



**152**

**dicembre 2014**

ISSN 2282-472X

Bollettino della  
**Associazione  
Italiana di  
Cartografia**



#### EDITORE

Associazione Italiana di Cartografia  
Autorizzazione del Tribunale di Firenze n. 1564 del 30/12/1964

#### DIRETTORE RESPONSABILE

Giuseppe Scanu (Presidente AIC)  
e-mail: gscanu@uniss.it

#### REDAZIONE

Giuseppe Borruso, Andrea Favretto, Giovanni Mauro, Raffaella Gabriella Rizzo  
e-mail: segretaria\_cs@aic-cartografia.it

#### COMITATO SCIENTIFICO

Giuseppe Borruso (Presidente)  
Milena Bertacchini, Andrea Favretto, Giovanni Mauro, Alessandro Nobili,  
Raffaella Gabriella Rizzo, Sandro Savino, Domenico Tacchia

Gli articoli inviati al Bollettino vengono sottoposti, in forma anonima, al giudizio di due o più *referees*. Gli scritti pubblicati impegnano solo la responsabilità dell'autore.

Gli articoli referati sono contrassegnati dal logo



Questo volume è stato realizzato con il contributo di



Federazione Italiana delle  
Associazioni Scientifiche per le Informazioni Territoriali e Ambientali

Opera sottoposta a *peer review* secondo  
il protocollo UPI – University Press Italiane



© copyright Edizioni Università di Trieste, Trieste 2014

Proprietà letteraria riservata.  
I diritti di traduzione, memorizzazione elettronica,  
di riproduzione e di adattamento totale e parziale di questa  
pubblicazione, con qualsiasi mezzo (compresi i microfilm,  
le fotocopie e altro) sono riservati per tutti i paesi.

ISSN 2282-472X

EUT Edizioni Università di Trieste  
via Weiss 21, 34128 Trieste  
<http://eut.units.it>  
<https://www.facebook.com/EUTEdizioniUniversitaTrieste>

# INDICE

4	<b>GUIDO LUCARNO</b> L'orario grafico: impieghi tradizionali e innovativi di un cartogramma per la gestione delle infrastrutture <i>The Graphic time-table: traditional and innovative use of a cartogram for infrastructures management</i>
20	<b>MARIA RONZA</b> Oltre le metropoli: il supporto della cartografia per una nuova regionalizzazione. Il caso dell'area tra Roma e Napoli <i>Beyond the metropolis: the cartography to define new regions. The area between Rome and Naples</i>
36	<b>GIORGIA IOVINO</b> Le fonti informative per il monitoraggio del consumo di suolo <i>Information sources for monitoring land take</i>
56	<b>GIAN PIETRO ZACCOMER, LUCA GRASSETTI</b> La cartografia come strumento di interpretazione dei risultati di un modello di scomposizione spaziale: nuove proposte con applicazione al caso dell'occupazione in Friuli Venezia Giulia <i>Cartography as a tool for interpreting the results of spatial decomposition: new proposals with application to the analysis of employment in Friuli Venezia Giulia</i>
73	<b>FRANCESCO BALDUCCI</b> La localizzazione delle attività economiche nel territorio: concentrazione e polarizzazione dei settori in un'applicazione GIS <i>The spatial location of firms: distributional clustering and sectorial polarization in a GIS</i>
90	<b>STEFANIA PALMENTIERI</b> Il supporto cartografico nella prevenzione del Rischio e nella pianificazione. L'Area Flegrea <i>The cartographic support in Risk prevention and planning. The Campi Flegrei Area</i>
104	<b>MASSIMILIANO SCHERBI</b> Le applicazioni per dispositivi mobili e il loro utilizzo in campo cartografico. L'esempio della app GISLAB-UNITS <i>Mobile apps and their use in the cartography's field. The GISLAB-UNITS case</i>
113	<b>EMANUELE TUFAROLO</b> Auto-calibrazione di fotocamere digitali amatoriali applicata a tecniche di acquisizione multi-scala in fotogrammetria dei vicini <i>Digital camera self-calibration for multi-scale acquisition technique in close-range photogrammetry</i>
130	Errata corrige

## Il supporto cartografico nella prevenzione del Rischio e nella pianificazione. L'Area Flegrea

### *The cartographic support in Risk prevention and planning. The Campi Flegrei Area*

STEFANIA PALMENTIERI\*

#### **Riassunto**

I Campi Flegrei, situati ad ovest di Napoli, occupano un'area con un'elevata densità demografica, ricca di risorse culturali e al tempo stesso interessata da una discreta attività vulcanica.

L'elevato grado del Rischio connesso alle attività umane è emerso sia dall'analisi del paesaggio, dove sono evidenti i segni del degrado dovuti alla pressione antropica e all'urbanizzazione, sia dall'analisi delle stime operate da diversi studiosi. In particolare, dopo aver valutato il livello del Rischio vulcanico attraverso l'applicazione di modelli condivisi dalla comunità scientifica e dopo avere individuato le risorse naturali e culturali presenti nel territorio, abbiamo utilizzato lo strumento cartografico per confrontare i dati relativi ai fenomeni osservati, comprenderne le relazioni ed individuare le aree dove intervenire con una pianificazione integrata. Ne sono derivate alcune interessanti conclusioni sul livello non solo del Rischio, ma anche della Vulnerabilità, ossia del Valore delle risorse territoriali compromesso dalle attività umane e da un'eventuale ripresa dell'attività vulcanica.

#### **Parole chiave**

Pressione antropica, rischio vulcanico, pericolosità, valore

#### **Abstract**

*The Phlegraean Fields, located to the west of Naples, occupy an area with a high population density, rich in cultural resources and at the same time affected by a discrete volcanic activity.*

*To understand the level of risk of both the environmental and volcanic affects which are exposed in the area, we started from an analysis of the landscape formations from which signs of degradation have emerged, then analysed the risks to the environment due to human activities and urbanization pressures. We identified the natural and cultural resources present in the Phlegraean Fields area, then analysed the level of the volcanic risk using the model applications shared by the scientific community. Then using a tool map, we compared the data related to the observed phenomena to understand their relationships. We came to some interesting conclusions on the levels, not only by the environmental and volcanic risks, but also vulnerability risks. The vulnerability risks being the value of the resources affected by human activities and the possible resumption of volcanic activity in the area.*

#### **Keywords**

*Anthropogenic pressure, Volcanic Risk, Hazard, Value*

\* Dipartimento di Scienze Politiche – Università degli Studi di Napoli "Federico II"

## 1. Introduzione

Questo studio sull'Area Flegrea<sup>1</sup> – il toponimo dal greco *flego*, ardo, ne rivela la natura vulcanica – attraverso un approccio interdisciplinare che coniuga i risultati di indagini geofisiche e socio-demografiche, ha come obiettivo di fondo quello di produrre una cartografia che funga da supporto per la pianificazione e la gestione-divulgazione del Rischio. Le moderne tecnologie geospaziali, infatti, permettendo la sovrapposizione di diversi *layer*, ci hanno consentito di rappresentare tutta la complessità di questo territorio dove è stretta l'interrelazione di variabili differenti, dalle risorse alle criticità. Dopo l'analisi dei "segni" che le attività umane hanno impresso nel paesaggio e nell'ambiente naturale, abbiamo preso in considerazione le valutazioni degli esperti sul Rischio vulcanico e prodotto una cartografia che aiuti a stimare l'effettivo Valore Esposto nel caso in cui si verifici un'eruzione. Oggi infatti, tra tutti i fattori di Rischio, quello vulcanico costituisce nei Campi Flegrei un aspetto piuttosto preoccupante, dal momento che una ripresa dell'attività vulcanica metterebbe a repentaglio le risorse territoriali e l'incolumità di un gran numero di residenti.

