche lungo i versanti che delimitano a mare il rilievo di Monte di Procida e lungo i quali l'azione erosiva del mare ha messo in evidenza la successione dei depositi

Foto 7



Foto 8



piroclastici che compongono la falesia (foto 8); attualmente il tratto meridionale è protetto da una scogliera frangiflutti, che limita l'opera distruttrice del mare.

Quasi tutti i tratti costieri rocciosi sono interessati oltre che dalla presenza di numerose grotte costruite

Foto 9



dalla mano dell'uomo, anche dalla presenza di numerosii sgrottamenti naturali che si sviluppano lungo lineamenti strutturali, giunti di strato e fratture

Foto 10



della roccia tufacea e la cui evoluzione è favorita dai processi di erosione marina. Per l'origine dei rilievi vulcanici e la disposizione quaquaversale dei depositi piroclastici che compongono gli edifici vulcanici, i giunti di strato si dispongono generalmente con orientazione più o meno parallela alla linea di costa, le fratture invece li tagliano trasversalmente. Gli sgrottamenti assumono in questo modo forme diverse: se si sviluppano in prevalenza lungo le fratture che tagliano i depositi tufacei, assumono forme perlopiù fusiformi e allungate in direzione longitudinale; nei casi in cui, nell'evoluzione dello sgrottamento, prevale la componente che segue i giunti di strato, le cavità assumono anche forme trapezoidali irregolari; in alcuni casi le due

componenti si sommano tra loro generando forme più irregolari. Numerosi sgrottamenti si aprono lungo la falesia meridionale di Capo Posillipo, Rione Terra a Pozzuoli e lungo la costa rocciosa di Porto Miseno e Capo Miseno (foto 9); in particolare a Porto Miseno alcuni di essi presentano uno spanciamento laterale, ad una quota di circa 4 m slm, che potrebbe testimoniare la traccia di un livello marino differente dall'attuale (foto 10).

### 3.2.2.2 LE COSTE SABBIOSE

Nel territorio flegreo un caratteristico esempio di costa bassa e sabbiosa è rappresentato dal tratto di costa che costituisce la porzione più occidentale della caldera flegrea, che si sviluppa, in direzione meridiana, dal promontorio di Monte di Procida fino al Lago Patria. Questa costa è caratterizzata da due sistemi di cordoni dunari, di cui il più esterno è alimentato dall'apporto di sedimenti, provenienti prevalentemente dalla piana del Volturno, immediatamente a nord dell'area; la duna più interna è anche la più antica e attualmente risulta stabilizzata da fitta vegetazione. Questo doppio sistema dunare è seguito da una fascia retrodunare, che evolve nell'area di raccordo con i rilievi più interni (vedi figura 2). L'area è stata interessata tra la fine del 1800 e gli inizi del 1900 da un ingente opera di bonifica che ha portato al prosciugamento dell'antica palude costiera di Licola e di cui oggi restano pochissime evidenze.

Un'esempio di piana costiera comprende il tratto di costa immediatamente antistante la Piana di Bagnoli Fuorigrotta. In quest'area però l'originale morfologia del luogo è stata profondamente modificata dall'uomo, in quanto è stata sede fino a pochi decenni fa' dell'industria siderurgica dell'ITALSIDER (vedi figura 7).

Verso ovest, il tratto di costa immediatamente antistante la paleofalesia della Starza è molto antropizzato e caratterizzato perlopiù dalla presenza di scogliere frangiflutti che hanno lo scopo di proteggere i centri abitati.

Il lungomare successivo, da Monte Nuovo fino a Punta Epitaffio, ha piccole spiagge sabbiose limitate alle spalle dai rilievi tufacei.

### 3.2.2.3 EVIDENZE DELLE ANTICHE LINEE DI RIVA

Come già ampiamente trattato nel capitolo 2, lungo la costa flegrea sono presenti numerosissime evidenze di variazioni del livello del mare, erosionali e in minor numero deposizionali, che devono essere attribuite, più che a variazioni del livello eustatico, a movimenti della terraferma ad opera di eventi tettonici legati al vulcanismo e a fenomeni bradisismici.

Tuttora non sono stati ancora effettuati studi di dettaglio per tentare di riordinare e datare queste evidenze. In effetti ciò non è sempre facile in quanto sul territorio sono molto scarsi i depositi marini e se presenti di difficile correlazione, spesso cancellati dall'attività vulcanica o coperti dall'intensa urbanizzazione dell'area; inoltre gli studi di vulcanologia hanno dimostrato che la costa flegrea può essere interessata dai fenomeni bradisismici in maniera disomogenea. A tutte queste motivazioni si aggiunge il fatto che la roccia tufacea, che costituisce tutto il substrato flegreo, non è una litologia particolarmente conservativa come per esempio avviene per i calcari.

Le evidenze morfologiche di antiche linee di riva, visibili anche a scala di minore dettaglio, presenti lungo la costa flegrea si manifestano con morfologie quasi sempre erosive (fanno eccezione le grandi strutture terrazzate di cui ho parlato precedentemente) che tagliano morfologie già esistenti e vengono a formare delle vere e proprie paleo falesie.

E' il caso del promontorio di Cuma, in cui i versanti, ad eccezione di quello orientali, devono la loro acclività al fatto che in passato sono state falesie lambite dal mare; la mancanza di ulteriori evidenze impedisce una sicura attribuzione cronologica per questa linea di costa (figura 2).

Altra linea di riva ben evidente è quella che partendo dallo sperone tufaceo su cui sorge il castello di Baia, taglia il versante settentrionale dei Fondi di Baia e disegna una profonda falcata in direzione settentrionale fino a Punta Epitaffio. Quest'ultima si collega probabilmente alla paleo falesia che si individua lungo il versante esterno del Monte delle Ginestre, che delimita a sud-ovest l'Averno, ed è stata probabilmente lambita più volte dal mare (vedi figura 2).

Altri esempi sono le paleofalesie che tagliano le grandi strutture marine terrazzate della Starza (vedi figura 2) e del terrazzo di Bagnoli-Fuorigrotta (anche se quest'ultima meno evidente) e che vengono in letteratura attribuite a circa 5-4,5 ky (vedi capitolo 2); nel tratto di costa che le separa l'antica linea di costa si segue lungo il versante tufaceo meridionale del vulcano de La Pietra (vedi figura 2). Anche il Monte Olibano, seppur in tempi più recenti, è stato sicuramente lambito dal mare che ha intercettato il versante meridionale, rimodellando anche le precedenti falesie; le cave che interessano i suoi versanti hanno però distrutto completamente l'originale fisionomia.

#### 3.2.2.4 I TERRAZZI MARINI

Il paesaggio flegreo è caratterizzato dalla presenza di due grandi morfologie terrazzate di origine marina: il terrazzo della Starza e il Terrazzo di Bagnoli Fuorigrotta e dei quali ho parlato ampiamente nel capitolo 2.

Si tratta in entrambi i casi di terrazzi deposizionali che si sono formati per l'aggradazione di sedimenti di origine marina, a luoghi fossiliferi, e vulcanoclastiti rimaneggiate; la deposizione è avvenuta durante una fase di ingressione marina, facilitata dai collassi vulcano tettonici e successivamente i depositi sono stati sollevati generando le strutture terrazzate.

L'originaria morfologia di ambedue i terrazzi è stata notevolmente modificata dalla mano dell'uomo perché costituiscono aree molto urbanizzate, per cui risulta spesso difficoltoso definirne i limiti. Sono tuttavia ancora individuabili i limiti interni della massima ingressione raggiunta dal mare, che ha determinato la formazione dei depositi marini.

Nel caso della piana di Bagnoli Fuorigrotta il limite della massima ingressione è stato limitato, lungo il lato orientale, dalle alte pareti tufacee che bordano la dorsale di Posillipo e a nord dal gradino morfologico che la separa dalla piana di Soccavo; successivamente è stata limitata sul lato nord-ovest dai rilievi che delimitano la conca di Agnano, l'accesso al mare è stato chiuso infine da una duna costiera di recente formazione (vedi figura 2).

Il Terrazzo della Starza invece è stato fin dalla sua formazione, limitato a nord dall'edificio vulcanico dell'Gauro, che per un certo periodo ha funto da paleofalesia del mare che ha depositato i depositi marini; la sua originaria estensione doveva essere maggiore di quella attuale con propaggini che si sviluppavano sia verso ovest, dove attualmente sorge il Monte Nuovo che verso nord est, lato chiuso dall'eruzione del Cigliano (vedi figura 2 e 5).

#### 3.2.2.5 I LAGHI COSTIERI

Il paesaggio flegreo è caratterizzato dalla presenza di tre laghi che lungo costa occupano prevalentemente depressioni inter-crateriche. Queste depressioni, una volta occupate dal mare, sono state da esso isolate per la crescita di tomboli sabbiosi e dune costiere. Il loro aspetto attuale è il risultato dei continui cambiamenti che l'area costiera flegrea ha subito in seguito all'interazione mutua tra fenomeni vulcano-tettonici e bradisismici, i processi di dinamica costiera e, in tempi più recenti, l'attività umana.

Il più piccolo di tutti, il Lucrino occupa la depressione vulcano-tettonica immediatamente antistante il lago d'Averno e si è definito solo dopo il 1538, in seguito alla formazione del Monte Nuovo; i prodotti vulcanici hanno facilitato l'isolamento dal mare aperto del piccolo bacino lacustre e la definizione dell'attuale morfologia (vedi figura 9).

Il Fusaro, lungo il litorale occidentale dell'area flegrea, rappresenta invece il classico lago costiero; ha una caratteristica forma trapezoidale e occupa un'area costiera poco profonda, ubicata tra il rilievo di Torregaveta e il Monte di Cuma. È separato dal mare da una duna costiera il cui sviluppo è stato favorito, intorno a circa 6 ky, dalla stabilizzazione del livello attuale del mare e dalla deposizione degli apporti sedimentari del fiume Volturno (la cui piana si sviluppa ad una ventina di chilometri più a nord) con deriva litoranea in direzione nord-sud. Il lago è collegato attualmente al mare aperto da tre canali artificiali che favoriscono la circolazione e il ricambio dell'acqua.

Il lago Miseno si è formato nell'area tra Monte di Procida e gli edifici vulcanici di Bacoli, Porto Miseno e Capo Miseno; è limitato, tranne che nel tratto meridionale, dal substrato tufaceo degli edifici

vulcanici che lo circondano e dai depositi di colmamento più recenti; verso sud ha favorito lo sviluppo dello specchio lacustre la formazione di un tombolo sabbioso che si è cominciato a depositare anch'esso in seguito alla stabilizzazione del livello del mare attuale. Il lato orientale comunica con il piccolo golfo di Porto Miseno attraverso un canale artificiale (vedi figura 4).

### 3.2.3 LE MORFOLOGIE FLUVIALI

Su tutto il territorio flegreo non esistono delle vere e proprie forme fluviali dovute al deflusso superficiale delle acque.

Le forme più diffuse sono perlopiù morfologie generate da fattori esogeni, prevalentemente dovuti all'azione erosiva delle acque meteoriche di scorrimento superficiale, che, agendo in punti in cui il substrato tufaceo si presenta più tenero o seguendo lineamenti strutturali preferenziali, determina la formazione di valloni di erosione torrentizia che convogliano le acque di deflusso nelle piane antistanti.

E' il caso dei valloni che si trovano lungo i rilievi che bordano la piana di Agnano, il Cavone degli Sbirri, il Vallone del Corvo e l'alveo in approfondimento tra il versante che borda Pigna San Nicola e il versante orientale degli Astroni, che costituiscono veri e propri alvei incassati tra gli edifici vulcanici (vedi figura 2 e 8).

Morfologie erosive di deflusso superficiale lineare sono evidenti anche lungo il versante sud-orientale della dorsale di Posillipo; si generano in questo modo valloni che lungo costa sfociano in piccole calette alimentate dai detriti erosi lungo la scarpata tufacea.



Valloni di erosione torrentizia sono inoltre presenti lungo il versante orientale della Collina dei Camaldoli, con il Vallone del Castellaccio e il Vallone del Verdolino (vedi figura 2). Questi due valloni convogliano le acque di deflusso superficiale nella piana di Soccavo e poi nell'alveo noto

in letteratura con il nome di Arena Sant'Antonio, sul lato sud-ovest della piana di Soccavo, nei pressi della Loggetta-Terracina; l'alveo attraversava in direzione meridiana la piana di Bagnoli Fuorigrotta, sfociando nei pressi di Coroglio. Attualmente il suo tracciato non è più individuabile su carta, perché coperto dalle opere antropiche (strade ed edifici); il suo percorso naturale è stato infatti coperto e deviato, divenendo un collettore delle acque reflue cittadine con sfocio nei pressi di Coroglio.

Recentemente uno scavo effettuato per la realizzazione della nuova linea metropolitana, nell'area di Fuorigrotta, a Piazzale Tecchio, ha intercettato il paleo alveo dell'Arena Sant'Antonio (comunicazione personale del Dott. Amato Vincenzo). La stratigrafia presente conferma il carattere

torrentizio del corso d'acqua che attraversava longitudinalmente la piana di Bagnoli Fuorigrotta. Il taglio effettuato mette in evidenza l'esistenza di un di un canale ben definito e letti di depositi alluvionali che ne scandiscono le fasi di piena e di magra e che rimaneggiano depositi piroclastici preesistenti. Il canale è coperto, nella parte basale, da un deposito di pomici chiare, attribuito all'eruzione di Astroni 3 (3.8 ky). Inoltre uno scavo archeologico di emergenza che si sta realizzando ha permesso il recupero, all'interno dei depositi, di frammenti di ceramica che testimoniano l'esistenza di un sito di frequentazione antropica dell'età del bronzo (foto 11).

Nell'area flegrea sono inoltre presenti alcuni versanti che hanno sviluppato, seppur in maniera limitata, un reticolo idrografico di tipo radiale. E' il caso del versante orientale della piana di Quarto caratterizzato da erosione lineare centripeta che ha portato alla deposizione alla base dei canali di un elevato numero di conoidi alluvionali. Forme di erosione lineare di tipo centrifugo interessano invece il versante meridionale dell'edificio vulcanico di Bellavista (figura 6).

### 3.2.4 LE FORME GRAVITATIVE

La maggior parte dei versanti degli edifici vulcanici flegrei è interessato da processi franosi e fenomeni di denudazione che comprendono soprattutto frane da crollo, scorrimenti superficiali e frane complesse.

I crolli sono perlopiù dovuti alla presenza di fratture superficiali che interessano il substrato tufaceo, che ulteriormente logorato dagli agenti esogeni determina l'isolamento di grandi e piccoli blocchi di roccia.

Gli scorrimenti coinvolgono invece la coltre di alterazione superficiale della roccia tufacea. Le frane complesse, che sono anche le più frequenti comprendono entrambi i processi.

Il ruolo decisivo per l'innescio dei fenomeni franosi è svolto dalle precipitazioni meteoriche, soprattutto in occasione di eventi eccezionali d'intensità particolarmente elevata.

Le frane da crollo interessano i substrati tufacei maggiormente litificati e riguardano in modo particolare il tufo giallo. Sono quindi molto frequenti lungo i versanti degli edifici di tufo giallo, i quali sono spesso caratterizzati da forte acclività: si pensi al Gauro e al versante interno alla depressione di Bagnoli della dorsale di Posillipo. Lungo il versante della Collina dei Camaldoli, fenomeni da crollo interessano oltre che il tufo giallo anche depositi precedenti ad esso.

I crolli che invece interessano i tratti di costa a falesia di Posillipo, Terra Murata, Baia e Capo Miseno, rientrano nei naturali processi di evoluzione che interessano le aree costiere alte e rocciose, in cui, oltre alle suddette cause, entra in gioco anche l'azione erosiva del moto ondoso.

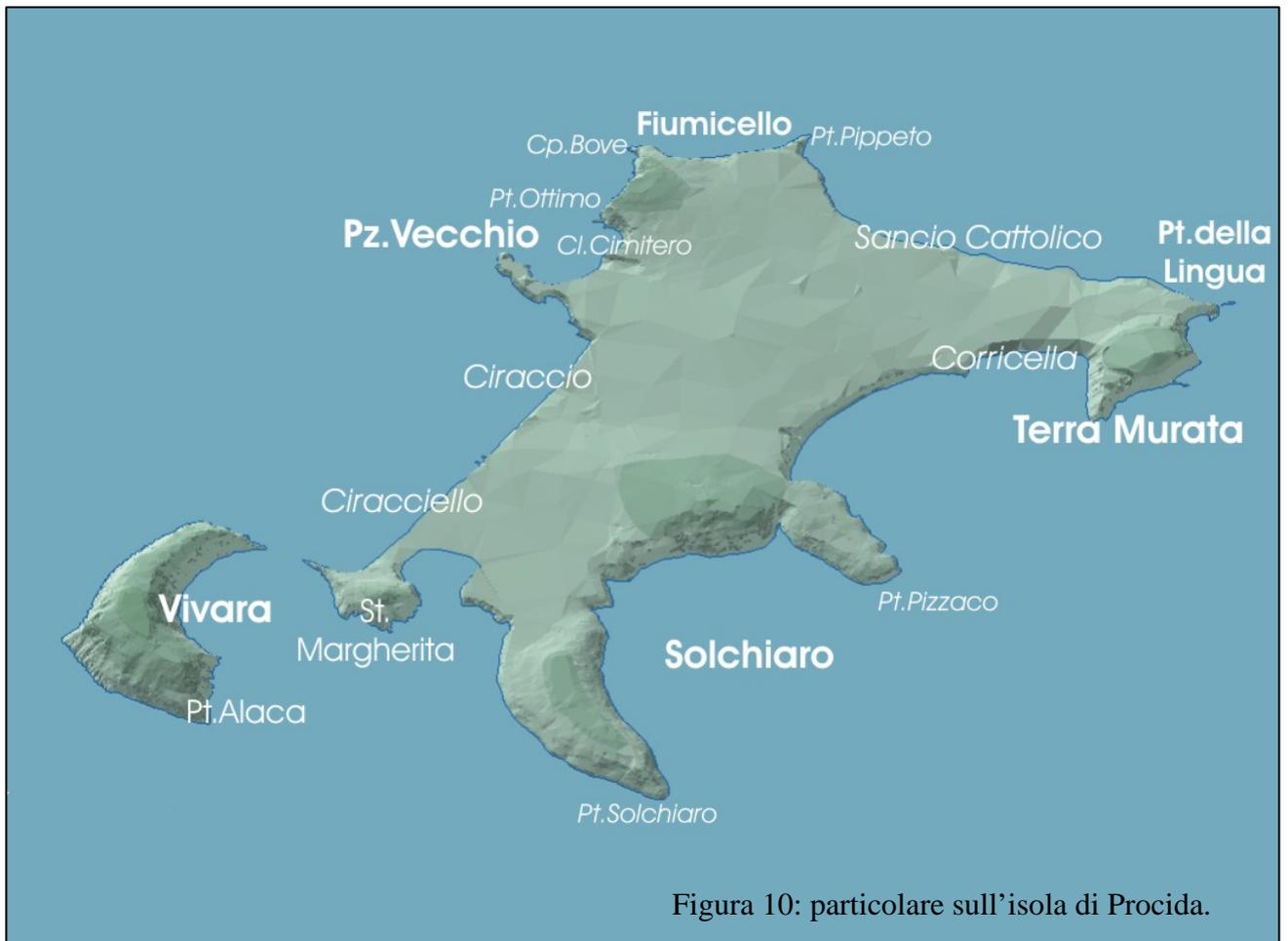
Le altre tipologie di fenomeni gravitativi, scorrimenti e frane complesse, interessano gran parte dei versanti interni ed esterni degli edifici vulcanici flegrei, che sono caratterizzati da acclività meno elevata dei precedenti casi e interessano in particolare: i versanti dei Camaldoli e della Piana di Quarto, i versanti della conca di Agnano e degli Astroni, Pisani e Montagna Spaccata, l'Averno, il versante interno del cratere di Monte Nuovo e la falesia di Monte di Procida.

### 3.2.5 CONSIDERAZIONI SULLA GEOMORFOLOGIA DELL'ISOLA DI PROCIDA

Come già detto nel capitolo 2, l'isola di Procida è il risultato dell'anastomizzazione di almeno cinque edifici vulcanici, di cui uno è costituito dall'isola di Vivara, collegata ad essa attraverso un pontile (figura 10).

Questi edifici vulcanici testimoniano un periodo di attività vulcanica più antica dei Campi Flegrei in senso stretto. Avrebbero in principio costituito un piccolo campo vulcanico, che è stato riempito successivamente dai prodotti piroclastici dei vulcani in situ e soprattutto di quelli provenienti dai vicini centri eruttivi, sia ischitani che flegrei; ciò avrebbe contribuito alla configurazione di una morfologia prevalentemente bassa e pianeggiante.

Anche se la morfologia generale dell'isola non presenta disegni articolati, non si può affermare lo stesso per le forme costiere.



Il litorale dell'isola è caratterizzato dalla presenza di una costa a falesia perlopiù bassa e rocciosa, che raggiunge il punto di elevazione massimo a Punta Alaca, presso Vivara, con una quota di circa 100 m slm; lungo costa, in alcuni casi, l'erosione del mare ha sventrato gli originari edifici vulcanici, generando tondeggianti baie.

E' il caso della baia di Solchiaro, lungo il lato sud-est dell'isola, in cui il mare ha praticamente sventrato il settore sud-orientale dell'anello di tufo giallo omonimo e di cui restano due ampie falcate laterali che si protendono dalla terra ferma verso il mare a formare due piccole penisole.

Altra morfologia caratteristica è la forma a mezza luna dell'isola di Vivara (foto 12), sul lato meridionale dell'isola, anch'essa praticamente sventrata dall'erosione del mare nel suo tratto sud-orientale (figura 10); sulla terraferma, il promontorio di Santa Margherita Vecchia costituisce una parte del bordo settentrionale di questo cono di tufo.

Altra caratteristica baia dal profilo tondeggiante è il tratto costiero tra Punta Ottimo e Punta Serra,



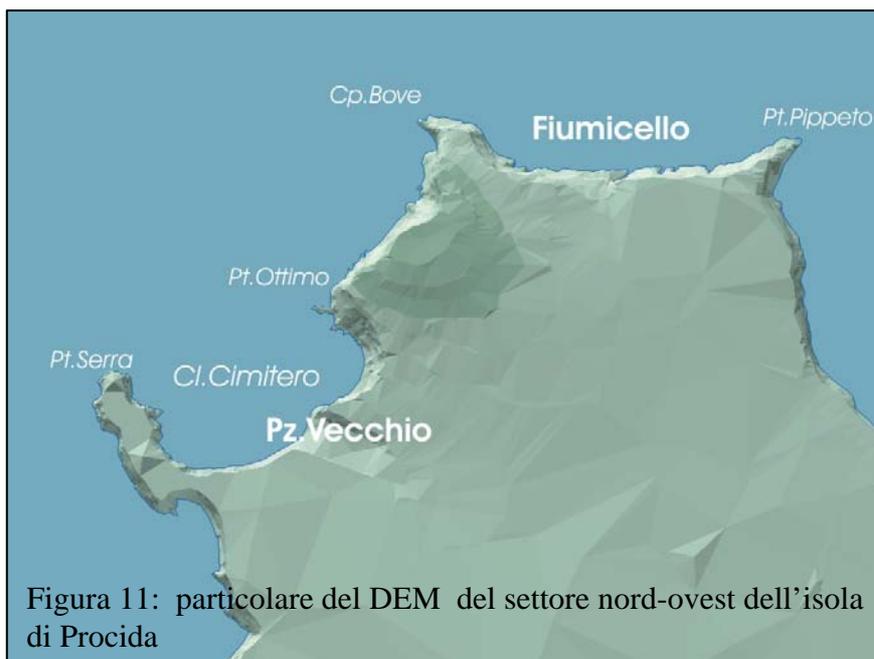


Figura 11: particolare del DEM del settore nord-ovest dell'isola di Procida

nota anche come baia del Cimitero, in cui il mare ha eroso il versante occidentale dell'anello di tufo di Pozzo Vecchio (figura 2 e 11).

Meno palesi sono le morfologie relitte dell'anello di tufo del vulcano di Fiumicello (figura 2 e 10) e di Terra Murata, rispettivamente a nord-ovest e a nord-est dell'isola; il primo ha conservato solo il suo orlo meridionale e costituisce un tratto costiero basso e ripido lievemente arcuato, il secondo è quasi totalmente distrutto, resta solo parte del bordo settentrionale, e si configura

come falesia attiva a tratti subverticale che espone chiaramente l'andamento interno degli strati che compongono l'antico cono di tufo (foto 13).

La morfologia del duomo lavico tra Capo Bove e Punta Ottimo risulta invece praticamente coperta dai depositi che hanno livellato l'isola, e parzialmente distrutto dal mare nel suo lato occidentale (figura 2).

Non esistono vere e proprie coste sabbiose. Piccole spiagge si sviluppano prevalentemente lungo il lato occidentale dell'isola e sono rappresentate dalla spiaggia del Ciraccio e Ciracciello, che si protende in direzione nordest-sudovest, e dalla spiaggetta all'interno del lato meridionale della baia del Cimitero. Si tratta di aree che convogliano i depositi di deriva litoranea provenienti da nord e che

Foto 13



si formano a ridosso della falesia che internamente le delimita. Un cordone di sabbie e ghiaie litorali unisce invece la spiaggia del Ciracciello al promontorio di Santa Margherita Vecchia.

Quest'ultimo è inoltre interessato da alcuni sgrottamenti naturali, che come nell'area flegrea, si sviluppano prevalentemente lungo giunti di strato o fratture che interessano il substrato tufaceo. Alcune rientranze lungo questo promontorio farebbero pensare ad antiche e più grandi cavità, completamente erose dal mare fino a farne crollare la volta.

Su tutta l'isola sono pressoché assenti forme di deflusso idrico superficiale e morfologie fluviali.

### **3.3 RICOSTRUZIONE DELLA EVOLUZIONE GEOMORFOLOGICA DEI CAMPI FLEGREI NEGLI ULTIMI 12 ky.**

In seguito ad un'attenta analisi dei dati esistenti in letteratura sul territorio flegreo (effettuata nel capitolo 2) è scaturita la decisione di realizzare la ricostruzione della paleogeografia dei Campi Flegrei insieme al desiderio di voler "raccontare" la storia di questo territorio durante gli ultimi 12 ky.

In realtà ho deciso di non prendere in considerazione la sua storia più antica, in quanto si può ipotizzare con minore dettaglio la fisionomia dell'area prima dell'evento del Tufo Giallo Napoletano. Il paesaggio precedente era sicuramente emerso e caratterizzato da una serie di centri eruttivi che attualmente sono sepolti e cancellati dalla potente coltre tufacea.

L'evento che ha portato alla messa in posto del Tufo Giallo Napoletano è stato di enorme entità e ha modificato drasticamente le precedenti morfologie, gettando le basi per la definizione dell'attuale assetto topografico. Alcune delle evidenze presenti sul territorio spesso parlano di un paesaggio che ha subito durante l'Olocene numerosi e notevoli cambiamenti, con sembianze molto differenti da quelle attuali.

La ricostruzione morfologica è stata effettuata suddividendo gli ultimi 12 ky in 15 fasi, che sono state individuate in base agli eventi vulcanici e vulcano-tettonici occorsi, che chiaramente non hanno una scansione temporale omogenea.

I riferimenti bibliografici presi come riferimento riguardano sia pubblicazioni che considerano in generale tutta l'area, tra cui Orsi et al. (1996) e Di Vito et al. (1999) sia lavori che trattano in particolare alcune aree: per l'area di Posillipo e la depressione di Bagnoli Fuorigrotta si fa riferimento a Russo et al., 1998; per l'area del terrazzo della Starza a Cinque et al. (1985); per Cuma e il litorale Domizio a Bravi et al. (2003); per la zona di Miseno a Cinque et al. (1991); per l'area dell'Averno e del Monte Nuovo a Lirer et al., (2001 e 1987). Si aggiungono a queste le numerose pubblicazioni esistenti (di cui si è ampiamente parlato nel capitolo 2), riguardo i resti archeologici dell'area utili per la ricostruzione delle paleolinee di riva in epoca romana tra cui Camodeca (1987).

Dove i dati di letteratura non hanno permesso una sicura definizione della linea di costa dell'area, perché non supportata da studi specifici, si è proseguito ad una delineazione approssimativa della stessa, scaturita da osservazioni effettuate dalla scrivente.

Nei disegni realizzati si è scelto, come punto di riferimento per ogni fase individuata, la linea di costa attuale, che viene tracciata con una linea tratteggiata.

Segue la descrizione delle fasi individuate.

#### **3.3.1 I FASE: POST 12 ky**

In questa fase (figura 12) viene rappresentata la morfologia che l'area flegrea ha probabilmente avuto nel periodo immediatamente successivo all'eruzione del Tufo Giallo Napoletano, che ha portato alla formazione di un grande collasso vulcano tettonico responsabile della formazione della caldera flegrea.

Numerosi sondaggi hanno messo in evidenza che lo sprofondamento subito dall'area è stato di oltre 200 m, considerando che il fondo della caldera del tufo giallo giace attualmente a 600 m di profondità (Orsi et al., 1996) nell'area di San Vito, e che ha una profondità minima di almeno 70 m nell'area della depressione di Bagnoli Fuorigrotta (Russo et al., 1998). Considerando che la curva indicativa delle oscillazioni del livello marino nel Tirreno Centrale per il Pleistocene superiore-Olocene



Figura 12: Ricostruzione dell'evoluzione geomorfologica dei Campi Flegrei negli ultimi 12.000 anni: fasi I-IV.

(M.Alessio et al., 1992) suggerisce un livello del mare più basso dell'attuale di circa - 60 m è plausibile pensare che in questo momento il mare abbia invaso l'area calderizzata.

Si può dunque immaginare che in questa fase, essendosi già formati i rilievi che vengono in letteratura interpretati come i bordi della caldera, gli stessi emergessero come isole e penisole.

L'area flegrea era dunque caratterizzata da un unico grande golfo, in cui il mare lambiva la dorsale di Posillipo, la collina dei Camaldoli e la piana di Quarto e isolava completamente i rilievi di Cuma e Monte di Procida. Il mare inizia così la sua azione di sedimentazione e di modellamento dei margini rimasti emersi.

### 3.3.2 II FASE: 12 -11ky

Questa fase (vedi figura 12), immediatamente successiva allo sprofondamento vulcano tettonico vede la nascita dei vulcani di tufo giallo con attività iniziale sottomarina, caratterizzata da esplosioni freatomagmatiche con l'emissione di prodotti tufacei che hanno successivamente subito il processo di alterazione di zeolitizzazione. I centri vulcanici attivi in questo periodo si trovano prevalentemente lungo il margine occidentale della caldera e sono i vulcani di Capo Miseno, Porto Miseno, Bacoli, Bellavista, Torre Cappella, Baia, Mofete, Contrada Murera, Gauro, Rione Terra, La Pietra e Santa Teresa.

La curva eustatica indicativa delle oscillazioni del livello del mare segnala un mare in rapida risalita in concomitanza dell'inizio di una fase di continua aggradazione della depressione vulcano-tettonica.

### 3.3.3 III FASE: 11 -10,7ky CIRCA

Da questo momento in poi (vedi figura 12) l'area calderizzata subisce continui apporti sedimentari, dovuti sia ai prodotti piroclastici emessi dai centri eruttivi che agli apporti sedimentari marini; questo processo porta all'emersione di alcune zone e alla deposizione, nelle aree ancora sommerse, della parte basale della successione sedimentaria della Starza.

Non è possibile stabilire in questa fase quale può essere la precisa linea di costa. E' però riportato in letteratura che la dorsale di Posillipo funge ancora da penisola e lo sarà fino a circa 7 ky, nonostante la forte aggradazione subita dalla piana antistante. Inizia il processo di erosione della maggior parte degli edifici vulcanici emersi tra cui il Gauro, Capo Miseno e Baia; i vulcani di Rione Terra e La Pietra probabilmente non sono ancora emersi, considerando che rappresentano attualmente gli edifici vulcanici che peggio si sono conservati di tutta l'area flegrea.

Lungo il litorale Domizio, la paleo falesia che taglia le lave del rilievo di Cuma si è formata quasi sicuramente da questo periodo in poi: questo dato è supportato da indagini di sottosuolo, presenti in letteratura, che attestano la presenza di una successione marino-transizionale-continentale olocenica che poggia su depositi di Tufo Giallo Napoletano; questa successione nella parte più bassa è ricca di depositi marini con intercalazioni ghiaiose costituite prevalentemente da ciottoli lavici poco arrotondati e di forma discoidale, ad indicare la prossimità dell'area sorgente e condizioni di energia relativamente elevata tipiche di ambienti di piede di falesia.

### 3.3.4 IV FASE: 10.7-9 ky CIRCA

L'inizio di questa fase (vedi figura 12) è segnato dall'eruzione a prevalente carattere freatomagmatico che porta alla formazione del tuff-ring dell'Archiaverno (10.7 ky). Ad essa fanno seguito l'eruzione a prevalente carattere freatomagmatico che porta alla formazione del vulcano di Monte Ruscello e la potente eruzione delle Pomici Principali(10.3 ky), di cui però non si conservano attualmente tracce evidenti: questa eruzione, con origine nell'area in cui sarebbe successivamente sorto l'edificio vulcanico degli Astroni, potrebbe aver portato alla formazione di una piccola caldera sommersa di cui una paleomorfologia relitta potrebbe essere rappresentata dal rilievo a sud della piana di Quarto; segue la fase di attività sottomarina che porta alla formazione del tuff-cone di Nisida e si susseguono una serie di eruzioni a prevalente carattere stromboliano che portano alla formazione dei coni di scorie di Montagna Spaccata, Concola e Fondo Riccio; chiude la prima epoca di attività vulcanica post Tufo Giallo l'eruzione a carattere magmatico e freatomagmatico che genera il tuff-cone di Pisani (9.5 ky).



Figura 13: Ricostruzione dell'evoluzione geomorfologica dei Campi Flegrei negli ultimi 12.000 anni: fasi V-VIII.

Il livello attuale del mare, ancora non si è stabilizzato, è in continua risalita e in questa fase occupa le aree depresse presenti lungo costa

### 3.3.5 V FASE: 9-8.2ky CIRCA

Questa fase (vedi figura 13) comprende la seconda epoca di attività vulcanica che va da 8.6 a 8.2 ky e comprende gli edifici vulcanici che si formano in seguito ad attività esplosive a prevalente carattere freatomagmatico e in minor misura magmatico. Si formano così i vulcani di Fondi di Baia (8.6 ky) caratterizzati da una morfologia ad otto, il cui orlo meridionale si sovrappone al preesistente edificio vulcanico di Bellavista; segue la formazione dei tuff-cone di Costa San Domenico e Pigna San Nicola nella zona orientale della caldera e il tuff-cone di San Martino (8.2 ky), tra i due coni di Montagna Spaccata e Pisani; questi ultimi cominciano a subire una intensa fase di erosione da parte del mare dei rispettivi orli meridionali. L'azione di erosione del mare continua inoltre ad agire sui vulcani di Mofete, Baia, Bacoli, Porto Miseno e Capo Miseno. L'edificio vulcanico di Capo Miseno probabilmente in questa fase era isolato dalla terraferma: a circa 50 m slm attuale Cinque et al. (1991) riconoscono un'antica paleofalesia di sicura età Olocenica.

### 3.3.6 VI FASE: 8.2-7ky CIRCA

E' questa una fase di stasi dell'attività vulcanica (vedi figura 13); prevale l'azione erosiva del mare che agisce in maniera particolare lungo i bordi occidentali degli edifici vulcanici di Costa San Domenico e Pigna San Nicola. Il litorale cumano e l'area del Miliscola sono ancora sommerse, il promontorio di Monte di Procida funge ancora da paleofalesia attiva.

### 3.3.7 VII FASE: 7-5ky CIRCA

Continua la fase di stasi vulcanica (vedi figura 13) ma si attiva la tettonica che porta all'emersione della parte alta del terrazzo della Starza, con formazione della paleofalesia che attualmente, nell'area terrazzata, si rinviene a circa 60 m slm attuale; in questo periodo probabilmente emerge anche il vulcano de La Pietra e la depressione di Bagnoli Fuorigrotta, finora sommersa, diviene una pianura costiera, costituita nella parte interna da ambienti continentali alluvionali e limno-palustri e nella parte esterna da ambienti transizionali, lagunari e di dominio marino. Antistante la collina di Posillipo, l'isola di Nisida durante questo periodo era probabilmente già emersa.

Tra i 6 e 5 ky si stabilizza il livello del mare in una posizione simile a quella attuale e comincia la deposizione lungo il litorale cumano delle dune costiere più interne, che portano all'isolamento di alcuni bacini lacustri lungo costa. Probabilmente è da questo momento in poi che Capo Miseno si congiunge alla terra ferma ma non ci sono dati che possono affermarlo con sicurezza. Lungo i rilievi vulcanici, settore orientale della piana di Quarto, Camaldoli, Posillipo e rilievo meridionale del vulcano di Bellavista si comincia a definire un reticolo idrografico a prevalente carattere torrentizio.

### 3.3.8 VIII FASE: 5 -4.5ky CIRCA

Durante questo periodo (vedi figura 13) si ha l'emersione definitiva del terrazzo della Starza, in seguito ad un fase di up-lift vulcano tettonico e si forma la paleo falesia che limita la parte meridionale dell'area terrazzata; emerge definitivamente anche ciò che resta del cono di tufo del Rione Terra. A 4.8 ky inizia la terza epoca di attività vulcanica post tufo giallo con eruzioni ubicate prevalentemente nella futura area della Conca di Agnano; vengono emesse le lave del Monte Spina (4.8 ky). Comincia il processo di erosione del bordo sud-occidentale dell'isola di Nisida.

### 3.3.9 IX FASE: 4.5- 4 ky CIRCA

Questa fase (vedi figura 14) inizia con le eruzioni prevalentemente freatomagmatiche che portano alla formazione del cono di tufo di Cigliano (4.5 ky), subito a est del Gauro, e di Monte Sant'Angelo (4.4 ky), tra gli edifici di Pigna San Nicola e Costa San Domenico. Intorno a 4.1 ky in seguito all'eruzione di Agnano-Monte Spina si forma la depressione vulcano-tettonica che porta alla formazione della

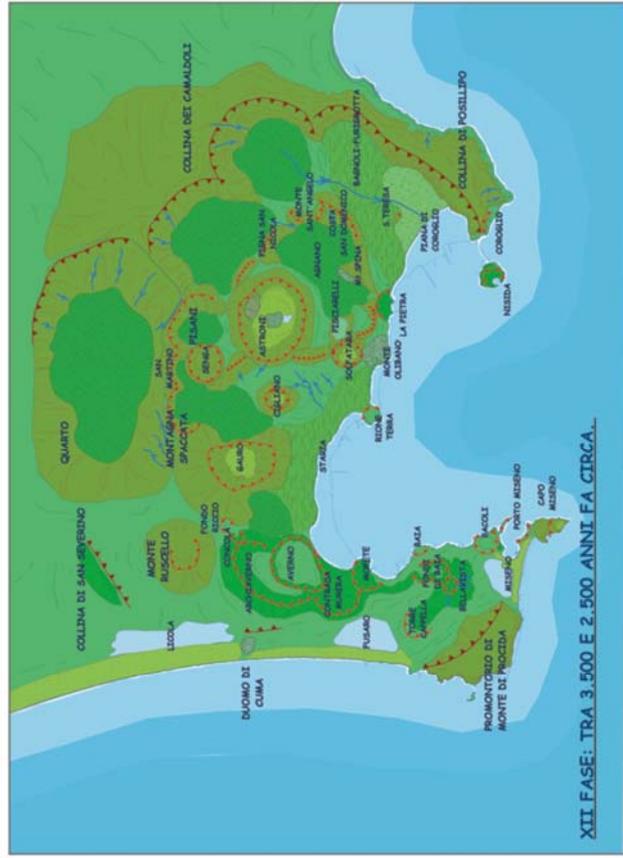
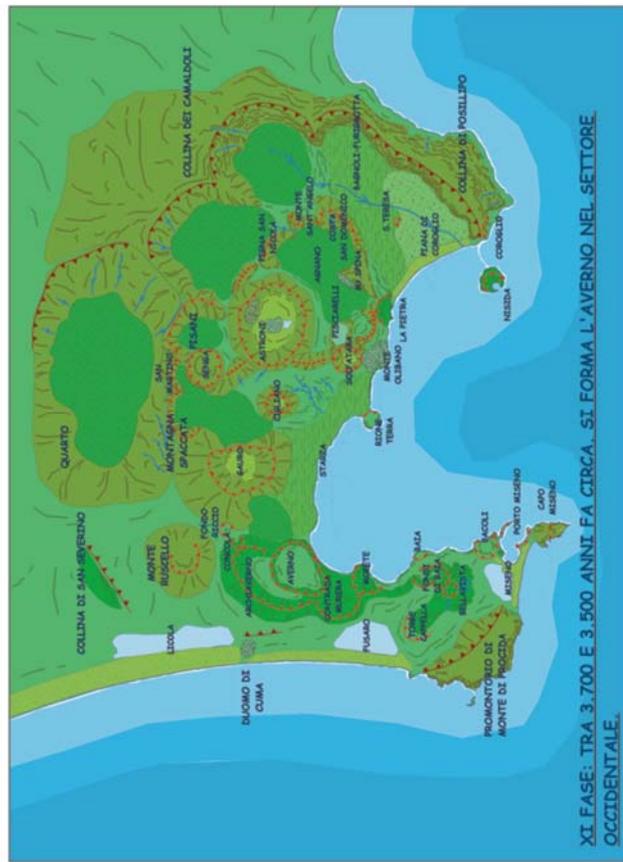


Figura 14: Ricostruzione dell'evoluzione geomorfologica dei Campi Flegrei negli ultimi 12.000 anni: fasi IX-XII.

conca di Agnano: a sud della depressione le lave del Monte Spina vengono coperte dai nuovi prodotti piroclastici; si delimitano gli orli della depressione sul lato occidentale e settentrionale, mentre quello orientale riprende la cinta policroaterica dei precedenti vulcani di Monte Sant'Angelo (che viene in parte distrutto), Pigna San Nicola e Costa San Domenico. La depressione di Bagnoli Fuorigrotta è variamente aggradata dai depositi piroclastici che incrementano la sedimentazione sia in ambiente subaereo che in ambiente subacqueo, provocando un avanzamento della linea di costa; in questo periodo emerge il terrazzo marino di Bagnoli-Fuorigrotta e si forma la paleofalesia che lo delimita a sud dalla Piana di Coroglio, ancora sommersa. Lungo il litorale cumano continua la deposizione delle dune costiere. Il reticolo idrografico si infittisce.

### 3.3.10 X FASE: 4-3.7ky

Inizia un momento di intensa attività vulcanica (vedi figura 14) del settore centro orientale della caldera flegrea, che porta alla formazione dei due duomi di lava del Monte Olibano e dell'Accademia (4 ky circa); fa seguito un'eruzione freatomagmatica a bassa energia che porta alla formazione del cono di tufo della Solfatara, che taglia il versante settentrionale del duomo dell'Accademia. Intanto ricomincia l'attività vulcanica lungo il bordo settentrionale della Conca di Agnano, con l'eruzione freatomagmatica che porta alla formazione del tuff-ring degli Astroni (3.8); questa eruzione è preceduta dall'emissioni di lava che portano alla formazione della cupola lavica della Caprara che in seguito all'eruzione viene parzialmente smantellata e succeduta dall'attività scoriaea che porta alla formazione dei due colli interni al fondo del cratere: Imperatrice e Rotondella. Contemporaneamente, immediatamente a nord degli Astroni, si formano, in seguito ad eruzioni freatomagmatiche con intervalli stromboliani, i tre crateri concentrici del Senga o Fossa Lupara (3.8 ky), i quali smantellano parzialmente il bordo meridionale del vulcano di San Martino.

Durante questo periodo già doveva essersi formato l'alveo torrentizio dell'Arena Sant'Antonio, che convogliava le acque di ruscellamento superficiale dei valloni che dissecano il versante orientale dalla collina dei Camaldoli e che subivano in questa fase una intensa fase erosiva.

Il lago del Fusaro, aveva già acquisito la fisionomia attuale e si era formata la paleo laguna di Licola. Dati meno certi si hanno riguardo il lago di Miseno.

### 3.3.11 XI FASE: 3,7-3.5ky

L'inizio di questa fase (vedi figura 14) è segnata dall'eruzione a carattere magmatico e freatomagmatico che porta alla costruzione dell'Averno, che si imposta lungo il margine sud-orientale del più antico edificio vulcanico dell'Archiaverno. Lungo il bordo orientale della Solfatara inizia l'attività fumaroloca dei Pisciarelli, che porta ad un'intensa alterazione a caolino dell'area interessata. Nella Depressione di Bagnoli-Fuorigrotta emerge la piana di Coroglio su cui si imposta un ambiente a carattere limno-palustre e la linea di costa continua ad avanzare, lasciando a monte una paleo falesia che sospende il terrazzo di Bagnoli-Fuorigrotta sulla Piana emersa.

Durante questa fase si sono sicuramente già definite le condizioni morfologiche attuali dell'area di Miseno.

Tranne che per la zona prospiciente l'Averno, l'area flegrea ha assunto la fisionomia attuale.

### 3.3.12 XII FASE: 3.5-2.5ky

In questa fase (vedi figura 14) gli unici cambiamenti sostanziali riguardano l'area della depressione di Bagnoli-Fuorigrotta che vede il mare invadere nuovamente la piana, con un nuovo arretramento della linea di costa.

### 3.3.13 XIII FASE: PERIODO ROMANO-MEDIOEVO

Durante questa fase (vedi figura 15) è testimoniato dai numerosi ritrovamenti archeologici che il livello del mare doveva essere molto più basso di quello attuale, portando all'emersione di un'ampia fascia costiera attualmente sommersa. Ciò è ampiamente testimoniato da numerosissimi resti di edifici

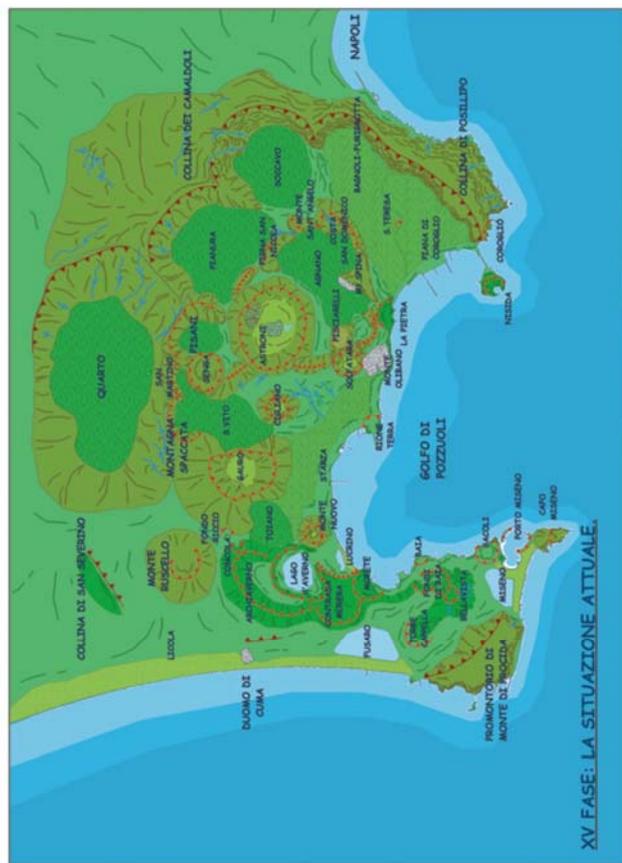
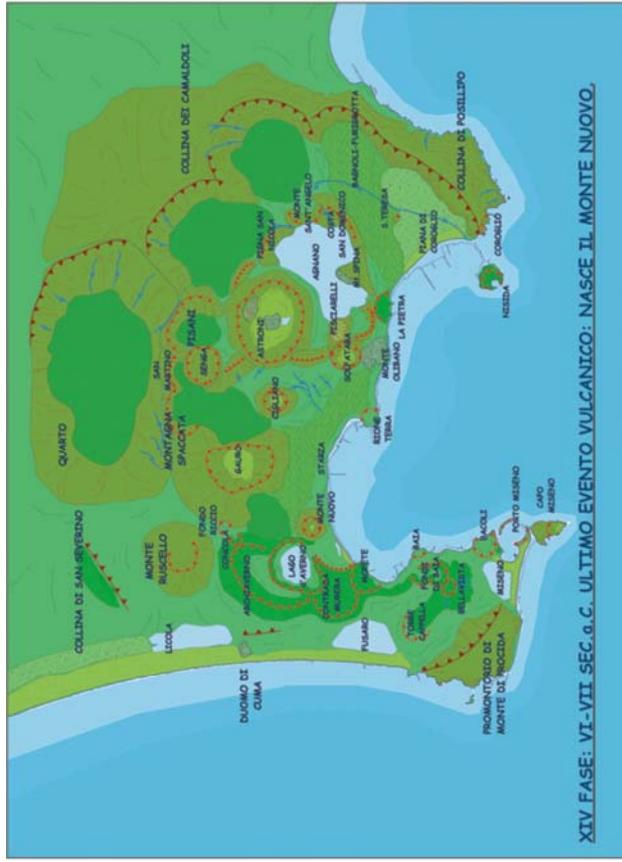
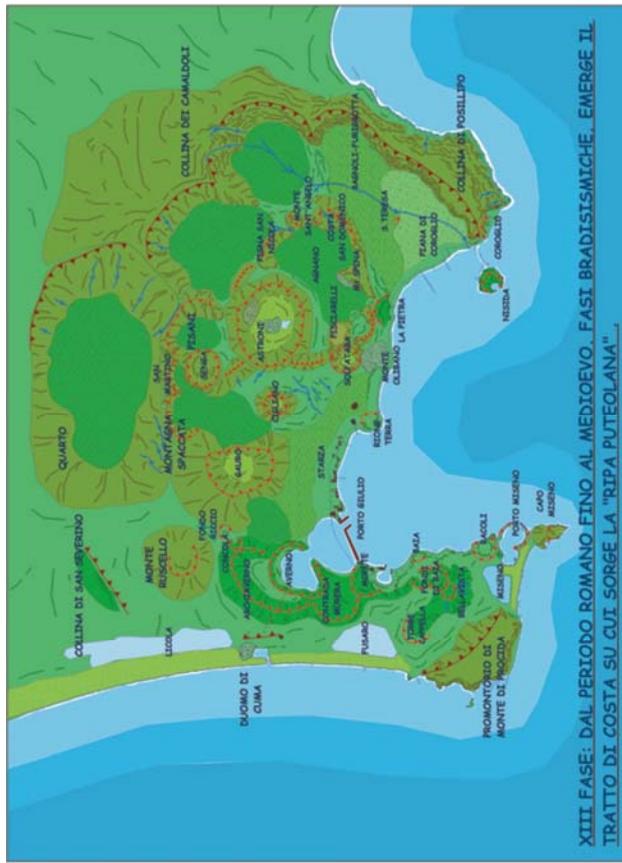


Figura 15: Ricostruzione dell'evoluzione geomorfologica dei Campi Flegrei negli ultimi 12.000 anni: fasi XIII-XV.

romani che attualmente giacciono al di sotto del livello del mare. Questo arretramento della linea di costa è dovuto al fenomeno del bradisismo (vedi capitolo 2).

Anche se nella zona interna si era ormai definita la topografia attuale, lungo costa sono presenti invece situazioni molto differenti.

In figura sono ubicati i resti archeologici più significativi per la ricostruzione della paleomorfologia dell'area costiera in questo periodo.

Nella zona di Posillipo probabilmente gli isolotti della Gaiola erano un tutt'uno con la terra ferma: lungo il versante meridionale sorgeva la grandiosa *Villa del Pausillypon*, di cui alcuni ambienti sono attualmente sommersi.

Il tratto di costa tra Rione Terra e Baia è ricchissimo di ruderi di ville romane emerse e sommerse; il Lago d'Averno costituiva un tutt'uno con la depressione che in seguito ospiterà il lago Lucrino ed era chiuso dal mare aperto attraverso il Porto Giulio (costruito intorno al 37 a.C.); l'edificio vulcanico di Baia ospitava al suo interno una baia semicircolare in cui sorgeva il porto di Baia; altri porti romani, attualmente sommersi sorgevano nei pressi della baia di Porto Miseno e lungo le pendici meridionali del rilievo di Cuma.

### 3.3.14 XIV FASE: VI-VII SEC. D.C.-1538

La posizione della linea di costa era per grandi linee uguale a quella attuale (vedi figura 15). Localmente si risentono le variazioni del livello del mare dovute prevalentemente alla presenza nell'area del fenomeno del bradisismo. Il promontorio di Capo Miseno era probabilmente isolato dalla terra emersa, fatto che sarebbe confermato dall'esistenza di un terrazzetto marino a circa 8 m slm, lungo il versante settentrionale dell'edificio vulcanico, di età medioevale.

La laguna di Licola è ormai ben definita.

Fonti storiche attestano in questo periodo l'istaurarsi, all'interno della Conca di Agnano, di un ambiente prevalentemente lacustre.

La Piana di Coroglio è limitata verso mare da un cordone costiero in forte erosione, e nel suo interno le piane hanno ambienti a carattere limno-palustre.

Alla fine di questa fase, in seguito ad una eruzione a carattere freatomagmatico e stromboliano nasce il cono di scorie del Monte Nuovo, che isola definitivamente quest'area dal mare. I prodotti vulcanici emessi contribuiscono alla formazione di un cordone costiero che favorisce l'isolamento di un piccolo bacino d'acqua che costituisce un paleo Lucrino. Occupa il fondo dell'Averno un lago di origine freatica.

### 3.3.15 XV FASE: ATTUALE

Dall'eruzione del Monte Nuovo ad oggi non si sono avuti cambiamenti sostanziali delle morfologie dell'area flegrea (vedi figura 15). Attualmente le uniche evidenze dell'attività vulcanica sono testimoniate dall'attività della Solfatara e dei Pisciarelli e dalla presenza del fenomeno bradisismico, che seppur in maniera limitata, determina periodicamente variazioni della linea di costa. Tra la fine del 1800 e gli inizi del 1900 sono state inoltre bonificate le aree del litorale Domizio e della Conca di Agnano. Tutta l'area flegrea ha inoltre subito stravolgimenti ambientali dovuti prevalentemente all'intensa urbanizzazione.

## CAPITOLO 4

### I GEOSITI DEI CAMPI FLEGREI

Tra le finalità di questa tesi c'è l'intenzione di porre la centralità del concetto di bene geologico come risorsa su cui orientare azioni mirate, volte a renderne fruibile il significato e la valenza.

Il discorso della geoconservazione necessita di un intervento sul territorio: i beni ambientali necessitano di una "cornice" che ne consenta la fruibilità.

Oggetto del presente capitolo è l'individuazione di siti di interesse geologico (geositi) in Campania della zona dei Campi Flegrei.

Vengono considerati nel dettaglio quei siti che presentano specificità nell'ambito della geologia l.s. e della geomorfologia e geologia del Quaternario, che risultano significativi sia dal punto di vista scientifico che didattico. Ho inoltre tentato di conferire maggiore attenzione ai contesti in cui possono trovare spazio discorsi di valorizzazione e di geoconservazione.

#### 4.1 I CAMPI FLEGREI NELLA REGIONE CAMPANIA

La Campania è una delle regioni italiane da sempre nota per le sue bellezze paesaggistiche con una geodiversità elevatissima, in cui si alternano paesaggi interni montuosi, intagliati da forre e valli fluviali, con paesaggi di origine carsica, dolci profili collinari e aree caratterizzate da spiccate morfologie vulcaniche; a ciò si aggiunge lungo il litorale un'analoga varietà di ambienti che vede l'alternanza di coste basse e sabbiose e spettacolari tratti rocciosi a falesia.

A questa grande varietà di paesaggi si aggiunge inoltre l'inestimabile valore di un patrimonio archeologico e architettonico che, nonostante la notorietà mondiale, non ha trovato ancora un adeguato posto nelle politiche di salvaguardia.

Terra di risorse di eccezionale valore ma anche di elevati rischi: un ambiente difficile per la presenza di aree ad alto rischio sismico, vulcanico e con una generale predisposizione al dissesto idrogeologico, ma che da sempre ha ospitato nelle sue fertillissime terre numerose popolazioni. Si tratta di un territorio *poroso* in cui, usando una frase di Sandra Piacente, *natura e cultura sono in continua e reciproca osmosi*.

Un ambiente quindi difficile e dalla variegata bellezza, in cui la natura ha fatto e fa da sfondo al protagonista principale che è l'uomo. Quest'ultimo ha da sempre beneficiato della generosità di questa terra, modificandone le peculiarità e l'originaria qualità, alle volte arricchendola di testimonianze, ma il più delle altre approfittando di essa con abusi edilizi e scempi irrimediabili, devastando e depauperando irrimediabilmente un patrimonio unico e irripetibile.

Da anni dunque la regione Campania ha la necessità di gestire un territorio difficile, di conservare e tutelare un patrimonio unico per qualità e quantità e contemporaneamente di innescare processi di sviluppo economico basati sulle competenze culturali, artistiche ed ambientali presenti in esso.

Ancora oggi il patrimonio ambientale e geologico stenta a trovare specifici ambiti di conoscenza e adeguata valorizzazione e attende tuttavia di essere scoperto.

Non esiste infatti una "cultura geologica", non esiste ancora alcun materiale didattico divulgativo di facile consulto che faccia comprendere l'importanza del patrimonio geologico che ci circonda.

Un esempio di ciò è rappresentato dalle coste, aree con un elevatissimo potenziale, che vengono, ogni anno, durante i mesi estivi, vengono invase dai bagnanti e sono da sempre conosciute e sfruttate soprattutto per le bellezze paesaggistiche e per il ricchissimo patrimonio naturale. Sono quindi difficilmente presentate e spiegate al fruitore come aree geologicamente uniche.

La presenza di un così ampio e diversificato patrimonio rappresenta il laboratorio ideale per costruire forme e percorsi di recupero, di diffusione, di valorizzazione e divulgazione della conoscenza e della fruizione dei beni culturali ed ambientali.

Non va dimenticato inoltre che la Campania è seconda in Italia per estensione della superficie delle aree protette e comprende 2 parchi nazionali, una riserva marina, 7 parchi regionali, 4 riserve naturali

statali, 3 riserve naturali regionali, 2 riserve marine, 18 oasi del WWF, 2 oasi di Legambiente, un'oasi della LIPU e una della FAI (figura 1).

Tra le realtà operanti nel campo della salvaguardia e valorizzazione dei beni geologici, negli ultimi tempi molti si stanno muovendo soprattutto nell'ambito istituzionale universitario, con iniziative di censimento di beni geologici e ambientali nel Matese e nel Cilento.

Una validissima iniziativa è stata avviata proprio dall'Ente Regione Campania, che all'interno dei P.O.R. (Programma Operativo Regionale) ha promosso un progetto esecutivo per la realizzazione di un Centro Regionale di Competenza (C.R.D.C.) per la conservazione, valorizzazione e fruizione dei beni culturali ed ambientali. Un'iniziativa ideale per un territorio continuamente esposto a tutti i tipi di rischi ambientali, a cui fa riscontro una scarsissima conoscenza dei fenomeni naturali sia da parte degli amministratori che da parte delle popolazioni locali e che rappresenta il motivo principale della sua cattiva gestione.

Fondamentale risulta quindi lo sviluppo di un'azione di ampio respiro diretta a diffondere la conoscenza geologica del territorio come elemento portante per una comprensione completa della sua evoluzione nel tempo e della sua interazione con la storia dell'Uomo. A questo fine il CRDC intende proporre ed attuare nuovi approcci, nuove metodologie e nuovi strumenti per la conservazione del patrimonio nel quadro di strategie di sviluppo sostenibile. Lo scenario scelto per il progetto dimostratore è rappresentato da un insieme di interventi da effettuare su due aree territoriali, Cuma-Campi Flegrei e

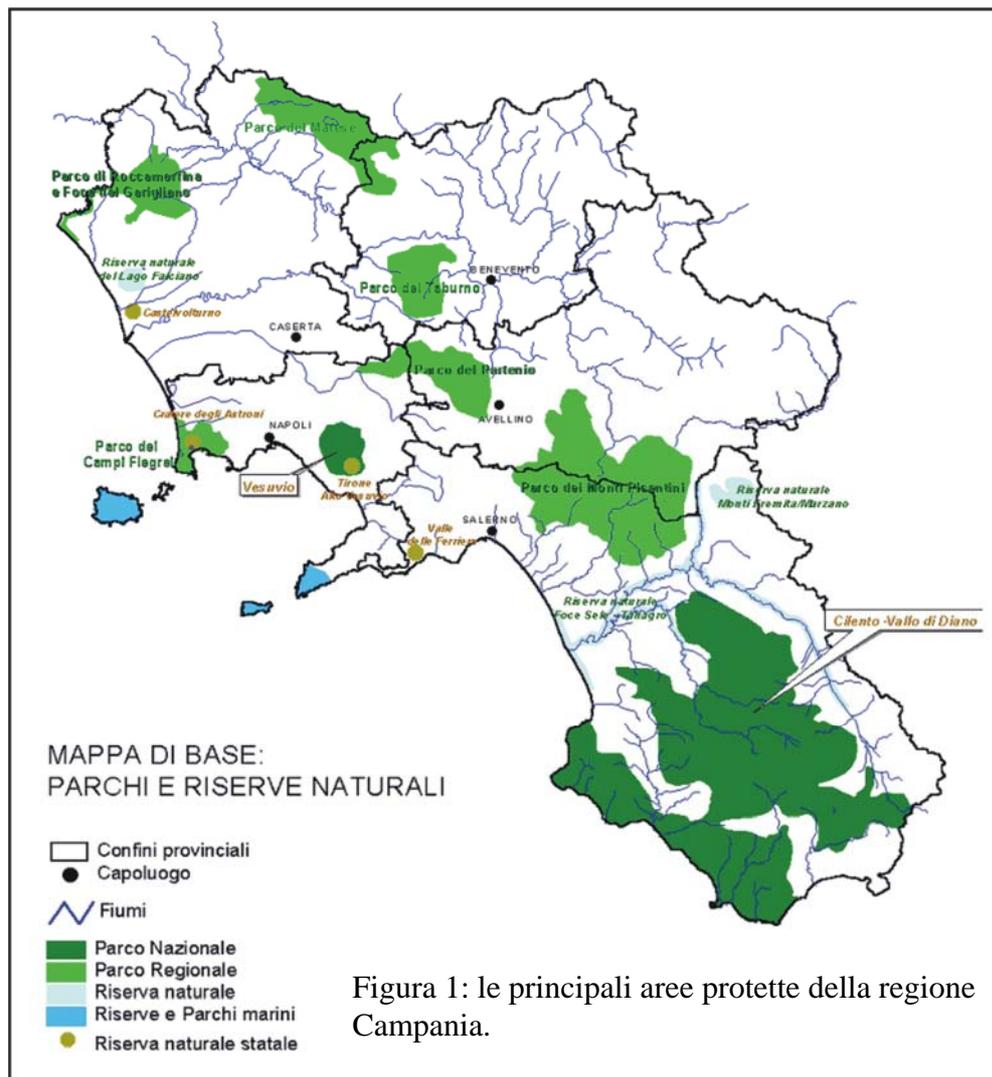


Figura 1: le principali aree protette della regione Campania.

Paestum-area del Cilento, ricche non solo di beni territoriali ma anche di attività culturali che ben caratterizzano l'identità delle comunità che si sono venute definendo col passare del tempo.

In questa ottica un cospicuo contributo può essere fornito dal mio progetto di dottorato che, come già precedentemente detto, si propone, tra gli obiettivi, il censimento dei geositi dei Campi Flegrei, con particolare interesse per quelli che presentano specificità da un punto di vista didattico-scientifico. Da sempre il territorio flegreo rappresenta una delle tante aree campane "baciata" dalla natura, anche se esposta a tutti i rischi e conseguenze proprie di un territorio di origine vulcanica, tuttora attivo, e che in più ha subito negli ultimi cinquant'anni una notevole pressione antropica.

Senza le sue peculiarità paesaggistiche gli antichi Romani non l'avrebbero mai eletta come sede delle loro residenze di "piacere", tramandandoci così l'eredità di un patrimonio archeologico che, insieme a quello scientifico, fanno dei Campi Flegrei un territorio che, malgrado le devastazioni che l'uomo ha finora causato, con un adeguato intervento potrebbe divenire importante meta e risorsa turistica.

E' un area quindi con un patrimonio ambientale e archeologico ricchissimo di evidenze, con zone che meritano di essere adeguatamente tutelate e valorizzate.

In questi luoghi si sono continuamente intrecciati i fenomeni ambientali con quelli antropici, con un grado di variabilità dell'ambiente e degli insediamenti umani, unico al mondo: per le sue spiccate caratteristiche vulcaniche è infatti tra le poche zone ad aver subito in epoca storica cambiamenti repentini e frequenti del paesaggio e ha da sempre fortemente influenzato la vita umana; è inoltre una zona ormai rinomata per l' altissimo valore paesaggistico e culturale e la sua valenza è stata ormai ampiamente riconosciuta nell'ambito scientifico a livello mondiale.

Allo stato attuale la maggior parte dei fruitori riconosce il suo valore storico e culturale visitando le antiche rovine romane, riconosce il suo valore estetico soffermandosi ad ammirare i numerosi belvedere, ma quasi nessuno riconosce il suo valore geologico perché non vengono forniti gli strumenti divulgativi necessari per poter leggere quello che il paesaggio ci racconta, che rappresenta l'attivo scenario in cui la storia della nostra popolazione si è svolta. L'elevato valore geologico è testimoniato dalla presenza di siti, affioramenti, morfologie ed evidenze che passano inosservati, ma che, opportunamente "raccontati" potrebbero esplicitare a tutti la storia di questo incredibile territorio.

I geositi in questa area hanno dunque la necessità di essere oltre che individuati, anche evidenziati e preservati: spesso si trovano in prossimità dei centri abitati ma non sono visibili, oppure versano in stato di abbandono, o ancora necessitano di una sorta di "biglietto da visita" che ne spieghi e ne sottolinei la rilevanza.

#### 4.1.1 IL PARCO REGIONALE DEI CAMPI FLEGREI

I Campi Flegrei sono stati dichiarati con la legge regionale n°33 del settembre 1993 Parco Regionale, vincolo paesaggistico che per molti anni, eccetto per alcuni casi particolari come gli Astroni o Vivara

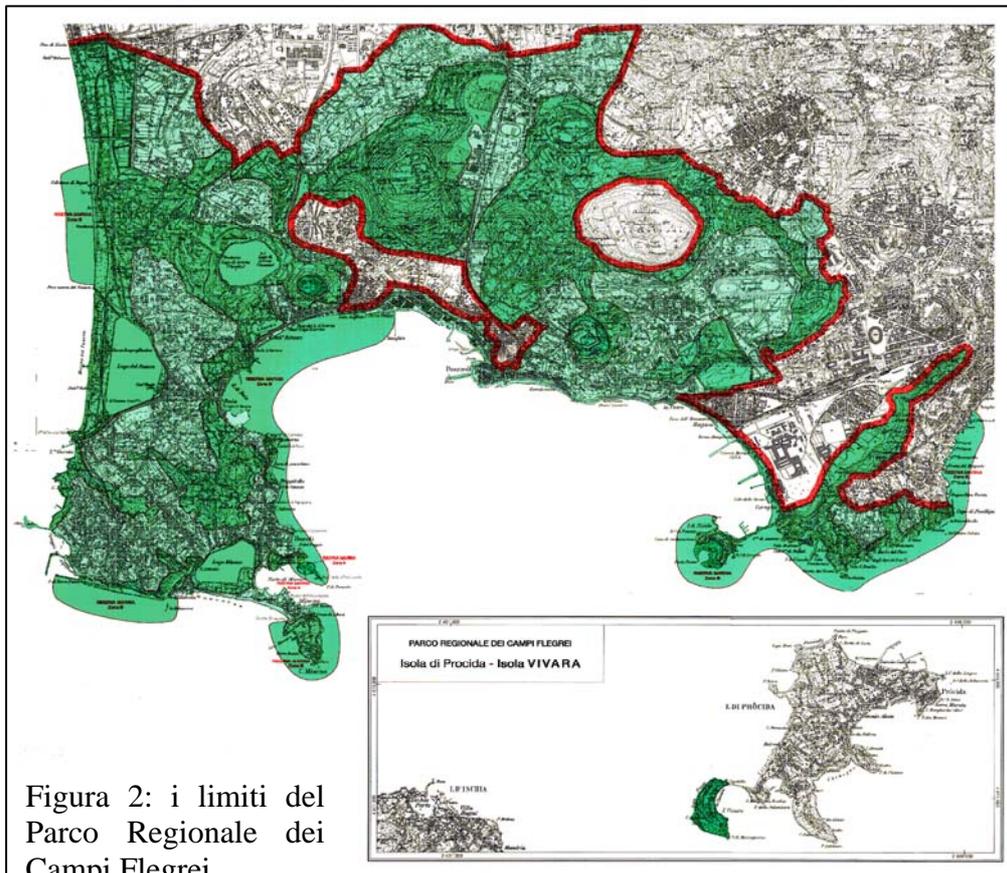


Figura 2: i limiti del Parco Regionale dei Campi Flegrei

su cui vigono anche altri vincoli territoriali, sembra essere stata una istituzione "fantasma".

Dopo dieci anni la Delibera di Giunta Regionale n°2775 del 26 settembre 2003, ha ridefinito i limiti amministrativi dell'area protetta che attualmente copre un'area di circa 2.539 ettari di cui 316 di zona "A"

costituiscono Riserva naturale integrale, 1.4001 di zona "B"

costituiscono Riserva orientata e 822 ettari di zona

“C” in cui prevalgono le attività agricole e turistiche. Il vincolo territoriale interessa i territori dei comuni di Napoli, Pozzuoli, Bacoli e Monte di Procida. In figura 2 sono riportati i suoi limiti. Finalmente qualcosa sembra muoversi e si è sul punto di dare inizio alla tutela e al rilancio di questo inestimabile patrimonio. L'istituzione di un vincolo paesaggistico rafforza ancora di più il valore di quest'area in cui nonostante la forte antropizzazione riescono ancora a sopravvivere i suoi valori ambientali. Infatti da un punto di vista naturalistico, sebbene risulta essere molto intensa l'attività colturale, perlopiù a vigneto terrazzato, ortaggi, agrumeti e oliveti, sono ancora presenti discreti lembi di macchia mediterranea, a diversi stadi evolutivi presenti sia lungo le coste che sui promontori e le aree più interne. Piccoli lembi di bosco mediterraneo caratterizzati da Leccio e Roverella spesso sfumano nella più diffusa macchia ad arbusti con Corbezzolo, Erica, Mirto, Lentisco e Cisto. In alcune aree la vegetazione presenta il cosiddetto fenomeno dell'inversione vegetazionale che presenta alle quote più basse vegetazione tipica delle fasce collinari umide e nelle zone con quote più elevate vegetazione tipica mediterranea delle zone calde e secche. Ciò è dovuto alla presenza delle morfologie crateriche dove sul fondo si generano condizioni tali da favorire il ristagno dell'umidità: è il caso ad esempio del tipo vegetazione che riveste il Cratere degli Astroni. La presenza inoltre di ambienti lacustri e lagunari favorisce lo sviluppo di canneti a Cannuccia di palude, nei quali prospera avifauna sia stanziale che migratrice. Popolano queste aree i Cavalieri d'Italia, diverse specie di Anatre, Sterne, Gabbiani, Cormorani e, anche se più raramente, Aironi cenerini e Gazzette. Per alcune specie, lo Svasso, il Tarabusino, il Porciglione, la Moretta tabaccata e la Folaga, i Campi Flegrei costituiscono l'unico sito di riproduzione della Provincia di Napoli. Sulla costa il Gabbiano reale mediterraneo nidifica in colonie sul substrato tufaceo ed è notevole il flusso di uccelli migratori transahariani, soprattutto in primavera e il flusso migratore di numerosi uccelli acquatici che vengono dall'Europa nord-orientale per svernare. Tra i mammiferi sono presenti la Volpe, la Donnola e il Riccio. Inoltre l'alta diversità ambientale è la causa dello sviluppo di un elevato numero di specie di farfalle diurne (circa 55).

## **4.2 I GEOSITI DEI CAMPI FLEGREI**

I Campi Flegrei costituiscono senza dubbio un territorio difficile, in cui nonostante la forte antropizzazione e disagi propri di un territorio gestito da sempre male, sono ancora molti i beni ambientali, e nel nostro caso i beni geologici, che ancora possono essere salvati e valorizzati.

Causa principale di questa situazione è l'inconsapevolezza da parte delle amministrazioni pubbliche del potenziale enorme di quest'area, o meglio la cattiva gestione di questo territorio, ricchissimo sotto tutti i punti di vista, si nasconde spesso dietro questa sorta di finta inconsapevolezza, in quanto si tratta spesso di amministrazioni purtroppo corrotte e svogliate.

La coscienza invece di pochi “illuminati” che a voce alta cercano di diffondere il valore di quest'area passa spesso inosservata perché è come una goccia nell'oceano!

Meritevoli di lode sono le iniziative che ogni anno vengono organizzate dall'associazione culturale “Le Ali di Dedalo”, gestita da giovani che conoscono e amano il territorio flegreo; a questa associazione si devono infatti le numerose iniziative, dirette anche alle scuole, volte alla diffusione della conoscenza dei beni ambientali di quest'area, con riferimento nei casi più eclatanti anche ai beni geologici. Le iniziative riguardano la promozione di passeggiate naturalistiche sul Monte Nuovo, il Gauro, l'Averno, arricchite spesso da iniziative di lettura del paesaggio.

Risulta dunque necessaria e urgente l'esigenza di far emergere i beni geologici come strumento per conoscere il territorio in cui si vive e per educare al rispetto di esso. Ciò deve necessariamente passare attraverso la fase dell'individuazione e della selezione dei geositi

### **4.2.1 CRITERI DI SELEZIONE DEI GEOSITI**

La conoscenza del territorio è senza dubbio una premessa fondamentale e indispensabile per svolgere questo compito.

Una prima parte del lavoro è passata attraverso l'analisi della letteratura esistente, molto copiosa sia per quanto riguarda la valenza storico e culturale che per quanto riguarda la valenza geologica; di quest'ultima si è parlato ampiamente nel capitolo 2.

Questa prima fase mi ha permesso di avere una conoscenza a grande scala oltre che geologica anche "topografica" dell'area, che mi ha portato alla realizzazione degli elaborati esposti nel capitolo 3. Mi ha consentito inoltre di approfondire anche contesti nel dettaglio, dando maggiore risalto a situazioni locali particolarmente interessanti, a singoli affioramenti geologici o a particolari morfologie.

La revisione bibliografica ha portato all'acquisizione di informazioni che applicate al territorio dei Campi Flegrei hanno permesso l'individuazione, inizialmente solo su base bibliografica, di potenziali geositi.

Ovviamente la conoscenza di questo territorio è passata anche attraverso il contatto diretto con esso, con continue escursioni sul campo che, per l'estremo valore dell'area, ancora oggi mi sembrano sempre non essere esaustive.

Questa fase ha presentato alcune difficoltà dovute al fatto che spesso i punti di interesse geologico vengono a trovarsi in aree private, oppure risultano coperti e soffocati dall'antropizzazione, in un contesto completamente differente da quello originario.

L'attività sul campo mi ha consentito una migliore caratterizzazione dei geositi scelti e la verifica del loro stato reale, dell'accessibilità, del loro stato di degrado e soprattutto mi ha permesso un ulteriore incremento dei geositi già individuati solo su base bibliografica, di siti individuati direttamente da rilevamento e non noti in letteratura.

#### 4.2.2 I GEOSITI INDIVIDUATI

Allo stato attuale i geositi individuati sono 57. Nella tabella 1 sono elencati in ordine alfabetico i loro nomi e ad ognuno di essi è associata la tipologia del tipo di sito, individuabile attraverso l'interesse geologico di riferimento e l'elemento fisico che li caratterizza. Inoltre un diagramma a "torta" permette di suddividere in percentuali le differenti tipologie.

In totale le tipologie individuate sono 11 e riguardano l'interesse scientifico primario e secondario di ciascun sito; alcuni di essi hanno più di un interesse primario, fatto dovuto al loro elevato valore.

I belvedere, geositi d'interesse paesistico, rappresentano delle tipologie di geositi particolari, e sono da considerarsi "punti di vista eccezionali" dell'area per le morfologie. I Campi Flegrei sono molto ricchi di suggestivi belvedere e alcuni di questi sono stati censiti come geositi in quanto costituiscono dei punti di vista unici per l'osservazione d'insieme delle caratteristiche geomorfologiche dell'area, oppure, costituiscono l'unico punto di vista da cui la forma di un singolo geosito può essere osservata nella sua interezza.

Dal diagramma della tabella 1 si evince che la percentuale maggiore di geositi è di tipo stratigrafico-vulcanologico, e comprende geositi in cui sono visibili affioramenti che ci raccontano la storia dei Campi Flegrei.

Il 13% include invece siti in cui è possibile osservare le caratteristiche morfologie vulcaniche, che in genere riguardano gli edifici vulcanici, in cui nonostante l'antropizzazione dell'area, ancora si conservano caratteristiche di valore naturalistico apprezzabili.

La tipologia vulcanologico-archeologico, comprende generalmente i geositi in cui sono evidenti, su resti di antichi edifici, gli effetti dovuti ad un'area vulcanicamente attiva; in alcuni geositi gli effetti sono più marcatamente geomorfologici (tipologia geomorfologico-archeologica).

I geositi definiti invece come geomorfologico-vulcanologico comprendono tutti quei siti che rappresentano morfologie particolari anche in questo caso conseguenza diretta del carattere vulcanico dell'area e a cui non sono associati altri tipi di interessi.

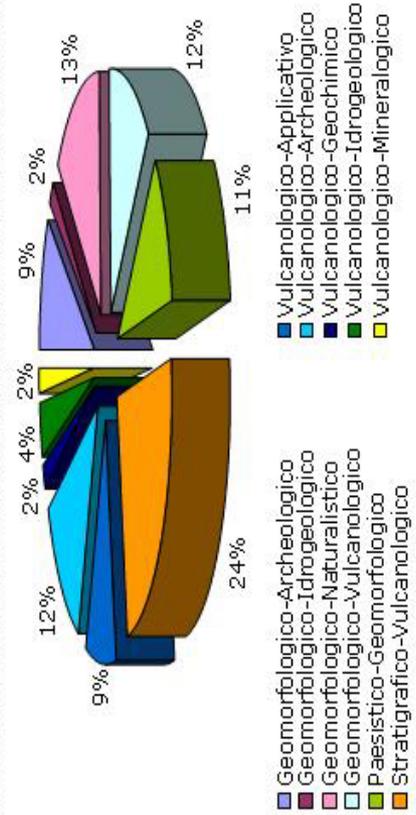
Le tipologie rimanenti comprendono i siti in cui sono presenti cave o fenomeni vulcanici secondari come fumarole, emissioni gassose con particolare composizione o siti in cui si formano particolari tipi di minerali.

NOME DEL GEOSITO	TIPOLOGIA	ELEMENTO
Affioramento di Morfete	stratigrafico-vulcanologico	affioramento
Astroni	geomorfologico-naturalistico	morfologia vulcanica
Astroni 3	stratigrafico-vulcanologico	affioramento
Averno	geomorfologico-naturalistico	morfologia vulcanica
Belvedere degli Astroni	paesistico-geomorfologico	punto panoramico
Belvedere dei Camaldoli	paesistico-geomorfologico	punto panoramico
Belvedere di Pigna San Nicola	paesistico-geomorfologico	punto panoramico
Belvedere di Vivara	paesistico-geomorfologico	punto panoramico
Belvedere su Lago Miseno	paesistico-geomorfologico	punto panoramico
Breccia Museo	stratigrafico-vulcanologico	affioramento
Caia Badessa	geomorfologico-vulcanologico	morfologia costiera
Caia Cimitero	stratigrafico-vulcanologico	affioramento
Capo Miseno	geomorfologico-naturalistico	morfologia vulcanica
Cava di Piperno	vulcanologico-appl.cathvo	cava
Cava di tutto	vulcanologico-appl.cathvo	cava
Cava Miraglia	vulcanologico-appl.cathvo	cava
Costone Bagnoli-Fuorignotta	geomorfologico-vulcanologico	morfologia vulcanica
Depositi da caduta	stratigrafico-vulcanologico	affioramento
Facce tte triangolari	geomorfologico-vulcanologico	morfologia strutturale
Falesia di Monte di Prodda	stratigrafico-vulcanologico	affioramento
Falesia di Torregaveta	stratigrafico-vulcanologico	affioramento
Fondi di Baia	geomorfologico-vulcanologico	morfologia vulcanica
Frana di Trantaremi	geomorfologico-idrogeologico	frana
G-auro	geomorfologico-naturalistico	morfologia vulcanica
Grotta del Cane	vulcanologico-geochimico	ipogeo artificiale
Grotta di Cocceio	vulcanologico-appl.cathvo	ipogeo artificiale
Grotta di Seiano	vulcanologico-appl.cathvo	ipogeo artificiale
Lago Fusaro	geomorfologico-naturalistico	morfologia costiera
Lago Lucifino	geomorfologico-archeologico	morfologia costiera
Lago Miseno	geomorfologico-archeologico	morfologia costiera
Montagna Spaccata	stratigrafico-vulcanologico	affioramento
Monte Nuovo	geomorfologico-naturalistico	morfologia vulcanica
Monte Olibano	geomorfologico-vulcanologico	morfologia vulcanica
Monte Spina	vulcanologico-archeologico	costruzioni romane
Nisida	geomorfologico-naturalistico	morfologia vulcanica
Palazzo degli Spiriti	vulcanologico-archeologico	costruzioni romane

TABELLA n° 1

Parco archeologico del Pausilypon-Catola	vulcanologico-archeologico	costruzioni romane
Parco sommerso di Baia	vulcanologico-archeologico	costruzioni romane
Pisciarelli	vulcanologico-idrogeologico	fenomeni vulcanici
Porto di Miseno	geomorfologico-archeologico	morfologia costiera
Porto Giulio	vulcanologico-archeologico	costruzioni romane
Promontorio di Cuma	vulcanologico-archeologico	affioramento
Punta della Lingua	stratigrafico-vulcanologico	affioramento
Punta Mammolite	stratigrafico-vulcanologico	affioramento
Punta Otrimo	stratigrafico-vulcanologico	affioramento
Rione Terra	geomorfologico-archeologico	morfologia vulcanica
Solfatara	vulcanologico-mineralogico	morfologia vulcanica
Stufe di Nerone	vulcanologico-idrogeologico	costruzioni romane
Tempio di Serapide	vulcanologico-archeologico	costruzioni romane
Terme di Miseno	stratigrafico-vulcanologico	costruzioni romane
Terra Muata	geomorfologico-vulcanologico	morfologia vulcanica
Terrazzo della Starza	geomorfologico-vulcanologico	morfologia marina
Tufo di Torregaveta	geomorfologico-archeologico	costruzioni romane
Valle dei Re	paesistico-geomorfologico	punto panoramico
Valle del Verdolino	stratigrafico-vulcanologico	affioramento
Vivara	geomorfologico-naturalistico	morfologia vulcanica
Vulcano di Coroglio	stratigrafico-vulcanologico	affioramento

TIPOLOGIE E DISTRIBUZIONE IN PERCENTUALE DEI GEOSITI INDIVIDUATI



La suddivisione per tipologie ovviamente non è stata decisa a priori, ma è scaturita con il progredire della ricerca.

### 4.3 LA GESTIONE INFORMATICA DEI DATI

Successivamente alla fase di individuazione, l'informatica ci fornisce uno strumento indispensabile per la gestione di dati che consiste nell'utilizzo di programmi che permettono di realizzare *database*, attraverso cui poter archiviare e gestire i dati raccolti a seconda delle esigenze.

Il punto di forza di questo tipo di archiviazione consiste nel facile aggiornamento dei dati, che per un tema come i geositi è di fondamentale importanza, in quanto si prendono in considerazione realtà dinamiche e mutevoli nel tempo; consente inoltre di realizzare un sistema interrogabile, attraverso "query" opportunamente predisposte, che ci permettono di ricevere una serie di informazioni dal *database*; altro punto di forza fondamentale è il collegamento diretto con Sistemi Informativi Territoriali, i quali permettono di rappresentare i dati, secondo diversi tematismi, su supporto cartografico georeferenziato e di proporre delle elaborazioni su base geografica.

Il programma che ho utilizzato per la realizzazione del *database* è *Access* (di *Microsoft Windows*). Questo supporto informatico mi ha consentito la realizzazione di un *database*, sotto forma di scheda, che, in una fase successiva alla strutturazione vera e propria, mi ha permesso l'archiviazione dei dati relativi ad ogni sito.

La strutturazione del *database* si è effettuata in collaborazione con il Dipartimento di Matematica e Informatica dell'Università di Salerno, nelle persone della prof.ssa Sebillò Monica e del dott. Paolino Luca.

#### 4.3.1 LA STRUTTURA DEL DATABASE

Il *database* che ho strutturato prende come riferimento la scheda proposta dal Servizio Geologico Italiano per il censimento dei beni geologici italiani e di cui ho già parlato nel capitolo 1.

