

NOEMI BARONE

INNOVAZIONE TECNOLOGICA E PATRIMONIO CULTURALE PER L'AREAVESUVIANA E DEI CAMPI FLEGREI

Premessa. – Napoli, una città ricca di storia e cultura, è circondata da due delle aree vulcaniche più affascinanti e pericolose del mondo: il Parco Nazionale del Vesuvio e il Parco Regionale dei Campi Flegrei. Questi parchi rappresentano non solo un patrimonio naturale e storico inestimabile per l'area metropolitana di Napoli, ma anche un esempio di coesistenza tra bellezze naturali e rischi ambientali. La gestione di questi territori richiede un equilibrio delicato tra la tutela dell'ambiente, la valorizzazione turistica e culturale, e la mitigazione dei rischi associati alle attività vulcaniche e geologiche.

Il Vesuvio è uno dei vulcani più conosciuti e studiati al mondo, famoso per l'eruzione del 79 d.C. che distrusse Pompei ed Ercolano. Il rischio principale associato al Vesuvio è la possibilità di future eruzioni esplosive. La densità della popolazione che vive nelle immediate vicinanze del vulcano amplifica le potenziali conseguenze di un'attività eruttiva. Le autorità locali e nazionali devono mantenere e aggiornare costantemente i piani di evacuazione e monitoraggio per garantire la sicurezza della popolazione.

I Campi Flegrei sono una vasta area vulcanica che comprende una caldera con numerosi crateri e fumarole. La regione è soggetta a fenomeni di bradisismo, con sollevamenti e abbassamenti del suolo che possono indicare attività magmatica. Il rischio in quest'area è legato a possibili eruzioni e alla fuoriuscita di gas vulcanici ma attualmente soprattutto al fenomeno del bradisismo, attività che potrebbero avere impatti devastanti su una popolazione numerosa e su infrastrutture critiche.

Nonostante i rischi ambientali, i parchi del Vesuvio e dei Campi Flegrei offrono straordinarie opportunità di valorizzazione del territorio, attraverso iniziative che promuovono il turismo sostenibile, la conservazione ambientale e la ricerca scientifica.

I parchi del Vesuvio e dei Campi Flegrei attraggono ogni anno migliaia di turisti, interessati alle meraviglie naturali e storiche di queste aree. La valorizzazione del territorio passa attraverso lo sviluppo di un turismo sostenibile che rispetti l'ambiente e le comunità locali. Percorsi naturalistici, visite guidate ai siti archeologici e iniziative di ecoturismo possono contribuire alla crescita economica della regione, minimizzando al contempo l'impatto ambientale.

La gestione dei rischi in aree metropolitane richiede strumenti avanzati che possano supportare sia la ricerca che l'educazione. In questo contesto, la cartografia storica, lo sviluppo di WebGIS e l'analisi dei big data rappresentano tre pilastri fondamentali.

Rischi e vulnerabilità. – L'area vesuviana e flegrea è caratterizzata da un'elevata pericolosità vulcanica e sismica, risultante dalla presenza del Vesuvio e dei Campi Flegrei, due delle zone vulcaniche più attive e studiate al mondo.

Il Vesuvio è noto per la sua devastante eruzione del 79 d.C. che distrusse Pompei ed Ercolano. Da allora, il vulcano ha avuto numerose altre eruzioni, l'ultima delle quali nel 1944. Le principali minacce derivanti dal Vesuvio includono colate laviche, flussi piroclastici e ceneri vulcaniche. La densità abitativa intorno al Vesuvio è estremamente elevata, con milioni di persone che vivono nelle vicinanze. La combinazione di alta popolazione e attività vulcanica rende questa zona particolarmente vulnerabile.

A differenza del Vesuvio, i Campi Flegrei non sono caratterizzati da un unico edificio vulcanico principale, ma costituiscono una vasta caldera con un'attività vulcanica e sismica attuale, conferendo all'area una forte pericolosità. La caldera, stimata con un diametro di 12-15 km, alimenta un supervulcano ancora attivo, comprendente almeno ventiquattro edifici vulcanici.

La valutazione del rischio sismico di un'area è complessa e coinvolge vari parametri: l'esposizione, che riguarda la presenza umana e la possibilità di danni a persone e/o edifici, e la vulnerabilità, ossia la resistenza degli edifici locali. L'elevato rischio dei Campi Flegrei è accentuato dalla densa antropizzazione della zona, con numerosi centri abitati. Alcuni dati rappresentativi: circa 160.000 abitanti, con densità che variano dai 1.700

abitanti per km² di Pozzuoli ai 2.200 di Quarto; quasi 600 abitazioni per km² a Pozzuoli, 700 a Quarto e oltre 1.000 a Monte di Procida.¹

Entrambe le aree sono attualmente monitorate da un sistema gestito dall'Osservatorio Vesuviano dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. Questo sistema osserva in tempo reale i fenomeni vulcanici attraverso stazioni che misurano tutti i parametri geofisici e geochimici dell'area, permettendo di riconoscere tempestivamente un'eventuale riattivazione dei vulcani.