## 2. Il Rischio ambientale

Non di rado capita nel linguaggio comune di considerare sinonimi i termini di "Rischio" e "Pericolosità". In realtà per "Rischio" si deve intendere la potenzialità di un'attività di condurre ad un evento non desiderato o inatteso che procurerebbe una perdita. Il termine trova quindi utilizzo in ambiti diversi che vanno dall'economia alla sicurezza umana. In questa sede si parlerà di "Rischio ambientale", e di "Rischio vulcanico", ossia la possibile perdita di valore di beni (persone, manufatti, attività sociali ed economiche) prodotta dall'azione dell'uomo nel primo caso, e da un'eruzione "pericolosa" nel secondo, laddove per "Pericolosità" va intesa la probabilità che l'evento si verifichi.

<sup>1</sup> In questa sede viene presa in considerazione la fascia costiera dei comuni di Pozzuoli, Bacoli e Monte di Procida nella quale i livelli di Rischio ambientale e soprattutto vulcanico risultano più elevati.

Per ottenere un dato più vicino possibile al reale, ci siamo riferiti alla formula proposta da alcuni studiosi (Scandone, Arganese e Galdi, 1994, p. 123; Frallicciardi, 1998, p. 322) secondo la quale:

$$R = (\text{Valore}) \times (\text{Vulnerabilità}) \times (\text{Esposizione})$$

dove R è il Rischio, il Valore è dato dall'insieme delle persone, delle costruzioni, delle infrastrutture, della superficie di terreno agricolo, ecc. presenti nell'area potenzialmente interessata dai fenomeni previsti; la Vulnerabilità è la percentuale del Valore che si stima verrà perduta per effetto di un determinato fenomeno distruttivo, l'Esposizione è la Pericolosità.

Dal momento che non tutti questi valori sono quantificabili, il livello di Rischio cui può essere esposto un territorio non si può calcolare con esattezza matematica, soprattutto perché non è possibile stabilire con certezza il momento in cui si verificheranno alcuni fenomeni, come quelli naturali che, in molti casi, rimangono soggetti a valutazioni probabilistiche. Per stimare il Rischio in un territorio, è necessario, quindi, prenderne in considerazione diversi aspetti, da quelli geomorfologici a quelli legati alla presenza dell'uomo, come la densità demografica e le risorse culturali ed economiche che verrebbero compromesse da un evento calamitoso.

D'altra parte, la conversione urbana di molti suoli e il conseguente incremento della densità demografica accrescono la probabilità che si verifichino fenomeni dannosi alla salute dell'uomo ed innalzano il livello del Rischio. Alcuni studiosi (Romano *et al.*, 2011) hanno sottolineato come, sin dalla metà del '900, molti territori dell'Italia centro-meridionale siano stati interessati dalla saturazione dei suoli pregiati a causa di un'urbanizzazione incontrollata che ha prodotto diversi effetti negativi sugli ecosistemi e sulla salute umana: cambiamenti climatici, alterazione degli assetti idraulici ipogei ed epigei, destabilizzazione geologica con conseguente aumento dell'intensità e della frequenza di eventi di dissesto idrogeologico, sprechi energetici, diseconomie, riduzione della capacità di assorbimento delle emissioni e della resilienza ecologica complessiva, frammentazione spaziale, irreversibilità dell'uso dei suoli, propagazione degli inquinanti, disturbo delle produzioni agricole.

L'espansione delle superfici artificiali ha provocato, come vedremo, gli stessi effetti nel territorio flegreo, accrescendovi la Vulnerabilità, il livello di Rischio per la popolazione, dunque la necessità di intervenire con un' articolata pianificazione territoriale.

### 3. Il Rischio nell'Area Flegrea

Sin dall'antichità l'Area Flegrea, per le sue caratteristiche climatiche e le risorse termali, ha attratto molti nobili e patrizi che la elessero come luogo ideale di svago e di abituale residenza. Iniziò, allora, una lenta urbanizzazione del territorio, ancora rispettosa dell'ambiente, sostenibile e "proficua" che arricchì l'area di una serie di elementi che ancora oggi rappresentano le principali risorse culturali dei Campi Flegrei.

A partire dagli anni Sessanta del Novecento purtroppo, quel processo di urbanizzazione si è intensificato fino a raggiungere dimensioni assolutamente inaspettate e devastanti, alterando progressivamente gli equilibri ambientali che oggi si rivelano gravemente compromessi.

Erano quelli gli anni delle "mani sulla città", nei quali la speculazione edilizia travolse Napoli e dintorni. L'Area Flegrea non rimase estranea a questo fenomeno che, anzi, fu incoraggiato dalle "occasioni" offerte dalle crisi bradisismiche degli anni Settanta e Ottanta (Leone, 2006, pp. 39-47). Il paesaggio cominciò allora a raccontare, con i segni che l'uomo andava imprimendovi, una storia fatta di cementificazione, abusivismo, inquinamento e degrado che nel tempo hanno accresciuto il livello di Rischio.

Nel Golfo di Pozzuoli ad esempio, dove crateri vulcanici, grotte e segni di antiche attività agrarie si alternavano a templi, anfiteatri e ville romane, il paesaggio ha mostrato, nel corso del tempo, quando l'uso del territorio è entrato in contrasto con le esigenze dell'ambiente naturale, un ribaltamento del rapporto natura-uomo. Ne sono derivate stridenti contraddizioni: l'abusivismo edilizio in un parco regionale, l'elevata densità abitativa in un'area a elevato Rischio sismico e vulcanico, il tentativo di proteggere la natura in un territorio non privo di numerose discariche abusive, la ricerca di un turismo *sostenibile* in un ambiente degradato (Frallicciardi, 1999, p. 37).

In un recente lavoro Pesaresi e Marta (2014), sulla base delle osservazioni di diversi studiosi (Renschler, 2005; Bellucci Sessa *et al*, 2008; Macedonio *et al*, 2008; Alberico *et al.*, 2012), attraverso le applicazioni GIS, hanno condotto un'analisi sull'evoluzione dell'urbanizzazione e della modificazione dell'uso del suolo nella provincia di Napoli ed hanno esaminato il grado di Pericolosità e di Rischio vulcanico nell'Area Vesuviana e in quella Flegrea. Riferendosi all'ultimo rapporto ISPRA (2013), Marta ha sottolineato come la provincia di Napoli presenti la maggiore densità abitativa a livello nazionale, con 8.082 abitanti per kmq. Dall'analisi diacronica della cartografia sull'uso del suolo, è emerso, inoltre, che l'espansione delle superfici artificiali nelle due aree ha provocato seri danni all'ecosistema con la conseguente compromissione della biodiversità e dell'identità culturale. L'urbanizzazione incontrollata, l'eccessiva cementificazione e l'aumento della densità demografica, oltre ad accrescere la Vulnerabilità ad alcuni eventi come alluvioni e frane in un'area già interessata da elevato Rischio sismico e vulcanico, hanno provocato altresì l'inquinamento dei laghi costieri di origine vulcanica, come il Lago D'Averno, e di quelli lagunari – formatisi cioè per il progressivo accumulo di sabbie che li ha separati dal mare – come il Miseno, il Lucrino e il Fusaro. Tutti i laghi flegrei sono, del resto, caratterizzati da un fragilissimo equilibrio ecosistemico per gli intensi e svariati usi cui sono stati sottoposti dall'uomo nel corso della storia e per le loro caratteristiche naturali e morfologiche. Sin dall'antichità, infatti, questi specchi d'acqua sono stati sfruttati per ospitare cantieri navali, vivai di pesci e molluschi e la loro morfologia è stata modificata da foci e canali artificiali. La scarsa profondità e la modesta ampiezza dei loro invasi li hanno, inoltre, esposti all'inquinamento e ad una crescente incapacità ad adattarsi alle modifiche loro imposte, fino a trasformarli in fattori di Rischio per la salute stessa della popolazione. In base a due indicatori sulla qualità delle acque – lo stato trofico misurato con la concentrazione di fosforo e il carico potenziale inquinante connesso con la densità demografica e le attività economiche – le acque del Miseno risultano quelle maggiormente compromesse, più dagli scarichi domestici che dalle attività agricole, ormai qui piuttosto marginali. La pressione antropica e gli scarichi dell'Alenia sono,