Questa scheda è stata pubblicata nella prima versione sul *Giornale di Geologia* nel 2000 (D'Andrea & Angelelli 2001), ma era già stata descritta in Brancucci et al. (1999).

Rispetto alle altre schede già utilizzate solo in formato cartaceo, questa permette una caratterizzazione più esaustiva dei geositi, che vengono considerati secondo molteplici aspetti. Nello stesso tempo ho cercato di personalizzarla, inserendo nuovi campi che ritenevo necessari per la descrizione.

I *database* operano in base alla strutturazione di "tabelle" che hanno bisogno di essere relazionate le una alle altre attraverso una chiave primaria.

A questo proposito, in fase di compilazione, ad ogni geosito ho assegnato un codice alfanumerico, una sorta di codice fiscale, che è l'identificativo che permette l'esistenza delle relazioni nelle differenti tabelle create nel *database* e che in una successiva fase di collegamento con il sistema informativo territoriale permette l'accesso ai dati. Ovviamente ogni geosito avrà il suo codice identificativo che non potrà essere uguale ad un altro.

I dati descrittivi dei geositi sono stati dunque raggruppati in tabelle. Tra queste ho realizzato una tabella principale denominata "Geosito", che contiene tutti i dati univoci che identificano e localizzano il geosito. Ad essa sono collegate almeno altre 14 tabelle che sono state denominate come segue: "Vincoli Territoriali", "Interesse scientifico", "Altro Interesse", "Interesse Specifico", "Iconografia", "Litologica", "Litologia", "Esposizione e Spessore", "Accessibilità", "Caratteri Salienti", "Conservazione", "Bibliografia", "Scheda Collegata" e "Cartografia". Anche queste tabelle contengono dati fondamentali per ogni geosito e sono spesso più articolate.

Lo schema fisico che mette in relazione le varie tabelle è rappresentato in figura 3.

L'insieme delle tabelle contiene il totale del *database* che viene visualizzato con una veste grafica elementare. Le tabelle servono infatti soprattutto per modificare i dati o incrementare il numero di oggetti catalogati.

Per questo motivo il *database* è stato organizzato anche utilizzando la funzione "maschere", che consente la lettura di parti discrete del contenuto del *database* con una veste grafica più efficace.

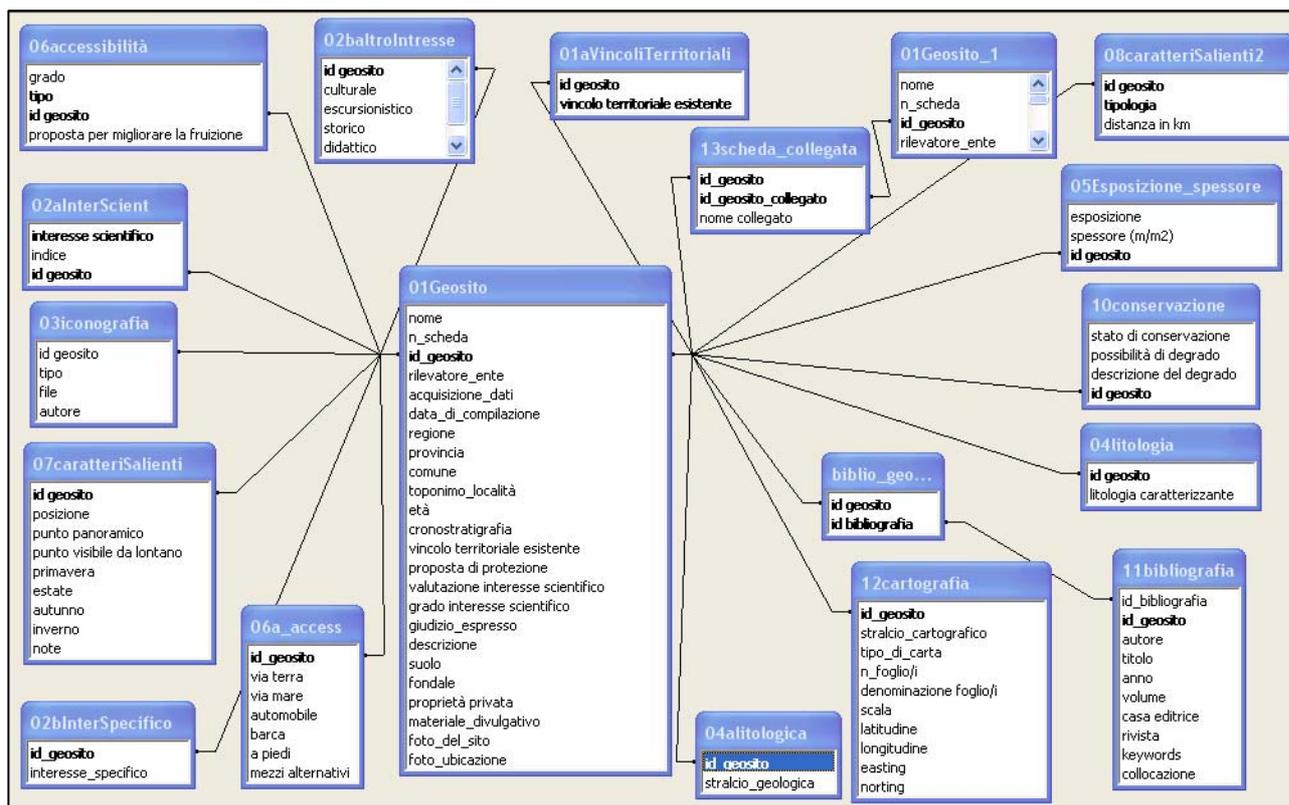


Figura 3: schema fisico di relazione tra le tabelle del database sui geositi

Nella modalità maschera, accessibile dal menu principale di apertura, è presente una maschera principale, denominata “Scheda CF”, in cui sono presenti una parte delle informazioni che caratterizzano il geosito. Dalla maschera principale sono presenti dieci pulsanti di accesso ad altrettante “maschere ausiliarie”, da cui in alcuni a loro volta si accede ad ulteriori sotto-maschere (vedi database allegato al CD della tesi).

L’impostazione della funzione **filtro** permette, partendo dalla maschera principale, e grazie ai pulsanti relativi, di accedere a tutte le altre maschere che riguardano solo lo specifico sito in consultazione. Da ciascuna di queste è possibile anche, disattivando la funzione filtro, accedere in maniera sequenziale ai dati relativi a tutti geositi che vengono visualizzati con la stessa maschera.

Inoltre è possibile consultare la maschera della scheda di un determinato sito oltre che attraverso il banale strumento contatore, che scorre i dati in maniera sequenziale, anche selezionando il codice del singolo sito dall’apposita casella.

#### 4.3.2 SPIEGAZIONE DEL CONTENUTO DELLE TABELLE

Vengono di seguito brevemente descritte le funzioni delle tabelle strutturate per il database.

E’ da precisare che in ognuna di esse compare costantemente un campo che contiene il codice di identificazione del geosito, necessario per stabilire le relazioni tra le varie tabelle e fondamentale per il funzionamento di tutto il database.

In questo codice le prime due lettere sono le iniziali dei Campi Flegrei, le seconde due rappresentano le iniziali del comune a cui il sito appartiene, le successive rappresentano il nome del geosito o l’area di appartenenza e l’ultimo numero, spesso associato ad una lettera, è quello che ho assegnato alla zona in cui si trova il sito e, se presente, la lettera finale indica il geosito singolo (ad esempio il codice del geosito del “Palazzo degli Spiriti” a Capo Posillipo sarà CFNaCP01a).

L’identificativo del geosito ci da dunque informazioni sul comune di appartenenza del geosito e anche sull’area, tenendo presente che : area di Posillipo = 01; area dei Camaldoli alta = 02; area dei Camaldoli bassa = 03; area di Agnano = 04; area degli Astroni = 05; area della Solfatarata = 06; archeologia di Pozzuoli = 07; area della Starza = 08; area del Monte Nuovo = 09; area dell’Averno =

10; area di Miseno = 11; area di Monte di Procida = 12; area di Torregaveta = 13; area di Cuma = 14; area dell'isola di Procida = 15; area dell'isola di Vivara = 16; area sommersa = 17; area di Baia = 18; area del Fusaro = 19; area del Gauro = 20; area di Pozzuoli = 21; area di Quarto = 22. Nella tabella 2 sono riportati i codici identificativi di ogni geosito e il comune di appartenenza.

### **1. Geosito**

Informazioni relative al nome del sito, al rilevatore, alla localizzazione, all'età geologica del sito, al vincolo territoriale esistente, alla necessità di una proposta di protezione, al tipo di suolo o fondale; è stato predisposto un campo di collegamento con un documento Word per la descrizione del sito e due campi di collegamento a file esterni per una foto rappresentativa e l'ubicazione; sono inoltre inseriti due campi che permettono di stabilire l'interesse scientifico del geosito: la valutazione e il grado; i termini che vengono usati sono gli stessi utilizzati per la scheda del Censimento dei Beni Geologici Italiani, per cui la valutazione viene espressa con i termini *raro*, *esemplificativo* e *rappresentativo*, dove si intende per:

- *Raro*: un sito "unico" nell'area considerata;
- *Esemplificativo*: il sito "migliore" di cui si dispone, nell'area considerata, per la comprensione di determinati fenomeni geologici;
- *Rappresentativo*: il sito che può essere utilizzato per la descrizione o la comprensione di una forma o un processo geologico.

Il valore del grado viene invece espresso con i termini: internazionale, europeo, nazionale, regionale, locale. Inoltre una casella permette di stabilire se il giudizio espresso sul valore scientifico è di tipo oggettivo o soggettivo.

### **2. Interesse scientifico**

Informazioni relative all'interesse scientifico (naturalistico, vulcanologico, geomorfologico, applicativo, stratigrafico, etc.), indicando se d'interesse primario o secondario.

### **3. Altro interesse**

Se presente altro tipo di interesse: culturale, storico, escursionistico, didattico; quest'ultimo è accompagnato da informazioni sul grado d'interesse didattico (elevato, medio, basso).

### **4. Interesse specifico**

Se presente un ulteriore interesse scientifico.

### **5. Iconografia**

Materiale iconografico esistente sul sito con possibilità di inserimento attraverso il collegamento con un file esterno

### **6. Litologica**

Possibilità di inserire uno stralcio di carta geologica attraverso collegamento con un file esterno

### **7. Litologia**

Informazioni sulla litologia caratterizzante il sito.

### **8. Esposizione e spessore**

Informazioni sul tipo di esposizione del sito (se naturale o artificiale) e suo spessore in metri.

### **9. Accessibilità**

Modalità e grado di difficoltà di accesso al sito. Proposta per migliorare la fruizione; Informazioni su come accedere al sito (se via mare o via terra) e con quali mezzi.

### **10. Caratteri salienti**

Informazioni sulla posizione del sito (se emerso o sommerso), se costituisce un punto panoramico, in che stagione è consigliabile visitarlo, se presente un'area attrezzata e a quale distanza; casella di note generali.

### **11. Conservazione**

Informazioni sullo stato di conservazione del sito (buono, discreto, cattivo), sulla possibilità e tipo di degrado, casella di descrizione del degrado.

### **12. Bibliografia**

Informazioni sulla bibliografia esistente sul sito con possibilità di aggiungere informazioni su: autore, titolo, anno, rivista, editore.

nome	id_geosito	comune
Affioramento di Mofete	CFBaMo18c	Bacoli
Astroni	CFPoAs05a	Pozzuoli
Astroni 3	CFNaCA04f	Napoli
Averno	CFPoAv10a	Pozzuoli
Belvedere degli Astroni	CFPoAs05b	Pozzuoli
Belvedere dei Camaldoli	CFNaCC02	Napoli
Belvedere di Pigna San Nicola	CFNaCA04a	Napoli
Belvedere di Vivara	CFPrVi16b	Procida
Belvedere su lago Miseno	CFBaCM11c	Bacoli
Breccia Museo	CFPrPL15a	Procida
Cala Badessa	CFNaCP01c	Napoli
Cala Cimitero	CFPrCC15d	Procida
Capo Miseno	CFBaCM11f	Bacoli
Cava di Piperno	CFNaVV03a	Napoli
Cava Miraglia	CFNaVV03c	Napoli
Cave di tufo	CFQuCT22c	Quarto
Costone Bagnoli-Fuorigrotta	CFNaCP01g	Napoli
Depositi da caduta	CFPoMS22d	Pozzuoli
Faccette triangolari	CFNaCA04c	Napoli
Falesia di Monte di Procida	CFMPMP12	Monte di Procida
Falesia diTorregaveta	CFMPTG13a	Monte di Procida
Fondi di Baia	CFBaFB18d	Bacoli
Frana di Trantaremi	CFNaCP01i	Napoli
Gauro	CFPoGa20a	Pozzuoli
Grotta del Cane	CFNaCA04d	Napoli
Grotta di Cocceio	CFPoAv10b	Pozzuoli
Grotta di Seiano	CFNaCP01h	Napoli
Lago Fusaro	CFBaFu19	Bacoli
Lago Lucrino	CFPoMN09b	Pozzuoli
Lago Miseno	CFBaCM11e	Bacoli
Montagna Spaccata	CFPoMS22a	Pozzuoli
Monte Nuovo	CFPoMN09a	Pozzuoli
Monte Olibano	CFPoSo06b	Pozzuoli
Monte Spina	CFNaCA04e	Napoli
Nisida	CFNaCP01f	Napoli
Palazzo degli Spiriti	CFNaCP01a	Napoli
Parco archeologico del Pausilypon-Gaiola	CFNaCP01b	Napoli
Parco sommerso di Baia	CFBaBa18a	Bacoli
Pisciarelli	CFPoCA04a	Pozzuoli
Porto di Miseno	CFBaCM11d	Bacoli
Porto Giulio	CFPoPG17	Pozzuoli
Promontorio di Cuma	CFPoCu14	Pozzuoli
Punta della Lingua	CFPrPL15e	Procida
Punta Marmolite	CFQuPM22b	Quarto
Punta Ottimo	CFPrPO15c	Procida
Rione Terra	CFPoRT21a	Pozzuoli
Solfatarà	CFPoSo06a	Pozzuoli
Stufe di Nerone	CFBaSN18b	Bacoli
Tempio di Serapide	CFPoTS07	Pozzuoli
Terme di Miseno	CFBaCM11a	Bacoli
Terra Murata	CFPrTM15b	Procida
Terrazzo della Starza	CFPoTS08	Pozzuoli
Tufo di Torregaveta	CFMPTG13b	Monte di Procida
Valle dei Re	CFNaCP01d	Napoli
Valle del Verdolino	CFNaVV03b	Napoli
Vivara	CFPrVi16a	Procida
Vulcano di Coroglio	CFNaCP01e	Napoli

Tabella 2

### **13. Cartografia**

Stralcio della cartografia ufficiale, con informazioni su tipo di carta, denominazione del foglio, la scala e la latitudine e la longitudine del sito.

### **14. Scheda collegata**

Se esiste, permette di inserire il nome e il codice di un geosito collegato.

A queste tabelle principali si aggiungono una serie di tabelle dati, che costituiscono una sorta di archivi di riferimento per i dati non variabili e che comprendono elenchi riguardanti il tipo di interesse scientifico, l'elenco del mezzo da usare per accedere ad un geosito, i gradi di difficoltà per raggiungere il geosito, l'elenco della posizione che può assumere il geosito (se emerso o sommerso etc.), l'elenco del tipo e la possibilità di degrado, dello stato di conservazione, l'elenco dei vincoli territoriali e l'elenco della cronostratigrafia ufficiale che corrisponde a quello usato nella scheda del Servizio Geologico e tratto dalla banca dati del CARG; inoltre all'interno delle tabelle, sono stati predisposte delle caselle combinate che consentono, l'immissione degli elementi e dei termini più ricorrenti e comuni degli oggetti censiti (che riguardano ad esempio un elenco delle Provincia o dei Comuni di appartenenza dei geositi). L'immissione di questo tipo di dati è stato organizzato in questo modo per ridurre al minimo le immissioni con la tastiera da parte di chi compila la scheda, in modo da essere facilmente guidati con menù a tendina.

## **4.4 DESCRIZIONE DEI GEOSITI INDIVIDUATI**

Seguono le descrizioni di geositi individuati, in cui ho cercato di dare il maggior numero di informazioni possibili su ogni singolo sito. La maggior parte di essi è caratterizzato dall'aver molteplici aspetti di interesse sia scientifico che di altro tipo.

Ci tengo a precisare che la descrizione di ognuno dei geositi scelti è quella che ho inserito anche all'interno del database come documento di Word allegato, per cui può risultare, da una scheda all'altra, la ripetizione di alcuni argomenti, fatto necessario affinché la descrizione di ogni singola scheda sia esaustiva e indipendente dalle altre.

Nella descrizione inoltre non sono stati inseriti i riferimenti bibliografici, in quanto consultabili direttamente attraverso il database (per maggiori approfondimenti su di essi, si rimanda inoltre al capitolo 2).

Queste schede, qui di seguito descritte in formato cartaceo, disponendo del software *Access*, possono essere consultate direttamente, in maniera interattiva sul CD-rom allegato alla tesi.

### **4.4.1 Scheda n°1: PALAZZO DEGLI SPIRITI**

Il Palazzo degli Spiriti si trova nei pressi dell'abitato di Marechiaro, lungo il litorale della collina di Posillipo, che si sviluppa da Mergellina fino a Coroglio.

E' questo uno dei luoghi più noti di Napoli sia per le bellezze paesaggistiche sia per la presenza di numerose testimonianze archeologiche, soprattutto resti di antiche ville residenziali romane che molto spesso si trovano in prossimità della costa e giacciono semisommerse dal mare.

Il Palazzo degli Spiriti rappresenta l'edificio romano meglio conservato e più affascinante di tutto il tratto. Si tratta di una costruzione a tre piani, di cui l'ultimo risulta in parte distrutto e il primo, in opera reticolata, attualmente giace quasi totalmente sommerso. Su gran parte dell'edificio sono chiaramente visibili numerose tracce di riutilizzi e di restauri e gli effetti dell'erosione del mare a causa del bradisismo. Allo stato attuale delle conoscenze ancora non se ne conosce precisamente la funzione

L'interesse di questo sito è legato al fatto che conserva chiare evidenze del fenomeno del bradisismo che da sempre interessa tutta la zona flegrea e che ha lasciato chiare evidenze lungo tutto il tratto di costa.

Le numerose testimonianze geo-archeologiche che si rinvergono (vedi scheda n°2), compreso il Palazzo degli Spiriti, sono spesso di difficile accesso via terra: per questo motivo una visita via mare è più indicata per cogliere appieno la bellezza della costa e raggiungere facilmente i luoghi di interesse.

Questo sito, in cui l'archeologia si intreccia strettamente con gli eventi geologici, rappresenta un valido esempio di come in quest'area gli effetti di un territorio vulcanicamente attivo rechino all'ambiente naturale continui cambiamenti, influenzando pertanto anche la vita umana.

#### 4.4.2 Scheda n°2: PARCO ARCHEOLOGICO DEL PAUSILYPON-GAIOLA

La Gaiola è il nome di una cala che si trova, subito dopo il borgo di Marechiaro, lungo il litorale Posillipino che si sviluppa da Mergellina fino a Coroglio.

E' questo uno dei luoghi più noti di Napoli sia per le bellezze paesaggistiche sia per la presenza di numerose testimonianze archeologiche, soprattutto resti di antiche ville residenziali romane che molto spesso, in prossimità della costa, giacciono semisommerse dal mare.

Il sito comprende la cala della Gaiola, il promontorio che la separa dalla Cala Trentaremi e gli isolotti della Gaiola.

Il promontorio ospita i resti di quella che probabilmente fu una delle più grandiose *Ville marittime* della nobiltà romana, la *Villa Pausilypon* (da cui il nome della zona, dal greco *Pausilypon* cioè che "calma il dolore", ad indicare la quiete e le delizie del luogo).

La residenza copriva un'area di circa nove ettari occupati da edifici, porticati, giardini e vigneti. La sua storia inizia nel periodo tardo-repubblicano (I sec. a.C.) e giunge probabilmente fino all'epoca tardo-imperiale (IV sec.d.C.) Il suo primo proprietario fu il ricco cavaliere beneventano di origine libertina Vedio Pollione.

Gli scavi che portarono alla luce questo complesso archeologico furono eseguiti intorno alla prima metà dell'ottocento. Cosa molto interessante è che l'organizzazione spaziale degli edifici rispecchia una meditata esposizione al sole e ai venti e appare studiata per aprirsi su suggestivi scorci panoramici e consentire così il pieno godimento dell'*amoenitas* dei luoghi.

Tra gli edifici più importanti rinvenuti abbiamo: un teatro, con una capacità di contenere fino a 2000 persone; un odeon; un'ampia costruzione rettangolare che fu forse un ninfeo; i complessi termali divisi in terme superiori (i cosiddetti bagni di Adriano) e terme inferiori; il cosiddetto belvedere, che si affaccia sullo splendido scenario della costa.

Scendendo dal promontorio, lungo la costa sottostante, si notano, verso ovest, resti della villa a picco sul mare e una darsena, protetta da un porticciolo sommerso, che si protrae verso mare come un braccio naturale in tufo giallo, spianato dall'azione dell'uomo. Un poco più avanti, si giunge nei pressi del cosiddetto "Scoglio di Virgilio", che ospita le rovine di una sala quadrata con abside e nicchie (forse un ambiente termale connesso con le terme inferiori del *Pausilypon* o un ninfeo) che la tradizione popolare indica con il nome di "Scuola di Virgilio".

Verso il mare lo scenario è dominato dalla presenza dell'isolotto della Gaiola su cui sorge una moderna costruzione, oggi di proprietà del Comune di Napoli.

L'isolotto della Gaiola presenta una caratteristica forma spianata, dovuta probabilmente all'estrazione del tufo, attività che fu molto diffusa in quest'area in epoca romana, soprattutto lungo questo litorale e che è testimoniata dalle numerose grotte artificiali presenti lungo la costa.

Tutta l'area del promontorio, che scende fino a mare, è stata dichiarata nel 1999 "Parco archeologico di Posillipo". La tutela di quest'area si è stesa anche al tratto di mare antistante, fino all'isola di Nisida, che nel 2002, per il suo rilevante valore ambientale, storico e culturale, è stato dichiarato "Parco Sommerso della Gaiola".

Le numerose testimonianze geo-archeologiche di questo sito, sono raggiungibili via terra, con accesso gratuito dalla grotta di Seiano (vedi scheda n°46); è inoltre consigliata una visita anche via mare per cogliere appieno la bellezza della costa e raggiungere più facilmente i luoghi di interesse.

L'area descritta costituisce una visione d'insieme unica dell'area di Posillipo, soprattutto rispetto a quelli che possono essere gli effetti del bradisismo in un'area da sempre abitata lungo la costa.

In questo sito l'archeologia si intreccia strettamente con gli eventi geologici costituendo un valido esempio di come gli effetti di un territorio vulcanicamente attivo rechino all'ambiente naturale continui cambiamenti, influenzando pertanto anche la vita umana.

#### 4.4.3 Scheda n°3: CALA BADESSA

La Cala Badessa si apre lungo l'estremità meridionale della dorsale Vomero-Coroglio, nota più comunemente come Capo Posillipo, che costituisce l'elemento separatore tra il Golfo di Napoli e quello di Pozzuoli.

Morfologicamente, tutto il tratto di costa, che dallo sperone di Mergellina si protrae fino alla prossimità di M. Coroglio, è caratterizzato dalla presenza di una scarpata tufacea, a luoghi in erosione come falesia attiva che evolve per crolli. Le scarpate localmente presentano numerose piccole insenature, o cale, che sono il risultato dell'intensa erosione lineare che tuttora agisce sul versante; all'interno delle cale i detriti erosi formano dei piccoli arenili.

Nei pressi della bellissima Cala Badessa la falesia diventa quasi verticale e l'assidua e profonda azione modellatrice del mare ha conferito alla baia la forma di un grandioso anfiteatro naturale. La suggestiva cala è caratterizzata da ripide pareti, con un'altezza di quasi 100 m, spesso modellate dal vento e da un sottile braccio tufaceo, Punta del Cavallo, che si protende verso mare e che la chiude ad est. Lungo le pareti di fondo sono ben visibili gli sbocchi dei corridoi di luce e di areazione della Grotta di Seiano (vedi scheda relativa al sito della Gaiola, n°2). Non può passare inosservato il caratteristico scoglio piatto e semi affiorante detto "Tavola di Mare", di natura artificiale: la baia dovette infatti ospitare nell'antichità cave di tufo sfruttate per l'intensa attività edilizia della zona.

Questo sito costituisce un valido esempio esplicativo dell'evoluzione di una costa alta: è infatti ben visibile come la falesia sia attiva e in alcuni punti sono ben evidenti le nicchie ed i cumuli di numerose frane da crollo. La falesia è impostata prevalentemente in Tufo Giallo Napoletano; da qui, fino a Coroglio, affiorano anche i prodotti tufacei appartenenti ad un locale centro eruttivo, il vulcano di Coroglio, precedente al Tufo Giallo Napoletano e ormai sventrato dall'erosione del mare (per l'interesse stratigrafico vedi scheda relativa al sito di Coroglio, n°5).

Una buona osservazione del sito è possibile solo via mare. Infatti seppur visibile dal Parco del Virgiliano, attraverso la Grotta di Seiano, il punto di vista via terra non permette una completa osservazione delle caratteristiche suddette.

#### 4.4.4 Scheda n°4: VALLE DEI RE

Il sito di Valle dei Re è un belvedere situato nel Parco cittadino del Virgiliano, all'estrema punta meridionale di Capo Posillipo. La collina costituisce l'elemento separatore tra il Golfo di Napoli e quello di Pozzuoli.

Noto anche come Parco della Rimembranza, o più romanticamente Valle dei Re, sorge proprio nella parte più alta della dorsale posillipina, a ridosso del Mt. Coroglio (vedi scheda n°5) e permette di avere una superba veduta dall'alto di questa zona. Immerso nel verde, per la sua posizione privilegiata permette di avere una mirabile vista sui golfi di Napoli e Pozzuoli. Dal parco si può accedere ad alcuni punti panoramici che permettono di osservare guardando verso ovest Nisida (vedi scheda n°6), Bagnoli, Pozzuoli, più in lontananza Baia con il suo castello, Capo Misero (vedi scheda n°30), la bassa Procida e Ischia con il Monte Epomeo; in altri punti panoramici che affacciano verso est la veduta è completata dal golfo di Napoli, il Vesuvio, la penisola Sorrentina e l'isola di Capri. All'interno del parco sono inoltre presenti aree attrezzate per attività sportive e giochi per bambini.

Accanto all'interesse paesistico dell'area, la sua favorevole esposizione permette l'osservazione dall'alto di una vasta zona dei Campi Flegrei, un paesaggio che, seppur molto antropizzato, ha conservato le chiare morfologie vulcaniche.

#### 4.4.5 Scheda n°5: VULCANO DI COROGLIO

Il sito del vulcano di Coroglio comprende il tratto di costa a falesia che borda l'estrema punta meridionale di Capo Posillipo, immediatamente retrostante all'isola di Nisida.

Il sito presenta un elevato interesse vulcanologico e stratigrafico in quanto lungo la falesia sono ben esposti i prodotti piroclastici del Tufo Giallo Napoletano, la cui età è di circa 12 ky b.p., che costituiscono l'ossatura principale dell'intera dorsale e che qui si presenta in una delle sue migliori esposizioni naturali. Alla base della falesia sono inoltre visibili i prodotti tufacei appartenenti ad un

locale centro eruttivo, il vulcano di Coroglio (precedente a 12 ky b.p.) completamente sventrato dall'erosione marina.

Il sito permette di fare considerazioni sulla modalità di deposizione dei depositi piroclastici in base all'inclinazione degli strati. L'affioramento mostra infatti chiaramente i rapporti stratigrafici tra i due eventi vulcanici: la giacitura dei depositi di Tufo Giallo mette bene in evidenza la debole inclinazione verso SE dell'intera dorsale; i tufi del vulcano di Coroglio mostrano chiara la caratteristica inclinazione quaquaversale degli edifici vulcanici con attività esplosiva e testimoniano una paleomorfologia vulcanica sepolta da eventi successivi e ormai parzialmente distrutta dall'erosione del mare.

Il sito è facilmente raggiungibile via terra e il punto di osservazione migliore è rappresentato dal pontile che unisce Coroglio all'isola di Nisida (vedi scheda n°6).

#### 4.4.6 Scheda n°6: NISIDA

Nisida è una piccola isola antistante Capo Posillipo, unita alla terraferma tramite un pontile lungo circa 300 m che ha origine dalla spiaggia di Coroglio. Chiamata dai greci “*Nesis*” cioè piccola isola, la leggenda voleva che Nisida fosse una splendida fanciulla corteggiata senza tregua da Posillipo, figlio di una divinità marina; per sfuggire al suo amore Nisida si tuffò in mare; fu così che vennero trasformati insieme in scogli, lui per aver disubbidito alle volontà celesti e lei per aver rifiutato l'amore di un figlio degli dèi.

In realtà questo isolotto rappresenta, da un punto di vista geologico ciò che resta di un'eruzione vulcanica, a carattere freatomagmatico, avvenuta in un periodo successivo al Tufo Giallo Napoletano, intorno ai 10 ky b.p., che ha portato alla messa in posto di banchi tufacei giallastri stratificati e zeolitizzati che costituiscono l'edificio vulcanico. Geomorfologicamente è un classico esempio di *Tuff Cone*: la sua forma circolare ha un perimetro di circa 2 km di lunghezza e consta di un cratere vulcanico di esplosione alto più di 100 m slm, con un diametro di circa 500 m. Il cratere, che nel suo interno ha la caratteristica forma ad imbuto, è aperto verso sud-ovest e ospita il piccolo *Porto Paone*. Quest'ultima costituisce una splendida insenatura che si apre a ventaglio nel mare ed è il risultato dell'abrasione svolta dall'incessante moto ondoso a cui questo versante dell'isola è maggiormente esposto; questa baia semicircolare conferisce inoltre all'intera isola una caratteristica forma a “croissant”.

Da un punto di vista naturalistico Nisida conserva una vegetazione ancora intatta e angoli di eccezionale bellezza naturale. La vegetazione tipica di ambienti di scogliera e di Macchia Mediterranea comprende tra le specie principali il Corbezzolo, l'Erica arborea, il Leccio, il Lentisco e il Mirto.

L'interesse storico di questo sito è invece legato ad una vicenda che occupa un posto piuttosto importante nella storia dei romani. Pare infatti che proprio in una villa di Nisida, Bruto e Cassio idearono la celebre congiura che portò alla morte di Giulio Cesare e, sempre in questa residenza, Bruto, in seguito all'omicidio, ricevette nel 44 a.C. la visita di Cicerone, per meditare sulle conseguenze politiche del crimine.

Attualmente l'accesso via terra all'isola è vietato, a causa della presenza sul luogo di una zona militare e della Casa Circondariale per minorenni.

Per questo motivo è consigliabile una visita via mare, che offre una maggiore possibilità di osservare le caratteristiche morfologiche dell'isola, anche se una discreta veduta del versante orientale dell'isola si può anche avere da Parco del Virgiliano (vedi scheda n°4)

#### 4.4.7 Scheda n°7: COSTONE BAGNOLI-FUORIGROTTA

Il Costone di Bagnoli-Fuorigrotta, da Coroglio fino alla Loggetta, costituisce il versante bordiero orientale della omonima depressione, o anche il versante occidentale della dorsale Vomero-Coroglio, più comunemente nota come Capo Posillipo. Quest'ultima geograficamente rappresenta l'elemento separatore principale tra il Golfo di Napoli e quello di Pozzuoli.

L'intera dorsale geomorfologicamente viene considerata come il bordo orientale della caldera flegrea. La sua ossatura, se si eccettua la copertura di piroclastiti, spesso rimaneggiate e provenienti dal vicino campo policroaterico di Agnano, (vedi scheda n°11), è costituita in gran parte dalla formazione del Tufo Giallo Napoletano, la cui età è di circa 12 ka b.p.;

Il versante occidentale della dorsale, e quindi il costone di Bagnoli-Fuorigrotta, presenta una ripida scarpata tufacea che si innalza per oltre un centinaio di metri con pareti sub-verticali nettamente troncate e si configura chiaramente come orlo di sprofondamento vulcano tettonico: il suo andamento disuniforme è caratterizzato da ampie aperture emicicliche che testimoniano un antico paesaggio vulcanico sepolto e collassato. Attualmente tale orlo è in rapido arretramento ad opera di processi erosionali quali frane, dilavamenti ed erosione lineare, che hanno portato all'accumulo, alla base della scarpata di uno spesso *talus* detritico, responsabile del riempimento parziale dell'antistante depressione. Lungo il versante, inoltre, è ben esposto il Tufo Giallo Napoletano che qui raggiunge considerevoli spessori e presenta il suo caratteristico aspetto.

La depressione Bagnoli-Fuorigrotta, immediatamente antistante il Costone, è stata per lungo tempo sede dell' ILVA, un' acciaieria ormai dimessa che ha deturpato ed inquinato notevolmente uno dei paesaggi più spettacolari dell'area flegrea; fortunatamente sta per partire un progetto di bonifica per il recupero di tutta la zona.

In attesa di un adeguato recupero, questo sito possiede un potenziale enorme e permette di usufruire di una zona che nonostante le forti deturpazioni antropiche conserva inalterate le sue morfologie vulcaniche e potrebbe rappresentare un angolo di pace, dal caos cittadino, immerso nel verde.

#### 4.4.8 SCHEDA n°46: GROTTA DI SEIANO

La Grotta di Seiano è una galleria che, nei pressi della discesa di Coroglio, taglia trasversalmente la dorsale di Posillipo, attraversando l'altura che sovrasta la cala Trentaremi. Fu scavata in funzione della *Villa Pausilypon*, intorno al I sec a.C., per collegare il Vallone della Gaiola a Coroglio e all'area di Bagnoli e dei Campi Flegrei. La sua lunghezza complessiva è di circa 900 m e possiede tre cunicoli di areazione e illuminazione che escono a grande altezza su punti panoramici ubicati in corrispondenza di Cala Badessa (vedi scheda n°3) e di Cala Trentaremi. Sia l'entrata dal lato di Coroglio che le pareti e la volta dell'opera sono rivestiti di opera reticolata e laterizia, a tratti alternata a quadroni di tufo.

Oltre a rappresentare una straordinaria opera di ingegneria, realizzata quasi interamente nel Tufo Giallo Napoletano, l'interesse vulcanologico di questo sito è legato al fatto che all'interno della galleria sono ben visibili le strutture deposizionali delle piroclastiti e soprattutto è chiaramente visibile l'immersione degli strati verso sud-est che indica la direzione di provenienza del materiale piroclastico.

Per lungo tempo inaccessibile, oggi la grotta introduce al Parco archeologico di Posillipo (vedi scheda n°2), che è stato inaugurato nel 1999 e comprende tutta l'area del promontorio che scende fino a mare.

#### 4.4.9 SCHEDA n°48: FRANA DI TRENTAREMI

La frana di Trentaremi si trova nei pressi di Capo Posillipo, e costituisce la parete che a monte delimita l'omonima cala. Si tratta di una paleo-frana complessa, attualmente stabilizzata da vegetazione e che ha causato il crollo di parte della falesia. In questa parte della costa di Capo Posillipo le pareti sono caratterizzate da una forte pendenza (vedi scheda n°3) e soprattutto per l'azione di scalzamento al piede del moto ondoso, si configurano a luoghi come falesia attiva che evolve per crolli.

L'interesse di questo sito è legato soprattutto alla sua caratteristica morfologia che risulta ben visibile e cartografabile. Rappresenta dunque un chiaro esempio didattico di frana lungo costa.

La migliore osservazione del sito è indubbiamente via mare.

#### 4.4.10 SCHEDA n°8: BELVEDERE DEI CAMALDOLI

La Collina dei Camaldoli sorge ad ovest della città di Napoli. Il nome del colle deriva dalla congregazione dei Camaldoliti, che nel 1585 istituì il proprio monastero sui resti di un'antica chiesa fondata da S.Gaudioso nel 439 a.C..

Rappresenta l'entità morfologica più elevata sia dell'area flegrea che di quella napoletana raggiungendo, nei pressi dell'Eremo, il top altimetrico di circa 458 m slm.

Morfologicamente viene considerato come il margine nord orientale della caldera flegrea; la sua ossatura è costituita in parte da depositi piroclastici attribuiti all'attività flegrea più antica, a cui seguono i depositi della formazione del Tufo Giallo Napoletano.

La caldera si sarebbe formata in seguito all'eruzione dell'Ignimbrite Campana, datata 39 ky circa, considerata una delle più potenti eruzioni avvenute nell'area flegrea e nell'area del Mediterraneo negli ultimi 200.000 anni; questa eruzione avrebbe causato il rapido svuotamento della camera magmatica a cui ha fatto seguito il collasso vulcano-tettonico. Secondo alcuni studiosi una seconda fase di sprofondamento si è avuta in seguito all'eruzione nota come Tufo Giallo Napoletano, avvenuta intorno ai 12 ky circa. Successivamente a questa fase l'attività vulcanica è rimasta confinata all'interno della caldera, ed è stata caratterizzata dalla formazione di oltre una trentina di apparati vulcanici monogenici, di cui rimangono numerose evidenze morfologiche.

I versanti di questo alto morfologico sono molto acclivi e sono attualmente in arretramento ad opera di processi erosionali quali frane, dilavamenti ed erosione lineare; questi processi spesso costituiscono spesso una vera e propria minaccia per i centri abitati di Soccavo e Pianura che sorgono ai piedi della "collina".

La cosa più affascinante di questo sito è il belvedere a cui si accede traversando l'eremo e raggiungendo la terrazza antistante la chiesa dei Camaldoliti. Si può godere di un panorama che abbraccia i golfi di Napoli, Pozzuoli e Gaeta. Guardando verso sud-est, e cioè alla sinistra dell'osservatore che ha di fronte il panorama, si può osservare l'apparato vulcanico del Somma-Vesuvio e la colata lavica del 1944 (che distrusse l'abitato di S.Sebastiano), la città di Napoli, di cui si vede in primo piano la collina di San Martino (su cui sorge Castel S.Elmo), la Penisola Sorrentina e l'isola di Capri, la dorsale di Posillipo (scheda n° 4) che si protrae fino all'isolotto di Nisida (scheda n° 6); di fronte in primo piano Fuorigrotta, Bagnoli, la conca di Agnano (vedi scheda n° 11) e gli Astroni (vedi scheda n° 17), verso sud-ovest Pozzuoli e il suo golfo, Baia e il suo castello, Capo Miseno (vedi scheda n° 30), le isole di Procida e Ischia; durante le giornate di maggiore visibilità lo sguardo può andare oltre: il lago Patria, il golfo di Gaeta, il Monte Massico, gli Aurunci e il Circeo; verso l'interno oltre la piana del Volturno, il complesso vulcanico del Roccamonfina e il Matese.

Sulla parte più alta della collina è stato inaugurato nel 1996 il parco dei Camaldoli. Esteso circa 135 ettari, comprende un'area di grande valore ambientale e paesaggistico, in quanto, nonostante si trovi in una zona altamente antropizzata e manomessa dall'uomo in maniera quasi sempre abusiva, conserva in se rari frammenti di vegetazione boschiva, prevalentemente a castagni e lecci, che caratterizzavano un tempo le colline intorno Napoli.

L'elevato interesse scientifico (geomorfologico e paesistico) e didattico di questo sito è legato al fatto che permette di vedere, dal belvedere, l'estensione dell'intera caldera flegrea, con una completa visione d'insieme dei numerosi edifici vulcanici che sorgono all'interno di essa; dal punto panoramico sono infatti ben visibili e distinguibili le morfologie vulcaniche che caratterizzano l'area, soprattutto il campo policroaterico di Agnano, l'edificio vulcanico degli Astroni, la Solfatara (vedi scheda n° 19), Cigliano, Senga e Quarto, fino a Cuma (vedi scheda n° 34) e Monte di Procida (vedi scheda n°31).

#### 4.4.11 SCHEDA n°9: CAVA DI PIPERNO

Il sito della Cava di Piperno si trova nella Valle del Verdolino, un'incisione torrentizia che si apre subito ad est della collina dei Camaldoli. La valle costituisce il bordo che delimita a settentrione la Piana di Soccavo e taglia, con una profonda incisione, l'orlo della caldera flegrea.

Questa incisione naturale espone i prodotti vulcanici più importanti e antichi dell'attività vulcanica flegrea tra cui l'Ignimbrite Campana (a cui sono associati i depositi vulcanici del Piperno e della Breccia Museo) e il Tufo Giallo Napoletano.

L'eruzione che ha portato alla messa in posto dell'Ignimbrite Campana è avvenuta circa 39000 anni fa ed è considerata l'evento vulcanico a maggiore energia dell'area mediterranea negli ultimi 200 ka bp. Durante l'eruzione furono emessi 150 km<sup>3</sup> di magma, che ricoprirono un'area comprendente la Piana Campana, la penisola Sorrentina e buona parte dell'Appennino Meridionale (le ceneri emesse sono state rinvenute anche in Groenlandia e in Russia). La sua composizione è prevalentemente trachitica. I depositi del Piperno e della Breccia Museo vengono interpretati in letteratura da alcuni autori come facies prossimali dell'Ignimbrite Campana, da altri invece come depositi testimonianti attività esplosiva di centri eruttivi locali. In particolare la Breccia Museo rappresenta un deposito più prossimale che fa supporre che il centro di emissione o uno dei centri di emissione di questi prodotti piroclastici possa essere stato non lontano dall'area in cui affiorano. Alcuni autori fanno coincidere a questo primo evento eruttivo la formazione di una prima caldera flegrea (in verità ancora oggi non esiste unanimità nel mondo scientifico riguardo all'area di origine e alla modalità di emissione dei prodotti dell'Ignimbrite Campana).

La messa in posto del Tufo Giallo Napoletano è avvenuta invece circa 12 ka b.p. ed è considerata la seconda eruzione più potente dell'area flegrea (scheda n°43).

Questi due principali prodotti vulcanici che si sono depositati in grandissime quantità nell'area napoletana e flegrea hanno rappresentato per anni una risorsa naturale di estrazione fondamentale per la regione Campania.

La cava oggetto d'interesse si raggiunge accedendo alla valle dalla piana di Soccavo e si apre lungo il fianco occidentale della stessa.

L'interesse vulcanologico e stratigrafico di questo sito è legato al fatto che lungo la parete di cava sono ben visibili i prodotti precedenti alla messa in posto del Tufo Giallo Napoletano: il Piperno, la Breccia Museo e i depositi successivi noti come "Tufi Biancastri".

Il Piperno è un deposito da flusso costituito da ceneri fortemente cementate, in cui talvolta sono ben visibili e perfettamente conservati i vacuoli delle scorie, altre volte invece, completamente collassate, formano fiamme orientate, testimonianti le direzioni del flusso piroclastico. Verso l'alto il deposito della Breccia Museo assume invece caratteri più grossolani e meno litificati, con scorie di dimensioni decimetriche, frammenti litici eterogenei e assenza di matrice. I depositi di tufi biancastri costituiscono invece un deposito piroclastico stratificato e poco coerente.

L'interesse geologico applicativo della cava è invece legato al fatto che è una delle prime cave storiche di Piperno, un prodotto vulcanico molto usato in passato e diffuso nell'area napoletana come materiale da costruzione: numerosissime infatti sono gli edifici storici o le facciate delle chiese che nel centro storico di Napoli, ma anche nelle aree limitrofe, sono state costruite con questo materiale.

Abbastanza facilmente raggiungibile a piedi dall'abitato di Soccavo, il valore di questo sito attualmente sembra completamente scomparso dall'immaginario culturale degli abitanti locali, in quanto versa in uno stato di completo abbandono e degrado.

#### 4.4.12 SCHEDA n°10: VALLE DEL VERDOLINO

La Valle del Verdolino si apre subito ad est della collina dei Camaldoli e costituisce l'incisione torrentizia che ha come recapito la Piana di Soccavo.

Questa valle taglia con una profonda incisione l'orlo settentrionale della caldera flegrea ed espone i prodotti vulcanici più antichi dell'attività vulcanica, tra cui l'Ignimbrite Campana (a cui sono associati i depositi vulcanici del Piperno e della Breccia Museo) e il Tufo Giallo Napoletano.

L'elemento dominante e stratigraficamente più elevato è rappresentato dal Tufo Giallo Napoletano, che in questa valle raggiunge più di 100 m di spessore.

Accedendo alla valle dalla piana di Soccavo, è possibile osservare lungo il fianco orientale un'antica cava (vedi scheda n° 9) che espone i prodotti associati all'eruzione dell'Ignimbrite Campana: il Piperno e la Breccia Museo.

Il sito oggetto d'interesse è rappresentato proprio dal suo fianco orientale. L'interesse vulcanologico è legato al fatto che in parete è esposta una chiara e completa sequenza stratigrafica testimoniante gli eventi flegrei precedenti all' Ignimbrite Campana e successivi al Tufo Giallo Napoletano .

Nella parte più bassa della successione affiora, per circa 50 m, una sequenza di piroclastici stratificate, nota in letteratura come Tufi di Torre Franco, formata da un'alternanza di livelli di ceneri a stratificazione incrociata con banchi di pomice e scorie da caduta intervallati da paleosuoli. Segue superiormente, per uno spessore di oltre 100 m la formazione Piperno-Breccia Museo. Su di essa, separati da una netta discordanza, poggiano i depositi dei tufi biancastri, che costituiscono invece un deposito piroclastico stratificato e poco coerente testimoniante attività vulcanica compresa tra 39 e 12 ky. A tetto, separato da seconda discordanza, poggia il Tufo Giallo Napoletano. La serie stratigrafica termina con una sequenza di circa 10 m di prodotti piroclastici incoerenti stratificati, legati all'attività vulcanica recente dei Campi Flegrei (in particolare la Formazione delle Pomice Principali (attribuite ad Agnano, al vulcano di Monopoli e agli Astroni).

L'interesse stratigrafico di questa valle è legato al fatto che la profonda incisione, tagliando il bordo della caldera flegrea ha reso chiaramente visibili le relazioni geometriche esistenti tra i prodotti vulcanici generati dall'attività vulcanica.

Rappresenta inoltre un angolo di tranquillità e di fuga dal caos cittadino; usata in passato come passaggio per giungere ai Camaldoli, ci sono stati tentativi di rivalutazione di questa area, da parte di associazioni locali, attraverso la riapertura dei vecchi sentieri e la risistemazione dei versanti. Attualmente l'area versa in uno stato di degrado e completo abbandono.

#### 4.4.13 SCHEDE n°43: CAVA MIRAGLIA

La Cava Miraglia si apre lungo il versante orientale della valle del Verdolino, un'incisione fluviale che si trova subito ad est della collina dei Camaldoli e che trova recapito nella Piana di Soccavo.

Questa valle taglia con una profonda incisione l'orlo settentrionale della caldera flegrea ed espone i prodotti vulcanici più importanti dell'attività vulcanica di quest'area, tra cui l' Ignimbrite Campana (a cui sono associati i depositi vulcanici del Piperno e della Breccia Museo) e il Tufo Giallo Napoletano.

L'elemento dominante e stratigraficamente più elevato è rappresentato dal Tufo Giallo Napoletano, che in questa valle raggiunge più di 100 m di spessore.

La messa in posto del Tufo Giallo Napoletano è avvenuta invece circa 12 ka b.p. ed è considerata la seconda eruzione più potente dell'area flegrea. L'emissione del tufo giallo è stata caratterizzata da una dinamica molto complessa; si è verificata un'eruzione esplosiva con carattere variabile da freato-pliniano a freato-magmatico in funzione della variabile interazione acqua/magma, a cui ha fatto seguito la formazione di una caldera. L'area coperta dai prodotti di questa eruzione è stata stimata intorno ai 1000 km<sup>2</sup> ed include la Piana Campana, la città di Napoli e le baie di Pozzuoli e Napoli; i depositi si rinvengono fino ai rilievi appenninici. La composizione chimica dei prodotti eruttati varia da latite a trachite. E' costituito da depositi piroclastici litificati, composti da pomice, frammenti di ossidiana, cristalli e litici all'interno di una matrice cineritica alterata e composta prevalentemente da zeoliti e minerali argillosi. Si presenta da un punto di vista litologico, secondo differenti facies: gialla litoide e grigia semicoerente; queste variazioni di colore e di consistenza litologica sono dovute ad un processo di zeolitizzazione post-deposizionale; i depositi giallo litoidi presentano due tipi di facies deposizionali, una stratificata ed una caotica.

Questi due principali prodotti vulcanici che si sono depositati in grandissime quantità nell'area napoletana e flegrea hanno rappresentato per anni una risorsa naturale di estrazione fondamentale per la regione Campania.

La cava oggetto d'interesse si raggiunge accedendo alla valle dalla piana di Soccavo e si apre lungo il fianco orientale della stessa.

L'interesse geologico applicativo di questo sito è strettamente legato all'importanza che il Tufo Giallo ha avuto in questa zona come materiale edilizio. Questo materiale infatti, sia per la diffusione degli affioramenti in superficie, sia per la facile lavorabilità e per le sue buone caratteristiche di leggerezza

e porosità, ha rappresentato l'elemento fondamentale di qualsiasi attività costruttiva fin dall'epoca dei primi insediamenti, risalenti a circa 5000 anni a.C. Contemporaneamente si è anche sviluppata un'attività di scavo nel tufo per la realizzazione di ripari sicuri, acquedotti, gallerie o per prelevare il tufo necessario per la realizzazione di mura di cinta, castelli, chiese, abitazioni e palazzi.

La sua coltivazione avveniva prevalentemente con la realizzazione di gallerie che mostravano sezioni di vario tipo; la più adottata fin dall'antichità, che offre maggiori garanzie di sicurezza presenta una forma trapezoidale, con pareti laterali di poco discoste dalla verticale e la volta piana. Caratteristica quindi è la sezione che si può osservare in questa cava che si apre in una parete con l'aspetto caratteristico del tufo giallo litoide.

Attualmente questa cava non è visitabile, viene utilizzata dagli abitanti della zona come deposito e quindi sbarrata.

#### 4.4.14 SCHEDA n°11: BELVEDERE DI PIGNA SAN NICOLA

Il belvedere di Pigna S.Nicola (215 m slm) si apre lungo il bordo settentrionale della Conca di Agnano, ed è un sito che permette di avere una visione d'insieme del campo policraterico su cui si affaccia.

La Conca di Agnano sorge nella zona centro-orientale dei Campi Flegrei. Il suo territorio ricade per 2/3 entro i limiti comunali della città di Napoli, per il resto nel comune di Pozzuoli.

Il termine Agnano deriva probabilmente da *anguis*, serpenti di cui era infestata anticamente l'area, perché malsana e paludosa, oppure secondo un'altra interpretazione deriva dalla famiglia *Annia*, ricchi proprietari della zona.

La conca rappresenta morfologicamente un antico campo policraterico di circa 6,5 km di perimetro, che a sud-ovest culmina nel Monte Spina (circa 162 m slm) e ad est nel Monte S. Angelo (circa 173 m slm); i suoi confini fisici coincidono con le creste dei rilievi che circondano completamente la piana, conferendole carattere di conca chiusa.

Essa si è formata in seguito ad una complessa e discontinua attività vulcanica che inizia circa 10,7 ka bp. A questa data si fa corrispondere infatti l'evento che dopo il tufo giallo è considerato come quello di maggior energia e da cui ha inizio un nuovo periodo di attività vulcanica flegrea; tale evento produsse il deposito noto come "*Pomici Principali*", costituito da una serie di livelli di pomice da caduta originati da un'eruzione pliniana con il centro eruttivo ubicato proprio nella piana di Agnano. Un successivo episodio è testimoniato dai prodotti vulcanici dell'attività del complesso Agnano-M. Spina a cui fa seguito il collasso vulcano tettonico della piana. I prodotti di questo evento, datato 4.1 ka, testimoniano l'eruzione più potente avvenuta nell'ultimo periodo di attività vulcanica flegrea (che va da 4.8-3.8 ky).

Attualmente la piana si presenta bordata ad est e a sud dalle creste dei rilievi che costituiscono l'orlo del campo policraterico che risulta ad ovest e a nord completamente distrutto dalla posteriore formazione dei crateri di Astroni (vedi scheda n°17) e Solfatara (vedi scheda n°19).

Ai fenomeni vulcanici si sono inoltre alternati numerosi eventi di deformazione del suolo dovuti alla tettonica e al bradisismo, che hanno contribuito all'avvicinarsi di particolari situazioni ambientali all'interno della conca (vedi scheda n°14).

Attualmente la zona è ricca di manifestazioni vulcaniche secondarie che si esplicano attraverso movimenti verticali del suolo, attività fumarolica (vedi scheda n°15), punti di emissione di idrogeno solfato e acido carbonico (vedi scheda n°14) e numerose sorgenti termali.

Nonostante l'intensa antropizzazione sopravvivono ancora oggi evidenti morfologie che testimoniano l'origine vulcanica di quest'area; i rilievi che la bordano, sebbene in parte coltivati e terrazzati, a luoghi ancora conservano lembi con la caratteristica vegetazione di macchia mediterranea

Purtroppo l'incremento delle attività antropiche è in continua ascesa ed è dovuto soprattutto allo sfruttamento di quest'area per la realizzazione di infrastrutture stradali e aree destinate a disparate attività economiche e sportive (l'ippodromo è un esempio).

#### 4.4.15 SCHEDA n°13: FACCETTE TRIANGOLARI

Il sito delle faccette triangolari è ubicato lungo il bordo orientale della Conca di Agnano, in prossimità del Vallone del Corvo.

La conca rappresenta morfologicamente un antico campo policroterico di circa 6,5 km di perimetro. I suoi confini fisici lungo il lato orientale e meridionale coincidono con le creste dei rilievi che costituiscono l'orlo della depressione vulcano tettonica: a sud-ovest culmina nel Monte Spina (circa 162 m slm), ad est nel Monte S. Angelo (circa 173 m slm) e a nord-est nell'alto di Pigna San Nicola (215 m slm); ad ovest e a nord risulta completamente distrutta dalla posteriore formazione dei crateri di Astroni (vedi scheda n°17) e Solfatara (vedi scheda n°19). Questi rilievi circondano completamente la piana conferendole carattere di conca chiusa (vedi scheda n°11).

Ai fenomeni vulcanici si sono inoltre alternati numerosi eventi di deformazione del suolo dovuti alla tettonica e al bradisismo, che hanno contribuito all'avvicinarsi di particolari situazioni ambientali all'interno della conca e a cui è legato l'interesse strutturale e vulcanologico di questo sito.

Il bordo orientale infatti, presenta una marcata forma poligonale che attesta un forte controllo strutturale dovuto alla presenza di fratture con trend NO-SE e NE-SW.

Questi versanti si sono generati durante il collasso vulcano tettonico della conca (avvenuto circa 4 ka, scheda n.12) e sono quindi interpretabili come versanti di faglia. Nella parte orientale è ben evidente come l'azione di erosione svolta dalle acque di ruscellamento dopo la formazione di questi versanti, abbia prodotto dei bacini di erosione torrentizia abbastanza profondi che hanno disseccato trasversalmente il versante strutturale, isolando delle classiche faccette triangolari. La peculiarità di questo sito è rappresentata anche dal fatto che è possibile inquadrare cronologicamente il tempo necessario alla formazione di queste faccette che è stato appunto di 4 ky. Le morfologie d'interesse sono molto ben conservate e si sviluppano per quasi 100 m dalla piana attuale.

Una delle incisioni che ha contribuito alla formazione di queste morfologie è il Vallone del Corvo, che taglia profondamente il versante orientale ed esibisce l'intera successione dei prodotti dell'attività vulcanica di Agnano, ricoperti stratigraficamente dalla più recente attività del vicino Astroni.

Queste morfologie rappresentano degli elementi di spicco all'interno della Conca ben visibili nonostante la forte antropizzazione dell'area. Uno dei punti di osservazione migliori è la strada che percorre completamente la Conca lungo il lato occidentale.

#### 4.4.16 SCHEDA n°14: GROTTA DEL CANE

La Grotta del Cane si apre lungo il bordo meridionale della Conca di Agnano (vedi scheda n°11), ad est del promontorio di Monte Spina.

Attualmente tutta la conca di Agnano è ricca di manifestazioni vulcaniche secondarie quali movimenti verticali del suolo, attività fumarolica con deboli emissioni di idrogeno solfato e acido carbonico (anidrite carbonica), e numerose sorgenti termali.

Le caratteristiche termali dell'area dovevano essere note fin dall'antichità, lo testimonia la presenza di resti di imponenti strutture termali romane che venivano frequentate a scopo terapeutico (vedi scheda n°16).

Tra il IX e il X secolo la zona della piana fu interessata da un fenomeno naturale di impaludamento, dovuto all'abbassamento del suolo, che portò alla formazione di un lago al centro della piana. Questo evento compromise il normale funzionamento delle strutture termali, che subirono anche copiosi danni. Per un certo periodo il lago fu intensamente sfruttato per la macerazione del lino e della canapa; tale attività portò al degrado dello specchio lacustre che solo nel 1870 fu bonificato e prosciugato attraverso una vasca centrale di raccolta delle acque da cui partiva un emissario che con una galleria di circa 300 m, passa sotto il monte Spina e, dopo circa 3 km, finisce in mare presso Bagnoli. In seguito al prosciugamento ricomparvero le sorgenti termali. Lo studioso flegreo Wladimiro Frenkel individuò e classificò, in base alla temperatura: 7 sorgenti fredde, 39 subtermali, 17 termali, 12 ipertermali. La mineralizzazione è caratterizzata dalla presenza di acido carbonico, carbonati e bicarbonati alcalini; un gruppo di sorgenti contiene notevoli quantità di cloruro di sodio; si trovano inoltre fanghi naturali caldi di composizione sulfureo-ferruginosa e radioattivi.

La Grotta del Cane si apre proprio nei pressi del vecchio ingresso dello stabilimento termale. E' costituita da un anfratto, profondo circa 8 m, nella quale c'è un'alta concentrazione di acido carbonico. La grotta è stata per lungo tempo meta d'obbligo per il turismo del Grand Tour ed è stata spesso narrata e ritratta in testi e vedute del '700 e dell'800.

Il suo nome deriva un'usanza nata per soddisfare la curiosità dei visitatori sugli effetti dei fenomeni naturali legati ad emissioni gassose; tale usanza consisteva nell'introdurre con la forza un povero cane nella grotta e nel lasciarlo asfissiare, tra atroci rantoli, a causa dello sprigionarsi di acido carbonico prodotto dalla natura vulcanica della zona. Questo allegro passatempo non risultava però pericoloso per gli spettatori, perché i gas che si sprigionavano, essendo più pesanti dell'aria circostante, arrivavano a circa 1 metro dal suolo e non costituivano un pericolo per un uomo adulto.

L'interesse del sito è legato soprattutto al fatto che rappresenta uno dei pochi punti della Conca di Agnano in cui si possono osservare manifestazioni tipiche di aree vulcaniche attive caratterizzate dalla presenza di emissione di anidride carbonica. Inoltre il suo interesse storico ne aumenta il fascino. Divenuta una sorta di discarica dei rifiuti, è stata ripulita e rilevata con molte difficoltà negli anni '90 dall'Associazione speleologica del CAI di Napoli. Attualmente la visita è su prenotazione.

#### 4.4.17 SCHEDA n°15: PISCIARELLI

Il sito dei Pisciarelli è una località che si trova nella zona occidentale della Conca di Agnano, che coincide con il versante orientale della Solfatara (Scheda n°19) ed è compresa nei confini del comune di Pozzuoli.

La Conca di Agnano sorge nella zona centro-orientale dei Campi Flegrei e rappresenta morfologicamente un antico campo policroterico (vedi scheda n°11).

Attualmente la zona è ricca di manifestazioni vulcaniche secondarie che si esplicano attraverso movimenti verticali del suolo, attività fumarolica, da cui si svolgono emissioni di idrogeno solfato e acido carbonico (anidrite carbonica), e numerose sorgenti termali.

Le caratteristiche termali dell'area e la sua ricchezza d'acqua dovevano essere note fin dall'antichità, lo testimonia la presenza di resti di imponenti strutture termali che venivano frequentate a scopo terapeutico. Numerosi resti delle terme romane, oggi difficilmente visitabili, si dispongono a terrazze sullo scosceso pendio del M. Spina (vedi scheda n°16).

Il toponimo della località Pisciarelli deriva proprio dallo sgocciolio delle numerose sorgenti termali: nei suoi dintorni si sente un rumore simile all'acqua in ebollizione dovuto all'acido carbonico che viene sprigionato dagli innumerevoli pori che portano in superficie le emissioni gassose. Queste sorgenti hanno spiccate caratteristiche alluminifere e pare siano state celebri fin dall'antichità, per la credenza che le loro acque fossero miracolose per le malattie degli occhi e per la sterilità femminile.

Il sito dei Pisciarelli si trova alle falde dei Monti Leucogeni; questi ultimi sono chiamati così per il loro colore biancastro dovuto al fenomeno della caolinizzazione dei feldspati contenuti all'interno delle rocce vulcaniche locali, che a causa dell'azione delle esalazioni fumaroliche, si trasformano in caolino o bianchetto. Questo materiale è adoperato per confezionare un mastice molto usato a Napoli e pare che già i Romani lo usassero come colorante. L'estrazione avveniva, secondo Plinio, mediante il pagamento di 20.000 sesterzi. Fino al secolo XV veniva estratto anche l'allume.

Dalla sorgente dei Pisciarelli, scavalcando la collina si entra nella Solfatara di Pozzuoli (vedi scheda n°19).

#### 4.4.18 SCHEDA n°16: MONTE SPINA

Il monte Spina è il promontorio che delimita a sud la Conca di Agnano (vedi scheda n°11) una depressione vulcano tettonica che si è formata all'interno della caldera flegrea circa 4.100 anni fa.

Attualmente la zona è ricca di manifestazioni vulcaniche secondarie che si esplicano attraverso movimenti verticali del suolo, attività fumarolica, da cui si svolgono deboli emissioni di idrogeno solfato e acido carbonico (anidrite carbonica), e numerose sorgenti termali.

L'interesse archeologico di questo sito è legato proprio all'antica attività termale della Conca di Agnano. Lungo le pendici orientali del Monte Spina, nei pressi del complesso termale moderno, si

possono ammirare, nascoste tra la folta vegetazione, i resti di un imponente complesso termale non ancora portato completamente alla luce. Il complesso termale di età romana sorse in questo luogo proprio per sfruttarne le sorgenti di calore naturale sprigionate dall'antico cratere di Agnano. Gli attuali resti lasciano però immaginare poco della grandiosità e magnificenza dell'originario edificio, a causa del loro cattivo stato di conservazione.

Costruite in epoca imperiale, furono sottoposti a una prima opera di restauro nel sec. VI, a causa dei danni subiti in seguito all'abbassamento del suolo che danneggiò il funzionamento "naturale" delle terme e provocò la formazione del lago di Agnano. Furono poi utilizzate fino al XV secolo come sudatoi. I molti rimaneggiamenti a cui sono stati soggetti durante il Medioevo, le interruzioni delle naturali fonti di calore, il cattivo stato di conservazione, rendono tuttora difficile l'analisi archeologica dell'edificio. Attualmente il complesso termale romano è visitabile su prenotazione.

Nei pressi del sito romano si può osservare inoltre il vecchio ingresso dello Stabilimento Termale costruito nel 1911 su disegno dell'architetto Giulio Ulisse Arata e demolite nel 1961, di cui ormai rimangono solo poche evidenze e l'unico stabilimento termale ancora attualmente attivo, rappresentato dal Parco delle Terme. Il moderno stabilimento ha vari reparti di cura, un albergo, attrezzature per il tempo libero, per attività culturali e di spettacolo, con saloni valorizzati dalla presenza di sculture marmoree provenienti dalle Terme romane. A destra dello stabilimento, uno dei bracci superstiti delle terme dell'Arata, costituiscono le stufe di S. Germano.

Le stufe contengono una ventina di ambienti comunicanti, con una temperatura crescente da 37 a 75°C; il riscaldamento prodotto dal calore naturale è a calore secco e l'aria è perfettamente respirabile.

Sulla sinistra dello stabilimento si trova invece il Parco delle Sorgenti, dove accanto alla fanghiera di deposito scaturiscono la sorgente *De Pisis* (68°C), la sorgente della *Fanghiera* (64°C) e la sorgente di *Strudel* (66°C). Più avanti affiorano la sorgente dell'*acqua di Apollo*, un'acqua alcalino-carbonica, usata come bibita e l'*acqua Marte*, carbonico-ferruginosa, usata per la balneoterapia. Presso la sorgente della Fanghiera, la presenza di resti di muro in blocchi di tufo, fa supporre uno sfruttamento delle risorse naturali dell'area già in epoca romana.

Questo sito mostra una "stratificazione" di eventi che testimoniano come da sempre l'uomo abbia sfruttato le risorse vulcaniche di quest'area.

#### 4.4.19 SCHEDA n°56: ASTRONI 3

Il sito di Astroni 3 comprende uno spettacolare affioramento, esposto lungo il margine settentrionale della Conca di Agnano, alle falde del rilievo di Pigna San Nicola Qui è visibile, per uno spessore di oltre 10 m, una successione di depositi piroclastici in facies da surge che rappresentano il prodotto di una delle fasi esplosive che ha portato alla formazione del tuff-ring degli Astroni (vedi schede n°17 e 18), formatosi durante l'epoca di attività flegrea più recente (che va da 4.8 a 3.8 ky). La formazione di questo edificio è stata caratterizzata da fasi di attività vulcanica prevalentemente freatomagmatiche, con subordinate fasi magmatiche.

Il sito ha una elevata valenza didattico-divulgativa in quanto sono bene evidenti le caratteristiche deposizionali di un deposito da surge, quali dune, laminazioni planari e strutture a laminazione incrociata con ceneri da fini a grossolane, a cui si intervallano letti e lenti di pomice e lapilli.

#### 4.4.20 SCHEDA n°17: ASTRONI

Il cratere degli Astroni è situato nell'area centro orientale dei Campi Flegrei e delimita a settentrione la Conca di Agnano.

All'origine del nome Astroni si danno varie interpretazioni: per alcuni proviene da "*sturnis*" per l'abbondanza di questa specie di uccelli, per altri da "*strioni*" (stregoni) per l'esistenza di alcune credenze popolari sulla loro presenza in zona, per altri ancora da "*struhis*" una pianta molto abbondante nell'area.

Morfologicamente è il tuff-ring che meglio si è conservato all'interno della caldera Flegrea. Questo fatto è sicuramente dovuto alla sua "giovane" età, circa 3,8 ka.

Il paesaggio che si presenta agli occhi del visitatore è di particolare suggestione: l'intero cratere infatti rappresenta l'unica area flegrea non ancora irrimediabilmente compromessa dall'attività dell'uomo. Ciò è anche dovuto al fatto che per lungo tempo Alfonso I di Aragona destinò questo sito a riserva di caccia immettendovi cinghiali, capri e cervi; più di recente l'area è stata gestita da varie organizzazioni ambientaliste che hanno impedito il suo degrado.

La visita è del massimo interesse sia dal punto di vista geologico che naturalistico: quest'area, infatti, dal 1987 è oasi del WWF (con un'estensione di 241 ettari). Nei pressi della torre Lupara si accede attraverso una serie di sentieri messi a punto dai gestori dell'oasi. Uno di questi prevede il periplo dell'edificio vulcanico che si sviluppa completamente lungo l'orlo che lo delimita, ed è quindi tutto panoramico sugli Astroni, e prevede una guida obbligatoria. Al secondo percorso si accede attraverso una serie di sentieri interni al cratere, "il sentiero di risalita" e "lo stradone di caccia", che collegano con "il sentiero della 'Ngrogna" che porta fino alla Torre Lupara; anche quest'ultimo tratto prevede una guida obbligatoria.

E' possibile, lungo i sentieri, osservare la caratteristica flora della zona, che qui si adatta perfettamente al substrato vulcanico e che genera il caratteristico fenomeno di "inversione vegetazionale" dovuto alla differenza di clima e di temperatura tra il fondo, in cui crescono piante tipiche del piano submontano (castagno, olmo, faggio), e il ciglio del cratere con la cosiddetta "macchia mediterranea" (leccio, corbezzolo, lentisco, erica, cisto, fillirea, ginestra, mirto). Inoltre le numerose sorgenti e le acque meteoriche hanno dato origine in passato a tre grandi stagni: il Lago Grande, il Laghetto del Cofanello e il Laghetto della Caprara. Attualmente è visibile solo il primo, caratterizzato da tipica vegetazione palustre.

Sotto il profilo zoologico questi stagni sono di grande interesse naturalistico in quanto ospitano numerosi gruppi di invertebrati acquatici. Non mancano rane, rospi e serpenti che contribuiscono alla conservazione e al funzionamento dell'equilibrio naturale. Questi stagni rappresentano inoltre un luogo di sosta e di rifugio per numerose specie di uccelli (gallinelle d'acqua, folaghe, gazze, ghiandaie, pettirossi, rapaci quali poiana, gheppio e uccelli notturni Strigiformi). Tra i mammiferi che invece popolano il bosco sono da ricordare la talpa, il riccio, il ghio, il moscardino, la volpe, la faina, la donnola, il tasso.

#### 4,4,21 SCHEDE n°18: BELVEDERE DEGLI ASTRONI

Il belvedere degli Astroni si apre lungo l'orlo nord-orientale dell'omonimo cratere, e come punto di vista dall'alto permette di avere una visione d'insieme della morfologia dell'edificio vulcanico.

Il cratere degli Astroni, situato nell'area centro orientale dei Campi Flegrei rappresenta, infatti, morfologicamente l'ash-ring che meglio si è conservato all'interno della caldera flegrea. Questo fatto è sicuramente dovuto alla sua "giovane" età, circa 3,8 ka e conserva ancora intatte le caratteristiche naturalistiche (vedi scheda n°17).

Il belvedere è di facile accesso e si trova nei pressi della strada asfaltata che dall'ingresso dell'oasi porta al fondo del cratere

La forma del cratere si presenta ellittica, con un asse maggiore di circa 2 km. L'edificio vulcanico raggiunge un'altezza massima, di circa 255 m slm, lungo il bordo settentrionale e minima in corrispondenza del lago-stagno, di circa 9 m slm.

La sua formazione è avvenuta attraverso una sequenza di eventi suddivisibili in quattro fasi. La prima fase in cui il magma, risalito lungo il condotto vulcanico, ha originato il duomo lavico della Caprara. Successivamente l'interazione tra il magma e l'acqua di falda (fase idromagmatica) ha generato la frammentazione della massa fusa con la formazione di materiale piroclastico (ceneri, lapilli, pomice e scorie), che, fuoriuscito con dinamica esplosiva, ha generato un surge piroclastico con conseguente formazione dell'edificio vulcanico (ash ring). All'interno del cratere sono inoltre presenti alcuni rilievi: il Colle dell'Imperatrice, la Rotondella e i Pagliaroni che testimoniano la terza fase di attività del vulcano. Quest'ultima fase, caratterizzata da manifestazioni a bassa esplosività, ha portato alla formazione del piccolo bastione di scorie di Colle dell'Imperatrice e ad una limitata attività effusiva scoriacea che ha originato gli altri due rilievi.

Le ultime manifestazioni vulcaniche sono state di tipo fumarolico e idrotermale: ad esse è legato l'utilizzo nell'antichità come stazione termale di cui però non si conservano attualmente tracce. Sporadici episodi in forma di mofete risalgono ai primi anni del Novecento. Questo sito presenta l'opportunità di osservare la caratteristica morfologia tronco conica degli edifici vulcanici dell'attività recente dei Campi Flegrei.

#### 4.4.22 SCHEDA n°19: SOLFATARA

La Solfatara si apre nella parte orientale dell'abitato di Pozzuoli e ricade completamente nel distretto comunale puteolano.

L'edificio vulcanico ha un'estensione di circa 33 ettari; il cratere presenta una forma marcatamente subrettangolare che ne testimonia il controllo strutturale, con un asse maggiore di circa 770 m e un asse minore di 580 m; il perimetro maggiore supera i 2 chilometri e il fondo del cratere è a circa 92 m slm.

Rappresenta un edificio vulcanico formatosi durante l'ultima fase di attività flegrea (datato circa 3.9 ky) e taglia praticamente il bordo occidentale del campo policroterico di Agnano. Questa morfologia è il risultato di un vulcanismo esplosivo meno potente rispetto ai centri eruttivi vicini. La sua formazione precede di poco l'attività degli Astroni (3.8 ky) ed è immediatamente successiva al Monte Olibano e all'attività vulcanica della conca di Agnano (4.1 ky). Appartiene al ciclo dei vulcani "monogenici", formati cioè in un unico evento o comunque in episodi racchiusi in un tempo breve.

L'unica eruzione successiva a quella che ha portato alla formazione dell'edificio vulcanico e riportata dalle cronache risale al 1198, ma pare abbia avuto solo carattere freatico.

L'edificio vulcanico è formato, fatta eccezione per la cupola di lava trachitica del Monte Olibano, da rocce piroclastiche, ricoperte a tratti dai prodotti incoerenti della più recente attività del vulcano degli Astroni.

Le rocce della Solfatara sono state poi alterate dai fenomeni idrotermali che gli hanno conferito il carattere litoide e le pigmentazioni policrome.

La successiva fratturazione ha condizionato l'evoluzione morfologica dei versanti, conferendo ad ogni settore proprie peculiarità.

Attualmente è l'unico vulcano dei Campi Flegrei allo stato "solfatarico" caratterizzato da una notevole attività fumarolica con emissione di vapore acqueo, insieme ad altri aeriformi contenenti soprattutto zolfo, solfuri e arseniuri.

La fase solfatarica è tipica dei vulcani quiescenti e qui si presenta con i suoi fenomeni tipici e il suo caratteristico aspetto. L'attività è contraddistinta dalla presenza oltre che di emissione di vapore acqueo, "le fumarole", anche di emissioni di anidride carbonica, "le mofete", e di acqua minerale spesso accompagnate da getti di fango conosciuti con il nome di vulcanetti di fango caldo o fangaie.

La solfatarica era un luogo già conosciuto dai Romani dell'epoca imperiale, noto con il nome "Forum Vulcani", dimora del Dio Vulcano e ingresso agli Inferi. Durante il Medioevo era meta di escursioni per i noti fenomeni vulcanici, per la cura delle acque sulfuree e per le stufe calde; era infatti compresa tra le quaranta più famose terme dei Campi Flegrei. Durante il '700 e '800 era inserita in una delle mete obbligatorie nell'ambito del cosiddetto "Gran Tour", viaggio d'istruzione per i giovani delle famiglie nobili europee. Intorno al 1900 è stato organizzato all'interno dell'edificio vulcanico anche uno stabilimento termale, come testimoniano sia un foglio pubblicitario che una stampa dell'epoca. In questo bagno termale era possibile curarsi con fanghi e con le acque sulfuree nonché fare i bagni di vapore nelle cosiddette stufe. Sin dagli inizi del 900 è stata inoltre operata anche una attività estrattiva di zolfo, allume e caolino (bianchetto), per secoli ha rappresentato una fonte non trascurabile dell'economia di Pozzuoli.

Attualmente rappresenta l'unico cratere attivo della caldera flegrea e come tale sottoposto a monitoraggio. All'interno del cratere sono presenti numerosi punti di misurazione con stazioni di monitoraggio del bradisismo e per la sorveglianza geochimica e sismica, realizzati in massima parte con il coordinamento dell'Osservatorio Vesuviano di Ercolano. La crisi sismica del 1983-85 ha

portato all'apertura di nuove fratture che hanno interessato direttamente il fondo del cratere nella parte nord-orientale.

E' possibile visitare il cratere effettuando un percorso obbligato che fiancheggia la parte centrale, la fangaia, e raggiunge la zona fumarolizzata. Tra i fenomeni che generano maggiore stupore nel visitatore abbiamo la condensazione del vapore e il rimbombo del suolo. Il primo fenomeno si determina avvicinando ad una fumarola una piccola fiamma: i vapori appaiono più intensi poiché sia le minute particelle solide prodotte dalla combustione sia gli ioni dei gas atmosferici prossimi alla fiamma agiscono da nuclei di condensazione del vapore stesso. Il secondo fenomeno è provocato da un masso che lasciato cadere al suolo da una piccola altezza, provoca in alcuni punti del cratere un rimbombo che fa pensare alla presenza di cavità sotterranee; in realtà si tratta di micro cavità prodotte dai gas delle fumarole in un terreno di sua natura già abbastanza poroso.

Le principali attrazioni rimangono comunque la Fangaia, la Bocca Grande (la fumarola principale), il Pozzo dell'acqua minerale e le vecchie Stufe (saune naturali).

La Fangaia è costituita prevalentemente da acque meteoriche e di condensazione dei vapori che si mescolano con i materiali di alterazione presenti sulla superficie del cratere. La composizione dei gas che fuoriescono dalla fangaia è molto varia e comprende:  $H_2$ , S,  $N_2O$ ,  $H_2O$ ,  $CH_4$ , He, C; la composizione della parte liquida è invece ricca in Boro, Sodio, magnesio, Vanadio, Arsenico, Zinco, Iodio, Antimonio, Rubidio e altri. Il fango che così si produce naturalmente è ottimo per usi termali. La composizione chimica dei gas indica una presumibile origine dei vapori a poche centinaia di metri di profondità, ad una temperatura compresa tra i  $170^{\circ}C$  e  $250^{\circ}C$ . Spesso sulla superficie dei fanghi si possono osservare delle scure striature generate dalla presenza di colonie di batteri "estremofili", resistenti a condizioni estreme di acidità e temperatura, considerati di grande interesse scientifico; in particolare il batterio "Sulfolobus Solfataricus" (archeobatterio) è utilizzato per la produzione di acidi organici, combustibili liquidi e di enzimi termostabili, utilizzati nell'industria dolciaria per la produzione di sciroppi zuccherini.

La Bocca Grande è il nome della principale fumarola, con una temperatura del vapore di circa  $160^{\circ}C$ . Era questo il Forum Vulcani degli antichi ovvero dimora del Dio del Fuoco. All'interno di essa con la precipitazione di alcuni sali si possono formare gli splendidi e rari prismi cristallini rossi del realgar (AsS), il cinabro (HgS) e l'orpimento ( $As_2S_3$ ), tutti minerali caratteristici dello zolfo, che danno una caratteristica colorazione giallo rossiccia alle rocce circostanti; inoltre la presenza di acido solfidrico ( $H_2S$ ) conferisce il tipico odore di uova putride. Nei pressi della Bocca Grande agli inizi del '900 fu edificato, dal vulcanologo tedesco Freidlaender, un piccolo osservatorio vulcanologico di cui restano solo alcune rovine e che crollò a causa dei periodici movimenti tellurici legati al bradisismo flegreo e per la formazione di una nuova fumarola. Sulle pareti alle spalle della Bocca Grande vegetano in condizioni di elevata temperatura ed acidità alghe unicellulari termofile quali il "Cyanidium caldarium" e una nuova specie di insetto, una collembola (ovvero progenitori degli insetti alati) la "Seira tongiorgii" che per i suoi particolari adattamenti al substrato estremamente acido e ricco in zolfo, proibitivo per la vita delle altre specie di collemboli, fanno pensare ad una specie endemica, peculiare della Solfatara.

Il Pozzo dell'acqua minerale costituiva un'antica sorgente attiva nel Medioevo le cui acque erano considerate curative dei nervi, delle febbri, della vista, delle malattie della pelle e della sterilità. Il pozzo attualmente visibile fu costruito nei primi anni del '800 per l'estrazione dell'allume contenuto nell'acqua emunta dalla falda sottostante a circa 10 m di profondità. Successivamente, negli anni '20, l'acqua minerale fu utilizzata per riprendere l'antica attività termale.

Le Stufe sono due antiche grotte scavate, alla fine del '800, nel fianco della montagna sul lato nord, per realizzare dei sudatoi naturali e rivestite in muratura. Esse erano ritenute ottime per la cura delle malattie della pelle e dei reumi e per la cura delle affezioni delle vie respiratorie.

I fianchi dell'edificio sono in buona parte ricoperti da vegetazione della macchia mediterranea costituita in prevalenza da ginestra, mirto, cisto ed erica, con cui convivono lecci, querce, eucalipti, acacie e il corbezzolo; nell'interno del cratere invece la vegetazione si dirada bruscamente, bruciata dal calore, e il substrato assume un colore biancheggiante.

La ricca vegetazione dei versanti è favorevole alla vita degli uccelli e offre luoghi propizi per la nidificazione; pare che la Solfatara si trovi sulla rotta di migrazione tra l’Africa e l’Europa per cui rappresenta un punto di sosta per gli uccelli migratori. E’ in corso da tempo una campagna di censimento degli uccelli.

#### 4.4.23 SCHEDA n°20: MONTE OLIBANO

Il Monte Olibano sorge lungo il litorale che porta all’abitato di Pozzuoli, immediatamente a sud della Solfatara. Il suo nome deriva dal greco e vuol dire “tutto sterile”.

Da un punto di vista geomorfologico rappresenta un duomo lavico, a composizione trachitica, che sorge nella parte centrale della caldera flegrea; raggiunge una quota di circa 150 m dall’attuale livello del mare ed è caratterizzato dalla caratteristica forma a “panettone”. Ha una età di circa 4 ky e la sua formazione precede di poco la Solfatara (vedi scheda n°19).

I prodotti di questo duomo lavico hanno un aspetto compatto e lapideo soprattutto nella parte superiore, mentre nella parte inferiore è visibile il “talus” detritico, costituito da frammenti di lava caduti verso il basso durante la sua formazione. Questa morfologia è caratteristica di fenomeni vulcanici caratterizzati da lenta estrusione di magma poco ricco in gas e molto viscoso, ed è uno dei pochi esempi di attività effusiva nei Campi Flegrei.

L’interesse di questo sito è oltre che geomorfologico anche geologico-applicativo. Lo sperone occidentale del Monte Olibano risulta infatti profondamente eroso da una antica cava di trachite, la cosiddetta “Cava Regia”.

L’attività estrattiva di questa roccia vulcanica, detta anche “Pietra di Pozzuoli”, è documentata già in età romana, quando veniva usata per la pavimentazione delle strade. Successivamente il suo utilizzo è stato poi legato maggiormente alla realizzazione di scogliere e frangiflutti, anche se nell’Ottocento questa trachite fu utilizzata dall’architetto napoletano Pietro Bianchi per la costruzione del colonnato della Chiesa di San Francesco di Paola in Piazza del Plebiscito a Napoli. In età borbonica invece nelle cave del Monte Olibano, detto anche a quei tempi “Monte delle Breccie” o della “Petriera”, venivano destinati ai lavori forzati gli ergastolani rinchiusi nel carcere di Nisida. Per evitare il pendolarismo tra il carcere e la cava, i condannati furono ospitati in una piccola costruzione all’interno della cava che attualmente costituisce una abitazione privata.

La “Cava Regia” rimase attiva fino alla prima metà degli anni Cinquanta, quando diventata ormai improduttiva venne abbandonata.

Sulla sua sommità comincia nel 1958 la costruzione del complesso dell’Accademia Aeronautica che, per la sua posizione di pregio, domina l’intero arco del Golfo di Pozzuoli. Questo episodio ha in parte modificato l’originale morfologia del monte, in quanto la costruzione di questa infrastruttura ha reso quasi pianeggiante, col taglio della cima della collina, la parte superiore del duomo lavico.

Attualmente alle pendici del Monte Olibano sono sorte numerose abitazioni e la zona che era in passato destinata all’attività estrattiva versa in uno stato di completo abbandono.

