

RISCHI AMBIENTALI E SICUREZZA DELLE INFRASTRUTTURE E DEL TERRITORIO: IL CASO DELL'AREA METROPOLITANA DI ROMA CAPITALE

**Alessio Argentieri ^{(1)*}, Giovanni Rotella ⁽¹⁾, Massimo Fabiani ⁽¹⁾, Fernandea Liggio ⁽¹⁾,
Maria Piro ⁽²⁾, Patrizia Vitali ⁽¹⁾**

(1) Città metropolitana di Roma Capitale- Dipartimento IV "*Pianificazione strategica e governo del territorio*"- Servizio 2 "*Geologico, difesa del suolo – Risorse agroforestali- Rischi territoriali*", Viale Giorgio Ribotta 41-44 00144 Roma, e-mail: difesasuolo@cittametropolitanaroma.it

(2) già Città metropolitana di Roma Capitale

(*) autore di riferimento

Parole chiave: area metropolitana di Roma Capitale, fenomeni franosi, monitoraggio strumentale, presidio territoriale, rischi naturali

Key words: instrumental monitoring, landslides, natural risks, Rome metropolitan area

RIASSUNTO

L'area metropolitana di Roma Capitale, in cui territorio coincide con quello della ex provincia, misura oltre 5.300 km² di superficie ed ospita quasi 4.300.000 abitanti, costituendo la prima dimensione provinciale italiana per estensione e indicatori demografici. Dal 1870 al 2014 l'Ente locale preposto al governo di questo territorio di area vasta è stata la Provincia di Roma, a cui la Città metropolitana di Roma Capitale (CMRC) è subentrata nelle funzioni dal 1/1/2015, in attuazione del riordino dell'assetto amministrativo degli Enti Locali conseguente alla L. 56/2014. L'Ente può vantare una lunga tradizione di cura nella conoscenza del territorio, funzionale alla tutela delle infrastrutture e dei centri abitati, in ragione delle storiche competenze in materia di viabilità e edilizia scolastica che tuttora caratterizzano l'Ente Locale. In tempi più recenti, la Provincia ha mostrato sensibilità verso i temi geologici e la prevenzione delle calamità, dotandosi con lungimiranza, già nei primi anni Ottanta del secolo scorso, di un Servizio Geologico e di un Servizio Protezione Civile. Le unità organizzative tecniche delle CMRC operano mantenendo un contatto quotidiano con il contesto territoriale, confrontandosi con problemi tecnico-amministrativi funzionali al governo del territorio e alla gestione delle infrastrutture. Tali azioni risultano funzionali alla difesa del suolo, alla tutela ambientale e alla prevenzione dei rischi naturali e antropici. In questa nota si presenta lo stato dell'arte sulle azioni per il controllo e governo del territorio e per la sicurezza delle infrastrutture e del territorio metropolitano mediante cui la CMRC ottempera ai suoi compiti di Ente di area vasta.

ABSTRACT

The metropolitan area of Rome, whose territory coincides with that of the former province, measures more than 5,300 km² in area and hosts almost 4,300,000 inhabitants, constituting the first Italian provincial dimension in terms of extension and demographic indicators. From 1870 to 2014, the local authority in charge of governing this vast area was the Province of Rome, whose functions were taken over by the Metropolitan City of Rome (CMRC) on 1/1/2015, in implementation of the reorganisation of the administrative structure of Local Authorities resulting from Law 56/2014. The CMRC can boast of a long tradition of care in the knowledge of the territory, functional to the protection of infrastructures and built-up areas, due to the historical competences in road and school building matters that still characterise the CMRC. In more recent times, the Province has shown sensitivity towards geological issues and disaster prevention, adopting with farsightedness, already in the early 80s, a Geological Service and a Civil Protection Service. The technical office of the CMRC daily operates in touch with the territorial context, dealing with technical-administrative problems about land governance and infrastructure management. These actions are functional to soil protection, environmental protection and prevention of natural and anthropogenic risks. In this note, we present the state of the art about actions for land control and management and for the safety of infrastructures and territory through which the CMRC fulfils its duties.

1. DALLA COMARCA DI ROMA ALLA CITTÀ METROPOLITANA DI ROMA CAPITALE: BREVE STORIA DELLA GESTIONE E CONTROLLO DEL TERRITORIO

La nascita di un ente locale preposto al governo del territorio di Roma e dei "luoghi suburbani" ad essa soggetti risale agli inizi del XIX secolo (si veda www.cittametropolitanaroma.it). Una prima ripartizione amministrativa dello Stato Pontificio fu operata con Motu proprio del 1816 da Pio VII, un Papa a cui si deve anche l'istituzione nel 1804 della prima cattedra di mineralogia presso lo *Studium Urbis*. Successivamente Gregorio XVI, da pochi mesi assunto al soglio pontificio, emanò nel 1831 l'editto "*Ordinamento amministrativo delle provincie e dei consigli comunicativi*" che istituì la "Comarca di Roma"; va ricordato in proposito che fu questo Papa a promuovere nel 1832 gli imponenti interventi di ingegneria per la mitigazione del rischio idraulico a Tivoli, con realizzazione delle due gallerie sotto il Monte Catillo che alimentano la cascata grande presso Villa Gregoriana. Le competenze sulla viabilità erano già previste per la nuova delegazione amministrativa, che doveva provvedere alla costruzione e manutenzione delle strade della Comarca e dell'agro romano. Nel 1850 la riforma operata da Pio IX attribuì a Comarca e Province anche la manutenzione di ospedali e edilizia pubblica.

La Provincia nacque poco dopo l'annessione di Roma al Regno d'Italia. Il territorio assai vasto comprendeva i circondari di Roma, Viterbo, Velletri, Frosinone e Civitavecchia, a coprire quasi

l'intera regione. Nel nuovo assetto la costruzione e manutenzione delle strade provinciali rimaneva compito preminente, con un forte sviluppo delle rete viaria nelle prime decadi del XX secolo. A queste incombenze si aggiunsero quelle della gestione di altre strutture pubbliche: il Brefotrofio, attribuita nel 1894; il manicomio di Santa Maria della Pietà (attivo sino al 2000); l'edilizia scolastica.