FIGURA 1 – L'inquinamento del Lago Fusaro



FONTE: Collezione personale dell'autore

invece, i principali responsabili di una concentrazione di cloro nel Fusaro sette volte più alta di quella considerata "pericolosa" (Figura 1). Nel Lago D'Averno, invece, la compromissione dell'equilibrio ecosistemico va ricondotta ad un disastro avvenuto nel 1976 quando, in seguito ad una frana, il collettore di Cuma si rompe, versando per sei mesi nel bacino una grande quantità di rifiuti e solidi organici, innescando un processo di eutrofizzazione che, come accade anche nel Lago Lucrino, dà luogo a frequenti esplosioni algali e morie di pesci (Frallicciardi e Sbordone, 1992, p. 185).

Il segno più evidente, tuttavia, del degrado e del Rischio nel territorio flegreo, ancora oggi impresso nel paesaggio, è quello che ne descrive il passato industriale, causa principale dell'inquinamento dei suoli e del depauperamento della flora e della fauna marine. Sul litorale tra Bagnoli ed Arco Felice si trovano numerosi impianti industriali dismessi, come quello dell'Italsider,

che occupava lo spazio che oggi costituisce il più vasto vuoto urbano d'Europa, alla bonifica del quale si auspica che si provveda quanto prima (Figura 2).

Il discorso sul Rischio nel territorio flegreo diventa più complesso quando si valutano le ripetute crisi dovute alla impossibilità di smaltire i rifiuti regionali. Le discariche autorizzate ma contaminate da scarichi illegali e molte altre che, realizzate un tempo in aree non urbanizzate, si trovano oggi, con la progressiva moltiplicazione dei fulcri dell'urbanizzazione flegrea, a stretto contatto con le abitazioni, minacciano seriamente la salute della popolazione (Figura 3).

La valutazione del Rischio, tuttavia, non è così semplice, per la necessità di tener conto anche di altri fattori quali la Vulnerabilità, la Pericolosità ed il Valore Esposto. Queste variabili assumono, infatti, particolare rilevanza nell'Area Flegrea dove il livello del Rischio vulcanico risulta più elevato, come vedremo, proprio

FIGURA 2 – Gli stabilimenti dismessi dell'Italsider di Bagnoli



FONTE: Collezione personale dell'autore

nei comuni dove maggiore è la densità demografica e cospicuo è il numero delle risorse territoriali.

Comprendere le dinamiche dei fenomeni legati all'attività vulcanica rappresenta, d'altronde, un'operazione imprescindibile per potere avere una stima della Pericolosità. Come fattore del Rischio vulcanico, essa viene valutata in base ad alcuni parametri come la natura geomorfologica del territorio ed il comportamento passato del vulcano.

Nell'area metropolitana partenopea, la cosiddetta linea del Sebeto<sup>2</sup> separa, da punto di vista geo-vulcanologico, le due aree di vulcanesimo attivo: il Vesuvio e

<sup>2</sup> Il fiume Sebeto, oggi quasi del tutto scomparso, nasceva dalle sorgenti della Bolla ai piedi del Monte Somma e sfociava nel Golfo di Napoli. Con il suo corso che arrivava fino alla collina di Pizzofalcone, esso segnava un confine naturale tra la zona orientale e quella occidentale di Napoli.

i Campi Flegrei, con caratteristiche litologiche, assetto strutturale e storie vulcaniche diverse.

La differente conformazione geologica ha condotto alla formazione, nel Somma-Vesuvio, di un vulcano centrale situato in corrispondenza di faglie<sup>3</sup> che hanno determinato una fascia di debolezza attraverso la quale nel tempo sono risaliti i magmi. Nell'Area Flegrea, invece, dove non c'erano le condizioni per la formazione di un vulcano centrale, si è creato un campo di vulcani monogenici<sup>4</sup> alimentati da un ampio ristagno magma-

<sup>3</sup> La faglia è una frattura tra due masse rocciose dovuta all'attività tettonica.

<sup>4</sup> I vulcani monogenici sono il prodotto di una singola eruzione che può durare anche molti anni, quelli poligenici invece vengono generati da più eruzioni spesso separate da lunghi periodi di tempo. I vulcani monogenici inoltre presentano un condotto semplice utilizzato nel corso di una singola eruzione o fase erut-

FIGURA 3 – La discarica del Cratere Senga



FONTE: Collezione personale dell'autore

tico che, risalendo verso la superficie, ha formato delle piane separate da modesti rilievi che non superano i 300 metri.

La storia vulcanica rappresenta l'altro dato sulla Pericolosità, utile nella previsione dei possibili scenari futuri.

Se il sistema Somma-Vesuvio è stato interessato da un'attività mista, sia effusiva che esplosiva, con la produzione di lave e depositi piroclastici, la storia vulcanica flegrea è, invece, caratterizzata da eruzioni per lo più esplosive che hanno originato numerose cave di pozzolana e di tufo dalle quali sono poi stati estratti i materiali per le costruzioni locali. Si tratta di fenomeni più complessi, dal punto di vista dinamico, rispetto a quelli ef-

---

tiva mentre i vulcani poligenici sono caratterizzati da un sistema complesso di condotti che vengono utilizzati per alimentare differenti eruzioni nel corso del tempo.

fusivi perché la colonna eruttiva che fuoriesce a grande velocità dal cratere, può rimanere sostenuta, implodere o collassare, con conseguenze diverse sui territori circostanti. Nei primi due casi, i depositi piroclastici che cadono al suolo possono coprire superfici anche di centinaia di kmq, nel caso di una colonna che collassa, i materiali eruttivi si depositano attraverso correnti radenti al suolo ad una velocità che può raggiungere anche i 100 km/h su superfici più limitate (Lirer, 1994, p. 80).

Riguardo al periodo di inizio del vulcanesimo flegreo, attraverso l'analisi dei prodotti vulcanici più antichi risalenti a 60.000 anni fa, si può dedurre che i Campi Flegrei sono una caldera formatasi in seguito a due episodi di sprofondamento. Il primo avvenne circa 37.000 anni fa, in occasione dell'eruzione dell'Ignimbrite Campana – la più grande eruzione esplosiva avvenuta nel Mediterraneo negli ultimi 200.000 anni –

durante la quale furono emessi 150 kmc di magma con la formazione di una colonna pliniana<sup>5</sup> che raggiunse l'altezza di 45 km e sparse i suoi depositi fino alla Groenlandia. Il secondo episodio fu l'eruzione del Tufo Giallo Napoletano, avvenuta circa 12.000 anni fa, con cui furono emessi quasi 50 kmc di magma e fu determinato l'abbassamento del livello del suolo, tanto che le aree a sud delle piane di Soccavo e Pianura si trovano oggi al di sotto del livello del mare, come testimoniano i sedimenti marini e i depositi piroclastici ritrovati.