#### 4.4.24 SCHEDA n°21: TEMPIO DI SERAPIDE

Il Tempio di Serapide è un edificio romano che sorge nei pressi dell’abitato di Pozzuoli, di cui sopravvivono la pavimentazione e le colonne in marmo cipollino. Gli scavi, che lo portarono alla luce, iniziarono intorno al 1750 per volontà del re di Napoli Carlo di Borbone, nel sito noto al tempo con il nome di “vigna delle tre colonne”, (di proprietà dei Sangro Sanseverino dalla seconda metà del 500). Il rinvenimento di una statua raffigurante il dio alessandrino Serapide, fece inizialmente attribuire alla struttura un significato religioso da cui il nome di “Tempio di Serapide” o “Serapeo”. In realtà il culto di questa divinità esistente a Puteoli è la testimonianza dei saldi rapporti commerciali con l’Egitto che nella cittadina flegrea aveva una numerosa colonia. Per la presenza di una sorgente d’acqua termale (forse l’antica polla dei bagni di Cantarello e di Fontana, tuttora attiva nell’angolo settentrionale del “tempio”) la struttura fu creduta poi anche un impianto termale; in realtà svolse queste funzioni dal 1817 fino al 1930 circa. Posto in piena area commerciale e nei pressi dello scalo portuale fu in realtà un fiorente mercato alimentare pubblico o *macellum*. La sua datazione è incerta: la tecnica costruttiva

(opera laterizia) e lo stile di alcuni frammenti della decorazione architettonica suggeriscono una datazione tra la fine del I e II sec. d.C.. Costava di un'area quadrilatera circondata da un portico su colonne alte circa 6.11m che si sviluppava su due piani; attorno al portico si aprivano circa 36 botteghe o *tabernae* adibite alla vendita di carne e pesce e da cui correva una strada raccordante il complesso alla città bassa; l'ingresso era rivolto verso il mare e sul lato opposto si apriva una cella ad abside, o esedra, semicircolare ornata di tre nicchie con statue destinate a luogo di culto; nel mezzo del cortile sorgeva un tempietto circolare su cui c'era una fontana circondata da colonne corinzie di marmo africano e una teoria di statue; negli angoli sul lato dell'esedra trovavano posto due grandi ambienti, destinati a servizi igienici pubblici e creduti fino al secolo scorso aule termali. Le grandi proporzioni, i materiali pregiati di cui è costituito e le ricercate forme architettoniche fanno del *macellum* di Pozzuoli uno degli esempi più importanti e noti dell'antichità, costituisce infatti uno dei più grandi mercati conosciuti nel mondo romano e l'unico rimasto dopo la distruzione di quelli di Roma. Questo edificio è il più noto e straordinario monumento dei Campi Flegrei non solo per la sua rilevanza archeologica: invaso e sommerso continuamente dalle acque marine è uno dei più preziosi e precisi misuratori che possediamo del fenomeno bradisismico. Sulle sue colonne infatti si sono conservate le tracce del movimento del suolo puteolano degli ultimi 2000 anni, scandite dalle ripetute invasioni del mare: le quattro colonne di cipollino del portico corrispondenti alla grande aula absidata, sono perforate, dall'altezza di m 3.6 e m 5.7 sulla base, dai litodomi (*Lithodomus lithophagus*), molluschi bivalvi che vivono a pelo dell'acqua nel mar Tirreno e che sono la migliore dimostrazione della sommersione dell'edificio. Le colonne di questo monumento ci raccontano che qui il suolo si è abbassato al di sotto del livello del mare di almeno 6,5 m, e che già all'inizio del III sec.a.C. fu restaurato per i danni causati dall'acqua; per questo fu costruito un nuovo livello di pavimentazione di un paio di metri più elevato dell'originario. Il movimento discendente del suolo proseguì fino all'undicesimo secolo. Successivamente un'inversione del moto del fenomeno portò all'emersione dell'edificio, su cui, nel 1538, si depositarono i prodotti dell'attività del Monte Nuovo. Dal 1538 al 1969 la costa di Pozzuoli subì una continua subsidenza (con una velocità media, documentata, di circa 15 mm all'anno) quando le acque coprirono interamente il pavimento del Serapeo fino a buona parte della piattaforma circolare interna, lasciando il segno scuro visibile sulle colonne centrali. Dal 1970 in poi si susseguono continui innalzamenti e abbassamenti del suolo a cui fa seguito, tra il 1975-1982, un periodo di stasi. L'ultima crisi bradisismica comincia nel 1982, con un inizio di risalita del suolo con apice massimo nel 1984, a cui fa seguito un'inversione di moto fino al 1992. Dal '92 ad oggi sono state registrate solo pochissime fluttuazioni.

Questo sito possiede un elevato potenziale didattico, oltre che scientifico, per lo studio e la comprensione del fenomeno del bradisismo e per gli effetti che può arrecare in un'area abitata.

#### 4.4.25 SCHEDA n°22: TERRAZZO DELLA STARZA

Il Terrazzo della Starza è situato in corrispondenza dell'abitato di Pozzuoli: su di esso sorgono gran parte degli edifici del centro abitato e la Via Domiziana, una delle più importanti vie di collegamento con la città di Napoli.

Il suo nome ha dato origine a diverse interpretazioni: secondo O. G. Costa l'etimologia va ricercata nel vocabolo "stadium", poiché sottostante per un tratto ai ruderi di un antico edificio romano; secondo il De Lorenzo nel vocabolo "strata" poiché caratterizzata da un terreno a strati paralleli di materiali piroclastici e marini. Questo toponimo si trova però ripetuto anche per altre località, come ad esempio a Procida, in cui si individua con il nome "starza" una zona pianeggiante.

E' un'entità morfologica abbastanza estesa che, a circa 40 m s.l.m., è limitata a nord dalle pendici del Monte Barbaro (lembo meridionale del Gauro), a est dalla formazione di tufo giallo che sta alla base della cupola tachitica del monte Olibano (vedi scheda n° 20) in località Gerolomini e dalla pendici della Solfatara (vedi scheda n° 19); verso ovest il confine è incerto in quanto la formazione del Monte Nuovo (vedi scheda n° 23) ha smantellato l'originaria morfologia e coperto con i suoi prodotti una parte della superficie terrazzata.

E' tagliato da una paleo falesia ubicata a distanza di poche centinaia di metri dall'attuale linea di costa di Pozzuoli e che nonostante l'antropizzazione risulta ancora chiaramente visibile.

La sua ossatura è costituita da una successione di depositi marini e continentali, con intercalazioni di piroclastiti e di un paleosuolo. Poggiante su un substrato di Tufo Giallo, l'intervallo marino più antico è datato circa 10,5 ky, segue un intervallo di emersione testimoniato dalla presenza di un paleosuolo datato 8 ky. Il deposito marino più recente risale a circa 5.8-4.6 ky ed è ricoperto dalle piroclastiti prodotte dall'attività del centro eruttivo di Agnano (vedi scheda n° 11), datato 4.1 ky.

Questo sito oltre a rappresentare l'entità morfologica dominante dell'area è anche un fedele testimone dell'incessante attività di movimento del suolo, a lungo termine, dell'area flegrea e quindi dei movimenti tettonici che hanno interessato l'area; testimonia inoltre, attraverso l'alternanza di depositi di diversa origine, marina e continentale, continui e rapidi cambiamenti dell'ambiente con un'unica fase di relativa calma, testimoniata dal paleosuolo.

Attualmente, come già detto in precedenza, l'area della Starza è una delle più abitate, in quanto su di essa sorge gran parte del centro abitato di Pozzuoli. Purtroppo gran parte degli affioramenti, testimoniati in letteratura, che una volta mostravano lungo la paleofalesia la successione sedimentaria descritta non esistono più, soffocati e in gran parte distrutti o coperti da infrastrutture; sopravvivono alcuni lembi, visibili lungo la strada che si svolge ai piedi della paleofalesia, che però non costituiscono esempi chiari della stratigrafia.

Nonostante ciò il sito conserva ancora un elevato valore geomorfologico in quanto risulta ancora chiaramente visibile la morfologia terrazzata e la paleofalesia che la borda verso mare. Uno dei migliori punti di osservazione è via mare.

#### 4.4.26 SCHEDA n°23: MONTE NUOVO

Collocato ad ovest dell'abitato di Pozzuoli, il Monte Nuovo è delimitato a sud dall'attuale linea di costa, a ovest e Nord ovest dal lago Lucrino (vedi scheda n°44) e il lago d'Averno (vedi scheda n°24) e a nord dalla Piana del Toiano che lo separa dal Monte Gauro.

Questo edificio vulcanico presenta una chiara morfologia tronco conica che per la sua giovanissima età si è perfettamente conservata.

L'orlo del cratere raggiunge un'altezza media di circa 100 m slm: il punto più alto è a 134 m slm e si trova lungo il versante orientale, il punto più basso invece si trova lungo il versante meridionale ed ha una quota di circa 85 m slm, a causa della presenza di una depressione radiale del cono; il suo diametro di base è di circa 1 km. Il cratere, il cui fondo è facilmente raggiungibile, ha forma ad imbuto e un diametro di circa 450 m con una profondità di circa 80 m (nel suo punto più basso la quota è di circa 14 m slm).

L'edificio vulcanico testimonia l'ultimo evento eruttivo dei Campi Flegrei. Con la sua caratteristica morfologia di *cinder cone* (cono di scorie) si è formato con la deposizione, per ricaduta intorno al centro eruttivo, dei prodotti piroclastici emessi con l'eruzione storica del 1538 che si è protratta per circa 8 giorni (dal 29 settembre al 6 ottobre) con una attività esplosiva discontinua.

L'eruzione è ben documentata dalle cronache del tempo. Essa fu preceduta da una fase sismica, cominciata già nel 1536, che ha scosse la città di Pozzuoli e le zone limitrofe fino a Napoli e Caserta, e fu caratterizzata da numerosi terremoti, alcuni dei quali di discreta entità. L'attività sismica ha raggiunto la massima intensità nell'autunno del 1538, con picco massimo nei due giorni che precedettero l'eruzione e durante i quali si susseguirono 20 scosse di grossa intensità. Particolarmente violento fu il terremoto che si verificò verso le ore 20 del giorno 28 settembre del 1538 e che sancì l'inizio dell'attività eruttiva. Nel biennio 36-38 l'attività sismica fu inoltre associata ad un generale sollevamento del suolo (fase bradisismica ascendente) a cui si aggiunse un rapido rigonfiamento nella zona dell'eruzione nei due giorni che precedettero l'eruzione.

L'inizio dell'attività fu a carattere esplosivo medio e generò prevalentemente limitati depositi di scorrimento a bassa temperatura, dovuti ad una rilevante interazione con acqua; questa attività durò circa 2 giorni e i suoi prodotti formarono gran parte dell'edificio attualmente esistente. Dopo circa due giorni di riposo l'attività vulcanica ricominciò con carattere di maggiore esplosività e dinamica

stromboliana. L'ultima fase di attività fu al limite dell'attività magmatica effusiva con caratteri di scoria flow ed fu caratterizzata da bassissima mobilità dei prodotti emessi. Proprio durante questa fase morirono 24 escursionisti saliti sul nuovo vulcano per osservare l'eruzione. In seguito all'evento eruttivo le fumarole persistettero fino a tutto il 1539.

I materiali che costituiscono l'edificio vulcanico provengono, come tutti gli altri dei Campi Flegrei, prevalentemente da un magma a composizione trachitica.

L'eruzione del Monte Nuovo rappresenta l'unica osservata in tempi storici ed è stata accuratamente descritta in letteratura. Fonti storiche attestano che la sua formazione è avvenuta in pochi giorni. Gli studi di carattere vulcanologico effettuati hanno permesso di ricostruire le principali fasi dell'eruzione con pieno riscontro rispetto alle cronache storiche, permettendo di caratterizzare in modo accurato l'evento.

Questa recentissima eruzione ha portato ad un repentino cambiamento della morfologia della zona. Già dai tempi dei romani sono testimoniate varie e complesse variazioni ambientali provocate sia da fenomeni naturali, in particolare il bradisismo, sia dall'intervento dell'uomo.

Prima dell'eruzione infatti la topografia del luogo era caratterizzata dalla presenza del lago Lucrino, la cui estensione doveva essere sicuramente maggiore, e dalla presenza del lago vulcanico dell'Averno. In età Romana il Lucrino formava un unico complesso con l'Averno; in occasione della costruzione nel 37 a.C. del *Potrus Julius* (vedi scheda n°38) furono costruiti una serie di canali che collegavano il Lucrino all'Averno e al mare aperto.

Durante l'eruzione la parte orientale dell'attuale lago Lucrino, allora ancora invaso dal mare, fu colmata dai materiali piroclastici e il lago d'Averno rimase definitivamente e completamente isolato dal mare.

Attualmente il Monte Nuovo è un'Oasi Naturalistica aperta al pubblico. Presenta la possibilità di osservare la tipica flora che cresce sui fianchi di un edificio vulcanico. All'interno del cratere si osservano le ripide pareti con una vegetazione nettamente differenziata tra il lato esposto a nord e quello esposto a sud. Il lato del cratere più assolato presenta una vegetazione tipica di ambienti aridi caratterizzata dalla presenza di graminacee, arbusti bassi talora spinosi e aromatici come l'Elicriso e le Ginestre e una Macchia bassa distribuita sui versanti occidentale e meridionale con specie sempreverdi tra cui il Mirto, il Lentisco, la Fillirea e l'Erica. Lungo il versante settentrionale più umido e fresco è presente una Macchia alta, costituita in prevalenza da Leccio e Corbezzolo. La parte interna del cratere esposta a nord è occupata da una densa Lecceta con esemplari di Leccio, Roverella, Ornello e con un fitto sottobosco di Edera. Questo tipo di vegetazione cessa di colpo nel fondo del cratere, colonizzato da specie più igrofile come la Canna e da un felceto. La presenza di fumarole caratterizzate da una notevole quantità di vapore acqueo e da una temperatura di circa 70°C permette lo sviluppo di specie come Muschi, Felci e Ciperi, tipiche di zone umide calde. L'originaria vegetazione a macchia mediterranea è stata nel tempo inquinata da piante antropocore: l'uomo infatti vi ha impiantato lungo il versante settentrionale prima una selva a castagno e in seguito, con opere di terrazzamento, dei vigneti. Intorno al 1930 vi sono stati impiantati Pini domestici il cui stato attuale è gravemente compromesso dall'inquinamento, da malattie parassitarie e da numerosi incendi che si sviluppano soprattutto durante il periodo estivo.

La visita al cratere permette oltre all'osservazione della vegetazione anche l'osservazione dei prodotti vulcanici caratteristici del vulcanismo esplosivo.

Nel punto più elevato, verso sud-est, si gode inoltre la vista di un ampio panorama sul Golfo di Pozzuoli: procedendo da est verso ovest in senso orario si possono osservare la Solfatara, il Monte Olibano su cui sorge l'Accademia aeronautica, il Rione Terra, l'isola di Nisida con la depressione craterica del Porto Paone e Capo Posillipo, il promontorio di Capo Misero, il vulcano di Baia su cui sorge il castello Aragonese e i due crateri dei vulcani di Fondi di Baia; sul versante occidentale invece si può osservare l'orlo craterico del Monte Nuovo con la parte meridionale ribassata e guardando verso nord il Gauro, e verso nord ovest l'Averno.

Questo sito, insieme al vicino lago di Lucrino, è uno straordinario esempio di come gli eventi vulcanici, in un territorio attivo come i Campi Flegrei, possano stravolgere e cambiare completamente la topografia di un luogo.

#### 4.4.27 SCHEDA n°44: LAGO LUCRINO

Collocato ad ovest dell'abitato di Pozzuoli, il Lago Lucrino è delimitato a sud dall'attuale linea di costa, a ovest e nord dal Lago d'Averno (vedi scheda n° 24) e a nord-est dal Monte Nuovo (vedi scheda n° 23).

Anche detto *o Mariciello*, è uno specchio d'acqua salmastra, con un'estensione di circa 9,5 ettari, separato dal mare da una stretta lingua di sabbia. Rappresenta una laguna costiera che ha assunto l'aspetto attuale solo in seguito alla recentissima eruzione del Monte Nuovo avvenuta nel 1538.

Il suo nome deriverebbe da *lucrum*, in riferimento ai guadagni che ritraevano anticamente dalla coltivazione delle ostriche (iniziata nel I sec.a.C. da Sergius Orata) e dalla pesca delle spigole.

L'interesse di questo sito è legato al fatto che le sue sorti sono state in passato strettamente legate sia alle vicissitudini naturali che alla mano dell'uomo.

Il suo assetto topografico ha conosciuto infatti dall'antichità ad oggi numerose e complesse alterazioni, provocate sia dal bradisismo, che a volte ne ha provocato l'isolamento e altre il diretto contatto con il mare aperto, che dall'intervento dell'uomo.

Il lago fu molto celebrato già dai poeti Orazio, Giovenale e Marziale per la vita allegra e lussuosa che vi si conduceva.

In età romana occupava probabilmente una superficie molto più ampia dell'attuale e giungeva quasi fino a Pozzuoli. Era in diretta comunicazione con il lago d'Averno e con il mare aperto, costituendo un tutt'uno con il Golfo di Pozzuoli, l'area era infatti anche detta dei "*tre golfi*".

La zona era conosciuta anche per le sue caratteristiche termali: sulle sponde di questo "lago" si affacciavano a sud-ovest la Collina di Tritoli, con la Stufe di Nerone (vedi scheda n°40), a nord-est il villaggio di Tripergole, il cui toponimo "tre pergole", tre stanze (*frigidarium, tepidarium e calidarium*) denota l'origine e l'economia termale dell'abitato, e molto rinomate erano anche le terme del vicino Averno.

In epoca romana il lago era separato dal mare dalla *Via Herculea*, un istmo oggi sommerso, costruito secondo la leggenda da Ercole in persona, di ritorno dalla Spagna, dopo aver rubato i buoi sacri a Gerione. Molto probabilmente però furono già i Greci di Cuma a costruire la strada sul banco sabbioso, che doveva dividere il lago dal mare, per favorire il transito che andava verso il porto dove, nel VI secolo a.C., sarebbe sorta *Dicearchia*.

In età tardo repubblicana il lago già funzionava come allevamento; Cicerone definì la strada che collegava questo lago a puteoli *Vendibilis Via*, alludendo al commercio di pesci e ostriche giudicati "cibo sanissimo" e che venivano prescritti dai medici, unitamente alle cure termali, agli ammalati.

Questa diga fu in seguito restaurata da Marco Vipsanio Agrippa, durante i lavori che portarono alla realizzazione del Portus Julius intorno al 37 a.C. (vedi scheda n° 38), che ridussero l'invaso a porto. In questa occasione furono realizzati una serie di canali e gallerie che avrebbero permesso una più rapida comunicazione tra i laghi e Cuma. Fu così che il Lago Lucrino fu messo in comunicazione da una parte con il mare, attraverso la costruzione di un canale lungo circa 400 m, che praticamente tagliò la *Via Herculea* e dall'altra parte con il Lago d'Averno mediante la costruzione di due grossi canali.

In seguito con il progressivo insabbiamento del tratto costiero, a causa del bradisismo, il porto fu praticamente spostato a Miseno (vedi scheda n° 28).

Intorno al X-XI secolo, a causa di un periodo di bradisismo discendente il lago fu completamente sommerso dal mare e scomparve.

Nei secoli successivi un'inversione di tendenza dei movimenti del suolo portò all'emersione di un ampio tratto di costa con una ulteriore ridefinizione della morfologia dell'area che ebbe come ultimo atto la nascita del Monte Nuovo.

Durante l'eruzione la parte orientale dell'antico Lucrino, allora ancora invaso dal mare, fu colmata dai materiali piroclastici e il Lago d'Averno rimase definitivamente e completamente isolato dal mare.

Il villaggio di Tripergole, che sorgeva proprio su questo lato del lago del Lucrino fu completamente distrutto, anche se i suoi abitanti furono evacuati. L'eruzione distrusse anche i resti delle numerose costruzioni, ville e impianti termali, che precedentemente avevano fatto delle sponde di questo lago uno dei luoghi più belli dell'area flegrea.

In seguito alla eruzione del Monte Nuovo, il viceré don Pedro de Toledo, nel VI secolo, “*non volendo consentire che si desolasse una città tanto antica e utile al mondo, fece bando che tutti rimpatriassero, facendoli franchi di pagamento per molti anni*” (da S. Miccio, Vita di Don Pedro de Toledo) e aprì, parallelamente al percorso interno della *Via Herculea* sommersa dal mare, la Via Aragonia, opera che distrusse in prossimità di Punta Epitaffio gran parte dell'antico Sudatorio di Tritoli.

Lo specchio lacustre ha assunto l'aspetto attuale solo alla fine del XVII secolo.

Nel 1784 il medico puteolano di Casa Borbone, Don Giuliano Pollio, acquistò il laghetto da Don Alvaro della Quadra, principe di San Lorenzo.

Tutta la zona è stata da sempre soggetta a fenomeni vulcanici mai sopiti. L'ultimo evento risale al 14 agosto del 1922, quando sulla sponda orientale del lago si aprirono fumarole che emisero un vapore acqueo misto ad idrogeno solfato che uccisero in tre giorni quasi tutto il pesce.

Nonostante attualmente sia ridotto a poco più di uno stagno, su cui si affaccia qualche ristorante che offre specialità di mare, il Lago Lucrino conserva oltre che un elevato valore archeologico, anche un discreto valore ambientale. Infatti, nonostante la zona sia abbastanza popolata, si è sviluppata lungo le sponde del lago la tipica vegetazione delle zone lagunari: la Cannuccia, il Leccio, il Pino marittimo, la Salicornia europea, lo Sparto e il Ravastrello marittimo. Tra la fauna presente abbiamo mammiferi come il Barbastello e il Vespertilio maggiore, rettili tra cui il Biacco e il Ramarro e uccelli, tra cui il Cormorano, il Gabbiano corallino e comune, il Merlo e il Tordo Bottaccio.

#### 4.4.28 SCHEDA n°24: AVERNO

Il Lago d'Averno è un tipico lago vulcanico che giace all'interno di un cratere sorto lungo il margine occidentale della Caldera Flegrea, tra i rilievi del Monte Nuovo (vedi scheda n°23) a sud-est e di Monte Grillo a nord-ovest ed è separato dal vicino Lago Lucrino (vedi scheda n°44) dallo sperone tufaceo di Monte delle Ginestre.

L'etimologia tradizionale del nome Averno è “*aornon*”, cioè località senza uccelli; ciò era probabilmente dovuto alla presenza un tempo di esalazioni di acido carbonico o di idrogeno solfato così intense da non permettere agli uccelli di stazionarvi.

Il cratere ha una forma subcircolare con un diametro di circa 1,5 km, un perimetro di circa 2,86 km, una superficie di 0,55 km<sup>2</sup> e raggiunge un'altezza massima di circa 100 m slm.

E' uno dei vulcani più giovani dell'attività flegrea (gli fa seguito infatti solo il vicino Monte Nuovo sorto nel 1538) e rappresenta l'unico evento che ha interessato il settore nord-ovest nell'ultimo periodo di attività della caldera flegrea.

La sua forma ben conservata rappresenta il caratteristico edificio vulcanico che si forma in seguito ad attività esplosiva, con forma tronco conica ampia e larga morfologicamente nota come “*tuff-ring*”.

L'edificio vulcanico sorge lungo l'orlo meridionale del più antico tuff-ring dell'Archiaverno (10.7 ky). La sua formazione è avvenuta in due fasi: la prima, che ha interessato il lato sud-occidentale del cratere, è datata 4.5 ky e la seconda, che ha determinato la sua attuale morfologia, è datata 3.7 ky. La prima fase è stata caratterizzata da vulcanismo magmatico, che ha prodotto depositi piroclastici da caduta (con pomice anche di grosse dimensioni); la seconda fase invece da vulcanismo freatomagmatico, caratterizzato dall'interazione di acqua di falda e magma all'interno della camera magmatica, che ha generato depositi piroclastici da surge che si sono depositati radialmente intorno al punto di emissione.

I prodotti piroclastici ricoprono i prodotti dei vulcani di Baia e sono a loro volta ricoperti sul versante orientale da quelli dell'eruzione del vicino Monte Nuovo.

Ciò che rende peculiare questo sito è l'esistenza del lago, che occupa il fondo del cratere. Quest'ultimo si trova ad una profondità di circa 35 m dal pelo dell'acqua e raggiunge una quota

minima di circa 0,5 m slm; il lago si è originato per un locale affioramento della falda idrica sotterranea che circola all'interno di rocce eterogenee con differenti gradi di permeabilità. Il bacino idrogeologico sotterraneo che alimenta il lago si estende per circa 5 km<sup>2</sup> a monte dello stesso. Oltre ad essere alimentato dagli apporti meteorici, il lago riceve anche contributi dovuti alla risalita di fluidi profondi tipici di aree vulcaniche attive.

Prima del 1538 il Lago d'Averno era in comunicazione diretta con il Lago Lucrino, il quale era sicuramente più esteso di oggi e separato periodicamente dal mare solo da una sottile striscia di terra; in questo modo i due bacini venivano a costituire un tutt'uno con il Golfo di Pozzuoli: l'area era infatti anche nota come la zona dei "tre golfi".

La severità del paesaggio, dall'aspetto cupo e misterioso, il silenzio e le regolari forme delle sponde che lo caratterizzano indussero gli antichi a considerarlo come l'entrata agli Inferi (come citato nell'Eneide di Virgilio VI libro) e a porre nelle sue vicinanze il paese dei Cimmeri, mitica popolazione che viveva in oscure caverne fuggendo la luce di sole (Omero nell'Odissea VI libro). A completare l'inquietante scenario contribuiva la credenza dell'esistenza di un oracolo dei morti consultato da numerosi pellegrini. E' questo il luogo in cui la Sibilla, sacerdotessa al Tempio di Apollo (che sorgeva proprio sulle sponde di questo lago) guida Enea dal colle di Cuma fin qui per interrogare l'ombra del padre che gli rivelerà il destino dell'Impero Romano.

Fin dai Greci colonizzatori in realtà l'Averno era descritto e conosciuto come uno dei siti termali più attivi dell'area. Ciò che la tradizione umanistica aveva voluto interpretare come il Tempio di Apollo, era in realtà una grande aula termale romana, oggi nota come Terme di Apollo, che sfruttava le sorgenti idrotermali dell'area. L'edificio attualmente risulta in parte sprofondato per il bradisismo e ne rimangono solo le pareti esterne lungo la riva del lago.

Le sponde che dovevano essere coperte da folti boschi fin dai tempi dei romani furono completamente trasformate dalle opere realizzate per ordine di Marco Vipsanio Agrippa, per scopi militari, nell'ambito della trasformazione dell'Averno in porto militare: furono infatti aperti alcuni canali e scavata una galleria nel Monte della Ginestra (lunga circa 200 m) che collegavano l'Averno al Lucrino. La grotta è conosciuta nella tradizione locale come "Antro della Sibilla"; i suoi ambienti giacciono attualmente al di sotto del livello del lago a causa del bradisismo; in uno di essi è ancora attiva la sorgente del Bagno della Cripta Palombara o della Sibilla, la cui acqua era un toccasana per i reni, gli occhi, le orecchie lo stomaco e il cuore. La grotta è un monumento molto complesso che ha subito nel tempo profondi cambiamenti dovuti al bradisismo e alla successiva formazione del Monte Nuovo.

Lo stesso Agrippa ordinò l'apertura sul versante opposto del lago di un altro tunnel, noto come la Grotta di Cocceio (vedi scheda n°59), che passando sotto il Monte Grillo per circa un chilometro stabiliva un collegamento diretto con Cuma (vedi scheda n° 34) e il suo porto. Le due gallerie furono in seguito utilizzate anche come via di comunicazione sotterranea.

Con la costruzione nel 37 a.C. del Portus Iulius (vedi scheda n°38), il lago d'Averno si trasformò in una rada interna e tranquilla, sede di cantieri navali e un porto militare a doppio bacino. In seguito per il progressivo insabbiamento dei due laghi il porto fu trasferito a Miseno (vedi scheda n°28); il canale tra i due invasi divenne così angusto da poter essere attraversato solo da piccole navi, e in seguito i due laghi riacquistarono la loro autonomia.

La situazione attuale, agraria e vegetazionale dell'area dell'Averno, appare ancora oggi simile alle descrizioni delle fonti storiche. Le ripide pareti che cingono il lago sono in parte boschive e in parte coltivate a vigneti. Le porzioni a lieve pendenza prossime alle rive del lago sono occupate da agrumeti, frutteti e colture ad ortaggi. Il versante interno orientale si presenta terrazzato per la coltura di vigneti e ortaggi; i restanti, solo parzialmente terrazzati, sono ricoperti da ceduo di castagno, da lecci e macchia mediterranea.

Il lago d'Averno presenta l'opportunità, in un'area fortemente antropizzata come quella dei Campi Flegrei, di effettuare escursioni e passeggiate in uno scenario che conserva ancora intatte le morfologie vulcaniche. Questo sito, insieme al vicino lago di Lucrino, è uno straordinario esempio di

come un territorio vulcanicamente attivo come l'area flegrea possa, con i suoi eventi, stravolgere e cambiare completamente la topografia e quindi la morfologia di un luogo.

#### 4.4.29 SCHEDA n°50: GROTTA DI COCCEIO

La Grotta di Cocceio si trova sulla sponda nord-occidentale del lago d'Averno.

Costituisce una galleria perfettamente rettilinea che per circa un chilometro attraversa sia i tufi dell'edificio vulcanico dell'Averno, che i tufi del Monte Grillo, che costituisce il fianco nord-occidentale dell'Archiaverno, per sbucare nei pressi del promontorio di Cuma.

Secondo le testimonianze di Strabone, la grotta fu realizzata da Lucio Cocceio Aucto su richiesta di Agrippa, nell'ambito della trasformazione del lago d'Averno (vedi scheda n°24) in porto militare durante le lotte civili. Successivamente fu utilizzata unicamente come via di comunicazione sotterranea per raggiungere l'area cumana.

A questa grotta è legata inoltre una credenza popolare del cinquecento a cui si deve il suo secondo nome di "Grotta della pace". Secondo questa leggenda la grotta fu costruita da un cavaliere spagnolo, che era convinto che all'interno del Monte Grillo fosse stato celato un copioso tesoro e che, aiutato da maghi e negromanti, spese tutta la sua fortuna per perforare il monte, senza nessun esito.

L'interesse geologico applicativo di questo sito è legato al fatto che è considerata una delle prove più notevoli dell'ingegneria romana. Alcuni artifici impiegati nella sua costruzione ne permettono l'illuminazione e l'aerazione. Nella volta si aprono infatti numerosi pozzi di luce tagliati con varie orientazione, il più alto dei quali giunge fino alla sommità del monte; sono caratterizzati da un taglio quadrato che verso la volta, rivestita in opera reticolata, si svasa a campana.

L'interesse vulcanologico della grotta è invece legato al fatto che lungo le pareti è possibile osservare la struttura dei depositi piroclastici che costituiscono gli edifici vulcanici dell'Averno e dell'Archiaverno.

Attualmente l'accesso è interdetto in quanto eventi legati all'ultima guerra mondiale hanno reso pericolosa la transitabilità; è però oggetto di progetti di valorizzazione che potrebbero finalmente ristabilire l'antica comunicazione con l'area cumana.

#### 4.4.30 SCHEDA n°25: TERME DI MISENO

Le terme di Miseno sono un sito ubicato nella parte settentrionale dell'omonimo Capo (vedi scheda n°30), che costituisce la propaggine più occidentale del Golfo di Pozzuoli delimitando, così, anche il Golfo di Napoli.

Il sito d'interesse stratigrafico e archeologico si trova in prossimità della spiaggia del Miliscola (lido di Bacoli) nel giardino di una villa privata.

E' costituito da una successione sedimentaria che si è depositata e conservata all'interno di un complesso termale pubblico romano dell'antica città di Misenum (II sec. d.C. IV sec.d.C); gli ambienti termali erano parte del gigantesco complesso di serbatoi romani che va sotto il nome di Grotta della Dragonara.

La sistemazione dello scavo archeologico è avvenuta proprio per mano dall'attuale proprietario.

Il complesso termale comprendeva la grande sala del *calidarium* e la zona del *praefurnium* in cui sono documentate due distinte fornaci altomedioevali.

La complessa successione sedimentaria poggiante sui resti dell'antico complesso termale è di origine sia marina che continentale ed è costituita prevalentemente da depositi di spiaggia, a luoghi fossiliferi, che si alternano a depositi continentali fluvio-palustri, depositi piroclastici rimaneggiati e paleosuoli. I depositi che la costituiscono si possono osservare nella sequenza terrazzata, a circa 7-8 m s.l.m., e poggiano verso monte su una paleo falesia più interna, coeva ai depositi, intagliata nel tufo giallo di cui è costituito Capo Miseno. Questa successione a sua volta precipita a mò di falesia sul lato del lido di Bacoli nei pressi della Grotta della Dragonara, con una ripida scarpata alta circa 6m. A circa 5,5 m di quota presso la Grotta è possibile osservare, nei terreni in cui è tagliata la suddetta scarpata, un livello di ghiaie, chiaramente marine, che mostrano una spiccata embriatura con asse diretto verso la spiaggia attuale.

La successione descritta reca importantissime tracce del fenomeno del bradisismo ed il suo studio è stato fondamentale per la ricostruzione degli eventi che hanno interessato questa zona in epoca medioevale. Costituisce infatti una tipica sequenza bradisismica, e possiede un elevato potenziale didattico per favorire la comprensione degli effetti causati da questo fenomeno vulcanico, che hanno portato nel tempo repentini e frequenti cambiamenti sia degli ambienti naturali sia della vita umana. Il sito anche se rientra in una proprietà privata è visitabile con una guida prendendo contatti con l'Associazione Misenum.

#### 4.4.31 SCHEDA n°27: BELVEDERE SU LAGO MISENO

Il belvedere sul Lago di Miseno si trova nella parte più alta dell'omonimo Capo. Quest'ultimo costituisce la propaggine più occidentale del Golfo di Pozzuoli delimitando, così, anche il Golfo di Napoli. Il promontorio (vedi scheda n°30), dalla forma molto singolare di piramide tronca, raggiunge un'altezza massima di circa 167 m s.l.m. e un'estensione di circa 40 ettari. Lungo le sue pendici settentrionali sorge il pittoresco villaggio di Miseno, una frazione del comune di Bacoli.

Il belvedere si apre nei pressi del faro, da cui si diparte un sentiero che sale, dall'interno del cratere, lungo l'orlo settentrionale. Il panorama, singolarissimo e di eccezionale bellezza, abbraccia dal margine sud-ovest Procida, Ischia, Capri e la Penisola Sorrentina; da quello sud-est il golfo di Pozzuoli e i Campi Flegrei, il Vesuvio.

Come tutti i belvedere, questo sito permette l'osservazione d'insieme di un paesaggio dalle spiccate caratteristiche vulcaniche; il primo piano su Lago di Miseno (vedi scheda n°29) permette l'osservazione dall'alto di questa morfologia costiera.

La vegetazione del promontorio è costituita in prevalenza da Macchia Mediterranea: tra le specie caratteristiche ritroviamo il Corbezzolo, l'Erica arborea, l'Euforbia arborea, la Ginestra comune, il Leccio, il Mirto e l'Olivio, anche se non mancano terrazzamenti coltivati a vigneti. La fauna presente comprende tra i mammiferi: il Rinfolo euriale, il Rinfolo e il Vespertilio maggiore; tra i rettili il Biacco e il Ramarro; tra gli uccelli: la Cicogna, il Cormorano, il Martin pescatore, il Mingattino e la Sterna.

#### 4.4.32 SCHEDA n°28: PORTO MISENO

Il Porto di Miseno è una baia che si trova subito a nord dell'omonimo Capo (vedi scheda n°30), promontorio quest'ultimo che costituisce la propaggine più occidentale del Golfo di Pozzuoli delimitando, così, anche il Golfo di Napoli.

L'interesse geomorfologico della baia è legato al fatto che rappresenta uno straordinario esempio di morfologia costiera vulcanica.

Ha ospitato un tempo il cratere centrale del tuff-ring di Porto Miseno, un edificio vulcanico che risale alla prima epoca di attività che si è sviluppata all'interno della caldera flegrea dopo l'eruzione del Tufo Giallo Napoletano (12 ky). L'edificio vulcanico si è formato in seguito a vulcanismo freatomagmatico e la sua struttura è composta prevalentemente da tufo giallo (il cui colore è legato al processo di alterazione di zeolitizzazione) con uno strato di copertura in tufo grigio incoerente e banchi di leucite provenienti dall'attività vulcanica più recente dei vicini vulcani.

I vulcani della zona di Miseno, Bacoli e Baia sono allineati lungo una frattura che ha alimentato l'attività vulcanica in questo settore della caldera flegrea.

Dell'antico edificio vulcanico rimangono ora solo gli orli settentrionali e meridionali, rappresentati dalle tre punte Pennata, Terone e Sarparella, che contribuiscono alla delineazione di un caratteristica pianta circolare.

L'assetto morfologico di tutto il tratto di costa che va da Baia fino a Capo Miseno denuncia molto chiaramente la natura vulcanica di questi luoghi: il disegno costiero è articolato in numerose baie a profilo subcircolare, con ripidi promontori e penisole che si protendono verso mare, testimoni relitti di coni vulcanici sventrati dall'azione erosiva del mare e dalla tettonica.

Lungo le sponde di questa baia si rinvengono inoltre numerosi resti di strutture romane che rappresentano una chiara evidenza del fenomeno del bradisismo.

Il tratto di costa che comprendeva Baia (vedi scheda n°39), Bacoli e Miseno era un ambito luogo residenziale per i nobili romani, di cui venivano evocate inenarrabili bellezze. A est di Punta Sarparella sono visibili i resti del *Sacello degli Augustali*, parzialmente sommerso, e la cavea di un teatro romano (meglio visibile da mare).

Tutta la baia di Porto Miseno fu invece, dalle fine del I sec. a. C., il maggior porto militare del Mediterraneo occidentale. La sua peculiare conformazione suggerì ad Augusto una valida alternativa al *Portus Iulius* (vedi scheda n°38) soggetto a continui insabbiamenti per effetto del bradisismo. Durante questo periodo il bacino interno, il Mare Morto o Lago Miseno, fungeva da cantiere navale, mentre quello esterno, la baia di Porto Miseno, costituiva il porto vero e proprio. I due ambienti erano in comunicazione attraverso un canale. La spiaggia di Miliscola deve il suo nome da "*Militum Schola*" per il fatto che era destinata a palestra delle reclute della "*Classis praetoria misenensis*".

Purtroppo oggi sopravvivono solo poche tracce di questa antica realtà, spesso soffocate e decontestualizzate dall'antropizzazione.

Anche se attualmente gran parte di queste evidenze sono state assorbite dallo sviluppo urbanistico, è questa una delle aree flegree in cui, nonostante tutto, si conservano evidenze del fenomeno del bradisismo e delle interazioni che esso ha avuto con la vita dell'uomo e soprattutto il paesaggio ancora denuncia la sua chiara origine vulcanica

#### 4.4.33 SCHEDA n°29: LAGO MISENO

Il Lago di Miseno è una laguna costiera che si trova a nord-ovest dell'omonimo Capo (vedi scheda n°30) promontorio quest'ultimo che costituisce la propaggine più occidentale del Golfo di Pozzuoli delimitando, così, anche il Golfo di Napoli.

Il Lago Miseno è anche detto Mar Morto a causa del secolare interrimento a cui è soggetto e costituisce una laguna costiera salmastra di scarsa profondità, che presenta lungo le sponde nord-occidentali un profilo semicircolare ed è invece marcatamente rettilineo lungo la sponda sud ed est. Quest'ultima è tagliata da un canale che lo mette in comunicazione con la baia di Porto Miseno (vedi scheda n°28); un altro piccolo canale, lungo la sponda meridionale, lo congiunge con il mare aperto attraverso la spiaggia di Miliscola, un tombolo costiero che costituisce anche il famoso lido di Bacoli. L'interesse archeologico di questo sito è legato al fatto che per la sua particolare conformazione morfologica, insieme al Porto di Miseno, fu dalle fine del I sec. a. C., il maggior porto militare del Mediterraneo occidentale. L'area suggerì infatti ad Augusto una valida alternativa al *Portus Iulius* (vedi scheda n°38) soggetto a continui insabbiamenti per effetto del bradisismo.

Durante questo periodo il bacino interno, il Mare Morto o Lago Miseno, fungeva da cantiere navale, mentre quello esterno, la baia di Miseno, costituiva il porto vero e proprio. I due ambienti erano in comunicazione attraverso un canale. La spiaggia di Miliscola deve il suo nome da "*Militum Schola*" per il fatto che era destinata a palestra delle reclute della "*Classis praetoria misenensis*".

Attualmente conserva lungo le sue sponde una vegetazione tipica delle zone lagunari e che comprende tra le principali specie la Cannuccia, il Leccio, il Pino marittimo, la Salicornia europea, lo Sparto, il Ravastello marittimo. Tra la fauna invece ci sono mammiferi tra cui il Barbastello e il Rinfolo minore, rettili tra cui il Biacco, la Lucertola e il Ramarro, uccelli tra cui il Cormorano, il Gabbiano corallino e il Gabbiano Corso.

#### 4.4.34 SCHEDA n°30: CAPO MISENO

Capo Miseno costituisce la propaggine più occidentale del Golfo di Pozzuoli delimitando, così, anche il Golfo di Napoli.

Questo promontorio, dalla forma molto singolare di piramide tronca, raggiunge un'altezza massima di circa 167 m s.l.m. e un'estensione di circa 40 ettari. Insieme all'omonimo e pittoresco villaggio che sorge alle pendici del versante settentrionale del Monte Miseno, costituisce una frazione del comune di Bacoli.

Per la sua morfologia simile ad un tumulo fece nascere la leggenda che fosse una tomba preistorica: Virgilio vi fa seppellire Miseno, compagno e trombettiere di Enea, annegato in quelle acque; Strabone

lo identifica con il paese dei Lestrigoni ove Miseno, compagno di Odisseo, esplorando questa terra perse la vita assalito dai giganti; inoltre per le sue amene vallette e per i profumati giardini, che un tempo lo rivestivano, gli antichi vi situarono i Campi Elisi, sede delle anime dei virtuosi.

Capo Miseno geologicamente rappresenta ciò che resta (solo il fianco esterno settentrionale) di uno dei più antichi edifici vulcanici dei Campi Flegrei, i cui prodotti piroclastici sono stati attribuiti ad eruzioni avvenute dopo la messa in posto del Tufo Giallo Napoletano (12 ka) e datato circa 10-11 ka.

Morfologicamente è un esempio di “*tuff-cone*” in Tufo Giallo. L’edificio vulcanico risulta in gran parte demolito dall’erosione del mare, che ha lasciato intatta solo parte dell’area craterica e le originarie pendici settentrionali, determinando la formazione di un vero e proprio spaccato morfologico, da cui si può osservare la caratteristica orientazione quaquaversale degli strati di piroclastiti che lo costituiscono.

Inoltre è facile osservare un gradino morfologico, a circa 50 m slm, marcato da una doppia rottura di pendenza che probabilmente testimonia una paleofalesia di sicura età olocenica.

Sul lato orientale del promontorio è presente inoltre una grande cavità, un ninfeo romano noto come “*Grotta del Ninfeo*”, con il fondo sommerso di circa 2 m.

La vegetazione del Capo è costituita in prevalenza da Macchia Mediterranea: tra le specie caratteristiche ritroviamo il Corbezzolo, l’Erica arborea, l’Euforbia arborea, la Ginestra comune, il Leccio, il Mirto e l’Olivo, anche se non mancano terrazzamenti coltivati a vigneti.

Per questo sito è obbligatoria una visita via mare.

#### 4.4.35 SCHEDE n°31: FALESIA DI MONTE DI PROCIDA

Monte di Procida è il promontorio che si trova lungo l’estremità sud-occidentale del Golfo di Pozzuoli, raggiunge una quota di circa 145 m slm e copre una superficie di circa 3,65 km<sup>2</sup>. Su di esso sorge il comune di Monte di Procida, un grosso borgo in posizione panoramica su Procida e Ischia, noto soprattutto per i vini fortemente alcolici.

In questo luogo, a differenza di altri siti dei Campi Flegrei, in cui le evidenze geologiche si intrecciano in maniera inestricabile con quelle archeologiche, l’intensa urbanizzazione che popola il promontorio ha completamente coperto i pochi resti archeologici esistenti.

Dunque l’interesse di questo sito è prevalentemente vulcanologico e stratigrafico.

Il versante nord-orientale, che borda il rilievo lungo il lato opposto al mare viene interpretato come il limite sud-occidentale della caldera flegrea. Il versante sud e sud-ovest, che invece affaccia completamente sul canale di Procida e sulle isole di Procida e Ischia, è invece caratterizzato dalla presenza di una ripida parete che costituisce una falesia a luoghi attiva, spesso soggetta a crolli, che comprende il tratto di costa compreso tra il Miliscola e Torregaveta.

La zona di maggiore interesse è proprio la successione stratigrafica che espone la falesia della Marina di Vita Fumo fino ad Acquamorta. A quest’ultima si accede attraverso una stradina che si diparte dal centro abitato e scende ripida e sinuosa fino al mare, nei pressi del porticciolo. Da qui non può sfuggire alla vista un isolotto tufaceo meglio noto come scoglio di San Martino.

Lungo le pareti della falesia sono visibili i depositi più antichi del vulcanismo flegreo che testimoniano l’esistenza di almeno cinque attività principali, probabilmente in relazione ad altrettanti centri eruttivi.

Lungo la falesia le unità stratigraficamente più basse sono costituite dai resti del cono piroclastico di Miliscola, esposto lungo la falesia della marina di Vita Fumo e dai flussi di lava e duomi dell’isolotto di San Martino presenti alla base della falesia di Acquamorta. Queste unità sono coperte dai prodotti piroclastici del vulcano di Fiumicello, con centro eruttivo nei pressi della vicina isola di Procida, e da altri prodotti piroclastici la cui origine ancora oggi deve essere compresa. Segue superiormente una superficie di erosione su cui poggia un deposito di flusso piroclastico e brecce, noto in letteratura come Breccia Museo (vedi scheda n°35), che viene attribuito come deposito prossimale dell’eruzione dell’Ignimbrite Campana (39 ky); altri autori ritengono che siano i prodotti di un evento locale legato all’esistenza del centro eruttivo locale del vulcano di Vita Fumo. I depositi successivi testimoniano l’attività del vulcano di Torregaveta, datata 14,8 ky localizzato a nord del promontorio; questo livello

si segue in maniera abbastanza continua lungo tutta la falesia. Superiormente seguono i prodotti dell'attività vulcanica recente attribuiti ai Fondi di Baia.

Le giaciture dei livelli piroclastici lungo la falesia di Acquamorta rivelano inoltre la presenza di paleodepressioni intracrateriche che sarebbero state colmate dai depositi dei centri eruttivi locali.

Lungo la falesia della Marina di Vita Fumo è presente invece un bellissimo affioramento della Breccia Museo, una paleovalle anch'essa riempita dai prodotti piroclastici successivi alla sua formazione e non può passare inosservato, per la sua colorazione rossastra, il cono del vulcano di Vita Fumo.

Tutto il sito è di notevole interesse scientifico e didattico soprattutto per la comprensione dei fenomeni vulcanici più antichi che hanno interessato la Caldera Flegrea. La favorevole esposizione dell'affioramento permette inoltre di fare osservazioni sulla giacitura degli strati e sulle chiare relazioni esistenti tra essi.

Inoltre presenta buone possibilità di godere della bellezza dell'area: nei punti più alti il belvedere permette l'osservazione delle isole di Ischia, Procida e Capo Miseno, più in lontananza di Capri, Posillipo e l'isola di Nisida.

#### 4.4.36 SCHEDA n°32: FALESIA DI TORREGAVETA

Torregaveta è una località situata a nord-ovest di Monte di Procida e da cui inizia al tratto di costa che, sviluppandosi verso nord, arriva fino a Cuma.

Il sito comprende la falesia che delimita a sud la spiaggetta di Torregaveta, una piccola insenatura che in antichità era inclusa nel territorio controllato da Cuma. Il suo nome deriva probabilmente da "avuta", in riferimento ad uno dei 366 bastioni fatti costruire da Carlo V nel XVI secolo per difendere il reame dagli attacchi dei pirati barbareschi. In realtà non tutti gli studiosi condividono questa opinione e fanno risalire il toponimo da "Turris Vataie" per la presenza di ruderi di una famosa villa romana (vedi scheda n°33).

L'interesse di questo sito è soprattutto vulcanologico e stratigrafico. In questa zona, infatti, affiorano i prodotti più antichi dell'attività vulcanica flegrea e offre la possibilità di osservare i prodotti di fenomenologie vulcaniche completamente differenti (prodotti di vulcanismo effusivo ed esplosivo) fra loro e succedutesi in breve tempo. In particolare la sezione naturale, che affiora lungo la falesia che delimita a sud la spiaggia, mostra alla base un deposito di flusso lavico a composizione trachitica, a cui fa seguito una sequenza piroclastica, proveniente da un centro eruttivo procidano, il vulcano di Fiumicello; a questi prodotti si sovrappone il deposito piroclastico della Breccia Museo (vedi scheda n°35) e i tufi di Torregaveta, provenienti da un centro eruttivo locale noto come il vulcano di Torregaveta; una chiarissima discordanza angolare mette a diretto contatto un imponente deposito di Tufo Giallo Napoletano (12 ky) con i prodotti sottostanti. Questa successione stratigrafica è correlabile con quella affiorante lungo la falesia di Monte di Procida (vedi scheda n°31).

Tutto il sito è di notevole interesse scientifico e didattico soprattutto per la comprensione dei fenomeni vulcanici più antichi che hanno interessato i Campi Flegrei; a questo valore scientifico si associa un elevato valore didattico, poiché sono molto ben visibili le relazioni stratigrafiche tra i prodotti piroclastici che affiorano lungo la falesia; non è inoltre da trascurare il suo elevato e suggestivo valore estetico.

#### 4.4.37 SCHEDA n°33: TUFO DI TORREGAVETA

Torregaveta è una località situata a nord-ovest di Monte di Procida e da cui inizia il tratto di costa che verso nord arriva fino a Cuma.

Il sito comprende lo sperone tufaceo che delimita a nord la spiaggetta di Torregaveta. Quest'ultima è una piccola insenatura che in antichità era inclusa nel territorio controllato da Cuma. Il suo nome deriva probabilmente da "avuta", in riferimento ad uno dei 366 bastioni fatti costruire da Carlo V nel XVI secolo per difendere il reame dagli attacchi dei pirati barbareschi. In realtà non tutti gli studiosi condividono questa opinione e fanno risalire il toponimo da "Turris Vataie" per la presenza, proprio qui, di ruderi di una famosa villa romana.

Lo sperone tufaceo oggetto d'interesse è completamente costituito da uno spesso deposito di Tufo Giallo Napoletano (12 ky). La sua giacitura è confrontabile con quella della falesia di Torregaveta (vedi scheda n°32), ed è in leggera salita su una paleomorfologia ormai completamente erosa dal mare.

In tutto questo tratto di costa, che comprende la zona occidentale dei Campo Flegrei, Torregaveta è l'unico sito in cui esistono evidenze archeologiche del fenomeno del bradisismo.

L'interesse archeologico di questo sito riguarda soprattutto i ruderi romani presenti. Infatti già nel XVI secolo, durante la costruzione di una torre di guardia ormai scomparsa, vennero alla luce i resti di una lussuosa villa romana appartenente al nobile romano Servilio Vatia. La villa era armonicamente inserita nel paesaggio e disposta in modo tale da poter godere di tutti i vantaggi dell'esposizione e della ventilazione; si stendeva dal livello del mare fino alla cima del promontorio, secondo i canoni architettonici degli edifici a terrazzi tipico delle ville romane flegree. Servilio Vatia, visse in questo luogo isolato da tutti, schivo della politica e della turbinosa vita che si svolgeva a pochi chilometri da lui. Oggi la sorte ha voluto che gran parte dei resti di questa bellissima villa romana fossero inglobati in un moderno edificio adibito a ristorante e discoteca.

Ai piedi del medesimo promontorio si apre inoltre una galleria-canale, oggi sommersa dal mare per effetto del bradisismo, conosciuta come "Foce vecchia del Fusaro" (vedi scheda n°42) che unisce la parte sud del lago al mare aperto; questa galleria scavata dai romani presenta ancora i rivestimenti in opus reticulatum e laterizio. Secondo alcuni era uno degli accessi alla villa di Servilio Vatia, secondo altri non è altro che un canale costruito per il rinnovo delle acque del Fusaro per evitarne l'insabbiamento. Inoltre recenti prospezioni subacquee hanno evidenziato che alcuni pavimenti della villa sono attualmente ad almeno 2 m sotto il livello del mare, evidente segno che già nel II sec. d.C. la villa fu abbandonata a causa del bradisismo.

#### 4.4.38 SCHEDA n°34: PROMONTORIO DI CUMA

Il sito di Cuma e il territorio circostante occupano un'area che si sviluppa in direzione nord-sud, seguendo l'andamento del litorale Domizio. Chiusa a oriente dai versanti di Monte Ruscello e Monte Grillo, si estende a sud fino al Lago Fusaro e a nord verso l'area bonificata dell'antico lago di Licola.

Il nome di quest'area deriva, probabilmente, da *Kumata*, ossia marosi, in ricordo delle violente mareggiate che in antichità dovevano abbattersi direttamente sul promontorio.

L'area è da sempre conosciuta soprattutto per il suo interesse archeologico, in quanto Cuma è considerata la culla della civiltà Greca in Campania. La sua fondazione risale intorno al 730 a.C. ad opera di coloni Calcidesi provenienti dall'isola di *Pithekoussai* (l'attuale isola di Ischia) che sul Monte di Cuma fondarono la prima colonia greca in Campania, e di cui oggi sopravvivono i resti dell'antica acropoli.

Di pari importanza sono da considerarsi le evidenze geologiche grazie alle quali è stato possibile lo sviluppo delle vicende storiche che hanno reso così importante questo sito.

Il promontorio di Cuma costituisce un alto morfostrutturale caratterizzato da pareti sub-verticali, che ad eccezione del versante orientale, interessato da faglia, devono la loro forma all'azione di scalzamento al piede esercitata dal moto ondoso ed avvenuta in condizioni ambientali differenti da quelle attuali.

Alla base del promontorio sono esposti i prodotti vulcanici più antichi, precedenti la messa in posto dell'Ignimbrite Campana (39 ky), costituiti da lave trachitiche massive che formano una struttura cupolare di un duomo lavico a cui sono associate localmente breccie e scorie nel settore nordest. Segue verso l'alto un deposito piroclastico da caduta che risulta presente solo in livelli lenticolari, a cui si sovrappone un paleosuolo che interessa anche il duomo lavico. La successione piroclastica sovrastante, di circa 15 m di spessore, comprende flussi piroclastici e depositi di breccia spatter che sono stati attribuiti da alcuni studiosi alla facies prossimale dell'Ignimbrite Campana della Breccia Museo (vedi scheda n°35) e da altri ad una eruzione avvenuta nel settore SW di Monte di Procida.

Chiude la sequenza un deposito di Tufo Giallo Napoletano, in una facies molto zeolitizzata, che copre in discordanza i depositi precedentemente descritti lungo il versante est del rilievo.

La singolarità morfologica di questo promontorio è stata determinante per lo sviluppo delle vicende che lo hanno interessato a metà tra la storia e il mito.

Anche se attualmente il promontorio è separato dal mare da un centinaio di metri di spiaggia, il suo aspetto nell'ottavo secolo avanti Cristo doveva essere molto differente da quello attuale e il sito doveva avere tutte le caratteristiche tipiche dell'insediamento greco. Secondo la mitologia fu il dio Apollo sotto forma di colomba ad indicare il luogo in cui fondare una nuova colonia a cui dare il nome di *Kyme*. Il promontorio costituiva un'altura perfetta su cui costruire un'acropoli a difesa del porto, ubicato probabilmente alla base del rilievo, e degli attacchi delle popolazioni delle zone più interne; inoltre una zona di acquitrini separava e proteggeva l'insediamento verso oriente.

Fu soprattutto la sua posizione geografica quindi a permettere alla prima colonia greca di prosperare rapidamente e soppiantare in poco tempo l'insediamento già presente a Ischia.

Tra il VI e il V secolo a.C., periodo di massimo splendore, Cuma controllava una vasta zona di mare, allora conosciuta come *Golfo Cumano*, attraverso traffici commerciali tra l'Etruria e la Grecia e un territorio abbastanza esteso che conservò anche durante l'età romana e che comprendeva i laghi Lucrino, Averno e Fusaro, la zona di Baia, Misero e la cosiddetta *Silva Gallinaria*, una grande foresta di Lecci che si estendeva verso Licola.

Baluardo greco inespugnabile contro i Latini e gli Etruschi, fu un centro, con una propria moneta, fiorente e potente che costituiva una minaccia per le popolazioni interne della Campania.

Un gruppo di esuli di Samo ebbero asilo politico dai cumani in cambio di aiuti militari e ai fuggiaschi fu concesso di edificare *Dicearchia* (531 a.C. circa), la città del giusto governo (e quella che diventerà poi sotto i romani *Puteoli*).

Dopo numerosi attacchi da parte delle popolazioni interne della Campania, e una valorosa vittoria contro gli Etruschi nel 474 a.C., a cui fa seguito la fondazione della città di *Neapolis*, Cuma cadde sotto i Sanniti nel 421 a.C. Successivamente con il consolidamento dell'egemonia di Roma sui territori che saranno poi chiamati *Campania felix*, Cuma fu premiata per l'appoggio ai romani contro i Sanniti ed elevata al rango di *Civitas sine suffragio* (334 a.C.). Da questo momento in poi l'antico prestigio commerciale, politico e militare di Cuma divenne solo un lontano ricordo. Con la pace augustea, le fu relegato il ruolo di "città dotta", da cui i Romani attingevano a loro piacimento la cultura greca. Durante l'età imperiale la sua posizione sugli assi viari Baia-Miseno e *Neapolis-Puteoli*, con la *Via Domiziana*, ne faceva ancora un grande scalo mercantile sulla rotta dei grandi porti della Campania.

Ai romani fecero seguito i Bizantini e i Longobardi.

Durante il Medio Evo, dopo alterne vicende, il promontorio di Cuma divenne covo di predoni, debellato nel 1207 da una lega campana al comando di Goffredo di Montefusco, occasione in cui la città fu completamente distrutta e cancellata dalla storia. Solo durante le prime opere di bonifica intorno al seicento, iniziarono a venire alla luce i primi scavi. Le prime ricerche sistematiche furono avviate nel 1853.

L'abitato di Cuma era costituito da una acropoli costruita sull'altura del monte e da una città bassa, che si sviluppava prevalentemente ai piedi del promontorio, nella piana che arriva fino alle pendici del Monte Grillo (Arco Felice Vecchio). Nonostante la forte posizione naturale del promontorio, praticamente inaccessibile da tutti i lati, l'acropoli venne munita di salde mura di difesa che si protraevano in basso circondando anche tutta la città bassa, e che furono più volte riprese fino in epoca bizantina.

Sull'acropoli svettavano due grandi templi (attualmente visitabili): uno sulla cima più alta che la tradizione vuole attribuire a Giove, ma che probabilmente era dedicato al culto di Demetra; l'altro su una terrazza intermedia che guarda verso la città bassa, dedicato ad Apollo. La costruzione di questo tempio viene attribuita da Virgilio a Dedalo, che atterrò a Cuma e donò le sue ali al dio del vaticinio. Altro luogo mitologico è l'*Antro* oracolare della Sibilla, un *dromos* (corridoio), scavato nel banco tufaceo e attribuito a sede dell'oracolo per la perfetta rispondenza alla fantastica descrizione virgiliana; a destra dell'ingresso dell'antro della Sibilla si apre come una voragine la *Cripta Romana*. Il luogo era in realtà un'opera militare della seconda metà del IV secolo a.C. a difesa del sottostante

approdo. La galleria attraversava infatti il Monte di Cuma in direzione del porto, ove si apriva l'ingresso opposto. In realtà la sua realizzazione faceva parte di un più ampio progetto di risistemazione militare e urbanistica dell'area flegrea durante la tarda Repubblica romana. L'opera si completa infatti con la realizzazione della Grotta di Cocceio (vedi scheda n°50), che traforando il Monte Grillo collegava Cuma al lago d'Averno, e quindi il porto di Cuma con il *Portus Iulius* (vedi scheda n°38).

Come tante altre *polis* greche all'acropoli veniva associata una città bassa, oggi ancora in corso di scavo e di sistemazione. Attualmente sono stati portati alla luce il tempio del Foro (*Capitolium*), le terme centrali, l'anfiteatro, la tomba della Sibilla e Arco Felice un'opera romana che taglia il Monte Grillo e permette il passaggio della Via Domiziana garantendo il collegamento con la zona dell'Averno.

All'interesse stratigrafico, vulcanologico e archeologico del sito si aggiunge il suo indubbio valore naturalistico.

L'ambiente naturale circostante il Monte di Cuma è il tipico ambiente dunare sabbioso con vegetazione che passa da specie tipiche della fascia dunare mobile e fissa fino a vegetazione tipica della Macchia Mediterranea con pineta costiera. Le specie vegetali che si incontrano dopo una prima fascia continuamente battuta dal mare e priva di vegetazione sono la *ruchetta di mare*, la *gramigna delle spiagge*, la *salsola*; più indietro, dove il manto di sabbia è più consolidato spuntano specie vegetali come la *camomilla di mare*, la *pastinaca marina*, lo *sparto pungente*, lo *zigolo delle spiagge*, la *santolina delle spiagge* e l'*erba medica di mare*; man mano che ci si allontana dalla costa, a ridosso delle dune la fascia vegetazionale erbacea cede spazio a quella arbustiva della Macchia Mediterranea in cui troneggia il *pino domestico*; non mancano inoltre *cisto*, *caprifoglio*, *ginepro*, *lentisco*, *corbezzolo*, *mirto*, *carrubo*, *acanto*, *rosmarino* e *leccio*.

Il sito di Cuma è un luogo in cui le evidenze geologiche e le numerose testimonianze archeologiche da sempre note sono inserite in uno scenario naturale di grande fascino, e in un paesaggio che attendono ancora oggi un'adeguata protezione e valorizzazione.

Attualmente la zona è sotto il vincolo di Parco archeologico, ma la sua estensione è limitata solo all'acropoli: la presenza di pannelli didattici fornisce informazioni sull'archeologia e sulle evidenze naturalistiche; la città bassa, comprendente il Foro, la Tomba della Sibilla, l'Arco Felice e l'Anfiteatro, non è ancora visitabile in quanto sono ancora in corso campagne di scavo, volte a ridefinire l'antica forma urbana. Tutta l'area circostante necessita obbligatoriamente di un'adeguata valorizzazione in quanto versa in uno stato di completo degrado e abbandono.

#### 4.4.39 SCHEDA n°35: BRECCIA MUSEO

Il sito della Breccia Museo si trova nei pressi di Punta della Lingua, il lembo nord orientale dell'isola di Procida, nei pressi del porto di Sancio Cattolico, e si protrae verso mare con lo Scoglio dello Schiavone.

Il sito è costituito da un affioramento di prodotti piroclastici di notevole interesse stratigrafico e vulcanologico che comprendono anche lo Scoglio dello Schiavone. Quest'ultimo è completamente costituito da scorie saldate, composte prevalentemente da materiale juvenile; verso terra in corrispondenza di Punta della Lingua la breccia saldata passa al deposito della "Breccia Museo", chiamato così, nel 1889, dallo studioso Johnston Lavis. Rappresenta la formazione più nota dell'isola di Procida ed è il deposito più eterogeneo di tutta l'attività flegrea. Il vulcanologo inglese vi riconobbe proprio come in un museo, una vasta campionatura di rocce vulcaniche e sedimentarie. Si pensa che il carattere eterogeneo del materiale sia conseguenza di violente esplosioni capaci di frantumare e trascinare in superficie lo strato roccioso attraversato dal condotto vulcanico. La composizione della Breccia Museo è essenzialmente trachitica, costituita da tipi litologici vulcanici vari tra cui: clasti juvenili (formati principalmente da pomice e ossidiane), ceneri, scorie saldate, bombe e clasti tufacei; al suo interno si rinvengono anche litici sedimentari, strappati dal basamento carbonatico al momento dell'eruzione. La presenza di blocchi molto grandi e spigolosi, con un diametro che spesso supera il metro, testimoniano la prossimalità di questo deposito.

Lateralmente l'affioramento assume le caratteristiche di deposito da flusso piroclastico prossimale e poi più distale. Superiormente seguono i prodotti dell'attività vulcanica procidana più recente. Tutta la sequenza poggia, con un contatto erosivo sui prodotti tufacei del vulcano di Terra Murata (vedi scheda n°52).

Questo affioramento potrebbe testimoniare l'esistenza di un centro eruttivo di cui non si sono conservate tracce: è probabilmente ubicato nel canale di Procida e sepolto dai prodotti dell'attività vulcanica successiva.

Questo affioramento rappresenta uno dei più belli di tutta l'area flegrea. Inoltre al valore estetico è associato un elevato valore scientifico e didattico; quest'ultimo è legato al fatto che permette a chi lo osserva di capire parte delle dinamiche di emissione dei prodotti piroclastici: sono ben evidenti i prodotti della fase iniziale molto scuri e densi, che costituiscono il deposito più prossimale dell'inizio dell'attività vulcanica esplosiva; una volta liberato il condotto inizia l'emissione e la deposizione dei flussi piroclastici che a seconda dell'energia depositano il materiale più grossolano in posizione più prossimale e la frazione più fine viene spinta più lontano.

#### 4.4.40 SCHEDA n°52: TERRA MURATA

Terra Murata è uno dei centri abitati più belli e caratteristici dell'isola di Procida e sorge all'estremità nord-est di quest'ultima

Il sito comprende il tuff-cone di Terra Murata, un edificio vulcanico formato di tufo giallo litificato che nella parte superiore si presenta grigio e incoerente. Questi prodotti testimoniano una fase di attività vulcanica dell'isola antichissima, datata circa 55 ky.

L'interesse geomorfologico del sito è legato al fatto che l'intensa azione erosiva del mare ha distrutto parte del cratere che attualmente espone, in maniera chiaramente visibile, la sua struttura interna, con caratteristica orientazione quaquaversale degli strati piroclastici.

All'interesse vulcanologico e geomorfologico del sito si aggiunge un notevole valore estetico e culturale.

Il promontorio, che raggiunge l'altezza massima di tutta l'isola, di 91 m slm, ospita, sulla sua sommità, un castello cinquecentesco cinto da mura costruite a difesa delle frequenti incursioni barbaresche. Dall'alto una veduta panoramica sulla Marina della Corricella, fino a Punta Pizzaco, che costituisce il fianco nord-orientale del tuff-ring di Solchiaro (17 ky circa). Ai suoi piedi sorge il pittoresco e colorato borgo di pescatori della Marina di Corricella, che costituisce uno degli abitati più affascinanti di tutta l'isola; sorto intorno al '600, è fatto di scalinate ripide e percorsi che si sviluppano attraverso le policrome abitazioni che, in parte sovrapposte al costone tufaceo di Terra Murata, presentano una caratteristica architettura mediterranea "spontanea".

La visita del sito di Terra Murata va effettuata via mare; non è difficile inoltre raggiungere la parte più alta del promontorio con l'utilizzo di mezzi pubblici di cui l'isola è ben fornita.

#### 4.4.41 SCHEDA n°53: PUNTA OTTIMO

Il sito di Punta Ottimo comprende un affioramento esposto lungo la falesia del tratto di costa compreso tra Capo Bove e Punta Ottimo, nel settore nord-occidentale dell'isola di Procida.

La falesia espone i depositi più vecchi dell'attività vulcanica dell'isola di Procida: nella parte più bassa affiorano i tufi gialli che costituiscono l'orlo settentrionale del tuff-ring di Pozzo Vecchio, un edificio vulcanico ormai sepolto dalla attività vulcanica successiva, datato circa 55 ky, e la cui presenza ha determinato la morfologia circolare della vicina Cala del Cimitero. Seguono superiormente depositi piroclastici di incerta provenienza (forse le Formiche di Vivara, un centro eruttivo ad ovest dell'isola) a cui si sovrappongono, in maniera molto chiara, le lave del duomo di Pozzo Vecchio, che testimoniano un evento effusivo che ha caratterizzato la fase finale di attività idromagmatica che ha portato alla formazione del tuff-ring di Pozzo Vecchio; è ben evidente come le lave del duomo, dal punto di emissione, taglino i prodotti piroclastici precedenti. Il duomo è coperto dai tufi che costituiscono il vicino tuff-ring di Fiumicello, datato 31 ky e ormai quasi completamente smantellato dal moto ondoso.

Questo affioramento offre buone possibilità, se raggiunto da mare, di osservare depositi di attività esplosiva con immersione degli strati che indicano la loro provenienza e le relazioni geometriche che si possono creare con prodotti di attività effusiva; in questo caso le lave del duomo, estruse dal punto di emissione tagliano i prodotti vulcanici precedenti e si poggiano su di essi.

#### 4.4.42 SCHEDA n°54: CALA CIMITERO

La Cala del Cimitero è una bellissima baia che si trova in località Pozzo Vecchio, a nord-ovest dell'isola di Procida; essa presenta una caratteristica pianta semicircolare, che testimonia l'esistenza dell'antico tuff-ring del vulcano di Pozzo Vecchio (55 ky). Lungo le pareti che la delimitano sono esposti i prodotti più vecchi dell'attività vulcanica procidana.

In particolare il sito di interesse riguarda un affioramento che si trova in corrispondenza dell'accesso alla cala, sul lato destro, che costituisce una bellissima esposizione del deposito della Breccia Museo (vedi scheda n°35), uno dei più antichi dell'attività vulcanica flegrea, associata, dalla maggior parte degli autori, all'eruzione dell'Ignimbrite Campana (39 ky). L'interesse di questo sito non è nel significato stratigrafico dell'affioramento, ma piuttosto nel suo valore vulcanologico: rappresenta infatti un caratteristico deposito da flusso ignimbritico che in zone prossime al punto di emissione si presenta associata a depositi di breccia litica, quest'ultima è formata da clasti troppo pesanti per poter essere trasportati insieme al flusso piroclastico e vengono quindi depositati nella parte più bassa del flusso; parte dei litici che compongono la breccia possono essere strappati dal condotto vulcanico o provenire dall'azione erosiva che il flusso piroclastico esercitata sul substrato durante la sua propagazione.

#### 4.4.43 SCHEDA n°55: PUNTA DELLA LINGUA

Il sito di Punta della Lingua si trova nell'omonima località, lungo il tratto di costa nord-orientale dell'isola di Procida. Comprende il contatto stratigrafico tra il tufo giallo del vulcano di Terra Murata (vedi scheda n°52) e la Breccia Museo di Punta della Lingua (vedi scheda n°35). Il tufo giallo presenta la stratificazione interna caratteristica che costituisce il cono vulcanico; la breccia è considerata come deposito prossimale dell'Ignimbrite Campana. L'affioramento è ben visibile via mare e mostra bene le relazioni tra i due depositi: la breccia poggia sui tufi in discordanza angolare, con un contatto fortemente erosivo.

#### 4.4.44 SCHEDA n°36: VIVARA

L'isola di Vivara si trova all'estremità sud-occidentale dell'isola di Procida. E' Collegata a quest'ultima tramite un ponte, costruito nel 1957, ma è una zona completamente disabitata, che rimane ancora praticamente incontaminata dall'attività umana ed è attualmente riserva naturale.

Con una forma di mezza luna, ha una superficie di 0,39 km<sup>2</sup>, con altezza massima di circa 109 m slm. Il vulcano di Vivara è costituito dall'omonima isola e dal promontorio di S. Margherita Vecchia, collegato all'isola di Procida da una lingua di sabbia derivante dalla degradazione superficiale dei prodotti vulcanici.

Questo vulcano testimonia la più antica attività vulcanica dell'isola di Procida e quindi dei Campi Flegrei, ed è datata circa 55 ky.

I prodotti dell'attività esplosiva di Vivara costituiscono l'ossatura dell'intero edificio; su di essi poggiano, in discordanza stratigrafica, quelli dell'attività vulcanica più recente del vicino vulcano di Solchiamo (17 ky) che rappresentano anche l'ultima fase di attività vulcanica di Procida.

Geomorfologicamente è un *tuff-ring*, con la caratteristica forma craterica ampia e bassa (il rapporto diametro altezza è molto alto, circa 8/1). L'edificio è praticamente stato smembrato dall'erosione marina lungo il tratto sud-occidentale, ma conserva le sue caratteristiche di morfologia vulcanica; alcuni studiosi ipotizzano anche un collasso contemporaneo e successivo all'eruzione o un abbassamento per presenza di faglie. Tutta la costa procidana, e Vivara in particolare, sono un valido esempio di morfologia costiera vulcanica caratterizzata nella maggior parte dei casi, da baie

semicircolari in cui l'acqua del mare si insinua nei crateri degli edifici spesso smembrati dall'erosione e dai movimenti tettonici.

In questo sito quindi le palesi morfologie vulcaniche conferiscono al paesaggio una bellezza ed un fascino particolare, che ben si prestano alla possibilità di effettuare passeggiate a piedi o di fare immersioni lungo costa.

Ritrovamenti archeologici hanno confermato l'esistenza di insediamenti di età micenea sull'isola databili tra il sec. XVI e XIV a.C., localizzabili sulle punte Mezzogiorno, Alaca e Capitello; gli scavi archeologici sono ancora in corso.

Vivara è stata un tempo riserva di caccia ai conigli, e l'unico edificio costruito dall'uomo è rappresentato da una casa padronale del 1681, che sorge al centro dell'isola e costituisce un interessante episodio architettonico a metà tra residenza nobiliare e azienda agricola, con abitazioni e locali destinati alla vinificazione e alla spremitura delle olive.

Dal 1974 è oasi di protezione faunistica, con rifugio per la fauna stanziale e migratoria, e stazione scientifica per il rilevamento della fauna volatile migratoria.

L'isola è ricchissima di uliveti flora tipica della macchia mediterranea, con mirto, cisto, euforbio, erica, corbezzolo e leccio ed è percorsa da numerosi sentieri boschivi. Attualmente è stato anche istituito un centro educativo naturalistico con sala per convegni e museo archeologico naturalistico.

Dal punto più alto, sito nei pressi della casa padronale, inoltre si può godere un meraviglioso panorama dell'intera isola di Procida (vedi scheda n°37).

#### 4.4.45 SCHEDA n°37: BELVEDERE DI VIVARA

Il belvedere di Vivara si trova nella parte più alta dell'omonima isola (vedi scheda n°36).

Da questo punto di vista si può godere un meraviglioso panorama su tutta Procida, un'isola che conserva bene le caratteristiche morfologiche che denunciano una chiara origine vulcanica. Tutta l'isola di Procida, compreso Vivara (vedi scheda n°36 e n°37), a cui è unita attraverso un pontile, ha un'origine esclusivamente vulcanica. L'isola è lunga circa 3 km e larga circa 2 km, ed è caratterizzata da una topografia pianeggiante che raggiunge un'altezza massima di 91 m s.l.m. nei pressi di Terra Murata. Quasi tutto il tratto di costa orientale è bordato da ripide falesie, con un'altezza media di circa 50 m s.l.m., che contribuiscono alla delineazione di un disegno costiero molto articolato, fatto prevalentemente di baie a contorno semicircolare, che il più delle volte si sono formate all'interno di aree crateriche o di singoli edifici vulcanici. Il contorno dell'isola è il risultato dell'anastomizzazione di circa 7 centri vulcanici (Vivara, Pozzo Vecchio, Fiumicello, Terra Murata, Punta della Lingua e Solchiaro) la cui età è compresa tra 40 ky (Vivara) e 17 ky (Solchiaro). I prodotti vulcanici locali testimoniano un'attività vulcanica prevalentemente esplosiva con attività anche sottomarina e una composizione trachibasaltica; rappresentano i prodotti flegrei insulari che testimoniano l'attività che precede la messa in posto del Tufo Giallo Napoletano (12 ka b.p.). La sua morfologia piana è dovuta al fatto che sia i prodotti dei vulcani locali che quelli provenienti dai vicini Campi Flegrei hanno contribuito a livellare le asperità morfologiche originarie dell'isola.

L'isola di Procida è oggi molto abitata. L'isola di Vivara, invece, completamente disabitata, è ricchissima di uliveti flora tipica della macchia mediterranea, con mirto, cisto, euforbio, erica, corbezzolo e leccio ed è percorsa da numerosi sentieri boschivi.

#### 4.4.46 SCHEDA n°38: PORTO GIULIO

Il *Portus Iulius* è un antico porto romano i cui resti attualmente giacciono sul fondo del mare lungo il tratto di costa compreso tra Pozzuoli e Baia, nei pressi del Lago Lucrino e del Monte Nuovo. In epoca romana sia il tratto di costa, compreso tra Pozzuoli e Baia, che l'entroterra, erano costellati di numerosissime ville residenziali, complessi termali pubblici e privati, che fecero di questa zona il luogo di villeggiatura preferito della "élite" romana.

Realizzato intorno al 37 a.C., il Porto Giulio ebbe un'impostazione esclusivamente militare: infatti la particolare e strategica posizione geografica del Lago d'Averno e del Lago Lucrino, nel contesto della guerra civile tra Ottaviano e Sesto Pompeo, suggerì al generale Marco Vipsanio Agrippa di

trasformarli in un sicuro approdo per le navi da guerra e in un attrezzato arsenale. Furono eseguite per questo grandi opere di ingegneria per permettere il collegamento diretto tra i due laghi e il mare. Il Lago Lucrino (vedi scheda n°44) fu messo in comunicazione da una parte con il mare, attraverso la costruzione di un canale lungo circa 400 m, che tagliò l'istmo sabbioso che lo separava dal mare (e che la leggenda voleva costruito da Ercole in persona) e dall'altra parte con il Lago d'Averno (vedi scheda n°24) mediante la costruzione di due grossi canali. Questo intervento suscitò non poche polemiche: tali opere avevano infatti profanato le acque dell'Averno, luogo un tempo sacro ad Hera e alle divinità degli Inferi.

Nella costruzione del porto i romani non avevano tenuto però conto del fenomeno del bradisismo, che rendeva l'area soggetta a continui fenomeni di insabbiamento.

Fu questa la causa principale del trasferimento del porto militare nella vicina baia di Miseno (vedi scheda n°28). Dismesso il ruolo militare, il *Portus Iulius* non fu completamente abbandonato, ma ampliato con infrastrutture e magazzini e assunse un'importante funzione commerciale. Divenne uno straordinario scalo mercantile solo per breve tempo perché destinato a soccombere definitivamente a causa del bradisismo.

I primi segnali di lento movimento discendente che portò alla scomparsa della fascia costiera iniziarono sul finire del IV sec.d.C; dalla fine del V sec.d.C. l'avanzata del mare determinò la definitiva sommersione dell'opera portuale e di numerose strutture edilizie e termali, ma ancora nel VI secolo Baia continuava ad essere considerata dai romani luogo di piacevoli soggiorni.

Oggi tutto il litorale tra Baia e Pozzuoli è la più vasta area archeologica sommersa d'Italia, che si è conservata sia grazie al fenomeno del bradisismo sia grazie alla malta pozzolanica usata dai romani, che ha reso praticamente indistruttibili le antiche murature degli edifici. Negli ultimi anni, grazie ai rilievi fotogrammetrici, è stato possibile conoscere la reale estensione della *Ripa Puteolana* e del *Portus Iulius*. Tutta quest'area, soggetta da sempre al transito giornaliero delle navi commerciali, all'inquinamento e ai trafugatori d'arte è stata finalmente dichiarata nel 2002 con il Decreto del 07/08/2002 soggetta a vincolo: il Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio insieme al Ministero per i Beni e le Attività Culturali d'intesa con la Regione Campania ha istituito il Parco Sommerso di Baia (vedi scheda n°39), equiparato ad area marina protetta, la cui gestione è stata affidata alla Soprintendenza per i Beni Archeologici di Napoli e Caserta.

Il fondale presenta ambienti marini che si sviluppano sia su un substrato roccioso che su un substrato sabbioso; la parte rocciosa è più prossima alla costa ed è caratterizzata dalla presenza di piattaforme e numerosi anfratti, tane e superfici di appoggio; le piattaforme rocciose sono spesso ricoperte da uno spesso strato di sabbia che insieme ai resti del *Portus Iulius* e ai resti dei lussuosi quartieri imperiali di Baia forniscono alla flora e alla fauna una infinita varietà di ambienti per prosperare in un mare ad altissima vitalità ambientale.

Il sito offre quindi ottime possibilità di immersioni subacquee per la visita dei fondali.

#### 4.4.47 SCHEDA n°39: PARCO SOMMERSO DI BAIA

Il Parco sommerso di Baia si trova nei fondali antistanti il tratto di costa compreso tra Punta Epitaffio e Baia, nei pressi del Lago Lucrino e del Monte Nuovo.

In epoca romana sia il tratto di costa, compreso tra Pozzuoli e Baia, che l'entroterra, erano costellati di numerosissime ville residenziali, complessi termali pubblici e privati (vedi scheda n°40) che fecero di questa zona il luogo di villeggiatura preferito della "elite" romana.

Nei fondali antistanti il Monte Nuovo era stato edificato nel 37 a.C. il Porto Giulio (vedi scheda n°38) La parte continentale, che costituisce il Parco Archeologico, si sviluppa a ridosso del promontorio vulcanico che costituisce ciò che resta di un cratere vulcanico sorto durante la prima epoca di attività vulcanica successiva il Tufo Giallo Napoletano (12 ky). Tra le maggiori evidenze di sommersione della costa un esempio valido è rappresentato dal Tempio di Venere, che si trova oggi interrato nella banchina del porto per circa 3 m e reca evidenti tracce di erosione marina.

La parte ormai invasa dal mare rappresenta la più vasta area archeologica sommersa d'Italia, che si è conservata sia grazie al fenomeno del bradisismo sia grazie alla malta pozzolanica usata dai romani,

che ha reso praticamente indistruttibili le antiche murature degli edifici. Negli ultimi anni, grazie ai rilievi fotogrammetrici, è stato possibile conoscere la reale estensione della *Ripa Puteolana* e del *Portus Iulius*. Tracce evidenti delle antiche vestigia romane sono da sempre state visibili sul fondale fino ad una distanza dalla attuale linea di costa di circa 400 m; con la fotografia aerea sono diventate immediatamente visibili intricate reti di canali, darsene, bacini e una serie di magazzini per il grano (*horrea*); sono inoltre ben evidenti due strade parallele alla costa di cui quella interna doveva costituire un'asse viario di disimpegno tra la zona mercantile e le città dell'entroterra e quella esterna doveva essere a servizio delle attività portuali.

Tutta quest'area, soggetta da sempre al transito giornaliero delle navi commerciali, all'inquinamento e ai trafugatori d'arte è stata finalmente dichiarata nel 2002 con il Decreto del 07/08/2002 area soggetta a vincolo: il Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio insieme al Ministero per i Beni e le Attività Culturali d'intesa con la Regione Campania ha istituito il Parco Sommerso di Baia (vedi scheda n°39), equiparato ad area marina protetta, la cui gestione è stata affidata alla Soprintendenza per i Beni Archeologici di Napoli e Caserta.

Il parco comprende il litorale di Bacoli e Pozzuoli nel tratto di mare digradante dalla riva fino ad una profondità di circa 15 m; è diviso in tre zone che prevedono una riserva integrale, una riserva generale ed una riserva parziale.

Il fondale presenta ambienti marini che si sviluppano sia su un substrato roccioso e detritico che su un substrato sabbioso; la parte rocciosa è più prossima alla costa ed è caratterizzata dalla presenza di piattaforme e ampi anfiteatri di origine vulcanica con numerosi anfratti, tane e superfici di appoggio; le piattaforme rocciose sono spesso ricoperte da uno spesso strato di sabbia che insieme ai resti dei lussuosi quartieri imperiali di Baia forniscono alla flora e alla fauna una infinita varietà di ambienti per prosperare in un mare ad altissima vitalità ambientale. I fondali sabbiosi sono caratterizzati dalla presenza di ricche chiazze di *Posidonia oceanica*, che nei punti in cui si arricchiscono di resti di muri e mosaici danno la possibilità di imbattersi in cavallucci marini e saraghi; gli incavi lasciati dai blocchetti di tufo, caduti dai muri in *opus reticolatum*, forniscono numerose tane per il polpo comune; nel *calidarium* delle terme sommerse staziona inoltre una colonia di corvine. Non mancano i molluschi, che crescono abbondanti anche in specie di alto valore ambientale, come la *Pinna nobilis* (considerato il più grande bivalve del Mediterraneo) ed il tartufo di mare, *Venus verrucosa*, entrambe specie protette. Muri e colonne offrono un ideale substrato per la proliferazione di spugne che acquisiscono il più delle volte caratteristiche colorazioni rossastre; non è difficile imbattersi inoltre in labridi, aguglie, seppie, triglie e gallinelle.

Ai margini esterni dell'area protetta, davanti al Lago Lucrino si trova anche la "Secca fumosa" (vedi scheda n°41) una risorgenza sulfurea che costituisce un ambiente con caratteristiche molto peculiari: una serie di pilastri di età romana si ergono dal fondale, raggiungendo quasi la superficie, insieme a vapori sulfurei ed acqua calda. Il microambiente creato da questa manifestazione vulcanica produce una sorta di serra sottomarina colonizzata da batteri termofili e solfobatteri che rendono ancora più ricca la catena alimentare.

Attualmente la valorizzazione della area parco è stata affidata al Consorzio Baia Flegrea, che organizza immersioni guidate e giri su battelli a fondo trasparente.

#### 4.4.48 SCHEDA n°40: STUFE DI NERONE

Le Stufe di Nerone sono un impianto romano termale che sorge a mezza costa della Collina di Tritoli, tra Punta Epitaffio e il Lago Lucrino, a nord-ovest del Golfo di Pozzuoli. Questo toponimo fu ricordato da Svetonio, per la piscina voluta da Nerone tra Miseno e l'Averno, nella quale dovevano confluire tutte le acque calde della zona.

L'area, che comprende il Lago d'Averno (vedi scheda n°24), la collina di Tritoli e il Monte Nuovo (vedi scheda n°23) è stata la zona termale più rinomata dei Campi Flegrei.

Il suo termalismo si origina geologicamente dalla risalita di acque di provenienza profonda, acque juvenili, attraverso faglie che delimitano i bordi strutturali di depressioni vulcano tettoniche. Una di queste è proprio quella che delimita la collina di Tritoli e il Monte delle Ginestre, generando il

termalismo delle Stufe di Nerone; l'altra faglia è quella che in direzione nord-ovest unisce il Tempio di Apollo, sul Lago d'Averno, e il Monte Nuovo.