In questo quadro di funzioni tecniche la Provincia di Roma si distinse per una particolare attenzione alla conoscenza del territorio, grazie ad alcune figure di vertice. In primo luogo si menziona Tommaso Tittoni (fig. 1), giurista, diplomatico e esponente politico di alto livello della Destra storica (Deputato, Senatore e Presidente del Senato del Regno dal 1919 al 1929, Presidente del Consiglio dei Ministri per soli 13 giorni nel 1905); egli fu anche per due periodi Presidente del consiglio provinciale di Roma (1893-1898; 1905-1920). Ebbe stretti rapporti con Quintino Sella, oltre che per vicinanza politica, anche per la passione verso la geologia e la montagna (Novarese, 1931; Tassani 2019); per tali ragioni egli fu membro sia del Club Albino Italiano, sia della Società Geologica Italiana (sin dalla fondazione nel 1881, ricoprendone per primo l'incarico di tesoriere), che si riconducono entrambe a Sella come fondatore. Tittoni, che fu allievo del fondatore della scuola geologica romana Giuseppe Ponzi, fu presto assorbito dagli impegni politici, ma produsse comunque delle pubblicazioni scientifiche in campo geologico (Tittoni, 1885; 1924).

Un altro esempio di attenzione ai temi geologici fu il capo dell'Ufficio tecnico provinciale Ingegnere Vittorio Ferrari, a cui si deve la stesura del primo, seppur sintetico, catalogo delle cavità sotterranee del territorio provinciale (fig. 2), redatto nel 1932 (Argentieri *et alii*, 2018).

A partire dagli anni Ottanta del secolo passato la Provincia decise con lungimiranza di creare uffici specializzati sui temi geologico-tecnici e di prevenzione dei rischi, sull'onda della partecipazione di tecnici dell'Ente alla gestione dell'emergenza post sisma in Irpinia del 23/11/1980. Grazie alla Legge 285/1977 "*Provvedimenti per l'occupazione giovanile*", promossa dall'allora Ministro del Lavoro Tina Anselmi, fu possibile reclutare molti giovani geologi per condurre un censimento dei pozzi esistenti e successivamente stabilizzarli nella dotazione organica. L'immissione in ruolo di geologi nell'Amministrazione Provinciale fu infatti funzionale a garantire assistenza specialistica alle storiche competenze dell'Ente in materia di viabilità, di edilizia scolastica per l'istruzione secondaria superiore, ambiente e protezione civile.

La Provincia di Roma, prima di molti altri enti territoriali in Italia, istituì così un Servizio Protezione civile già nel 1981, seguito all'inizio degli anni Novanta anche da un Servizio Geologico, autonomo dalle Ripartizioni tecniche, al cui interno era nato e cresciuto nella decade precedente con funzioni di supporto specialistico alle tradizionali funzioni di viabilità ed edilizia scolastica; negli anni a seguire la struttura fu progressivamente potenziata (Argentieri *et alii*, 2018). Purtroppo nel tempo la rilevante presenza di geologi nell'organico dell'Ente ha subito un progressivo decremento, al pari delle altre professionalità tecniche (Fig.3).

In una proficua collaborazione con il mondo universitario il Servizio Geologico provinciale ebbe inoltre l'opportunità di interagire sia con Ugo Ventriglia che con Renato Funiciello, partecipando alla redazione dei volumi sulla geologia di Roma e della sua provincia (Funiciello, 1995; Ventriglia, 1971, 1988-90, 2002) che tuttora rappresentano pubblicazioni di riferimento.

Sin dalla sua formale istituzione all'inizio degli anni Ottanta, il Servizio Geologico ha supportato gli altri Uffici dell'Amministrazione e gli Enti locali, nel rispetto del principio di sussidiarietà orizzontale, per le problematiche di carattere geologico-tecnico. A partire dal conferimento nel 1998 delle deleghe da parte della Regione Lazio, l'ufficio è stato incaricato anche della gestione delle competenze in materia di vincolo idrogeologico e risorse agroforestali. Importante è inoltre il contributo che il Servizio da sempre porta al sistema di protezione civile in ambito metropolitano, attraverso le attività conoscitive specialistiche per la previsione e prevenzione dei rischi territoriali.

Anche l'esercizio delle funzioni autorizzative di competenza di CMRC sugli interventi di trasformazione del territorio (movimenti di terra in aree sottoposte a vincolo idrogeologico; utilizzazioni agroforestali) garantisce l'azione di governo del territorio. Nei procedimenti avviati su istanza di parte sia di amministrazioni, sia di utenti privati, si verifica infatti che l'esecuzione degli interventi avvenga in forme sostenibili ed ecocompatibili, disciplinandoli nel rispetto del primario interesse pubblico alla tutela del territorio e delle componenti ambientali, alla salvaguardia della salute umana e alla sicurezza di opere e infrastrutture.

L'ufficio custodisce infine un archivio storico di elaborati tecnici relativi a studi e indagini pregresse per l'esplorazione geologico tecnica e geofisica del sottosuolo, svolte sul territorio a partire dalla fine degli anni Sessanta, che rappresenta un patrimonio informativo da valorizzare in tutte le linee di azione.

Oggi il Servizio Geologico di CMRC, che nel tempo ha più volte mutato denominazione e provvista di competenze sino all'attuale configurazione, opera sul territorio metropolitano nel solco della tradizione quarantennale di attività sui temi di geologia tecnica, difesa del suolo e rischi territoriali; le linee di attività sono le seguenti:

- Vincolo idrogeologico;
- Studi e indagini geologico-tecniche;
- Gestione risorse agroforestali;
- Studi e indagini agro/forestali e vegetazionali;
- Programmi di previsione e prevenzione dei rischi naturali e antropici.

2. DOMINI FISIOGRAFICI E CARATTERI GEOLOGICI GENERALI DELL'AREA METROPOLITANA DI ROMA CAPITALE

L'area metropolitana di Roma (5.363,22 km² di superficie) può essere suddivisa in distinti domini fisiografici, estesi da aree di montagna (massima elevazione gli 1855 m s.l.m. di Monte Autore, nella dorsale dei Monti Simbruini) fino alle pianure costiere tirreniche (fig. 4).

Nel settore nord-occidentale, al confine con la Maremma, i rilievi costieri dei **Monti della Tolfa** e dei **Monti Ceriti**, prodotti del magmatismo acido pliocenico con affinità alla Provincia Magmatica Toscana, si stagliano sulle aree più depresse circostanti: il bacino di Tarquinia a nord, il bacino di Tolfa ad Est e le strette piane costiere ad Ovest. Progredendo verso oriente si passa al **Distretto Vulcanico Sabatino**, che ospita i Laghi di Bracciano e di Martignano; i rilievi vulcanici digradano poi progressivamente alla bassa **Valle del Tevere**.

La **fascia costiera tirrenica** si sviluppa nel territorio metropolitano per circa 130 km da nord a sud, dalla foce del Fiume Mignone, presso Civitavecchia, che delimita il confine provinciale con Viterbo, fino a Torre Astura, vicino a Nettuno, al margine dell'Agro Pontino. Il settore costiero centrale è costituito dal **sistema deltizio del Tevere**.