Dopo questi episodi, l'attività vulcanica flegrea ha visto l'alternarsi di eruzioni esplosive, come quella delle Pomice Principali (10.300 anni fa) e di Agnano-Monte Spina (4.100 anni fa) e periodi di quiescenza; bisognerà aspettare il 1538 per assistere all'eruzione che portò alla nascita del Monte Nuovo, preceduta da vistose modificazioni del suolo e da una attività sismica avvertita fino a Napoli (De Astis *et al.*, 2000, p. 17).

Per classificare le eruzioni esplosive in base alla loro entità e Pericolosità, Newhall e Self (1982) hanno proposto uno schema semiquantitativo che utilizza la valutazione dell'"Indice di Esplosività Vulcanica" (VEI = *Volcanic Explosivity Index*). Il modello si basa su una serie di parametri osservabili nel corso di un'eruzione, combinati in maniera tale da fornire una scala di relativa grandezza fra i vari eventi. Esso suddivide l'Indice in 8 classi di grandezza: Indice 0: attività non esplosiva; Indice 1: esplosività piccola; Indice 2/3: esplosività moderata; Indice 4: esplosività grande; Indice da 5 a 8: esplosività molto grande.

Sulla base di questi parametri si è ricostruita la storia vulcanica flegrea e sono state classificate le diverse eruzioni: quella di Monte Nuovo presenta un VEI pari a 3; quella di Astroni ed Averno un VEI pari a 4; quella delle Pomice Principali un VEI pari a 5; quella del Tufo Giallo, che ha generato la caldera flegrea, un VEI pari a 6 (Scandone e D'Andrea, 1994, p. 140; Frallicciardi, 1998, p. 323).

<sup>5</sup> La Colonna Pliniana prende il nome da Plinio il Giovane che per primo descrisse il fenomeno legato ad un'eruzione con emissione di lava molto viscosa che non fluisce dal cratere ma si accumula alla sommità, impedendo ai gas di uscire. L'aumento della pressione interna al cratere provoca l'esplosione del vulcano durante la quale viene prodotta una grande colonna di ceneri, lapilli e gas. Terminata la spinta dei gas, la colonna precipita al suolo sotto forma di una nube piroclastica.

I valori di probabilità di ciascuna classe sono rispettivamente:

$$P3 (\geq 1,10) = 0.0104$$

$$P4 (\geq 1,10) = 0.0045$$

$$P5 (\geq 1,10) = 0.0019$$

$$P6 (\geq 1,10) = 0.0008$$

Per definire la Pericolosità vulcanica dei Campi Flegrei non è possibile, tuttavia, basarsi solo su queste valutazioni, perché bisognerebbe essere in grado di determinare con una certa sicurezza prima di tutto il tipo di eruzione più probabile, con le relative possibili fenomenologie attese, poi la probabilità di apertura di bocche eruttive in zone diverse, che inevitabilmente condizionerebbe la potenziale distribuzione dei prodotti sul territorio ed il conseguente pericolo per la popolazione residente. Nei Campi Flegrei, infatti, dove sono presenti vulcani monogenici – a differenza del Vesuvio dove esiste un apparato centrale – l'area di possibile apertura di bocche eruttive è piuttosto estesa.

La storia vulcanica induce, comunque, la comunità scientifica ad ipotizzare che una futura eruzione dovrebbe essere qui di tipo esplosivo, con lancio di bombe e blocchi di grosse dimensioni nell'immediato intorno del centro eruttivo situato nel comune di Pozzuoli, con lo scorrimento di flussi piroclastici nel raggio di alcuni chilometri, con la ricaduta di ceneri e lapilli su tutta l'area metropolitana di Napoli, sottovento rispetto alla direzione dei venti dominanti.

Eppure, l'analisi della distribuzione dei depositi nelle varie eruzioni mostra che non tutta l'Area Flegrea è stata toccata in passato dai prodotti eruttivi: quelli dell'eruzione di Monte Nuovo, ad esempio, vennero distribuiti su una superficie di appena 3,5 kmq per l'effetto-barriera di alcuni rilievi rispetto allo spargimento dei depositi. Se in occasione delle eruzioni degli Astroni e successivamente del Monte Spina, tali depositi arrivarono a coprire un'area di 40-50 kmq fino alle conche di Agnano e a Fuorigrotta, è pur vero che la diffusione dei prodotti delle eruzioni non ha mai interessato in modo consistente la piana di Quarto, Bacoli, Monte di Procida e Cuma, grazie alla loro distanza dalle bocche eruttive (Lirer, 1994, p. 92).

Tutte queste considerazioni confermano quanto sia difficile, anche in presenza di minuziose analisi dei fenomeni passati e presenti, valutare con esattezza la Pe-

ricolosità di un vulcano la quale, peraltro, si fonda su un ulteriore indicatore: il fenomeno della risorgenza, iniziato nei Campi Flegrei 10.000 anni fa e tutt'ora in corso. Insieme alla continua attività fumarolica e alle deformazioni del suolo, esso induce gli studiosi ad ipotizzare che la camera magmatica sia situata a bassa profondità e abbia notevoli dimensioni.

Lo stesso bradisismo, un lento movimento di sollevamento e abbassamento del suolo che interessa tutta l'area dei Campi Flegrei, rappresenta un ulteriore indicatore della Pericolosità in quanto segno di variazioni del sistema vulcanico. L'aumento di temperatura e di pressione nelle rocce sottostanti determinano, infatti, il sollevamento del suolo secondo una geometria "a cupola" centrata sulla città di Pozzuoli. Per questo motivo, le "crisi" bradisismiche degli anni Settanta e Ottanta hanno innalzato il livello di attenzione della comunità scientifica ([http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/fenomeno\\_bradisismo.wp](http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/fenomeno_bradisismo.wp)).

Dalla valutazione di tutti questi indicatori si può, comunque, dedurre che il grado di Pericolosità è più alto soprattutto in corrispondenza della fascia costiera flegrea, dal momento che l'attività vulcanica dell'area è progressivamente migrata verso di essa.

La perdita del Valore sarà in ogni caso differente a seconda della presenza di abitanti, di risorse economiche e culturali, più in generale del grado di infrastrutturazione dei singoli ambiti territoriali. Per meglio comprendere dove questo Valore Esposto sia maggiore, abbiamo realizzato delle elaborazioni cartografiche, che riportiamo nel paragrafo successivo, nelle quali sono stati messi in relazione il Rischio vulcanico, l'edificato e le risorse territoriali dell'Area Flegrea. In tale operazione ci siamo riferiti anche ad un più recente modello di valutazione del Rischio, il BET-EF, proposto nel 2013 ed applicato ai Campi Flegrei su richiesta della Protezione Civile. Esso si basa sull' "albero degli eventi", un grafico ramificato che, integrando varie fonti di informazione con le effettive incertezze sulla conoscenza del fenomeno, permette di effettuare stime sulla possibilità che esso si verifichi. Nel caso dell'Area Flegrea, sono stati esaminati alcuni parametri: la storia eruttiva della caldera, la dinamica delle crisi dal 1988, i risultati di studi e modelli geostrutturali, l'analisi del comportamento di altre caldere considerate "analoghe", fino a

modelli interpretativi delle anomalie registrate dal sistema di monitoraggio. La soggettività delle scelte è stata gestita attraverso una fase di raccolta dell'opinione di più di 30 ricercatori esperti della storia e della dinamica dei Campi Flegrei. Il modello così prodotto (BET-EF\_CF) è in grado di analizzare in tempo reale i risultati delle misure del sistema di controllo e di fornire automaticamente stime di lungo termine, basate su modelli e dati relativi alla storia del vulcano, e stime di breve termine, basate sull'interpretazione delle misure di monitoraggio. Da un'analisi preliminare sui dati raccolti dal 2011, BET-EF\_CF identifica un primo marcato episodio di instabilità, dovuto ad un rapido sollevamento (*uplift*), a partire dalla primavera 2011 e durato fino alla fine dello stesso anno, benché nell'ultimo periodo l'anomalia della velocità di *uplift*, dunque il grado di instabilità, sia stato più debole. A partire da agosto 2012 si è osservata di nuovo una velocità di *uplift* superiore alla soglia che si è protratta per tutto il 2013 (Selva *et al.*, 2013, p. 52).