Le Stufe di Nerone sono costituite da sudatoi naturali, scavati nel tufo in epoca romana, per utilizzare a scopo terapeutico, le fumarole naturali. Erano parte di un grandioso complesso termale che si estendeva su tutto il fianco della collina prospiciente il lago, del quale sopravvivono oggi solo poche evidenze. Esso si articolava in almeno tre piani: il primo attualmente sommerso, era posto a livello del mare; il secondo, situato a pochi metri dall'attuale livello stradale, comprendeva gli ambienti del sudatorio, gli unici ancora conservati e riutilizzati in una moderna costruzione; il terzo piano, di cui sopravvivono i resti di alcuni ambienti sulle pendici della collina, si trovava probabilmente a 10 metri circa dal piano stradale odierno. Gli ambienti termali erano decorati con mosaici ed affreschi, è disponevano di gallerie sotterranee che convogliavano il calore da una falda sotterranea in fosse d'acqua caldissima.

Il sudatorio, noto anche come "sudatorio di Tritoli" comprendeva una serie di stanze scavate nel tufo con letti scavati direttamente nelle pareti. Questi ambienti, che attualmente si trovano in una abitazione privata, hanno subito profonde variazioni del loro aspetto originario, ma hanno mantenuto inalterata la disposizione degli spazi. Il calore proveniente da una falda sotterranea veniva convogliato negli ambienti termali attraverso due cunicoli che giungevano nella stanza oggi adibita a cucina; uno di questi condotti corre perfettamente rettilineo in direzione nord-ovest. La visita ai cunicoli, anche se possibile è molto faticosa a causa dell'elevata temperatura dovuta ai vapori caldi

Apparteneva a questo impianto termale romano anche il noto Bagno di Tritoli, costituito da un grande ambiente rettangolare scavato nel tufo, oggi adibito a deposito e interrato fino all'attaccatura della volta a botte. Questa sala era fornita di vasche in cui confluiva l'acqua proveniente dalle vicine sorgenti termominerali e presentava decorazioni in stucco attualmente scomparse.

Altra località molto rinomata nella zona per la presenza di strutture termali, era il villaggio di Tripergole, che sorgeva nei pressi del Monte Nuovo, e la cui esistenza è documentata fin dal XIII secolo. Già il toponimo, "tre pergole", faceva pensare a tre stanze, il *frigidarium*, il *tepidarium* e il *calidarium*, a sottolineare l'origine e l'economia termale della località. Questa località, la cui fama crebbe soprattutto dal XIII secolo in poi, ospitò anche strutture sanitarie e ricettive, una farmacia "speziària" e tre osterie.

Durante il medio-evo ben 18 erano le terme pienamente funzionanti in quest'area: Bagni 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 Silvana, Bagno di Tritoli, Bagno di San Giorgio, Bagno del Pupillo, Sudatolo di Tritoli e il Bagno del Petrolio.

Con la famosa eruzione del Monte Nuovo l'intero villaggio scomparve sepolto da una montagna di scorie.

L'eruzione del Monte Nuovo portò alla scomparsa di gran parte delle evidenze termali della zona e distrusse inoltre anche i resti di numerose costruzioni e ville romane. In seguito a questo episodio il viceré don Pedro de Toledo, nel VI secolo, "*non volendo consentire che si desolasse una città tanto antica e utile al mondo, fece bando che tutti rimpatriassero, facendoli franchi di pagamento per molti anni*" (da S. Miccio, Vita di Don Pedro de Toledo) e aprì, parallelamente al percorso interno della *Via Herculea* sommersa dal mare, la Via Aragonia, opera che distrusse in prossimità di Punta Epitaffio gran parte dell'antico Sudatorio di Tritoli.

Attualmente il famoso Sudatorio di Tritoli è stato completamente ristrutturato e inglobato in un moderno complesso termale che si chiama Stufe di Nerone e offre stufe naturali (a 53°C circa), una piscina termale le cui acque salso-bromo-ioniche, sgorgano ad una temperatura di circa 74°C e sono un beneficio per tutte le forme d'artrosi, reumatismi, malattie respiratorie e vaginiti.

#### 4.4.49 SCHEDA n°45: AFFIORAMENTO DI MOFETE

Il sito comprende un affioramento prospiciente la costa, che si trova nel tratto occidentale del Golfo di Pozzuoli, tra Punta Epitaffio e Baia.

L'affioramento si trova lungo la strada che collega Baia al Lago Fusaro e mostra il contatto stratigrafico tra i depositi appartenenti al tuff-cone di Mofete (datato tra 11 e 10 ky) e i depositi provenienti dal centro eruttivo dei Fondi di Baia (vedi scheda n°47).

L'affioramento è da considerarsi soprattutto per il suo valore vulcanologico in quanto sono messe a confronto due tipologie di depositi che si sono formati in seguito a meccanismi deposizionali completamente differenti: i tufi gialli di Mofete costituiscono un caratteristico deposito piroclastico da caduta, associato ad un'eruzione esplosiva di tipo freatomagmatico, che si presenta massivo e ben litificato, il colore giallo è dovuto ad un processo di zeolitizzazione post-deposizionale dovuto all'interazione del deposito piroclastico con l'acqua; i depositi provenienti dal centro eruttivo dei Fondi di Baia sono invece depositi da flusso piroclastico, associati anche in questo caso ad attività vulcanica esplosiva freatomagmatica, con fasi magmatiche subordinate, e si presentano meno compatti e stratificati. L'affioramento costituisce inoltre un lembo della paleofalesia che si sviluppa quasi parallelamente alla linea di costa attuale e che si segue dal ripido versante che borda a nord il lago Lucrino, fino al promontorio di Baia, tagliando l'orlo settentrionale dell'edificio vulcanico dei Fondi di Baia.

#### 4.4.50 SCHEDA n°47: FONDI DI BAIJA

I Fondi di Baia si trovano nel settore occidentale del Golfo di Pozzuoli, ed è un edificio vulcanico, unito all'area di Miseno, Bacoli e Baia attraverso una faglia che ha alimentato l'attività vulcanica in questo settore della caldera flegrea.

Si tratta di due tuff-cone coevi che si sono formati all'inizio della seconda epoca di attività vulcanica flegrea post tufo giallo, la cui età è di circa 8.6 ky.

Ciò che caratterizza questi due crateri è la morfologia: la fusione dei due coni ha creato una particolarissima forma ad otto e rappresenta l'unico esempio di questo tipo presente in tutta l'area.

La forma dei crateri è ben visibile da alcuni punti di osservazione presenti lungo l'orlo meridionale e settentrionale. Attualmente si accede ai fondi lungo la strada che porta al Castello di Baia. I versanti e la parte del fondo meridionale sono terrazzati e destinati all'agricoltura; l'area che invece interessa il fondo settentrionale è stata adibita a struttura ricreativa.

#### 4.4.51 SCHEDA n°42: LAGO FUSARO

Il lago Fusaro si trova subito a nord di Monte di Procida, nella parte occidentale della zona flegrea.

Costituisce una caratteristica laguna costiera salmastra di circa quattro chilometri di perimetro. Presenta la sponde orientali semicircolari, e la sponda occidentale separate dal mare aperto tramite una bassa duna sabbiosa mobile e quasi rettilinea, che si è formata durante gli ultimi 6 ky per apporto di sedimenti provenienti dalla piana del Volturno.

A causa della presenza di fenomeni termali, durante il periodo greco questo lago era stato identificato con la *Acherusia Palus*, la palude legata secondo la mitologia ai regni dell'oltretomba e a Caronte, il traghettatore dei morti.

Ancora oggi sono presenti segni di attività termali sulla sponda orientale del lago, nei pressi della Grotta dell'Acqua. Quest'ultima costituisce una antica costruzione di tufo, che attualmente si trova in un podere privato. In questa costruzione sono conservati ambienti e strutture con ogni probabilità di carattere termale, risalenti al I sec.d.C. In uno di questi ambienti sgorga ancora una sorgente di acqua termo-minerale a circa 40 °C. Anche in quest'area, infatti, come accadde per la zona del Lucrino (vedi scheda n°44) sorsero numerose ville residenziali e impianti termali.

Questo sito presenta un interesse storico e culturale molto spiccato. A causa del bradisismo, ha subito repentini e frequenti cambiamenti ambientali, che inevitabilmente si sono direttamente ripercossi sulle attività umane.

Da sempre soggetto a fenomeni di impaludamento, i romani vi costruirono un primo canale, lungo la sponda sud, noto come Foce Vecchia. Questo canale fu scavato nel tufo della collina di Torregaveta (vedi scheda n°33), e presenta ancora rivestimenti in *opus reticulatum* e laterizio (secondo alcuni

invece questo canale era uno degli accessi alla villa di Servilio Vatia che sorge proprio sulla collina di tufo).

Durante il medioevo, a causa di una nuova fase d'impaludamento il lago si ridusse notevolmente, e lo specchio d'acqua rimasto, ormai paludoso fu utilizzato per la macerazione della canapa.

Ridottosi a poco più di un acquitrinio verso la fine dell'evo antico, l'area fu riscoperta solo nel settecento, perché divenne riserva reale di caccia e pesca.

Nel 1782 Ferdinando IV di Borbone fece costruire dall'architetto Carlo Vanvitelli (figlio del più celebre Luigi ) sulla sponda sud-est del lago lo splendido Casino Reale. Questo edificio viene considerato un gioiello dell'architettura tardobarocca e fu costruito sui ruderi di una precedente costruzione, forse di età romana. Attualmente questa struttura è stata restaurata e affidata al Consorzio Ittico Campano, che vi organizza attività culturali, come mostre, concerti e convegni.

Nel 1859 si rese necessaria la realizzazione di un nuovo canale, lungo la sponda settentrionale del lago, per aumentare la circolazione delle acque che ristagnavano e rischiavano di farlo impaludare nuovamente.

Proprio nel problema dell'impaludamento pare va ricercata l'etimologia del suo nome: deriverebbe per alcuni da *Infusarium* per la presenza della Foce Vecchia, per altri invece dai "fusari", nome generalmente riferito ai bacini di acqua stagnante in cui viene macerata la canapa.

Per la sua estensione e per la scarsa profondità (massimo 8 m) è un lago che da sempre è stato sfruttato per la miticoltura e l'allevamento di pesci. Già a partire dalla tarda età repubblicana infatti il Fusaro aveva acquisito una connotazione economica di prestigio sul mercato ittico, grazie alla qualità eccellente dei suoi prodotti, dovuta principalmente alle qualità delle acque che rendevano più saporiti molluschi e pesci.

Questo sito conserva inoltre, da un punto di vista naturalistico, una caratteristica vegetazione di zone fangose e sabbiose; tra le specie presenti abbiamo: la Cannuccia, il Leccio, il Ginepro, il Pino marittimo, la Salicornia europea, lo Sparto, e il Ravastrello marino. Per la fauna sono molto diffusi tra i mammiferi il Rinolofo euriale e maggiore e il Vespertilio maggiore, i rettili tra cui il Biacco, il Cervone e la Lucertola campestre e tra gli uccelli abbiamo il Cormorano, il Gabbiano corallino, reale e corso, il Martin pescatore, il Mignattino e il Beccapesci.

Attualmente l'area che comprende il Casino Vanvitelliano rientra nel Parco Vanvitelliano del Fusaro.

#### 4.4.52 SCHEDA n°49: GAURO

Il Gauro è l'edificio vulcanico più grande dell'area flegrea e come tale rappresenta l'elemento morfologico dominante su tutto l'arco del Golfo di Pozzuoli. Le sue enormi dimensioni si riflettono anche sull'etimologia del nome, che deriva dal greco e vuol dire "maestoso".

Raggiunge un'altezza massima di circa 336 m slm lungo il bordo meridionale; l'orlo superiore misura circa 1,6 km di diametro e il fondo del cratere circa 750 m, con una profondità massima di circa 230 m.

Questo edificio vulcanico è uno dei più antichi dell'attività vulcanica post tufo giallo, ed ha un'età compresa tra 10 e 11 ky. Geomorfologicamente è un caratteristico esempio di tuff-cone, che si è formato in seguito ad un evento vulcanico esplosivo a carattere freatomagmatico; una fase iniziale del vulcanismo è stata sottomarina, fatto che ha determinato la zeolitizzazione dei depositi tufacei. All'azione modellatrice del mare si deve inoltre la sua irregolare forma, che lambendo i fianchi ha scavato le profonde falcate laterali. Le ripide pareti presenti lungo il versante meridionale costituiscono la paleofalesia lungo cui sbatteva il mare che ha depositato il terrazzo della Starza (vedi scheda n°22).

Il vulcano era noto fin dall'antichità per l'elevata qualità dei suoi vigneti, che producevano vini come il Falerno, la cui varietà bianca è la nota Falanghina, coltivata soprattutto lungo il versante meridionale più soleggiato rispetto agli altri.

Il versante meridionale è noto comunemente anche come Monte Barbaro, in quanto rimase completamente disabitato durante il medioevo, divenendo un'area sterile e improduttiva. Le numerose

grotte scavate per l'estrazione del tufo alle sue pendici, dettero origine a popolari legende sulla presenza di cospicui tesori custoditi da mostri infernali.

Il versante settentrionale invece ospita il Monastero di Monte Sant'Angelo, costruito in età angioina, che si trova in un punto panoramichissimo su tutto il Golfo di Pozzuoli e raggiungibile dopo un tratto a piedi.

Il fondo del Gauro è noto invece con il nome di Campiglione (Campo del Leone o Grosso Campo) e attualmente è occupato dal Karney Park, un'area destinata allo svago e il tempo libero per le famiglie degli americani in servizio presso la NATO di Bagnoli; questa parte del cratere è dunque inaccessibile.

Per fortuna è possibile ancora accedere ai numerosi sentieri, che lungo i versanti esterni si snodano fino ai punti più elevati, tra aree coltivate a vigneto, piccoli boschi ricchi di castagni e aree in cui sopravvive ancora vegetazione perlopiù arbustiva di Macchi Mediterranea.

#### 4.4.53 SCHEDA n°51: RIONE TERRA

Rione Terra è uno dei vulcani più antichi dell'attività vulcanica flegrea degli ultimi 12 ky e costituisce il promontorio tufaceo che si sporge verso mare in corrispondenza dell'abitato di Pozzuoli. Rappresenta un tuff-cone che si è formato in seguito ad attività vulcanica esplosiva freatomagmatica; la sua lunga sommersione ha generato la zeolitizzazione dei depositi tufacei che lo compongono e a cui si deve la caratteristica colorazione gialla, ma soprattutto ha causato il completo smantellamento dell'edificio vulcanico, che attualmente costituisce un promontorio che non conserva quasi niente della sua caratteristica morfologia. Ciò che invece è interessante è che lungo la falesia attuale, che lo delimita verso mare, sono presenti numerose tracce del fenomeno del bradisismo, di cui le più evidenti sono rappresentate da una spessa fascia di fori di litodomi, che interessano direttamente il substrato tufaceo, oltre che numerose grotte che affacciano sul mare scavate per l'estrazione del tufo.

La storia del borgo che attualmente sorge sul promontorio è antichissima. Esso fu probabilmente abitato da popolazioni preelleniche, perché il sito offriva facili e naturali elementi di difesa e un entroterra fertilissimo.

Le testimonianze più antiche dimostrano che durante il periodo di massimo splendore della Cuma greca, un gruppo di esuli di Samo ebbero asilo politico dai cumani in cambio di aiuti militari; ai fuggiaschi fu concesso di edificare *Dicearchia* (531 a.C. circa), la città del giusto governo che sarebbe successivamente diventata sotto i romani *Puteoli*.

Attualmente è tra i più pittoreschi centri storici della Campania, con numerosi scorci panoramici sul golfo di Pozzuoli. Durante gli ultimi trenta anni è stato oggetto di una storia tormentata: è stato evacuato nel 1970 a causa di una forte crisi bradisismica e definitivamente abbandonato nel 1983; è stato quindi oggetto per anni di una spoliazione sistematica e vandalica, con saccheggi e distruzione di gran parte degli elementi storico-artistico-monumentali presenti; solo nel 1990 è stato varato un progetto, tuttora in corso, che ha come fine la valorizzazione del borgo come museo a cielo aperto, nel rispetto, si spera, di tutte le testimonianze archeologiche presenti nell'area. Dagli scavi ancora in corso sta emergendo, a circa 15 m di profondità, una città sotterranea che costituisce l'antico nucleo d'origine. Alle mura della città greca si sovrappongono i decumani e i cardini della colonia romana, depositi per il ricovero del grano, *tabernae*, un panificio con attrezzi per la lavorazione del pane, parti di un tempio augusteo, sculture e statue marmoree. Parte del materiale ritrovato è esposto nel Museo Archeologico dei Campi Flegrei, a Baia, in attesa dell'apertura a Pozzuoli del Museo dell'Acropoli.

Sicuramente il Rione Terra non ritornerà ad essere l'antico borgo abitato di una volta ma si spera potrà diventare luogo della memoria collettiva e della cultura puteolana.

#### 4.4.54 SCHEDA n°57: MONTAGNA SPACCATA

Il sito di Montagna Spaccata comprende un'affioramento che si trova nei pressi dell'omonima località, al nord del Monte Gauro; il nome di questa località si deve alla presenza di una "spaccatura" effettuata dai romani, in parte rivestita di opera reticolata, per facilitare il passaggio dall'area di Pozzuoli alla zona di Quarto, attraverso la via *Consularis Campana*.

All'affioramento si accede da una stradina che subito dopo Montagna Spaccata si trova sulla sinistra ed è compreso in un'area attrezzata per la sosta dei camper.

Geologicamente Montagna Spaccata costituisce l'orlo relitto di un cono di scorie che si è formato durante la prima epoca di attività vulcanica post Tufo Giallo Napoletano (12 ky) ed ha un'età di circa 10 ky; il cono di scorie si è formato in seguito ad attività vulcanica stromboliana, con subordinate fasi freatomagmatiche e attualmente si è conservato solo il suo orlo settentrionale, che insieme agli orli del vulcano di Pisani e di San Martino costituiscono una cinta vulcanica tra il Gauro e gli Astroni. L'affioramento si trova nell'orlo interno del cono ed espone i prodotti scoriacei caratteristici di attività vulcanica stromboliana: si tratta di eruzioni brevi, con discreta energia, durante le quali brandelli di magma incandescente vengono lanciati in aria e ricadono nelle vicinanze della bocca eruttiva. Seguono superiormente prodotti da caduta di depositi piroclastici più recenti che in alcuni punti presentano deformazioni dei livelli piroclastici dovuti alla presenza di clasti balistici di grosse dimensioni rispetto al deposito.

L'affioramento presenta dunque la possibilità di osservare depositi di una fenomenologia vulcanica rara nei Campi Flegrei: gli eventi eruttivi scoriacei nella storia vulcanologica dell'area sono infatti di gran lunga minori rispetto agli eventi più esplosivi che generano eruzioni freatomagmatiche.

#### 4.4.55 SCHEDA n°58: CAVA DI TUFO

Questo sito comprende una cava di tufo che si trova nell'area settentrionale della depressione di Quarto. In quest'area l'attività estrattiva comprende soprattutto il tufo giallo che raggiunge spessori di centinaia di metri e che viene cavato direttamente da pareti verticali con la forma di "mattoncini" di tufo; in questo modo la produzione di sfrido è pressoché nulla.

Ciò che però è più interessante è l'aspetto vulcanologico e stratigrafico di questa cava, in quanto l'attività estrattiva ha portato a giorno i contatti stratigrafici con i depositi sottostanti che qui hanno una chiarezza a dir poco spettacolare. È visibile una successione stratigrafica paragonabile a quella che si può osservare lungo l'alto morfologico di Punta Marmolite (vedi scheda n°59) e che espone, al di sotto del tufo giallo, depositi da caduta cineritici e di colore chiaro, i depositi dell'Ignimbrite Campana e della Breccia Museo (vedi scheda n°9) sovrapposti a depositi effusivi trachitici.

La cosa straordinaria di questo sito è che i tagli delle pareti permettono facilmente di avere una visione tridimensionale dei depositi dell'Ignimbrite Campana che in questo punto assumono una forma a cupola.

#### 4.4.56 SCHEDA n°59: PUNTA MARMOLITE

Questo sito è ubicato lungo l'orlo settentrionale della Piana di Quarto, che delimita a nord tutta l'area flegrea. Costituisce un piccolo alto morfologico, che si eleva dal piano di campagna di circa una ventina di metri e che espone i prodotti più antichi dell'attività vulcanica flegrea.

Lungo le sue pareti l'unità stratigraficamente più bassa è rappresentata da un duomo lavico a composizione trachitica, datato 47 ky circa, che presenta in alcuni punti evidenti laminazioni di flusso che ne indicano gli stadi di accrescimento. Segue superiormente un deposito da caduta intercalato a paleosuoli (di origine incerta), coperto a sua volta da depositi da flusso e di breccia attribuiti all'Ignimbrite Campana (39 ky) (vedi scheda n°9) che poggiano sui sottostanti depositi con contatto stratigrafico erosivo e discordante. Superiormente sono presenti depositi distali da caduta dell'attività flegrea più recenti su cui è impostato il suolo attuale.

Il sito si trova in una proprietà privata, cosa che non ne impedisce la visita: il proprietario è favorevole all'interscambio "culturale" e ad offrire le delizie della sua terra!

#### 4.4.57 SCHEDA n°60: DEPOSITI DA CADUTA

Questo sito comprende un piccolo affioramento che si trova in località Montagna Spaccata, a nord del Monte Gauro. All'affioramento si accede da una stradina che subito dopo Montagna Spaccata si trova sulla sinistra ed è compreso in un'area attrezzata per il parcheggio dei camper, all'interno del quale si trova anche il sito di Montagna Spaccata (vedi scheda n°57). L'affioramento comprende i depositi da

caduta dell'attività magmatica nota in letteratura come Paleoastroni 2, di cui non sono presenti evidenze morfologiche e che si posiziona stratigraficamente sopra i depositi di Montagna Spaccata. L'affioramento presenta un discreto valore vulcanologico; mostra infatti una caratteristica sequenza di depositi da caduta in cui si individuano livelli di pomici alternati a livelli di ceneri che si sono formati durante un'eruzione a carattere magmatico. I livelli di pomici si formano durante le fasi eruttive a colonna sostenuta; i livelli di ceneri testimoniano stasi dell'attività vulcanica sufficientemente lunghe da poter permettere la deposizione al suolo della frazione cineritica rimasta in sospensione più a lungo nell'aria.

## **CAPITOLO 5**

### **IL VALORE DEI GEOSITI FLEGREI**

In questo breve capitolo viene effettuata una valutazione quantitativa del valore scientifico dei geositi dei Campi Flegrei utilizzando metodologie presenti in letteratura.

Questo tentativo ha lo scopo di determinare un valore oggettivo dei geositi individuati e di ottenere non solo dei possibili termini di paragone con i geositi individuati in altre realtà territoriali ma anche e soprattutto di fornire strumenti utili alle Pubbliche Amministrazioni per la realizzazione di Progetti di Pianificazione Territoriale o Progetti di Valutazione di Impatto Ambientale; in questo modo infatti i geositi, valutati, vengono a costituire delle realtà concrete che potrebbero “pilotare” favorevolmente le strategie di tutela dell’ambiente.

#### **5.1 UN TENTATIVO DI VALUTAZIONE QUANTITATIVA DEL VALORE SCIENTIFICO DEI GEOSITI DEI CAMPI FLEGREI**

Il problema della valutazione quantitativa dei siti di interesse geologico è stato trattato già nel capitolo 1. Si tratta dell’applicazione di metodologie che, come già detto, sono state messe a punto originariamente per la valutazione del rischio a cui è sottoposto un sito di particolare interesse ambientale, se inserito in progetti di grande opere pubbliche o per stabilire il valore oggettivo che esso può avere se inserito in procedure di VIA o Pianificazioni Territoriali.

Per quanto riguarda la valutazione dell’interesse scientifico dei beni geologici, l’oggettivazione del loro valore costituisce una maniera efficace per stabilire il grado d’interesse scientifico di ogni geosito e rappresenta un passo fondamentale per l’attuazione di strategie di salvaguardia e valorizzazione, soprattutto ai fini di stabilire delle priorità per un eventuale selezione o di stabilire delle scale di valori per la comparazione fra i siti stessi.

Nell’ambito del mio progetto di ricerca viene applicato il metodo Coratza & Giusti (2003) per il calcolo del valore della qualità scientifica dei geositi individuati nei Campi Flegrei (che chiameremo Qsc). Di questa metodologia ho già ampiamente parlato nel capitolo 1.

Non è stato preso in considerazione il calcolo quantitativo dell’impatto visivo e dell’impatto fisico relativo ad un’opera o ad un’attività antropica sui geositi, in quanto questo tipo di studio costituirebbe, nell’ambito dei beni geologici dei Campi Flegrei, un intero e corposo capitolo, che non rientra nello scopo di questo lavoro.

La metodologia che si vuole applicare per il calcolo del valore scientifico dei Campi Flegrei, finora è stata applicata e messa a punto dagli autori solo per beni geomorfologici, ossia per beni con una certa estensione areale.

A mio parere questa metodologia può essere applicata anche a beni geologici di estensione puntuale e lineare, quali i geositi. Per questi ultimi però non ha senso parlare di estensione areale, in quanto credo che il loro valore è indipendente dalla loro grandezza. Il calcolo di questo parametro non mi sembra importante per la quantificazione del valore scientifico in quanto non ritengo che l’importanza di un geosito, o geomorfosito, dipenda direttamente dalle sue dimensioni areali. Molti geomorfositi, (ad esempio solchi di battigia, piccole doline etc.) possono essere molto piccoli ma comunque possedere un valore scientifico molto elevato.

Quindi nell’applicazione del metodo che segue non è stato considerato tra i parametri da quantificare il valore dell’estensione areale dei geositi.

#### **5.2 L’APPLICAZIONE DEL METODO: RISULTATI OTTENUTI**

L’applicazione del metodo Coratza & Giusti (2003) ha portato a risultati ben determinati del valore della qualità scientifica dei geositi scelti (Qsc).

Nella tabella 1 sono riportati tutti i valori che ho attribuito ai parametri S, D, R, C, E e Z.

In figura 1 invece viene riportato un grafico a barre che riporta sulle ascisse i valori di Qsc (già normalizzati in base al rapporto  $Q_n/Q_{max}$ )

Tabella 1

NOME	S	D	R	C	E	Z
Affioramento di Mofete	0,5	0,75	0,5	0,5	1	0,5
Astroni	0,75	1	1	0,75	0,75	1
Astroni 3	0,75	0,75	0,75	0,25	1	0,5
Averno	0,5	0,75	1	0,5	0,75	0,75
Belvedere degli Astroni	0,75	1	1	0,75	0,75	1
Belvedere dei Camaldoli	0,5	1	1	0,75	0,75	1
Belvedere di Vivara	0,5	0,5	0,75	0,75	0,75	0,75
Belvedere Pigna San Nicola	0,75	0,75	0,75	0,5	0,5	0,5
Belvedere sul lago di Miseno	0,5	0,75	0,75	0,5	0,75	0,5
Breccia Museo	1	1	0,75	0,75	0,5	0,5
Cala Badessa	0,5	0,75	0,5	0,75	1	0,5
Cala Cimitero	0,5	1	0,75	0,5	1	0,5
Capo Miseno	0,5	1	1	0,75	1	0,75
Cava di Piperno	1	0,5	1	0,5	0,5	1
Cava di Tufo	0,75	1	1	0,25	1	0,5
Cava Miraglia	0,25	0,75	0,25	0,75	0,25	0,5
Costone di Bagnoli Fuorigrotta	1	0,75	1	0,5	0,75	0,5
Depositi da Caduta	0,5	0,75	0,5	0,5	0,75	0,5
Facce triangolari	0,75	0,75	1	0,75	0,5	0,5
Falesia di Monte di Proida	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,5
Falesia di Torregaveta	0,75	0,75	0,75	0,5	0,75	0,5
Fondi di Baia	0,75	0,75	1	0,5	0,5	0,5
Frana di Trentaremi	0,5	1	1	0,5	1	0,5
Gauro	0,75	0,75	0,75	0,5	0,75	0,75
Grotta del Cane	0,5	0,5	0,75	0,5	0,5	0,75
Grotta di Cocceio	0,5	0,5	0,75	0,25	0,5	0,75
Grotta di Selano	0,5	0,5	0,75	0,5	0,5	0,75
Lago Fusaro	0,5	0,75	0,75	0,75	0,5	0,75
Lago Lucino	0,5	0,75	0,5	0,75	0,5	0,75
Lago Miseno	0,5	0,75	0,5	0,5	0,5	0,5
Montagna Spaccata	0,5	0,5	0,75	0,5	0,75	0,5
Monte Nuovo	1	1	1	0,75	0,75	0,75
Monte Olibano	0,5	0,5	0,75	0,5	0,5	0,5
Monte Spina	0,5	0,5	0,5	0,25	0,25	0,5
Nisida	0,5	0,75	1	0,5	0,75	0,75
Palazzo degli Spiriti	1	1	0,75	0,5	0,75	0,75

Parco archeologico del Pausilypon-Gaiola	1	1	0,75	0,5	0,75	0,75
Parco sommerso di Baia	1	1	0,75	0,5	0,75	0,75
Pisciarelli	0,5	1	0,75	0,25	0,25	0,5
Porto Giulio	1	1	0,75	0,5	0,75	0,75
Porto Miseno	0,5	0,75	0,5	0,5	0,75	0,5
Promontorio di Cuma	0,5	0,5	0,75	0,75	0,75	0,75
Punta della Lingua	0,5	0,75	0,75	0,75	0,75	0,5
Punta Mammolite	0,75	0,75	0,75	0,5	0,75	0,5
Punta Ottimo	0,75	0,75	1	0,5	1	0,5
Rione Terra	0,75	0,75	0,75	0,25	0,75	1
Solfatara	1	1	1	0,5	0,75	0,75
Stufe di Nerone	0,75	0,75	0,75	0,25	0,25	0,5
Tempio di Serapide	1	1	1	0,5	1	1
Terme di Miseno	1	1	1	0,75	0,75	0,75
Terra Muata	0,5	0,75	0,75	0,5	0,75	0,75
Terrazzo della Stanza	1	0,75	1	0,25	0,25	0,5
Tufo di Torregaveta	0,5	0,5	0,5	0,75	0,5	0,5
Valle dei Re	0,5	0,5	0,75	0,75	1	1
Valle del Verdolino	1	0,75	0,75	0,5	0,5	0,5
Vivara	0,5	0,75	1	0,75	0,75	0,75
Vulcano di Coroglio	0,5	0,5	0,5	0,75	0,75	0,5

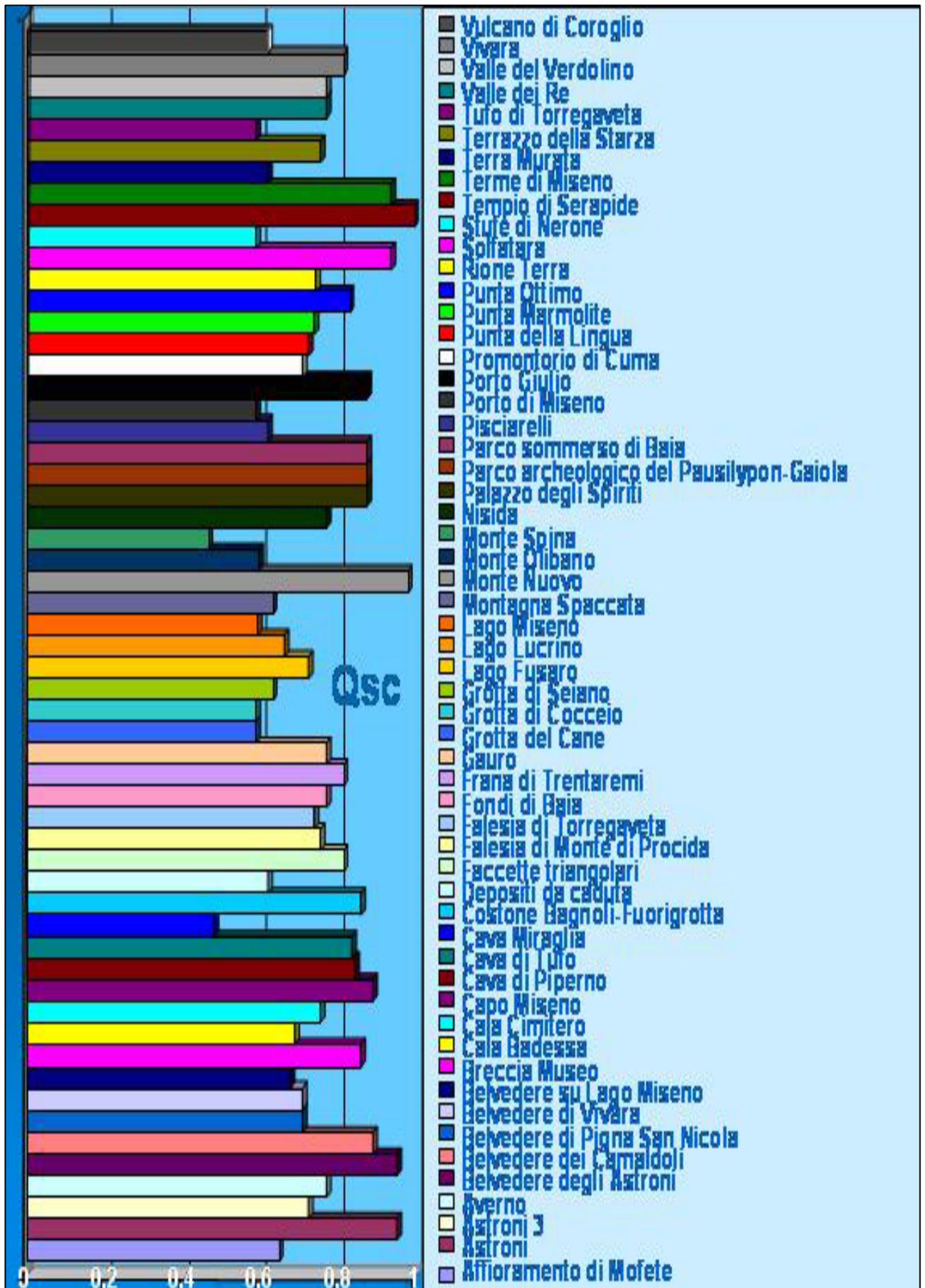


Figura 1: grafico a barre dei valori  $Q_{sc} = Q_n / Q_{max}$

NOME	Qsc	grado interesse scientifico	valutazione interesse scientifico
Affioramento di Mofete	0,661	nazionale	esemplificativo
Astroni	0,964	europeo	raro
Astroni 3	0,727	europeo	esemplificativo
Averno	0,772	europeo	esemplificativo
Belvedere degli Astroni	0,964	europeo	rappresentativo
Belvedere del Camaldoli	0,893	europeo	raro
Belvedere di Pigna San Nicola	0,712	europeo	esemplificativo
Belvedere di Vivara	0,712	europeo	rappresentativo
Belvedere su Lago Miseno	0,681	nazionale	rappresentativo
Breccia Museo	0,863	europeo	esemplificativo
Cala Badessa	0,692	nazionale	esemplificativo
Cala Cimitero	0,767	europeo	esemplificativo
Capo Miseno	0,893	europeo	esemplificativo
Cava di Piperno	0,848	europeo	rappresentativo
Cava di Tufo	0,838	europeo	raro
Cava Miraglia	0,484	regionale	rappresentativo
Costone Bagnoli-Fuorigrotta	0,863	europeo	esemplificativo
Depositi da caduta	0,621	regionale	rappresentativo
Facce triangolari	0,818	europeo	esemplificativo
Falesia di Monte di Prodda	0,757	europeo	raro
Falesia di Torregaveta	0,742	europeo	esemplificativo
Fondi di Baia	0,772	europeo	raro
Frana di Trentaremi	0,818	nazionale	esemplificativo
Gauro	0,772	europeo	rappresentativo
Grotta del Cane	0,69	nazionale	rappresentativo
Grotta di Coccio	0,69	nazionale	rappresentativo
Grotta di Selano	0,636	nazionale	esemplificativo
Lago Fusaro	0,727	nazionale	esemplificativo
Lago Lucino	0,666	nazionale	rappresentativo
Lago Miseno	0,695	nazionale	rappresentativo
Montagna Spaccata	0,636	nazionale	rappresentativo
Monte Nuovo	0,984	europeo	esemplificativo
Monte Olibano	0,6	nazionale	esemplificativo
Monte Spina	0,469	regionale	rappresentativo
Nisida	0,772	europeo	rappresentativo

Tabella 2

Palazzo degli Spiriti	0,878	europeo	esemplificativo
Parco archeologico del Pausilypon-Gaiola	0,878	europeo	rappresentativo
Parco sommerso di Baia	0,878	europeo	raro
Pisciarelli	0,621	nazionale	rappresentativo
Porto di Miseno	0,69	nazionale	rappresentativo
Porto Giulio	0,878	europeo	raro
Promontorio di Cuma	0,712	europeo	rappresentativo
Punta della Lingua	0,727	nazionale	rappresentativo
Punta Mammolite	0,742	europeo	raro
Punta Ottimo	0,833	europeo	esemplificativo
Rione Terra	0,745	europeo	esemplificativo
Solfatara	0,939	europeo	raro
Stufe di Nerone	0,69	nazionale	rappresentativo
Tempio di Serapide	1	internazionale	raro
Terme di Miseno	0,939	europeo	esemplificativo
Terra Murata	0,621	nazionale	rappresentativo
Terrazzo della Starza	0,757	europeo	raro
Tufo di Torregaveta	0,69	nazionale	rappresentativo
Valle dei Re	0,772	europeo	esemplificativo
Valle del Verdolino	0,772	europeo	esemplificativo
Vivara	0,818	europeo	rappresentativo
Vulcano di Coroglio	0,621	nazionale	rappresentativo

Nella tabella 2 sono riportati i valori numerici di Qsc dei geositi individuati nei Campi Flegrei; in questa tabella ho inserito, a scopo comparativo, anche il grado dell'interesse scientifico e la valutazione dei siti scelti, in quanto in fase di compilazione del database sono i valori da inserire più significativi per stabilirne la valenze scientifica.

L'oggettivazione del valore scientifico dei geositi, ha permesso infatti di stabilire in maniera più obiettiva il valore del grado dell'interesse scientifico. Come detto precedentemente quest'ultimo può essere: *internazionale, europeo, nazionale, regionale e locale*; per valori massimi ottenibili per il calcolo di Qsc, corrisponderanno sicuramente valori del grado dell'interesse scientifico elevati.

Dai risultati ottenuti risulta che il sito con maggiore valore scientifico in assoluto è il Tempio di Serapide (Qsc=1), risultato che conferma l'elevatissimo valore che da sempre ha questo sito per l'area in cui si trova. A questo sito ho assegnato un grado dell'interesse scientifico *internazionale*.

Valori altrettanto elevati e compresi tra 0,9 e 0,7 sono stati ottenuti per il sito del Palazzo degli Spiriti, la Gaiola, Valle dei Re e per il costone di Bagnoli-Fuorigrotta a Posillipo, per la cava di Piperno e la Valle del Verdolino, il belvedere dei Camaldoli, le faccette triangolari nella conca di Agnano, il cratere degli Astroni e il suo belvedere, la Solfatara, il terrazzo della Starza, il Monte Nuovo, l'Averno, la successione stratigrafica delle terme di Miseno e il Capo Miseno, la falesia di Monte di Procida e quella di Torregaveta, il duomo di Cuma, il sito della Breccia Museo e di Vivara a Procida, tutti i siti della zona di Baia e il lago Fusaro. A questi siti ho assegnato un grado di interesse scientifico *europeo o nazionale*.

Tutti gli altri valori sono compresi tra 0,6 e 0,5 (solo la cava Miraglia ha un valore di Qsc pari a 0,48). Questi risultati relativamente più bassi denotano comunque un elevato valore scientifico dei geositi, considerato che il valore minimo ottenibile, applicando questa relazione, è pari a 0,197, e che quindi denotano sicuramente un grado d'interesse scientifico di livello *nazionale*.

I risultati ottenuti hanno permesso di confermare, come già detto in varie occasioni, l'indiscutibile e elevato valore dell'area.

L'applicazione di questa metodologia può presentare dei punti di discussione, in quanto pur essendo quantitativa ha dei margini di soggettività che derivano dal fatto che si basa su valori numerici che vengono attribuiti a componenti ambientali che non sono realmente misurabili, ma ciò dipende direttamente dal grado di conoscenza e dall'esperienza che l'esperto ha rispetto alla zona che si prende in esame.

Nonostante ciò rappresenta tra i pochi tentativi esistenti in letteratura direttamente applicabili ai geositi e che ci permettono di avere degli strumenti in più per stabilire il loro valore.

## CAPITOLO 6

### COME RACCONTARE I CAMPI FLEGREI

In questo capitolo vengono discusse delle ipotesi di valorizzazione dei beni geologici dell'area oggetto di studio.

Questa fase, come ho già avuto modo di dire precedentemente, rappresenta un passo fondamentale per far sì che il significato dei beni ambientali e in particolare di quelli geologici, esca dalle barriere che vengono continuamente poste dal linguaggio che gli esperti, o comunque gli addetti ai lavori, usano per spiegare determinati fenomeni. E' necessario dunque in questa fase spogliarsi completamente della forma mentale acquisita in numerosi anni di studio e, seppur sempre con rigore scientifico, trovare la maniera di poter comunicare con i "non geologi", attraverso un linguaggio semplice e accessibile coadiuvato da immagini, animazioni, fotografie e quant'altro possa risultare utile a tale scopo.

#### 6.1 LA VALORIZZAZIONE DEL TERRITORIO FLEGREO

Risulta fondamentale dunque, una volta individuati i beni, attuare delle strategie di valorizzazione che devono essere pensate e ponderate in base anche al "modo di essere" del luogo preso in esame.

In questo senso il territorio flegreo rappresenta un laboratorio d'azione dinamico in tutti i sensi: una caldera con oltre 39.000 anni di storia, all'interno della quale si sono succeduti e sovrapposti numerosi eventi vulcanici testimoniati da un paesaggio bello e difficile e che nelle sue fertili terre ha anticamente ospitato i nostri progenitori ancor prima dei greci e dei romani.

Proprio i romani, riconoscendone l'elevato valore paesaggistico, scelsero questa terra come meta di vacanze estive, trasformandola in luogo di ozi e di piaceri, ma anche di battaglie, miti e leggende, queste ultime nate per le peculiarità dinamiche dell'area.

Il fascino di questo territorio così particolare ed unico, ha attirato anche l'attenzione del mondo culturale europeo del Settecento. Durante questo periodo era meta del Gran Tour d'Italia e di un turismo di "elite", fatto di scienziati e non, che venivano a visitare questa zona anche solo per pura curiosità. Uno dei portavoce di questo sentimento per l'Italia meridionale fu senz'altro Sir William Hamilton giunto a Napoli in qualità di inviato straordinario del re d'Inghilterra, presso il sovrano delle Due Sicilie, Ferdinando IV di Borbone. Nel *Campi Phlegraei* del 1764, illustrato con le stampe di Fabris, l'Autore inneggia alla "...curiosità e alla bellezza di una terra che da sola sa stupire e incantare". Molto note sono a questo proposito le numerosissime *gouaches* che raffigurano numerosi ed incantevoli scorci del paesaggio flegreo (figura 1), realizzate anche con una certa meticolosità scientifica e che possono essere considerate a tutti gli effetti i primi tentativi di divulgazione e valorizzazione di questo territorio.

Oggi, seppur in un contesto di forte antropizzazione, i Campi Flegrei continuano ad affascinare l'immaginario collettivo. Nonostante gli sforzi tesi alla conservazione e alla valorizzazione dei beni archeologici, architettonici e naturalistici (Riserva Naturale degli Astroni), risulta ancora carente l'attenzione rivolta alla divulgazione della natura geologica di un'area che, per le sue caratteristiche (esemplarità dell'interazione tra processi geologici e storia dell'uomo) risulta senz'altro essere unica al mondo.

Attualmente l'interesse per quest'area sembra sopito e spento sotto l'intensa coltre antropica che ha in parte irrimediabilmente modificato l'originario paesaggio.

A differenza di quello che si potrebbe pensare, la cognizione generale da parte degli abitanti flegrei dell'importanza e del valore dell'area in cui vivono è ancora molto scarsa. La maggior parte di queste persone probabilmente ha una breve "memoria della Terra", non conosce affatto le recenti vicissitudini vulcanologiche di quest'area e seppur dovesse conoscerle non ha i mezzi culturali necessari per dare il giusto valore a questi beni. A ciò, come già detto, si aggiunge la cattiva amministrazione di uno dei territori più ricchi d'Italia con un patrimonio unico per qualità e quantità.



Porto Paone dell'isola di Nisida.



Il cratere degli Astroni.



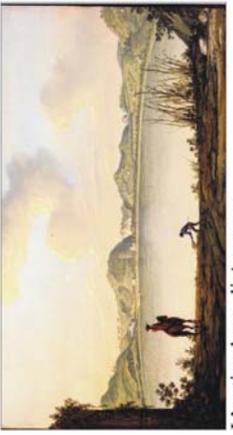
Il cratere del Monte Nuovo.



Il Gauru, Monte Barbaro.



Le sorgenti dei Pisciarelli.



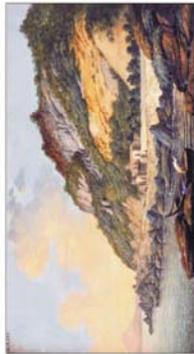
L'antico lago di Agnano.



I tufi e i prodotti dell'attività vulcanica flegrea.



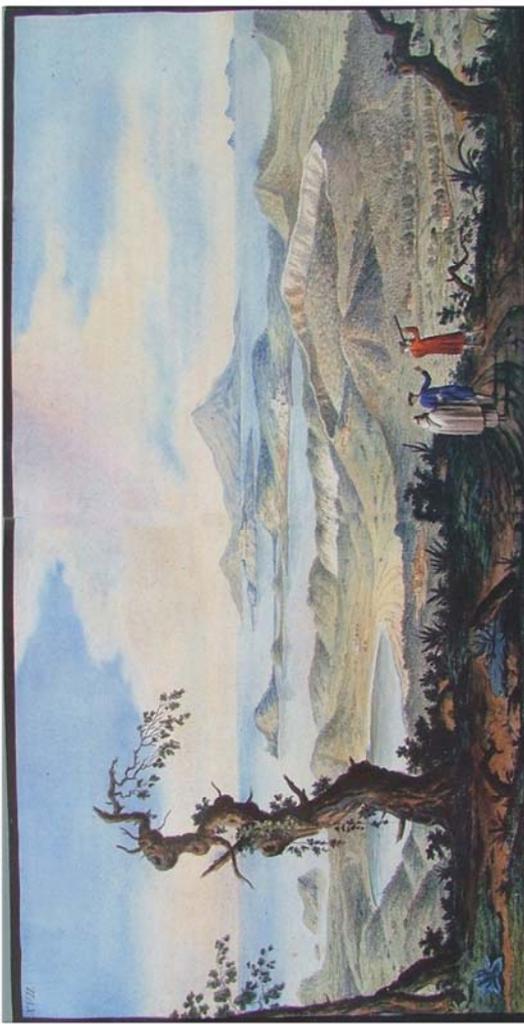
Il cratere della Solfatara, la Bocca Grande.



Il Monte Olibano e i tufi della Pietra.



I minerali della Solfatara.



Veduta panoramica del settore occidentale dei Campi Flegrei dalla Collina dei Camaldoli. Figura 1: alcune gouaches che raffigurano luoghi, prodotti e panorami del paesaggio flegreo (da *Campi Phlegraei*, 1764).

Le proposte di valorizzazione che sono state sviluppate nell'ambito del mio lavoro di ricerca sono dunque mirate ad evidenziare la ricchezza di un patrimonio geologico unico al mondo a cui si affiancano una serie di valori aggiunti, come l'archeologia e la cultura popolare, che fanno dei Campi Flegrei un contesto con elevata potenzialità di sviluppo verso forme per esempio di turismo culturale. Comprendono iniziative che considerano l'area a grande scala, con la realizzazione di prodotti che abbracciano tutto il territorio flegreo e iniziative che invece analizzano con maggiore dettaglio alcuni casi che, in corso d'opera, si sono presentati di maggiore interesse e che meglio si prestano singolarmente ad iniziative di valorizzazione.

La presenza di un così ampio e diversificato patrimonio infatti rappresenta il laboratorio ideale per costruire forme e percorsi di recupero, di diffusione, di valorizzazione e di divulgazione della conoscenza e della fruizione dei beni ambientali.

Quasi tutti i geositi individuati nei Campi Flegrei meritano una valorizzazione in quanto siti con elevata valenza sia scientifica che didattica. Nonostante il contesto degradato in cui alcune volte si trovano, conservano un elevatissimo potenziale scientifico, turistico e socio-economico e, talvolta, anche un discreto valore naturalistico. Questi beni se opportunamente divulgati potrebbero rappresentare un tesoro inestimabile per quest'area.

Le proposte di fruizione possono essere rivolte ad un'ampia fascia di utenti che comprendono sia scuole (elementari, medie e superiori) che un turismo "alternativo", il cosiddetto "geoturismo", interessato a passeggiate naturalistiche e alla fruizione dei beni geologici.

## 6.2 LA CARTA DEI GEOSITI

Considerando il lavoro svolto, il primo passo per la concretizzazione di un prodotto adatto alla divulgazione è stato quello che mi ha portato alla realizzazione di una carta dei geositi.

La carta è stata realizzata in formato digitale con l'utilizzo del software Gis della Esri, ArcMap, ad una scala di dettaglio fino al 5.000 ed è consultabile tramite il CD allegato alla tesi (vedi figura 2).

Il progetto del GIS prevede una legenda che è composta dai seguenti punti:

- ✓ Geositi areali: comprendono quei geositi la cui individuazione ha comportato la digitalizzazione di contorni che individuano un'area, che può comprendere in alcuni casi intere morfologie o porzioni di esse;
- ✓ Geositi puntuali: geositi che rispetto alla scala di dettaglio utilizzata sono rappresentati da punti;
- ✓ Geositi panoramici: comprendono quei punti da cui è possibile osservare in maniera singolare alcune delle caratteristiche geologiche dell'area.;

E' stato inoltre realizzato, in collaborazione con il Dipartimento di Informatica di Fisciano, nelle persone del dott. Luca Paolino e della dott.ssa Monica Sebillio, un collegamento tra la scheda realizzata con il database di Access e il GIS; il collegamento è stato effettuato attraverso uno script *Visual Basic* e un *link* interattivo che permette di collegare la mappa direttamente con la scheda del sito in questione. La scheda risulta così facilmente consultabile direttamente dalla mappa dei geositi; il collegamento è segnalato con un'icona a forma di "lampo blu" su ogni geosito ed è agevolmente accessibile attraverso la funzione di "hyperlink".

La carta è stata inoltre arricchita di una caratterizzazione semplificata della geomorfologia, che dovrebbe facilitare la visualizzazione degli edifici vulcanici, coni e anelli di tufo, duomi di lava e alcune morfologie che servono ad identificare alcuni dei geositi.

Ho realizzato inoltre anche un formato cartaceo della carta dei geositi, in allegato alla tesi (allegato 1), arricchita di una caratterizzazione semplificata della geologia, in cui viene riportata l'ubicazione e il nome dato ad ogni geosito.

## 6.3 LA CARTA GEOMORFOLOGICA

L'idea di realizzare una carta geomorfologica divulgativa dell'area flegrea nasce, come già precedentemente detto, dalla necessità di fornire una serie di strumenti che permettano una comprensione guidata e facilitata dell'area e in particolare dall'esigenza di facilitare la lettura dei molteplici eventi vulcanici succeduti e di cui affiorano evidenze sul territorio.



Il principale scopo di questa carta è dunque quello di guidare un ipotetico fruitore alla comprensione non solo dell'origine delle singole morfologie vulcaniche ma anche del complesso puzzle di forme che il campo vulcanico dei Campi Flegrei costituisce.

Per questo motivo la carta geomorfologica di base, già presentata in parte nel capitolo 3, è stata arricchita di diagrammi a blocchi che schematizzano la struttura dei principali edifici vulcanici presenti e schemi esplicativi delle principali morfologie, che insieme ad alcune foto aeree dovrebbero facilitare la comprensione del territorio (vedi allegato 2).

#### 6.4 LA CARTA GEOLOGICA

Come già precedentemente detto la carta è stata realizzata considerando i contributi presenti in letteratura. Costituisce dunque una carta geologica compilativa e semplificata.

In essa, la suddivisione temporale dei depositi vulcanici successivi a 12 ky è stata fatta in base alle fasi individuate dalla cronostratigrafia esposta da Di Vito et al., (1999) e di cui ho ampiamente parlato nel capitolo 2.

Ci tengo a precisare che le litologie vulcaniche non sono necessariamente quelle affioranti e la scelta dei colori, oltre che orientare un ipotetico utilizzatore della carta sulla litologia vuole avere lo scopo di facilitare la comprensione della successione degli eventi che si sono alternati nel tempo.

I depositi di tutti gli episodi vulcanici precedenti a 12 ky hanno colorazioni che vanno dal viola al turchese. I depositi degli eventi vulcanici occorsi da 12 ky ad oggi hanno sfumature di colore che vanno dal giallo (per i depositi di Tufo Giallo Napoletano) al rosa per i depositi più recenti, individuando con colori intermedi le varie fasi di attività vulcanica post 12 ky: arancio per la prima epoca, rosso per la seconda e magenta per la terza. In questo modo, seguendo le variazioni di colore può risultare più evidente e facile la comprensione della storia della complessa attività vulcanica dell'area. Colori più chiari sono stati scelti per i depositi di colmamento delle aree litorali e delle zone depresse intra e inter crateiche. Anche la localizzazione dei principali lineamenti strutturali è stata realizzata con lo scopo di rendere visibili i punti di debolezza lungo cui l'attività vulcanica si è sviluppata.

La carta è stata inoltre arricchita di sezioni stratigrafiche e profili dell'area più significativi, corredate da foto fatte sul campo che ne dovrebbero facilitare la comprensione (vedi allegato 3).

#### 6.5 GLI ITINERARI FLEGREI: “UN GRAND TOUR DEL 2000”

Un buon esempio da seguire e di cui ci è rimasta testimonianza dai nostri predecessori del '700, è quello di usufruire delle bellezze di quest'area attraverso la progettazione di itinerari, un'usanza che risultava diffusa nel passato ma che ora sembra quasi dimenticata. Il territorio dei Campi Flegrei si presta bene alla realizzazione di percorsi che si possono sviluppare sia via terra che via mare, cercando di favorire, per quanto possibile, un tipo di fruizione a basso impatto ambientale.

In letteratura sono già presenti pubblicazioni in cui vengono presentate alcune proposte di itinerari: Chiesa et al., 1988; Giacomelli & Scandone, 1992; Cinque et al., 1997. Questi lavori, conservano però, a mio parere, un carattere ancora troppo scientifico e che potrebbe non permettere una reale comprensione dell'area.

La fruizione attraverso la strutturazione di percorsi, pensati rispetto alle peculiarità dell'area, rappresentano lo strumento di base da cui cominciare per avviare un discorso di educazione all'ambiente e di diffusione del valore dei beni geologici; costituiscono dunque un modo attraverso cui promuovere una corretta valorizzazione del territorio nel pieno rispetto del patrimonio culturale e ambientale. Ciò può naturalmente portare a ricadute economiche sul territorio generate da tutte le possibili sinergie attivabili con altre attività d'impresa già preesistenti.

I percorsi proposti rappresentano dei suggerimenti per la scoperta di un'area che come ho già avuto modo di dire altre volte è densamente abitata. Ci si trova spesso a dover attraversare, in auto o con mezzi pubblici, strade cittadine che il più delle volte sono trafficate, ma anche questo deve essere un modo per comprendere l'“unicità” di questo territorio. La cosa straordinaria inoltre è che, nonostante tutto, molti dei siti che meritano di essere visitati, alcuni dei quali caratterizzati da morfologie “a

conca chiusa” (nel caso per esempio di edifici vulcanici), costituiscono, proprio per la loro origine, delle realtà con ritmi a se stanti che conservano un interesse naturalistico inimmaginabile e che permettono di dimenticare il caos esterno.

Il tipo di fruizione proposto può essere adatto ad un pubblico molto vario che va dalle scolaresche delle scuole medie e superiori ad un turismo “intellettuale”, interessato alla geologia dell’area.

Gli itinerari proposti sono cinque e prevedono la visita dei geositi individuati e dei punti da cui è possibile accedere ad aree di belvedere o a punti di vista particolari che permettono di avere una visione d’insieme dell’area o del sito in questione. Partono quasi tutti da Mergellina, un punto ideale per “entrare” nei Campi Flegrei e sono effettuabili nell’arco di una giornata; è preferibile, dato che si sviluppano prevalentemente in un’area cittadina, che si raggiungano con un’automobile ma non si esclude, se si è abili ciclisti, l’utilizzo di una bicicletta; inoltre molti dei siti proposti sono raggiungibili con i mezzi pubblici. Alcuni percorsi consigliano la fruizione di aree interne dei crateri o la visita specifica dei singoli siti che deve essere effettuata a piedi.

I percorsi, essendo stati pensati prevalentemente per la fruizione dei geositi, sono consultabili in formato digitale e costituiscono un tutt’uno con la carta dei geositi precedentemente descritta (vedi figura 2).

La tematizzazione degli itinerari è stata fatta in base alla tipologia delle strade (se asfaltate o sterrate); inoltre è possibile, con la funzione di “*identify*”, cliccare sul percorso e avere informazioni varie sulla strada da percorrere o che si sta percorrendo: nome della strada, panoramicità, tipo di vincolo.

La legenda è inoltre arricchita dei seguenti punti:

- ✓ Sito archeologico: individuano i punti dell’area in cui sono presenti siti d’interesse archeologico, questi punti sono stati inseriti date le inscindibili relazioni che spesso nell’area flegrea esistono tra la geologia e l’archeologia;
- ✓ Vista su geosito: comprendono punti di vista particolari, che rappresentano il migliore punto di vista su alcuni singoli geositi ed in generale contemplan il geosito dall’esterno;
- ✓ Vista nel geosito: comprendono punti di vista interni ai geositi e permettono la visualizzazione delle sue caratteristiche;
- ✓ Punti panoramici: comprendono la segnalazione degli innumerevoli punti panoramici dell’area, anche esterni al settore specifico di studio.

Cliccando con la funzione di “*hyperlink*” sui punti “vista su geosito”, “vista nel geositi” e “punti panoramici” si può accedere ad una serie di fotografie che illustrano sia i geositi che i luoghi ad essi circostanti.

La descrizione che segue degli itinerari individuati è mirata a dare delle chiavi di lettura per permettere ad un ipotetico fruitore di avere la capacità di capire il paesaggio che si osserva; la descrizione è stata effettuata quindi cercando di spiegare i fenomeni vulcanici in generale e il territorio che si osserva nella maniera più semplice ed esaustiva possibile, inserendo dove necessario delle spiegazioni più approfondite dei fenomeni geologici in questione. Per le spiegazioni più approfondite su ogni singolo geosito si rimanda a quelle inserite nella scheda del database e accessibili tramite la carta dei geositi con la funzione di “*hyperlink*”.

### 6.5.1 1° ITINERARIO: “*Il mare con i vulcani*”

Questo primo itinerario si sviluppa tra i luoghi flegrei più prossimi alla costa in cui la terra, il mare e l’uomo hanno creato un intreccio di interessanti evidenze che hanno reso questo paesaggio vulcanico ancor più ricco di fascino. Il percorso prevede la visita dei numerosi apparati vulcanici del periodo di attività vulcanica successiva a 12.000 anni, i così detti “*vulcani di tufo giallo*”, la visita di qualche apparato più recente e alcune delle numerosissime evidenze del fenomeno del bradisismo che lungo costa lascia i segni più palesi.

L’itinerario ha come punto di partenza Mergellina da cui si diparte una delle più rinomate e panoramiche strade napoletane: Via Posillipo, molto cantata e ritratta nella storia della cultura napoletana. Appena imboccata sulla sinistra si può scorgere uno dei panorami più affascinanti del mondo che ritraggono il Vesuvio, la Penisola Sorrentina e l’isola di Capri (foto 1):

Foto 1



**Il Vesuvio:** rappresenta il più pericoloso tra i vulcani attivi italiani ed è noto nel mondo soprattutto per l'eruzione del 79 d.C. che distrusse in due giorni le città di Pompei, Ercolano, Oplonti e Stabia. Il Vesuvio ha una caratteristica forma a cono sorto all'interno del più antico edificio vulcanico del Monte Somma e costituisce morfologicamente un caratteristico esempio di *vulcano a recinto*. Il complesso vulcanico del Somma-Vesuvio costituisce vulcanologicamente uno **strato vulcano** (o **vulcano misto** o **vulcano composito**), ossia un apparato vulcanico **poligenico** (cioè che si forma in più fasi di attività che coprono tempi anche molto lunghi) che si è formato per accumulo e sovrapposizione intorno alla bocca eruttiva di **depositi** di **eruzioni effusive** (eruzioni a bassa energia caratterizzate dall'emissione di colate di lava) ed **esplosive** (eruzioni più violente caratterizzate dall'emissione di prodotti piroclastici: ceneri, pomici e scorie). In figura 3 viene rappresentato lo schema generale di uno strato vulcano e delle tipologie di attività e di prodotti associati ad esso.

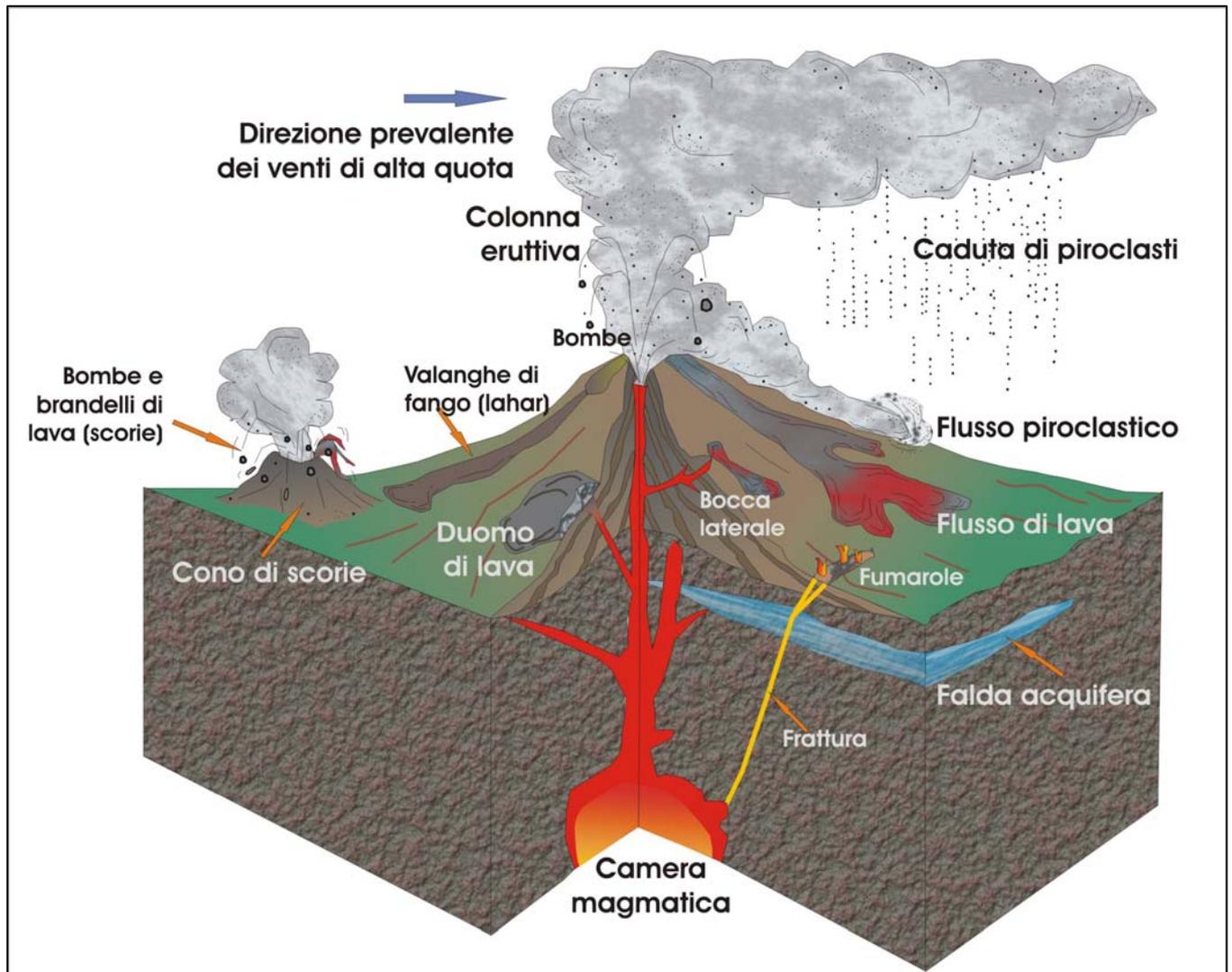


Figura 3: la struttura generale di un vulcano-strato e alcune delle tipologie di fenomeni e prodotti che possono essere associati ad esso (fumarole, duomo, cono di scorie e flusso di lava flusso piroclastico).

La storia vulcanica del Somma-Vesuvio ha un'età di almeno 300.000 anni. Il vulcano del Monte Somma si è formato per accumulo di depositi di eruzioni prevalentemente effusive e subordinatamente esplosive di bassa energia; circa 18.000 anni

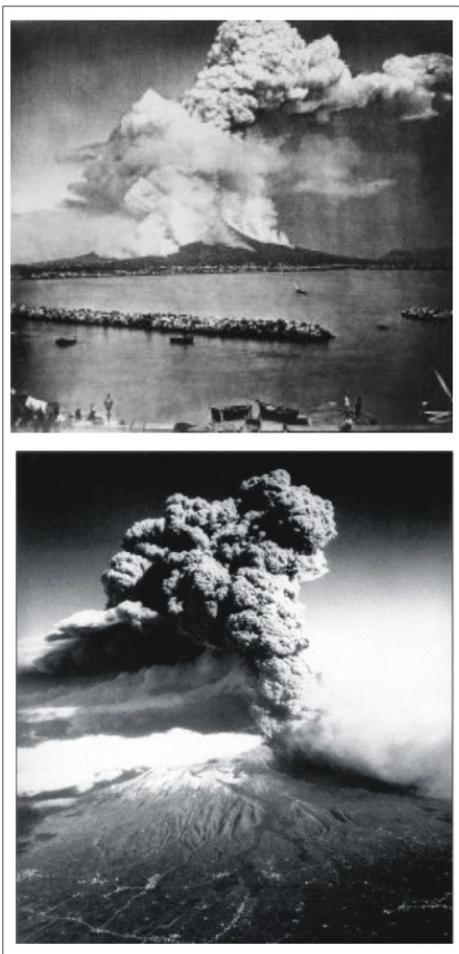


Figura 4: due foto storiche delle eruzioni del 1872 (in alto) e del 1944 (in basso). Nella prima la colonna sostenuta ha raggiunto un'altezza di circa 5 km e ha generato sia colate di lava che base-surge. La foto dell'eruzione del 1944 è stata invece scattata

da un aereo militare americano. hanno generato una serie di **horst** (parti rialzate) e **graben** (parti ribassate) orientati in direzione NW-SE e NE-SW; quest'ultimo andamento è quello che delimita l'horst della Penisola Sorrentina e Capri. La fase di spinte distensive ha favorito oltre che la formazione della Piana Campana anche la risalita, attraverso le faglie più profonde, del magma che ha alimentato e tuttora alimenta il vulcanismo di quest'area.

Dopo una breve parentesi che ci ha fatto "guardare" intorno e meglio comprendere l'origine di ciò che stiamo per vedere, lungo costa non può passare inosservato un imponente palazzo che si aggetta verso il mare e sulla destra fanno capolino tra gli edifici pareti verticali di una roccia

fa un'**eruzione pliniana** (da Plinio il Giovane che descrisse l'eruzione vesuviana del 79 d.C.: è un tipo di eruzione esplosiva molto violenta che porta alla formazione di una colonna di ceneri e pomici che raggiungono un'altezza anche di decine di chilometri; la parte più densa della colonna può collassare, generando **flussi piroclastici**) ha determinato il rapido svuotamento attraverso il **condotto vulcanico** della **camera magmatica**, cioè della zona al di sotto dell'edificio vulcanico in cui ristagna il magma; il rapido svuotamento ha favorito la formazione di una **caldera**, ossia di un'area depressa interna al cratere che si è formata per lo sprofondamento delle rocce sovrastanti in seguito al vuoto creato dall'emissione dei prodotti piroclastici; la caldera del Somma è stata in seguito varie volte modificata a causa di successive eruzioni esplosive che hanno portato ad ulteriori collassi. L'attività vulcanica del Monte Somma è terminata con l'eruzione del 79 d.C. che ha portato all'ulteriore sprofondamento della caldera sommitale e alla crescita all'interno di essa del più giovane cono del Vesuvio. L'attività vulcanica del Vesuvio è proseguita fino al 1139; a questa data ha fatto seguito un periodo di **quiescenza** (periodo di stasi nell'attività eruttiva di un vulcano) durata fino al 1631, quando ha avuto inizio un periodo di attività eruttiva con alternanza di fasi vulcaniche **stromboliane** (dal vulcano Stromboli, è un'eruzione caratterizzata da discrete esplosioni di bassa energia con deposizione di ceneri e scorie), brevi periodi di riposo, mai superiori a sette anni, e violente eruzioni miste (effusive ed esplosive) tra cui quella del 1872. Questo periodo si concluse con l'ultima eruzione, che iniziò il 18 marzo 1944 e terminò nei primi giorni di aprile dello stesso anno (vedi figura 4).

**La Penisola Sorrentina e Capri** costituiscono il margine meridionale dell'area geologicamente nota come Piana Campana. Quest'ultima è bordata a nord-est dai rilievi Casertani e a nord-ovest dalla piana del Volturno e dal Monte Massico (vedi figura 5). I rilievi appartengono all'Appennino Meridionale, una catena montuosa che si è formata per la collisione della placca Africana con la placca Europea in seguito ad un evento deformativo di "compressione" iniziato già nel Miocene (circa 12 milioni di anni fa); ciò ha generato una serie di spinte che hanno portato all'accavallamento, per uno spessore di circa 25-30 km, di rocce sedimentarie che si sono formate nel Mesozoico (con un'età quindi di almeno 200 milioni di anni). All'interno di questo scenario la piana Campana, invece, è il risultato di spinte "distensive" avvenute in tempi più recenti, nel Quaternario (circa 2,5 milioni di anni fa), che hanno disteso parte della catena precedentemente formata, determinando lo smembramento delle rocce sedimentarie Mesozoiche attraverso la formazione di fratture profonde (**faglie**) che, dislocandosi,



Foto 2

giallastra che costituisce il substrato di tutta la collina che ci stiamo accingendo a percorrere (foto 2). L'edificio è palazzo Donn'Anna, una costruzione della prima metà del 1600 che ha il fascino di un'antica rovina in quanto è rimasta incompiuta e in alcuni punti espone chiaramente i blocchi della roccia con cui è stato costruito. Le pareti verticali sulla destra non sono altro che il taglio verticale di un'antica cava di Tufo Giallo Napoletano.

**Il Tufo Giallo Napoletano:** con il termine **tufo** viene indicata geologicamente una roccia che si è formata in seguito al consolidamento di un **deposito piroclastico** (termine generico per indicare i prodotti vulcanici di attività esplosiva: ceneri, pomici, scorie e lapilli), costituito prevalentemente da cenere vulcanica. Questa roccia rappresenta ciò che resta della seconda eruzione più potente avvenute in quest'area circa 12.000 anni fa. La dinamica di questa eruzione è stata molto complessa e ha coinvolto tutta l'area flegrea; i suoi prodotti hanno coperto un'area di circa 1000 km<sup>2</sup> che comprende: la città e la baia di Napoli, Pozzuoli, la Piana Campana fino ai rilievi dell'Appennino, con un volume di magma eruttato stimato intorno a 40 km<sup>3</sup>. I prodotti eruttati hanno una composizione **trachitica**, tipica di rocce molto ricche in silice che allo stato fuso sono molto viscosi. Il colore giallo è dovuto ad un processo di trasformazione dei minerali che compongono i prodotti piroclastici (**alterazione**), che a contatto con l'acqua modificano la loro originaria struttura e composizione; in questo caso alcuni minerali contenuti nella matrice si trasformano in minerali argillosi quali la zeolite, che conferisce al deposito il caratteristico colore giallo; questo processo si chiama di **zeolitizzazione** e ha interessato i depositi di molti altri vulcani che si sono formati dopo il Tufo Giallo Napoletano vero e proprio.

Il tipo di attività vulcanica che ha generato questo deposito è stata fortemente esplosiva con carattere **freatomagmatico** e **freatopliniano**. Il primo tipo di eruzione è caratterizzata dall'interazione del magma caldo con acqua di falda o acqua di superficie (mari, laghi o acque meteoriche); quest'interazione aumenta moltissimo il carattere esplosivo dell'eruzione e genera la formazione di una **colonna eruttiva** caratterizzata dalla presenza di una miscela di piroclasti, gas e vapore, che si innalza a grande velocità nell'atmosfera raggiungendo alcuni chilometri di altezza; dalla sua parte bassa si può espandere lateralmente ad alta velocità una nube a forma di anello fatta di vapore gas e piccole particelle di cenere che prende il nome di **surge**; quando la colonna eruttiva ha disperso gran parte della sua energia e non è più sorretta dalla spinta dei gas emessi dal cratere, crolla sotto il suo stesso peso generando un **flusso piroclastico**. L'eruzione freatopliniana invece è un'eruzione esplosiva pliniana resa ancor più violenta dall'interazione del magma con acqua di varia origine. Il magma che ha alimentato questo tipo di esplosione è proveniente da una camera magmatica che si trova approssimativamente sotto il golfo di Pozzuoli. La sua risalita è avvenuta lungo faglie preesistenti di estensione "regionale", le stesse che bordano la Piana Campana. In seguito allo svuotamento della camera magmatica si è avuto uno sprofondamento del suo tetto sovrastante; ciò ha determinato la formazione di una struttura che geologicamente viene chiamata **depressione vulcano tettonica** e che è riconoscibile morfologicamente con una geometria circolare più o meno regolare denominata **caldera**. La

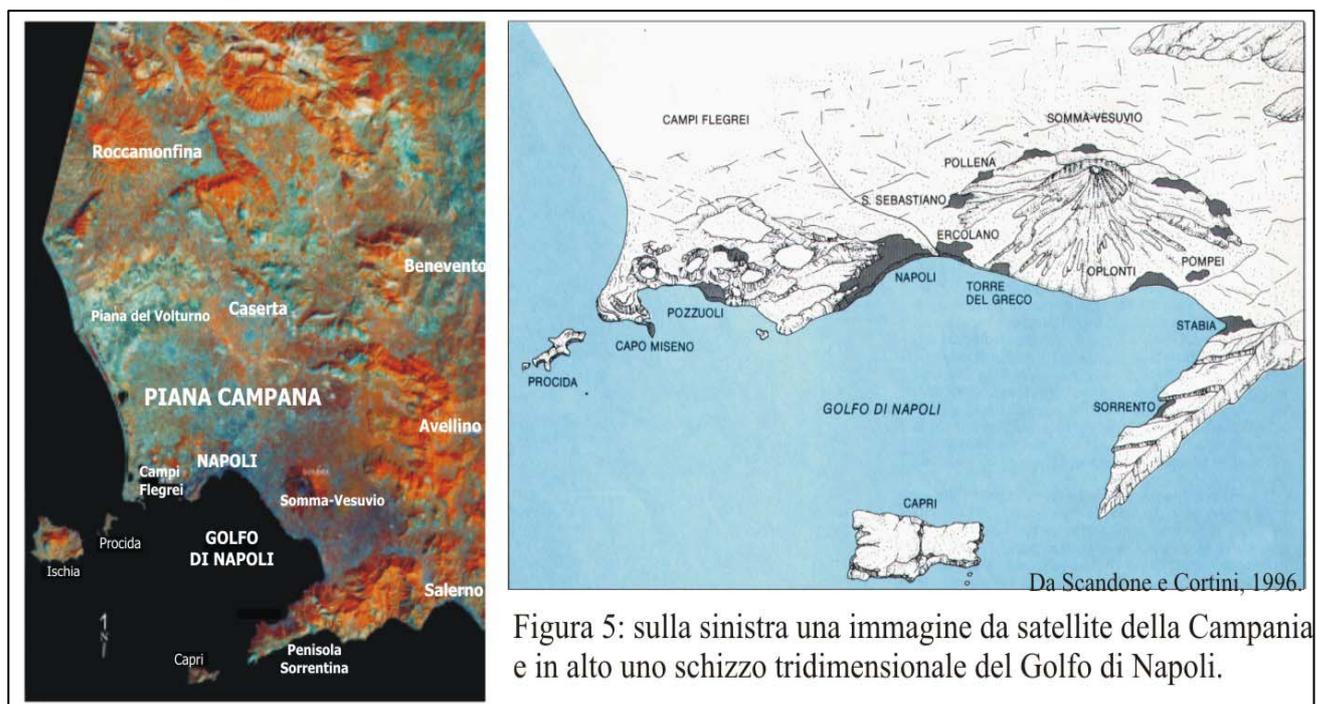


Figura 5: sulla sinistra una immagine da satellite della Campania e in alto uno schizzo tridimensionale del Golfo di Napoli.

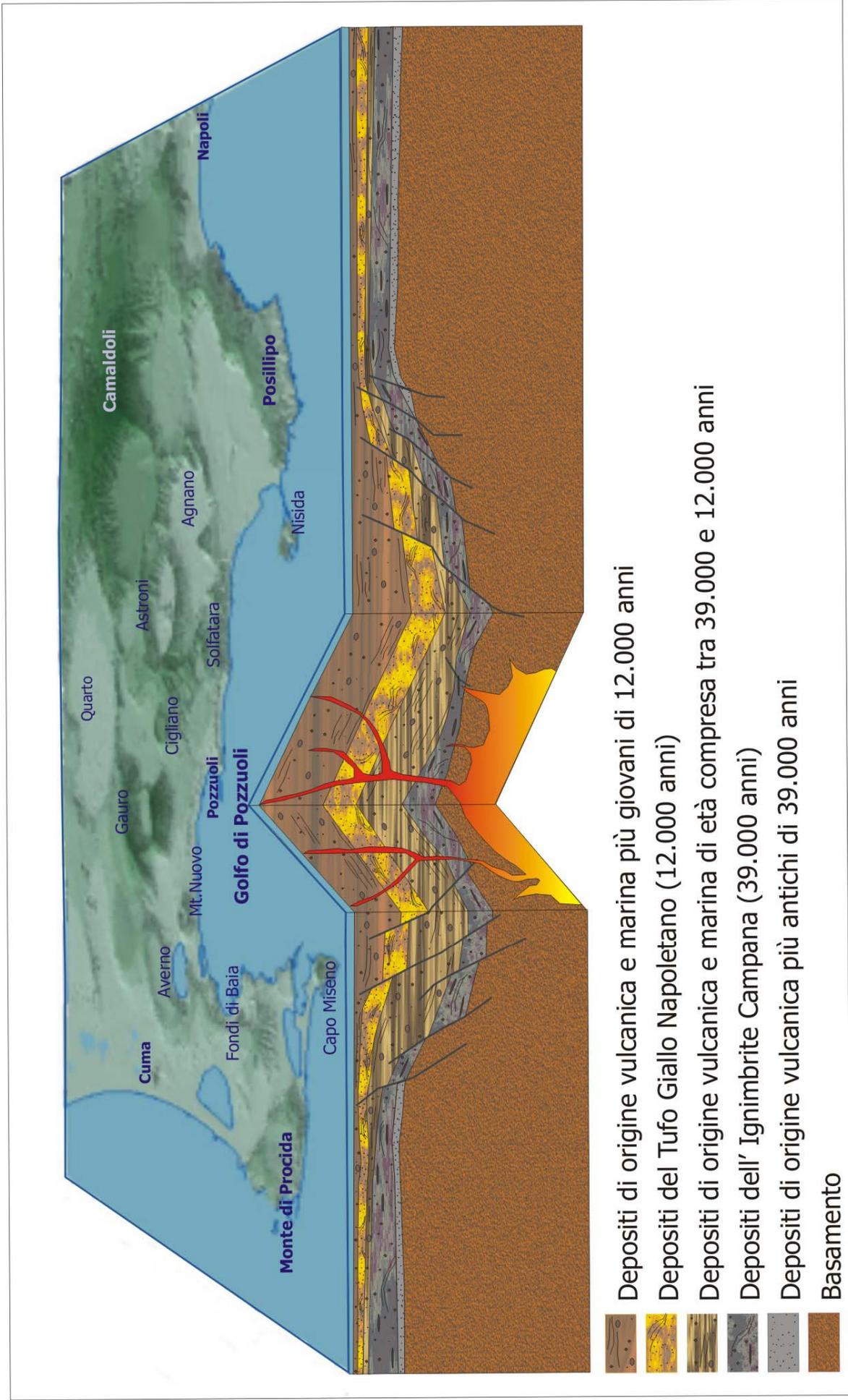


Figura 6: lo schema semplificato del sistema vulcanico dei Campi Flegrei: vengono riportate in figura le due caldere attribuite all'evento dell'Ignimbrite Campana (la più antica) e all'eruzione del Tufo Giallo Napoletano (la più recente); le caldere sono, come due "ceste", incastrate l'una dentro l'altra.

caldera flegrea ha un diametro di circa 14 km ed è centrata in parte sulla terra emersa (parte occidentale della città di Napoli e Pozzuoli) ed in parte è sprofondata sotto il golfo di Pozzuoli. In figura 6 si può osservare un diagramma a blocco che schematizza la struttura del sottosuolo flegreo e quindi anche della caldera attribuita all'evento del Tufo Giallo Napoletano. La dorsale di Posillipo costituisce l'orlo orientale di questa caldera. Gran parte della città di Napoli è in gran parte costruita con e sui depositi dell'eruzione del Tufo Giallo Napoletano che sono ben visibili in gran parte della città.

Successivamente alla messa in posto del Tufo Giallo Napoletano all'interno della caldera si è andato formando un campo vulcanico costituito da numerosi centri **monogenici** (edifici vulcanici che si formano da un'unica eruzione) la cui attività vulcanica viene suddivisa in tre epoche: la prima che va da 12.000 a 9.500 anni fa; la seconda che va da 8.600 a 8.200 anni fa; la terza che va da 4.800 a 3.800 anni fa.

Vulcanologicamente, in base alla forma e alla tipologia di depositi che costituiscono gli edifici, i vulcani monogenici si dividono in: duomi di lava, coni di scorie, anelli di tufo, maar e coni di tufo; a sua volta la forma dell'edificio vulcanico è strettamente legata all'interazione che il magma in risalita può avere con l'acqua presente all'interno delle rocce (e quindi con l'acqua di falda freatica). In figura 7 lo schema indica la variazione delle morfologie vulcaniche monogeniche in relazione al rapporto acqua-magma: quanto maggiore sarà la quantità di acqua e quanto più caldo sarà il magma tanto più esplosivo sarà l'evento, producendo morfologie tipo coni di tufo.

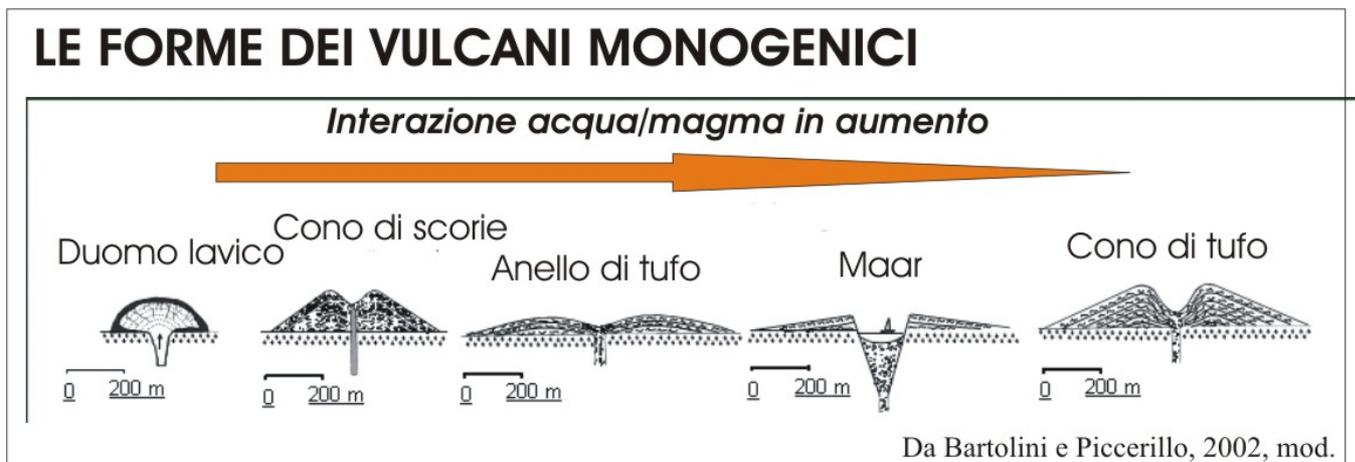


Figura 7: Le forme dei vulcani monogenici in relazione all'interazione dell'acqua e del magma.

Proseguendo lungo il litorale Posillipino si giunge al bivio che sulla destra sale fino a Via Manzoni e sulla sinistra invece scende sinuosa fino a Marechiaro. Quest'ultimo costituisce un piccolo borgo, in origine di pescatori e che attualmente ospita perlopiù ristoranti in cui si possono gustare tipici piatti di pesce. Una piccola scalinata arriva fino al mare dove, con lo sfondo del Vesuvio e Capri, dall'acqua si elevano i resti di antiche rovine romane (foto 3).