Fig. 1 – *Carte du Golfe de Pouzzoles avec une partie des Champs Phlégréens dans la Terre de Labour, dessinata da F. e Pietro La Vega ingegneri militari del Regno Borbonico ed incisa su rame da Perrier e Drouet*



Patrimonio culturale tra conservazione e sviluppo. – L'area vesuviana e flegrea rappresenta un patrimonio inestimabile per l'Italia, un tesoro di natura, storia, cultura e archeologia che offre un potenziale immenso per lo sviluppo turistico, economico e sociale del territorio. Si tratta di una zona unica al

¹ FRALLICCIARDI A. M., PALMENTIERI S., “I paesaggi flegrei ovvero l'insostenibilità dell'azione umana”, in PETRONCELLI E. (a cura di), *Il paesaggio tra rischio e riqualificazione*, Napoli, Liguori, 2013, pp.125-135.

mondo, dove vulcani attivi, siti archeologici di fama internazionale, paesaggi mozzafiato e borghi pittoreschi si intrecciano in un connubio perfetto.

Tuttavia, questo immenso potenziale non è ancora stato pienamente valorizzato. Manca una visione d'insieme e un'adeguata pianificazione per lo sviluppo sostenibile dell'area. Occorre un impegno concreto da parte di tutte le istituzioni coinvolte, a livello locale, nazionale e internazionale, per tutelare questo patrimonio e renderlo fruibile in modo responsabile e duraturo.

La valorizzazione di questi territori è fondamentale per preservarne il patrimonio, promuovere il turismo sostenibile e stimolare lo sviluppo economico locale.

Le potenzialità di quest'area si fondano soprattutto sulla forza attrattiva dei vulcani da una parte, e sui beni culturali e archeologici. Le principali attrazioni sono rappresentate dalle rovine di Pompei ed Ercolano, sepolte dall'eruzione del Vesuvio nel 79 d.C., e dal Tempio di Serapide e l'Anfiteatro Flavio, ma numerose sono le emergenze culturali che, se messe in rete all'interno di circuiti turistici, potrebbero rappresentare una fonte di attrazione, anche se non per un turismo di massa ma per un turismo locale.

Ciò che emerge in molti casi è la mancanza di un'appropriata conservazione degli edifici e la conseguente scarsa valorizzazione del patrimonio. In particolare, alcuni fabbricati che potrebbero configurarsi come strutture di pregio architettonico, versano in condizioni di abbandono o degrado. La probabilità della definitiva scomparsa di tale patrimonio è alta, data la loro ubicazione in una zona ad alta pericolosità sismica e vulcanica, a meno che non vengano attuati interventi preventivi e piani di emergenza. Questi rischi possono minacciare sia i siti archeologici sia i beni architettonici storici, mettendo a rischio non solo il patrimonio culturale ma anche la memoria storica e l'identità delle comunità locali.

Il rischio dei beni culturali nell'area vesuviana e flegrea rappresenta una sfida complessa che richiede un approccio integrato e collaborativo tra istituzioni scientifiche, enti locali, comunità ed esperti del settore. Solo attraverso un impegno continuo nella gestione del rischio e nella conservazione è possibile proteggere e valorizzare questi siti straordinari, preservando la loro storia e la loro bellezza per le generazioni future.

Strumenti Innovativi per l'Educazione e la Ricerca. – La valorizzazione dei parchi metropolitani passa anche attraverso la ricerca scientifica e l'innovazione tecnologica. Collaborazioni con università e centri di ricerca possono portare a una migliore comprensione dei fenomeni vulcanici e geologici. L'uso di tecnologie avanzate, come il monitoraggio satellitare e i sistemi informativi geografici (GIS), può migliorare la gestione del territorio e la risposta ai rischi ambientali. L'integrazione della cartografia storica con i moderni sistemi WebGIS permette una gestione più efficace del territorio.

Le carte geografiche storiche rappresentano un patrimonio culturale e scientifico di inestimabile valore, offrendo una finestra sul passato e sulle trasformazioni territoriali e ambientali nel corso dei secoli. Tuttavia, la conservazione e la fruizione di questi beni presentano numerose sfide, tra cui il deterioramento fisico e l'accessibilità limitata.

La digitalizzazione delle carte storiche e lo sviluppo di nuove interfacce digitali stanno trasformando radicalmente il modo in cui questi beni vengono conservati, studiati e valorizzati. Attraverso l'uso di scansione ad alta risoluzione o metodologie GIS o l'implementazione di piattaforme interattive, è possibile creare archivi digitali che non solo preservano l'integrità dei documenti originali, ma li rendono anche facilmente accessibili a ricercatori, studenti e al pubblico generale.