#### 4. Gli strumenti cartografici

Le analisi applicate alla gestione del Rischio in diversi contesti territoriali hanno messo in luce il ruolo centrale assunto dalla rappresentazione cartografica come supporto alla ricerca e strumento per la pianificazione e la divulgazione del Rischio ambientale, (Ciavola, *et al.*, 2008, p. 755; Soru e Incollu, 2001, p. 254) e del Rischio vulcanico. Nel 2013 ad esempio, la Regione Sicilia ha prodotto un documento nel quale sono stati individuati e rappresentati, in carte tematiche, gli scenari di Rischio nell'Area Etnea, le zone con diverso livello di criticità e di allerta, i settori e i modelli di intervento nelle singole zone, infine le modalità di informazione e comunicazione per garantire la giusta fruizione del territorio e la conseguente mitigazione del Rischio.

Nel nostro caso, le moderne applicazioni ci hanno permesso di mettere in relazione variabili diverse quali lo sviluppo urbano, le risorse del territorio e il Rischio vulcanico, per produrre una cartografia utile ad una pianificazione strategica, compatibile con le caratteristiche e le criticità presenti, nella quale vengono individuati i comuni in cui Rischio e Pericolosità risultano più elevati. La sovrapposizione dei diversi *layer* ci ha con-

sentito di comprendere anche il Valore Esposto dal punto di vista demografico, economico, storico-culturale e archeologico di fronte alla possibilità di un'eruzione. In tal modo è stato possibile produrre dei quadri di sintesi utili alla programmazione strategica in un'ottica di analisi olistica, che aiuta anche a ricostruire i possibili scenari futuri dell'emergenza e a definire criteri operativi e priorità d'intervento.

Le rappresentazioni cartografiche delle figure 4, 5 e 6 sono frutto di elaborazioni su carte a piccola scala<sup>6</sup>. Nella figura 4 sono state combinate le elaborazioni geologiche e vulcanologiche realizzate da D'Andrea (1994) con quelle relative all'edificato. L'ottica interdisciplinare si è rivelata particolarmente efficace per mettere in relazione le superfici urbanizzate e il Rischio vulcanico il quale, in base alla sua entità riferita dalle ricerche geofisiche, viene rappresentato a scala comunale con un colore differente. È emerso così che nei comuni costieri la Vulnerabilità è più alta per la maggiore densità edilizia e demografica che viene confermata dai dati Istat, secondo i quali oggi a Pozzuoli risiedono 81.000 persone (1.870 ab/kmq), a Bacoli 27.000 (2.002 ab/kmq) e 13.000 a Monte di Procida (3.537 ab/kmq).

Nella figura 5, in cui sono stati sovrapposti i *layer* del Rischio e quelli del corredo infrastrutturale del territorio, viene confermato il più alto grado di Vulnerabilità del comune di Pozzuoli, attraversato da tutte le linee ferroviarie che mettono in comunicazione l'Area Flegrea con la vicina metropoli partenopea. Qui si trova anche la principale infrastruttura portuale di collegamento dell'area con le isole di Ischia e Procida ed è in questo comune che si concentrano i principali siti industriali ora dismessi.

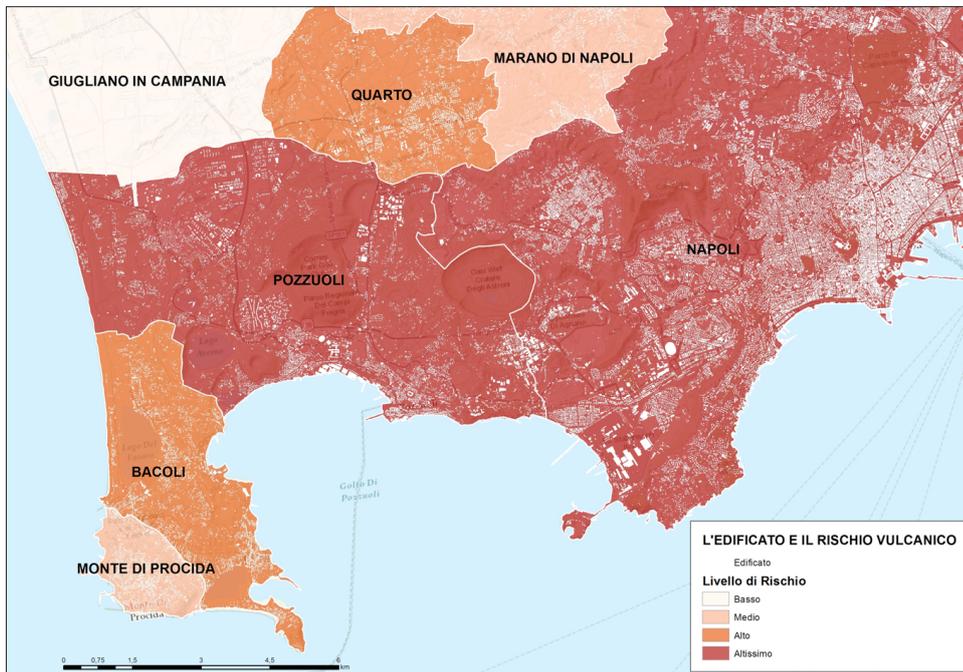
La rappresentazione della figura 6 è stata realizzata sovrapponendo su una carta dell'uso del suolo i *layer* delle risorse territoriali flegree, identificate su base IGM 1:25.000, georiferite e posizionate. La rappresentazione mostra che, nonostante esse – dai biositi ai beni archeologici, identitari, religiosi e storici – siano distribuite abbastanza uniformemente sull'intera superficie territoriale, sono i comuni di Pozzuoli e Bacoli a ricoprire, in questo comparto, un ruolo centrale. In essi si trova, infatti, la maggior parte dei beni archeologici e storico-

monumentali risalenti all'età greco-romana ed è questa l'area soggetta ad un più elevato Rischio vulcanico<sup>7</sup>.