Con il termine **Campagna Romana** si descrive un ampio dominio fisiografico, costituito da un *plateau* vulcanico dalla morfologia dolce, diffusamente inciso dal reticolo idrografico dei bacini dei **Fiumi Tevere e Aniene**; la Campagna Romana si estende dalla Sabina meridionale sino alla fascia periferica dei Colli Albani e a quella pedemontana dei Monti Lepini. In questo settore, in corrispondenza del tratto meridionale della zona di taglio trascorrente a decorso N-S, nota come "Faglia Sabina", si è strutturato il bacino travertinoso pleistocenico delle Acque Albule.

L'**area urbana di Roma** occupa una superficie di oltre 1200 km²; gli elementi geologico- morfologici principali sono la dorsale plio- quaternaria di Monte Mario ad asse meridiano ed il *plateau* vulcanico dei Sette Colli, rispettivamente in destra e sinistra idrografica della valle alluvionale del Fiume Tevere. Il principale tributario del Tevere, il Fiume Aniene, vi confluisce in prossimità di Ponte Salario. Tutto reticolo idrografico naturale ha subito nei secoli profonde trasformazioni di carattere antropico connesse alle varie fasi di urbanizzazione; lo spessore dei riporti in alcuni settori della Città supera i 15 metri.

A sud della Città si erge il complesso vulcanico dei **Colli Albani (o Vulcano Laziale)**, dominato dal relitto della struttura calderica dell'edificio Tuscolano- Artemisio; nella zona occidentale del distretto albano si trovano due bacini lacustri: il Lago Albano di Castel Gandolfo e il lago di Nemi.

Nei settori orientale e sud-orientale del territorio metropolitano si stagliano le dorsali carbonatiche della cosiddetta "**Regione Orientale**" (*sensu* Ventriglia, 1990); si tratta delle strutture interne dell'Appennino Centrale, separate dalle unità arenaceo-pelitiche flyschoidi mioceniche, interposte durante la costituzione dell'orogene. I rilievi più occidentali del Preappennino Laziale (Monti Lucretili, Tiburtini, Ruffi, Prenestini) sono costituiti da unità calcareo-silicee meso-cenozoiche del Dominio di transizione Sabino; ancora più ad Ovest emergono dalla morfologia della Campagna Romana gli *horst* carbonatici del Monte Soratte e dei Monti Cornicolani. Spostandosi invece verso oriente, si risale il corso dell'Aniene sino ad incontrare il tratto meridionale del lineamento tettonico ad asse meridiano, noto in letteratura come "Linea Olevano- Antrodoco"; tale elemento strutturale, che ha controllato la sovrapposizione delle unità tettoniche di transizione su quelle di piattaforma, ha condizionato l'impostazione della media Valle del Fiume Aniene. In destra idrografica dell'Aniene si ergono i rilievi carbonatici in facies di piattaforma carbonatica laziale abruzzese dei Monti Simbruini, mentre la adiacente dorsale dei Monti Affilani, anch'essa ad asse appenninico come quella simbruina, separare funge da spartiacque con la testata del bacino del Fiume Sacco, che scorre verso sud per confluire nell'alto bacino del sistema fluviale Liri- Garigliano- Volturno.

3. PERICOLOSITÀ NATURALI E RISCHI TERRITORIALI DELL'AREA METROPOLITANA

La varietà descritta dei caratteri geologici, geomorfologici e vegetazionali del territorio metropolitano di Roma Capitale controlla natura e distribuzione dei fattori di pericolosità naturali, riconducibili ai seguenti punti:

- Fenomeni franosi;
- Alluvioni e esondazioni;
- Sismicità locale (incluse zone della piattaforma continentale tirrenica);
- Effetti sismici di *far-field*;
- Maremoti;
- Sinkholes, collasso di cavità sotterranee e subsidenza;
- Emissioni di gas endogeni e attività idrotermale;
- Schianto di alberi e caduta di rami.

Un campo di sovrapposizione tra rischi naturali e antropici è rappresentato dalle criticità quantitative e qualitative delle acque sotterranee (rispettivamente il depauperamento e la contaminazione) che sono strettamente condizionati dalle attività umane che alterano equilibri delle risorse idrogeologiche.

Andando a sovrapporre lo spettro di fenomeni sopra descritti con la distribuzione delle attività antropiche nel contesto metropolitano emerge un quadro assai complesso di rischi territoriali. L'area metropolitana di Roma Capitale sui suoi 5.363,22 km² di superficie ospita 4.222.631 abitanti (dati stimati ISTAT al 31/12/2021), con una densità media di circa 787 abitanti per km². La maggior parte della popolazione residente si concentra nell'area urbana di Roma, che conta oltre 2.780.000 cittadini distribuiti sui suoi 1.287,4 km² di estensione. I Comuni, inclusa la Capitale, sono 121. Si tratta perciò della prima provincia italiana per superficie e popolosità. Tali dimensioni rendono perciò Roma Capitale la terza metropoli tra quelle europee. La rete viaria è assai sviluppata, con presenza di cinque tratte autostradali e un capillare reticolo di strade statali, provinciali e comunali. Analoghe considerazioni possono farsi per la rete ferroviaria, la presenza di porti ed aeroporti, di infrastrutture a rete, di un considerevole patrimonio edilizio pubblico (tra cui assumono per la CMRC particolare importanza gli edifici scolastici) e privato. I distretti industriali risultano concentrati in aree specifiche (Civitavecchia, Pomezia, Colleferro, Roma zona Valle Galeria, ecc.).

Gli elementi vulnerabili possono essere raggruppati nelle seguenti categorie: popolazione; luoghi di concentrazione della popolazione; popolazione debole; beni culturali; beni ambientali; infrastrutture per la mobilità e il trasporto, con particolare riferimento ai manufatti e alle opere d'arte (gallerie, ponti, viadotti). Laddove il grado di antropizzazione è più elevato, maggiore è l'esposizione ai rischi territoriali connessi alle attività umane (incendio; incendio boschivo di interfaccia; industriale; radiologico e nucleare; chimico; batteriologico e sanitario; terroristico; blackout; grandi eventi; trasporti aerei, terrestri e sull'acqua).

4. CONTROLLO E MONITORAGGIO PER LA SICUREZZA DELLE INFRASTRUTTURE E DEL TERRITORIO

La Legge Regionale del Lazio n. 14/1999 *"Organizzazione delle funzioni a livello regionale e locale per la realizzazione del decentramento amministrativo"*, così come successivamente modifica e integrata, attribuisce alle province le funzioni di *"stesura di programmi provinciali di previsione e prevenzione e la relativa realizzazione, in conformità con i programmi regionali"*. In virtù di tale previsione normativa, l'Ente è impegnato da molti anni, prima come Provincia di Roma e oggi come CMRC, in attività specifiche per la previsione e prevenzione dei rischi naturali sul proprio territorio, tradizionalmente curate dal Servizio Geologico. A partire dal 2016 l'Ufficio ha cominciato a sviluppare anche una linea di attività dedicata ai rischi antropici.