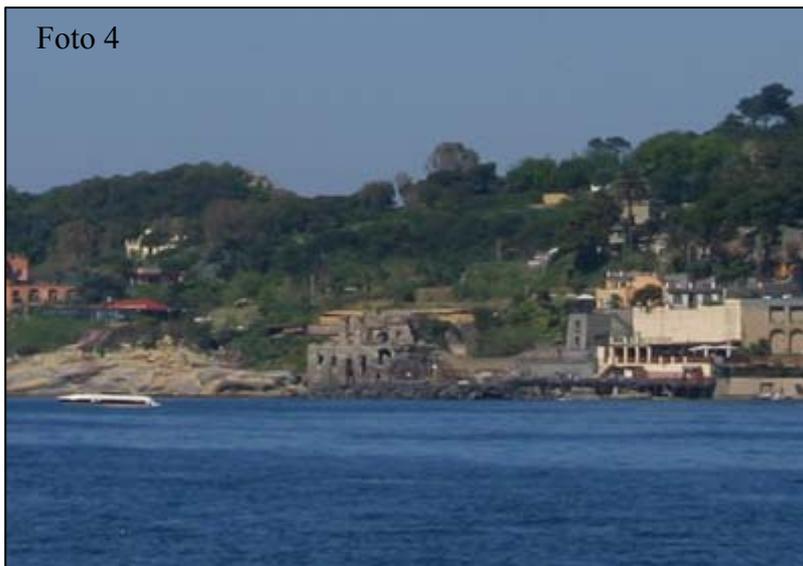
Da qui è possibile raggiungere a piedi, dopo circa 70 m a piedi lungo la scogliera, il nostro primo geosito, il *Palazzo degli Spiriti*, una



delle costruzioni romane che mostra evidentemente gli effetti del bradisismo: il palazzo infatti che in origine era costituito da tre piani, ha l'ultimo piano inondato dal mare e sulle sue pareti sono chiaramente visibili numerose tracce di riutilizzi e di restauri e gli effetti dell'erosione del mare (foto 4).

**Bradisismo:** la parola proviene dal greco βραδύς = lento e σεισμός = movimento, e vuol dire lento abbassamento o sollevamento del suolo. Questo fenomeno è molto noto nell'area flegrea e le sue evidenze si riscontrano soprattutto lungo costa. E' un fenomeno che scientificamente viene interpretato come il risultato di variazioni di pressione e

Foto 4



temperatura all'interno della camera magmatica e che si esplicano in superficie con movimenti del suolo. Attualmente questo fenomeno costituisce uno dei pochi rimasti a testimoniare l'attività vulcanica di quest'area. Le crisi bradisismiche sono accompagnate quasi sempre da frequenti scosse di terremoto.

Risalendo la discesa di Marechiaro si ritorna nella parte alta di Posillipo e ancora sulla sinistra si imbocca una strada che giunge fino al Parco della Rimembranza, noto anche come Parco del Virgiliano o Valle dei Re. Questo parco si trova sull'estrema punta della dorsale di Posillipo, noto

come promontorio di Coroglio. Dal belvedere di Valle dei Re si gode una veduta panoramica che spazia sui due golfi: quello di Napoli con il Vesuvio, la Penisola Sorrentina e Capri, e finalmente sul golfo di Pozzuoli con i suoi innumerevoli rilievi vulcanici; da qui in primo piano si vede Nisida, e in lontananza Capo Miseno, Monte di Procida, Procida e Ischia con il Monte Epomeo (foto 5).

**Nisida e Capo Miseno**: sono due **coni di tufo** giallo che si sono formati all'interno della caldera flegrea. I coni di tufo sono un particolare tipo di struttura monogenica a geometria conica, più alta che larga, e la loro origine è legata ad eruzioni di tipo freatomagmatico; i depositi che compongono l'edificio vulcanico si dispongono radialmente rispetto al punto di emissione e si alternano tra strati piroclastici da surge e da caduta, disponendosi secondo una giacitura che è detta

Foto 5



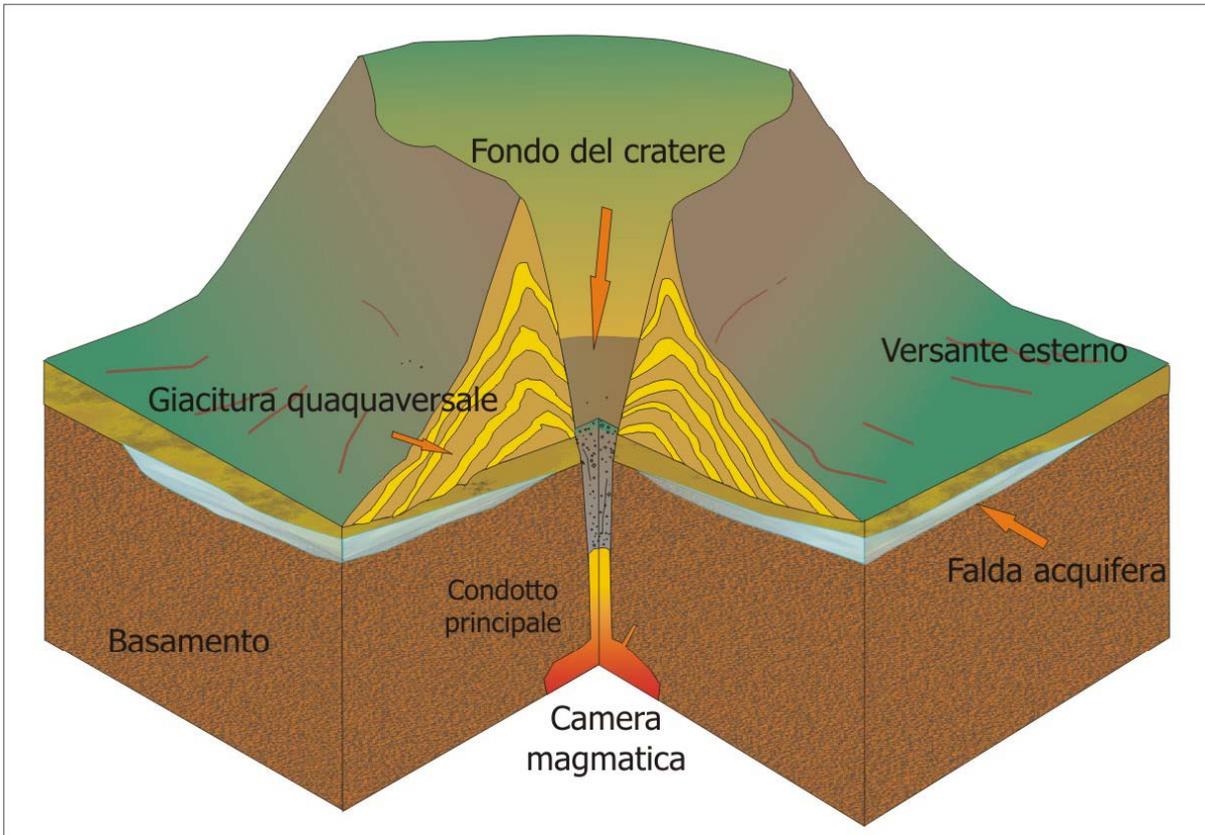


Figura 8: Struttura di un cono di tufo: i prodotti piroclastici si dispongono radialmente intorno al centro di emissione, formando un edificio vulcanico con una stratificazione interna molto inclinata; il condotto di alimentazione è ostruito e non più attivo.

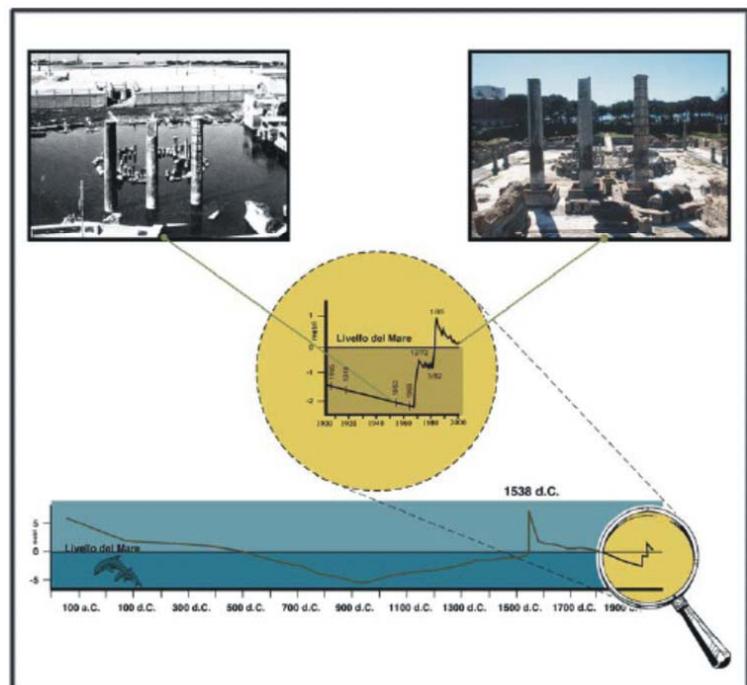


Figura 9: Ricostruzione della variazione del livello del suolo riscontrata al Tempio di Serapide; la curva è stata costruita considerando sia dati geologici che documenti storici e dal 1905 dati di livellazione di precisione (da Orsi et al., 1999).

**quaquaversale**, caratterizzata da un elevato angolo di immersione. I coni di tufo si formano generalmente quando l'interazione acqua magma è molto alta. La figura 8 schematizza la struttura di un cono di tufo.

I coni di Capo Miseno e Nisida appartengono alla prima epoca di attività vulcanica (che va da 12.000 a 9.500 anni fa) e che, immediatamente dopo la messa in posto del Tufo Giallo Napoletano, vede la nascita di numerosi edifici vulcanici di tufo giallo. I due coni hanno rispettivamente un'età di 10.000 anni e di 11.000 anni circa.

**Monte Epomeo**: è il rilievo più alto dell'isola di Ischia, un campo vulcanico che ha un'età di almeno 150.000 anni. L'ossatura di tutta l'isola è costituita dal Tufo Verde, depositi che testimoniano una grossa eruzione esplosiva che si è verificata circa 55.000 anni fa e che ha portato alla formazione di un collasso calderico. Successivamente a questa fase si è verificato un consistente sollevamento della parte centrale dell'isola che ha determinato la formazione dell'attuale Monte Epomeo, che geologicamente viene definito **horst vulcano tettonico**.



Il panorama si affaccia inoltre da un lato su cala Trentaremi e sulle rovine romane del Parco del Pausilypon (foto 6) e sul lato opposto sulla depressione di Bagnoli-Fuorigrotta (foto 7), un'area per lungo tempo sfigurata dalla presenza del Centro siderurgico ILVA-Italsider; in dismissione dal 1995, è oggetto ora di un imponente intervento di bonifica e di recupero che le dovrebbe restituire un aspetto più consono alla sua originaria bellezza. Nonostante l'elevato degrado a cui è stata sottoposta,

questo settore di Napoli è e rimane una delle zone più affascinanti dell'area flegrea.

Una volta terminata la visita al Parco della Rimembranza si riprende via Posillipo e si imbecca la discesa di Coroglio. Questa strada rappresenta l'accesso ufficiale ai Campi Flegrei e percorre l'orlo della caldera del Tufo Giallo Napoletano, rappresentato dal Costone Bagnoli-Fuorigrotta. Sulla sinistra lungo la discesa ad un certo punto si giunge alla Grotta di Seiano, un'imponente opera di ingegneria romana che collegava Pozzuoli alla Villa del Pausilypon (foto 8). Attualmente costituisce l'ingresso al Parco archeologico del Pausilypon-Gaiola, che comprende una delle più grandi ville romane composta da un teatro, un odeon, strutture termali, una piscina a volta (foto 9); nei pressi della costa, in prossimità della cala della Gaiola, sono presenti evidenze delle strutture sommerse o semisommerse per effetto del fenomeno del bradisismo.

Alla fine della discesa di Coroglio si giunge nei pressi del pontile che collega Nisida alla terra ferma. Dal pontile si può osservare bene la sezione trasversale del Costone Bagnoli-Fuorigrotta, che si configura bene come orlo di depressione vulcano-tettonica, con pareti molto ripide lungo l'orlo interno e un versante che degrada dolcemente verso mare al lato opposto; la giacitura degli strati segue l'inclinazione del versante e fa intuire la direzione da cui sono provenuti i depositi piroclastici. Coperto dalla spessa coltre di Tufo Giallo Napoletano da questo punto è anche visibile in parete l'antico cono del Vulcano di Coroglio che testimonia in quest'area l'attività vulcanica che precede quella dei 12.000 anni (foto 10). Proseguendo lungo via Coroglio si incontra la sede della Fondazione Idis, in cui si svolgono mostre e attività di divulgazione scientifica, ed è allestita, in un antico stabilimento industriale dell'ottocento, la Città della Scienza, il primo "Science Centre" d'Italia.

Foto 7

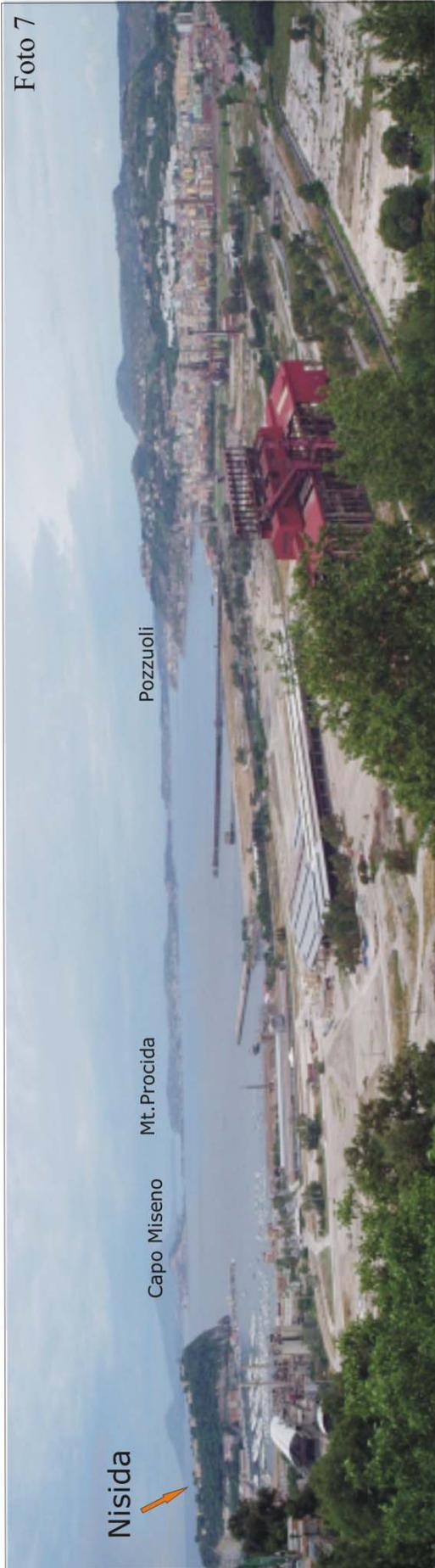


Foto 9

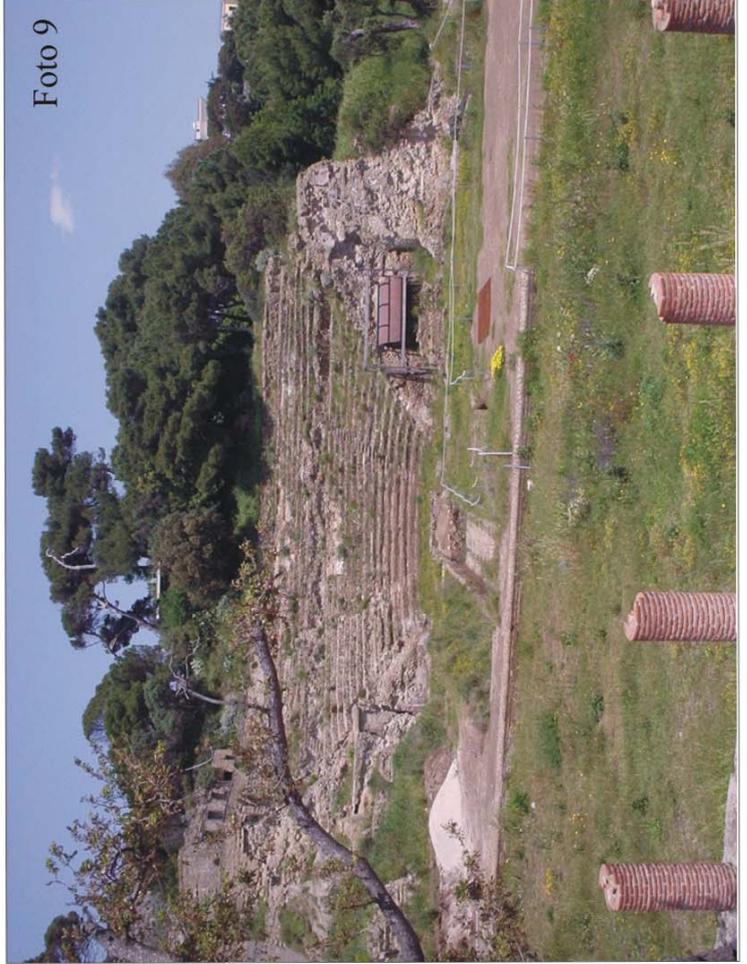
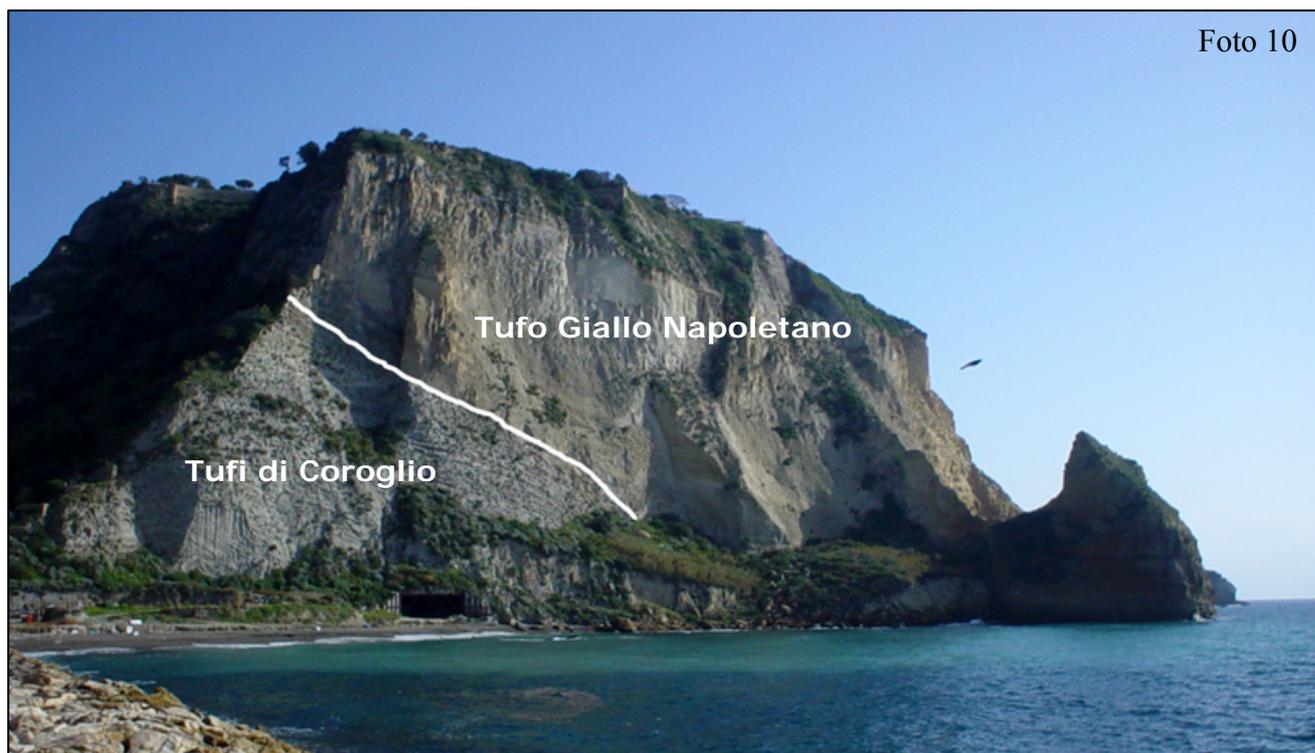


Foto 8



Foto 10



Superata Coroglio si giunge a Bagnoli, un centro abitato la cui origine è legata ai bagni e alle acque utilizzate in strutture termali fino alla prima metà del '900; attualmente di questa realtà rimangono scarsissime evidenze.

Si imbecca, proseguendo verso Pozzuoli, Via Napoli, una strada litoranea panoramica sul golfo che è delimitata sulla destra da una paleo falesia che si è formata tra 4.000 e 5.000 anni fa e che ha profondamente eroso i tufi che costituiscono il vulcano della Pietra, uno dei più antichi dell'attività post-caldera, la cui morfologia non è quasi più riconoscibile (foto 11).

**Paleo falesia**: antica falesia che testimonia una linea di riva differente da quella attuale.

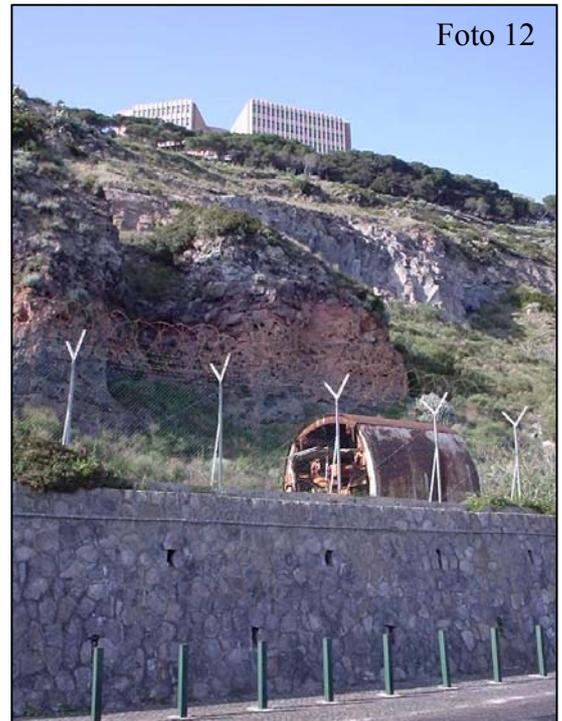
Superata la Pietra non può sfuggire alla vista il duomo di lava del Monte Olibano (foto 12), sul cui fianco meridionale corre la strada che stiamo percorrendo; l'edificio vulcanico che si è formato circa 4.000 anni fa, è caratterizzato da pareti verticali che espongono una roccia trachitica dall'aspetto

Foto 11



compatto e lapideo e che sono il risultato dell'attività estrattiva che ha in parte modificato l'originario aspetto di questo rilievo; una parte del rilievo è stato in passato ricoperto per la messa in sicurezza del versante spesso soggetto a crolli; inoltre è ben visibile nella parte bassa del versante il *talus* che si è accumulato ai piedi del duomo e che in alcuni punti ha assunto una caratteristica colorazione rossastra. Questa struttura vulcanica costituisce uno dei pochi eventi effusivi presenti all'interno della caldera flegrea.

**Duomo di lava**: i campi vulcanici possono essere caratterizzati dalla presenza di edifici vulcanici derivati da eventi vulcanici effusivi. E' il caso dei duomi di lava che si formano per accumulo sulla superficie di lava estremamente viscosa che, non avendo l'energia sufficiente per fuoriuscire completamente, si raffredda al di sopra del punto di emissione assumendo una forma cupuliforme, o a "panettone"; in alcuni casi quando il magma è meno viscoso i duomi si possono formare per l'impilamento successivo di varie colate di lava. Il raffreddamento della superficie esterna e la continua spinta dal basso determinano la frantumazione delle parti solidificate e l'accumulo ai piedi del rilievo di depositi di breccie caratterizzati dalla presenza di blocchi spigolosi e che prendono il nome di **talus**. La formazione di un duomo rappresenta in genere la parte finale di un'eruzione, anche se non mancano i casi in cui precede immediatamente un'eruzione esplosiva (vedi figura 3).



Parte dei versanti in questi punti sono state cementificate perché i frequenti crolli costituivano una continua minaccia per le abitazioni (foto 13). Un'antica raffigurazione del Fabris, in *Campi Phlegraei*, 1764, ritrae lungo questo tratto di costa il contatto stratigrafico tra i tufi della Pietra e le lave dell'Olibano (vedi Monte Olibano in figura 1).

Subito dopo il duomo dell'Olibano inizia Via Napoli; si può osservare sulla sinistra, lungo la costa, una spianata di cemento su cui si è formata la spiaggia attuale (foto 14) e sulla destra una strada più interna rispetto a quella che generalmente si percorre ora e che fiancheggia le abitazioni sul lungomare: sono due evidenti segni del fenomeno del bradisismo. Il mare fino al 1970 arrivava fino



Foto 14



alla strada più interna; la crisi bradisismica del biennio 70-72 portò all'arretramento della linea di costa e in seguito a questa fase fu costruita la spianata di cemento in prossimità del mare; la spiaggia attuale si è formata in seguito all'ulteriore sollevamento del suolo che si è avuto durante la crisi del 1982-84.

Sullo sfondo di Via Napoli il borgo del Rione Terra, abbandonato dalla crisi bradisismica degli anni settanta è ora oggetto di un progetto di recupero. Il borgo sorge sull'omonimo cono di tufo giallo, che si è formato tra 11.000 e 10.000 anni fa ed è anch'esso uno dei più antichi dell'attività vulcanica flegrea post Tufo Giallo Napoletano; la sua originaria struttura risulta molto erosa dall'azione del mare. Il suo versante meridionale è raggiungibile percorrendo la scogliera che attualmente fa da frangi flutti alle abitazione; qui si può osservare una spessa fascia di fori di litodomi

Foto 15



fino ad un altezza di circa 2,5 m slm a cui è associata in alcuni punti una piattaforma di abrasione scavata nei tufi dell'edificio vulcanico e che testimonia una chiara evidenza degli effetti del fenomeno del bradisismo su quest'area (foto15).



**Fori di litodomi:** i litodomi, più comunemente noti come datteri di mare, sono dei molluschi bivalvi che vivono a pelo dell'acqua e secernono una sostanza che corrode la roccia all'interno della quale vivono. Il rinvenimento di fasce di fori di litodomi ad una quota differente rispetto al livello del mare attuale può testimoniare una variazione del livello marino per motivi climatici o per movimenti che ha subito la terraferma.

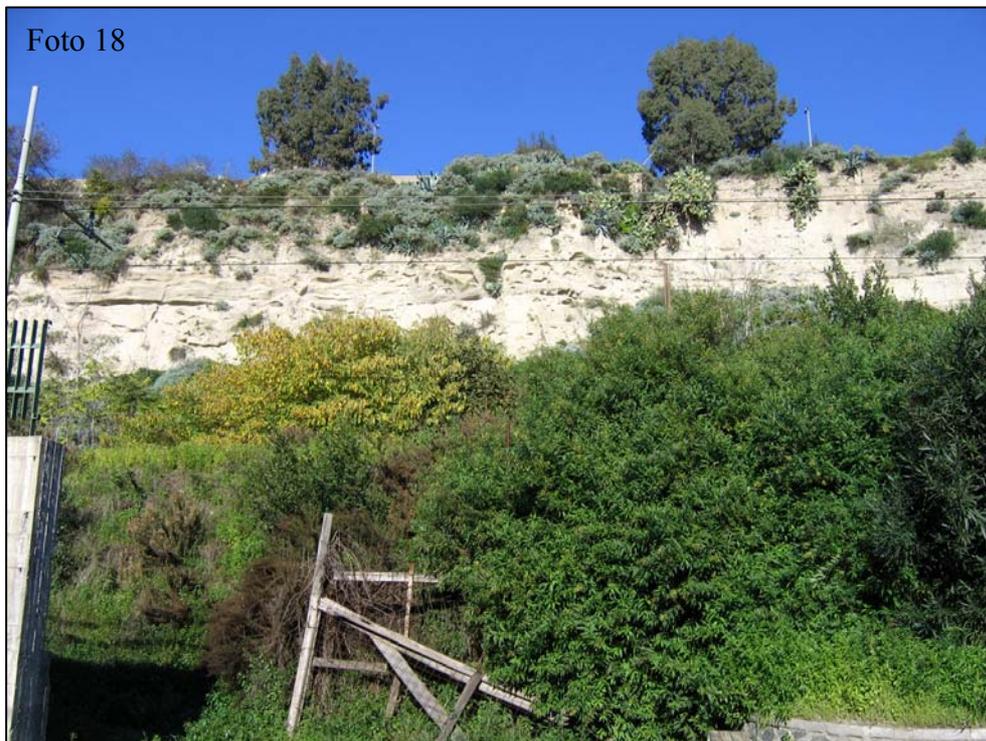
**Piattaforma di abrasione**: è una morfologia pianeggiante che si origina in prossimità della costa per azione erosiva del moto ondoso sul substrato roccioso durante un periodo in cui il mare sommerge tratti di terra ferma. Come per i fori di litodomi anche il rinvenimento di piattaforme di abrasione ad una quota differente rispetto al livello del mare può testimoniare variazioni relative del livello del mare.



L'abitato di Pozzuoli è ricco di evidenze del fenomeno del bradisismo, un ulteriore esempio è fornito dall'attuale porto che presenta una serie di bitte per le navi ad un livello superiore rispetto a quello odierno (foto16).

Ma il più preciso e completo misuratore di questo fenomeno nell'area puteolana resta il Tempio di Se rapide (foto 17): i resti di questo antico mercato romano conservano gli ultimi 2000 anni di storia del bradisismo a Pozzuoli (vedi figura 9).

Proseguendo lungo la strada costiera che porta verso Arco Felice sulla sinistra si attraversa l'area in cui si trovano i cantieri navali di Pozzuoli e alcuni stabilimenti industriali in parte dismessi; sulla destra invece parallela alla strada corre una ripida parete, alta circa una quarantina di metri (foto 18): è la paleoflesia che borda il Terrazzo della Starza un terrazzo marino che si è formato in seguito ad una fase di sollevamento del fondo della caldera flegrea avvenuto circa 4.500 anni fa. La parte superiore del terrazzo è l'area su cui sorge la via Domiziana e gran parte dell'abitato di Pozzuoli; la paleoflesia espone l'alternanza di depositi marini e vulcanici che lo costituiscono, sebbene quasi tutti gli affioramenti non presentano una valida esposizione in quanto coperti dalle abitazioni che si trovano lungo questa strada.



**Terrazzo marino**: rappresenta una morfologia pianeggiante che si origina in seguito all'azione del moto ondoso sul fondo del

mare: in questo caso il mare può erodere il substrato che ne costituisce il fondo o depositare sedimenti provenienti dal

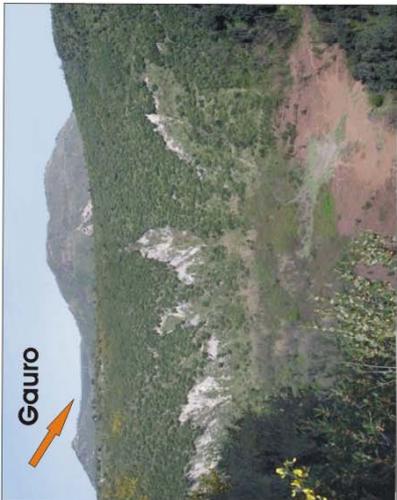
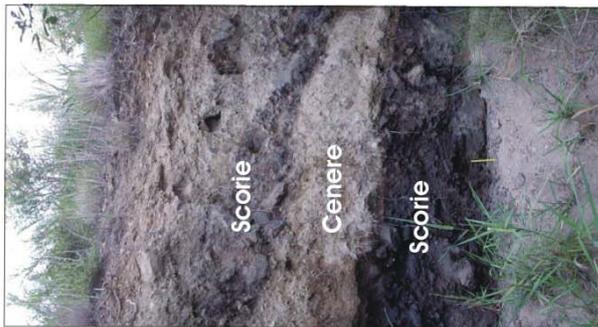


Le fumarole sono ormai caratterizzate da una debolissima attività.



Nell'Oasi Naturalistica la parete che espone i prodotti della 4° unità che poggiano su quelli della 2° unità; quest'ultima compone la quasi totalità dell'edificio vulcanico.

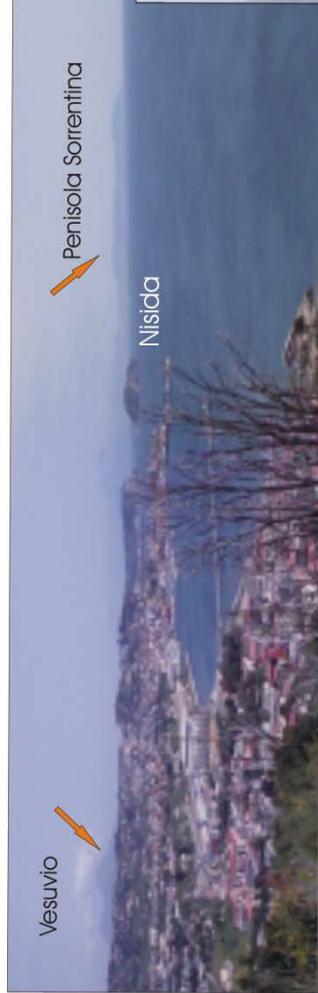
Prodotti della terza unità: due livelli di scorie tra cui si intercala un livello di cenere.



Il cratere visto da sud-ovest.



Il Monte Nuovo e il Lago Lucrino dal Monte delle Ginestre.



Vista panoramica verso est



Capri



Capo Miseno

Vista panoramica verso sud-ovest



Monte Epomeo

Figura 10: Il cratere, i panorami e i prodotti del Monte Nuovo.

mare o dalla terra ferma. I fondali così costituiti possono subire dei momenti di emersione dovuti o a variazioni del livello del mare (causate a loro volta da variazioni climatiche) o a per movimenti bruschi subiti dalla terraferma (per la formazione di dislocazioni dovute per esempio alla formazione di faglie). In questo modo sulla terra emersa rimangono esposte queste superfici pianeggianti che una volta costituivano il fondo del mare.

Superata la falesia della Starza e Arco Felice, una stradina che si imbecca sulla destra porta all'entrata dell'Oasi Naturalistica del Monte Nuovo. Questo piccolo rilievo sembra all'apparenza niente più che una piccola collinetta, con un'altezza che non supera i 130 m slm; si tratta in realtà di un classico cono di scorie che rappresenta l'ultimo e più piccolo evento eruttivo dei Campi Flegrei, sorto nel 1538 in seguito ad una settimana circa di attività vulcanica esplosiva (vedi figura 10).

**Cono di scorie**: è un apparato vulcanico monogenico che si forma in seguito ad attività vulcanica di tipo stromboliano, con **fontane di lava** (getti di magma che vengono emessi per effetto dell'alta pressione generata dai gas presenti nel condotto e a causa della quale possono raggiungere anche altezze rilevanti) e senza interazione con acqua esterna; sono caratterizzati da forma generalmente molto regolare in cui l'edificio vulcanico si accresce per caduta e accumulo di scorie intorno alla bocca eruttiva. Sono strutture che si possono trovare tipicamente all'interno dei campi vulcanici o possono costituire dei coni parassiti di strato-vulcani (vedi figura 3).

In realtà nel caso Monte Nuovo la stratigrafia dei depositi è caratterizzata da 4 unità: due testimonianti una fase di interazione con l'acqua e due di attività meno esplosiva. Infatti l'inizio dell'attività vulcanica è stata segnata da una fase freatomagmatica che ha prodotto limitati surge e flussi piroclastici e che successivamente è evoluta in attività stromboliana con emissione prevalentemente di scorie (figura 11). Nei pressi dell'accesso all'Oasi Naturalistica è possibile osservare una parete che espone la sovrapposizione dei prodotti piroclastici della quarta unità su quelli della seconda unità; proseguendo poi per i sentieri si sale sull'orlo del cratere da cui si gode un bellissimo panorama su tutto il golfo di Pozzuoli; un sentiero sulla sinistra porta alle fumarole, ormai quasi del tutto estinte.

Foto19



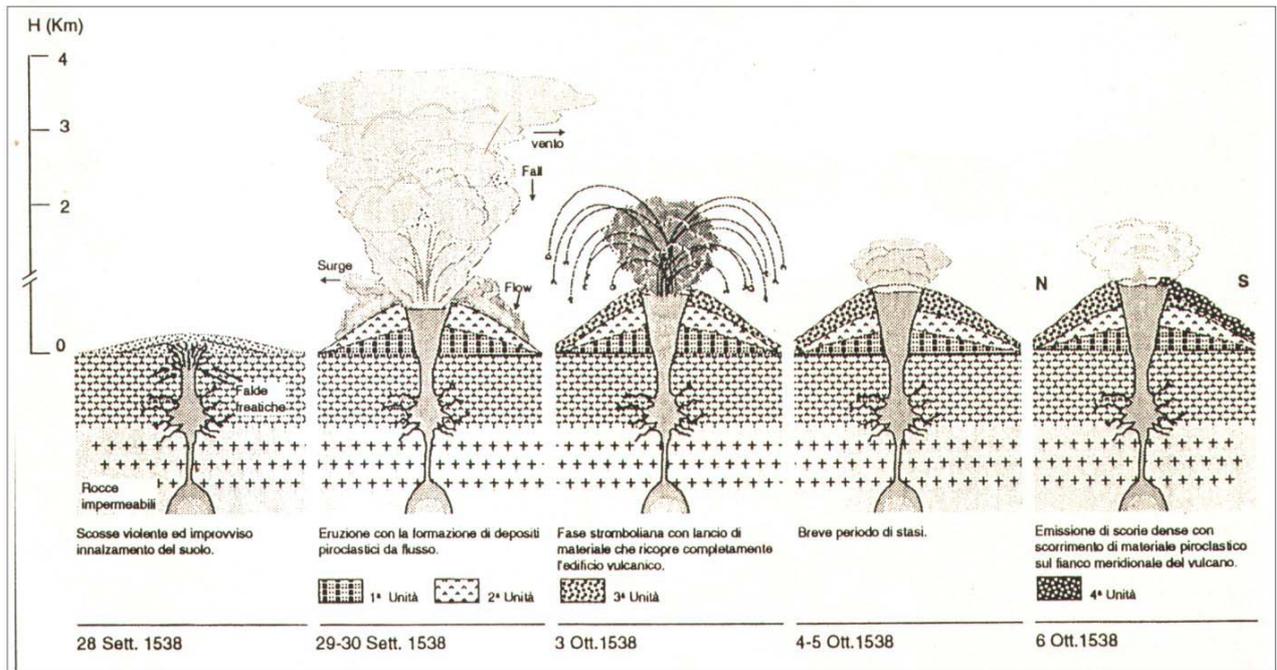


Figura 11: in alto sono riportate le fasi dell'attività eruttiva del Monte Nuovo: il 29 settembre si registrano rapidi e locali sollevamenti del suolo; segue la fase più esplosiva, idromagmatica, che dura circa 24 ore e determina la formazione di gran parte dell'edificio vulcanico; l'attività vulcanica evolve successivamente in una fase stromboliana caratterizzata da emissione di scorie, lapilli e ceneri emessi dalla bocca centrale; seguono alcuni giorni di riposo; l'ultima fase di attività è caratterizzata dall'emissione di un flusso scoriaceo che scivola lungo il fianco meridionale. Sulla destra sono invece illustrate le unità vulcaniche emesse durante il periodo eruttivo. (Figure tratte da Del Noce M., 2000).

<p><b>QUARTA UNITÀ</b>          estensione: 25mt.          unità stratoide formata da scorie nere. (dim.50-60 cm.)</p>	
<p><b>TERZA UNITÀ</b>          estensione: 2-3mt. ca.          unità costituita da tre livelli di cui due a tessitura isotropa costituiti prevalentemente da scorie nere e xenolitici lavici a spigoli vivi fra questi si inserisce un orizzonte cineritico, di colore chiaro a tessitura massiva</p>	
<p><b>SECONDA UNITÀ</b>          estensione: 120 mt. ca. unità stratoide formata da pomici scoriacee immerse in matrice grossolana, grosse pomici decimetriche</p>	
<p><b>PRIMA UNITÀ</b>          estensione: 7mt.          unità stratoide formata da pomici scoriacee poco vescicolate immerse in una matrice grossolana</p>	

**Fumarole:** fenomeni caratteristici che testimoniano vulcanismo attivo nell'area in cui si trovano e sono costituite da emissioni naturali di miscele di gas e vapore acqueo che fuoriescono dalla superficie terrestre attraverso fratture, spesso ad elevate temperature. La rapida variazione di pressione e temperatura che la miscela subisce nel momento della fuoriuscita determina la precipitazione e la cristallizzazione di sostanze minerali intorno al punto di emissione.

Ritornando sul percorso principale si può effettuare il giro dell'intero cratere; sul lato occidentale si apre una bellissima veduta sul fondo del cratere e sull'orlo orientale, da cui spuntano in secondo piano

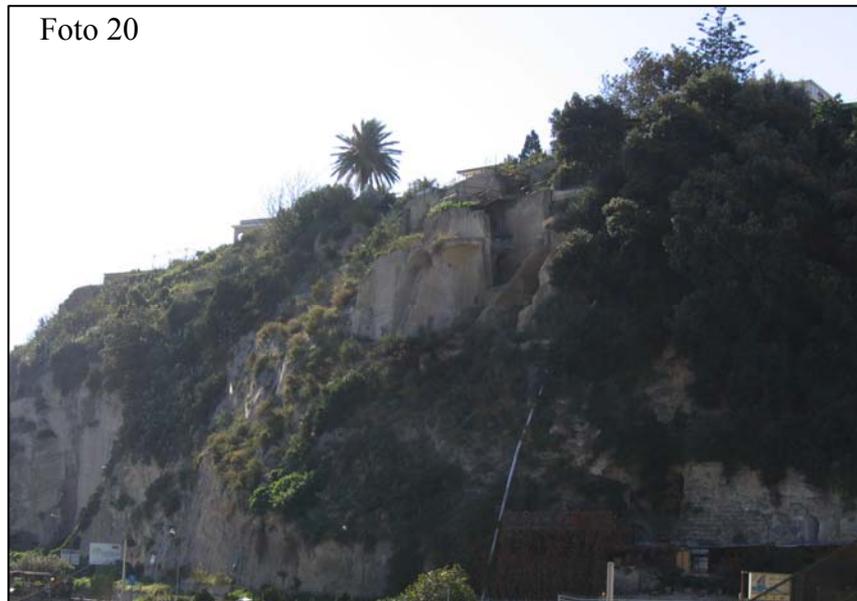


Foto 20

le vette del Monte Barbaro e del Monte Sant'Angelo, appartenenti al *Gauro*, uno dei più grandi coni di tufo giallo della prima epoca di attività vulcanica flegrea (figura 10); proseguendo il giro un piccolo sentiero sulla sinistra scende fino al lago dell'Averno; sul versante orientale si raggiunge il punto più alto del monte; qui imboccato un piccolo sentiero sulla sinistra si possono osservare i prodotti vulcanici della terza fase tipici di attività stromboliana (figura 10).

Terminata l'escursione all'Oasi del Monte Nuovo si prosegue verso il *Lago Lucrino*, una

piccola laguna costiera che ha assunto l'aspetto attuale solo in seguito all'eruzione del Monte Nuovo; una piccola passeggiata si può effettuare lungo il bordo del lago (foto 19). Siamo in un'area che ha un interesse storico molto elevato per Pozzuoli, in quanto solo poco tempo fa, in epoca romana, il mare si spingeva molto più internamente, entrando fino al lago d'Averno, e qui un tempo passava la *Via*

*Herculea*, di collegamento tra Baia e Pozzuoli; per ordine di Vipsanio Agrippa, nell'area immediatamente antistante, fu costruito il *Porto Giulio*, che giace ora sommerso per effetto del bradisismo nelle antistanti acque e che è visitabile con gite su prenotazione tramite un batiscafo a fondo trasparente.

Proseguiamo verso Baia: questo è il settore occidentale della caldera flegrea in cui si trovano i coni di tufo gialli tra i più antichi dell'attività vulcanica successiva i 12.000 anni.

Lungo la strada costiera che si sviluppa in direzione parallela al lago Lucrino, si incontra il promontorio di punta Epitaffio che espone i tufi gialli del cono vulcanico di Mofete (circa 11.000

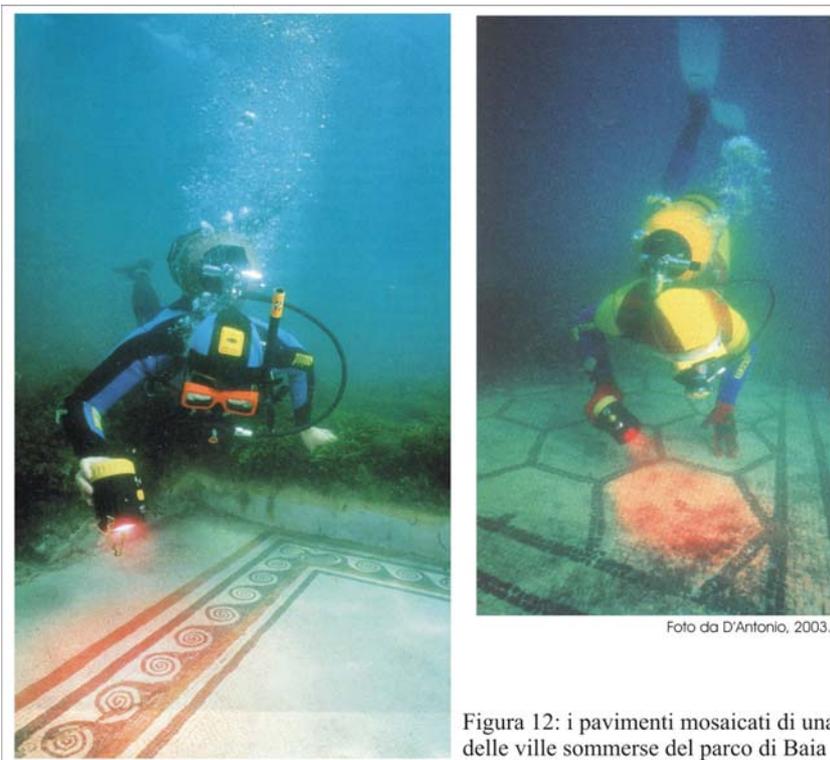
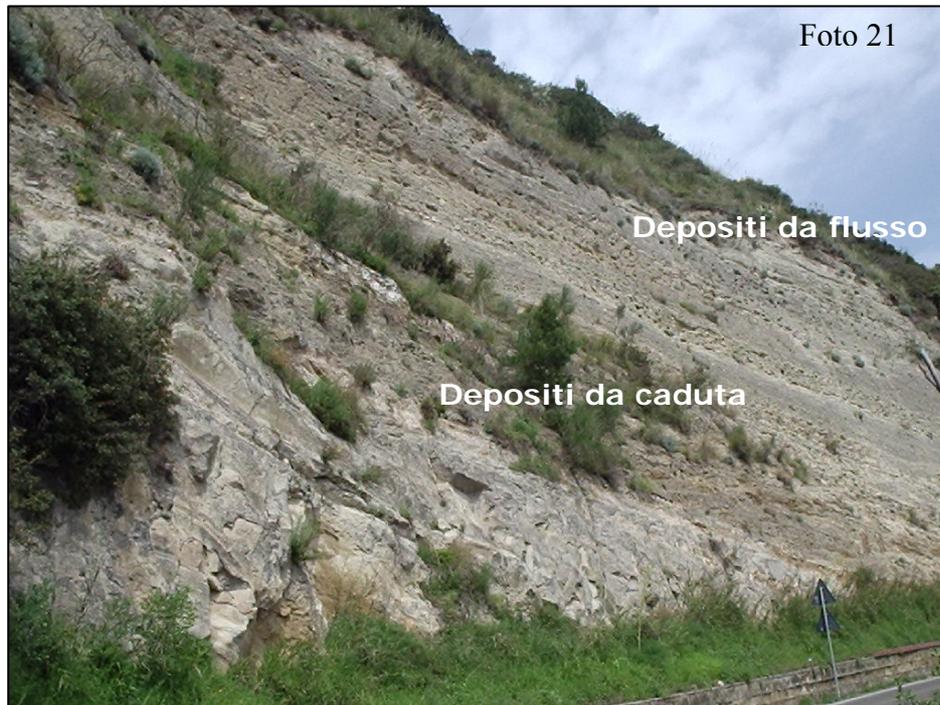


Figura 12: i pavimenti mosaicati di una delle ville sommerse del parco di Baia

anni); sospesi a mezza costa sulla collina sono visibili i sudatoi naturali scavati direttamente nel tufo

che rappresentano ciò che resta delle antiche *Stufe di Nerone* (foto 20), una delle evidenze più caratteristiche dell'antica attività termale che un tempo era molto rigogliosa lungo questo tratto di costa.

**Attività termale:** l'attività termale costituisce un'ulteriore evidenza diffusa in aree vulcaniche attive; il termalismo è legato alla circolazione di acqua di varia natura (di falda o di provenienza profonda) all'interno di rocce prossime ad una camera magmatica: questa circolazione determina il riscaldamento delle acque ed il loro arricchimento di minerali contenuti nelle rocce incassanti; proprio perché riscaldate le acque tendono poi a cercare una via di fuga verso l'esterno.



E' possibile ad un certo punto svoltare sulla destra e salire lungo le pendici del Monte delle Ginestre: di qui una veduta d'insieme del Lucrino, del Monte Nuovo, del Gauro e in secondo piano di Capo Posillipo (vedi figura 10 in vista dal Monte delle Ginestre).

Nell'area antistante il promontorio di Punta Epitaffio giacciono sommersi i resti di quella che doveva essere una

delle più lussuose e grandi ville dell'area, che doveva estendersi fino alla sommità della collina; gli archeologi ritengono che questa costruzione facesse parte del palazzo imperiale di Nerone. I ruderi sommersi appartengono oggi al *Parco sommerso di Baia*, che comprende gran parte delle rovine romane che per effetto del bradisismo sono ora sotto l'attuale livello del mare e sono visitabili tramite immersioni subacquee o con battelli a fondo trasparente (figura 12). Quest'area ha anche una parte continentale rappresentata dal Parco Archeologico di Baia, che costituisce la prosecuzione a terra dell'antico abitato omonimo. Nell'area archeologica è possibile visitare un imponente complesso termale appartenente probabilmente anch'esso alla dimora di Nerone; in epoca romana tutto questo tratto di costa era costellato di numerosissime ville residenziali che fecero di questa zona il luogo preferito di ozi e di villeggiatura della "elite" romana. Numerose sono ancora le evidenze del fenomeno del bradisismo: sono un esempio il tempio di Mercurio nel parco archeologico in parte sommerso e il Tempio di Venere, che si trova oggi interrato nella banchina del porto per circa 3 m e reca evidenti tracce di erosione marina.

Sulla strada principale, subito dopo l'antico impianto termale si sale sulla destra, lungo il versante del rilievo di Mofete e si osservano in parete i depositi piroclastici che testimoniano l'eruzione del vulcano di Mofete e i depositi dei Fondi di Baia (foto 21), che mettono a confronto due tipologie di prodotti vulcanici differenti: i depositi da caduta e i depositi da flusso e che insieme costituiscono l'*Affioramento di Mofete*.

**Deposit**o da caduta: sono quei depositi che in seguito ad una eruzione esplosiva ricadono al suolo dalla nube eruttiva; hanno la caratteristica di mantellare in maniera omogenea i rilievi su cui si depositano. I piroclasti sono a spigoli vivi e subiscono una selezione naturale ad opera degli agenti di trasporto (classazione) per cui generalmente i materiali più grossolani si depositano nelle immediate vicinanze del centro eruttivo e quelli più sottili, che si mantengono maggiormente

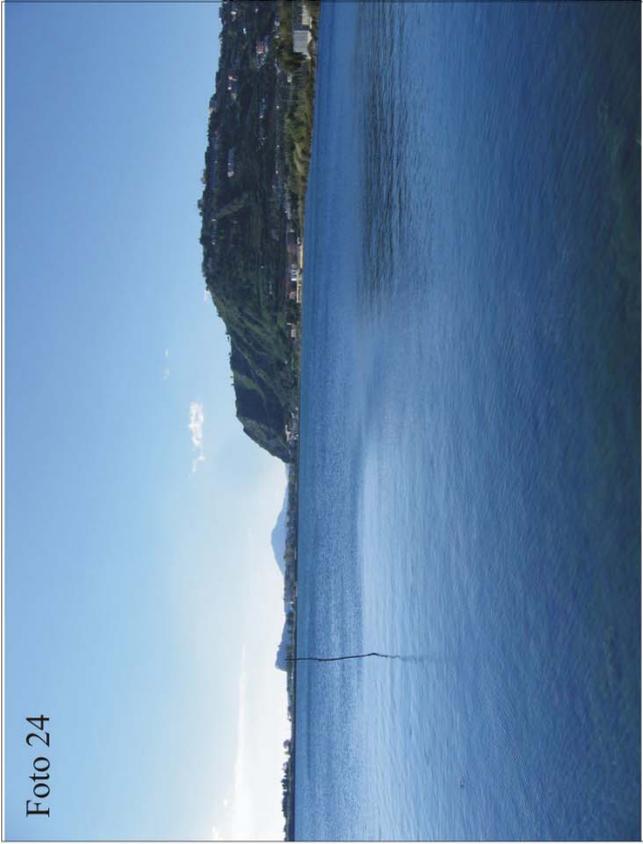


Foto 24

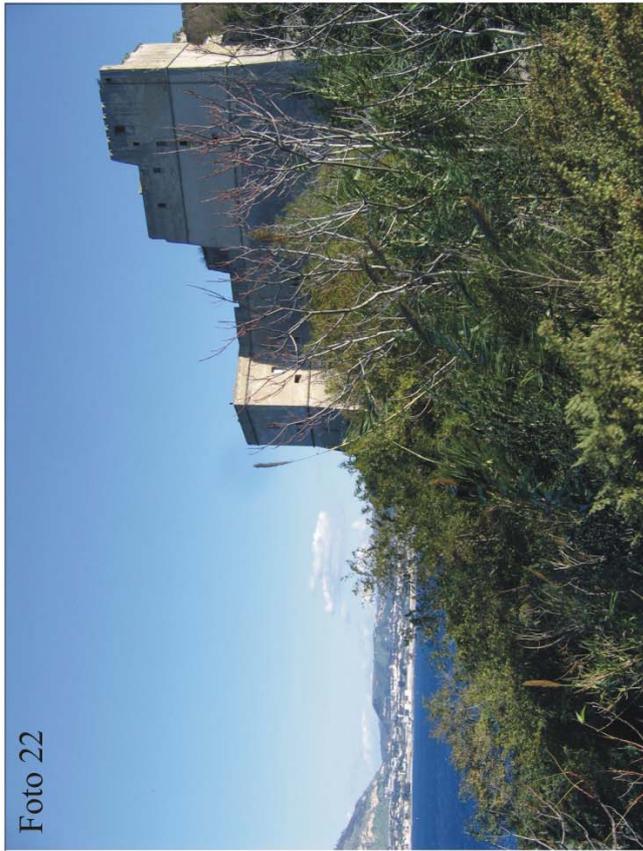


Foto 22

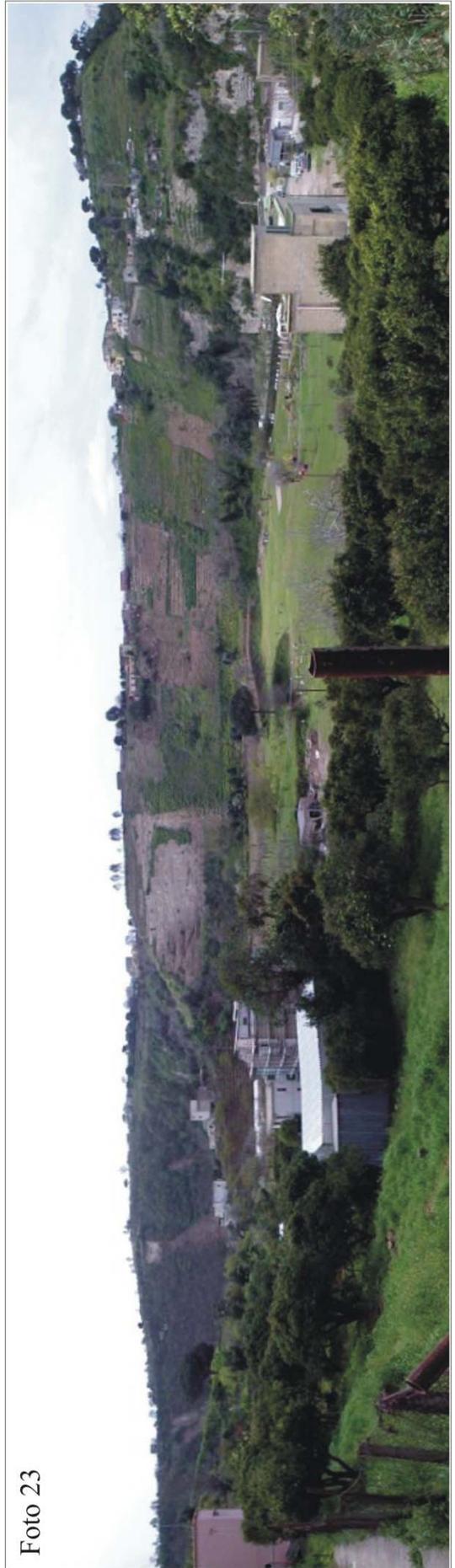


Foto 23

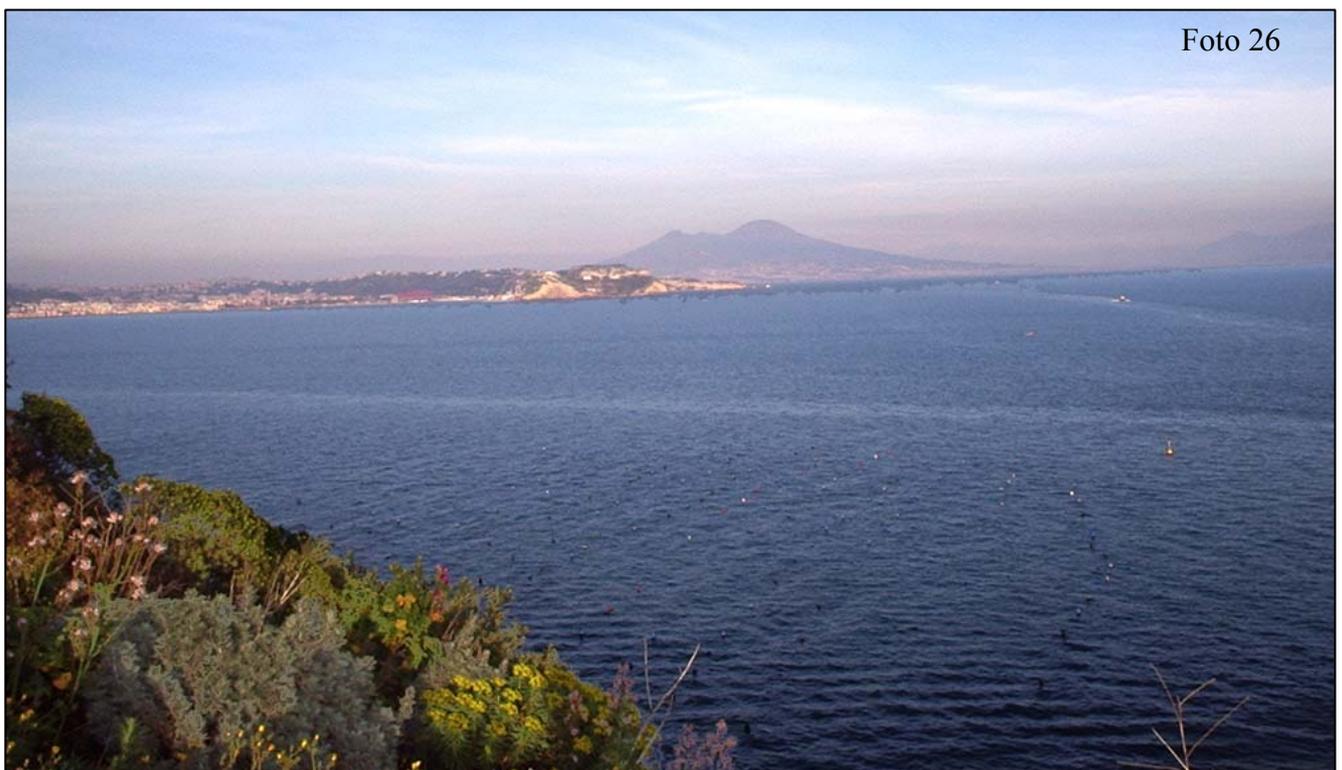
in sospensione, possono essere trasportati più lontano. Nei depositi si possono dunque notare delle gradazioni verticali che si dicono normali quando i materiali più sottili si trovano nella parte alta e inversi quando si trovano nella parte bassa del deposito (vedi figura 3).

**Depositi da flusso**: sono piroclastiti prodotte da eruzioni esplosive e che si depositano da un flusso piroclastico o da un surge; hanno la caratteristica di scorrere sul substrato su cui si depositano e per questo tendono ad accumularsi nelle valli e ad assottigliarsi lungo i pendii; in alcuni casi i surge hanno l'energia necessaria anche per valicare barriere morfologiche. I depositi sono caratterizzati da particelle arrotondate all'interno di una matrice di fondo molto fine che può contenere anche elementi di maggiori dimensioni. I depositi da flusso piroclastico generalmente hanno un aspetto massivo, mentre quelli da surge sono finemente stratificati e costituiti prevalentemente da particelle fini (vedi figura tre).



Domina l'attuale paesaggio il castello aragonese di Baia (foto 22), che sorge sullo sperone di tufo giallo del vulcano di Baia, un cono di tufo ormai completamente smantellato dall'erosione del mare, con un età di circa 11.000 anni. Subito prima di raggiungere l'entrata del Castello sulla destra una piccola stradina conduce all'interno dei crateri dei *Fondi di Baia*, due coni di tufo che sono sorti quasi simultaneamente 8.600 anni fa circa e hanno generato una particolarissima morfologia ad otto (foto 23); il lato da cui si accede lungo la strada costituisce un'antica paleofalesia che ha in parte tagliato il bordo settentrionale dell'edificio vulcanico. Per osservare il cratere meridionale bisogna invece continuare a salire per la stradina che porta all'*Affioramento di Mofete*, e che prosegue dritta parallela alla costa fino a raggiungere la parte alta del cratere settentrionale dei *Fondi di Baia*.

Si riprende la strada litoranea e si prosegue verso la zona di Miseno; ad un certo punto si giunge nei pressi del *Lago Miseno*, una laguna costiera incastrata tra gli edifici vulcanici e un tombolo di sabbia



che lo delimita a sud; un percorso lungo il lago permette una piacevole e tranquilla passeggiata (foto 24); una piccola diga lo separa dalla vicina baia di Porto Miseno; i due bacini d'acqua fecero parte in epoca romana imperiale del *Portus Miseni*, costruito in sostituzione al Porto Giulio. La Baia di Porto Miseno (foto 25) ha una caratteristica pianta semicircolare e rappresenta un particolare esempio di morfologia costiera in ambiente vulcanico: è infatti una baia che sorge all'interno dell'anello di tufo del vulcano omonimo formatosi circa 10.000 anni; l'azione erosiva del mare ha infatti smantellato il lato maggiormente esposto al moto ondoso e si è insinuato nel cratere.

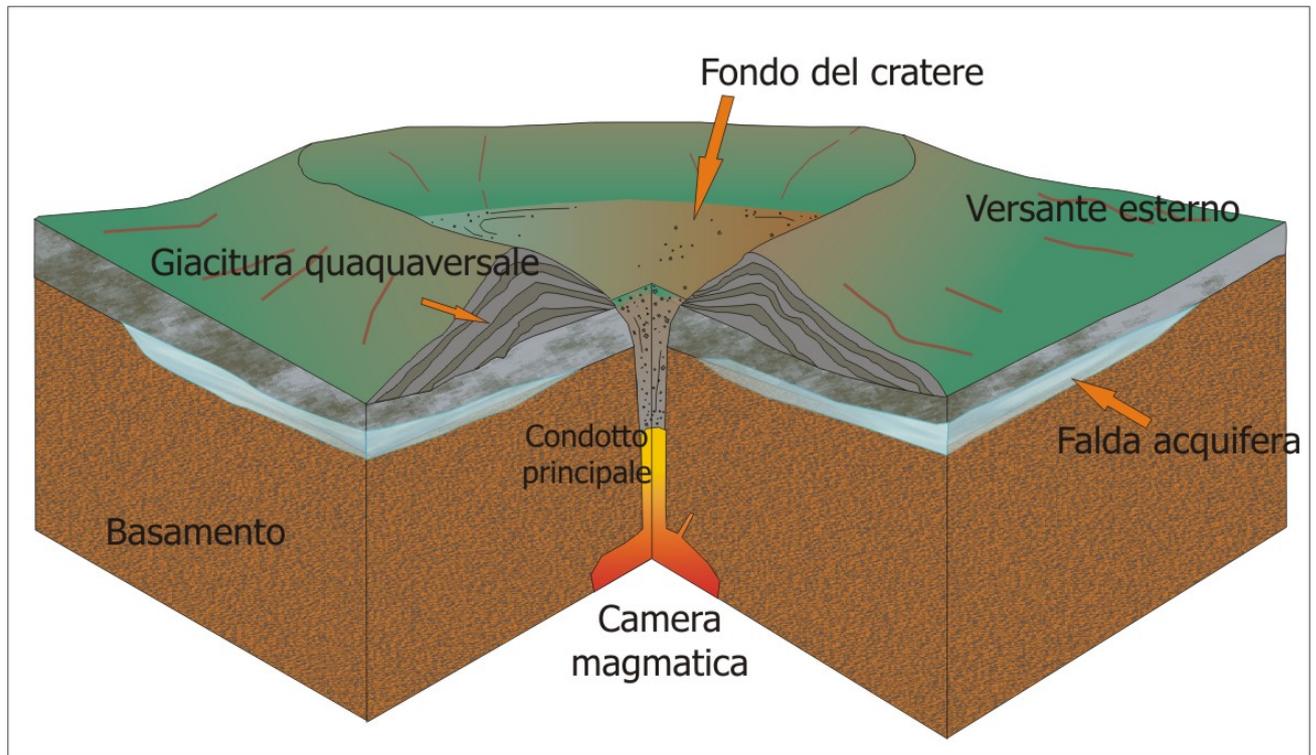


Figura 13: uno schema semplificato di un anello di tufo.

**Anello di tufo:** sono delle strutture vulcaniche monogeniche a geometria anulare, cioè bassa e circolare, che si formano in seguito ad eruzioni esplosive freatiche o freatomagmatiche (l'interazione con l'acqua è leggermente minore rispetto a quella che genera i coni) per deposizioni intorno al punto di emissione di strati piroclastici da surge e da caduta; i prodotti si dispongono secondo la caratteristica giacitura quaquaversale che in questo caso è caratterizzata da basso grado di immersione (figura 13).



Si prosegue dalla spiaggia del Miliscola verso Capo Miseno, la punta che chiude ad ovest il golfo di Pozzuoli. Questo promontorio rappresenta un cono di tufo giallo, anch'esso antico almeno 10.000 anni. Arrivati in prossimità del centro abitato si prosegue verso il capo; prima di imboccare la galleria che porta allo spiazzale antistante il

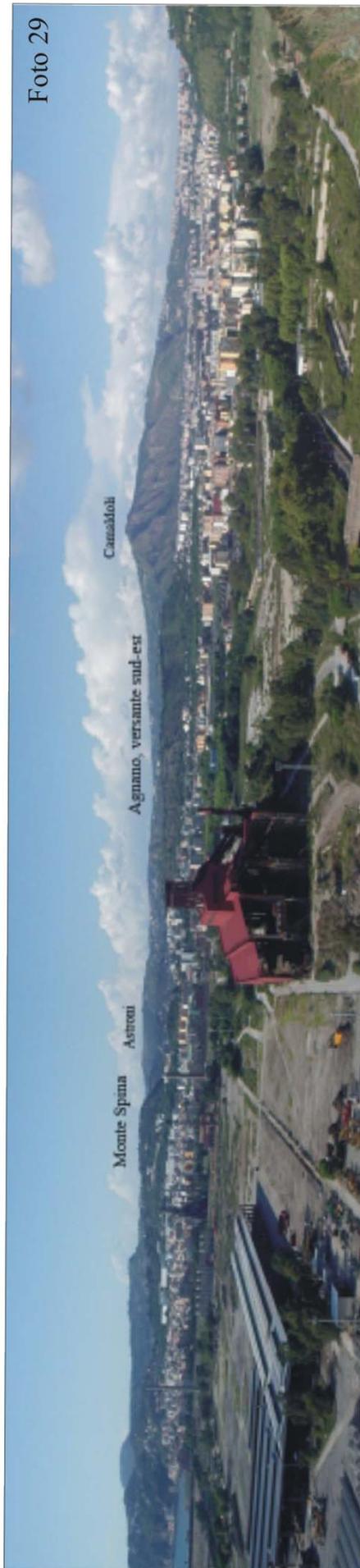
Foto 28



Lago Miseno

Mt. di Procida

Foto 29



Casamoli

Agnano, versante sud-est

Monte Spina  
Astreni

faro, la strada che percorriamo offre un suggestivo panorama sul golfo di Pozzuoli e permette di vedere dall'alto in primo piano parte della baia di Porto Miseno, Punta Pennata (foto 25) e in secondo piano il Monte Nuovo e il Gauro; superata la galleria ci troviamo all'interno del cratere di Capo Miseno: da qui ancora una suggestiva veduta sul Vesuvio e Posillipo (foto 26). E' possibile risalire attraverso un sentiero sull'orlo più alto del promontorio da cui si gode di nuovi punti di vista panoramici: sul faro con sfondo Capri (foto 27) e più in alto si giunge al *Belvedere su Lago Miseno*, da cui si può osservare dall'alto il lago, in secondo piano il promontorio di Monte di Procida, che rappresenta il limite di una caldera di cui si parlerà nell'itinerario 2°, il versante meridionale del vulcano di Bellavista (foto 28) e in lontananza il promontorio di Cuma.

### 6.5.2 2° ITINERARIO: “Sull’orlo della caldera”

Questo itinerario si muove attraverso le evidenze vulcaniche più interne del territorio flegreo e che percorrono l'orlo della caldera; i siti che si visitano si trovano spesso in luoghi della periferia napoletana e versano in alcuni casi in uno stato di abbandono o si trovano in proprietà private, situate perlopiù in aree di campagna, spesso in un contesto che depaupera fortemente il loro valore geologico; sono quindi percorsi che si sviluppano in un'area che deve essere “preparata” e predisposta alla fruizione turistica dei beni ambientali.

Si parte ancora una volta da Mergellina e si imbecca Via Posillipo: panoramica sul Vesuvio, Penisola Sorrentina e Capri. Proseguendo lungo questa si arriva al bivio che sulla sinistra scende a Marechiaro e sulla destra porta a Via Manzoni; si imbecca quest'ultima che rappresenta una delle numerose panoramiche vie di Napoli che qui percorre la parte alta della collina di Posillipo, il bordo del *Costone di Bagnoli-Fuorigrotta*, una delle poche e palesi evidenze presenti sul territorio flegreo della caldera attribuita all'eruzione del Tufo Giallo Napoletano; lungo il percorso in alcuni punti si aprono scorci panoramici sul settore centro orientale della caldera flegrea (foto 29) *depressione di Bagnoli-Fuorigrotta*, la conca di Agnano, gli *Astroni* e la collina dei Camaldoli. La depressione di Bagnoli-Fuorigrotta è costituita da una zona pianeggiante, che aggrada, con una lieve pendenza, verso mare e la sua origine è sia vulcanica che marina; la conca di Agnano rappresenta invece “una caldera nella caldera flegrea”, ha circa 4.100 anni di età e si è formata in seguito ad una potente eruzione freatomagmatica che ha interessato questo settore flegreo e ha causato il collasso vulcano tettonico; gli *Astroni* rappresentano invece un tuff-ring che si è formato sul lato nord-occidentale della conca di Agnano, subito dopo la sua formazione, circa 3.800 anni fa; la collina dei Camaldoli rappresenta invece la vetta dei Campi Flegrei, il punto più alto di tutta l'area, circa 435 m slm.

**Depressione di Bagnoli-Fuorigrotta**: rappresenta una parte del fondo della caldera del Tufo Giallo Napoletano, che in questo punto si trova a oltre 80 m di profondità; lo sprofondamento dell'area ha favorito l'**ingressione** del mare (sommersione da parte del mare di tratti di terraferma) e la deposizione sul fondo della caldera di una successione sedimentaria, sia marina che vulcanica; l'area è rimasta per lungo tempo invasa dal mare, costituendo un piccolo golfo più



interno; la sua emersione definitiva è avvenuta circa 3.700 anni fa, per l'aggradazione che ha subito in seguito agli apporti di prodotti vulcanici provenienti dai centri vulcanici attivi nell'area circostante (ad esempio gli Astroni), e costituisce morfologicamente il terrazzo marino di Bagnoli-Fuorigrotta.



Foto 31

Ad un certo punto di Via Manzoni si giunge all'incrocio con via Caravaggio e si prende quest'ultima svoltando sulla sinistra: ancora una volta siamo in un percorso cittadino ma panoramico; la strada scende infatti lungo il bordo orientale della depressione di Bagnoli-Fuorigrotta e alcuni scorci di panorama giungono fino al mare; da qui si procede fino alla piana di Soccavo, prendendo Via Giustiniano e superata Via Epomeo, sulla sinistra, si imbecca una stradina che porta alla Valle del Verdolino: si passa, quasi immediatamente, da un percorso prettamente urbano ad un area periferica di campagna lontana dalla confusione della città. Entrando nel vallone sono presenti e visibili, soprattutto lungo il fianco destro, imponenti spessori di Tufo Giallo Napoletano (foto 30) che in vari punti presentano sgrottamenti artificiali con un caratteristico profilo trapezoidale, tra questi la Cava Miraglia (foto 31) si tratta di antiche cave di estrazione del

Tufo Giallo Napoletano, la cui tipologia è molto diffusa in tutta l'area napoletana.

Più avanti, seguendo il sentiero, sul fianco opposto della valle, nascosta dalla vegetazione, Foto 32 <sup>i</sup>  
Piperno, (foto 32) una delle più antiche presenti nell'area e che rappresenta uno dei <sup>i</sup>  
rimasti di un'attività estrattiva che si svolgeva in passato solo ai piedi della collina dei Camaldoli.

**Cave di estrazione:** nel territorio napoletano da sempre è molto diffusa l'attività estrattiva delle rocce tufacee, utilizzate come materiale da costruzione, soprattutto del Tufo Giallo Napoletano e dell'Ignimbrite Campana (in particolare del Piperno). Queste rocce sono largamente ed abbondantemente diffuse in tutta l'area e il loro utilizzo è visibile in gran parte degli edifici del centro storico di Napoli.



Foto 32

L'utilizzo del Tufo Giallo Napoletano si è diffuso fin dai primi insediamenti campani, che risalgono a circa 5.000 anni prima di Cristo; si è poi notevolmente intensificato con l'arrivo dei greci nel IX sec.a.C i quali iniziarono l'estrazione soprattutto lungo la costa napoletana. La pratica estrattiva, che prosegue tuttora in minore misura, era effettuata anche per realizzare ripari sicuri, luoghi di culto, gallerie, acquedotti; contemporaneamente il materiale scavato veniva utilizzato per la realizzazione di svariate opere, dai muri di cinta ai grandi castelli. Il largo uso di questo materiale è legato alle sue eccezionali caratteristiche che hanno contribuito a conferirgli la fama di materiale da costruzione per eccellenza: infatti pur essendo tenero, il tufo giallo è considerato una roccia lapidea che può essere estratta e lavorata con facilità; inoltre possiede buone qualità sia fisiche che meccaniche e ottime proprietà di isolamento sia termico che acustico, dovuto alla elevata presenza di micropori nella struttura della roccia. La coltivazione in cave di questo materiale avveniva attraverso la realizzazione di gallerie, localizzate dove le caratteristiche del tufo risultavano migliori, con sezioni di vario tipo: la più sicura ed antica presenta una forma trapezoidale, con pareti

verticali molto inclinate e la volta piana; altri tipi di sezione sono ellittiche o a campana e venivano realizzate per una maggiore celerità di estrazione ma con minori garanzie di sicurezza.

L'estrazione del Piperno è invece una pratica che è iniziata intorno al diciassettesimo secolo e si è protratta fino alla prima metà del novecento. Questa roccia, dopo il tufo giallo, rappresenta la pietra lapidea maggiormente utilizzata nell'architettura storica della città di Napoli: molto caratteristiche sono infatti le sue proprietà ornamentali dovute alla presenza delle "fiamme" presenti all'interno della struttura della roccia (foto 33). Il Piperno flegreo costituisce infatti un deposito da flusso piroclastico saldato, formato da ceneri fortemente cementate, in cui talvolta i frammenti vetrosi e le

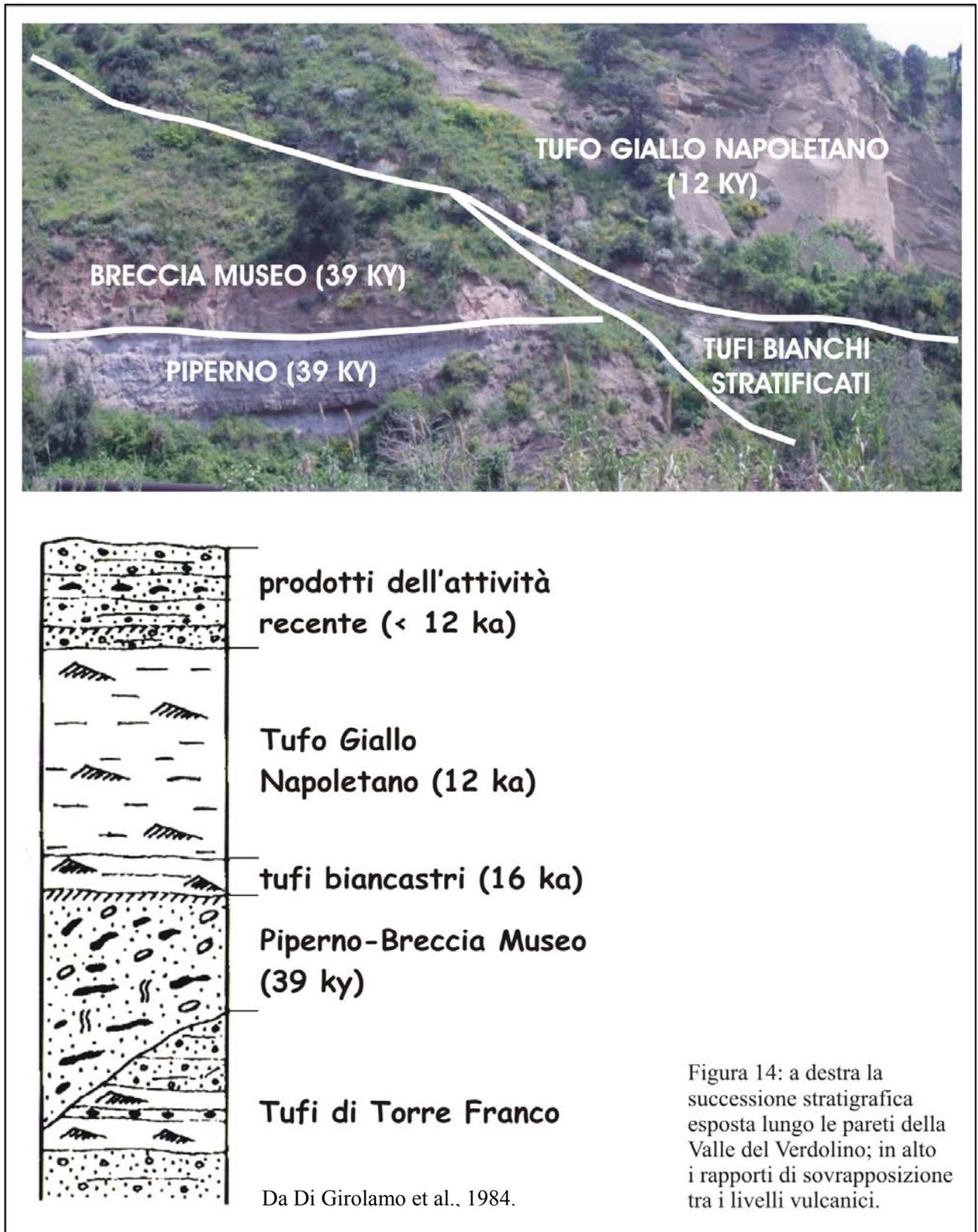
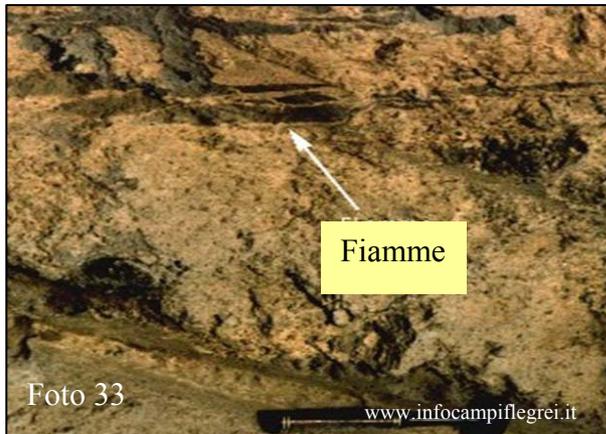


Figura 14: a destra la successione stratigrafica esposta lungo le pareti della Valle del Verdolino; in alto i rapporti di sovrapposizione tra i livelli vulcanici.

pomici presenti si sono deformate, e isorientate, schiacciandosi sotto il peso e la spinta del flusso piroclastico, formando le caratteristiche “fiamme”; queste ultime in genere si dispongono in posizione parallela alla superficie del deposito e testimoniano dunque la direzione del flusso piroclastico. La parte che veniva coltivata nelle cave di Piperno riguardava soprattutto i livelli di roccia maggiormente litificati e saldati attraverso la realizzazione di complessi reticoli di gallerie che venivano realizzate per seguire i vari livelli di piperno.



Dalla Cava di Piperno, guardando la parete opposta del vallone è visibile una interessante successione di depositi vulcanici che raccontano la storia dell'area flegrea prima di 12.000 anni fa (figura 14): dal basso verso l'alto i depositi piroclastici noti come tufi di Torre Franco, i depositi del Piperno-Breccia Museo e superiormente, in discordanza angolare, i Tufi Biancastri e il Tufo Giallo Napoletano, il cui spessore va aumentando nel fondovalle. I depositi del Piperno-Breccia Museo sono i prodotti attribuiti ad una eruzione avvenuta circa 39.000 anni fa, nota come eruzione dell'Ignimbrite Campana; in particolare i due depositi rappresentano

rispettivamente un deposito di flusso ignimbrítico saldato e un deposito di breccia piroclastica associata. All'eruzione dell'Ignimbrite Campana viene attribuita una prima fase di formazione della caldera flegrea; l'origine di questo vallone è legata invece alla profonda erosione torrentizia che ha subito l'orlo nord-orientale della caldera in questo punto e che ha permesso anche l'affioramento dei depositi più antichi successivamente coperti dal Tufo Giallo Napoletano.