7 La costa di Pozzuoli inizia con il Parco Archeologico del Rio-  
ne Terra che include il primo insediamento urbano di età classica:  
l'acropoli, la rocca, il *castrum* ed il centro religioso. Qui, dove si  
conservano le tracce dell'impianto viario del 194 a.C., dopo l'eva-  
cuazione in seguito al bradisismo del 1970 ed un lungo periodo di  
abbandono, sono stati avviati i lavori di recupero e valorizzazione  
che hanno reso fruibile un primo tratto dell'interessante percorso  
archeologico sotterraneo con le vistose tracce di un decumano e di  
un cardine, fiancheggiati dalle ancora intatte *tabernae*. A Pozzuoli  
si trova anche l'Anfiteatro Neroniano-Flavio iniziato sotto Nerone e  
completato da Vespasiano che misura 149x116 metri, con un'arena  
di 75x42 e che poteva contenere circa 20.000 spettatori. Di esso  
sono ben conservati i sotterranei, dove è stato possibile studiare  
il complesso sistema di sollevamento delle gabbie con le belve. Il  
rinvenimento al porto di Pozzuoli durante uno scavo nel 1750 di un  
tempio con una statua del dio egiziano Serapis indusse gli studiosi  
ad intitolare "Serapeo" l'edificio il cui spazio nel I-II sec. d.C. venne  
utilizzato con la funzione di *macellum* (mercato) annesso all'area  
portuale. Le tre colonne in marmo cipollino presentano evidenti  
tracce di fori praticati dai litodomi che testimoniano l'alternativo  
movimento bradisismico dell'area che in alcuni periodi si è trovata  
al di sotto del livello del mare. Anche nel territorio comunale di  
Bacoli è concentrato un gran numero di beni culturali tra cui il  
Parco Archeologico, con templi dedicati a Mercurio, Diana, e Ve-  
nere e le rovine di Cuma che ospitano il famoso Antro della Sibilla  
dove, secondo il racconto di Virgilio, la leggendaria sacerdotessa di  
Apollo dava i responsi del dio. Esso ricorda l'architettura funeraria  
di ispirazione cretese-micenea, anche se di recente è stata attribuita  
alla struttura una funzione difensiva della sottostante area portua-  
le. Il Castello Aragonese di Baia, che domina il golfo di Pozzuoli in  
posizione strategica, fu ampliato dal viceré spagnolo don Pedro de  
Toledo e fu destinato all'Orfanotrofio militare dal 1927; dal 1993  
una cospicua parte di esso ospita il Museo Archeologico. Ancora  
a Baia c'è il Parco sommerso che include il *Portus Julius* adibito  
ad arsenale della flotta di Miseno, realizzato dallo stratega Marco  
Vipsanio Agrippa nel 37 a.C., durante la Guerra Civile tra Otta-  
viano e Sesto Pompeo, oggi sommerso per effetto del bradisismo  
discendente. La carta mostra anche le risorse naturali tra le quali  
a Pozzuoli è il vulcano della Solfatara con il suo cratere ellittico  
che risale a circa 4.000 anni fa, l'unico dei Campi Flegrei ancora  
attivo – l'ultima eruzione risale al 1198 – con impressionanti ma-  
nifestazioni fumaroliche che lo rendono meta di un gran numero  
di visitatori durante tutto l'arco dell'anno. Sul Monte Nuovo, il più  
giovane d'Europa, è stata istituita un'oasi faunistica mentre quella  
del Cratere degli Astroni è una riserva naturale che vanta una ri-  
gogliosa vegetazione ricca di lecci, castagni, querce, olmi e pioppi.  
Nel territorio comunale di Monte di Procida sono presenti invece  
quelle seppur limitate colture di qualità che hanno dato vita alle  
produzioni vinicole flegree, caratterizzate da una elevata specificità  
riconosciuta dall'attribuzione del marchio DOC alla Falanghina  
– alla coltura della quale sono destinati 145 ha dei 175 totali desti-  
nati alla viticoltura nell'area –, al Piediroso e ad alcune varietà del  
Coda di Volpe, del Biancolella, dell'Olivella e dello Sciascinoso.

6 ESRI (UTM 33, Sistema di riferimento WGS 84).

FIGURA 4 – L'edificato e i diversi livelli di Rischio vulcanico nell'Area Flegrea



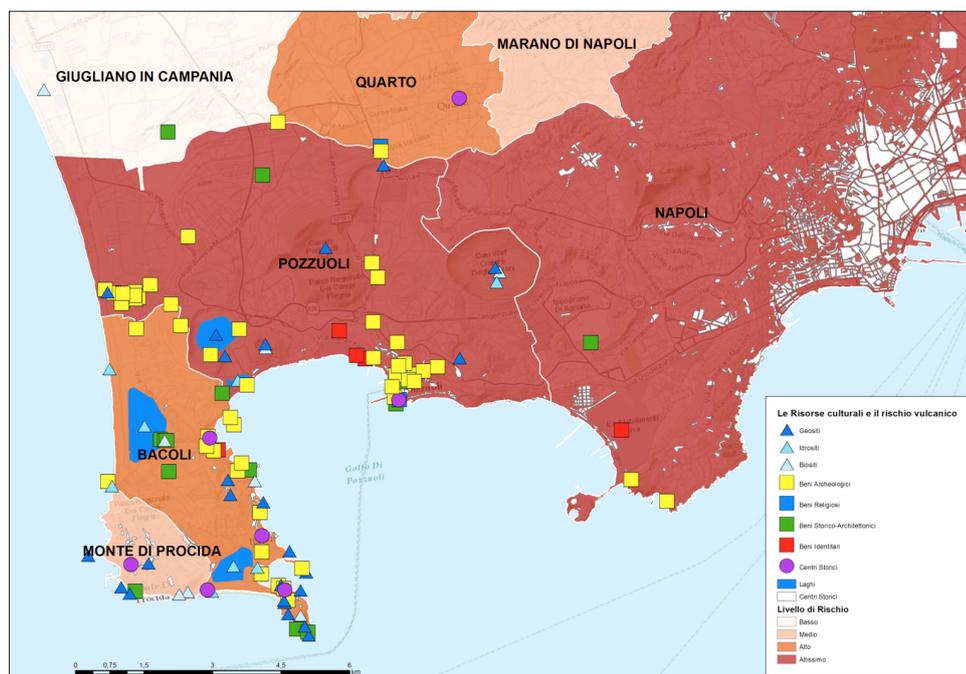
FONTE: Elaborazione dell'autore su Provincia di Napoli e D'Andrea, 1994

FIGURA 5 – Le strutture materiali dell'Area Flegrea



FONTE: Elaborazione dell'autore su Provincia di Napoli

FIGURA 6 – Il Rischio vulcanico e le risorse territoriali nei Campi Flegrei



FONTE: Elaborazione dell'autore su Regione Campania

## 5. Considerazioni conclusive

Il primo aspetto che emerge da questa ricerca è il ruolo fondamentale che i Sistemi Informativi Geografici ricoprono anche nelle politiche di gestione e pianificazione del Rischio. Lo strumento cartografico è, infatti, servito come supporto non solo alla ricerca, ma anche alla divulgazione dei contenuti sulla Pericolosità e il Rischio. Le moderne geotecnologie permettono di organizzare articolate banche dati e di realizzare cartografie dettagliate, utili per la gestione di possibili emergenze. Diversi studi condotti su queste tematiche si sono avvalsi dei GIS per individuare e mappare le aree maggiormente esposte (Felpeto *et al.*, 2007; Toyos *et al.*, 2007; Constantinescu *et al.*, 2011) o per elaborare una cartografia sulla Vulnerabilità sociale ed economica di territori sviluppatasi all'ombra di edifici vulcanici attivi (Aceves-Quesada *et al.*, 2007; Alcorn *et al.*, 2013).

Anche in questo lavoro, le elaborazioni geospaziali ci hanno consentito un approccio multidiscipli-

nare nel quale sono state messe in relazione valutazioni di tipo geofisico con altre di carattere socio-demografico, per individuare le zone più esposte al Rischio. Con l'ausilio del medesimo strumento, abbiamo rappresentato le conclusioni cui siamo giunti, consapevoli del ruolo che il supporto cartografico ricopre nelle politiche di pianificazione territoriale e nelle azioni di educazione e diffusione delle conoscenze.