La competenza tecnico-specialistica riguarda perciò le attività di raccolta e rilevazione dati, gestione ed implementazione di banche dati tecnico-scientifiche ed effettuazione di analisi territoriali per ciascuna ipotesi di rischio naturale interessanti l'ambito metropolitano. Tali programmi di previsione e prevenzione dei rischi territoriali sono da attuarsi in forma completa ed integrata rispetto agli aspetti di carattere operativo e gestionale per la gestione delle emergenze, nonché di supporto logistico al sistema di protezione civile, che fanno invece capo all'Ufficio Protezione Civile istituito nella direzione dell'Ufficio Extradipartimentale Polizia Metropolitana.

Nell'ambito delle attività di previsione e prevenzione dei rischi di competenza della Città metropolitana di Roma Capitale, risulta opportuno e razionale garantire un'omogeneità della metodologia scientifica dell'analisi territoriale. La conoscenza del territorio è infatti presupposto

fondamentale per la prevenzione dei fenomeni calamitosi e per uno sviluppo delle attività umane sostenibile e compatibile con l'ambiente naturale.

Un prezioso patrimonio di conoscenze a supporto della pianificazione è rappresentato dai risultati sinora acquisiti tramite le attività di previsione e prevenzione dei rischi nell'area metropolitana impostate dal Servizio Geologico nel corso dei suoi quarant'anni di attività, anche in collaborazione con altri Uffici dell'Amministrazione o con altri Enti, a partire da quanto svolto proficuamente in passato dalla Provincia di Roma. La base informativa di partenza è costituita dai risultati finali dei progetti avviati in passato e/o dei risultati parziali dei progetti tuttora in corso di realizzazione. Alcuni di essi sono stati realizzati nell'ambito di accordi di collaborazione tra Amministrazioni, ai sensi dell'art. 15 della Legge 241/1990 e ss.mm.ii.

In ragione delle caratteristiche geologiche del territorio metropolitano e delle finalità applicative, il Servizio Geologico ha storicamente concentrato prevalentemente l'impegno sul monitoraggio dei fenomeni franosi, dei sinkholes, dello sviluppo di reti di cavità sotterranee e sull'esplorazione geologica del sottosuolo con metodi diretti ed indiretti. Per il monitoraggio del territorio vengono svolte attività tecnico-specialistiche, svolte autonomamente dal Servizio con le risorse strumentali a disposizione o in collaborazione con altri Enti o ricorrendo a soggetti esterni qualificati ai sensi del Codice dei contratti pubblici, consistenti in: indagini geologiche; ricognizioni in situ e redazione delle relative relazioni geologiche, tecniche e specialistiche; prospezioni geofisiche di tipo sismico e geoelettrico; indagini geotecniche e sondaggi geognostici; letture inclinometriche; prospezioni idrogeologiche (misurazioni piezometriche periodiche, prove di portata in alveo, ecc.); rilievi GPS e rilievi topografici; rilievi batimetrici e morfologici dei bacini lacustri; cartografie tematiche.

Nei paragrafi successivi vengono illustrati in sintesi i principali progetti di monitoraggio realizzati.

4.1 FENOMENI DI DISSESTO GEO-IDROLOGICO

Nell'area metropolitana di Roma Capitale vi è una elevata frequenza di fenomeni franosi diffusi, prevalentemente di piccola intensità e limitata estensione areale. Tali caratteristiche mettono comunque ripetutamente in crisi il sistema e le reti di comunicazioni a livello locale, in quanto lo sviluppo articolato della rete viaria provinciale fa sì che i dissesti la colpiscano frequentemente.

Molti degli eventi sono connaturati alle caratteristiche costruttive delle strade minori, in gran parte realizzate intorno agli anni Cinquanta del secolo scorso come ampliamenti di vie di collegamento tra paesi, con presidi idraulici assenti o insufficienti. In molti casi ci sono circostanze locali indotte sull'arteria stradale dai terreni confinanti (ad esempio ruscellamenti e scarichi di acque concentrati provenienti da terreni o strade vicinali che si innestano sulla viabilità provinciale) che innescano fenomeni gravitativi, o alluvionamento nei tratti in pianura. Questi aspetti specifici condizionano negativamente il governo del territorio e la difesa del suolo, costringendo in molti casi l'Ente gestore della strada l'avvio di difficoltose azioni nei confronti dei soggetti terzi da cui subisce un danno, ove sia dimostrabile tecnicamente il rapporto di causa-effetto.

Sono infine limitati, nel territorio metropolitano, i fenomeni in atto di dimensioni considerevoli e interessano l'intero versante. In prima analisi si individuano i seguenti tratti stradali critici:

- S.P. 3/a Braccianese Claudia km 13+100 (Comune di Tolfa);
- S.P. 45/a Subiaco Jenne km 0+500 (Comune di Subiaco);
- S.P. 33/a Empolitana I tratto urbano del Comune di San Vito Romano);
- S.P. 4/a Settevene palo II tronco (Comuni di Bracciano e Cerveteri);
- S.P. 79/b Genzano Lago (Comune di Genzano).

Soprattutto queste situazioni instabili di maggiore estensione mettono in difficoltà la CMRC, non solo per carenza di risorse a copertura dei costosi interventi di bonifica completa dell'intero versante, ma anche perché ciò esula dalle competenze l'Ente proprietario del singolo tratto stradale, che magari attraversa il versante n questione solo per qualche decina o centinaia di metri. Occorre perciò il coinvolgimento straordinario di Amministrazioni statali e regionali sovraordinate, competenti in materia di difesa del suolo, per accedere a fonti di finanziamento straordinarie, quali il progetto ReNDiS ("Repertorio Nazionale degli interventi per la Difesa del Suolo)" del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica.

Nel solco della tradizione provinciale (fig. 5), gli Uffici tecnici garantiscono comunque il monitoraggio puntuale delle situazioni di dissesto conclamato o potenziale, con attività ispettiva diretta degli operatori. Lo sforzo maggiore continua ad essere profuso nella fase post-evento, tramite studi e indagini specialistiche di dettaglio finalizzate alla progettazione e realizzazione di lavori di messa in sicurezza del territorio e delle infrastrutture su versanti interessati da frane e dissesti.

La sempre più frequente occorrenza di eventi meteorologici estremi o concentrati in brevi intervalli di tempo sta da anni determinando dissesti geo-idrologici diffusi. Per tali ragioni il Servizio Geologico ha impostato d'iniziativa vari progetti innovativi orientati alla previsione e prevenzione delle frane con l'ausilio della tecnologia.