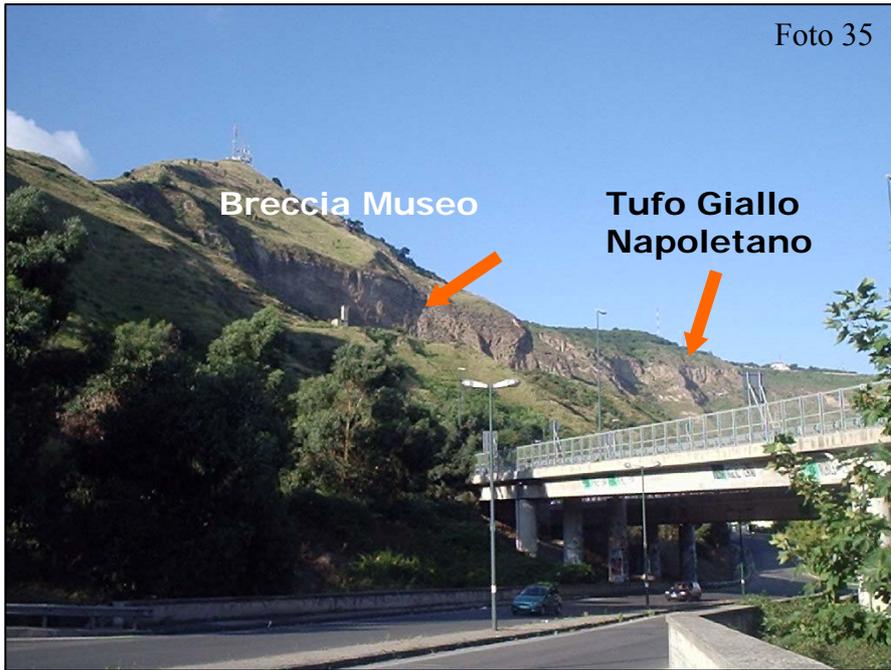
**Discordanza angolare**: un deposito stratificato poggia in discordanza angolare su un altro quando gli strati che li costituiscono non sono paralleli tra loro: ciò testimonia, nel caso di formazioni vulcaniche, sia due eventi vulcanici differenti che provengono da differenti direzioni, sia l'esistenza, tra un deposito e l'altro, di un evento deformativo del suolo che ha variato l'originaria inclinazione degli strati

**Ignimbrite Campana**: considerata come una delle più grandi eruzioni avvenute circa 39.000 anni fa nell'area flegrea e la più potente avvenuta nell'area del Mediterraneo negli ultimi 200.000 anni. Durante l'eruzione sono stati emessi circa 150 km<sup>3</sup> di materiali piroclastici che hanno ricoperto un'area che comprende buona parte della regione Campania e dell'Appennino Meridionale. La risalita del magma, di composizione trachitica, sarebbe avvenuto lungo fratture preesistenti e la sua rapida emissione avrebbe portato al collasso del tetto della camera magmatica e alla formazione di una caldera centrata nell'attuale area flegrea e nel Golfo di Pozzuoli. L'eruzione deve dunque essere stata sicuramente violentissima e pare che sia iniziata con una fase freatomagmatica evoluta successivamente in una fase pliniana che si stima abbia generato una colonna eruttiva di 44 km di altezza e da cui si sono generati imponenti flussi piroclastici e depositi da caduta (la frazione più sottili di questi ultimi ha viaggiato a lungo trasportata dai venti stratosferici, tanto da arrivare fino in Groenlandia). I depositi da caduta sono anche noti con il nome di Tufo Grigio Campano. Attualmente i limiti della caldera che si è formata con questa eruzione sono sepolti al di sotto della imponente coltre di Tufo Giallo Napoletano e la loro espressione morfologica in superficie viene identificata con i rilievi dei Camaldoli, i rilievi di San Severino, il promontorio di Cuma e il promontorio di Monte di Procida. Il rinvenimento dei depositi dell'Ignimbrite Campana lungo il bordo di questa caldera viene considerata come una delle prove che la fanno attribuire a questo evento vulcanico.

**Deposito di flusso ignimbrítico**: con il termine di ignimbrite si intende un deposito di un flusso piroclastico, saldato o non saldato, di grandi dimensioni e composto prevalentemente da cenere o pomici.

**Deposito di breccia piroclastica o litica**: sono depositi che si possono trovare in prossimità dei crateri oppure possono essere associati ai flussi ignimbríticos; nel primo caso si formano per la presenza di frane dell'edificio vulcanico che si generano durante l'eruzione; nel secondo caso costituiscono la parte del flusso ignimbrítico che è formata da clasti troppo pesanti che non possono essere trasportati a lungo: indicano dunque un deposito prossimale al punto di emissione del flusso ignimbrítico. I depositi di breccia piroclastica sono la maggior parte delle volte associati a depositi di flusso ignimbrítico e possono trovarsi alla sua base o nella sua parte alta; nel primo caso i clasti più grandi che si separano dal corpo di flusso si concentrano per il loro peso alla sua base; nel secondo caso l'alta concentrazione dei materiali fini che

sostengono e costituiscono la corrente piroclastica appena formata è tale da riuscire a sorreggere i clasti più grossolani che costituiranno la breccia.

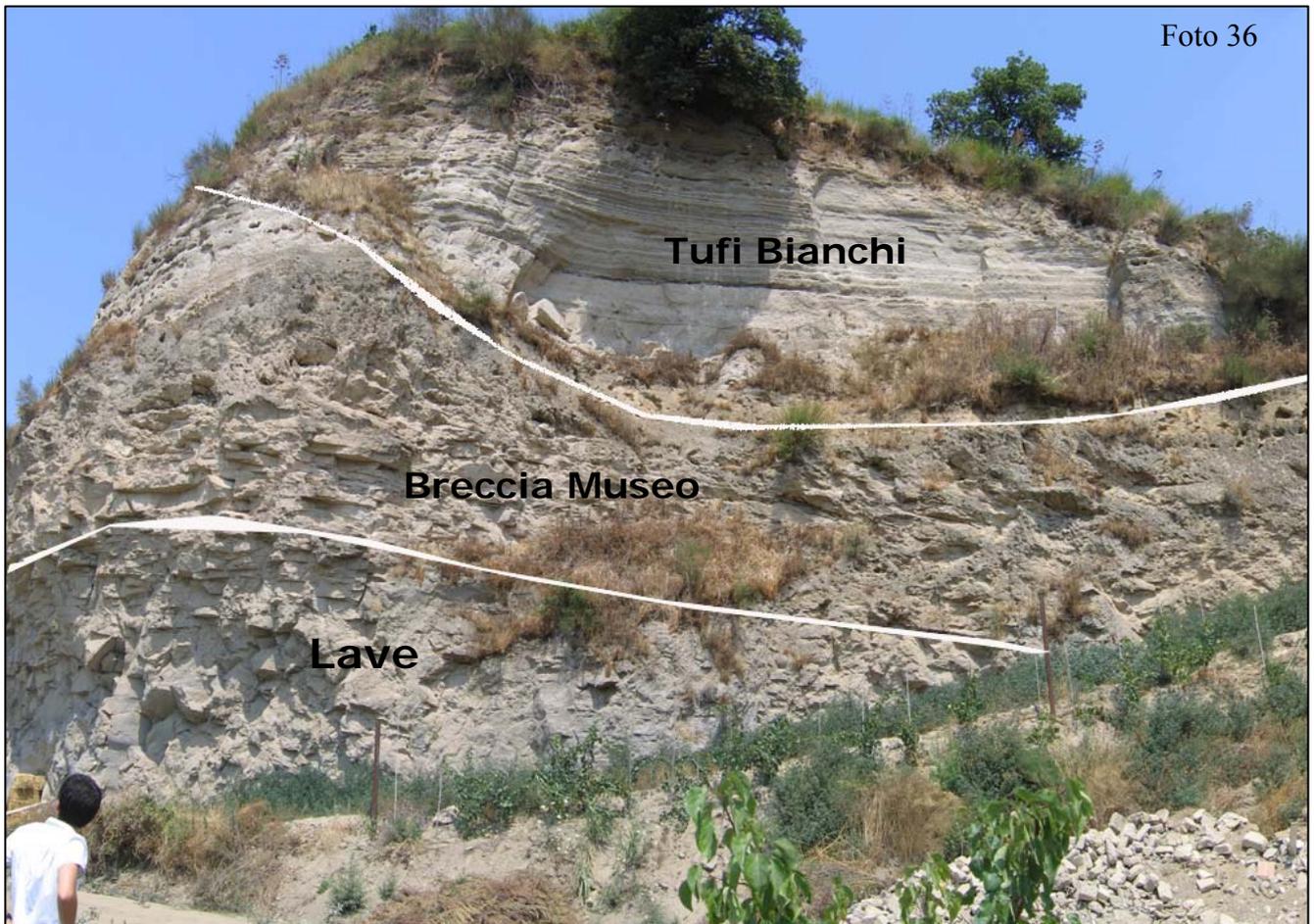


Lungo il vallone si sviluppa un sentiero che sale fino all'eremo dei Camaldoli e che anticamente costituiva un percorso di collegamento con quest'ultimo; attualmente questo sentiero non è praticabile in quanto ostruito da abitazioni locali.

Per raggiungere la "vetta" dei Campi Flegrei, il *Belvedere dei Camaldoli*, è necessario, una volta ritornati sulla strada principale, Via Epomeo, prendere Via Pigna, che sale lungo il rilievo e giunge fino a Via dell'Eremo, il viale d'accesso all'eremo dei Camaldoli in cui si trova il

belvedere. Questo sito si trova nel punto più alto dell'orlo della caldera flegrea e costituisce il punto panoramico con una delle vedute più spettacolari (foto 34); da sinistra verso destra sono chiaramente visibili: il Vesuvio, la Penisola Sorrentina e Capri, la dorsale di Posillipo, Nisida, la Conca di Agnano, gli Astroni, il Gauro, Capo Miseno, Monte di Procida e Monte Epomeo dell'isola d'Ischia.

Terminata la visita all'eremo si ritorna sulla strada dell'andata e si scende a Via Epomeo, percorrendola in direzione di Pianura. Qui, lungo la strada si vedono ancora affioramenti della Breccia



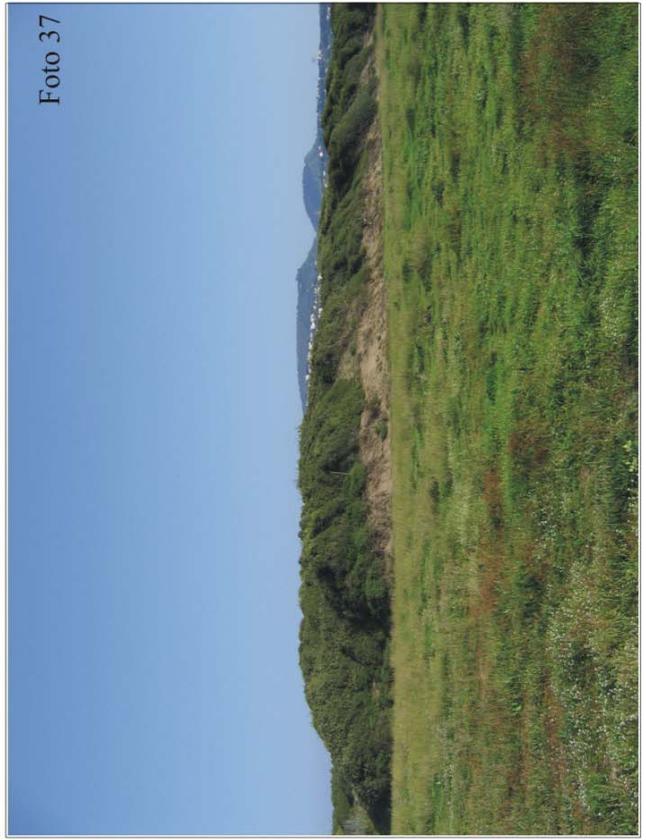
Museo e del Tufo Giallo (foto 35) in cui è tagliato il bordo interno dell'orlo della caldera. La strada prosegue rettilinea fino a Via Campana, all'incrocio con la quale, svoltando sulla destra si prosegue verso la grande piana di Quarto, una periferia urbana della provincia di Napoli dalla discutibile amenità. Ad un certo punto di Via Campana si imbecca sulla destra una traversa che porta in località Marmolite, in cui si trova il particolarissimo promontorio di *Punta Marmolite*, lungo il quale affiorano i prodotti più antichi dell'Ignimbrite Campana, costituiti da un duomo di lava, su cui poggiano i depositi della Breccia Museo e dei tufi bianchi stratificati (foto 36); questo promontorio costituisce inoltre uno dei punti alla base del quale viene fatto passare il limite settentrionale della caldera attribuita all'eruzione dell'Ignimbrite Campana.

Riprendendo poi di nuovo Via Campana, quasi sul lato opposto alla traversa che porta in località Marmolite, si prende una strada che porta ad una *Cava di tufo* attiva. E' possibile osservare dall'esterno della cava l'enorme spessore che il Tufo Giallo Napoletano assume in questo punto (figura 15) e la particolare modalità di estrazione direttamente a piccoli blocchi; la cosa più spettacolare è che lungo la parete opposta il tufo si trova ad una quota molto più elevata e l'attività estrattiva ha messo in evidenza la stratigrafia di quest'area molto simile a quella osservata a Punta



Marmolite e che qui presenta chiaramente i rapporti geometrici tra i depositi: dal basso le lave su cui poggia la Breccia Museo, in discordanza angolare tufi bianchi stratificati e il Tufo Giallo Napoletano (figura 15).

Dopo la visita alla cava si riprende Via Campana e si prosegue in direzione di Cuma. Una volta lasciata la piana di Quarto si percorre la strada che costeggia, sulla destra, il promontorio di San Severino, sul quale si aprono numerosissime cave di tufo giallo, la maggior parte delle quali ormai in disuso; sulla sinistra invece il rilievo di Monte Ruscello, le cui pendici che degradano verso Licola e Cuma sono note con il toponimo "*coste di Cuma*". Il Monte Ruscello rappresenta un anello di tufo attribuito alla prima fase di attività post Tufo Giallo Napoletano; attualmente è un area molto antropizzata: la sua urbanizzazione ha avuto inizio negli anni sessanta con la costruzione di un parco,



che successivamente ha dato origine ad una vasta opera di speculazione edilizia privata; durante gli inizi degli anni ottanta con la crisi bradisismica è stato qui costruito un enorme quartiere che ha ospitato gli sfollati del Rione Terra di Pozzuoli. Superato Monte Ruscello inizia il tratto costiero a nord di Cuma, che è caratterizzato dalla presenza di due sistemi di dune costiere che si sviluppano parallelamente alla costa; il più interno dei due risulta attualmente stabilizzato da fitta vegetazione; alle sue spalle un'area retrodunare acquitrinosa, che è stata bonificata nel corso del diciannovesimo secolo e che costituiva l'antica Laguna di Licola: se non fosse per l'alto stato di degrado in cui versa tutto questo tratto di costa potremmo pensare di trovarci su uno dei litorali sabbiosi più belli d'Italia (foto 37)!

**Dune costiere**: lungo i litorali bassi è caratteristica la formazioni di dune sabbiose che costituiscono il recapito di sedimenti trasportati dal mare o dal vento. Le dune più prossime alla costa subiscono continua evoluzione e cambiamenti soprattutto ad opera del vento; le dune più interne sono generalmente quelle più antiche e ormai inattive, sulle quali attecchisce, alle nostre latitudini, la tipica vegetazione arbustiva di Macchia Mediterranea. Può capitare che la formazione di dune sabbiose possa isolare completamente bacini d'acqua, generando laghi o lagune costiere.

Si giunge ad un certo punto all'entrata degli scavi di Cuma, dei quali si consiglia la visita per l'elevato valore archeologico. I resti archeologici sorgono sul Promontorio di Cuma, un singolare alto morfologico che si erge dalle dune di sabbia del litorale e la cui conformazione è stata determinante per lo sviluppo delle vicende che lo hanno interessato a metà tra la storia e il mito. Questo promontorio presenta alla base del versante meridionale un affioramento di lave trachitiche del duomo che sorregge l'intera struttura (foto 38); sulle lave poggiano i depositi attribuiti alla Breccia Museo e su questi ultimi, in discordanza angolare, si rinviene il Tufo Giallo Napoletano. Il versante meridionale del promontorio viene interpretato come l'orlo occidentale della caldera associata all'eruzione dell'Ignimbrite Campana.

Proseguendo verso sud, parallelamente al litorale Domizio, ad un certo punto si incontra sulla destra il Lago Fusaro, un caratteristico lago costiero, isolato dal mare aperto da una duna costiera che si è formata circa 6.000 anni fa; il lago si trova attualmente all'interno di un parco cittadino e le sue sponde sono ulteriormente impreziosite da un grazioso episodio di architettura Vanvitelliana

rappresentato dal Casino Reale (foto 39).

Riprendendo la strada che si è lasciata prima di entrare nel parco del Fusaro si prosegue verso Torregaveta; una volta raggiunta la piccola spiaggia si può osservare sulla destra il promontorio che costituisce il sito del Tufo di Torregaveta e sulla sinistra la suggestiva Falesia di Torregaveta; il primo sito costituisce un caratteristico sperone tufaceo che conserva le uniche testimonianze presenti in questo settore flegreo del fenomeno del bradisismo (foto 40), rappresentate dai resti di una lussuosa villa romana



appartenente al nobile romano Servilio Vatia e dalla "Foce vecchia del Fusaro" una galleria-canale che, in parte sommersa, si trova ai piedi del medesimo promontorio e unisce la parte sud del lago al mare aperto. Sul lato opposto la Falesia di Torregaveta (figura 16) espone i prodotti dell'attività

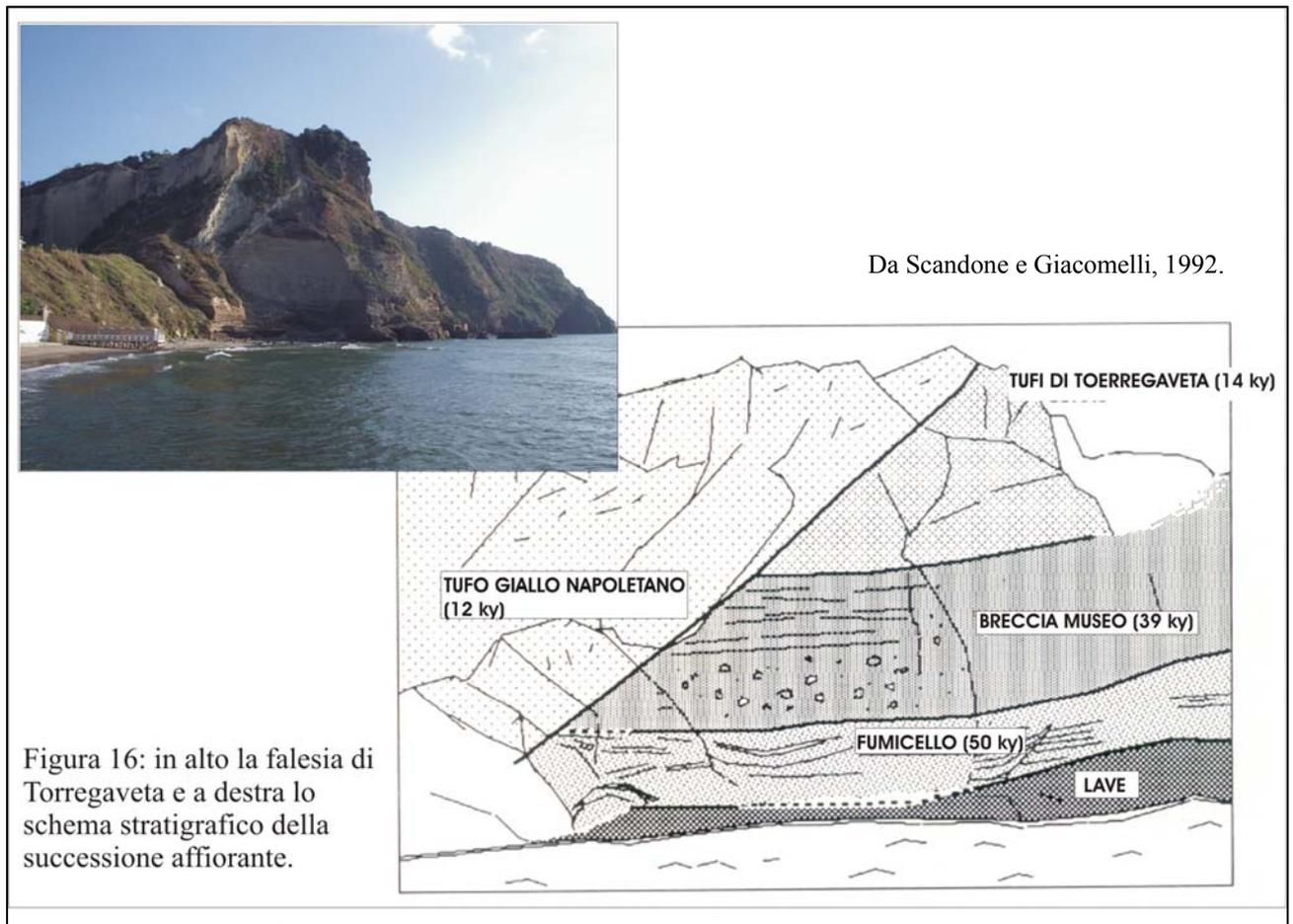
Foto 38



Foto 39



vulcanica esplosiva più antichi dell'attività vulcanica flegrea, con depositi che testimoniano anche l'esistenza di centri eruttivi locali, fino al Tufo Giallo Napoletano che domina dall'alto tutta la



successione stratigrafica.

Da Torregaveta molto facilmente si raggiunge il promontorio di Monte di Procida da cui si accede all'ultimo sito di cui, in questo itinerario, è consigliata la visita. Il promontorio si raggiunge percorrendo una strada che nel tratto iniziale sale lungo il suo versante settentrionale ed è panoramica su lago del Fusaro e l'area di Cuma (foto 41); quest'ultimo viene vulcanologicamente interpretato come l'orlo sud-occidentale della prima caldera flegrea. Superato il promontorio si scende lungo il versante opposto in prossimità della spiaggia di Acquamorta, dove si trova il porticciolo omonimo. Qui si può osservare il sito della *Falesia di Monte di Procida*, uno dei luoghi flegrei che meglio hanno conservato la storia più antica del vulcanismo che ha interessato quest'area, leggibile attraverso gli strati la cui successione è stata resa visibile dall'opera di erosione del mare che ha generato questo tratto di costa a falesia: lungo il molo del porticciolo si può osservare la parte settentrionale della falesia (foto 42) e lo scoglio di San Martino, sul lato opposto le isole di Procida e di Capri; imboccando un percorso che percorre la falesia nel tratto esposto sul canale di Procida si incontra la Breccia Museo, più avanti una paleo valle sepolta da depositi piroclastici che la hanno colmata e il piccolo cono piroclastico del vulcano locale di Vita Fumo. Questo sito è stato oggetto di uno specifico progetto di valorizzazione che ho descritto nel capitolo 7.

Foto 41



Foto 42



### 6.5.3 3° ITINERARIO: “Dentro la caldera: via terra”

Questo itinerario si sviluppa prevalentemente all'interno della caldera flegrea e prevede la visita di tutto il settore orientale e di alcuni crateri presenti nella zona centro-occidentale. Parte dei percorsi si sviluppa attraverso alcuni siti che furono già meta dei viaggi del Gran Tour del '700; ancora una volta però alcuni di essi non sembrano essere presenti nella memoria storica degli abitanti della zona, i quali neppure immaginano il loro splendore passato.



Foto 43

Si parte da Mergellina e si imbecca la galleria che porta a Fuorigrotta e che attraversa il bordo orientale della collina di Posillipo. Il percorso si sviluppa attraverso una delle zone più moderne e caotiche della città di Napoli; superato il Piazzale Tecchio sulla destra si imbecca Via Diocleziano, una strada che conduce all'abitato di Bagnoli e che fiancheggia l'area un tempo occupata dall'acciaieria ILVA-Italsider; da poco tempo è stata aperta una “finestra sulla dismissione”, ricavata nell'alto muraglione che da sempre ha impedito la vista all'interno



Foto 44

dell'area industriale (foto 43): guardando attraverso di esso si apre uno spazio sterminato che occupa gran parte della depressione di Bagnoli-Forigrotta che arriva fino alle pendici della dorsale di Posillipo e al mare. E' un area in cui è in corso un progetto di recupero che dovrebbe prevedere la realizzazione, si spera, di ampi polmoni verdi, di parchi e di luoghi di aggregazione e di cultura.

Proseguendo lungo Via Diocleziano si svolta sulla destra in corrispondenza della fermata della ferrovia Cumana di Agnano e dopo un certo tratto si prende sulla sinistra la strada provinciale San Gennaro. Quest'ultima conduce direttamente all'entrata della *Solfatara* e si sviluppa, a circa 100 m slm, lungo il bordo meridionale della Conca di Agnano; presenta numerosi scorci panoramici sul golfo di Pozzuoli e in un punto in particolare il panorama si apre contemporaneamente anche sulla conca e sul sito dei *Pisciarelli* (foto 44); più avanti sulla sinistra lo stabilimento che ospita l'Accademia Aeronautica, costruito sul

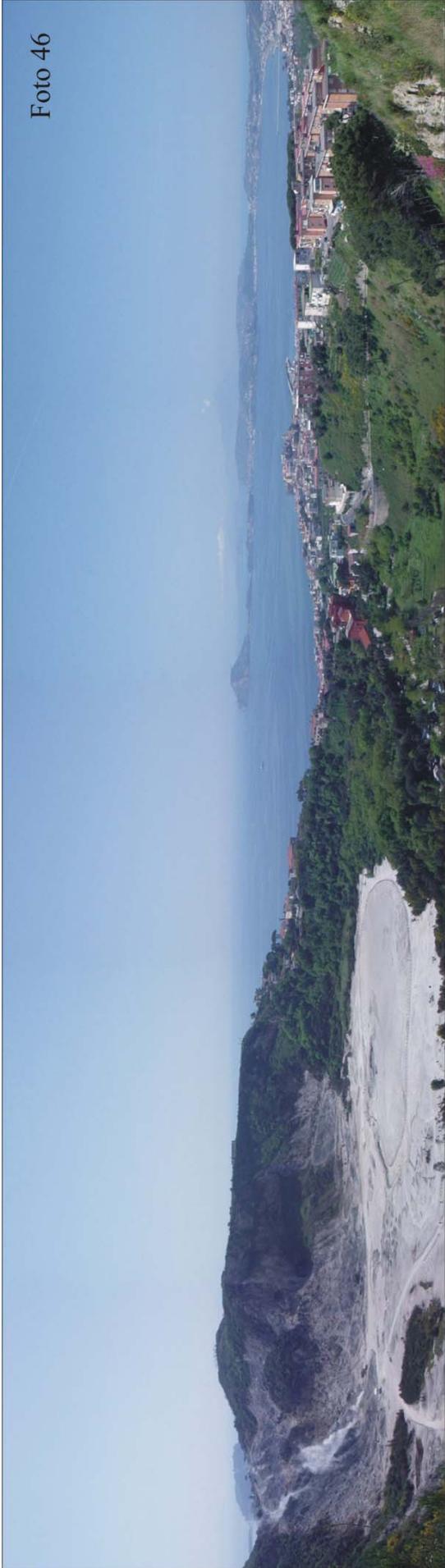


Foto 46

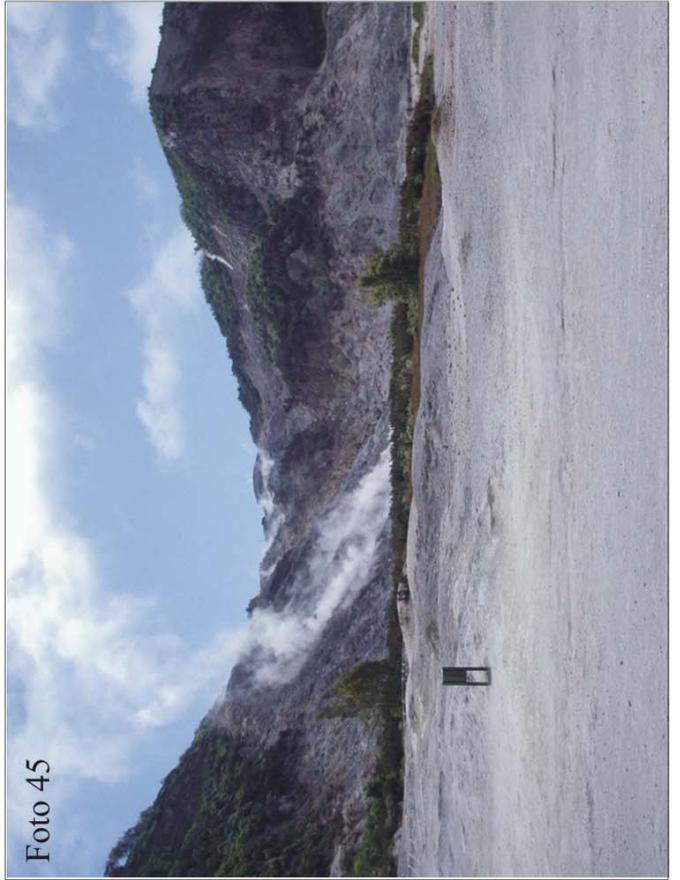


Foto 45

Monte Olibano. La Solfatarata e i Pisciarelli costituiscono le più vistose manifestazioni che testimoniano lo stato di attività vulcanica dei Campi Flegrei e che comprendono attività fumarolica e mofete, da cui si svolgono emissioni di idrogeno solfato e acido carbonico (anidride carbonica), e numerose sorgenti termali; in particolare la Solfatarata rappresenta l'unico edificio vulcanico flegreo allo stato solfatarico.

**Mofete**: sono emanazioni gassose che si liberano dal substrato, particolarmente ricche di anidride carbonica.

**Stato solfatarico**: particolare stato di attività di un vulcano caratterizzata da una notevole attività fumarolica accompagnata da emissione di vapore acqueo insieme ad altri aeriformi contenenti soprattutto zolfo, solfuri e arseniuri. La fase solfatarica è tipica dei vulcani quiescenti e si può presentare oltre che con l'attività fumarolica anche con fenomeni di emissione di anidride carbonica che vanno sotto il nome di "mofete" e di acqua minerale spesso accompagnate da getti di fango conosciuti con il nome di vulcanetti di fango caldo o fangaie.

La Solfatarata è un cono di tufo che si è formato circa 3.900 anni fa e la sua formazione è di poco successiva alla formazione della conca di Agnano (4.100 anni) e del Monte Olibano (circa 4.000 anni) ed è il risultato di un'eruzione prevalentemente freatomagmatica a bassissima esplosività. La visita alla Solfatarata è a pagamento e si svolge seguendo un percorso che attraversa il fondo del cratere tra fumarole, fangaie e sorgenti minerali in uno sfondo caratterizzato dal colore bianco accecante che



hanno assunto le rocce del substrato per la forte alterazione (foto 45). Un percorso alternativo è quello che si sviluppa lungo il fianco nord-ovest del cratere e che si imbecca seguendo la strada che sale sulla sinistra dell'entrata al cratere e da cui si gode di un bellissimo panorama che guarda fino al mare con una veduta d'insieme di tutto il cratere (foto 46).

Terminata la visita alla Solfatarata si riprende la strada dell'andata ripercorrendola nel senso inverso; lasciata l'Accademia Aeronautica sulla destra si prende una stradina che collega a Via Scarfoglio e attraversa tutta la Conca di Agnano: lungo questa strada si ci rende conto della potenziale bellezza di questo pezzo di storia geologica dei Campi Flegrei (foto 47) e nello stesso tempo non si può evitare di notare lo stato in cui è stata ridotta: un recapito di concessionarie di auto e di infrastrutture dall'enorme

Foto 47



Astroni

Camaldoli

Foto 49



Monte Spina

impatto ambientale, destinate a svariate attività economiche e sportive. Da Via Scarfoglio si giunge fino a Via Agnano, che taglia in senso meridiano tutta la conca, e svoltando di nuovo sulla sinistra si prende Via Pisciarelli (una parallela di Via Scarfoglio) per raggiungere il sito dei Pisciarelli che occupa il versante orientale della Solfatara ed è chiaramente visibile dalla strada. Il sito si trova in una proprietà privata che ospita campetti di calcio ma la visita è possibile chiedendo il permesso al guardiano di turno. Lo scenario è simile a quello già visto alla Solfatara, in più dal suolo si aprono potenti sorgenti termali fumanti (foto 48).

Dopo i Pisciarelli prosegue la visita all'interno della Conca di Agnano. Il vulcanismo di questo settore

Foto 50



flegreo è iniziato circa 10.000 anni fa, ma la conca ha un'età di circa 4.100 anni: rappresenta una depressione vulcano tettonica che si è formata in seguito all'eruzione più potente che si è avuta nell'ultima epoca di attività vulcanica flegrea successiva al Tufo Giallo Napoletano; questa eruzione ha causato, per il rapido svuotamento della camera magmatica lo sprofondamento dell'area attraverso la formazione di numerose faglie che delimitano i bordi dell'attuale conca, generando una depressione vulcano-tettonica che rappresenta una piccola caldera all'interno della caldera flegrea. Lungo la

Foto 51



strada, prima di prendere nuovamente Via Agnano, sulla destra si erge il Monte Spina (foto 49), parte del bordo meridionale della conca e la cui imponente struttura morfologica è sorretta da una fase di vulcanismo effusivo, che ha portato alla formazione di un duomo di lava subito prima dell'eruzione di 4.100 anni fa. Riprendendo Via Agnano sulla destra si prosegue verso le terme; guardando il versante che delimita a sud-est la depressione non possono passare inosservate morfologie dalla forma grossomodo triangolare: sono le

Faccette Triangolari, forme di erosione che si generano sui versanti di faglia (foto 50).

**Versante di faglia:** è una scarpata che si forma in seguito al movimento relativo di due blocchi della superficie terrestre lungo una faglia; una volta che questa scarpata viene esposta all'azione degli agenti atmosferici subisce delle variazioni di forma e di pendenza. Le **faccette triangolari o trapezoidali**, si generano in seguito all'intensa azione di erosione torrentizia che agisce lungo le linee di massima pendenza del versante. In figura 17 un block diagram di un versante di faglia con faccette triangolari.

Sempre da Via Agnano si svolta poi sulla sinistra in direzione del moderno stabilimento termale, nei pressi del quale si trova il sito di Monte Spina e della Grotta del Cane: il primo è costituito dai resti delle antiche terme romane (foto 51) che si trovano a mezza costa sul rilievo, attualmente visitabili e testimoniati un fenomeno vulcanico una volta molto vigoroso in quest'area e che attualmente è testimoniato dalla presenza dell'unico stabilimento termale moderno ancora attivo; la Grotta del Cane è invece un sito di estremo interesse storico; già meta del Grand Tour questo sito comprende una cavità all'interno della quale c'è un'alta concentrazione di anidride carbonica che si deposita sul fondo: uno degli esperimenti effettuati dalla guida che permette la visita a questo singolare sito è quello di accendere un candela che posta sul pavimento della cavità si spegne (foto 52).

L'itinerario prosegue verso il cratere degli Astroni, oasi del WWF. Prima di giungervi però è

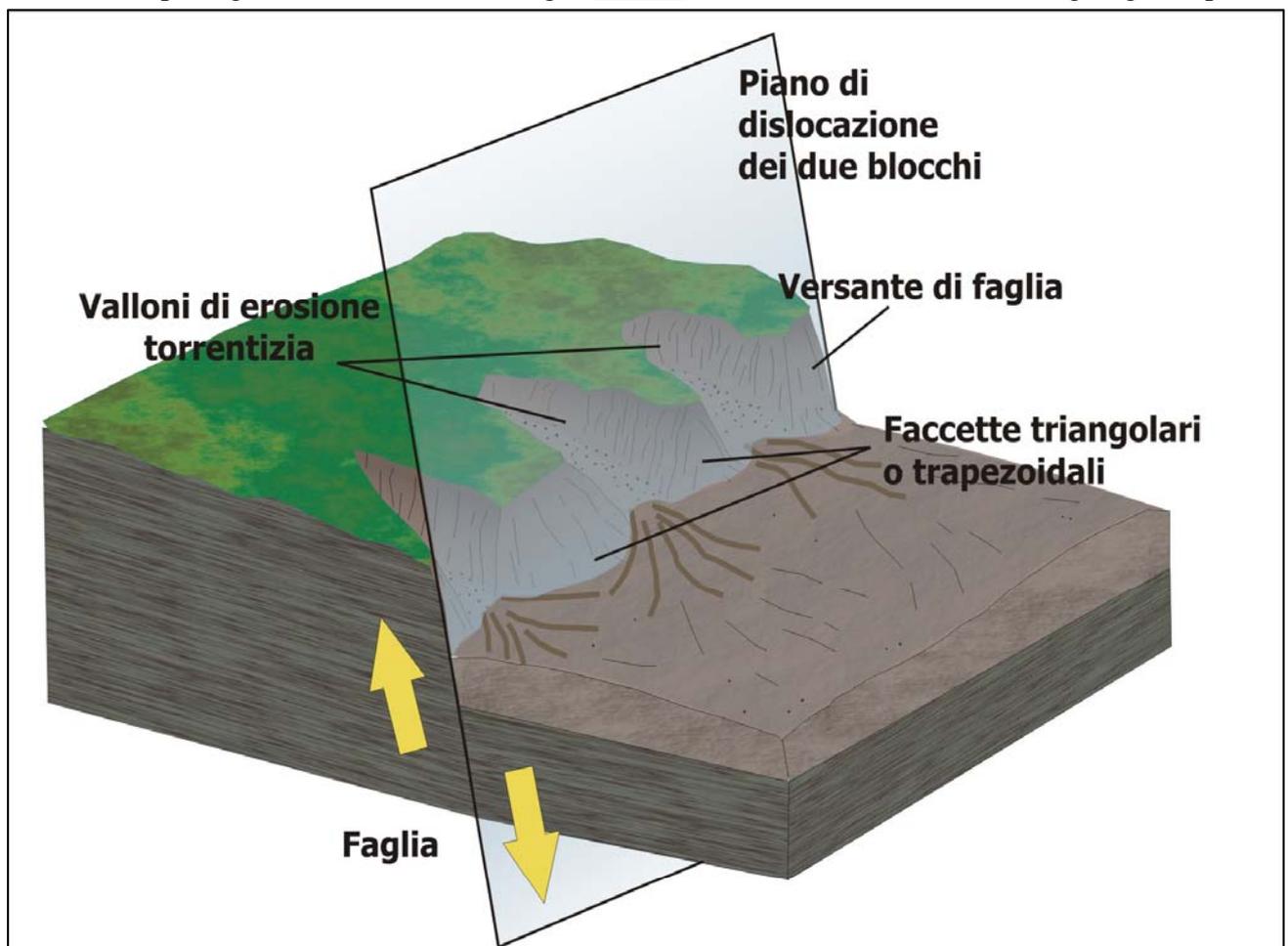


Figura 17: In seguito alla dislocazione di due blocchi di crosta terrestre si forma una scarpata di faglia che viene successivamente incisa dall'acqua; quest'ultima si incanala seguendo le linee di massima pendenza del versante e erode il substrato isolando le caratteristiche forme trapezoidali o triangolari.

necessario una breve deviazione per la visita ad un affioramento molto bello che espone i prodotti dell'eruzione freatomagmatica, *Astroni 3*, che circa 3.800 anni fa ha portato alla formazione dell'edificio vulcanico che morfologicamente rappresenta il più grande anello di tufo dei Campi Flegrei. Al sito si giunge salendo lungo la strada che porta all'Oasi e svoltando sulla destra lungo una strada che scende nuovamente ai piedi dell'edificio vulcanico. L'affioramento, in una proprietà privata è visitabile chiedendo il permesso ai proprietari e comprende la parte più bassa del rilievo di Pigna San Nicola; è costituito da depositi da surge caratterizzati da un colore molto chiaro e in alcuni punti fittamente stratificati (foto 53).

**Deposito da surge**: sedimentazione dei surges piroclastici, generalmete associati ad eruzioni freatomagmatiche che generano nubi molto dense, costituite da sottili particelle di ceneri e gas, che si muovono ad elevatissima velocità e a temperatura anche molto elevata. La nube ha la caratteristica di scorrere al suolo con elevata mobilità ed è capace di superare anche elevate barriere morfologiche. Questi depositi costituiscono spesso i bordi di piccoli apparati vulcanici tipo anelli di tufo; sono caratterizzati da una sottile stratificazione e dalla presenza di strutture sedimentarie tipo dune, laminazioni planare e laminazione incrociata che danno indicazioni sulla direzione di provenienza dei depositi (ad esempio le dune presentano il lato più piccolo ed eroso verso il punto di provenienza ).

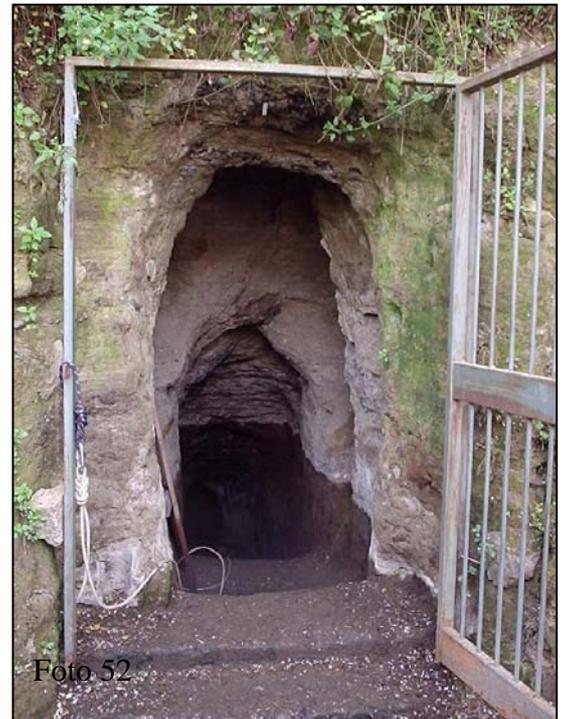


Foto 52



Foto 53

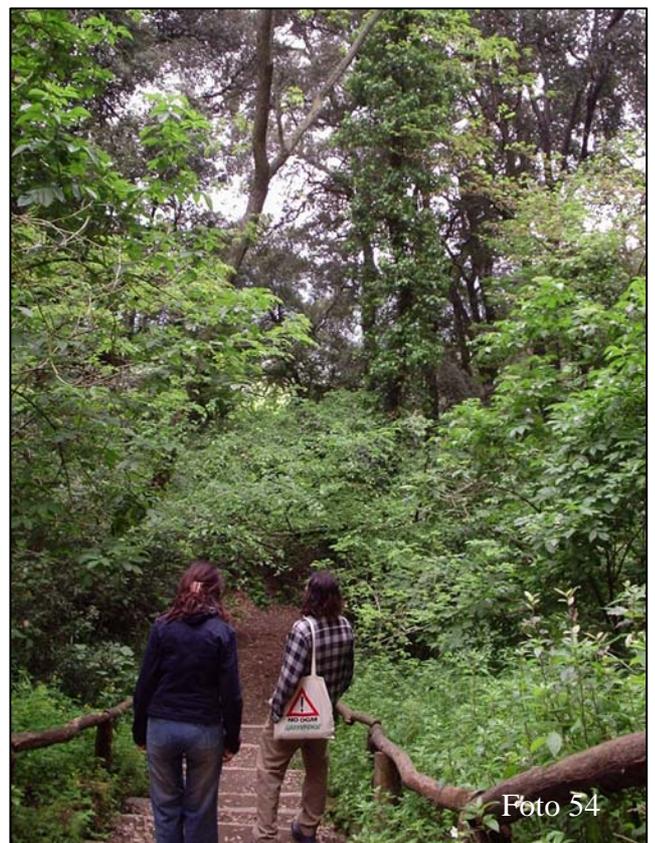
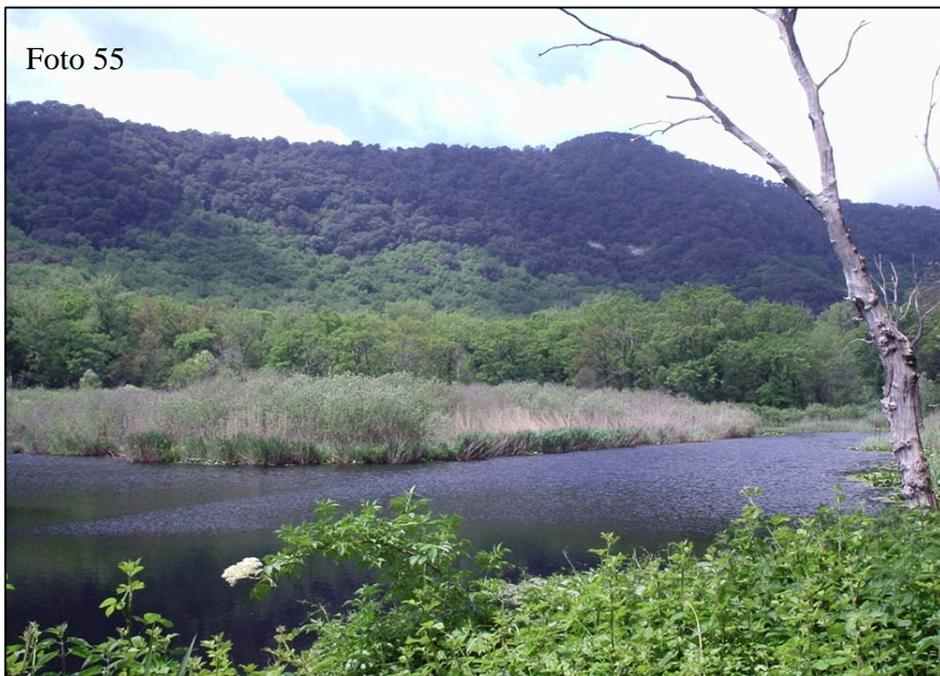


Foto 54

Foto 55



con la sua ricca fauna lacustre (foto 55); la strada che scende sulla destra dell'ingresso costituisce il *Belvedere degli Astroni*, uno dei pochi punti da cui è possibile avere una veduta panoramica su tutto il cratere e i suoi rilievi interni (foto 56). Geologicamente questo anello di tufo è da considerarsi un modello di evoluzione classico di un' eruzione freatomagmatica: attraverso una frattura risale magma viscoso che forma il duomo de La Caprara (visibile lungo le pareti del fianco nord-est del cratere);

Foto 56



Risalendo poi lungo la stessa strada si raggiunge l'oasi naturalistica del WWF per visitare il cratere degli Astroni; questo cratere è un sito pieno di vita e rappresenta una delle poche aree nel territorio flegreo non ancora compromesse dall'attività umana. La visita si sviluppa attraverso percorsi che prevedono passeggiate attraverso il fitto bosco che occupa il fondo del cratere (foto 54), con punti in cui si può osservare il Lago Grande

successivamente l'interazione tra il magma e l'acqua di falda da origine all'eruzione freatomagmatica che forma l'edificio vulcanico e distrugge parzialmente il duomo; terminata l'interazione con l'acqua, e quindi la fase esplosiva, il magma risale lungo il condotto ormai aperto dando origine a piccoli depositi di scorie che costruiscono il piccolo bastione del Colle Imperatrice e agli efflussi di lava del Colle Rotondella (figura 18).

Dopo la visita agli Astroni si prosegue verso il *Belvedere di Pigna San Nicola*, il promontorio più alto della Conca di Agnano e da cui si gode di una veduta panoramica d'insieme della conca e degli Astroni (foto 57); a questo belvedere si giunge percorrendo la strada che si collega con la provinciale Montagna Spaccata e girando sulla destra prima di raggiungerla.

Figura 18: le fasi della formazione dell'edificio vulcanico degli Astroni.

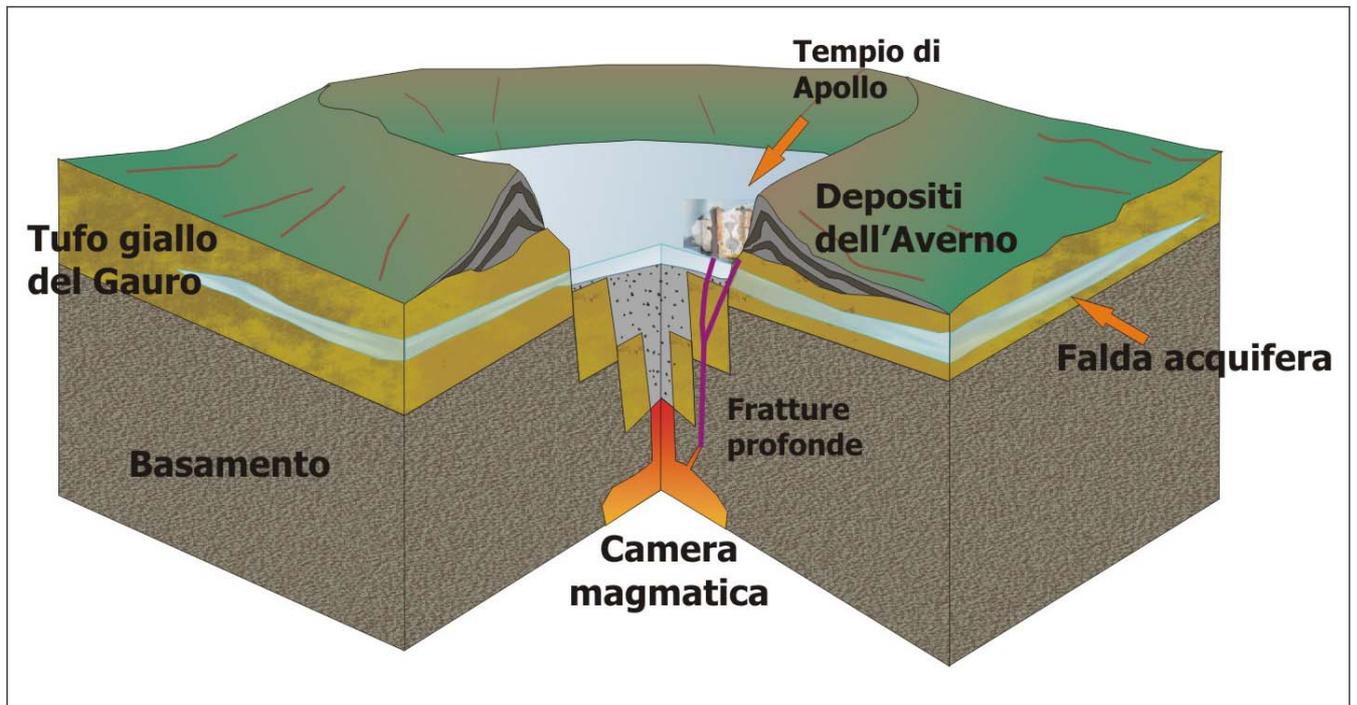
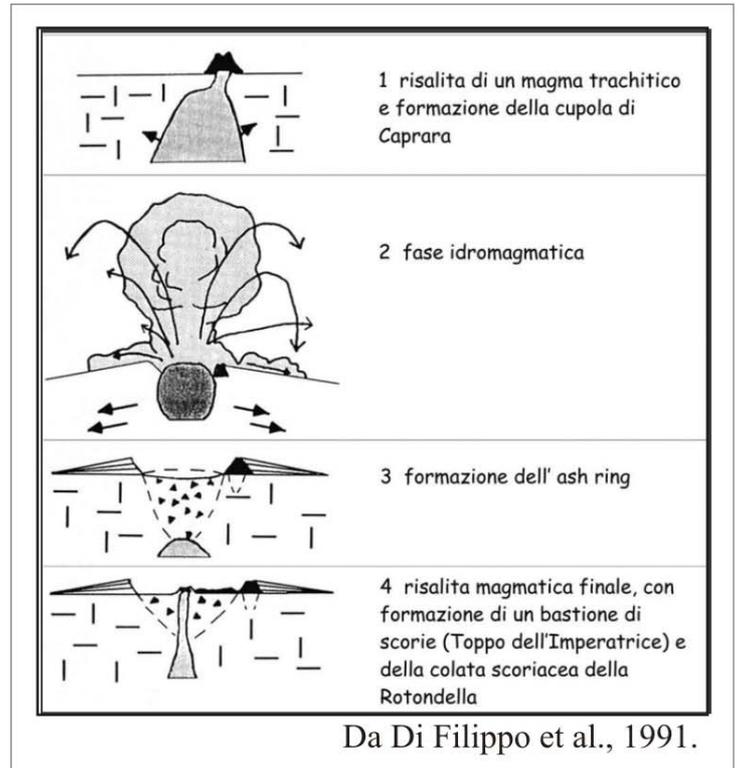


Figura 19: Struttura dell'edificio vulcanico dell'Averno.

L'itinerario prosegue poi lungo la strada provinciale, per raggiungere il sito di *Montagna Spaccata*. Questa strada è fiancheggiata dai crateri di Pisani, San Martino e Senga o Fossa Lupara, appartenenti rispettivamente alla prima, alla seconda e alla terza e più recente epoca di attività vulcanica successiva al Tufo Giallo Napoletano. Arrivati fino all'incrocio di Via Campana, si attraversa la Montagna



che costituisce il sito dei Depositi da caduta (foto



Spaccata in direzione di Quarto e si prende la prima traversa sulla destra, seguendo le indicazioni di un'area privata adibita a parcheggio per camper. Quest'ultima è ricavata proprio all'interno del cratere del cono di scorie di Montagna Spaccata, che ha un'età di circa 10.000 anni; lungo le pareti interne del cratere sono visibili i depositi di scorie che costituiscono l'edificio vulcanico (foto 58).

**Deposito di scorie:** sono i depositi che derivano da eruzione di moderata esplosività quali quelle stromboliane e sono costituite in prevalenza da scorie, un piroclasto vetroso di colore scuro, molto vescicolato e denso e che al contrario delle pomice non ha la proprietà di galleggiare nell'acqua; Spesso insieme alle scorie all'interno del deposito si trovano anche bombe che si differenziano dalle scorie per la maggiore dimensione (che deve essere superiore a 64 mm) e che vengono espulse prevalentemente o completamente allo stato fuso durante un'eruzione esplosiva. Questi depositi, formandosi da eruzioni di moderata esplosività che generano colonne eruttive di modesta altezza, sono caratterizzati da una scarsa dispersione areale.

Nella stessa area si può osservare inoltre anche un deposito di pomice da caduta, affioramento (foto 59); vulcanologicamente costituisce l'antitesi del deposito di scorie: il primo è il risultato di un'eruzione fortemente esplosiva e produce depositi molto leggeri, il secondo è il risultato di un'eruzione al limite dell'effusività e genera prodotti molto pesanti e densi.

**Deposito di pomice da caduta:** questi depositi si possono formare in seguito alla ricaduta al suolo di **pomice** contenute all'interno di una colonna eruttiva generata da eruzioni esplosive pliniane o freatomagmatiche. Le pomice sono piroclasti generalmente di colore chiaro, molto vescicolate e poco dense, con la particolare caratteristica di galleggiare nell'acqua. Nelle prossimità del cratere di emissione in genere i depositi sono costituiti da strati formati da pomice grossolane (le cui dimensioni possono arrivare ad alcune decine di centimetri); con l'aumentare della distanza dal centro di emissione le pomice diventano più piccole e si assottiglia lo spessore dello strato che le contiene. La presenza di uno strato con pomice delle stesse dimensioni testimoniano la ricaduta al suolo di una colonna eruttiva che mantiene un'altezza costante; la presenza invece di un deposito con gradazione della dimensione delle pomice può indicare variazioni nell'altezza della colonna eruttiva. In altri casi invece possono essere presenti alternanze di strati di pomice e ceneri: in questo caso il deposito può indicare differenti fasi eruttive dello stesso apparato vulcanico,



intervallate da periodi di stasi che permettono la deposizione della frazione più sottile delle ceneri.

Ritornando su Via Campana è possibile raggiungere uno dei punti più alti del *Gauro*, Monte Sant'Angelo, su cui sorge l'omonimo monastero e da cui si gode un panorama ineguagliabile su tutta l'area flegrea (foto 60). Il Gauro è uno dei coni di tufo più grandi e antichi dell'attività vulcanica successiva ai 12.000 anni ed è una presenza costante nelle vedute panoramiche dell'area flegrea proprio per la sua imponenza; la sua forma risulta molto irregolare in quanto i suoi versanti sono stati



per lungo tempo modellati dal mare che ha depositato l'antistante *Terrazzo della Starza*. Questo edificio vulcanico permette di effettuare lunghe passeggiate da trekking, che percorrono soprattutto i versanti esterni; il fondo del cratere non è visitabile in quanto destinato ad attività ricreative dei militari della Nato.

L'ultima fermata di questo itinerario prevede una visita al lago d'Averno, raggiungibile prendendo di nuovo Via Campana e scendendo in direzione di Pozzuoli. Lungo la strada sulla sinistra si può osservare il piccolo cono di tufo del Cigliano una area destinata prevalentemente all'attività agricola, sulla destra invece la ripida falcata laterale che su questo lato costituisce il versante orientale del Gauro.

Nei pressi di Pozzuoli si prosegue in direzione di Bacoli e immediatamente prima di giungere al Lago Lucrino si gira sulla destra lungo la strada rettilinea d'ingresso all'*Averno*. Questo sito costituisce un anello di tufo al cui interno si è formato un lago di origine freatica; morfologicamente la sua struttura viene anche identificata come maar.

**Maar:** costituisce una forma vulcanica monogenica che si forma in seguito ad eruzioni freatiche o freatomagmatiche ed in cui l'edificio vulcanico è costituito da depositi piroclastici stratificati con pendenza verso l'esterno e inclinazione degli strati a basso angolo; la caratteristica particolare che lo differenzia da un anello di tufo è che il fondo del cratere di

esplosione si trova ad un livello topografico inferiore rispetto alla superficie pre-eruttiva, che testimonia un collasso del cratere avvenuta in seguito all'emissione dei prodotti piroclastici ed è occupato da acqua (figura 19).

Le vicissitudini di questo sito, sia geologiche che archeologiche sono molto peculiari e strettamente legate anche alla recente nascita del Monte Nuovo. Si è formato in seguito ad una complessa eruzione con carattere magmatico e freatomagmatico che ha generato la forma anulare; l'eruzione è avvenuta lungo un sistema di faglie orientate in direzione nordest-sudovest e nordovest-sudest, che ha alimentato successivamente il vulcanismo del Monte Nuovo e per lungo tempo anche l'attività termale presente lungo le sponde del lago, testimoniata dalla presenza dei resti del Tempio di Apollo, antico sito termale romano; altra evidenza archeologica è la *Grotta di Cocceio*, una interessante opera di ingegneria romana che collega il sito direttamente a Cuma: la grotta attualmente però non è visitabile. Lungo il periplo del lago è possibile osservare in affioramento i tufi gialli del Gauro, che costituiscono il basamento su cui si è formato l'Averno, la cui esposizione è dovuta proprio allo sprofondamento che ha subito il cratere successivamente all'eruzione (figura 19). Questo sito come per il Monte di Procida è stato oggetto di uno specifico progetto di valorizzazione che prevede la visita del lago nel dettaglio e che ho descritto nel capitolo 7.

Una veduta d'insieme del lago è possibile dal belvedere che si trova lungo la strada che percorre il versante nord-orientale del cratere (foto 61).

#### 6.5.4 4° ITINERARIO: “*Dentro la caldera: via mare*”

Questo itinerario percorre tutte le evidenze vulcaniche flegree che si trovano tra la terra e il mare e prevede anche una visita alla coste dell'isola di Procida. Si sviluppa completamente via mare e permette di osservare tutti quei siti che difficilmente possono essere raggiunti via terra e quelli che invece proprio da mare presentano la migliore esposizione. L'itinerario può essere effettuato a bordo di una barca: sarebbe preferibile un mezzo a basso impatto ambientale come una barca a vela, ma non si esclude l'uso di una barca a motore, in quanto le acque che si percorrono sono già continuamente attraversate dai traghetti che collegano Napoli e Pozzuoli alle isole. E' possibile noleggiare facilmente piccole imbarcazioni al porto di Santa Lucia (nei pressi di Caste dell'Ovo) o a Mergellina.

L'itinerario in barca parte da Mergellina. Da qui si sviluppa il primo tratto posillipino che è



Foto 62

caratterizzato da una costa di modesta altezza che si è impostata sul substrato di Tufo Giallo Napoletano. Un primo scorcio panoramico ritrae, guardando verso est, il Castel dell'Ovo (un

Foto 63

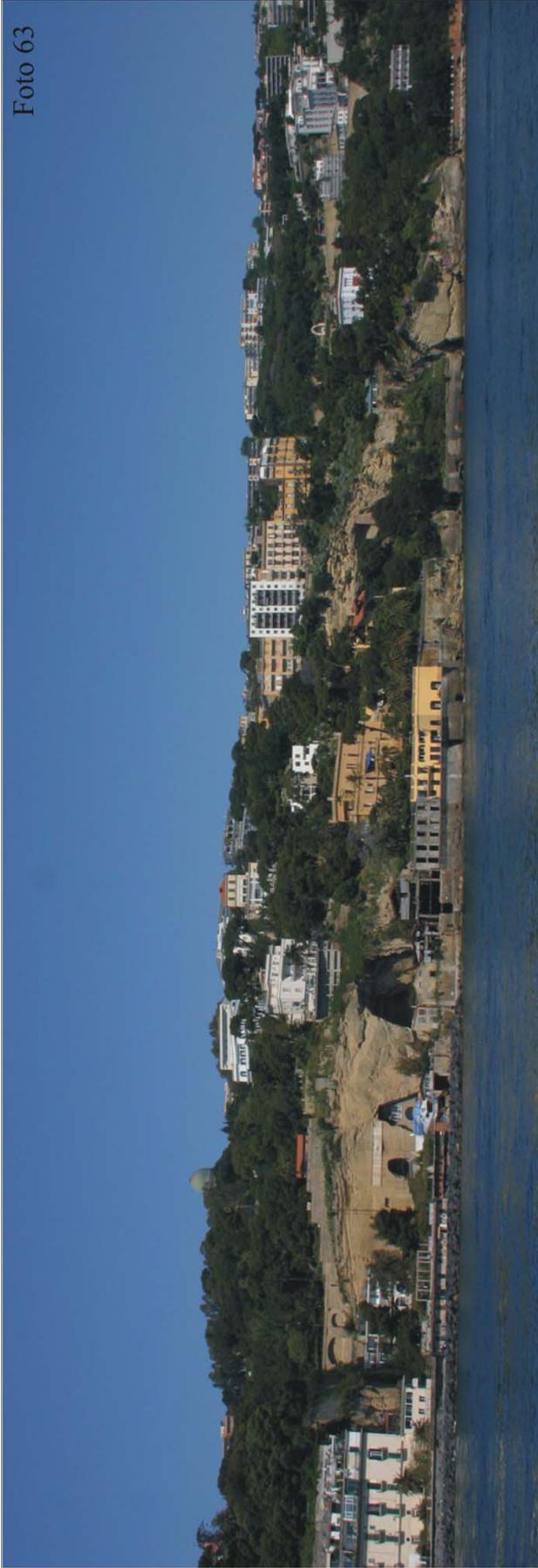


Foto 64



Foto 65

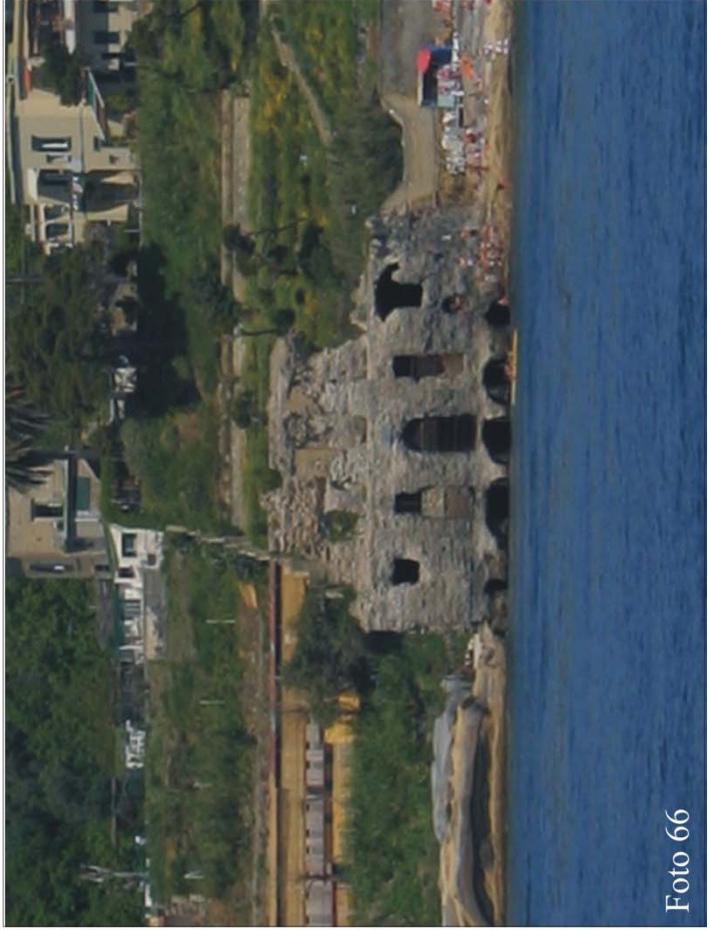


Foto 66



Foto 67

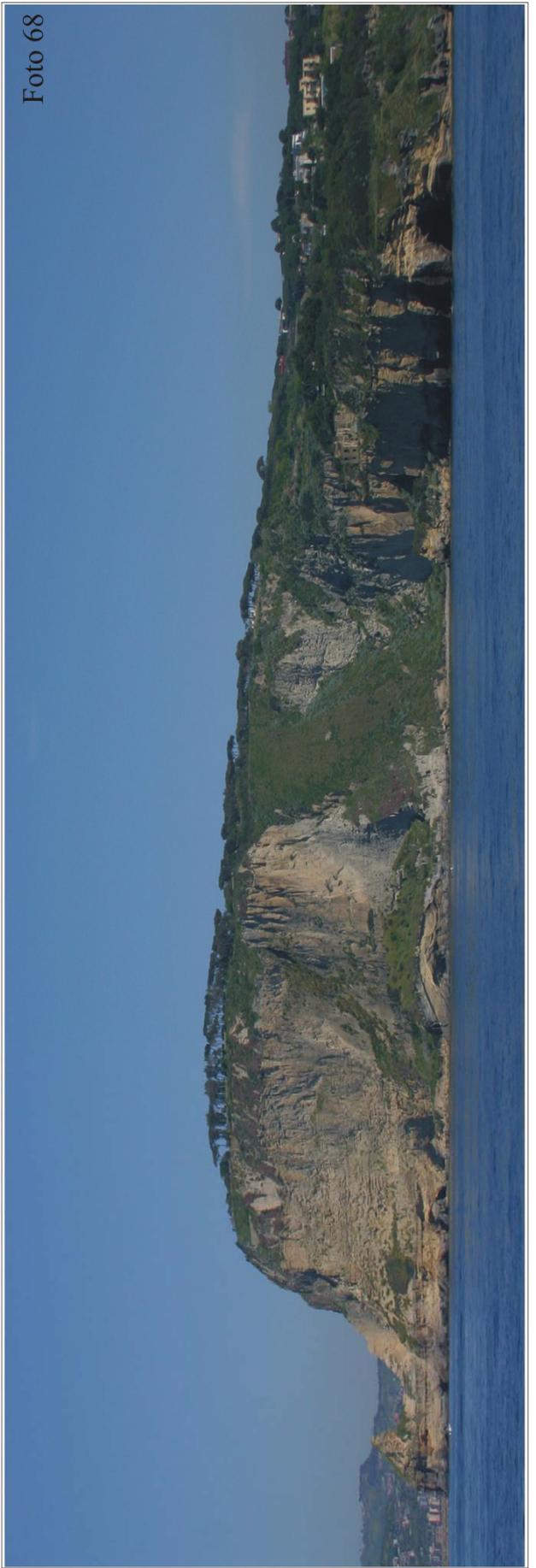


Foto 68

massiccio castello in tufo giallo della prima metà del 1100), il Vesuvio, la Penisola Sorrentina e Capri; lungo costa l'imponente palazzo Donn'Anna un'altra costruzione di tufo giallo della prima metà del 1600.

Il versante della dorsale di Posillipo degrada dolcemente verso la riva (foto 62), su di esso hanno trovato una confortevole posizione le numerose e colorate ville residenziali che affacciano direttamente sul mare; nelle immediate prossimità della costa si aprono numerosi sgrottamenti artificiali, risultato dell'opera di estrazione del Tufo Giallo Napoletano già iniziato dagli antichi greci, tra i primi colonizzatori di quest'area; le grotte presentano quasi tutte l'originario piano di calpestio sommerso dal mare, per effetto del bradisismo, e sezioni trasversali ora trapezoidali e ora semicircolari; è evidente che alcune di esse sono state più volte rimodellate dal mare e dalla mano dell'uomo (foto 63); in alcuni punti le pareti che le ospitano sono molto verticali, risultato dell'azione del mare e dell'arretramento più spinto che la costa ha subito a causa dell'attività estrattiva.

Si prosegue verso il Capo Posillipo; prima di doppiare il capo si può osservare l'ottocentesca Villa Volpicelli a forma di castello (foto 64) e subito dopo Villa Rosbery, residenza napoletana del Presidente della Repubblica. Subito dopo, non può passare inosservato, poco distante dalla costa, ma in mezzo al mare, lo Scoglio di Pietra Salata (foto 65), i resti di una antica villa marittima romana che si protendeva verso mare su costruzioni artificiali.

La costa prosegue bassa e rocciosa verso l'abitato di Marechiaro, dove subito dopo si può osservare il Palazzo degli Spiriti (foto 66) una delle evidenze più palesi lungo il litorale posillipino del fenomeno del bradisismo: l'antico edificio romano presenta infatti il primo piano completamente sommerso dal mare.

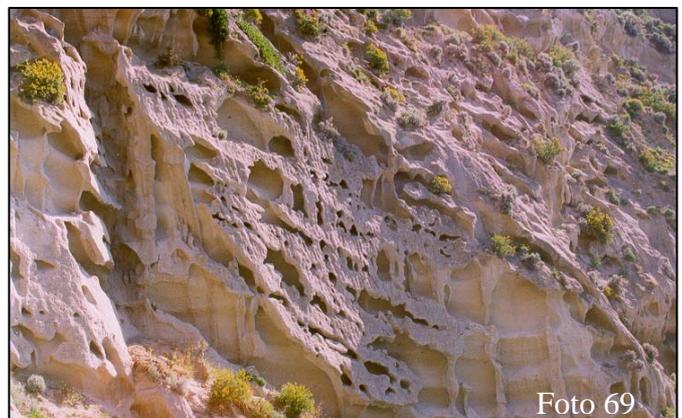
Proseguendo verso Nisida, inizia un tratto di costa ricchissimo di evidenze geologiche. Subito dopo il Palazzo degli Spiriti gli isolotti della Gaiola (foto 67) che fanno parte del Parco Archeologico del Pausilypon-Gaiola; da mare purtroppo non è possibile osservare le rovine romane che si protraggono fino a mare, in quanto coperte nella maggior parte dei casi dalla vegetazione. Superata la Gaiola comincia un breve tratto di costa alta a falesia.

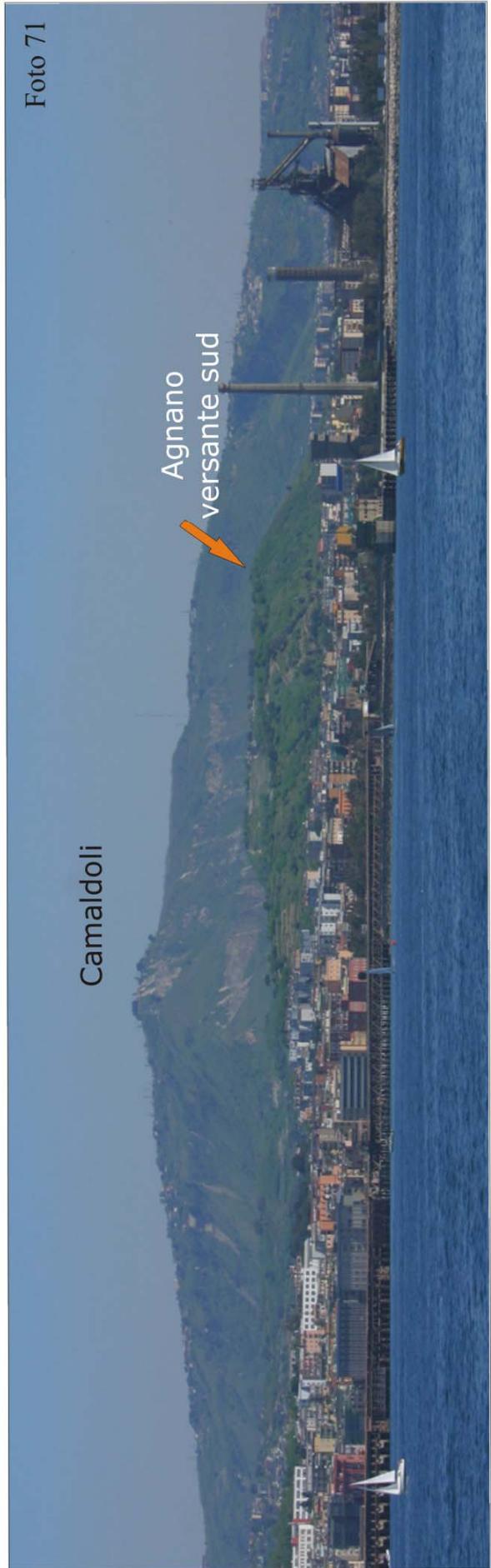
**Falesia:** costituisce una scarpata molto acclive che si è formata per l'azione erosiva del mare lungo un tratto di costa roccioso. Le falesie attive evolvono naturalmente attraverso continue frane da crollo causati dall'opera di scalzamento al piede del moto ondoso

E' ben visibile lungo la parete una frana che ha interessato la parte interna della cala di Trentaremi e che costituisce il sito della Frana di Trentaremi (foto 68); rappresenta un classico esempio di evoluzione per crolli della ripida parete a falesia; attualmente questa frana non è più attiva e risulta stabilizzata dalla vegetazione.

La parte del versante che sulla destra degrada verso mare è ricca ancora una volta di sgrottamenti artificiali. Subito dopo Cala Trentaremi, si apre Cala Badessa, classico esempio di falesia rocciosa e che in questo punto raggiunge l'altezza massima del promontorio che è di circa 150 m slm; lungo la falesia sono visibili le forme che il vento modella sulla roccia (foto 69).

Intanto l'isola di Nisida si fa sempre più vicina; la sua forma a mezza luna e la sua baia interna circolare, Porto Paone, denunciano chiaramente l'origine vulcanica di questo cono di tufo giallo, tra i più recenti della prima epoca di attività vulcanica successiva a 12.000 anni: tutti i vulcani che incontreremo lungo costa da questo punto in poi, fatta eccezione per il Monte Olibano e il Monte Nuovo, appartengono a questa

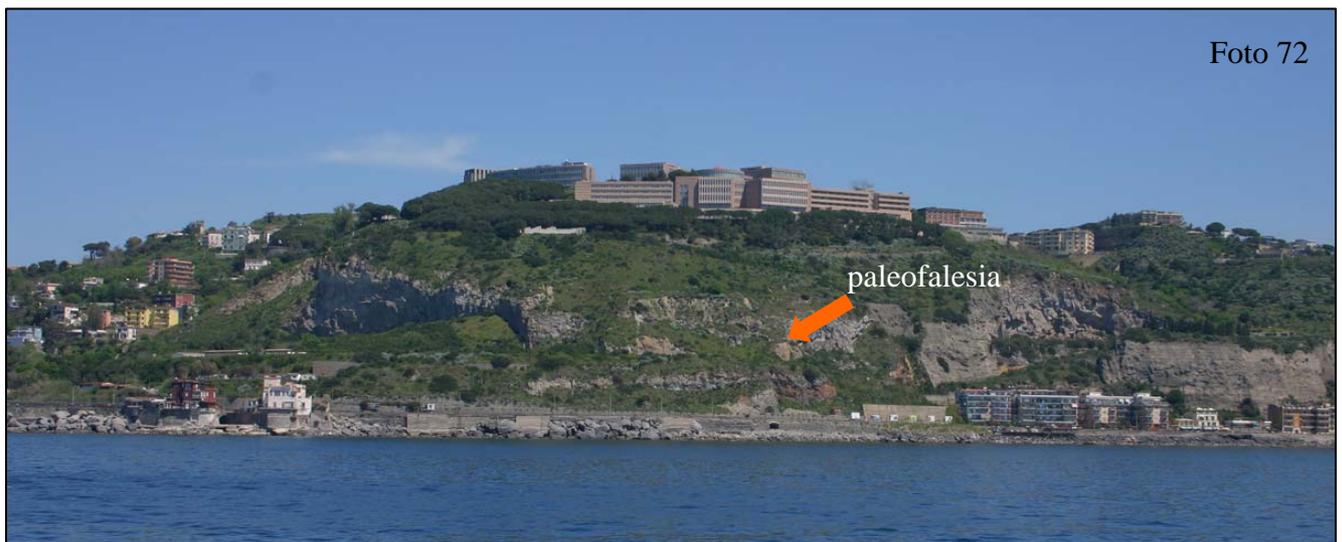




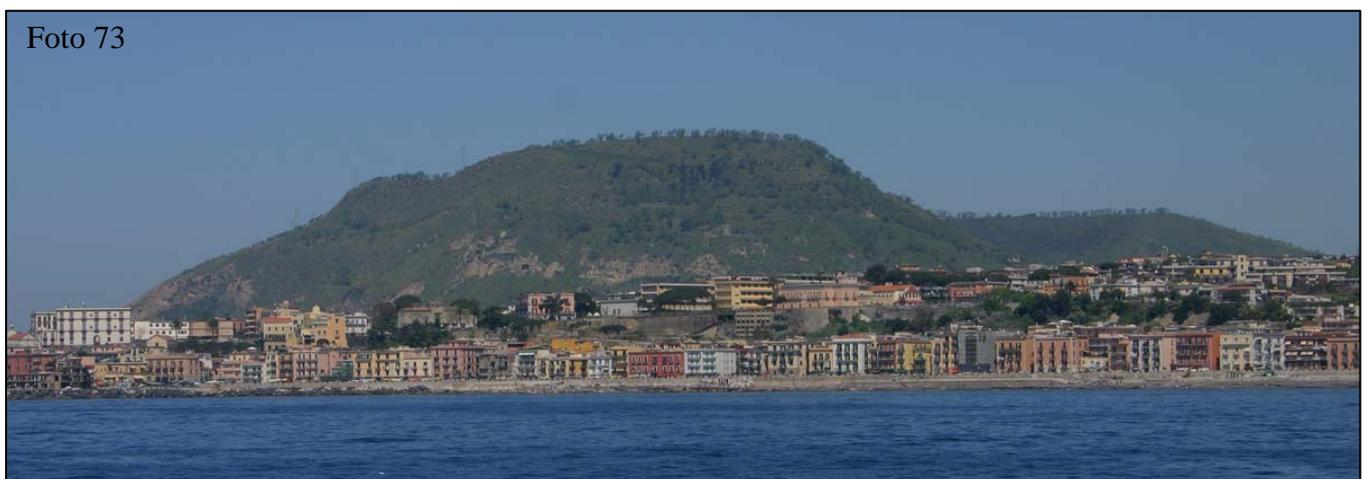
epoca (da 12.000 a 9.500 anni) e testimoniano una fase di grande attività di tutto il settore occidentale della caldera, che sancì l'inizio dell'attività monogenica e portò alla formazione di coni e anelli prevalentemente di tufo giallo.

Il mare, qui a Nisida, ha eroso parte dell'edificio vulcanico rendendo visibile nel punto di entrata alla baia la struttura interna del cratere caratterizzata dall'andamento quaquaversale dei depositi piroclastici che costituiscono l'edificio vulcanico (foto 70).

Si supera Nisida e si entra ufficialmente nel Golfo di Pozzuoli: sulla destra un' veduta sulla depressione di Bagnoli-Fuorigrotta, l'ex area industriale dell'ILVA Italsider e sullo sfondo il versante meridionale della Conca di Agnano e la Collina dei Camaldoli (foto 71). Più avanti comincia sulla terraferma la strada costiera che porta verso Pozzuoli: dal mare si possono osservare i tufi del cono della Pietra e sulla sinistra le ripide pareti di cava che bordano il duomo di lava del Monte Olibano, dominato nella parte più alta dall'Accademia Areonautica (foto 72).



Ai piedi del Monte Olibano, sul lato che si spinge verso Pozzuoli, si può facilmente notare un doppio livello di abitazioni che si sviluppano parallelamente alla costa (foto 73), di cui uno quasi a livello del mare e l'alto ad una quota più elevata: queste ultime sorgono sul Terrazzo della Starza, che si estende da qui fino alle pendici del Monte Nuovo e la cui presenza ci accompagnerà per un bel tratto; in alcuni punti è chiaramente visibile la cornice chiara che lo delimita, che non è altro che la paleofalesia contro cui sbatteva il mare subito dopo la sua emersione e che espone i depositi marini e continentali che costituiscono il terrazzo.



Prima di raggiungere il porto di Pozzuoli un suggestivo scorcio contempla il *Rione Terra*, uno dei coni di tufo più antichi della prima epoca: la falesia che lo delimita è piena di cavità artificiali realizzate per l'estrazione del tufo giallo che probabilmente servì per costruire il borgo che sorge sul promontorio i

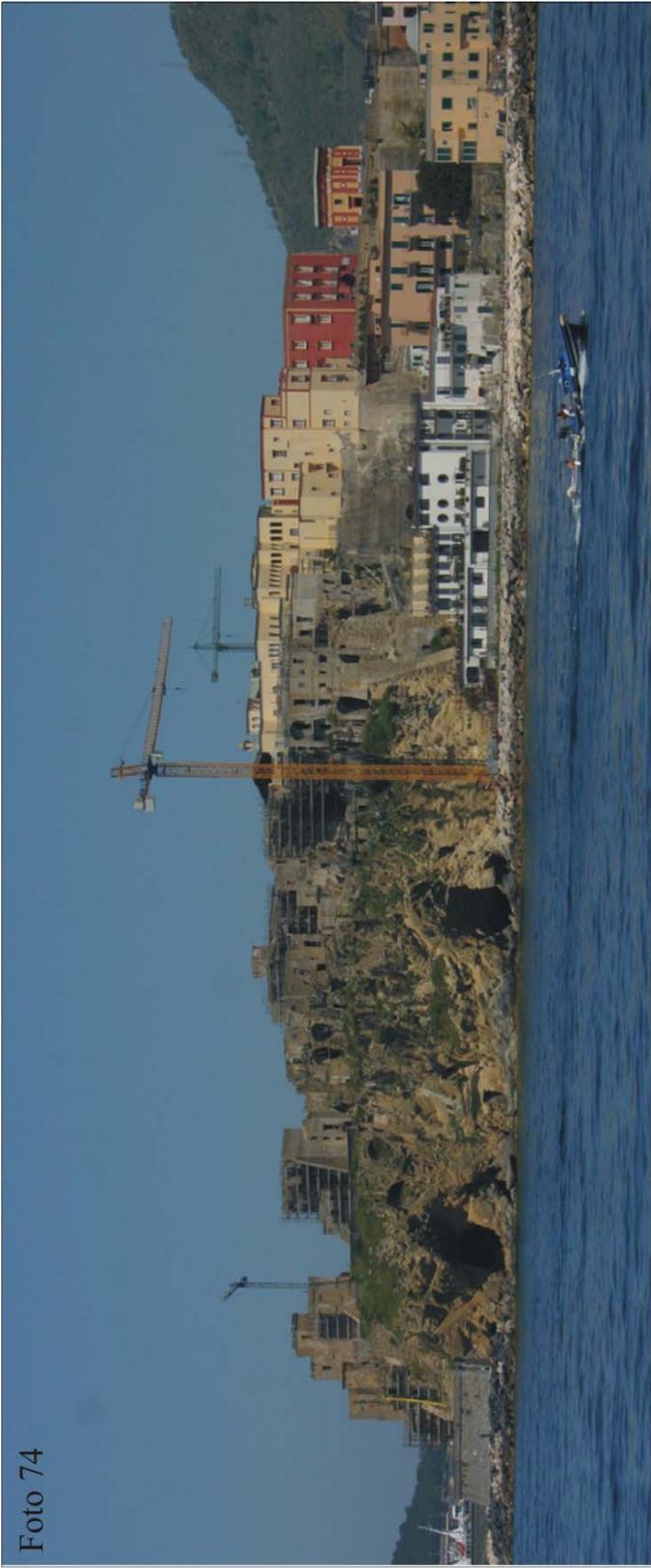


Foto 74



Foto 75

cui edifici sono completamente in tufo giallo (foto 74). Attualmente gli edifici del centro abitato del Rione Terra sono oggetto di un progetto di valorizzazione.

Superato il porto di Pozzuoli si apre una panoramica sul Gauro e sul Monte Nuovo, quest'ultimo (foto 75) un cono di scorie sorto in soli otto giorni nel 1538, e con maggiore visibilità ai loro piedi ancora la paleofalesia della Starza.

Nelle acque immediatamente antistanti il Lago Lucrino e il Monte Nuovo è possibile visitare con



immersioni subacquee gli antichi resti sommersi del Porto Giulio (foto 76) e, nei pressi di Punta Epitaffio, le meraviglie delle lussuose ville del Parco Sommerso di Baia, testimonianze di una vita, durante l'epoca romana, che aveva eletto a luogo di piacere questo tratto di costa e le cui evidenze a causa del bradisismo sono ora, forse per nostra fortuna, conservate sott'acqua. Il promontorio che delimita Punta Epitaffio è costituito dai tufi gialli appartenenti al vulcano

di Mofete. Quest'ultimo, insieme agli altri che incontreremo fino a Capo Miseno si sono tutti formati lungo una faglia con orientazione nordovest-sudest.

Dal mare il castello di Baia si mostra in tutta la sua imponenza (foto 77); la falesia che lo delimita è scolpita nei tufi del vulcano di Baia. Quest'ultimo, insieme al vulcano di Mofete, è, tra i più antichi della prima epoca (più di 11 ky circa) e per tale motivo, a causa della prolungata azione erosiva operata dal mare e dagli altri agenti esogeni, la loro morfologia originaria è quasi irriconoscibile.

Più avanti si apre la piccola baia di Bacoli, che sorge all'interno dell'omonimo cratere; il mare ha



eroso la parte dell'orlo del cono di tufo che affaccia verso il mare rendendo così visibile la giacitura degli strati di tufo che lo compongono (foto 78).