Se da un lato si potrebbe operare una stima del Valore Esposto delle strutture materiali presenti nei Campi Flegrei, non è certo possibile tentare la stessa operazione per quanto riguarda le risorse naturali. È dunque molto difficile tentare una valutazione economica dei danni che verrebbero causati nell'area da un'eventuale eruzione.

La Pericolosità, d'altra parte, rappresenta una variabile rispetto alla quale non è possibile intervenire in quanto non dipende dalla volontà dell'uomo. Ci chiediamo, tuttavia, quali siano le strategie che dovrebbero essere messe in atto rispetto al Rischio per la popolazione in caso di un'eruzione.

La comunità scientifica, pur concorde sulla scarsa probabilità di una immediata ripresa dell'attività eruttiva, auspica l'attuazione di misure per mitigare il Rischio vulcanico in un'area nella quale la densità di popolazione è tale che, per portare il fattore Rischio a livelli medi, sarebbe necessaria una drastica riduzione dei residenti. L'operazione, tuttavia, avrebbe dei costi sociali ed economici talmente elevati da renderla inattuabile. In molti casi addirittura, sono state fatte scelte in totale contraddizione con i principi della sicurezza stessa, come quando fu costruito il quartiere di Monterusciello per fronteggiare l'emergenza bradisismica degli anni Ottanta che ha finito tuttavia con l'accrescere la densità demografica proprio in un'area ad elevato coefficiente di Rischio vulcanico.

Le difficoltà per una corretta pianificazione del territorio sono, quindi, di difficile superamento: oltre a seguire i moniti della comunità scientifica e della Protezione Civile a porre un freno all'urbanizzazione e a limitare il più possibile il numero di abitanti attraverso delle campagne di scoraggiamento a scegliere l'area come propria residenza, non rimane che adoperarsi per una corretta informazione ed educazione al Rischio di tutti coloro che, a diverso titolo, operano sul territorio (Frallicciardi, 1998, p. 327). In questa operazione potrebbe essere utile, a nostro avviso, la diffusione di una cartografia del Rischio, come quella proposta in questa sede, nella quale vengono localizzate le aree dove il livello di allerta dovrebbe mantenersi più elevato. Essa infatti, è stata realizzata tenendo conto anche di quanto riferito dal sistema di monitoraggio dei Campi Flegrei, gestito dall'Osservatorio Vesuviano, che ha registrato nel 2013 delle variazioni dei parametri di Pericolosità: movimenti sismici, deformazioni del suolo e caratteristiche fisico-chimiche delle fumarole. I ricercatori dell'INGV-OV hanno presentato, così, una serie di dati rilevati e documentati alla Commissione Grandi Rischi – Settore Rischio Vulcanico che ha confermato la necessità di innalzare lo stato di allerta per i Campi Flegrei. Dal livello "base", che corrisponde all'attività ordinaria del

vulcano, si è così passati al livello di "attenzione", con la creazione di un sistema di monitoraggio continuo e l'attivazione di un raccordo informativo costante tra la comunità scientifica e le altre componenti e strutture operative del Servizio Nazionale della Protezione Civile.

I Campi Flegrei sono, dunque, un'area in cui, sebbene la Pericolosità si mantenga ancora su livelli abbastanza controllati, il Rischio rimane alto perché la Vulnerabilità è alta, non solo in termini di risorse ma anche di vite umane. Di qui la necessità di portare questo fattore entro limiti accettabili, attraverso una pianificazione urbanistica e una programmazione d'uso del territorio che, servendosi anche di una cartografia *ad hoc*, intervenga sulla Vulnerabilità e sul Valore Esposto, data l'impossibilità di intervenire sulla Pericolosità, almeno per quanto concerne il Rischio vulcanico.

Nella categoria del Valore Esposto, tuttavia, rientra anche quello del "capitale natura", minacciato dal degrado. Nel caso dei Campi Flegrei, sarebbe necessario intervenire prima di tutto per la bonifica ed il recupero delle aree industriali dismesse, vuoti urbani che rappresentano un elemento deturpante il paesaggio e soprattutto una mancata occasione di sviluppo per tutto il territorio partenopeo.

Poi c'è la difficile questione delle discariche che si trovano oggi in prossimità dei centri abitati e che, laddove esaurite, potrebbero essere recuperate anche attraverso interessanti opere di ingegneria del paesaggio (Leone, 2006, p. 120).

Una cartografia articolata, che permetta la visione congiunta di tutte queste variabili che coesistono ed interagiscono contemporaneamente con il *milieu* locale, si rivela, anche in questo caso, particolarmente utile per la pianificazione di un territorio tanto complesso come quello flegreo, dove il Rischio assume la doppia connotazione di ambientale e vulcanico, con tutte le difficoltà che derivano dalla necessità di operare su più fronti: dal controllo della densità demografica e dello sviluppo delle superfici artificiali alla tutela delle numerose ed importanti risorse storiche, culturali ed archeologiche presenti.

## Bibliografia

- ACEVES-QUESADA J.F., DÍAZ-SALGADO J. e LÓPEZ-BLANCO J. (2007), Vulnerability assessment in a volcanic risk evaluation in Central Mexico through a multi-criteria-GIS approach, "Natural Hazards", 40, pp. 339-356.
- ALBERICO I., PETROSINO P., MAGLIONE G., BRUNO L., CAPALDO F.S., DAL PIAZ A., LIRER L. e MAZZOLA S. (2012), Mapping the vulnerability for evacuation of the Campi Flegrei territorial system in case of a volcanic unrest, "Natural Hazards", 64, 2, pp. 1823-1854.
- ALCORN R., PANTER K.S. e GORSEVSKI P.V. (2013), A GIS-based volcanic hazard and risk assessment of eruptions sourced within Valles Caldera, New Mexico, "Journal of Volcanology and Geothermal Research", 267, pp. 1-14.
- BELLUCCI SESSA E., BUONONATO S., DI VITO M., e VILARDO G. (2008), Caldera dei Campi Flegrei: potenzialità di un SIT per valutazioni di pericolosità vulcanica, Atti della 12a Conferenza Nazionale ASITA (L'Aquila, 21-24 ottobre 2008), pp. 353-358
- CIAVOLA P., ARMAROLI C., MASINA M., PERINI L. e LUCIANI P., ((2008), Nuovi metodi per la cartografia del rischio di inondazione marina: l'esperienza in Emilia Romagna, Atti 12a Conferenza Nazionale ASITA, L'Aquila 22-24 ottobre 2008, ASITA, Vol. 1, pp. 755-760.
- CONSTANTINESCU R., THOURET J.-C. e IRIMUŞ I.-A. (2011), Computer modelling as tool for volcanic hazards assessment: an example of pyroclastic flow modeling at El Misti Volcano, Southern Peru, "Geographia Technica", 2, pp. 1-14.
- DE ASTIS G., DI VITO M., ISAIA R., NAVE R., ORSI G., PAPPALARDO L., PIOCHI M. e SANSIVERO F., (2000), I vulcani napoletani: Pericolosità e Rischio, Pubblicazione realizzata con fondi assegnati a Giovanni Orsi dalla Protezione Civile e dal Gruppo Nazionale per la Vulcanologia per attività di formazione e informazione nell'ambito di un protocollo d'intesa fra Osservatorio Vesuviano, Provveditorato agli Studi e Prefettura di Napoli.
- FELPETO A., MARTI J. e ORTIZ R. (2007), Automatic GIS-based system for volcanic hazard assessment, "Journal of Volcanology and Geothermal Research", 166, pp. 106-116.
- FRALLICCIARDI A.M. e SBORDONE L. (1992), Prime valutazioni dello stato di salute dei Campi Flegrei, Atti del Convegno La Geografia medica e gli ecosistemi, Quarto seminario internazionale di Geografia Medica, Roma, 4-6 dicembre 1991, Rux Editrice, Perugia, pp. 179-195.
- FRALLICCIARDI A.M. (1998), Un caso ambiguo di rischio naturale, in LEONE U. (a cura di), Rischio e degrado ambientale in Italia, Patron Editore, Bologna, pp. 322-335.
- FRALLICCIARDI A.M. (1999), Un insolito itinerario nei Campi Flegrei, in MAUTONE M. (a cura di), Un quaderno per l'ambiente, AIIG, n. 5, Arte Tipografica, Napoli, pp. 25-47.
- ISPRA (2013), Qualità dell'ambiente urbano, Roma.
- LEONE U. (2006), Sicurezza ambientale, Guida Editore, Napoli.
- LIRER L. (1994), La pericolosità vulcanica nell'area metropolitana napoletana, in CIRAM, Università Federico II di Napoli, (a cura di), Rischi naturali ed impatto antropico nell'area metropolitana napoletana, Guida Editori, Napoli, pp. 79-101.
- MAC EDONIO G., COSTA A. e FOLCH A. (2008), Ash fallout scenarios at Vesuvius: Numerical simulations and implications for hazard assessment, "Journal of Volcanology and Geothermal Research", 178, pp. 366-377.
- MARTA M. (2010), Rischi e potenzialità ambientali per la città in crisi, in MAGGIOLI M. (a cura di), La città oltre la crisi, "Semestrale di Studi e Ricerche di Geografia", 1, pp. 73-90.
- NEWHALL C.F. e SELF S. (1982), The Volcanic Explosivity Index (VEI): an estimate of explosive Magnitude for historical eruptions, "Journal of Geophysical Research.", n. 87, pp. 1231-1238.