4.1.1 Progetto FRANARISK

A partire dal 2005 il Servizio ha avviato un'analisi di suscettibilità da frana del territorio provinciale. Il progetto pilota, realizzato con ENEA e Università Roma TRE- Dipartimento di Scienze Geologiche tra il 2005 e il 2007, ha riguardato un'area campione del settore orientale, tra le dorsali dei Monti Prenestini e Ruffi. Negli anni successivi, tramite affidamento a studi professionali specializzati e da ultimo all'Università Sapienza- Dipartimento di Scienze della Terra, sono state completate altre aree campione andando a coprire circa 1000 km² (pari a quasi un quinto del territorio metropolitano).

Tra il 2017 e il 2019 è stato finalmente effettuato nell'ambito di accordo di collaborazione con il citato Dipartimento di Sapienza, uno studio integrale del territorio metropolitano, anche con comparazione di metodologie analitiche, funzionale ad analisi preliminari di esposizione di infrastrutture e strutture strategiche. Tale sintesi di studi su area vasta rappresenta una valida base a supporto delle attività di prevenzione e pianificazione del rischio.

4.1.2 Studio sui dissesti e monitoraggio di aree in frana nel territorio dell'area metropolitana di Roma, con particolare riguardo alla viabilità e ai centri urbani

Tra il 2021 e il 2023, in collaborazione con l'Università degli Studi di Torino- Dipartimento di Scienze della Terra, è stato effettuato uno studio tecnico-scientifico per la previsione e prevenzione del dissesto geo-idrologico dei territori comunali di San Vito Romano, Bellegra, Rocca S. Stefano, Pisoniano, Gerano e municipalità limitrofe, già attenzionate da anni per la presenza di due infrastrutture metropolitane ad alto rischio- la S.P. Empolitana I e la S.P. Empolitana II - nel passato recente e prossimo sono state diffusamente interessate da dissesti, con perdita della funzionalità strategica per la mobilità locale. I risultati sono stati messi a disposizione del Dipartimento Viabilità quale base metodologica per l'avvio delle azioni di controllo e intervento sul territorio.

In parallelo il tema è stato affrontato dal punto di vista della caratterizzazione geologico-tecnica e geofisica dei siti nell'ambito di un lungo rapporto di collaborazione con Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, iniziato nel 2012 con due fasi attuative quinquennali (2012-17; 2018-2023) e attualmente in fase di rinnovo per un terzo periodo di pari durata.

4.1.3 Presidio territoriale ad alta tecnologia per monitoraggio strumentale continuo dei fenomeni franosi sulla viabilità e nei centri urbani

Grazie ai risultati dei vari progetti descritti sopra è stato possibile mettere a punto, in collaborazione con il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Torino, un'applicazione consistente nella realizzazione di un prototipo di presidio territoriale ad alta tecnologia per il monitoraggio strumentale continuo di fenomeni franosi, che interessano la viabilità metropolitana e i centri urbani.

L'area campione N° 1 coincide con il tratto della S.P. 62/a Empolitana I che attraversa i territori comunali di San Vito Romano e Pisoniano, come detto già attenzionato da tempo. Il presidio territoriale N° 1 comprende QUATTRO siti critici:

- **SITO N. 1: S.P. 62/a al KM 19+800 (Comune di Pisoniano)** installazione sistema estensimetrico per monitoraggio gabbionata lato valle tornante.
- **SITO N. 2: S.P. 62/a BIVIO CAPRANICA (Comune di Pisoniano)** installazione in due fori di sondaggio (di pertinenza di CMRC) rispettivamente di un sistema inclinometrico e di un sistema piezometrico per monitoraggio fenomeno franoso;
- **SITO N. 3: S.P. 62/a altezza Via Le Cese presso Cappelletta votiva (Comune di S. Vito Romano)-** installazione in due fori di sondaggio (di pertinenza di CMRC) rispettivamente di un sistema inclinometrico e di un sistema piezometrico per monitoraggio fenomeno franoso;
- **SITO N. 4: S.P. 62/a km 24+750 circa, nel centro urbano a valle campo sportivo (Comune di S. Vito Romano)** installazione in un foro di sondaggio (di pertinenza del Comune) di un sistema inclinometrico per monitoraggio fenomeno franoso.

Ciascun sito viene attrezzato con apparati di alimentazione tramite pannello fotovoltaico installato su palo, regolatori di carica e batterie, pozzetto con centrale di acquisizione dati (*Wired multichannel datalogger*) e modem 4G per trasmissione tramite *webservice*.

Le attività, programmate a partire dalla fine del 2022, sono entrate ad inizio 2024 nella fase di installazione della sensoristica, con successiva messa in esercizio sperimentale, nel corso dell'anno, del prototipo di modello di raccolta e gestione dati di monitoraggio in tempo reale dei fenomeni di dissesto geo-idrologico, tramite piattaforma sviluppata con l'Università di Torino nell'ambito della collaborazione. Una volta completata l'installazione e il conseguente periodo di esercizio sperimentale del sistema, verranno create utenze specifiche per ciascuno degli Enti preposti alla gestione del territorio e delle emergenze, con relativa definizione delle procedure e del sistema di allertamento.

In conclusione si evidenzia che tale sistema di presidio territoriale ad elevata tecnologia con sistemi telemetrici di controllo non ha equivalenti nell'area metropolitana, e pertanto assume rilevanza ai fini del Piano Strategico Metropolitano.

4.2 SINKHOLES, SUBSIDENZA, SPROFONDAMENTI

Il tema delle cavità sotterranee e dei fenomeni di sprofondamento, che costituisce una linea di attività caratterizzante il Servizio Geologico metropolitano sin dalla sua istituzione (Argentieri *et alii*, 2018), ha avuto negli ultimi anni ulteriore sviluppo con varie azioni, di seguito riassunte.

In primo luogo il tema è stato affrontato dal punto di vista della caratterizzazione geologico-tecnica e geofisica dei siti della lunga collaborazione con l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, già citata nel par. 4.1.2.; le zone a rischio sinkhole studiate comprendono i settori di pianura dei comuni di Guidonia e Tivoli (bacino delle Acque Albule), Palombara sabina (bacino di Cretone), Capena e Fiano Romano (Valle del Fosso di San Martino), Marcellina (Piana di Pozzo Grande), Montelibretti (Fosso Carolano), Montelanico (valle de Il Rio). Per quanto concerne i sinkholes antropogenici sono state studiate, nel perimetro urbano di Roma, le aree verdi del Parco Ytzak Rabin, Villa Ada e Villa Torlonia. Il tema della subsidenza e degli sprofondamenti ha interessato anche diversi plessi scolastici, presso cui il Servizio ha commissionato specifiche indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche a Roma (Ist. Piaget, quartiere Quadraro; Ist. Via Asmara quartiere Africano; Ist. Caravaggio, quartiere Ardeatino), Tivoli (Ist. Volta), Guidonia (Ist. Pisano). Infine si è contribuito al censimento delle cavità sotterranee nell'area urbana di Roma Capitale coordinato da ISPRA- Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale- Dipartimento Servizio Geologico d'Italia (Nisio *et alii*, 2017).