Da questo punto già si scorge, guardando verso il capo di Miseno, il braccio di Punta Pennata che si protrae verso mare e che costituisce parte dell'orlo settentrionale dell'anello di tufo di Porto Miseno, il



cui cratere attualmente è completamente occupato dal mare; questa baia circolare costituisce un classico esempio di morfologia costiera in aree vulcaniche, ancora una volta risultato dell'intenso lavoro erosivo del mare. Al suo interno, sempre lungo il braccio di Punta Pennata, lungo le pareti sono visibili alcuni sgrottamenti, perlopiù artificiali ma profondamente rielaborati dal mare e nella parte alta fanno capolino dalla vegetazione antichi resti di ruderi romani (foto 79); sul lato opposto la piccola marina di Miseno e nell'interno l'attuale porto di Miseno, che ha conservato l'antica vocazione iniziata dai romani.

Ci dirigiamo ora verso Capo Miseno, la punta più a sud del Golfo di Pozzuoli (foto 80); la visita via mare di questo cono di tufo è la maniera migliore per comprendere ciò che questo edificio vulcanico rappresenta: uno spaccato unico nell'area che permette di vedere l'interno di un cono vulcanico; il mare infatti, che ancora una volta ha profondamente eroso la struttura, ha lasciato intatto solo uno spicchio di cono e parte del fondo del cratere (figura 20): il faro si trova in posizione leggermente rialzata rispetto al centro del cratere, sul suo fondo sorgono varie abitazioni e la parte verso terra rappresenta ciò che si è conservato dell'edificio, in origine il suo orlo settentrionale; in questo modo



risulta chiaramente visibile l'andamento quaquaversale degli strati di tufo e risulta chiaramente evidente l'inversione di pendenza degli strati che costituiscono la parte interna ed esterna del cono. Risulta molto evidente una variazione netta di colore che interessa i depositi che vanno dal giallo intenso, verso il basso, al grigio chiaro e bianco, verso l'alto: non sono due

depositi di eruzioni differenti ma l'effetto del processo di zeolitizzazione che i tufi subiscono per l'interazione tra acqua e magma durante e dopo l'eruzione e che li "colora" di giallo e li rende più compatti; con l'emersione dell'edificio vulcanico l'interazione con il mare diventa assente per la parte superiore originando i tufi più chiari e meno consolidati.

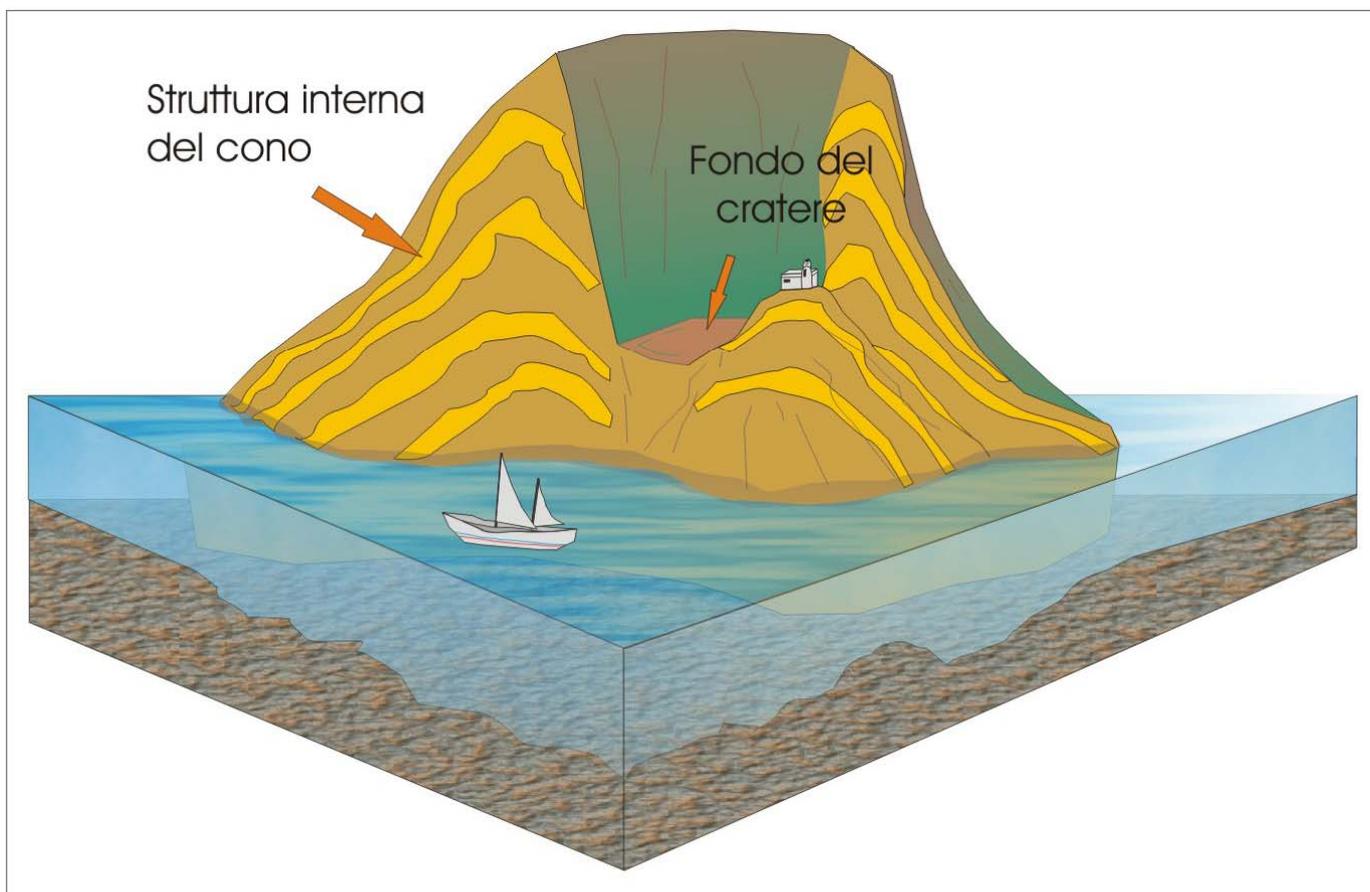


Figura 20: lo spaccato di cono di tufo di Capo Miseno.

Superato Miseno, siamo nel canale di Procida e ci dirigiamo verso di essa, lasciando definitivamente alle nostre spalle la caldera flegrea. Sulla destra la *Falesia di Monte di Procida*, da cui spicca, tra i numerosi livelli vulcanici, il colore rossastro del cono piroclastico di Vita Fumo (foto 81).

Foto 81



**L'isola di Procida** (figura 21): quest'isola ha un'origine completamente vulcanica: si tratta però di un vulcanismo molto più antico di quello che ha generato i Campi Flegrei e che ha una storia di almeno 80.000 anni. Anche in questo caso siamo in presenza di un campo vulcanico in cui nel tempo si sono formati almeno cinque vulcani monogenici, di cui sono



Figura 21: foto aerea dell'isola di Procida.

Attraversato il canale ci dirigiamo verso punta Pioppeto, l'estremità nord-occidentale dell'isola; dal



canale uno sguardo sul porto di Sancio Cattolico e sulle policrome case di Procida, sormontate dal borgo di Terra Murata (foto 82). Tra punta Pioppeto e Capo Bove il tratto di costa si inarca leggermente verso l'interno, denunciando la presenza dell'orlo relitto dell'anello di tufo del vulcano di Fiumicello, di cui sopravvive solo l'orlo meridionale; questo evento è di incerta datazione ma si sostiene che abbia un'età di almeno 55.000 anni. Superato Capo Bove la falesia di *Punta Ottimo* espone una interessantissima successione di strati, ognuno dei quali rappresenta un evento vulcanico differente e che nell'insieme mostrano chiaramente le relazioni esistenti tra un evento e l'altro (foto 83): alla base della falesia i tufi gialli che costituiscono il bordo settentrionale dell'anello vulcanico di Pozzo Vecchio, uno degli edifici vulcanici più vecchi dell'isola con un'età di circa 80.000 anni e all'interno del quale si è formata la baia circolare omonima; poggiano superiormente dei depositi di scorie da caduta di dubbia provenienza; questi due strati sono tagliati nella parte bassa da un evento effusivo che ha portato alla formazione del duomo di Punta Ottimo, le cui lave si coricano sugli strati precedenti; la struttura a cupola è successivamente coperta dai tufi del vulcano di Fiumicello. Dopo questa parentesi sulla stratigrafia di questa parte dell'isola, ci dirigiamo verso Vivara, un'isola che rappresenta un anello di tufo anch'esso tra i più antichi presenti sull'isola. Sulla destra Ischia è vicina, con l'alto Monte Epomeo (foto 84).

La costa che ci separa da Vivara è prevalentemente rettilinea e costituisce l'unico settore dell'isola basso e sabbioso.

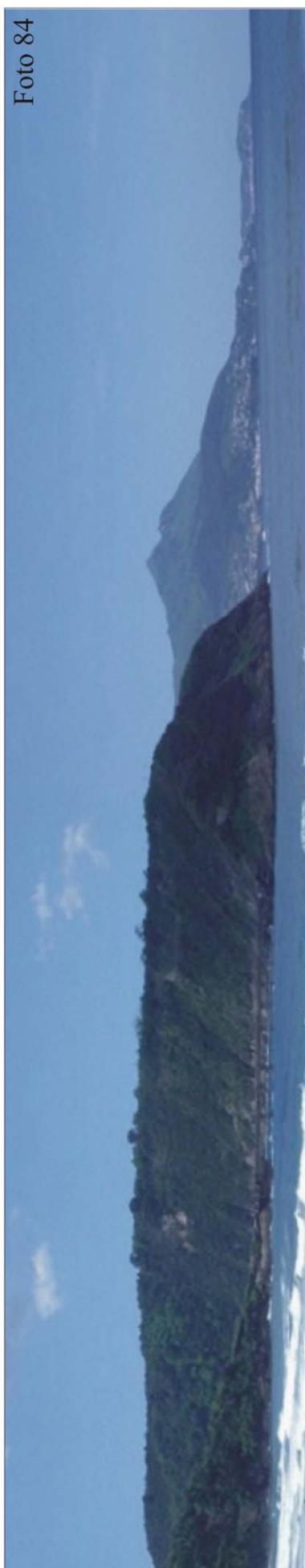
L'isola di Vivara ha una caratteristica forma di mezza luna (figura 21) e il promontorio di Santa Margherita Vecchia, sulla destra, costituisce una porzione del cratere sulla terraferma dell'isola di Procida (foto 85). L'isola è completamente disabitata dall'uomo ed è un'oasi di protezione faunistica in cui gli aspetti naturali sono rimasti quasi completamente inalterati.



Foto 83



Foto 84



Superata Vivara ci dirigiamo verso la baia di Solchiaro; anche questa si è formata all'interno di un edificio vulcanico: si tratta dell'anello di tufo del vulcano omonimo che ha un'età di circa 17.000 anni e rappresenta l'evento più recente dell'attività procidana. La baia è caratterizzata da due grandi bracci



Foto 86

che si protendono verso sud-est e lungo di essi spicca il colore giallo del tufo che li costituisce (foto 86).

Intanto si comincia a scorgere da lontano il promontorio più alto dell'isola, che sorge sui resti dell'antichissimo cono di tufo del vulcano di Terra Murata e alla sua sinistra si distingue, per i vari colori,

l'abitato della Corricella (foto 87). Giunti nei pressi della costa che delimita Terra Murata, ancora una volta l'erosione del mare ha reso visibile la struttura interna di questo cono di tufo e ha generato un suggestivo scorcio di costa alta a falesia.

Proseguiamo verso Punta della Lingua, per osservare l'ultimo sito che mostra un bellissimo contatto stratigrafico tra i tufi gialli di Terra Murata e il deposito della Breccia Museo (39.000 anni), qui presente in uno degli affioramenti più belli di tutta l'area flegrea (foto 88).

Da questo punto si ritorna a Napoli.

#### 6.5.5 5° ITINERARIO: "Escursione a Procida"

Questo itinerario prevede una passeggiata a Procida via terra, alla scoperta delle evidenze geologiche presenti sull'isola. Sarebbe consigliabile, per una migliore comprensione della geologia dell'isola associare questa escursione a quella via mare precedentemente descritta.

Procida è facilmente raggiungibile con navi traghetto o aliscafi, che partono frequentemente sia da



Foto 87

Foto 88



Napoli, dal Molo Beverello, che dal Porto di Pozzuoli. Il tragitto che percorrono coincide, nel tratto di costa napoletana, con l'itinerario precedente, per cui è possibile durante il viaggio vedere alcune cose interessanti.

Foto 89



Una volta giunti a Procida il percorso può essere realizzato sfruttando gli efficienti autobus dell'isola o per chi ama camminare si può girare tranquillamente a piedi, considerando che in lunghezza non supera i 7 km.

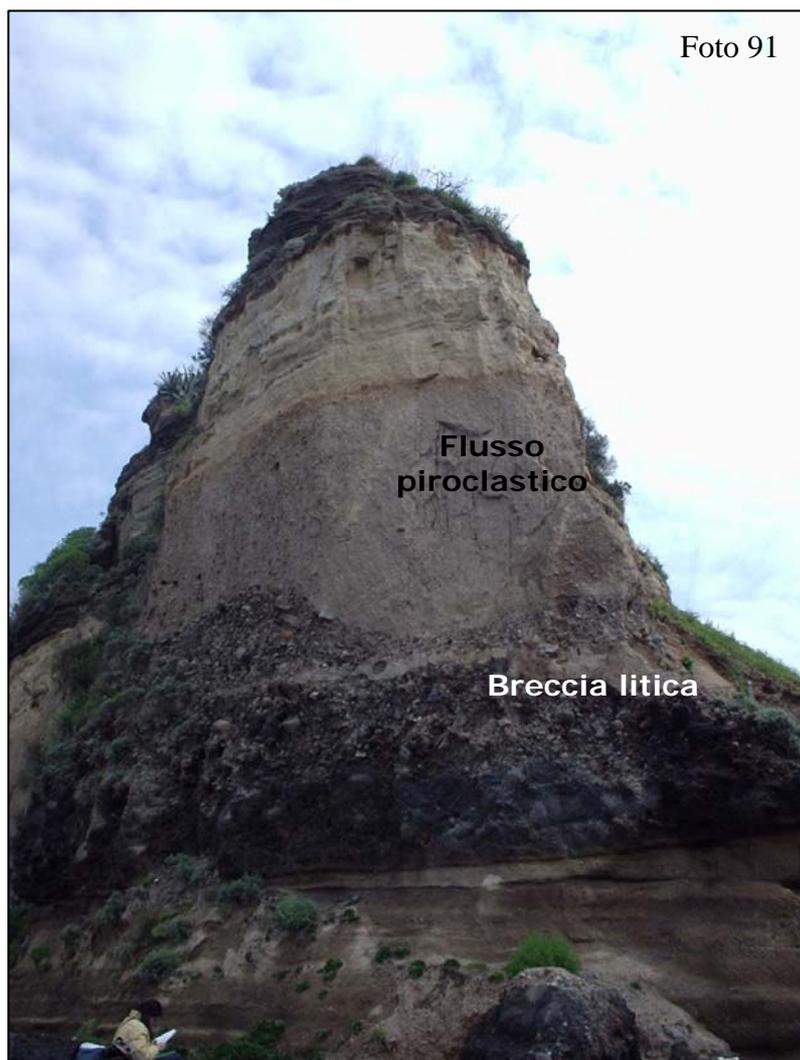
L'itinerario comincia appena giunti sull'isola: dal Porto di Sancio Cattolico infatti è possibile raggiungere facilmente a piedi l'estrema punta nord-orientale dell'isola, in cui si può visitare il sito della *Breccia Museo*, in località Punta della Lingua (foto 89). Questo rappresenta l'affioramento della Breccia Museo più bello di tutta l'area flegrea: interpretato come un deposito di breccia piroclastica prossimale al punto di eruzione dell'Ignimbrite Campana, è anche uno dei depositi più discussi, in quanto alcuni studiosi lo attribuiscono ad un'eruzione locale, avvenuta da un vulcano ora giacente nel canale di Procida e coperto poi dai prodotti piroclastici delle eruzioni più recenti. A parte le discussioni di

Foto 90



formano nelle immediate vicinanze di un centro eruttivo; superiormente comincia il vero e proprio deposito da breccia piroclastica, costituita da clasti anche di grosse dimensioni e in cui la frazione fine è completamente assente (ulteriore segno di vicinanza del centro eruttivo); le rocce che lo compongono sporgono dalla parete tanto da sembrare che si stacchino facilmente, invece risultano fortemente saldati le une alle altre. Guardando l'affioramento si potrebbe fare una lezione di

Foto 91



carattere scientifico, osservando questo deposito si possono capire molte cose. Nelle immediate vicinanze dell'affioramento emergono dall'acqua una serie di scogli molto scuri, che costituiscono la parte basale del deposito: sono formati dall'accumulo e dalla saldatura di brandelli di lava caldi (in inglese detti anche *spatter*) e sono depositi che si formano nelle immediate vicinanze di un centro eruttivo; superiormente comincia il vero e proprio deposito da breccia piroclastica, costituita da clasti anche di grosse dimensioni e in cui la frazione fine è completamente assente (ulteriore segno di vicinanza del centro eruttivo); le rocce che lo compongono sporgono dalla parete tanto da sembrare che si stacchino facilmente, invece risultano fortemente saldati le une alle altre. Guardando l'affioramento si potrebbe fare una lezione di petrografia. Al suo interno si possono infatti riconoscere clasti juvenili che comprendono: grossi blocchi di ossidiane, pomici, scorie, bombe; litici accessori: frammenti di tufo; litici accidentali: rocce carbonatiche, di origine sedimentaria.

**Clasti juvenili**: sono tutte le particelle che derivano direttamente dal magma coinvolto nell'eruzione esplosiva.

**Litici accessori**: sono frammenti che derivano da un magma che si è solidificato durante eventi vulcanici precedenti e che vengono coinvolti nell'eruzione successiva.

**Litici accidentali**: sono tutti i frammenti di diversa natura rispetto a quelli vulcanici e che in genere provengono dalle rocce in cui si forma il condotto vulcanico o da rocce strappate dal basamento su cui poggia un vulcano: la loro presenza può dare precise indicazioni sulla profondità della camera magmatica.

**Ossidiana**: è un vetro vulcanico scuro che si forma in seguito al rapido raffreddamento del magma; si formano generalmente nei pressi di punti di emissione di magma che raffredda rapidamente in acqua; una delle loro caratteristiche è la frattura concoide.

Superiormente l'affioramento è coperto dai depositi da caduta del

Foto 92



vulcano di Solchiaro, che costituiscono invece depositi più lontani dal centro di emissione.

Terminata la visita si ritorna nei pressi del porto e si può salire, attraverso le caratteristiche stradine, a Terra Murata in uno dei punti più alti dell'isola, da cui si gode un indiscutibile panorama, per la sua bellezza, che domina la Corricella e la parte settentrionale dell'isola (foto 90). Da qui si riscende in prossimità del porto e ci dirigiamo verso Cala Cimitero, un sito che si trova nel settore nord-occidentale dell'isola. La baia nota con il nome di Cala del Cimitero è una delle più suggestive dell'isola e sorge all'interno di uno dei vulcani più antichi dell'attività vulcanica procidana, l'anello di tufo di Pozzo Vecchio. Il sito comprende l'affioramento che si trova, giunti alla cala, lungo la parete che la delimita sulla destra e che espone, in una veste molto differente rispetto a quella già vista, il deposito della Breccia Museo (foto 91). Quest'affioramento assume l'aspetto caratteristico di un deposito di breccia litica (nella parte bassa) associata ad un deposito da flusso piroclastico. Lungo le pareti che delimitano la cala sono riconoscibili nel settore nord i tufi del vulcano di Pozzo Vecchio su cui poggiano le lave del duomo di Punta Ottimo (foto 92), i tufi di Fiumicello e i depositi da surge di Solchiaro (foto 93); alcuni dei depositi sono di dubbia attribuzione, probabilmente provenienti da centri eruttivi ischitani.

Dalla Cala del Cimitero, ritornando sulla strada principale proseguiamo verso la Chiaiolella e l'isola di Vivara. Quest'ultima è collegata a Procida attraverso un pontile, attualmente non facilmente accessibile: per la visita si dovrebbe chiedere il permesso al comune di Procida, ma è frequentata comunque da temerari che riescono ad accedervi (foto 94). L'isola è oasi di protezione faunistica ed è totalmente

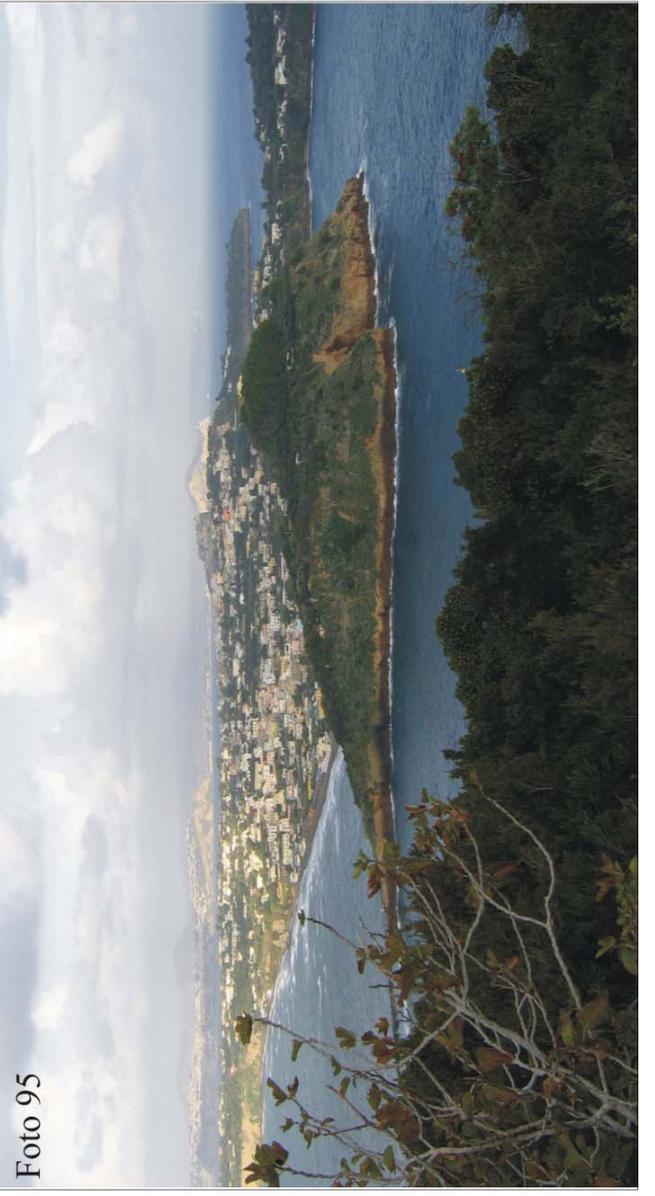
Foto 93



Foto 94



Foto 95



immersa nella tipica vegetazione di Macchia Mediterranea; il punto più alto, nei pressi di Punta Alaca, verso sud, costituisce il sito del *Belvedere di Vivara*, da cui si può ammirare un panorama su tutto il settore meridionale di Procida (foto 95).

Da Vivara è molto prossima la spiaggia del Ciracciello, l'unica spiaggia sabbiosa presente sull'isola; quest'ultima è delimitata nel tratto settentrionale da una ripida parete che si apre nei depositi da surge grigi del vulcano di Solchiaro e che si ritrovano un poco ovunque sull'isola (foto 96); la parete è soggetta all'azione erosiva del moto ondoso soprattutto durante le mareggiate: due faraglioni lambiti dal mare sono l'esempio di porzioni staccate e successivamente isolate dalla parete. Dalla spiaggia guardando verso ovest in primo piano Vivara e sullo sfondo Monte Epomeo.

La cosa ideale è terminare qui questo itinerario all'ora del tramonto, perché il sole cade a picco direttamente nel mare!

Foto 96



## 6.6 IN UN FILMATO: “12.000 ANNI DELLA STORIA FLEGREA”

Questo filmato comprende un'animazione che ho realizzato mettendo in sequenza le fasi individuate nel capitolo 3 per la ricostruzione dell'evoluzione geomorfologica dei Campi Flegrei negli ultimi 12.000 anni. Le immagini sono arricchite di un breve commento che schematizza ciò che è accaduto nelle differenti fasi individuate. L'animazione così realizzata, inserita nel CD allegato alla tesi (“12.000”), racconta la storia della caldera flegrea, dalla sua formazione fino ai giorni nostri, in un modo che spiega con le immagini ciò che non è sempre facile spiegare a parole!

Racconta di una caldera vulcanica che si forma circa 12.000 anni fa, dopo una eruzione violentissima: enormi quantità di prodotti vulcanici sono stati eruttati fuori dalla crosta terrestre e si sono depositati in grandi quantità nell'area che oggi comprende Napoli e Pozzuoli, generando le gialle rupi di tufo dei rilievi napoletani.

Il mare invade l'area che è sprofondata e comincia, in questo modo, una storia che ha come protagonisti principali i vulcani, che in quest'area si avvicendano numerosi.

I primi vulcani si formano subito dopo la formazione della caldera e fanno capolino direttamente dal mare: i prodotti vulcanici emessi si cominciano a depositare sul fondo della caldera sommersa.

Il fondo della caldera da questo momento in poi ha cominciato a riemergere dal mare perché continuamente riempito dei prodotti piroclastici dei vulcani attivi soprattutto lungo il suo margine occidentale. Le fasi successive fino a circa 8.000 anni fa, vedono la nascita di nuovi centri vulcanici

che nascono soprattutto nel settore centro- settentrionale della depressione e che sorgono in parte sulla terra ferma; contemporaneamente continua l'opera di modellamento del mare, che agisce con il moto ondoso i rilievi che lambisce.

Tra 7.000 e 5.000 anni il fondo della caldera subisce una prima fase di sollevamento tettonico, che porta all'emersione della sua parte centrale, che viene successivamente seguita da una seconda fase di sollevamento. Intorno a circa 4.500 anni buona parte della caldera è ormai emersa definitivamente.

Una fase vulcanica molto spinta si attiva nel settore orientale, che porta alla formazione di grandi depressioni vulcano tettoniche interne alla caldera e alla formazione di numerosi altri centri vulcanici. L'attività vulcanica continua fin a circa 3.600 anni fa, periodo in cui si formano edifici vulcanici le cui forme ancora oggi sono molto ben conservate.

Gli episodi che seguono rendono il paesaggio flegreo sempre più simile a quello attuale: si susseguono in tempi recenti (dai romani al medioevo) continui movimenti del livello del mare. che portano piccole porzioni di terra emersa ad essere sommersa e viceversa; questi fenomeni dimostrano che il sistema vulcanico è ancora attivo.

La morfologia attuale si afferma definitivamente con l'eruzione del 1.538 nel settore orientale.

Dopo questo momento i maggiori cambiamenti all'ambiente sono stati quelli determinati dalla mano dell'uomo.

## CAPITOLO 7

### UN' ESPERIENZA INTERDISCIPLINARE

In questo capitolo vengono esposti i prodotti realizzati in collaborazione con il gruppo di lavoro operante all'interno del Centro Regionale di Competenza "INNOVA" per lo Sviluppo ed il Trasferimento dell'Innovazione Applicata ai Beni Culturali e Ambientali, di cui ho già accennato nel capitolo 4; la collaborazione è durata circa un'anno ed è coincisa con il mio ultimo anno di dottorato di ricerca.

#### 7.1 UNA PARENTESI CON "INNOVA"

Nell'ottica della valorizzazione dell'area flegrea molto proficua è risultata la collaborazione con questo gruppo di lavoro.

Il CRdC nasce per volontà della Regione Campania e di gran parte della rete della ricerca pubblica regionale operante sul tema dei Beni Culturali e Ambientali. In questo ambito la Regione Campania insieme al CNR, alle Università della Campania, ai Parchi scientifici e tecnologici e al Centro Universitario Europeo per i Beni Culturali è fortemente orientato ad assicurare un forte e stabile collegamento con il territorio e con i potenziali utilizzatori delle ricerche, dei servizi e delle innovazioni sviluppate, e si propone come approccio di base di favorire l'integrazione tra i gruppi di ricercatori appartenenti a istituzioni diverse e sviluppare una rete di servizi avanzati rivolti sia all'interno che all'esterno del CRdC.

Il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Napoli Federico II, all'interno del quale ricade il mio progetto di dottorato, rientra nell'ambito del *Work Package II.1* ed è costituita da diverse competenze nel campo delle scienze naturali, dell'architettura e dell'archeologia.

Il gruppo di lavoro per la "*Conoscenza e Valorizzazione delle componenti architettoniche e naturalistiche*" si propone dunque, come strategia fondamentale, quella di trasferire alla società civile, cittadini e istituzioni, la conoscenza delle componenti geologiche del territorio, per farne occasione di sviluppo sostenibile. In particolare ha lo scopo di far emergere il Patrimonio Geologico presente sul territorio della nostra Regione e contribuire a pianificare progetti di massima per la sua valorizzazione, intesa come fruizione didattico-turistica.

Il *WP* svolge inoltre azioni di divulgazione, di formazione e di strutturazione di progetti per consentire a tutti di percepire i beni geologici come ulteriore *Bene Culturale*, da integrare e valorizzare con i Beni Storico - Archeologici.

Questo crea le condizioni perché associazioni o piccoli imprenditori possano sviluppare progetti per la fruizione didattica o turistica, facendo dunque di questa conoscenza un'occasione di sviluppo.

Le attività e i servizi offerti dal *WP* riguardano dunque:

- ricerche sul campo per l'individuazione e il censimento di geositi;
- organizzazione dei dati raccolti in un SIT, come strumento fondamentale per la pianificazione;
- progettazione di attività di divulgazione e fruizione da offrire a gruppi scolastici, turistici e universitari;
- elaborazione di itinerari escursionistici tematici;
- progettazione di laboratori ludo-didattici;
- centri museali;realizzazione di CD-rom, DVD, video, opuscoli, materiale cartografico per la promozione del territorio;strutturazioni di corsi e stages per la preparazione di professionisti operanti nel settore;interventi nei progetti di pianificazione territoriale;

I servizi offerti di divulgazione e fruizione contribuiscono dunque a favorire la conoscenza multidisciplinare dell'area di studio, attraverso l'individuazione e la documentazione degli elementi del paesaggio e dell'architettura che definiscono i caratteri specifici del territorio.

I siti dimostratori in Campania per questo tipo di progetto sono le aree di Paestum-Cilento e di Cuma-Campi Flegri. Tutte le azioni di conoscenza e valorizzazione si sono rivolte prioritariamente all'area flegrea.

Parte del lavoro di ricerca nell'ambito del mio progetto di dottorato si è sviluppato quindi necessariamente di pari passo con questo gruppo di lavoro. Da ciò è scaturita per me una straordinaria esperienza di lavoro e soprattutto di interscambio di competenze e di condivisione di difficoltà nel dover raccontare in modo esaustivo, ma allo stesso tempo sintetico, un luogo sotto differenti punti di vista. Ognuno di noi, contrattista di INNOVA o collaboratore esterno, ha messo a disposizione le proprie competenze e discipline per la realizzazione di un prodotto che esalta la polivalenza di quest'area.

Gran parte dei prodotti finora realizzati sono stati presentati anche all'interno delle attività realizzate dal *WP* e sono allo stato progettuale.

### 7.1.1 I SERVIZI FORNITI A GRANDE SCALA

Tra le proposte offerte dal gruppo di lavoro c'è l'intenzione di creare un servizio di monitoraggio e gestione del territorio per costruire un sistema multitematico di conoscenza dinamica dell'area di indagine, in grado di seguire l'evoluzione dei fenomeni presenti sul territorio. Tale servizio vuole essere di supporto alle attività di gestione e pianificazione del territorio.

Strumento fondamentale risulta dunque la messa a punto di un Sistema Informativo Territoriale, che attualmente allo stato progettuale è stato riempito di carte multitematiche già presenti in bibliografia e che riguardano in maniera particolare gli aspetti dell'area relativi all'uso del suolo e ai caratteri botanici. In una fase successiva, che dovrebbe comprendere la realizzazione di questo SIT, saranno inserite anche le carte tematiche da me realizzate nell'ambito del mio progetto di dottorato (carta geomorfologica, geologica, dei geositi e degli itinerari flegrei).

Il SIT è uno strumento adatto agli scopi proposti in quanto in grado di accogliere i prodotti dei differenti gruppi di ricercatori che fanno riferimento al CRdC e può costituire una raccolta delle indagini condotte nell'area Flegrea più recenti. Inoltre l'integrazione di differenti livelli tematici costituisce un valido strumento per la produzione di cartografie tematiche "derivate", il cui contenuto di informazioni risulta straordinariamente più alto di quello della somma dei singoli tematismi. Dall'integrazione di differenti linee di indagine possono essere evidenziate delle "proprietà emergenti" altrimenti non visibili dall'analisi delle singole parti. Il sistema potrebbe poi inoltre essere costantemente aggiornato ed eventualmente visualizzabile via web dagli enti che ne facciano richiesta (Enti turistici, regionali, comunali). Un esempio di elaborazione delle informazioni derivanti dalla sovrapposizione dei vari tematismi sarà un indice di valore ambientale (naturalistico + architettonico) utile nell'identificazione di aree oggetto di valorizzazione del territorio.

Tre esempi di servizi che il SIT potrà offrire:

1. la pubblicazione in rete del SIT al pari di una rivista on line,
2. la creazione di Touch Screen per centri turistici e per i punti di accoglienza dei visitatori del Parco,
3. lo sviluppo di SIT per la visualizzazione su palmari così da fornire uno strumento utile nelle escursioni (turisti) o nelle fasi di campionamento (ricercatori).

### 7.1.2 I SERVIZI FORNITI A PICCOLA SCALA

Accanto ai servizi forniti a grande scala è stato messo a punto un progetto di valorizzazione dell'area del lago d'Averno a cui è stato dedicato la maggior parte del tempo lavorativo. Contemporaneamente i gruppi appartenenti ad ogni singola disciplina hanno sviluppato ipotesi progettuali su altre aree di lavoro: nel caso della geologia è stata rivolta maggiore attenzione verso l'area di Monte di Procida.

Gran parte dei progetti proposti e delle consulenze fornite, riguardo gli argomenti a carattere geologico, sono stati realizzati dalla sottoscritta in stretta collaborazione con i contrattisti dott. Marco

d'Errico, dott.ssa Antonella Marsico, supervisionati dalla prof. Nicoletta Santangelo, dal prof. Iannace Alessandro e dal prof. Italo Sgroso; inoltre alcuni dei contributi sono stati realizzati anche con la collaborazione del dott. Antonello Bartiromo, con la supervisione della prof. Maria Rosaria Ghiara. Mi sembra il caso di dedicare ai progetti sviluppati due interi paragrafi.

## 7.2 IL PROGETTO SUL LAGO D'AVERNO



Figura 1: panoramica del lago, da [www.infocampiflegrei.it](http://www.infocampiflegrei.it).

La scelta è ricaduta sull'area del Lago d'Averno in quanto, in seguito ad una attenta analisi, meglio si prestava alla realizzazione di un progetto dimostratore di valorizzazione che fosse il risultato di un'indagine di tipo multidisciplinare, in cui far confluire competenze e professionalità diverse. Qui natura, ambiente ed uomo sono gli elementi che nel tempo hanno prima formato e poi modificato la morfologia del territorio fino a dargli il volto che oggi osserviamo (figura 1). Allo stesso tempo costituisce una realtà territoriale che, seppur in passato sia stata oggetto di tentativi di valorizzazione, con la realizzazione di pannellistica e strutture per favorire la fruizione lungolago, verte attualmente in uno stato di abbandono sia da parte del turismo che amministrazioni.

Si è scelto di prendere in considerazione una zona che include, per circa 1 km, il perimetro del lago, al fine di inglobare tutte quelle attività di carattere sia naturale che antropico che in esso hanno interagito nel corso degli ultimi 4 millenni. L'obiettivo è quello di fornire una lettura interdisciplinare del territorio che possa rappresentare un prodotto interessante ed innovativo per una nuova utilizzazione turistica.

E' stata data attenzione in prima analisi ai contributi che ciascun apporto disciplinare avrebbe potuto apportare e all'individuazione dei tematismi attraverso cui interpretare il territorio.

Seguono alcuni sottoparagrafi sull'apporto fornito da una lettura geologica dell'area e sinteticamente sui contributi forniti dalle altre discipline. Tutti i contributi sono stati accuratamente arricchiti da filmati e animazioni che ritraggono i differenti aspetti dell'area.

### 7.2.1 IL SIGNIFICATO GEOLOGICO DELL' AVERNO

Il contesto in cui si è svolta la storia geologica dell'Averno racchiude inevitabilmente l'area limitrofa che comprende l'attuale Lago Lucrino e il Monte Nuovo.

Sul valore geologico di quest'area ho già ampiamente parlato sia nel capitolo 2 che nel capitolo 4. In questo paragrafo tenterò di mettere in evidenza quegli aspetti che hanno permesso di creare con le altre discipline dei punti di incontro per una lettura integrata dell'area.

Questo tipico lago vulcanico che sorge all'interno di una cratera di esplosione di tipo tuff-ring si è formato in seguito a due eventi eruttivi, denominati in letteratura Averno 1 e Averno 2. Le due eruzioni sono avvenute, rispettivamente, 4.800 e 3.700 anni fa. Gli fa seguito solo il vicino Monte Nuovo (sorto nel 1538) e, con quest'ultimo, rappresentano gli unici eventi che hanno interessato il settore nord-ovest nell'ultimo periodo di attività della caldera flegrea.

Abbiamo cercato, con i collaboratori Marco d'Errico e Marsico Antonella, di ricostruirne le fasi eruttive attraverso alcuni fotomontaggi che hanno lo scopo di far comprendere le caratteristiche dell'attività vulcanica che ha portato alla formazione dell'tuff-ring, partendo dalla situazione odierna.

I depositi generati dalle eruzioni che oggi costituiscono le pareti del cratere che ospita il lago, sono funzione del tipo di eruzione. Le fasi magmatiche, che sono le prime a svilupparsi, producono pomici, anche di grosse dimensioni. Le fasi freatomagmatiche, sono caratterizzate dall'interazione di acqua di falda e magma all'interno della camera magmatica: questa miscela esplosiva genera una miscela diluita particelle-gas-vapore prodotta dall'esplosione (*surges*), che si espande rapidamente estendendosi radialmente attorno al punto di emissione (*vent*). Quest'ultimo, nel corso delle fasi eruttive, ha subito una migrazione da sud-ovest verso nord-est generando l'attuale forma irregolare del cratere. La migrazione del vent rivela l'esistenza di una frattura nella medesima direzione.

L'eruzione dell'Averno 2, che è quella che ha confermato l'attuale morfologia del cratere, si è sviluppata in diverse fasi con un'alternanza fra fasi magmatiche e freatomagmatiche. I suoi prodotti piroclastici ricoprono i prodotti dei vulcani dei Fondi di Baia e sono a loro volta ricoperti sul versante

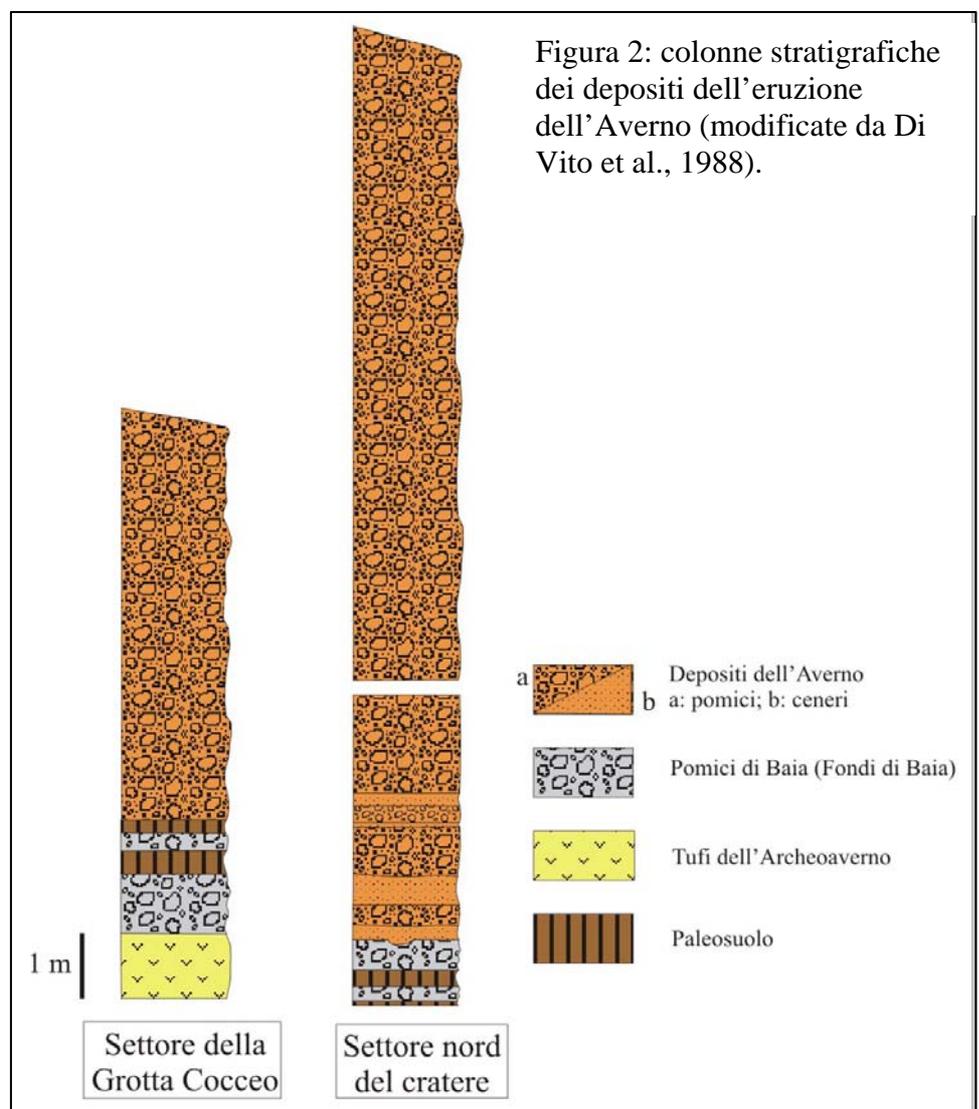
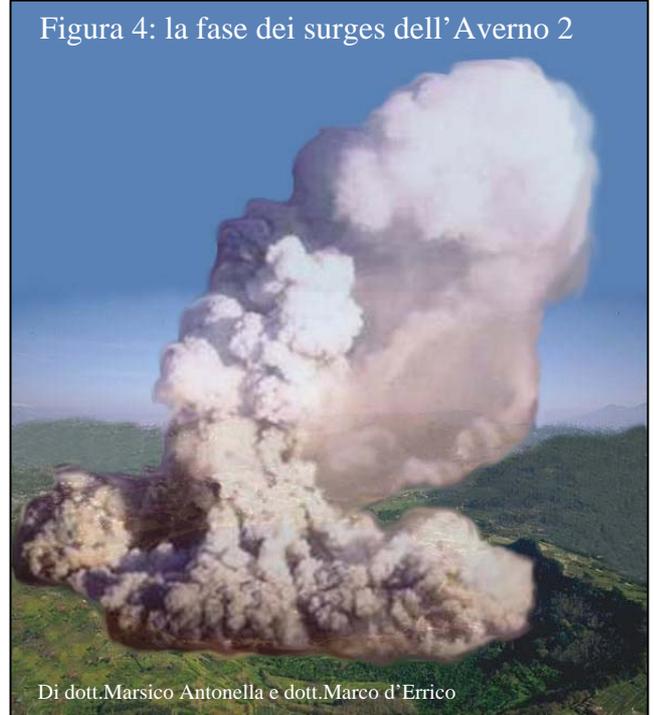


Figura 3: la fase a colonna sostenuta dell'Averno 1



Figura 4: la fase dei surges dell'Averno 2



l'altezza del Vesuvio) e hanno deposto i livelli basali di lapilli e ceneri (Averno 1) (figura 3); gli stadi 2 e 4 sono caratterizzati da episodi di interazione magma-acqua, dal collasso di colonne eruttive e dalla conseguente deposizione di *wet surges* (*surge* ricco di vapore acqueo); gli stadi 3 e 5 mostrano una diminuzione dell'interazione magma-acqua e il verificarsi di nuove fasi di colonne eruttive caratterizzate da un minore presenza di vapore acqueo (*dry surges*). I depositi degli stadi dal 2 al 5 sono indicati come Averno 2 (figura 4). La diffusione dei depositi da *surges* dell'Averno 2 è stata controllata dalla preesistente morfologia dell'Archiaverno, che ha agito come una barriera per la porzione basale più densa della nube eruttiva che si è in gran parte deposta in prossimità del cratere. La sequenza delle fasi eruttive, principalmente quelle dell'Averno 2, ha originato la tipica forma

Figura 5: l'Averno in collegamento con il mare



tronco conica ampia e larga del *tuff-ring* (anello di tufo). La composizione chimica dei frammenti di pomice è trachitica (alto contenuto in silice). Prima del 1538 il Lago d'Averno era in comunicazione diretta con il Lago Lucrino, il quale era sicuramente più esteso di oggi e periodicamente separato dal mare solo da una sottile striscia di terra; in questo modo i due bacini venivano a costituire un tutt'uno con il Golfo di Pozzuoli, uniti, sul finire del I sec. a.C., da un canale navigabile (figura 5). Durante il periodo romano, con

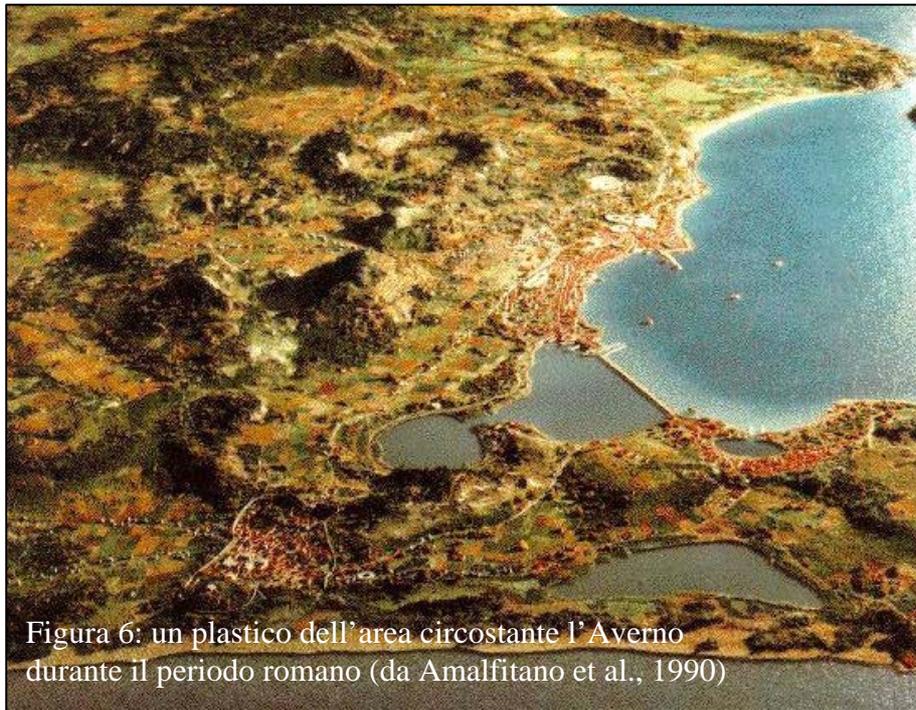


Figura 6: un plastico dell'area circostante l'Averno durante il periodo romano (da Amalfitano et al., 1990)



Figura 7: la sella è la traccia dell'antico punto di comunicazione tra il lago e il mare aperto. Foto da [www.infocampiflegrei.it](http://www.infocampiflegrei.it)



Figura 8: la nascita del Monte Nuovo isola definitivamente il lago.

la costruzione del Porto Giulio nelle acque antistanti costituì una rada tranquilla e riparata per la flotta imperiale (figura 6).

Intorno al X-XI sec. il lago Lucrino scomparve completamente, sommerso dal mare, in seguito all'abbassamento del suolo ad opera del bradisismo. Questo evento provocò l'arretramento della linea di costa fino alla riva dell'Averno, il quale entrò in diretta comunicazione col mare. L'attuale morfologia del vulcano, sul lato che guarda verso mare, è caratterizzata da una sella (figura 7) che indica il punto di comunicazione tra il mare e il lago in questo periodo storico.

La situazione mutò ulteriormente quando il suolo, nei secoli successivi, cominciò nuovamente a sollevarsi, causando la riemersione di un ampio tratto di costa, e l'eruzione che creò il Monte Nuovo (figura 8). La parte orientale dell'alveo dell'antico Lucrino allora ancora coperto dal mare, fu colmata dai materiali eruttati dal Monte Nuovo (l'attuale

specchio lacustre, infatti, si è formato solo alla fine del XVII secolo); il lago d'Averno rimase, pertanto, di nuovo isolato in seguito alla scomparsa dell'antico canale artificiale che lo collegava al mare.

Attualmente l'affioramento della falda idrica ha consentito la formazione del lago vulcanico.



Fig.9: Iconografia in marmo del III-IV sec. d.C., che raffigura Caronte sullo Stige che accompagna le anime di due defunti (da Amalfitano et al., 1990).

## 7.2.2 IL MITO DELL' AVERNO ATTRAVERSO LA GEOLOGIA

Il Lago d'Averno è stato in passato un luogo ricco di fascino e mistero, il cui aspetto cupo e immobile ha da sempre "stuzzicato" l'immaginario collettivo e ciò è avvenuto inevitabilmente per la sua origine spiccatamente vulcanica.

Antichissime leggende e misteriosi culti legano già in epoca greca le oscure sponde del lago con la discesa agli inferi. In questa zona i colonizzatori riconobbero il luogo immaginario dove Odisseo evocando le ombre dei morti avrebbe interrogato l'indovino Tiresia (Odissea, XI, 65-70).

Ad alimentare le credenze secondo cui il lago era la porta dell'Ade furono senza dubbio la cupa vegetazione boschiva unita ai fenomeni di fumarole che hanno tenuto il lago isolato e privo di insediamenti fino alla fine del I sec. a.C. Nello stesso periodo, invece, il lago Lucrino, più prossimo al mare e beneficiato dalla presenza della *via Herculea*, che lungo la costa univa Cuma, Miseno e Pozzuoli, fu caratterizzato da una

notevole urbanizzazione e da un intenso sfruttamento anche delle copiose sorgenti termali allora attive.

Strabone nella sua Geografia descrive il luogo come infestato da un'ombra di morte ricordando come nessuno osava bere l'acqua nei pressi del lago ritenendolo alimentato dal corso dello Stige, il fiume infernale (figura 9).

Le fonti più antiche ne parlano come di una zona assai malsana. Ancora Strabone pone l'accento sulla presenza di folte foreste e mefitiche esalazioni, da cui la derivazione del toponimo, confermata in più fonti, come in alcuni versi di Lucrezio:

*Ora, suavia, ti spiegherò di quale natura siano dotati  
i luoghi e laghi Averni, quanti ve ne sono.*

*Anzitutto, quanto al fatto che son chiamati Averni, questo nome  
fu imposto per l'effetto, perché sono nocivi a tutti gli uccelli:  
e infatti questi, quando a volo sono giunti diritti su quei luoghi,  
dimentichi del remeggio delle ali abbassano le vele  
e cadono a capofitto, lasciandosi andare col collo flaccido  
in terra, se per caso è tale la natura dei luoghi,  
o in acqua, se per caso disotto si stende un lago d'Averno.*

*Un luogo siffatto è presso Cuma, ove fumano monti  
pieni d'acre zolfo, ricchi di calde sorgenti.*

(De Rerum Natura, VI).

Inoltre la presenza di grotte scavate nelle pareti di tufo, la Grotta di Cocceio e la Grotta della Sibilla, ha alimentato la credenza secondo la quale questo sito era la sede della mitica popolazione dei Cimmeri (Odissea, VI), gli abitanti delle caverne che fuggivano la luce del sole.

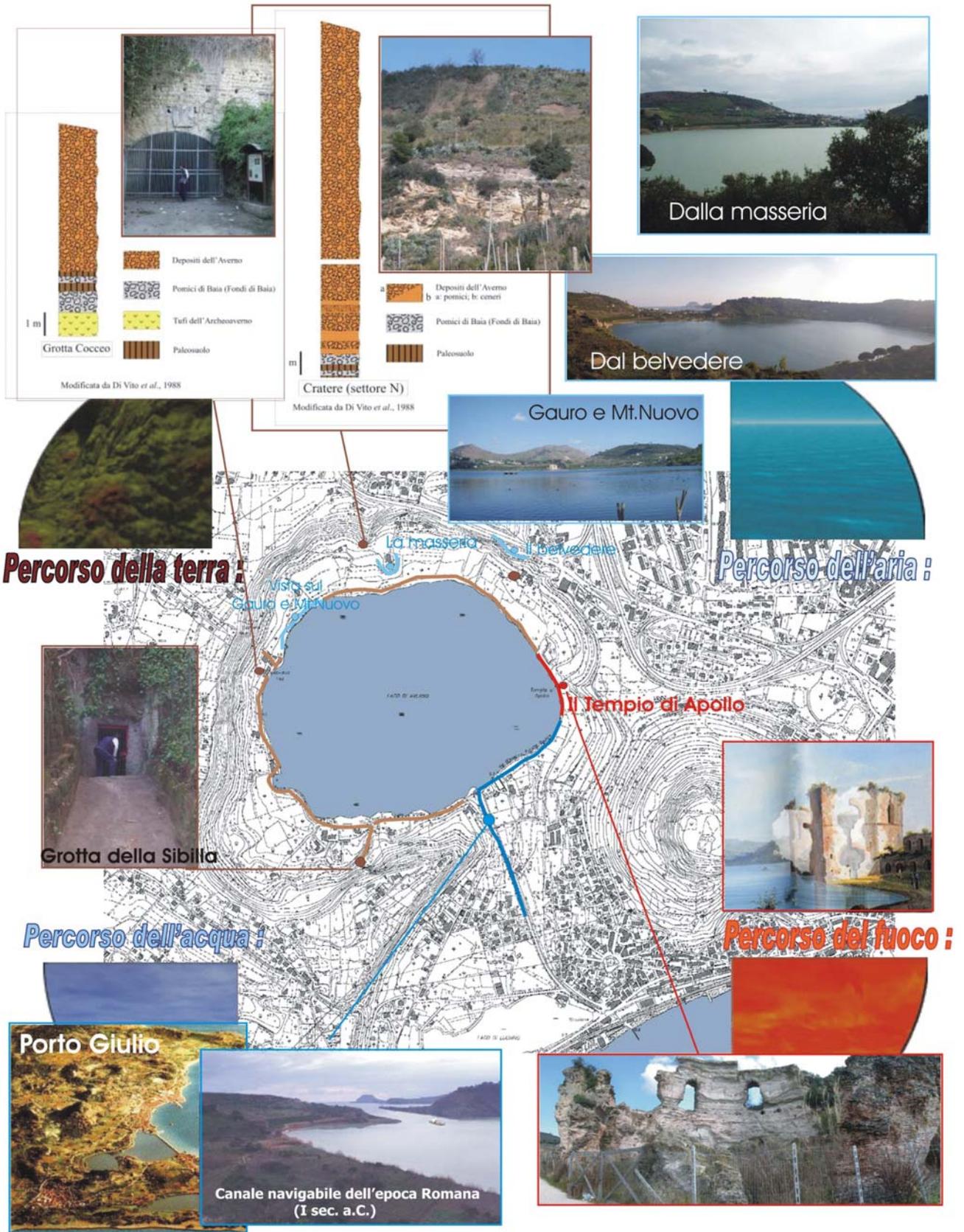


Figura 10: il periplo geologico del Lago d'Averno

### 7.2.3 IL PERIPLO GEOLOGICO DEL LAGO

Le considerazioni di carattere geologico sull'area dell'Averno hanno portato il nostro gruppo di lavoro alla realizzazione di percorsi di interesse geologico che percorrono il periplo del lago e prevedono dei punti di *stop* in cui si possono osservare le differenti evidenze presenti lungolago.

Il percorso ha come filo conduttore i quattro elementi (l'aria, l'acqua, il fuoco e la terra) e si sviluppa lungo un tracciato preesistente che circonda il lago; è costituito in un primo tratto, che si estende dall'entrata (ubicata lungo il tratto sud-orientale) fino al tratto che precede la Grotta di Cocceio (ubicata lungo il bordo nord-occidentale), da un cammino sterrato, a tratti anche molto stretto, rivestito lungo il margine esposto al lago da pavimentazione in basalto; lungo il cammino sono presenti una serie di pannelli illustranti la geologia e la vegetazione del luogo e alcune infrastrutture in legno che realizzano panchine e punti di vista rilevati sul lago; il tratto restante, che riconduce all'entrata del lago è costituito da una strada carrabile lungo la quale sono presenti varie strutture che ospitano perlopiù ristoranti.

Il percorso tematico, percorribile in un paio di ore, è stato così strutturato (figura 10):

#### ***Percorso dell'acqua :***

Comprende un unico tratto che si estende dall'entrata del lago fino al Tempio di Apollo e che si trova in corrispondenza della sella la cui origine è in parte legata all'azione del mare che recentemente (prima dell'eruzione del Monte Nuovo), periodicamente rendeva questo lago un piccolo golfo a diretto contatto con il mare aperto.

#### ***Percorso del fuoco :***

Comprende il tratto immediatamente antistante il Tempio di Apollo; quest'ultimo costituisce l'unica evidenza attualmente esistente sul lago dell'antica e ormai estinta attività termale, che è stata alimentata dal sistema di fratture che ha favorito l'attività vulcanica in quest'area.

#### ***Percorso dell'aria :***

Comprende tutti i punti o i tratti circum-lago da cui è possibile avere dei punti di vista particolari sul lago stesso o sul paesaggio circostante ed è composto da tre *stop*:

1° stop - vista dalla masseria: panoramica sull'entrata del lago e sulla sella.

2° stop - vista dal tratto nord-ovest del cratere: panoramica sul cono di tufo del Gauro e sul cono di scorie del Monte Nuovo.

3° stop - questo punto di vista è esterno al lago ed è raggiungibile facilmente in auto lungo una strada che percorre l'orlo sommitale; è un punto di vista preferenziale da cui si può stimare la circolarità della sua forma; lo sguardo inoltre spazia anche sul mare: si riescono ad intravedere Capo Miseno e Baia.

#### ***Percorso della terra :***

Comprende tutti i punti o i tratti circum-lago da cui è possibile osservare affioramenti dei prodotti vulcanici presenti e di emergenze archeologiche anche di interesse geologico ed è composto da quattro *stop*:

1° stop - costituisce il tratto da cui è possibile osservare i prodotti dell'eruzione dell'Averno, prevalentemente pomici e ceneri, che si sovrappongono ai tufi del Gauro; questi ultimi costituivano il basamento originario, praticamente trapanato dall'eruzione e il loro affioramento è dovuto al collasso che l'area interessata ha subito successivamente all'eruzione.

2° stop - costituisce l'affioramento che si trova immediatamente alle spalle della masseria che espone i prodotti piroclastici prevalentemente da caduta dell'eruzione dell'Averno.

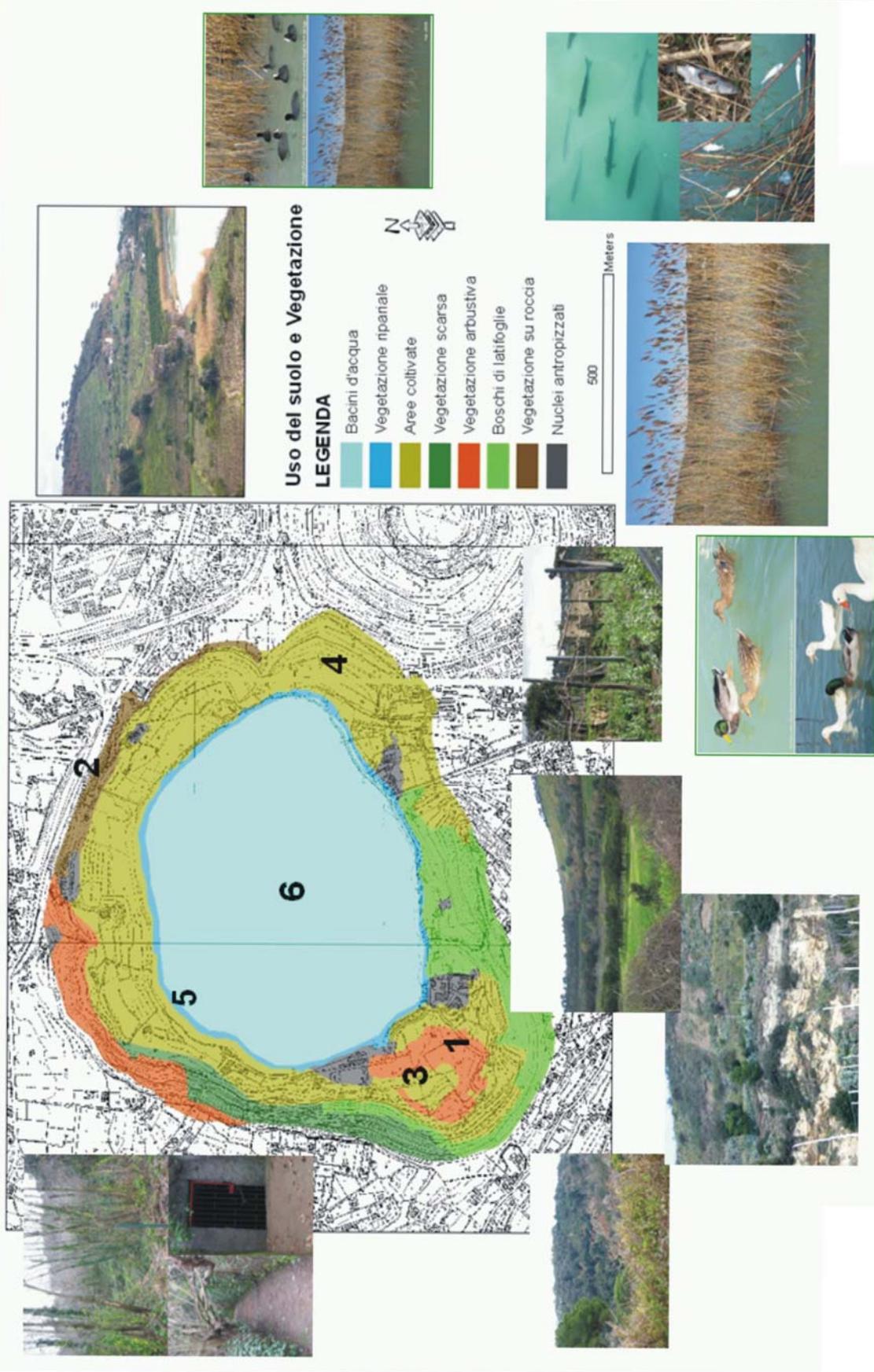


Figura 11: aspetti botanici del Lago d'Averno (dott. Giancarlo Sibilio).

3° stop – comprende la fermata alla Grotta di Cocceio (attualmente non visitabile), una delle opere di ingegneria romana scavata nel tufo giallo.

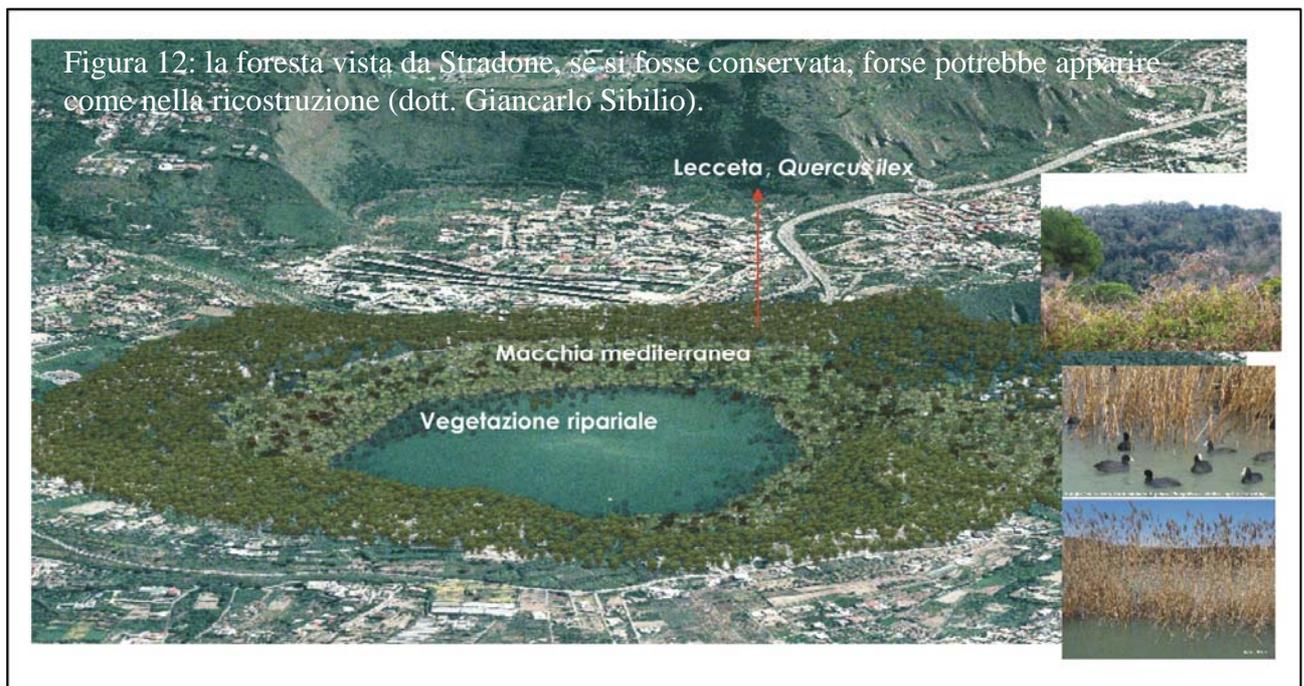
4° stop – comprende la fermata all'ingresso della Grotta della Sibilla (attualmente visitabile solo in sporadiche e particolari occasioni).

#### 7.2.4 GLI ALTRI ASPETTI DISCIPLINARI

I contributi che seguono riguardano i contributi che ciascun componente del gruppo di lavoro ha fornito in base al proprio bagaglio culturale. Gli aspetti disciplinari in base alla quale si è analizzata l'area sono relativi alla botanica, alla zoologia, alla paleoetnografia, all'architettura, all'archeologia e agli aspetti museologici.

##### 7.2.4.a BOTANICA

Il contributo disciplinare relativo agli aspetti botanici dell'area è stato realizzato dal dott. Giancarlo Sibilio, con la supervisione del prof. Roberto Taddei . L'analisi mette in evidenza un'area caratterizzata dalla presenza in prevalenza di vegetazione ripariale intorno al bacino d'acqua e di vegetazione spontanea del tipo Macchia Mediterranea e Lecceta con *Quercus ilex*, non mancano aree coltivate con presenza discreta di nuclei antropizzati (figura 11). L'analisi è accompagnata da possibili linee di gestione del territorio.



Molto interessante è la ricostruzione della vegetazione che si sarebbe conservata nell'area se non fossero intervenuti cambiamenti causati dalla “mano dell'uomo” (figura 12): le fonti storiche descrivono infatti i versanti del lago interamente ricoperti da un folto bosco a prevalenza di Leccio, che costituiva la Foresta dell'Aorna.

##### 7.2.4.b ZOOLOGIA

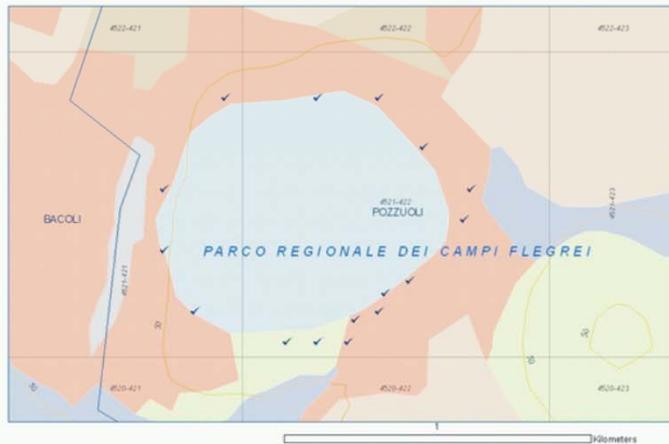
Gli aspetti relativi alla fauna esistente sono stati curati dalla dott.ssa Carmela Cascone, che anche in questo caso è stata supervisionata dal prof. Roberto Taddei. Il Lago d'Averno costituisce a questo proposito uno dei siti del Parco Regionale dei Campi Flegrei campionato per lo studio dell'avifauna. Sono state individuate almeno 51 specie, tra cui le più comuni sono la Folaga, lo Svasso piccolo, il Germano Reale e le oche selvatiche (figura 13).



Folaga (*Fulica atra*)



Svasso piccolo (*Podiceps nigricollis*)



**Specie osservate (51)**

Figura 13: aspetti zoologici dell'Averno (dott.ssa Carmela Cascone).

**7.2.4.c PALEOETNOGRAFIA**

E' stata effettuata inoltre dal dott. Pasquale Raia un'analisi della presenza di specie presenti nell'area domesticate dall'uomo: il Germano Reale e le Oche Selvatiche per l'avifauna; la famiglia delle Oleacee, della vite domestica e del pesco per le specie arboree.

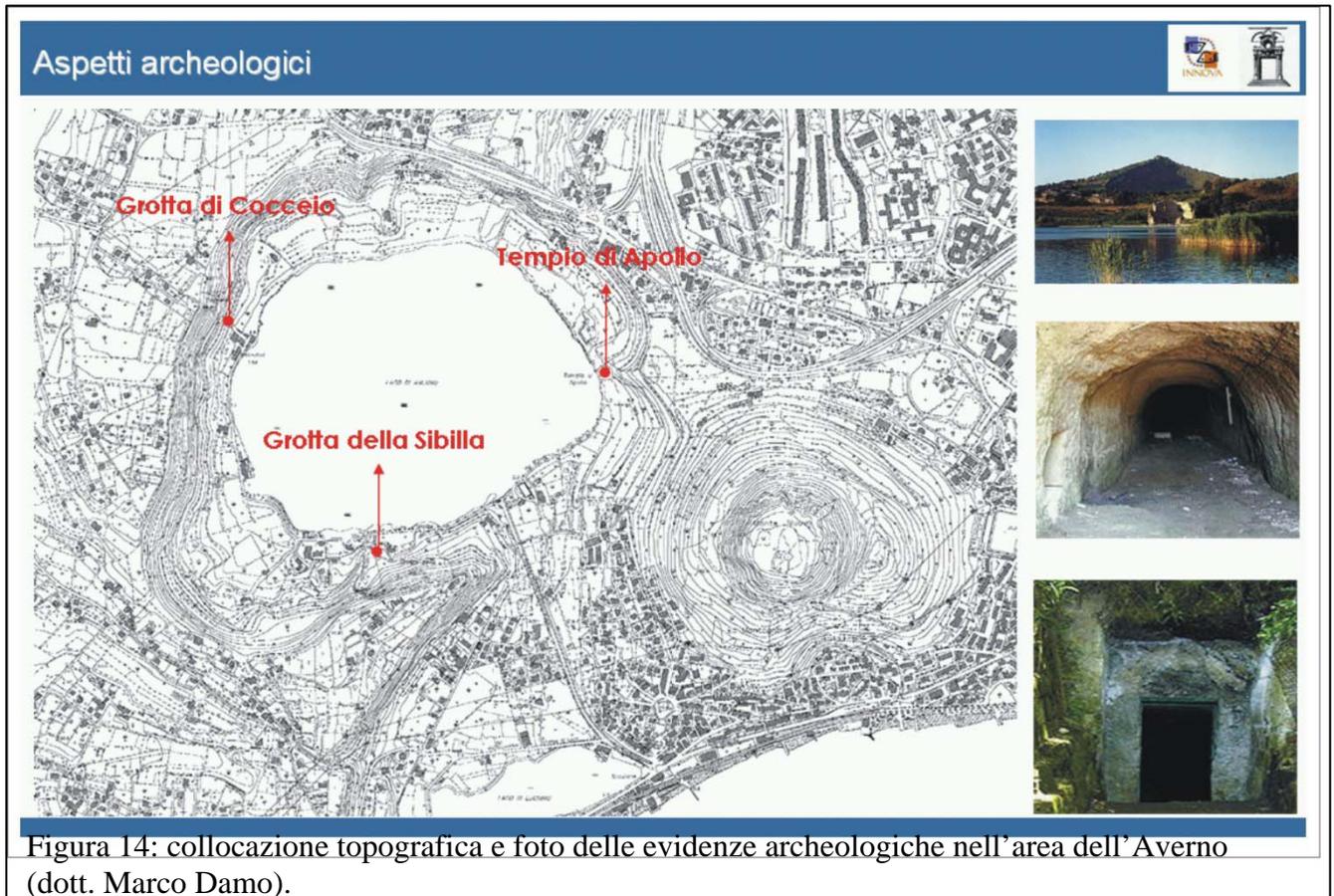
**7.2.4.d ARCHEOLOGIA**

Questa parte è stata trattata dal dott. Marco Damo, che in realtà è un contrattista di INNOVA, ma appartiene ad un'altra WP.

Lo studio in chiave archeologica dell'area ha messo in evidenza l'emergenza di almeno tre strutture di interesse archeologico: il Tempio di Apollo, la Grotta di Cocceio e la Grotta della Sibilla (figura 14). Il Tempio di Apollo è in realtà un edificio termale edificato agli inizi del I° sec. d.C. e ampliato successivamente in epoca adrianea. La monumentale struttura interamente realizzata in opera laterizia presenta una pianta esterna di forma ottagonale mentre l'interno è circolare, con una volta a cupola, seconda per dimensioni solo al Pantheon. L'edificio era costituito da due piani, di cui quello inferiore risulta attualmente completamente interrato per effetto del bradisismo; la sala centrale ospitava una vasca circolare alimentata direttamente dalle acque del lago e fungeva da *Frigidarium*; alle spalle dell'edificio dei grandi fori in un muro esterno alle spalle della struttura garantivano il passaggio del calore proveniente da fumarole naturali.

La Grotta di Cocceio, di cui ho già in parte parlato nel capitolo 4, è considerata una delle più grandi opere di ingegneria antica e fu realizzata dall'architetto L. Cocceio Aucto sul finire del I° sec. a.C. nell'ambito delle infrastrutture realizzate in relazione al Porto Giulio; la galleria lunga circa un

chilometro scavata nel Monte Grillo mette in comunicazione l’Averno con Cuma. Attualmente la grotta non è agibile a causa dei dissesti causati dai bombardamenti dell’ultimo conflitto mondiale. La Grotta della Sibilla è stata invece per lungo tempo identificata come la sede dell’antico oracolo della Sibilla Cumana. In realtà si tratta di un cunicolo sotterraneo realizzato anch’esso nell’ambito delle infrastrutture realizzate con il Porto Giulio intorno al I sec. a.C ed è costituita da un tunnel, che attraversa il Monte delle Ginestre mettendo in collegamento il Lucrino con l’Averno. Fu successivamente ampliata con ambienti termali (*balneum cryptae palumbariae*). La sua funzione era dunque quella di favorire gli spostamenti delle truppe e dei materiali reperiti sul versante del lago. Nel tempo il bradisismo e le numerose frane hanno notevolmente modificato l’entrata principale e causato lo sprofondamento in acqua degli ambienti inferiori.



#### 7.2.4.e PROGETTAZIONE URBANA

La lettura in chiave architettonica del paesaggio è stata curata dalla dott.ssa Orfina Fatigato e dott.ssa Paola Scala, con la supervisione della prof. Roberta Amirante. Il lago d’Averno viene interpretato in questo ambito, attraverso percorsi lungolago, con una critica lettura delle parti e degli elementi individuando nel primo tratto una sorta di ingresso alla struttura lago, che prosegue poi con un punto strategico occupato da un’antica masseria dall’alto della quale si domina l’entrata al lago (figura 15) ed un tratto successivo che costituisce una sorta d’interno, una “stanza” del lago più abitata della parte precedente.



Figura 15: il punto di vista degli architetti (dott.ssa Orfina Fatigato)

#### 7.2.4.f MUSEOLOGIA

Il dott. Antonello Bartiromo ha curato l'aspetto museografico e in fase progettuale ha proposto la realizzazione di un nucleo operativo per la valorizzazione del territorio attraverso la creazione di un centro di accoglienza che permetta e faciliti la diffusione e il valore dell'area tramite:

- ✓ Distribuzione di materiale divulgativo, accoglienza per i visitatori, visite guidate.
- ✓ Organizzazione di campi natura e giornate ecologiche.
- ✓ Corsi di formazione, campi antincendio, supporti tecnici a studi e ricerche.
- ✓ Organizzazione di manifestazioni culturali tematiche (storiche – ambientali), esposizioni, mostre

Contemporaneamente, in collaborazione con l'assegnista dott. Nicola Cirillo, esperto in economia, è stata realizzata un'analisi di marketing dell'area che ha permesso di stabilire in base all'offerta del gruppo di lavoro, nel nostro caso il data-base multidisciplinare, il potenziale mercato a cui vendere il prodotto: Ministeri, Soprintendenze, Amministrazioni Locali e Enti di Salvaguardia del Territorio, con l'obiettivo di fondo di creare un gruppo di ricerca riconosciuto come "partner scientifico tecnico" in tema di pianificazione e gestione del territorio.

E' stata inoltre compilata dal dott. Bartiromo Antonello una matrice *Swat* dell'area (figura 16) che permette di definire i punti di forza e di debolezza dell'area e di valutarne le opportunità o i punti di debolezza.

	Punti di forza	Punti di debolezza	Opportunità	Minacce
<b>Risorse umane</b>	Forte presenza di volontariato culturale ed ambientale	Scarso senso di appartenenza al territorio	Riqualificazione del capitale umano. Disponibilità di giovani laureati da immettere nel sistema ambientale/turistico.	Mancanza di programmazione delle attività antropiche in relazione al sistema natura.
<b>Territorio ed Ambiente</b>	Estrema ricchezza del patrimonio naturalistico ed ambientale: patrimonio geologico e archeologico; ambiente naturale e paesaggistico di alto pregio; zona umida di interesse naturalistico.	Inquinamento. Aria: determinato dalla difficoltà della viabilità che circonda il Lago. Acqua: collettore fognario scaricante direttamente nel Lago.	Valonizzazione dell'area. Maggiore fruibilità dell'area. Aumento della sensibilità ambientale della popolazione. Sviluppo dell'attività associazionistica ambientale.	Inquinamento atmosferico causato da immissioni del traffico veicolare. Compromissione paesaggistica frutto della quantità e qualità dell'edificato.
<b>Trasporti</b>	Sistema diffuso di strade comunali	Mancanza di aree di sosta attrezzate.	Sviluppo del trasporto su acqua a fini turistici.	Blocco del traffico nelle ore di punta.
<b>Turismo</b>	Risorsa ambientale a carattere naturalistico e paesaggistico. Patrimonio geologico ed archeologico. Patrimonio storico e architettonico. Vicinanza a mete culturali "storiche" e naturalistiche.	Scarsa rete recettiva. Mancanza di un sistema di accoglienza. Mancanza di un sistema di promozione coordinato e sistematico. Criticità della rete infrastrutturale delle comunicazioni.	Miglioramento dell'offerta turistica attraverso un insieme di attività volte alla conoscenza multidisciplinare dell'area.	Perdita di valore delle risorse territoriali. Disconoscimento delle innumerevoli risorse paesaggio e ambiente.

Figura 16: i punti di forza e di debolezza dell'area (dott. Antonello Bartiromo).

### 7.3 IL LAGO D'AVERNO: "UN LUOGO COMUNE"

La lettura integrata del territorio ci ha consentito di conoscere in maniera approfondita l'area e soprattutto ci ha permesso di evidenziare le sue "proprietà emergenti" altrimenti non visibili dall'analisi monodisciplinare.

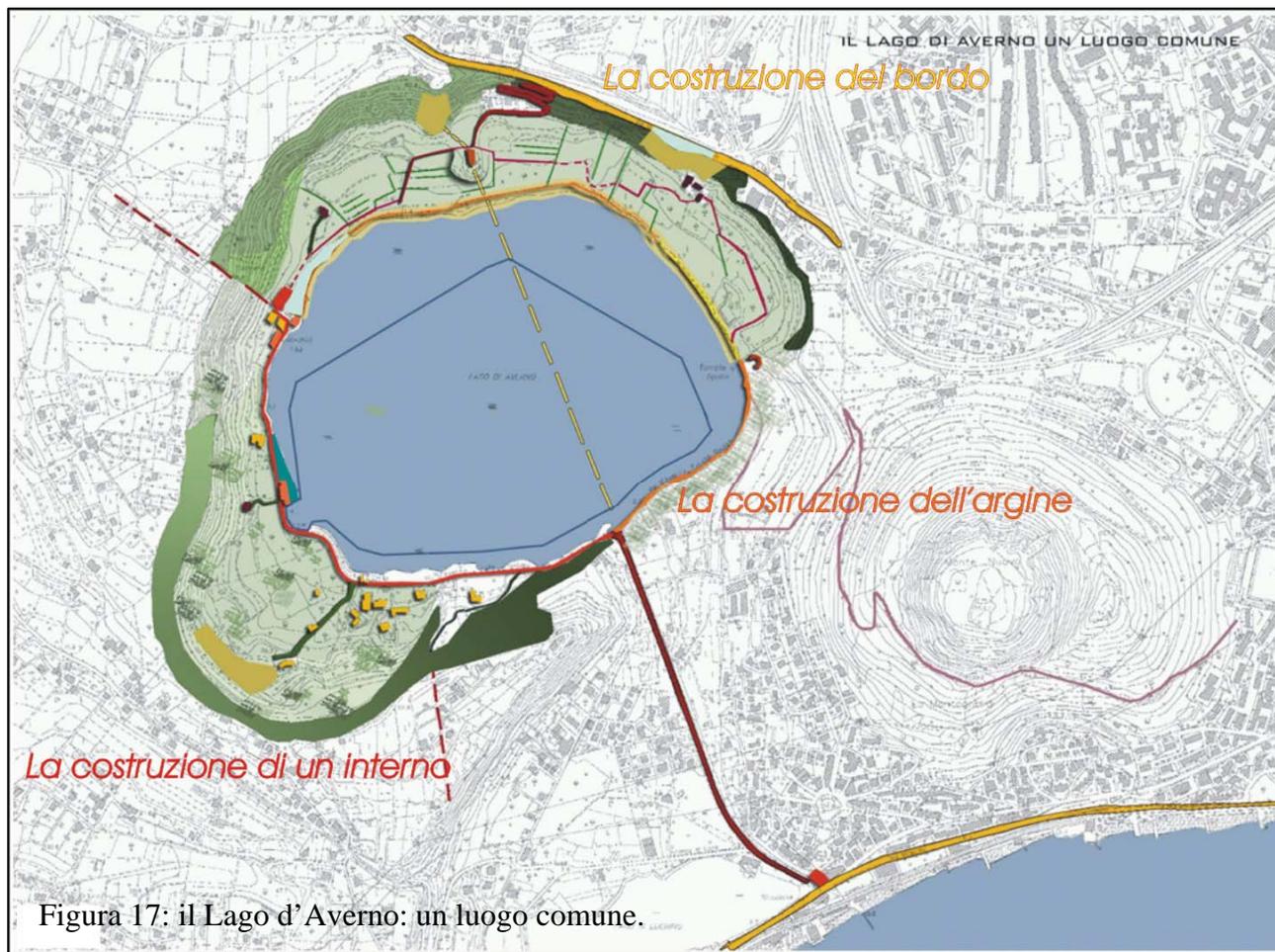
Tale approccio costituisce già un elemento di valorizzazione del patrimonio ambientale analizzato e in questo modo, accrescendone il valore, lo trasforma in risorsa principale per lo sviluppo economico della comunità locale.

Lo studio dell'area ha avuto il principale scopo di individuare le correlazioni tra i segni "naturali" e quelli risultanti dal processo di modificazione del paesaggio ad opera dell'uomo. Si è cercato di evidenziare le relazioni esistenti tra le variabili paesaggistiche/ambientali (geologia, geomorfologia, uso del suolo, suolo) e la strutturazione degli insediamenti antropici, la tipologia delle masserie e dei percorsi presenti nell'area. L'integrazione che si è creata nelle varie fasi dello studio ha portato dunque ad una lettura esaustiva del territorio, evidenziando le relazioni esistenti tra gli elementi naturali e quelli architettonici.

#### 7.3.1 ITINERARI MULTITEMATICI

La realizzazione di un itinerario multitematico è stato il primo passo che abbiamo fatto per sintetizzare le varie nozioni acquisite dalle differenti discipline.

Questo itinerario prevede il periplo del lago ed è stato pensato in maniera tale da permettere la fruizione di tutte le evidenze precedentemente descritte. Il sentiero è stato immaginariamente diviso in tre tratti (figura 17):



1° tratto - *“la costruzione dell’argine”*: si sviluppa dalla sella al Tempio di Apollo. La sella rappresenta per il lago il punto di entrata. Proseguendo lungo il sentiero sterrato verso il Tempio di Apollo, ci si rende conto di come le morfologie di questo tratto siano molto influenzate dalla vicinanza del Monte Nuovo, il cui versante nord-occidentale chiude in questa parte l’Averno; il sentiero si sviluppa tra vegetazione lacustre ripariale, in cui prevale la cannuccia d’acqua, che si sviluppa ampiamente lungo tutto il lago, e aree terrazzate sul versante del Monte Nuovo coltivate a vigneti; da qui si diparte inoltre un sentiero che collega il lago con il cratere del Monte Nuovo. Il Tempio di Apollo nella sua maestosità fa da protagonista di questo scenario.