PESARESI C. e MARTA M. (2014), Applicazioni GIS per l'analisi dell'urbanizzazione nella provincia di Napoli. Un'analisi multitemporale in aree esposte a elevato rischio vulcanico, "Bollettino dell'Associazione Italiana di Cartografia", n.150, 2014, Brigati, Genova, pp. 34-53.

REGIONE SICILIANA (2013), Procedure di allertamento rischio vulcanico e modalità di fruizione per la zona sommitale del vulcano Etna, Dipartimento Regionale della Protezione Civile, Servizio Rischio Vulcanico Etneo.

RENSCHLER C.S. (2005), Scales and uncertainties in volcano hazard prediction-optimizing the use of GIS and models, "Journal of Volcanology and Geothermal Research", 139, 1-2, pp. 73-87.

ROMANO B., ZULLO F., ROLLO P. e IEZZI C. (2011), Conversione urbana dei suoli

in Italia centro-meridionale. Analisi dagli anni '50 ad oggi in un campione di regioni italiane, Atti della 12a Conferenza Scientifica Annuale dell'Associazione Italiana di Scienze Regionali Il ruolo delle città nell'economia della conoscenza, Politecnico, Torino.

SCANDONE R., ARGANESE G. e GALDI F. (1994), La valutazione del rischio vulcanico nell'area vesuviana, in CIRAM, Università Federico II di Napoli (a cura di), Rischi naturali ed impatto antropico nell'area metropolitana napoletana, Guida Editori, Napoli, pp. 123-145.

SCANDONE R. e D'ANDREA M. (1994), Il rischio vulcanico, in DI DONNA V. e VALLARIO A. (a cura di), L'ambiente: Risorse e rischi, Liguori Editore, Napoli, pp. 130-150.

SELVA J., SANDRI L., MARZOCCHI W. e PAPAIE P. (2013), Stima della probabilità di eruzioni, "Ambiente,

Rischio, Comunicazione", *Quadrimestrale di analisi e monitoraggio ambientale*, n. 5, Che succede ai Campi Flegrei? Febbraio 2013, pp. 49-57.

SORU A.M. e INCOLLU G. (2001), Applicazione del GIS nella valutazione del rischio di erosione in ambito di pianificazione di area vasta (Il caso del P.U.P. di Nuoro), in SCANU G. (a cura di), Atti del Convegno Nazionale Cultura Cartografica e Culture del Territorio, Sassari, 12-13 dicembre 2000, Bollettino dell'Associazione Italiana di Cartografia, gennaio-dicembre 2001, nn. 111-112-113, Brigati, Genova, pp. 253-282.

TOYOS G.P., COLE P.D., FELPETO A. e MARTÍ J. (2007), A GIS-based methodology for hazard mapping of small pyroclastic density currents, "Natural Hazards", 41, 1, pp. 99-112.

#### Siti web

[http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/fenomeno\\_bradisismo.wp](http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/fenomeno_bradisismo.wp), data di ultima consultazione: aprile 2014

# Associazione Italiana di Cartografia

È un'Associazione di esclusivo carattere culturale e ha lo scopo di contribuire allo sviluppo degli studi e delle ricerche nel campo cartografico in Italia, di perfezionare la cultura professionale dei Soci e di dare il proprio apporto all'affermazione italiana all'estero, nel quadro della collaborazione internazionale.

Il Consiglio direttivo dell'Associazione per il quadriennio 2014-2017 è costituito da:

**PRESIDENTE:** Giuseppe Scanu

**VICE PRESIDENTE:** Andrea Favretto

**SEGRETARIA:** Elena Dai Prà

**TESORIERE:** Giovanni Mauro

**CONSIGLIERI DI DIRITTO:**

Direttore dell'Istituto Geografico Militare, Direttore dell'Istituto Idrografico della Marina, Direttore del Centro Informazioni Geotopografiche Aeronautiche, Direttore del Dipartimento del Territorio del Ministero delle Finanze, Direttore del Dipartimento Difesa del Suolo

**CONSIGLIERI ELETTI:**

Serafino Angelini; Margherita Azzari; Milena Bertacchini; Giuseppe Borruso; Andrea Favretto; Giovanni Mauro; Elena Dai Prà; Maria Giovanna Riitano; Giuseppe Scanu; Paola Zamperlin

**REVISORI DEI CONTI:**

Francesca Krasna; Marco Mastronunzio

**PROBIVIRI:**

Fulvio Landi; Sandro Savino

I Soci dell'AIC ricevono il Bollettino e partecipano alle manifestazioni culturali indette dell'Associazione.

Le quote sociali annuali in vigore sono le seguenti:

- Socio ordinario: Euro 40
- Socio collettivo: Euro 100
- Socio giovane: Euro 20

**MODALITÀ DI PAGAMENTO:**

- Contanti (in occasione delle Assemblee dei soci AIC)
- Bonifico Bancario: Coordinate bancarie:

Banca Popolare di Vicenza – Via Mazzini, 26 – 34121 – Trieste

Associazione Italiana di Cartografia

IBAN: IT 80 V 05728 02200 801570253533

Numero Conto Corrente: 253533

Codice SWIFT: BPVIIT21801

Codice fiscale AIC: 94000280480

**INDIRIZZO POSTALE, E-MAIL, SITO INTERNET:**

Indirizzo postale: Associazione Italiana di Cartografia, c/o Prof.ssa Elena Dai Prà, Dipartimento di Lettere e Filosofia, Università degli Studi di Trento, Via Tommaso Gar, 14 – 38122 Trento

E-mail: [segreteria@aic-cartografia.it](mailto:segreteria@aic-cartografia.it)

Sito Internet: <http://www.aic-cartografia.it/sito/>