Fig. 2 – Camillo Pellegrino, “Discorsi della Campania Felice” Descrizione della Campania Felice e particolare, 1651, Nucleo Bibliotecario di Geografia



In particolare, l'area vesuviana e flegrea, con la sua ricca storia geologica e culturale, rappresenta un caso di studio ideale per esaminare le potenzialità e le applicazioni di queste innovazioni digitali. Le nuove interfacce permettono di esplorare le carte storiche in modo interattivo, sovrapponendo dati contemporanei per analizzare i cambiamenti nel paesaggio e comprendere meglio l'interazione tra l'uomo e l'ambiente².

Progetti recenti in questa area hanno dimostrato come la combinazione di cartografia storica digitalizzata e strumenti GIS possa facilitare la ricerca interdisciplinare, supportare la pianificazione territoriale e sensibilizzare la comunità locale sull'importanza del patrimonio culturale.

Com'è noto, i vantaggi di queste metodologie sono molteplici come, ad esempio, la possibilità di creare modelli tridimensionali dei territori storici e di sviluppare applicazioni educative che coinvolgono utenti di tutte le età. Le sfide tecniche e logistiche legate alla digitalizzazione e all'implementazione di interfacce interattive, nonché le prospettive future per l'ulteriore integrazione di tecnologie emergenti (come la realtà aumentata e l'intelligenza artificiale) sono ormai diffuse e rappresentano probabilmente il futuro della disciplina cartografica.

Innovazioni nella Cartografia Storica. – L'area vesuviana e flegrea, celebre per la sua complessa storia geologica e il suo ricco patrimonio culturale, si presenta come un campo privilegiato per esplorare l'impatto delle innovazioni digitali sulla cartografia storica.³ Le carte geografiche storiche costituiscono non solo documenti di inestimabile valore culturale e scientifico, ma veri e propri testimoni delle evoluzioni territoriali e ambientali nel corso dei secoli. Tuttavia, la conservazione di questi preziosi beni e la loro accessibilità presentano criticità oggettive come, ad esempio, l'invecchiamento fisico dei materiali o la complessità nella gestione delle tecnologie necessarie per la loro digitalizzazione e conservazione. L'avvento di queste metodologie sta rivoluzionando radicalmente il modo in cui questi documenti storici vengono preservati, studiati e resi fruibili. La

² LO CICERO M., ALOJ E., BETTONI L., *La tipicità dell'area vesuviana e la valorizzazione delle sue potenzialità ambientali, produttive e turistiche*, Napoli, Ente Parco Nazionale del Vesuvio, 2009.

³ PESARESI C., PAVIA D., *Tra Vesuvio e Campi Flegrei, dal XIX ad oggi. Modellizzazione cartografica in ambiente GIS*, Rom, Edizioni Nuova Cultura, 2017.

digitalizzazione permette non solo di conservare l'integrità dei documenti originali, spesso vulnerabili a degrado e deterioramento, ma apre anche nuove prospettive per la loro fruizione da parte di ricercatori, studiosi e il pubblico in generale.

Queste metodologie innovative – anche se ormai abbastanza consolidate – consentono di superare le limitazioni dell'accesso fisico alle collezioni cartografiche, facilitando la consultazione remota e la condivisione delle informazioni storiche con una vasta audience. In particolare, nell'area analizzata, caratterizzata da una straordinaria complessità ambientale e culturale, l'applicazione di queste innovazioni riveste un'importanza cruciale. Le interfacce digitali non solo permettono di esplorare le mappe storiche in dettaglio, ma consentono anche di sovrapporre dati contemporanei per analizzare i cambiamenti del paesaggio nel corso del tempo e comprendere meglio l'interazione tra l'uomo e l'ambiente.

Questi sviluppi rappresentano non solo una svolta tecnologica nella conservazione del patrimonio culturale, ma anche un'opportunità per stimolare la ricerca multidisciplinare e promuovere una maggiore consapevolezza pubblica sull'importanza della cartografia storica per la comprensione del passato e la gestione sostenibile del territorio⁴.

Tecnologie Avanzate. – Attraverso l'integrazione della realtà aumentata, della realtà virtuale e dell'intelligenza artificiale è possibile, ad esempio, creare esperienze interattive che coinvolgono gli utenti in modi innovativi e immersivi. Ad esempio, le applicazioni di realtà aumentata possono sovrapporre dati storici a viste attuali del paesaggio, consentendo agli utenti di vedere come le aree siano cambiate nel tempo e di comprendere meglio le trasformazioni territoriali e ambientali. Queste applicazioni possono essere utilizzate nei musei, nelle scuole e nelle piattaforme online per offrire esperienze educative coinvolgenti e dinamiche.