2° tratto - *“la costruzione del bordo”*: si sviluppa dal Tempio di Apollo alla Grotta di Cocceio. Questo tratto è quello che ha presentato maggior interesse ed in cui maggiormente si è potuto concretizzare un discorso di multidisciplinarietà. Dal Tempio di Apollo in poi i versanti dell’Averno sono ammantati nella parte più bassa, che fa da raccordo al bordo lago, da aree coltivate a vigneti e alberi da frutta; nella parte immediatamente superiore si sviluppa perlopiù una vegetazione spontanea su roccia tufacea e vegetazione di tipo arbustivo; lungo questo tratto sono presenti gli affioramenti dei prodotti dell’Averno e del Gauro; leggermente rilevata rispetto al piano di campagna la masseria, che occupa una posizione di dominio su tutto il lago e quasi sembra controllarne l’entrata; il suo accesso è possibile sia lungo il sentiero che dalla strada che costeggia l’orlo superiore del lago. In questo tratto lungolago abbiamo pensato alla realizzazione di un sentiero alternativo che avrebbe la funzione di ridurre il disturbo antropico per le specie legate all’ecosistema lacustre nei momenti della loro riproduzione. Il sentiero alternativo si sviluppa in un tratto più lontano alla riva del lago e che percorre dei piccoli tracciati agricoli. Inoltre sono stati ipotizzati dei possibili utilizzi delle strutture preesistenti (figura18). Nel tratto che precede la Grotta di Cocceio si lascia il sentiero sterrato e inizia la strada carrabile.

3° tratto - *“la costruzione di un interno”*: si sviluppa dalla Grotta di Cocceio alla sella d’ingresso.

Questo è il tratto che si presenta più artificializzato e urbanizzato; la strada è asfaltata e a tratti si allontana dal bordo facendo perdere quasi completamente la percezione della presenza del lago; sono presenti piccoli nuclei di case sparse con relativi appezzamenti di terra nell'intorno che non costituiscono però una presenza invadente nel per il paesaggio. Le emergenze architettoniche, geologiche e archeologiche sono costituite dalla Grotta di Cocceio e dalla Grotta della Sibilla. La vegetazione presente è costituita nel tratto più alto del versante da bosco di latifoglie e nei tratti più bassi da vegetazione arbustiva e aree coltivate. Il percorso nel tratto finale si ricongiunge all' accesso al lago nel punto di sella.



### 7.3.2 FILMATO 3D DELL'AREA

Abbiamo realizzato inoltre, in collaborazione con la dott. Antonella Marsico e la dott. Paola Scala, una ricostruzione tridimensionale animata dei cambiamenti che l'area dell'Averno e del Monte Nuovo ha subito da 12.000 anni fa ad oggi (filmato nel CD in allegato alla tesi, "filmato 3D").

L'animazione vuole essere un modo per raccontare l'evoluzione morfologica dell'area in un modo facilmente recepibile da un non esperto.

Le varie fasi della ricostruzione sono state realizzate dalla sottoscritta in collaborazione con la dott.ssa Antonella Marsico, partendo da basi topografiche vettoriali, con scala 1:5.000, della situazione attuale, che è stata via via modificata in base ai cambiamenti che l'area ha subito per effetto del vulcanismo e del bradisismo. Le differenti fasi così realizzate sono state tridimensionalizzate e animate grazie al contributo della dott. Paola Scala.

Questo filmato può costituire un punto di partenza per la realizzazione della ricostruzione tridimensionale della storia di tutti i Campi Flegrei; costituisce inoltre un prodotto che può essere



schema delle relazioni esistenti tra i vari elementi presi in considerazione (figura 19). Inoltre la struttura è stata pensata in modo tale da renderla applicabile e aperta a qualsiasi altro sito.

#### **7.4 IL CASO DI MONTE DI PROCIDA**

Per il sito di Monte di Procida oggetto d'interesse è la falesia che parte da Acquamorta e arriva fino a Miliscola. Dell'interesse geologico di quest'area ho ampiamente parlato già nei capitoli 2 e 4.

Senza dubbio questo geosito ha un elevato interesse vulcanologico e stratigrafico in quanto è una delle pochissime zone che espone i prodotti più antichi dell'attività vulcanica flegrea precedenti la messa in posto del Tufo Giallo Napoletano, ed è forse l'unico affioramento ad offrire la possibilità di osservare una successione stratigrafica completa di prodotti di attività vulcaniche differenti. Inoltre le giaciture dei livelli piroclastici rivelano la presenza di paleovalli e paleodepressioni intracrateriche, chiaramente leggibili, che se opportunamente spiegate si prestano molto bene ad attività di tipo didattico. All'interesse scientifico si affianca anche l'interesse paesistico dell'area e storico del sito. Osservando la falesia infatti risalta alla vista dell'osservatore la presenza di un livello vulcanico dalle colorazioni rossastre noto in letteratura come "Breccia Museo". La formazione deve questo nome al vulcanologo inglese Johnston Lavis, che nell'ottocento vi riconobbe proprio come in un museo, una vasta campionatura di rocce vulcaniche e sedimentarie. Inoltre presenta buone possibilità di fare passeggiate d'interesse naturalistico e godere delle panoramiche bellezze dell'area.

L'area in esame già riveste dunque una particolare importanza scientifica in quanto meta di escursioni di universitari italiani e di studiosi provenienti da altre strutture di ricerca internazionali.

La falesia è soggetta da sempre a fenomeni d'instabilità dovuti prevalentemente a cause di degrado di origine naturale; attualmente rientra in un PIT che prevede la sistemazione definitiva delle pareti a maggiore rischio e la creazione di una passeggiata naturalistica che partendo da Punta di Torre Fumo arriva, lungo costa fino alla spiaggia del Miliscola. Questa passeggiata allo stato progettuale odierno non presenta il sito anche per il suo interesse scientifico e didattico per quanto riguarda le caratteristiche geologiche.

All'interno delle attività svolte dai singoli gruppi di ricerca appartenenti al CRdC INNOVA, la sottoscritta, la dott.ssa Antonella Marsico, il dott. Marco d'Errico e il dott. Antonello Bartiromo, supervisionati dal prof. Alessandro Iannace, la prof.ssa Nicoletta Santangelo e il prof. Italo Sgross hanno sviluppato un progetto di valorizzazione degli aspetti geologici della falesia di Monte di Procida.

Grazie al nostro intervento è stato stipulato a questo proposito un Protocollo d'intesa tra il Comune di Monte di Procida e il Centro Regionale di Competenza INNOVA in seguito alla delibera n. 303 del 06/11/2003 del Comune di Monte di Procida, che si propone di realizzare il consolidamento e il risanamento idrogeologico del costone nella zona di Acquamorta e i lavori per la messa in sicurezza della falesia, e alla delibera n. 1365 del 11/12/2003 della Giunta della Provincia di Napoli, per l'approvazione del progetto esecutivo dei lavori di *"Realizzazione fascia di rispetto al piede del costone della spiaggia di Acquamorta"* nell'ambito della *"Programmazione e gestione per la difesa del suolo in applicazione della L. 183/89 – Difesa e riqualificazione delle coste e delle isole"*, e che prevede la progettazione e la realizzazione di interventi relativi alla tutela, alla valorizzazione ed alla fruizione della conoscenza scientifica del tratto di costa tra Torregaveta e Miliscola.

Il Comune ha affidato al CRdC, come primo atto della collaborazione, la realizzazione di un progetto che individui tutte le possibili iniziative materiali ed immateriali che possono consentire una fruizione del patrimonio ambientale del tratto di costa secondo schemi di sviluppo sostenibile e che siano compatibili con i lavori in corso per la messa in sicurezza dei costoni. Questo si intreccia bene con il progetto di "passeggiata" da Acquamorta a Marina di Vita Fumo, realizzabile a medio – breve termine. I due Enti (INNOVA e Comune) hanno inoltre stabilito a "medio termine" i seguenti obiettivi prioritari:

- la valorizzazione e la promozione del turismo naturalistico del Comune di Monte di Procida, sviluppando progetti e programmi che coinvolgano gli operatori privati e le associazioni locali e dando particolare rilievo ai caratteri peculiari del centro abitato.
- la promozione di iniziative sociali permanenti (es. mostre e/o sagre di prodotti tipici, artigianato, prodotti agricoli, ecc....)

#### 7.4.1 IL PROGETTO “*TERRAMARE:39.000 anni di storia in una passeggiata*”

Lo scopo del progetto è educare gli abitanti alla scoperta e alla conoscenza del proprio territorio e delle sue potenzialità e, al contempo, garantire un flusso di visitatori di differente estrazione culturale ed età. Da questo obiettivo primario derivano altre finalità del progetto: la tutela dell’area e la diffusione della conoscenza su alcune tematiche di prevalente interesse geologico:

- la storia vulcanologica dei Campi Flegrei;
- l’evoluzione delle coste alte costituite da materiali vulcanici;
- le problematiche di stabilità dei pendii;
- l’educazione al rischio vulcanico;
- l’educazione al rispetto della risorsa “mare”.

Al fine di salvaguardare il sito abbiamo proposto di rivalutare l’area attraverso:

- la realizzazione di percorsi didattico-naturalistici;
- l’allestimento di un centro visite;
- l’organizzazione di manifestazioni culturali con il coinvolgimento prima di tutto delle realtà produttive locali.

L’area attualmente è soggetta, come precedentemente detto, a lavori di consolidamento e messa in sicurezza della falesia. Tali lavori interessano il 40% del costone prospiciente la spiaggia di Acquamorta con interventi che si articolano nelle seguenti fasi:

- pulizia delle pareti e disgaggio di piccoli massi instabili;
- realizzazione di reti paramassi ai piedi del costone;
- realizzazione di una fascia di rispetto e di una barriera vegetale, arborea e arbustiva, per l’occultamento delle reti paramassi.

Tali interventi sono consultabili sul sito internet:

[www.notes.provincia.napoli.it/provnapoli/webna2.nsf/ambiente\\_suolo\\_interventi](http://www.notes.provincia.napoli.it/provnapoli/webna2.nsf/ambiente_suolo_interventi))

Inoltre, il Comune sta provvedendo al consolidamento e messa in sicurezza del costone in località Torre Fumo al fine di preservare le infrastrutture sovrastanti.

Sebbene il sito sia di fondamentale importanza per la ricostruzione della storia geologica dell’area, è invaso da rifiuti di varia origine sia sulle spiagge che lungo i pendii delle falesie. La porzione non interessata dalle opere di consolidamento si presenta libera quasi ovunque da cementificazione. Solo in prossimità del porto sono presenti degli edifici, uno dei quali, di colore rosso, rappresenta un tipico esempio di architettura “tradizionale”, attualmente in stato di completo abbandono.

#### 7.4.2. I PERCORSI

Anche in questo caso tra le proposte di intervento abbiamo scelto, in primo approccio, la progettazione di itinerari che facilitino la fruizione e la comprensione di questo sito (figura 20).

L’intervento prevede la realizzazione di due percorsi naturalistici. Il primo comprende l’area che va dalla spiaggia di Acquamorta fino al molo del porticciolo (Percorso Giallo), mentre il secondo va da Punta di Torre Fumo fino a Marina di Vita Fumo (Percorso Rosso). Abbiamo previsto che i percorsi debbano essere “commentati” da una serie di pannelli esplicativi nonché da personale tecnico specializzato.

Segue la descrizione della strutturazione dei percorsi progettati.



L'inizio della passeggiata dovrebbe essere corredato di un pannello introduttivo comune ai percorsi. Il pannello, posto all'inizio della passeggiata, potrebbe essere realizzato su un blocco lapideo posto a terra e inclinato di 30° circa con illustrazioni su:

- la localizzazione dell'area in seno ai Campi Flegrei;
- l'importanza del sito;
- la strutturazione dei percorsi.

## **1° - Percorso Giallo**

### **Spiaggia di Acquamorta**

Il percorso prevede tre punti panoramici e la realizzazione di tre pannelli esplicativi ed una serie di illustrazioni poste tra un pannello e l'altro. L'idea concettuale che è posta alla base del percorso, si ispira alla tecnica usata nelle chiese medioevali da Artisti quali Giotto, Raffaello per raccontare, anche a chi non godeva del privilegio di saper leggere e scrivere, la vita dei Santi. Così tra un pannello e l'altro si pensa di realizzare, con il coinvolgimento di realtà artigianali ed artistiche locali, una serie di illustrazioni che descrivano aspetti della storia, dell'archeologia e del mito dell'area.

Il punto di partenza di questo percorso è ubicato sulla piazzola di sosta delle auto antistante il molo, dove è posto il pannello introduttivo. Lungo il percorso è prevista la realizzazione dei seguenti pannelli con tematiche essenzialmente di carattere geologico:

1. Panoramica sulla falesia, stratigrafia e rapporti fra le strutture. Nel pannello previsto dovrebbe essere descritta la stratigrafia della falesia e le strutture geologiche che si osservano;
2. Panoramica su Ischia e Procida
3. Panoramica sulla Penisola Sorrentina e Capri

## **2° - Percorso Rosso**

### **“Lungomare scientifico” (Torre Fumo – Marina di Vita Fumo)**

Il percorso dovrebbe descrivere in maniera specifica i prodotti stratificati della falesia di Marina di Vita Fumo e prevedere l'allestimento di quattro pannelli, un punto panoramico, un punto di sosta allestito con un'esposizione delle rocce affioranti in parete.

Il percorso parte da Torre Fumo, termina in prossimità di Miniscola e prevede la messa in posto dei seguenti pannelli:

- 1) la “Breccia Museo” (con particolare riferimento ai processi che hanno portato alla sua formazione);
- 2) descrizione di una parte della parete dove affiora un'antica valle che si è conservata perché sepolta dai prodotti di eruzioni vulcaniche più recenti;
- 3) descrizione di un antico cono vulcanico (di Vita Fumo);
- 4) panoramica sul vulcano di Capo Miseno.

Abbiamo inoltre pensato di arricchire i vari pannelli esplicativi sulla geologia dell'area anche di informazioni di carattere più generale, attraverso la realizzazione di “riquadri scientifici” da calpestio, ricorrendo magari all'artigianato locale.

Questa operazione dovrebbe prevedere per il percorso giallo l'inserimento di:

- ✓ informazioni di introduzione ai fenomeni vulcanici, tra il pannello introduttivo ai percorsi e il primo pannello;
- ✓ informazioni sugli aspetti storico-vulcanologici di Ischia e Procida tra i primi due pannelli;
- ✓ una carta del Golfo di Napoli in cui si mettono a confronto un'area vulcanica e una carbonatica, tra i secondi due dello stesso percorso.

Nel percorso rosso invece dovrebbe essere previsto l'inserimento di:

- ✓ un allestimento, dopo il primo pannello, per l'esposizione delle rocce contenute all'interno del deposito della Breccia Museo; all'uopo potrebbero essere predisposte apposite bacheche in cui si

potrebbe facilitare l'individuazione e riconoscimento delle differenti litologie contenute in questo deposito;

- ✓ informazioni su come si formano una valle e una falesia, tra il secondo e il terzo pannello;
- ✓ informazioni su vulcani sottomarini con riferimento particolare all'evento di Fiumicello ( a Procida);
- ✓ descrizione del panorama verso Capo Miseno.

Abbiamo inoltre previsto la realizzazione di un centro visite in cui potrebbe essere prevista la realizzazione di attività didattiche, e la presenza di prodotti fruibili anche attraverso supporti informatici che dovrebbero favorire la conoscenza dell'area; questa iniziativa potrebbe consentire inoltre l'occupazione di personale in loco e la possibilità di organizzare visite guidate ad opera di personale qualificato mediante corsi di formazione.

Senza dubbio la conoscenza, la valorizzazione e la conservazione dell'area contribuisce alla creazione di un valore aggiunto per tutto il territorio comunale di Monte di Procida, amena località ma poco sfruttata sotto ogni punto di vista. Attraverso la creazione di percorsi fruibili da un target diversificato di utenza (scolarische, turismo culturale e ricercatori), insieme con il coinvolgimento attivo dei servizi di ristorazione, di ricezione e di artigianato locale, si potrebbe prospettare una buona e migliore organizzazione del mercato turistico della zona, con relativo incremento di tutta l'economia locale. Questo dovrebbe presupporre una maggiore predisposizione degli imprenditori locali verso un pubblico di diversa origine ed estrazione culturale.

La creazione di una rete di accoglienza consentirebbe, inoltre, l'incremento di escursioni, congressi e meeting scientifici ad opera di gruppi di studiosi contribuendo all'aumento del prestigio culturale e scientifico, nonché economico dell'area.

Inoltre la possibilità di visitare il sito nell'arco di una giornata, la vicinanza alla città di Napoli e ad altri attrattori di indubbia notorietà (Cuma, Ischia, Pompei, Ercolano, penisola Sorrentina e Capri) costituiscono un punto a favore per la visita di quest'area. Non è improbabile, infatti, che i circoli didattici, attraverso un'adeguata pubblicizzazione del sito, decidano di inserire una visita guidata dei percorsi proposti, accanto alle usuali visite all'Orto Botanico e ai Musei.

## CONCLUSIONI

Il lavoro realizzato ha fornito importanti risultati per quanto riguarda l'individuazione e la realizzazione di strategie di valorizzazione dei beni ambientali a carattere geologico dell'area presa in esame.

I Campi Flegrei costituiscono un territorio che, malgrado abbia subito nel tempo sconsiderate manomissioni, conserva ancora il fascino di un'area che da sempre attrae visitatori soprattutto appartenenti al mondo scientifico.

I siti selezionati, che costituiscono senza dubbio il Patrimonio Geologico del Campi Flegrei, sono 57 e sono rappresentativi dei più importanti fenomeni geologici e vulcanici avvenuti nell'area e di cui si conservano testimonianze.

Le tipologie che li rappresentano abbracciano il campo di studio della vulcanologia, della stratigrafia, della geologia applicata, dell'idrogeologia, della mineralogia e della geomorfologia; non mancano inoltre siti che mostrano ancora oggi un rilevante interesse naturalistico e in cui inevitabilmente, da un certo momento della storia dell'area, si intreccia la vita dell'uomo con quella della natura.

I siti, di cui si propone la fruizione attraverso itinerari, comprendono pertanto sia morfologie, spesso di origine vulcanica, che affioramenti, resti archeologici, fenomeni vulcanici e geologici, cave o ipogei artificiali (la cui origine antropica permette di vedere meglio evidenze geologiche sul terreno o testimonia vicende umane legate alle risorse geologiche). Comprendono inoltre non solo "luoghi" da visitare da vicino, ma anche paesaggi e morfologie da osservare a distanza.

Particolari siti scelti sono infatti i "punti di belvedere", in cui il sito viene ad essere un punto di osservazione e non l'oggetto dell'osservazione.

In realtà è acceso argomento di discussione tra gli esperti se inserire tra i geositi i "punti di vista"; infatti il sito in s.s. è altrove ed il belvedere costituisce la sua modalità di fruizione: la prova di ciò è il fatto che se il sito in s.s. scompare il punto di vista non ha più motivo di esistere!

In questo lavoro i siti di belvedere "guardano" sempre dei geositi e sono stati considerati senza alcun indugio come geositi in quanto costituiscono sempre dei luoghi in cui si ha la possibilità di godere di punti di vista unici e senza i quali i geositi sarebbero depauperati di parte del loro valore "geologico". Ciò è stato fatto considerando che in un potenziale e futuro progetto di tutela di questi beni, vengano considerati egualmente sia il sito in s.s. che il suo migliore punto di vista.

In base dunque alle differenti tipologie di geositi scelte abbiamo dunque:

- ✓ siti rappresentativi della storia vulcanologica dell'area;
- ✓ siti rappresentativi dei fenomeni vulcanici;
- ✓ siti rappresentativi dei processi geomorfologici;
- ✓ siti rappresentativi di processi geologici;
- ✓ siti che costituiscono dei punti di osservazione.

I siti individuati saranno, in un imminente futuro, segnalati all'APAT affinché siano inseriti nel progetto di censimento avviato su scala nazionale.

Inoltre la realizzazione di un database all'interno del quale è stato inserito e caratterizzato ciascun sito scelto e il collegamento della banca dati ad un sistema informatico geografico (GIS) ha aumentato notevolmente le possibilità di utilizzo e di gestione dei dati raccolti durante il lavoro di tesi.

Il Gis e il database sono due strumenti informatici estremamente flessibili e continuamente aggiornabili e mettono insieme una serie di dati informatizzati che possono integrare i livelli informativi già previsti nei correnti progetti di Pianificazione Territoriale.

Nel caso dei beni geologici dei Campi Flegrei, in cui i siti si trovano spesso in un tessuto urbano molto sviluppato e denso di emergenze, questi strumenti informatici consentono il monitoraggio dei beni e potrebbero anche facilitare il continuo controllo dello stato in cui i siti versano. Senza considerare il fatto che la loro valorizzazione e divulgazione porterebbe sicuramente a ricadute economiche positive sul territorio sia in termini di sviluppo che occupazionali

Infatti, con la constatazione del valore geologico di quest'area, come ho già detto più volte, il passo successivo è quello di far emergere tale valore e di renderlo noto a tutti. Ciò può essere fatto solo favorendo la promozione di iniziative che costituiscano una possibilità di fruizione collettiva compatibile con quelle già esistenti sul territorio.

Il Gis e il data base prodotti da questo lavoro di dottorato, già strutturati e pensati come strumenti divulgativi, insieme agli altri prodotti realizzati che comprendono gli itinerari, i filmati e le carte tematiche, vogliono dunque essere dei potenziali e reali strumenti per una migliore comprensione dell'unicità di questo territorio. Il loro potenziale inserimento all'interno di un sito WEB e ad esempio la promozione di iniziative volte all'educazione all'interno di scuole pubbliche di differente ordine e grado, potrebbero trasformarli in strumenti per la divulgazione facilmente accessibili a tutti. Questo lavoro di dottorato, inoltre, è stato effettuato in un momento in cui sia l'opinione pubblica che le istituzioni, finalmente anche alcune Amministrazioni appartenenti alla regione Campania, sembrano mostrare sempre maggiore interesse verso le problematiche ambientali e il paesaggio in tutte le sue componenti (geologiche, naturalistiche, paesistiche, etc.) e soprattutto cominciano a prendere coscienza che tali realtà diventano sempre più delle "emergenze" che devono necessariamente essere affrontate in tempi brevi.

In quest'ottica, il contributo fornito dal mio lavoro di dottorato, se concretamente realizzato, è quello di aver organizzato un valido strumento di sensibilizzazione e di conoscenza (e quindi di educazione) che le Pubbliche Amministrazioni e gli enti Turistici potrebbero avere a disposizione.

La conoscenza del territorio infatti deve essere considerata un'esigenza non solo per fini "culturali", ma anche per a creare migliori condizioni per le politiche di salvaguardia dell'ambiente. La diffusione di tale conoscenza infatti costituisce uno strumento fondamentale ai fini della pianificazione e della gestione delle risorse naturali in quanto contribuisce ad aumentare la consapevolezza dei cittadini e degli amministratori di fronte alle catastrofi, di fronte alle relative scelte d'intervento per la mitigazione dei rischi e di fronte alla politica di conservazione di Parchi e aree protette.

E' da tener bene in conto, infine, che i beni geologici costituiscono un patrimonio di fondamentale importanza in termini non solo di conservazione e tutela, ma anche di fruizione turistico/didattica, con ovvie ricadute, come già detto, anche in campo socio-economico.

## BIBLIOGRAFIA S.S.

- AA.VV.(1999) – *I beni geologici della Provincia di Modena- Modena, Artioli.*
- AA.VV. (1991) – *Actes du I Symposium Internatiional sur la Protection du Patrimoine Geologique* – *Memories Societè Geologique de France*, N.S. 165, Digne-les-Bains, 11-16 giugno, 1991.
- D'ANDREA M., ANGELELLI F., (2001) – *Progetto “Conservazione del Patrimoniil Geologico Italiano”*. *Invito alla paleontologia – Paleoitalia*, 5, 9-15
- ARNOLDUS-HUYZENVELD A., GISOTTI G., MASSOLI-NOVELLI R. e ZARLENGA F. (1995) – *I beni culturali a carattere geologico. I Geotopi un approccio culturale al problema* – *Geol. Tecn. e Ambient.*, 4/95, 35-47.
- BARBA F.J., REMONDO J., RIVAS V. (1997) – *Propuesta de un procedimiento para armonizar la valoracion de elementos del patrimonio geologico* – *ZUBIA*, 15, 11-20.
- BENVENUTI M., BONO M., BRANCUCCI G., BORTOLAMI G., BURLANDO M., COSTANTINI E., D'ANDREA M., GISOTTI G., GUADO G., MARCHETTI M., MASSOLI NOVELLI M., PANIZZA M., PAVIA G., POLI G., ZARLENGA F. (1998) – *The conservation of geological heritage in italy tha state of the art and future perspectives of the “Geosites” projects* – *Geologia Balcanica*, 28, 117-123.
- BENNETT M.R., DOYLE P., LARWOOD J. G., PROSSER C.D. (1996) - *Geology and your Doorstep* - The Geological Society, UK.
- BERTACCHINI M., GIUSTI C., MARCHETTI M., PANIZZA M., PELLEGRINI M. (1999) – *I beni geologici della Provincia di Modena* – *Artioli Ed., Modena*, 104.
- BERTACCHINI M., CORTAZA P., PIACENTE S. (2002) - *La Memoria della Terra la Terra della Memoria. Censimento,Valutazione e Valorizzazioni dei Beni Geologici dell'Emilia Romagna* - CD Room, Univ. Di Modena e Reggio Emilia, Dip. Di Scienze della Terra.
- BLACK & GONGGRIJP (1990) – *Space and time: a new approach-* *Naturopa*, 65, 12-13.
- BRANCUCCI & BURLANDO (2001) – *La salvaguardia del patrimonio geologico: scelta strategica per il territorio. L'esperienza della Liguria* – *Franco Angeli Ed., Milano*, 96 pg.
- BRANCUCCI G., D'ANDREA M. (2002) – *National project: protection of theitalian geological heritage – the test form for the geosites inventory* – *Proceedings, Workshop “Geomorphological sites: research, assessment and improvement”*, *Modena*, 19-22 giugno 2002, 42-43.
- BRANCUCCI G., CARTON M., PAVIA G. (1999) – *Scheda inventario geositi* – *Geoitalia*, 4, 43-49.
- BURLANDO M. (1997) – *La tutela del patrimonio naturale: le emergenze geologico-geomorfologiche* – *Pro Natura Genova* – *periodico di informazione* – Anno XVI n°71 Apr-Giu., 16-20.
- CARTON A., CAVALLIN A., FRANCAVILLA F., MANTOVANI F., PANIZZA M., PELLEGRINI G. B., TELLINI C. con la collaborazione di: BINI A., CASTALDINI D., FLORIS B., GIORGI G., MARCHETTI M., SOLDATI M., SURIAN N. (1994) – *Ricerche ambientali per l'individuazione dei beni geomorfologici. Metodi ed esempi* – *Atti Convegni “Una nuova geologia per l'ambiente”*, 29-30 Giugno, Auditorium del Teatro Carlo Felice, Genova, *Il Quaternario*, 7 (b), 365-372.
- CASTO L. e ZARLENGA F. (1992) – *I beni culturali a carattere geologico nella Media Valle del Tevere* – 165 pp, ENEA, Regione Lazio, Ass. Cultura, Centro Regionale di Documentazione.
- CASTO L. e ZARLENGA F. (1996) - *I beni culturali a carattere geologico nel Distretto Vulcanico Albano* – 143 pp., ENEA, Regione Lazio, Ass. Cultura, Centro Regionale di Documentazione.
- CASTO L. e ZARLENGA F. (1997) - *I beni culturali a carattere geologico nella Pianura Pontina e Fondana* – 117 pp., ENEA, Regione Lazio, Ass. Cultura, Centro Regionale di Documentazione.

- CASTO L., POLIZZANO C., ZARLENGA F. (1991) - *Protezione ambientale: beni geologici*.- Energia e Innovazione, Anno 37 (1-2), 64-69.
- CORATZA P., GIUSTI C., (2002) – *GIS e valutazione dei Beni Geomorfologici: un esempio nella nella pianura modenese (Emilia Romagna)* – GEOSTORIE, Bollettino e Notiziario del Centro Italiano per gli Studi Storico-geografici, Univ. di Firenze.
- CORATZA P., MARCHETTI M. (2002) – *Geomorphological sites: research, assessment and improvement* – Proceedings of the workshop, Modena (Italy), 19-22 June 2002, Univ. Di Modena e Reggio E., Dip. Di Scienze della Terra, Modena.
- DALKEY N.C. (1969) – *The Delphy method: an experimental study of group opinion* – The Rand Corporation, Santa Monica, California.
- D'ANDREA M., COLACCHI S., GRAMACCINI G., LISI A., LUGERI N. (2003) – Un progetto nazionale per il censimento dei geositi in Italia - *Geologia dell'Ambiente*, n°1/2003, 25-34.
- D'ANDREA M., DI LEGINIO M. (2002) – *Progetto SGN: Conservazione del patrimonio geologico italiano. I censimenti sui siti d'interesse geologico in Italia* – *Geologia dell'Ambiente*, anno X, 2, 9-13.
- DE ASTIS G., PAPPALARDO L., PIOCHI M. (2004) – *Procida volcanic history: new insights into the evolution of Phlegraean Volcanic District (Campania region, Italy)* - *Bull Volcanol* 66, 622–641.
- DINGWALL P.R. (2000) – *Legislación y convenios internacionales: la integración del patrimonio geológico en la política de conservación del medio natural* - *Patrimonio Geológico: Conservación y Gestión*, ITGM de Espana, 15-29.
- EDER F. W. (2002) – *Promotion of geological heritage through UNESCO* – Natural and cultural landscape, The Geological Foundation: Abstract Dublin 9-11/09/2002, 77.
- GEOLOGICAL SURVEY OF SWEDEN (2002) – *The importance of a basic geological perspective in Society* – Uppsala, Sweden, 8 pp.
- GISOTTI G. (1990) – *Rapporti tra formazioni geologiche e paesaggio – Il paesaggio geologico*- Estratto dal Bollettino Servizio Geologico d'Italia, vol. CIX.
- GIUSTI C., GONZALEZ DIEZ A. (2000) – *A methodological approach for the evaluation of impacts on sites of geomorphological interest (SGI), using GIS techniques* – In: Beek K. J., Molenaar M. (eds.) “International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing”. Proc. XIXth Congress of ISPRS, Amsterdam, 2000, 23(7B), 47-53.
- GONGGRIJP G. P. (1999) - *La necessità di una politica di conservazione per la Scienze della Terra* - Da "Geositi Testimoni del Tempo" Giancarlo Poli, 21-24.
- GONGGRIJP G.P., (1992) – *Nature policy plan, new developments in the Netherlands* – Utredning, NINA, 41, Oslo, pp 5-16.
- HAAF B. (1995) – *A research methodology on geomorphological assets in the Vosges (France)* – in Merchetti M., Panizza M., Soldati M. E Barani D., (eds.), *Geomorphology and environmental impact assessment*, Quaderni di Geodinamica Alpina e Quaternaria, 3, 181-185.
- HARLEY M. (1999) - *RIGS, un progetto regionale per la salvaguardia dei siti geologici/geomorfologici* - Da "Geositi Testimoni del Tempo" Giancarlo Poli, 52-64.
- HARLEY M. & ROBINSON E. (1991) – *RIGS, a local earth science conservation initiative* – “Geology today”, 7(2), pp. 47-50.
- HOSE T. A. (1997) – *Geotourism – Selling the earth to Europe in Marinos* – In: Koukis P. G. et al. (eds.) “Engineering Geology and the Environment”. Rotterdam, Balkema, 2955-2960.
- JOHANSSON C. E., ZARLENGA F. (1999) – *Protection of geosites in Europe. State and trends* – Mem.Descr.Carta Geol. d'It. LIV,13-22.
- JOYCE B. (1997) – *Assessing Geological Heritage* – In: Eberhard R. (ed.), “Pattern and Process: Towards a Regional Approach to National Estate Assessment of Geodiversity”. Technical Series

- No. 2, Australian Heritage Commission & Environment Forest Taskforce, Environment Australia, Canberra, 35-40.
- LEOPOLD L. B. (1969) – *Landscape aesthetics* – Nat.History, 10, 35-46.
- LEOPOLD L. B., CLARK F. E., HANSHAW B. B., BALSLEY J. R. (1971) - *A procedure for evaluating environmental impact* – US Geological Survey Circular 645, Department of the Interior, Washington DC, 13 pp.
- LINTON D. L. (1968) – *The assessment of scenary as a natural resource* – Scott. Georg. Mag., 84, 218-238.
- MARCHETTI (1999) – *Il censimento dei Beni Geologici* - Da "Geositi Testimoni del Tempo" Giancarlo Poli, 69-87.
- MARCHETTI M., PANIZZA M., SOLDATI M., BARANI D. (1995) – *Geomorphology and Environmental Impact Assessment* – Quaderni di Geodinamica Alpina e Quaternaria, 3/1995.
- MARTINI G., PAGÈS J.S. (1999) - *Il patrimonio geologico come fattore di sviluppo economico* - Da "Geositi Testimoni del Tempo" Giancarlo Poli, 21-24.
- MARTINI G. (2000) – *Patrimonio geologico y geoturismo* – Patrimonio geologico: conservacion y gestion, ITGM de Espana, 161-170.
- MASSOLI-NOVELLI R. (2001) – *Inventari di geositi in Italia: stato dell'arte* – Geologia dell'Ambiente, 1, SIGEA, Roma, 10-13.
- MASSOLI-NOVELLI R. (2002) – *Geositi, Geoturismo e Sviluppo Sostenibile* – Atti Conv. Naz. SIGEA "La Geologia Ambientale: strategie per il nuovo millennio", Genova, 27-29 giugno 2002.
- MASSOLI-NOVELLI R. (2003) – *Una strategia per la geoconservazione: il geoturismo* – Geologia dell'Ambiente, n°1, 17-24.
- NIETO L. M. (2001) – *Geodiversidad: propuesta de una definicion integradora* – Boletino Geologico y Minero, Vol. 112, Num. 2, 3-12.
- PANIZZA M. (2002) – *Géomorphologie et tourisme dans un paysage cultural intégré* – In: Reynard E., HOLZMANN C., GUEX D., SUMMERMATTER N. (eds.), "Géomorphologie et tourisme", Actes de la Réunion annuelle de la Société Suisse de Géomorphologie (SSGm)m, Finhaut, 21-23 Septembre 2001, Lausanne, Institut de Géographie, Travaux et Recherches n°24, 11-18.
- PANIZZA M. (2001) – *Geomorphosites: concepts, methods and examples of geomorphological survey* – Chinese Science Bulletin, 46, supp., 4-6.
- PANIZZA M. (1999) - *I beni geologici* - Da "Geositi Testimoni del Tempo" Giancarlo Poli, 106-107.
- PANIZZA M. (1992) - *Sulla valutazione dei Beni Ambientali* - Mem. Descr. della Carta Geol. d'It., 42, 479-484.
- PANIZZA M. (1988) – *Geomorfologia Applicata* - Nuova Italia Scientifica, 342 pp, Roma.
- PANIZZA M. & CANNILLO C., (1994) – *Rivelamento e valutazione di beni geografico-fisici di tipo geologico e geomorfologico in un'area della Sardegna Nord-Occidentale*- Riv. Geogr. Ital., 101. 545-576.
- PATZAK M. (2000) – *Tourism and Geodiversity. The Case of Geoparks* – Division of Earth Sciences, UNESCO, Paris, 8 pp.
- PIACENTE S. & POLI (2003) - *La Memoria della Terra la Terra della Memoria* - Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia e Regione Emilia Romagna, Aprile.
- PIACENTE S. (1999) - *La conoscenza scientifica un valore aggiuntivo* - Da "Geositi Testimoni del Tempo" Giancarlo Poli, 234-244.
- POLI G. (ed.) (1999) – *Geositi, testimoni del tempo* – Regione Emilia Romagna, Servizio Paesaggio, Assessorato alla Programmazione, Ed. Pendragon, Bologna, 259 pp.

- POLI G. (2001) – *La pianificazione dei geositi come occasione di valorizzazione territoriale* – In: Atti del convegno “Geositi tra valorizzazione e conservazione della natura”, Massa Carrara, 10-11 ottobre.
- POLI G., BINI M. (2002) – *Geositi un laboratorio di comunicazione e valorizzazione* – in Atti del Convegno “La Geologia Ambientale: strategie per il nuovo millennio”, Genova 27-29 Giugno.
- PREMIER SIMPOSIUM INTERNATIONAL SUR LA PROTECTION DU PATRIMOINE GEOLOGIQUE (1991) – *Dichiarazione Internazionale sui diritti della memoria della Terra* – Mozione finale. 13 June, Digne-les-Bains.
- REYNARD E., HOLZMANN C., GUEX D., SUMMERMATTER N. (ed) (2001) - *Géomorphologie et tourisme* - Actes de la Réunion annuelle de la Société Suisse de Géomorphologie (SSGm), Finhaut, 21-23 Septembre, Lausanne, Institut de Géographie, Travaux et Recherches n°24, 11-18.
- RIVAS V., RIX K., FRANCES E., CENDRERO A., BRUNSDEN D. (1997) – *Geomorphological indicators for environmental impact assessment: consumable and non consumable* – In: *Geomorphology and Environmental Impact Assessment*, Quaderni di Geodinamica Alpina e Quaternaria.
- RIVAS V., RIX K., FRANCES E., CENDRERO A., BRUNSDEN D. (1995) – *The use of indicators for the assessment of environmental impacts on geomorphological features* – 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> Workshops of a “Human capital and mobility” Project, 26 feb-2 mar, 1994, Geomorphology and Environmental Impact Assessment, Quaderni di Geodinamica Alpina e Quaternaria.
- SANTANGELO N., SANTO A., GUIDA D., LANZARA R., SIERVO V. (2005) - *The geosites of the Cilento-Vallo di Diano National Park (Campania Region, Southern Italy)* - Il Quaternario Italian Journal of Quaternary Sciences, **18** (1), Volume Speciale, 101-112
- STURM B. (1994) – *The geotope concept: geological nature conservation by town and country planning* – in “Geological and Landscape Conservation, geological Society, London, pp27-31.
- TOMMASI G., CASOLARI E., CARTON A. (2002) – *Geosites and geological mapping: a starting point towards geology popular for tourists* – In: CORATZA P., MARCHETTI M. (eds.), IAG Workshop Proceedings, “*Geomorphological Sites: research, assessment and improvement*”. 19-22 June 2002, Univ. di Modena e Reggio E., Dip. Sc. Terra, Modena, 90-91.
- THREADGOULD R. (1999) - *Tra l'incudine e il martello* - Da "Geositi Testimoni del Tempo" Giancarlo Poli, 194-198.
- VAI G. B. (1999) - *Il ruolo delle scienze geologiche per la comprensione della natura*- Da "Geositi Testimoni del Tempo" Giancarlo Poli, 21-24.
- WIMBLEDON W. A. (1990) – *2° European Heritage Sites and Type site inventories* – In: Andersen et al., Jb. Geol. B. -A., 133, 657-658.
- WIMBLEDON W.A., BENTON M. J., BEVINS R. E., BLACK G. P., BRIDGLAND D. R., CLEAL C. J., COOPER R. G., MAVY V. J. (1995) – *The development of a methodology for the selection of British geological Sites for Conservation: Part 1* – Modern Geology, 20, 159-202..
- WIMBLEDON W. A. (1999) - *L'identificazione e la selezione dei siti geologici, una priorità per la geoconservazione* - Da "Geositi Testimoni del Tempo" Giancarlo Poli, 42-52.
- WIMBLEDON A.P., ANDERSEN S., CLEAL C. J., COWIE J.W., ERIKSTAD L., GONGGRIJP G.P., OHANSSON C.E., KARIS L.O. & SUOMINEN V. (1999) - *Geological World Heritage: GEOSITES - a global comparative site inventory to enable prioritisation for conservation* – Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia, 54, pp. 45-60.
- WIMBLEDON W. A. P., ANDERSEN S., CLEAL C. J., CLOWIE J. W., ERIKSTAD L., GONGGRIJP G. P., JOHANSSON C. E., KARIS L. O., SUOMINEN V. (2000) – *Geological World Heritage: GEOSITES – a global comparative site inventory to enable prioritisation for conservation* – Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia 54, 45-60.
- ZAMPARELLI V., IANNACE A. (2001) – *Il ruolo della geomorfologia per una lettura integrata del territorio: alcuni esempi dell'Italia meridionale* – AGEI, Geotema, 15, 77-78.

ZARLENGA F. (1999) - *Stato dell'arte e tendenze evolutive della protezione dei siti geologici in Europa* - Da "Geositi Testimoni del Tempo" Giancarlo Poli, 69-88.

ZARLENGA (2001) - *I geotopi* - Da "L'ambiente geologico della Campania", Antonio Vallario, Ed. CUEN, 315-330.

## **BIBLIOGRAFIA SUI CAMPI FLEGREI**

AA.VV. (1983) - *Baia. Il ninfeo imperiale sommerso di Punta Epitaffio* - Napoli.

AGIP (1987) - *Geologia e geofisica del sistema geotermico dei Campi Flegrei* - Int. Report, MESG, 19 pp.

ACCORDI B., LUPA PALMIERI E. (1991) - *Il globo terrestre e la sua evoluzione* - Zanichelli Editore.

ALBERICO I., LIRER L., PETROSINO P., SCANDONE R. (2002) - *A methodology for the evaluation of long-term volcanic risk from pyroclastic flows in Campi Flegrei (Italy)*- Jour. Volc. Geoth. Res., 116, 63-78.

ALESSIO M., ALLEGRI L., ANTONIOLI F., BELLUOMINI G., FERRANTI L., IMPROTA S., MANFRA L., PROPOSITO A. (1992) - *Risultati preliminari relativi alla datazione di speleotemi sommersi nelle fasce costiere del Tirreno centrale* - Giornale di Geologia, ser.3<sup>a</sup>, vol. 54/2, 165-193, Bologna.

ALESSIO M., BELLA F., IMPROTA F., BELLUOMINI G., CORTESI C., TURI B. (1971) - *University of Rome Carbon-14 dates IX* - Radiocarbon 13, 395-411.

ALESSIO M., BELLA F., IMPROTA F., BELLUOMINI G., CALDERONI G., CORTESI C., TURI B. (1973) - *University of Rome Carbon-14 dates X* - Radiocarbon 15, 165-178.

ALESSIO M., BELLA F., IMPROTA F., BELLUOMINI G., CALDERONI G., CORTESI C., TURI B. (1976) - *University of Rome Carbon-14 dates XIV* - Radiocarbon 18, 321-349.

ALLARD P., MAIORANI A., TEDESCO D., CORTECCI G., TURI B. (1991) - *Isotopic study of the origin of sulfur and carbon in Solfatara fumaroles, Campi Flegrei caldera* - J. Volcanol. Geotherm. Res., 48 (1/2), 139-159.

AMALFITANO P., CAMODECA G., MEDRI M. (1990) - *I Campi Flegrei un itinerario archeologico* - Marsilio Editori.

AMORE O., BRANCACCIO L., CIAMPO G., CINQUE A., RUSSO F., SGARRELLA F., TADDEI E., BARRA D., SGROSSO I. (1988) - *Ulteriori considerazioni sui depositi marini de "La Starza" presso Pozzuoli* - Convenzione di Ricerca Univ. di Napoli "Bradisismo e Fenomeni Connessi" Relazioni Scientifiche, 4° Rendiconto, 25-26 marzo, 200-216.

AMORE O., CIAMPO G., SGARRELLA F., TADDEI E. (1988) - *Ricerche paleoecologiche nell'area flegrea* - Convenzione di Ricerca Univ. di Napoli "Bradisismo e Fenomeni Connessi" Relazioni 3° Trimestre, 19-20 gennaio, 132-135.

ANDREA B., ZEVI F. (1982) - *Gli scavi sottomarini di Baia* - in "La Parola del Passato", 27, 114-150.

ANTRODICCHIA P., CIONI R., CHIODINI G., GAGLIARDI R., MARINI L. (1985) - *Geochemical temperatures of the thermal waters of Phlegrean Fields (Naples Italy)* - Transactions, 9, 194-199.

ARMIENTI P., BARBERI F., BIZOUARD H., CLOCCHIATTI R., INNOCENTI F., METRICH N., ROSI M., SBRANA A. (1983) - *The Phlegrean Fields: Magma evolution within a shallow chamber* - J. Volcanol. Geotherm. Res. 17, 289-311.

ARNO' V., PRINCIPE C., ROSI M., SANTACROCE R., SBRANA A., SCHERIDAN M. F. (1987) - *Eruptive history* - CNR, Quaderni della Ricerca Scientifica, XIII, 53-103.

BABBAGE C. (1847) - *Observations on the Temple of Serapis at Pozzuoli near Naples* - London, pp.34.

- BALDI P., FERRARA G.C., PANICHI C. (1975) – *Geothermal research in Western Campania (Southern Italy): chemical and isotopic studies of thermal fluids in then Campi Flegrei* – Proc. Second United Nations Symp. on the Develop. and Use of Geotherm. Res., San Francisco, 1, 687-697.
- 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, 33-49.
- BARBERI F., CARAPEZZA M., INNOCENTI F., LUONGO G., SANTACROCE R. (1989) – *The problem of volcanic unrest: the Phlegrean Fields case history* – Atti Conv. Lincei, 80, 387-405.
- BARBERI F., CORRADO G., INNOCENTI F., LUONGO G. (1984) – *Phlegrean Fields 1982-1984: brief chronicle of a volcano emergency in a densely populated area* – Bull. Volcanol., 47 (2), 175-185.
- 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), 1-22.
- BARTOLINI C., PECCERILLO A. (2002) – *I fattori geologici delle forme del rilievo. Lezioni di geomorfologia strutturale* – Pitagora Editrice, Bologna.
- BERTARELLI L.V. (1922) – *Terra Promessa, le bonifiche di Coltano, Licola. Varcaturò, dell'Opera Nazionale dei Combattenti* – T.C.I. Milano, Arti Grafiche Modiano.
- BIANCHI R., CORADINI A., FEDERICO C., GIBERTI G., LUCIANO P., POZZI J. P., SARTORIS G., SCANDONE R. (1987) – *Modelling of surface ground deformation in volcanic areas: the 1970-1972 and 1982-1984 crises of Campi Flegrei, Italy* – J. Geophys. Res., 92, 14139-14150.
- BORTOLUZZI G., DONADIO C., MELE R., ROMANO P., RUSSO F., SANTANGELO N., SGAMBATI D. (1995) - *Guida all'escursione Campi Flegrei e Isola d'Ischia* - Riunione autunnale, 26-28 sett..
- BRANCACCIO L., CINQUE A., ROMANO P., ROSSKOPF C., RUSSO F., SANTANGELO N., SANTO A. (1991) – *Geomorphology and Neotectonic Evolution of a Sector of the Tyrrhenian Flank of Southern Apennines (Region of Naples)* - Z.Geomorph N.F. 82, 47-58.
- BRANCACCIO L., PESCATORE T., RUSSO F. (1988) – *Periplo del Golfo di Napoli* – Guida Geologica, Programma del 74° Congresso della Società Geologica Italiana, Sorrento.
- BRANCACCIO L., CINQUE A., ROLANDI G., RUSSO F., SANTO A. (1987) - *Dati cronostratigrafici e morfostrutturali acquisiti nell'ambito del distretto vulcanico flegreo* - Convenzione di Ricerca Univ. di Napoli "Bradisismo e Fenomeni Connessi" Relazioni 3° Trimestre, 19-20 gennaio, 129-131.
- BRANCACCIO L., CIAMPO G., CINQUE A., RUSSO F., ROLANDI G., RUBANO F., SGARRELLA F., TADDEI E., SGROSSO I. (1986) – *Analisi morfostrutturale dei Campi Flegrei* - Convenzione di Ricerca Univ. di Napoli "Bradisismo e Fenomeni Connessi" Relazioni Scientifiche, 2° trimestre, 3 aprile, 71-72.
- BRAVI S., FUSCALDO M., GUARINO P.M., SCHIATTARELLA M. (2003) - *Evoluzione sedimentaria Olocenica dell'area dell'antico Porto di Cumae (Campi Flegrei)* – da "Variazioni climatico-ambientali e impatto sull'uomo nell'area circum-mediterranea durante l'Olocene" a cura di Livadie C. e Ortolani F, EDI Puglia, Bari.
- CAMODECA G. (1987) – *Le antichità di Pozzuoli, la Ripa Puteolana ed i resti sommersi del Portus Iulius* – Gaetano Macchiaroli Editore.
- CAPOCCI E. (1835) – *Nuove ricerche sul noto fenomeno delle colonne perforate dalle foladi nel tempio di Serapide in Pozzuoli* – Il Progresso delle Scienze, Lettere ed Arti, Naples, 11, 66-76.
- CARRADA G.C. (1973) - *Profilo ecologico di una laguna salmastra flegrea: il lago Fusaro* – Arch. Oceanogr. Limnol.;18:145–64 [suppl.].

- CARRARA E., IACOBUCCI F., PINNA., RAPOLLA A. (1974) – *Gravity and magnetic survey of the Campanian volcanic area, S. Italy* – Boll. Geof. Teor. Appl., 15 (57), 39-51.
- CARRARA E., IACOBUCCI F., PINNA., RAPOLLA A. (1973) – *Interpretation of gravity and magnetic anomalies near Naples, Italy, using computer techniques* – Bull. Volcanol., 38 (2), 458-467.
- CASERTANO L., OLIVERI A., QUAGLIARIELLO M. T. (1977) – *Hydrodynamics and Geodynamics in the Phlegraean fields area of Italy* – Nature, 264, 161-164.
- CASSIGNOL C., GILLOT P.Y. (1982) – *Range and effectiveness of unspiked potassium-argon dating: experimental round work and application* – Numerical dating in stratigraphy, Odin G.S. Ed., pp160, New York, J. Wiley & Sons.
- CASTALDI F. (1941) – *Le terrazze della penisola Sorrentina* – Boll. Soc. Nat. In Napoli, 52, 5-127.
- CASTALDI F. (1940) – *I crateri di Quarto* – Bull. Volcan., 18, ser.2,7, 149-210.
- CHIESA S., CIVETTA L., DI GIROLAMO P., DI VITO M., HEIKEN G., LIRER L., LUONGO G., MASTROLORENZO G., ORSI G., PESCATORE T., ROLANDI G., SCANDONE R., SICURDSSON H. (1988) - *I vulcani della Campania* - Guida alle escursioni, 74° Congresso Nazionale, Sorrento, 13-17 Settembre.
- CHIODINI G., CIONI R., MAGRO G., MARINI L., PANICHI C., RACO B., RUSSO M. (1997) – *Chemical and isotopic variation of Bocca Grande fumarole (Solfatara volcano, Phlegrean Fields)* - Acta Vulcanologica, 8, 228-232.
- CINQUE A., LAURETI L., RUSSO F. (1988) - *Le variazioni della linea di costa lungo il litorale campano durante il Quaternario* - Estratto da "Terra", 5, 19-25.
- 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, 327-348.
- CINQUE A., RUSSO F., PAGANO M. (1991) - *La successione dei terreni di età post-romana delle Terme di Miseno (Napoli): nuovi dati per la storia e la stratigrafia del bradisisma puteolano* - Rend. Soc. Geol. It., 110, 231-244.
- CINQUE A., AUCELLI P.P.C., BRANCACCIO L., MELE R., MILIA A., ROBUSTELLI G., ROMANO P., RUSSO F., RUSSO M., SANTANGELO N., SGAMBATI D. (1997) - *Volcanism, tectonics and recent geomorphological change in the bay of Naples* - Fourth International Conference on Geomorphology, Guide for the excursion.
- CIVETTA L., ORSI G., PAPPALARDO L., FISHER R. V., HEIKEN G., ORT M. (1997) – *Geochemical zoning, mingling, eruptive dynamics and depositional processes. The Campanian Ignimbrite, Campi Flegrei caldera, Italy* – J. Volcanol. Geotherm. Res., 75, 183-219.
- CIVETTA L., DEL GAUDIO C., DE VITA S., DI VITO M., ORSI G., PETRAZZUOLI S., RICCIARDI G., RICCO C. (1996) – *Processi deformativi a breve termine nella caldera complessa dei Campi Flegrei* – Atti Convegno GNGTS '95.
- COCCO E., CASTALDO G., DE MAGISTRIS M.A., DE PIPPO T., PERNA T. (1980)– *Dinamica ed evoluzione del litorale campano laziale: il settore a sud del fiume Volturno* – Atti IV Congr. Ass. It. Oceanol. Limnol.
- COLE P. D., PERROTTA A., SCARPATI C. (1994) - *The volcanic history of the southwestern part of the city of Naples* - Geol. Mag. 131, 785-799.
- 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. Vulc., 55, 311-326.
- COPPOLA G., D'ELIA G., GUIDA M. (1986) - *Morfodinamica dei versanti dell'area flegrea* - Convenzione di Ricerca "Bradisismo e Fenomeni Connessi" Relazioni Scientifiche, 2° Trimestre, 3 Aprile 1986, 64-70.

- COSTA O. G. (1853) – *Sopra un erpetolite idrotermale con appendice di osservazioni intorno a depositi di avanzi organici a piè di Monte Nuovo presso Pozzuoli e nelle marne argillose dell'isola d'Ischia* – Rend. Acc. Pont., a. I, fasc. 2, 65-68, Napoli.
- COSTA O. G. (1853) – *Osservazioni ulteriori intorno ai fossili organici di Pozzuoli* – Rend. Acc. Pont., I, fasc.4, 139-145, Napoli.
- D'ARGENIO B., PESCATORE T., SCANDONE P. (1973) - *Schema geologico dell'Appennino Meridionale* – Acc. Naz. Lincei, Quad. 183, 49-72.
- DE ASTIS G., PAPPALARDO L., PIOCHI M. (2004) – *Procida volcanic history: new insights into tge evolution of the Phlegraean Volcan District (Campania region, Italy)* – Bull. Vulcanol, 66, 622-641.
- DEECKE W. (1887-88) – *Ueber die Gestalt des Lucriner Sees von dem Ausbruke des M. Nuovo im Jahres 1538* – III Jahresbericht der Geographischen Gesellschaft zur Greifswald.
- DELL'AGLIO M., MARTINI M., TONANI F. (1972) – *Rilevamento geochimico delle emanazioni vulcaniche dei Campi Flegrei* – CNR, Quad. Ric, Sci., 83, 152-181.
- DE GENNARO M., CAPPELLETTI P., LANGELLA A., PERROTTA A., SCARPATI C. (2000) - *Genesis of zeolites in the Neapolitan Yellow Tuff: geological, vulcanological and mineralogical evidence.* - Contrib. Mineral. Petrol, 139, 17-35
- 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., in press.
- DEINO A.L., CURTIS G.H., ROSI M. (1992) –  *$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  dating of the Campanian Ignimbrite, Campanian Region* – 29th Geol. Congress, Japan, Abstracts, vol. 3, p. 2654.
- DELL'ERBA L. (1892) – *Considerazioni sulla genesi del Piperno* – Atti Acc. Sc. Fis. Mat., Napoli, 5, 1- 22.
- DELL'ERBA L. (1923) – *Il tufo giallo napoletano* – Ed. Pironti, 284, Napoli.
- DE LORENZO G., SIMONTOMAI H. (1915a) - *I crateri di Fossa Lupara nei Campi Flegrei* - Atti R. Acc. Sc. Fis. Mat., Napoli, serie 2, n°8,10,1-27.
- DE LORENZO G., SIMONTOMAI H. (1915b) - *I crateri del Monte Gauro nei Campi Flegrei* - Atti . Acc. Sc. Fis. Mat., Napoli, serie 2, n°10, 16, 1-50.
- DE LORENZO G. (1909) – *I Campi Flegrei* – Italia. Artist., n° 52, 156, Bergamo.
- DE LORENZO G. (1908) – *Una monografia dei Campi Flegrei* – Riv. Geogr. It., 15, 170-176, Firenze.
- DE LORENZO G. (1907) – *Il cratere di Nisida nei Campi Flegrei* – Atti Acc. Sc. Fis. Mat., s. 2, vol.13, n° 10, 1-14.
- DE LORENZO G. (1905) – *I crateri di Miseno nei Campi Flegrei* – Atti Acc. Sc. Fis. Mat., s. 2, vol.13, n°1, 1-25, Napoli.
- DE LORENZO G. (1904) – *L'attività vulcanica nei Campi Flegrei* – Rend. Acc. Sc. Fis. Mat., s. 3, vol.10, 203-221.
- DE NATALE G., PINGUE F., ALLARD P., ZOLLO A. (1991) – *Geophysical and geochemical modelling of the 1982-1984 unrest phenomena at Campi Flegrei caldera (Southern Italy)* – J. Volcanol. Geotherm. Res. 48 (1/2),199-222.
- DE PIPPO T., DONADIO C., GROTTOLA D., PENNETTA M. (2004) - *Geomorphological evolution and environmental reclamation of Fusaro Lagoon (Campania Province, southern Italy)* - Environment International, 30, 199– 208
- DE PIPPO T., DONADIO C., PENNETTA M. (2001b) - *Evoluzione morfologica della Laguna di Sabaudia (Mar Tirreno, Italia centrale)*- Geol Rom, 36:1 –12.
- DE PIPPO T., DI CARA A., GUIDA M., PESCATORE T., RENDA P. (1984) – *Contributi allo studio del Golfo di Pozzuoli: lineamenti di geomorfologia* – Mem. Soc. Geol. It., 27, 151-159.
- D' ERASMO G. (1931) – *I crateri della pozzolana nei Campi Flegrei* – Atti. Acc. Sc. Fis. e Mat., s.2, 19, n°1, 1-55, Napoli.

- D' ERASMO G. (1928) – *Cenni geologici sui Campi Flegrei* – Atti XIX Cong. Naz. Ass. It. idrol. climat. e terap. fis., 162-173, Napoli.
- DE RISO R., DUCCI D., RIPPA F., VINALE F. (1987) – *Studi geologici e geotecnica nell'area urbana di Pozzuoli* - Convenzione di Ricerca Univ. di Napoli “Bradismo e Fenomeni Connessi” Relazioni 3° Trimestre, 19-20 gennaio, 1-36.
- DE STEFANI C. (1907) – *Die Fhlegraischen Felden bei Neapel Patermans* – Mgen, Ergänzungsheft, 156, 11.
- DE VITA S., ORSI G., CIVETTA L., CARADENTE A., D'ANTONIO M., DEINO A., DI CESARE T., DI VITO M. A., FISHER R. V., ISAIA R., MAROTTA E., NECCO A., ORT M., PAPPALARDO L., PIOCHI M., SOUTHON J. (1999) – *The Agnano-Monte Spina eruption (4100 yr Bp) in the restless Campi Flegrei caldera (Italy)* – J. Volcanol. Geotherm. Res., 91, 269-301.
- DE VIVO B., ROLANDI G., GANS P.B., CALVERT A., BOHRSON W.A., SPERA F.J., BELKIN H.E. (2001) – *New constrains on the pyroclastic eruptive history of the Campanian Volcanic Plain (Italy)* – Min. Petr., 73, 47-65.
- DI FILIPPO G., LIRER L., MARAFFI S., CAPUANO M. (1991) - *L'eruzione di Astroni nell'attività recente dei Campi Flegrei* - Boll. Soc. Geol. It., 110, 309-331.
- DI FRAIA G., LOMBARDO N., SCOGNAMIGLIO E. (1986) – *Contributi alla topografia di Baia sommersa* – Puteoli. Studi di storia antica, IX-X, 211-299.
- 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, 349-413.
- DI GIROLAMO P. ROLANDI G. (1979) – *Vulcani shoshonitici e latitici nell'area flegrea* – Per. Min., 48, 93-114.
- DI GIROLAMO P. (1970) – *Differenziazione gravitativa e curve isochimiche nella Ignimbrite Campana* – Rend. Soc. It. Miner. Petr., 26, 547-588.
- DI GIROLAMO P. (1968) – *Petrografia dei Tufo Campani: il processo di pipernizzazione (Tufo-Pipernoide-Piperno)* – Rend. Acc. Sc. Fis. Matem., serie 4, XXXV, 1-70.
- DI GIROLAMO P., ROLANDI G., STANZIONE D. (1973) – *L'eruzione di pomici a letto dell'Ignimbrite Campana* – Per. Min., 42, 436-468
- DI GIROLAMO P., STANZIONE D. (1973) – *Lineamenti geologici e petrologici dell'Isola di Procida* – Rend. Soc. It. Min. e Pet., 29, 81-125.
- DI GIROLAMO P., LIRER L., PORCELLI C., STANZIONE D. (1972) – *Correlazioni stratigrafiche tra le principali formazioni piroclastiche della Campania* – Rend. Soc. It. Mineral. Petrol., 28.
- DI RISO R., DUCCI D., RIPPA F., VINALE F. (1987) – *Studi geologici e geotecnica nell'area urbana di Pozzuoli* – in Bradismo e fenomeni connessi, Atti Convegno, Napoli 3.
- DI VITO M. & LUONGO G. (2003) – *Bradyseism and sea level variations in the Neapolitan area over the last 12.000 years* - da “Variazioni climatico-ambientali e impatto sull'uomo nell'area circum-mediterranea durante l'Olocene” a cura di Livadie C. e Ortolani F, EDI Puglia, Bari.
- DI VITO M. A., ISAIA R., ORSI G., SOUTHON J., D'ANTONIO M., DE VITA S., PAPPALARDO M., PIOCHI M. (1999) – *Volcanic and deformation history of the Campi Flegrei caldera in the past 12 ka.-* J. Volcanol. Geotherm. Res., 91, 221-246.
- DI VITO M., GATTULLO V., LIRER L., MASTROLORENZO G. (1988) – *L'eruzione di Averno (3700 y bp) nei Campi Flegrei* – Atti dello Stato di Avanzamento della Convenzione Univ Regione Campania sul Bradismo Flegreo, Naples.
- DI VITO M., LIRER L., MASTROLORENZO G., ROLANDI G. (1987) – *The 1538 Monte Nuovo eruption (Campi Flegrei, Italy)* – Bull Volcanol, 49, 608-615.

- delli FALCONI M. A. (1538) – *Del'incendio di Puzzuolo* – Marco Antonio delli Falconi all'illustrissima Signora Marchesa della Padella nel MDXXXVIII, published in Hamilton 1776, 70.
- DI VITO M., LIRER L., MASTROLORENZO G., ROLANDI G., SCANDONE R. (1985) – *Volcanological Map of Campi Flegrei* – Min. Prot. Civ., Univ. degli Studi di Napoli.
- DONADIO C. (1999) - *Evoluzione olocenica di alcuni sistemi lagunari adriatici e tirrenici in relazione alle oscillazioni relative del livello marino e ad eventi eccezionali* - PhD thesis on Sedim. Geol., XI cycle, 1996–1999. Earth Science Department, University of Napoli Federico II, Italy;1999. p. 160.
- DVORAK J. J., BERRINO G. (1991) – *Recent ground movement and seismic activity in Campi Flegrei, Southern Italy: episodic growth of a resurgent dome* – J. Geophys. Res., 96:2309-2323.
- DVORAK J. J., MASTROLORENZO G. (1991) - *History of vertical movement in Pozzuoli Bay, southern Italy: the result of regional extension related to evolution of the Tyrrhenian Sea and of local volcanic activity* - Geol Soc Am Pap;263:47.
- FALINI F. (1950) – *Rilevamento geologico della zona nord-occidentale dei Campi Flegrei* – Boll. Soc. Geol. It., 69, 211-264, Roma.
- FEDELE F., GIACCIO B., ISAIA R., ORSI G. (2003) – *The Campanian Ignimbrite eruption, Heinrich Event 4, and Palaeolithic change in Europe: a high resolution investigation* – In “Volcanism and Earth’s Atmosphere”, (A. Robok and C. Oppenheimer Ed.), AGU book, 139, 301-325.
- FEVOLA F., FUSI N., MIRABILE L. (1993) – *Rilievi di sismica monocale ad alta risoluzione: aspetti dell’evoluzione geomorfologica del Golfo di Napoli* – Ann. Ist. Univ. Nav., Napoli, 60, 61-71.
- FISCHER R. V., ORSI G., ORT M., HEIKEN G. (1993) – *Mobility of a large volume pyroclastic flow emplacement of the Campanian Ignimbrite* – Journ. Volc. Geoth. Res., 56, 205-220.
- FLEMING K., JOHNSTON P., ZWARTZ D., YOKOYAMA Y., LAMBECK K., CHAPPELL J. (1998) – *Refining the eustatic sea-level curve since the last Glacial Maximum using far-and intermediate fields sites* – in Earth and Planetary Science Letters, 163, 327-342.
- FLEMMING N. C. (1969) – *Archaeological evidence for eustatic change of sea level and earth movements in the western Mediterranean during the last 2000 years* – Geol. Soc. Am. Sp. Pap., 109, pp.125.
- FLORIO G., FEDI M., CELLA F., RAPOLLA A. (1999) – *The Campanian Plain and Phlegrean Fields: structural setting from potential field data* - Journ. Volc. Geoth. Res., 91, 361-379.
- FRANCO P. (1900) – *Il Tufo della Campania* – Boll. Soc. Nat., XIV.
- FRIEDLÄNDER I. (1937) – *Sui bradisismi della costa Tirrenica Meridionale* – Boll. Soc. Geogr. Ital., Roma.
- GIACOMELLI L., SCANDONE R. (1992a) – *Campi Flegrei Campania Felix* – Il Golfo di Napoli tra storia ed eruzioni, Liguori Editore.
- GIACOMELLI L., SCANDONE R. (1992b) – *Campi Flegrei Campania Felix* – Guida alle escursioni dei vulcani napoletani, Liguori Editore.
- GIUDICEPIETRO F. (1993) – *La dinamica recente dell’area vulcanica flegrea* – Ph D Thesis, Napoli, 179 pp.
- GÜNTHER (1913) – *Pausilypon. The imperial villa near Naples* – Oxford (University Press): 294 pp.
- GÜNTHER (1903) – *Earth movements in the Bay of Naples* – Geographical Journal, 22, 121-149.
- HEIKEN G. H. (1971) – *Tuff rings: examples from the Fourth Rock-Christmas lake valley basin, South Central Oregon* – J. Geoph. Res., 76, 5615-5626.

- HAMILTON W. (1776) – *Campi Flegrei observations on the volcanoes of the two Sicilies* – P de Fabris, ed. Naples.
- IPPOLITO F., ORTOLANI F., RUSSO M. (1973) – *Struttura marginale Tirrenica dell'Appennino Campano: reinterpretazione di dati di antiche ricerche di idrocarburi* – Mem. Soc. Geol. It., XII, 227-250.
- IPPOLITO F. (1942) – *Su alcuni pozzi profondi nel napoletano* – Boll. Soc. Nat. in Napoli, 53.
- ISAIA R., D'ANTONIO M., DELL'ERBA F, DI VITO M., ORSI G. (2004) - *The Astroni volcano: the only example of closely spaced eruptions in the same vent area during the recent history of the Campi Flegrei caldera (Italy)* – Journ. Volc. Geoth. Res., 133, 171-192.
- JACONO L. (1941) – *Il Porto Giulio. Restituzione topografica* – Rend. Acc. It., Classe Sc. Morali e Storiche, serie VII, II, fasc.12.
- LABEYRIE J., LALOU G., MONACO A., THOMMERET J. (1976) – *Chronologie des niveaux eustatiques sur la cote de Roussillon de 33.000 ans b.p. a nous jours* – CR Acad. Sci., Ser. D, 282 pp.
- LIRER L., PETROSINO P., ALBERICO I. (2001) - *Hazard assessment at volcanoc fields: the Campi Flegrei case Histoty* - J.Volcanol.Geotherm.Res., 112, 53-73.
- LIRER L., ROLANDI G., RUBIN M. (1991) –  $^{14}\text{C}$  Age of the “Museum Breccia” (Campi Flegrei) and its relevance for the origin of the Campanian Ignimbrite – J. Volcanol. Geoth. Res., 48, 223-227.
- LIRER L., DI VITO M., GIACOMELLI L., SCANDONE R., VINCI A. (1990) – *Contributo delle analisi granulometriche alla ricostruzione della dinamica dell'eruzione dell' Averno (Campi Flegrei)* - Boll. Soc. Geol. It., 109, 583-597.
- LIRER L., MASTROLORENZO G., ROLANDI G. (1987a) – *Un evento pliniano nell'attività recente dei Campi Flegrei* – Boll. Soc. Geol. It., 106, 461-473.
- LIRER L., ROLANDI G., DI VITO M., MASTROLORENZO G. (1987b) – *L'eruzione dl Monte Nuovo (1538) nei Campi Flegrei* – Boll. Soc. Geol. It., 106, 447-460.
- LIRER L., LUONGO G., SCANDONE R. (1987c) – *On the volcanological evolution of Campi Flegrei* – Eos 68, 226-324.
- LIRER L., MUNNO R. (1975) – *Il Tufo Giallo Napoletano* – Per. Min., 44, 103-118.
- LIRER L. (1965) – *Nisida: vulcano del terzo periodo flegreo* – Rend. Acc. Sc. Fis. Mat., 32.
- LUONGO G., CUBELLIS E., OBRIZZO F., PETRAZZUOLI S. M. (1991) – *A physical model for the origin of volcanism of the Tyrrhenian margin: the case of the Neapolitan area* – J. Volcanol. Geoth. Res., 48, 173-186.
- LYELL C. (1847) – *Principles of Geology* – London (1st edition).
- MAIURI A. (1934) – *i Campi Flegrei dal sepolcro di Virgilio all'antro di Cuma* – Roma, Tip. Stato, 21-28.
- MARCHESINO F. (1538) – *Copia de una lettera di Napoli che contiene li stupendi et grandi prodigi apparsi sopra Pozzuolo.* – da Parascandola, 1946.
- MASTROLORENZO G. (1994) – *Averno tuff-ring in Campi Flegrei (South Italy )* – Bull. Vulcanol. 56, 561-572.
- MELLUSO L., MORRA V., PERROTA A., SCARPATI C., ADABBO M. (1995) – *The eruption of the Breccia Museo (Campi Flegrei, Italy):fractional, crystallization processes in a shallow, zoned magma chamber and implications for the eruptive dynamics* – J. Volcanol. Geoth. Res., 68, 325-339.
- MINIERI V. (1950) - *La terrazza de La Starza nei Campi Flegrei* – Rend. Acc. Sc. Fis. e Mat., 4, 17, 201-212.
- MORHANGE C., GOIRAN J. P., LABOREL J., OBERLIN C. (2002) – *Studio geoarcheologico dell'antico litorale di Pozzuoli (Campania): il problema delle variazioni relative del livello del mare* – Atti del 42° Convegno di Studi sulla Magna Grecia, Taranto, 5-8 ottobre.

- del NERO F., (1538) – *A letter to Niccolo del Benino on the earthquake at Pozzuoli by which the MonteNuovo was formed in 1538* – Published in Lobley, 1889, 368 pp. and in German in the Neues Jahrbuch fur Geologie, of Leonhard Brown, 1846.
- Niccolini a. (1846) – *Descrizione della gran terma puteolana...*- Stamperia reale Napoli.
- NUTI S., CAPRAI A., NOTO P. (1985) – *Hypothesis on the origin of steam and on the deep temperatures of the fluids of Pozzuoli Solfatarata (Campania, Italy)* – Int. Symp. on Geotherm. Energy, Geothermal Resources Council, Int. Volume Stone C, 1-6.
- OLIVERI del CASTILLO A., MONTAGNA S. (1984) – *Nuovi elementi sulla connessione tra termofluido-dinamica e geodinamica ai Campi Flegrei (Napoli): bradisismo 1982-1984* – Proc. Ann. Congr. Geophys. Litosphere Roma, 46.
- ORSI G., D'ANTONIO M., DE VITA S., GALLO G. (1992) – *The Neapolitan Yellow Tuff, a large-magnitude trachytic phreatoplinian eruptio: eruptive dynamics, magma withdrawal and caldera collapse* - J.Volcanol.Geotherm.Res., 53, 275-287.
- 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, 179-214.
- ORSI G., DI VITO M., ISAIA R. (1998) - *Volcanic Hazard and Risk in the Parthenopean Magacity* - Guide Book, Field excursion, 5-7 july.
- ORSI G., CUNA L., 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* – Edito dall'Osservatorio Vesuviano, Napoli.
- ORSI G., DE VITA S., DI VITO M., NAVE R., HEIKEN G. (2003a) – *Facing volcanic and related hazard in the Neapolitan area* - In “Earth Sciences in the Cities: A Reader” (G. Heiken, R. Fakundiny, J. Sutter, Eds), 121-170. Am. Geophys. Un. Sp. Publ. Series, Vol.56, Washington.
- ORSI G., DI VITO M.A., ISAIA R. (2004b) – *Volcanic hazard hassessment at the restless Campi Flegrei caldera* – Bull. Volcanol., in review.
- ORSI G., DE VITA S., DI VITO M.A., ISAIA R. (2004) – *The Neapolitan active volcanoes (vesuvio, Campi Flegrei, Ischia): science and impact on human life* – 32nd International Geological Congress, B28, August 20-28, Florence, Italy.
- ORTOLANI F. APRILE F. (1978) – *Nuovi dati sulla struttura profonda della piana campana a SE del F. Volturno* – Boll. Soc. Geol. It., 97, Roma.
- PAGET R.F. (1968) – *The ancient Port of Cumae* – Journal of Roman Studies, 58, 1-2, 148-169.
- PAGANO M. (2003) – *Variazioni del livello del mare tra Miseno e Baia* - da “Variazioni climatico-ambientali e impatto sull'uomo nell'area circum-mediterranea durante l'Olocene” a cura di Livadie C. e Ortolani F, EDI Puglia, Bari.
- PAGANO M. (1984) – *Il lago Lucrino. Ricerche storiche e archeologiche* - Puteoli, Studi di Storia antica, VII-VIII, 113-226.
- PAGANO M. (1981) – *Gli impianti marittimi della villa Pausilypon* – Puteoli, Studi di Storia antica, IV-V, 245-255.
- PAPPALARDO L., CIVETTA L., DE VITA S., DI VITO M., ORSI G., CARANDENTE A., FISHER R.V. (2002) – *Timing of magma extraction during the Campanian Ignimbrite eruption (Campi Flegrei caldera)* - J. Volcanol. Geotherm. Res., 114, 479-497.
- PAPPALARDO L., CIVETTA L., D'ANTONIO M., DEINO A., DI VITO M., ORSI G., CARANDENTE A., DE VITA S., ISAIA R., PIOCHI M. (1998) – *Chemical and Sr-isotopical evolution of the Phlegraean magmatic system before the Campanian Ignimbrite and the Neapolitan Yellow Tuff eruptions* – J. Volcanol. Geotherm. Res., 91 (2/4), 141-166.
- PAPPALARDO U., RUSSO F. (1998) - *Geomorphological and Archeological Evidence of the Ground Movements (Bradysesims) in the Phlegraean Fields (Naples,Italy)* - International Colloquium Ghent, 23-24 oct..

- PAPPALARDO U., RUSSO F. (1998) – *Il bradisismo dei Campi Flegrei (Campania): dati geomorfologici ed evidenze archeologiche* – Forma Maris, forum Internazionale di Archeologia subacquea, Pozzuoli, 22-24 sett, ed.Massa.
- PARASCANDOLA A. (1947) - *I fenomeni bradisismici del Serapeo di Pozzuoli* – Acta Neapolitana. Napoli (Italy), Guida; p. 179. 1985.
- PARASCANDOLA A. (1946) - *Il Monte Nuovo e il Lago di Lucrino* - Boll. Soc. Natur. in Napoli, 55, 173-175.
- PARASCANDOLA A. (1937) - *Il Monte del Pericolo nei Campi Flegrei* – Boll. Soc. Natur. In Napoli, 48, 67-79.
- PARASCANDOLA A. (1936) – *Il bacino idrotermale del Lucrino e dell’Averno nei Campi Flegrei* - Boll. Soc. Natur. in Napoli, 48, 16-79.
- PARASCANDOLA A. (1936) – *Il Monte del Pericolo nei Campi Flegrei* - Boll. Soc. Natur. in Napoli, 48, 16-79.
- PERROTTA A., SCARPATI C. (1993) – *The dynamics of Breccia Museo eruption (Campi Flegrei, Italy) and the significance of spatter clasts associated with litic breccias* – Jou. Volc. Geoth. Res, 59, 335-355.
- PESCATORE T., DIPLOMATICO G., SENATORE M.R., TRAMUTOLI M., MIRABILE L. (1984) – *Contributo allo studio del Golfo di Pozzuoli: aspetti stratigrafici e strutturali* – Mem. Soc. Geol. It., 27, 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, 233-254.
- PIRAZZOLI P.A. (1976) – *Sea level variation in the North-West Mediterranean during Roman times* – Science, 194, 519-521.
- RITTMANN A. (1950) – *Rilievo geologico dei Campi Flegrei* - Boll. Soc. Geol. It., 69, 117 - 362.
- RITTMANN A. (1950) – *Sintesi geologica dei Campi Flegrei* – Boll. Soc. Geol. It., 69, 117 - 177.
- RITTMANN A. (1951) – *Cenni sulla geologia di Procida* – Boll. Soc. Geol. It., 70, 533-544.
- RODRIGUEZ A. (1964) – *Contributo alla conoscenza delle faune fossili dei Campi Flegrei (La Starza)* – Boll. Soc. Natur. in Napoli, 79.
- ROLANDI G. (1988) – *Ignimbriti e Tufi Gialli nella Piana Campana e nei Campi Flegrei : una proposta di riordino* – Relazioni Scientifiche “Bradismo e fenomeni connessi” 4° rendiconto, vol. 1, 25-26 marzo.
- ROLANDI G., DI VITO M., D’ALESSIO G. (1985) – *Il sollevamento del suolo durante la fase pre-eruttiva del Monte Nuovo (Campi Flegrei)* - Rend. Accad. Sc. Fis. Mat. In Napoli, s.4, 52, 15-34.
- ROSI M., VEZZOLI L., CASTELMENZANO A., GRIECO G. (1999) – *Plinian pumice fall deposit of the Campanian Ignimbrite eruption (Phlegraean Fields, Italy)* – J. Volcanol. Geotherm. Res., 91, 179-198.
- ROSI M., VEZZOLI L., ALEOTTI P., DE CENSI M. (1996) – *Interaction between Caldera collapse and eruptive mechanisms* - J. Volcanol. Geotherm. Res., 57, 541-554.
- ROSI M., SBRANA S., VEZZOLI L. (1988) – *Stratigrafia delle isole di Procida e Vivara* – Boll. GNV, 4, 500-525.
- ROSI M., SBRANA A. (1987) - *Phlegraean Fields* - CNR, Quaderni de “La Ricerca Scientifica”, 114, 1-175.
- ROSI M., SANTACROCE R. (1984) – *Volcanic hazzard assestment in the Phlegraean Fields: a contribution based on stratigraphic and historical data* – Bull. Volcanol., 47 (2), 359-370.
- ROSI M., SBRANA A., PRINCIPE G. (1983) – *The Phlegraean fields: structural evolution, volcanic history and eruptive mechanism* – Jour. of Volc. And Geoth. Research, 17, 273-288.

- RUSSO F. (2003) – *I depositi marini olocenici nei Campi Flegrei: testimonianze di una evoluzione geomorfologica complessa* - da “Variazioni climatico-ambientali e impatto sull’uomo nell’area circum-mediterranea durante l’Olocene” a cura di Livadie C. e Ortolani F, EDI Puglia, Bari.
- RUSSO F., CALDERONI G., LOMBARDO M. (1998) – *Evoluzione geomorfologica della depressione Bagnoli-Fuorigrotta: periferia urbana della città di Napoli* – Boll. Soc. Geol. It., 117, 21-38.
- SCACCHI A. (1890) – *La regione vulcanica fluorifera della Campania* – II Edizione, Mem. Regio Comm. Geol. It., 4.
- SCACCHI A. (1849) – *Memorie geologiche sulla Campania. Memoria II: descrizione geologica della regione flegrea* – Rend. Acc. Sc., 8, 115-140, Napoli.
- SCANDONE R., D’ANDREA M. (1994) – *Il rischio vulcanico* – In: Di Donna, V. Vallario A. (Eds.), *L’ambiente: Risorse e Rischi*. Liguori, Napoli, 130-150.
- 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, 1-31.
- SCARPATI C., COLE P.D., PERROTTA A. (1993) – *The Neapolitan Yellow Tuff, a large volume multiphase eruption from Campi Flegrei, southern Italy* – Bull. Vulc., 55, 343-356.
- SCHMIEDT G. (1970) – *Atlante aereofotografico delle sedi umane in Italia. Parte II, Le sedi antiche scomparse* – I.G.M., Firenze.
- SCHERILLO A., SCHERILLO M. (1990) – *I Campi Flegrei e la stratigrafia napoletana* – Quad. Acc. Pontaniana, 11, 138.
- SCHERILLO A. (1977) – *Vulcanismo e bradisismo nei Campi Flegrei* – Atti del Conv. Int. “I Campi Flegrei nell’archeologia e nella storia”, Accad. Naz. Dei Lincei, Roma, 81-116 (Convegno Lincei, 33).
- SCHERILLO A., FRANCO E. (1960) – *Rilevamento stratigrafico del territorio comunale di Napoli* – Boll. Soc. Natur. in Napoli, 69, 255-262.
- SCHERILLO A. (1955) – *Petrografia chimica dei Tufi Flegrei. II. Tufo giallo, mappamonte, pozzolana* – Rend. Acc. Sc. Fis. Mat., Napoli, 22, 345-370.
- SCHERILLO A. (1953) – *Sulla revisione del Foglio Naples della Carta Geologica d’Italia* – Boll. Serv. Geol. It., 75, 808-826.
- SINNO R. (1957) – *Studio geologico e petrografico della zona in Via Scalandrone-Punta dell’Epitaffio (Lucrino)* – Rend. Acc. Sc. Fis. Mat., 123-144.
- SINNO R. (1956) – *Studio geologico e petrografico della zona di Pozzuoli- Cigliano- Arco Felice* – Rend. Acc. Sc. Fis. Mat., s.4, 23, 137-157.
- SINNO R. (1955) – *Studio geologico e petrografico della zona M.Olibano-Pozzuoli* – Rend. Acc. Sc. Fis. Mat., s.4, 22, 301-336.
- SGOBBO I. (1934) – *I nuclei monumentali delle Terme Romane di Baia per la prima volta riconosciute* – Atti del III Cong. Naz. Di Studi Romani, XIII, Ist. Studi Romani, Bologna Licinio Cappelli Ed., 294-309.
- SGOBBO I. (1977) – *I templi di Baia* – Atti del Conv. Int. “I Campi Flegrei nell’archeologia e nella storia”, Accad. Naz. Dei Lincei, Roma, 283-328, (Convegno Lincei, 33).
- STEFANIUK L., BRUN J. P., MUNZI P., MORHANGE C. (2003) – *L’evoluzione dell’ambiente nei Campi Flegrei e le sue implicazioni storiche: il caso di Cuma e le ricerche del Centre Jean Berard nella laguna di Licola* - Atti del 42° Convegno di Studi sulla Magna Grecia, Taranto, 5-8 ottobre.
- STELLA STARRABBA (1910) – *Il cratere di Santa Teresa nei Campi Flegrei* – Atti Acc. Sc. Fis. Mat., Napoli, serie 2, n.7, 14, 1-21.
- TOURING CLUB ITALIANO (2005) – *L’Italia. Napoli e dintorni* -
- VALLARIO A. (2001) - *L’ambiente geologico della Campania* - CUEN s.r.l., Napoli.

- VIGHI L. (1950) – Rilevamento geologico della zona a sud del parallelo di Baia e della zona di Nisida, Coroglio e Trentaremi nei Campi Flegrei – Bol. Soc. Geol. It., 49, 180-209.
- WOHLETZ K., ORSI G., DE VITA S. (1995) – *Eruptive mechanisms of the Neapolitan Yellow Tuff interpreted stratigraphic, chemical and granulometric data* - J. Volcanol. Geotherm. Res., 67, 263-290..
- WOHLETZ K. H. & SHERIDAN M.F. (1983) – *Hydrovolcanic explosion II. Evolution of basaltic Tuff Rings and Tuff Cones* – Amer. Journ. of Sc., 283.
- WOHLETZ K. H. & SHERIDAN M.F. (1979) – *Esplosive hydromagmatic activity* – Symposium on Intraplate Volcanism, Hawaii, July 1979.
- ZAMPARELLI V., BRANCACCIO L., DI GIROLAMO P. (1983) - *Nuove considerazioni sul terrazzo marino de La Starza presso Pozzuoli* – Rend. Acc. Sc. Fis. e Mat., 4, 45, 119-132.
- ZAMBONINI F. (1919) – *Il tufo pipernoide della Campania e i suoi minerali* – Mem. per Serv. Desc. Carta Geol. It., 2, 1-130.
- VALENTINE G. A., WOHLTZ K. H., KIEFFER S. W. (1992) – *Effects of topography on facies and compositional zonation in caldera-related ignimbrites* – Geol. Soc. Am. Bull. 104, 154-165.