4.3 MONITORAGGIO EDIFICI, INFRASTRUTTURE E AREE SENSIBILI

4.3.1 Progetto pilota “IOPS” per la definizione dei livelli di operatività strutturale di edifici scolastici della CMRC

Tra il 2017 e il 2019 il Servizio, di concerto con la Direzione del Dipartimento, ha concepito, progettato e portato a compimento un progetto sul tema della valutazione speditiva strumentale della vulnerabilità del patrimonio edilizio scolastico, nell'ambito di un accordo di collaborazione ai sensi dell'art. 15 della L.241/1990 e ss.mm.ii. con l'Università degli Studi Roma TRE- Dipartimento di Architettura. L'esigenza è emersa a seguito della sequenza sismica dell'Appennino Centrale del 2016-17, che ha stimolato nuove iniziative conoscitive orientate alla prevenzione.

Applicando la metodologia SMAV, messa a punto dal Dipartimento Protezione Civile- Presidenza del Consiglio dei Ministri (DPC), si è determinato l'indice di operatività strutturale (IOPS) per ciascun edificio, acquisendo informazioni utili e propedeutiche alle analisi di vulnerabilità programmate o in corso a cura del Dipartimento Edilizia scolastica. Il progetto pilota, che prevedeva l'esecuzione di misure sperimentali su quindici Istituti scolastici campione distribuiti nel territorio metropolitano, si è positivamente concluso con definizione dei livelli di operatività strutturale degli edifici scolastici campione. Tutte le attività sono state svolte di concerto con il DPC, in base ad intesa con il competente Ufficio Previsione e Prevenzione.

Ai sensi della normativa vigente in materia di classificazione sismica del territorio (D.G.R. Lazio n. 387/2009; D.G.R. Lazio n. 835/2009; D.G.R. Lazio n. 545 /2010; DGR Lazio n. 490/2011; D.G.R. Lazio n. 489/2012; D.G.R. Lazio n. 535/2012; D.M. Infrastrutture e dei Trasporti del 17/1/2018 *Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le costruzioni”*; Regolamento Regionale 16 aprile 2021, n. 7) tutte le strutture per l'istruzione (Asili Nido, Plessi Scolastici, Scuole di ogni ordine e grado) ricadono in Classe d'uso III “Rilevanti” (*Costruzioni rilevanti il cui uso preveda affollamenti significativi con riferimento a un eventuale collasso della struttura*).

Il progetto si è articolato in 4 fasi consecutive:

- A) Acquisizione delle informazioni di base
- B) Misure di vibrazione ambientale e identificazione dei parametri modali sperimentali sul primo campione di 9 scuole
- C) Misure di vibrazione ambientale e identificazione dei parametri modali sperimentali sul secondo campione di 6 scuole
- D) Costruzione del modello SMAV e calcolo dell'Indice di Operatività Strutturale IOPS

I risultati sono stati messi a disposizione del Dipartimento Edilizia scolastica quale base metodologica per l'avvio delle azioni di controllo sul territorio.

4.3.2 Monitoraggio sismico permanente di Palazzo Valentini nell'ambito del progetto nazionale Osservatorio Sismico delle Strutture

Nell'ambito di una collaborazione con il già citato DPC, nel 2020 è stata promossa un'indagine pilota sul patrimonio edilizio della Città Metropolitana, con particolare riguardo agli edifici scolastici. D'intesa con l'Ufficio Centrale Risorse strumentali, si è concentrata l'attenzione sull'immobile di Palazzo Valentini, sede istituzionale sia di CMRC, sia della Prefettura di Roma, e per quest'ultimo motivo **edificio strategico** ai sensi della già citata normativa vigente in materia di classificazione sismica del territorio. Le sedi delle Prefetture ricadono infatti nell'elenco delle strutture in Classe d'uso IV "Strategiche" (*Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di evento sismico*).

Per tali ragioni, cogliendo l'opportunità proposta dal DPC, in considerazione sia della funzione strategica sia del valore storico, architettonico e artistico di Palazzo Valentini, è stato quindi installato un sistema di monitoraggio di tipo innovativo, basato su sensori digitali e sempre attivo che, in caso di terremoto, restituisce i livelli di accelerazione subito dall'edificio e quindi potenzialmente il livello di danno subito, fornendo informazioni propedeutiche allo studio del modello strutturale dell'intero immobile. Il sistema, installato e attivo per rimanere in funzione a tempo indeterminato, è costituito da quattro sensori di piccole dimensioni posizionati al terzo livello dell'edificio, più un quinto sensore con registratore integrato situato al livello seminterrato. Nell'Ottobre 2020 sono state poi condotte misure sperimentali (analoghe a quelle già effettuate presso gli istituti scolastici) posizionando temporaneamente, nelle stesse posizioni in pianta dei sensori del sistema di monitoraggio permanente, sensori sul solaio del primo, secondo e terzo piano, sviluppando un modello SMAV semplificato della struttura dell'edificio per costituire una base interpretativa per la lettura dei dati acquisiti dai sensori permanenti.

L'attività è funzionale all'inserimento dell'edificio nell'Osservatorio Sismico delle Strutture (OSS), rete nazionale per il monitoraggio sismico permanente di strutture e infrastrutture pubbliche, attualmente costituita da 162 sistemi di monitoraggio (152 edifici: scuole, ospedali, municipi e altre tipologie; 7 ponti; 3 dighe), gestita dal Dipartimento delle Protezione Civile. La rete OSS ha un alto tasso di omogeneità strumentale e di efficienza, oltre che una completa concentrazione dei dati, mediante teletrasmissione ad un unico centro di acquisizione ed elaborazione, situato a Roma presso la sede del DPC di via Vitorchiano 4.

Infine il giorno 27 Ottobre 2020 è stata installata nei livelli interrati dell'edificio, previa predisposizione del cablaggio a cura dell'UC Risorse strumentali, una postazione accelerometrica della Rete Accelerometrica Nazionale (RAN), anch'essa gestita dal DPC.

Tutte le spese per la fornitura e l'installazione della strumentazione sono a carico del DPC, mentre CMRC ha dato tutto il supporto logistico e tecnico per il montaggio delle componenti e per l'installazione dei cavi di collegamento. Come per tutte le strutture dell'OSS, la gestione del sistema e l'elaborazione dei dati saranno effettuate direttamente dal DPC, che per le attività *in situ* si avvarrà del proprio appaltatore. La Città metropolitana sarà dotata delle credenziali per accedere al sistema e ai dati risultanti dai monitoraggi.