Inoltre, gli algoritmi di intelligenza artificiale possono analizzare grandi quantità di dati cartografici per identificare pattern e tendenze che sarebbero difficili da rilevare manualmente. Ad esempio, l'AI può essere utilizzata per riconoscere e classificare automaticamente elementi geografici specifici, come edifici, corsi d'acqua e strade, migliorando l'accuratezza e la velocità della ricerca storica. Questi strumenti possono anche aiutare a

⁴ RUOCCO D., "Beni Culturali e Geografia", *Studi e ricerche di Geografia*, 1979, 2, pp. 1-15.

prevedere cambiamenti futuri basati su dati storici, offrendo preziose informazioni per la pianificazione territoriale e la gestione ambientale.

La realtà virtuale offre un'altra dimensione di immersione, permettendo agli utenti di esplorare ricostruzioni tridimensionali di paesaggi storici.

Gli utenti possono “viaggiare” indietro nel tempo e camminare attraverso città e campagne come apparivano secoli fa, migliorando la comprensione e l'apprezzamento del contesto storico.

Queste esperienze virtuali possono essere particolarmente utili per l'educazione, permettendo agli studenti di vivere la storia in modo più diretto e coinvolgente.

Fig. 3 – Esempio di estrazione di dati automatica da immagini satellitari tramite IA



Fonte: ArcGis, Rohit Singh⁵

Le tecnologie emergenti non solo arricchiscono l'esperienza degli utenti, ma ampliano anche le possibilità di ricerca. Ad esempio, la combinazione di GIS con l'analisi dei big data permette di studiare le dinamiche ambientali e sociali con una precisione senza precedenti. Gli studiosi possono analizzare le migrazioni umane, i cambiamenti climatici e l'evoluzione dell'uso del suolo in modo più dettagliato e integrato. Inoltre, la digitalizzazione e l'accessibilità dei dati cartografici storici promuovono la collaborazione internazionale, permettendo a ricercatori di tutto il mondo di condividere risorse e risultati.⁶

⁵ SINGH R., *Deep Learning + GIS = Opportunity*, ESRI, 2019 (<https://www.esri.com/about/newsroom/wp-content/uploads/2019/08/Deep-Learning-GIS-Oppty.pdf>).

⁶ SUI D., Z., ELWOOD S., GOODCHILD M. F., “Big data and the geography of the future”, *Annals of the American Association of Geographers*, 2013, 103, 1, pp. 68-85.

L'implementazione di queste innovazioni rappresenta un passo significativo verso la valorizzazione e la conservazione del patrimonio cartografico dell'area vesuviana e flegrea rinomata per la sua complessa storia geologica e il ricco patrimonio culturale. Attraverso la digitalizzazione delle carte storiche e l'integrazione di metodologie connesse ai GIS e alle piattaforme interattive, si apre un nuovo capitolo nella fruizione e nella comprensione del passato di questo territorio unico.

Questo approccio non solo contribuisce alla conoscenza e all'apprezzamento della storia locale, ma offre anche strumenti potenti per affrontare le sfide contemporanee e future. La gestione sostenibile del territorio e la conservazione del patrimonio culturale e naturale diventano più informate e mirate, grazie alla capacità di studiare in modo approfondito le dinamiche ambientali e sociali nel tempo.

In ultima analisi, l'adozione di tecnologie avanzate è cruciale per gestire efficacemente i rischi vulcanici e sismici, potenziando la capacità di prevenzione, la rapidità nella risposta e la protezione delle vite umane oltre che del patrimonio ambientale e culturale. Strumenti come sismografi, inclinometri, GPS e sensori di gas sono essenziali per rilevare variazioni nei parametri geofisici e geochimici attorno ai vulcani e lungo le faglie sismiche. Allo stesso tempo, l'uso di immagini satellitari e droni offre una visione panoramica e continua dell'attività vulcanica e delle deformazioni del suolo, permettendo un monitoraggio preciso e ininterrotto.

In conclusione, l'area vesuviana e flegrea rappresenta un modello di eccellenza nella conservazione e valorizzazione del patrimonio cartografico grazie all'innovazione tecnologica. Queste iniziative non solo preservano il passato per le generazioni future, ma lo rendono anche vivo e rilevante, fornendo strumenti fondamentali per affrontare le sfide contemporanee e future nella gestione del territorio e promuovendo una comprensione più profonda del nostro patrimonio comune.

Technological Innovation and Cultural Heritage: The Vesuvius and the Phlegraean Fields

Università degli Studi di Napoli "Federico II", Dipartimento di Studi Umanistici
noemi.barone@unina.it