4.3.3 Caratterizzazione di siti rappresentativi tramite studi di risposta sismica locale (R.S.L.) presso beni immobili di pertinenza della CMRC

Nell'ambito dell'Accordo di collaborazione con l'INGV sono stati condotti risultati degli studi di risposta sismica locale presso otto siti rappresentativi selezionati tra beni immobili o infrastrutture, esistenti o in fase di progettazione, di pertinenza della CMRC:

- Cinque edifici scolastici nell'area urbana di Roma (IPSEOA "P. Artusi"; ITA "G. Garibaldi"; ITIS/LS "G. Giorgi"; ITAGR "E. Sereni"; LS/LM "Farnesina");
- Un immobile istituzionale (Palazzo Valentini in Via IV Novembre 119/A, già considerato nel paragrafo precedente);

- Due tratti di viabilità metropolitana (S.P. 48/a Gerano – Rocca Santo Stefano km 0+500; S.P. 86/a Traiana Segni – Roccamassima km 1+000).

I modelli di sottosuolo sono stati realizzati tenendo conto delle indagini già realizzate da CMRC presso i siti in esame. In 5 di essi sono state necessarie misure geofisiche aggiuntive, al fine di aumentare il grado di conoscenza del sottosuolo, consistenti in misure di rumore sismico a stazione singola e/o tramite *array*. In 5 casi le simulazioni sono state realizzate considerando un approccio monodimensionale (laddove l'assetto del sottosuolo non mostrava al di sotto dell'opera importanti variazioni ed eteropie laterali); nei 3 tre casi restanti è stato necessario applicare un approccio bidimensionale.

La caratterizzazione del sottosuolo in conformità alla normativa vigente risulta fondamentale per definire il modello del complesso opere edilizie/terreno di fondazione.

4.3.4 Progetto PONTI

Tra il 2017 e il 2019 il Servizio, di concerto con la Direzione del Dipartimento, ha portato a compimento un progetto sul tema della valutazione della capacità portante del patrimonio infrastrutturale di ponti, viadotti ed opere assimilabili della Città Metropolitana di Roma Capitale, nell'ambito di un accordo di collaborazione ai sensi dell'art. 15 della L.241/1990 e ss.mm.ii. con l'Università degli Studi Roma TRE- Dipartimento di Architettura. L'iniziativa fu concepita d'iniziativa e avviata, ben prima del tragico incidente del collasso del viadotto di Genova nell'agosto 2018; dopo di allora il tema ha assunto ancor maggiore rilevanza per la gestione del patrimonio infrastrutturale.

Il progetto si è articolato in 5 fasi consecutive:

- E) Censimento ed analisi quantitativa del patrimonio esistente
- F) Aspetti rete di trasporto
- G) Tipologie strutturali e aspetti normativi
- H) Indagini su opere specifiche
- I) Valutazione della Capacità Portante delle singole opere

I risultati sono stati messi a disposizione del Dipartimento Viabilità quale base metodologica per l'avvio delle azioni di controllo sul territorio. Pur se superato dalle successive evoluzioni normative che hanno dettato tempi e modalità per il controllo di tali opere d'arte, resta ferma la validità dell'idea originaria quale contributo alla cultura della gestione in sicurezza delle infrastrutture.

5. CARATTERIZZAZIONE DEI BACINI LACUSTRI METROPOLITANI

L'area metropolitana è caratterizzata dalla presenza di quattro bacini lacustri principali (Bracciano- 56,5 km²; Martignano- 2,44 Km², Albano di Castel Gandolfo- 6 km²; Nemi- 1,67 Km²) che, oltre a rappresentare risorse naturali ed ambientali, costituiscono elementi territoriali critici, con particolare riguardo alla sicurezza della navigazione e balneazione nelle acque interne.

Il Servizio Geologico ha infatti avviato d'iniziativa, a partire dal 2019, progetti pilota volti alla caratterizzazione batimetrica e morfologica dei bacini lacustri dei Monti Sabatini, considerate attività funzionali al processo di redazione del piano strategico metropolitano (PSM). L'attenzione è stata rivolta in primo luogo al Lago di Martignano, di cui non risultavano disponibili dati accurati, e a quello di Bracciano, su cui si disponeva solo contare di rilievi effettuati dal CNR nel 1968. Tale lacuna conoscitiva è apparsa perciò da colmare in ragione delle numerose possibili applicazioni, a partire dalla sicurezza della navigazione e balneazione. Tra il 2020 e il 2022 sono stati portati a compimento, tramite affidamento ad operatore economico specializzato, i rilievi morfologici e batimetrici di dettaglio dell'intero bacino di Martignano e poi di alcuni settori di quello di Bracciano.

Sulla base di tale patrimonio di informazioni il Servizio si è fatto promotore di un apposito accordo interistituzionale per lo sviluppo di un sistema informativo sui laghi dell'area metropolitana, con particolare riferimento ai laghi di Bracciano e Martignano; l'accordo, sottoscritto nel 2023, coinvolge i seguenti altri Enti: Regione Lazio (Direzione Regionale Ambiente; Regione Lazio- Parco Naturale Regionale Bracciano Martignano); Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale (ISPRA)- Dipartimento Servizio Geologico d'Italia; Università degli Studi Roma TRE- Dipartimento di Scienze. Sono infatti in corso i rilevamenti per il nuovo Foglio "Bracciano" della Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000, che comprende anche l'esplorazione delle zone sommerse. Una volta completata la piattaforma di gestione con l'integrazione dei dati forniti da ciascun partner dell'accordo, verranno create utenze specifiche per ciascuno degli Enti preposti alla gestione del territorio e delle emergenze.

6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il Piano Strategico Metropolitano (PSM) è lo strumento con cui si individuano e si coordinano le strategie di sviluppo dell'intero territorio metropolitano, orientando le azioni della CMRC, dei Comuni e delle Unioni di Comuni. Il PSM 2022/2024, approvato il 14/12/2022 dal Consiglio metropolitano, fissa gli obiettivi generali, settoriali e trasversali nel medio e lungo termine, individuando priorità di intervento, risorse necessarie e il metodo di attuazione.

I diversi progetti brevemente descritti in questa nota stanno progressivamente trovando una collocazione organica all'interno del Piano Strategico Metropolitano (PSM), di cui è in corso l'aggiornamento. Una prospettiva di interesse è l'integrazione delle attività di difesa del suolo e monitoraggio di beni immobili e infrastrutture con omologhi progetti di tutela ambientale, conclusi o in fase di realizzazione. Ad esempio il Servizio 3 *"Aree protette e tutela della biodiversità"* del Dipartimento III *"Ambiente e tutela del territorio: acqua- rifiuti- energia- aree protette"* ha impostato due importanti iniziative nelle aree protette a gestione metropolitana (sistema di videosorveglianza tramite termocamere e telecamere ottiche nella Riserva Naturale di Monte Catillo, che ad oggi costituisce un *unicum* nel Lazio; sistema di videosorveglianza ottica per la prevenzione degli illeciti nella R.N. Macchia di Gattaceca e Macchia del Barco e nella R.N. Nomentum) con funzioni di presidio territoriale ad alta tecnologia.

Appare perciò possibile implementare, sulla base di quanto concretamente già fatto, un prototipo di rete per il monitoraggio strumentale, tramite cui ottemperare anche alle funzioni di presidio territoriale che spettano alla Città metropolitana e ai Comuni, anche ai sensi della Deliberazione della Giunta Regionale del Lazio n. 865 del 26/11/2019 inerente il sistema di allertamento per il rischio meteo, idrogeologico ed idraulico ai fini di protezione civile. Il tutto da inquadrarsi, nel prossimo futuro, in una necessaria organizzazione di settore per la gestione dell'emergenza di area vasta, su cui il Servizio ha predisposto, nell'ambito di accordo di collaborazione con collaborazione con l'Università di Roma Tor Vergata- Dipartimento di Ingegneria dell'impresa (2018-2021) una proposta di Linee Guida per la pianificazione per l'aggiornamento e armonizzazione delle banche dati su rischi e criticità territoriali.

Ringraziamenti

La sintesi presentata in questa nota si riferisce ai risultati acquisiti nell'ambito di progetti speciali, condotti dal Servizio Geologico tramite l'interazione del personale di CMRC con vari tecnici e ricercatori specialisti, portando alla produzione non solo di rapporti tecnici e pubblicazioni scientifiche, ma anche di strumenti concreti per la sicurezza del territorio (**Progetti Franarisk:** Giandomenico Fubelli, Claudio Puglisi, Gabriele Leoni, Francesco Dramis, Massimo Mattei, Gabriele Scarascia Mugnozza, Carlo Esposito, Gianmarco Marmoni; **Progetto INGV dissesti e sinkholes:** Riccardo De Ritis, Massimo Chiappini; **Progetto presidio territoriale frane:** Giandomenico Fubelli, Francesco Seitone, Carlotta Scaroni, Claudio Lafavia, Lionello Fittante; **Progetto INGV Risposta sismica locale:** Marta Pischiutta; **Progetto OSS Palazzo Valentini:** Daniele Spina, Giuseppe Naso, Bruna Perniola, Roberta Stecchiotti, Roberto Del Signore; **Progetto IOPS:** Stefano Gabriele, Gloria Rita Argento, Daniele Spina, Giuseppe Naso, Bruna Perniola, Francesco Zacco; **Progetto PONTI:** Fabio Brancaleoni, Silvia Santini, Bruna Perniola, Giampiero Orsini; **Progetti sinkhole e cavità sotterranee:** Riccardo De Ritis, Stefania Nisio, Michele Di Filippo, Siro Margottini, Flavio Cecchini, Maria Di Nezza; **Progetto linee guida pianificazione emergenza di area vasta:** Maria Ioannilli). Analogo spirito innovativo ha ispirato i progetti tecnici per le Aree Protette metropolitane del Serv. 3 Dip. III, a cui hanno partecipato Loredana Sgroi, Alessandra Presta, Maria Vinci, Vincenzo Buonfiglio, Andrea Di Lisa, Andrea Biddau. A tutti costoro va un sentito ringraziamento per il contributo prestato alla crescita della cultura della sicurezza e della prevenzione nell'area metropolitana di Roma Capitale.

BIBLIOGRAFIA

ARGENTIERI A., OCCHIGROSSI B.C., PIRO M. & ROTELLA G. (2018), *Natural and anthropogenic cavities and sinkholes in Rome metropolitan area: from geological and speleological research to land management*, Rend. Online Soc. Geol. It., Vol. 44 (2018), pp. 104-111.

FERRARI V. (1932), *Cavità naturali, grotte, pozzi, ecc. esistenti nella Provincia di Roma*. Manoscritto inedito Provincia di Roma-Ufficio Tecnico, Biblioteca Provinciale di Roma.

FUNICIELLO R., a cura di (1995), *La geologia di Roma. Il centro storico*. Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia, 50, 547 pp.

NISIO S., ALLEVI M., CIOTOLI G., FERRI G., FIORE R., LANZINI M., ROMA M., PAOLUCCI R., STRANIERI I., SUCCHIARELLI C. (2017), *Carta delle cavità sotterranee di Roma*. ISPRA

NOVARESE V. (1931), *Tommaso Tittoni (1855-1931)*, Bollettino della Società Geologica Italiana, 50, fasc. 2, CXXV-CXXVII.

REGIONE LAZIO (2019), Deliberazione della Giunta Regionale n. 865 del 26/11/2019 *"Aggiornamento delle direttive riguardanti il Sistema di allertamento per il rischio meteo, idrogeologico ed idraulico ai fini di protezione civile; modifiche alla D.G.R. n. 272 del 15 giugno 2012"*.

TASSANI G. (2019), *Tittoni, Tommaso*, Dizionario Biografico degli Italiani, 95, Istituto dell'Enciclopedia fondato da Giovanni Treccani [https://www.treccani.it/enciclopedia/tommaso-tittoni_\(Dizionario-Biografico\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/tommaso-tittoni_(Dizionario-Biografico)/)

TITTONI T. (1885), *La regione trachitica dell'Agro Sabatino e Cerite*, Bollettino della Società Geologica Italiana, 4, fasc. 1, pp. 337 – 376, con allegata Carta geologica alla scala 1:50.000.

TITTONI T. (1924), *La Geologia dei vulcani romani*, Conferenza tenuta in Roma il 12 aprile 1924 in occasione del cinquantenario della fondazione della Sezione di Roma del Club Alpino. CAI Sezione di Roma, Milano.

VENTRIGLIA U. (1971), *Geologia della città di Roma*. Amministrazione Provinciale di Roma, 417 pp.

VENTRIGLIA U. (1988-1990), *Idrogeologia della Provincia di Roma*. Vol. I- II- III- IV, Amministrazione Provinciale di Roma- Assessorato LL.PP., Viabilità e Trasporti.

VENTRIGLIA U. (2002), *Geologia del territorio del Comune di Roma*. Amministrazione Provinciale di Roma, 809 pp.

www.cittametropolitanaroma.it (accesso 3/3/2024)

<https://pianostrategico.cittametropolitanaroma.it/> (accesso 4/3/2024)