

IL RUOLO DEL SERVIZIO GEOLOGICO DELLA PROVINCIA DI ROMA NEL GOVERNO DEL TERRITORIO: IL CASO DEL SINKHOLE DI MARCELLINA (ROMA).

ARGENTIERI ALESSIO*, **LORETELLI SANDRO****,
VECCHIA PIERLUIGI*, **SCIARRA PASQUALE****

*Provincia di Roma- Dipartimento V- Servizio 4° “Geologico”

**Provincia di Roma- Dipartimento VI- Servizio 1° “ Trasporti, mobilità, sicurezza del territorio e della circolazione stradale”

1. IL SINKHOLE DI MARCELLINA

1.1. Premessa

Lo studio del cover collapse sinkhole di Pozzo Grande (Marcellina, Roma), verificatosi improvvisamente nel gennaio 2001 nel preappennino laziale, in corrispondenza del settore pedemontano dei Monti Lucretili, può fornire un interessante contributo per quanto riguarda due aspetti principali che, seppure ben distinti, risultano strettamente interconnessi tra loro: da un lato la caratterizzazione dei meccanismi genetici dei fenomeni di sprofondamento catastrofico nel dominio peritirrenico dell'Italia centrale; dall'altro la messa a punto di procedure operative ed amministrative da attuare nelle fasi di emergenza, finalizzate al supporto tecnico- specialistico agli organi decisionali, nonché nelle successive attività di monitoraggio, analisi, pianificazione e gestione del territorio.

Il case history del sinkhole di Pozzo Grande (Figura 1) presenta infatti, pur nel suo peculiare contesto geologico, notevoli affinità, per quanto concerne la possibilità di osservare l'evento sin dal suo manifestarsi, con fenomeni analoghi verificatisi negli ultimi anni in corrispondenza del margine tirrenico tosco-laziale, quali lo sprofondamento di Camaiore - località Le Funi del 15 ottobre 1995 (BUCHIGNANI, 2002; BUCHIGNANI & CHINES, 2002) o quello di Grosseto - località Bottegone del 29 gennaio 1999 (BERTI et alii, 2002).

In questa nota si illustra l'esperienza del sinkhole di Marcellina, focalizzando l'attenzione sulle interferenze del fenomeno con le attività antropiche e sulle iniziative poste in essere, autonomamente o in sinergia, dai diversi Enti pubblici e privati coinvolti. In primo luogo viene riepilogato brevemente il contesto geologico dell'area; quindi si ricostruiscono le fasi di emergenza e di primo intervento (Gennaio- Febbraio 2001), nonché il quadro delle indagini specialistiche condotte nei mesi successivi all'evento a cura dei diversi soggetti coinvolti. Viene infine presentata una sintesi delle attività di monitoraggio e di gestione del territorio (periodo 2001-2004), con particolare riguardo al ruolo svolto dal Servizio Geologico della Provincia di Roma, evidenziando gli aspetti ancora da approfondire per una migliore definizione del modello geologico e per l'individuazione di linee guida per la pianificazione e il governo del territorio.

1.2. Contesto geologico

Il territorio di Marcellina è situato al margine orientale della Campagna Romana, in corrispondenza della fascia pedemontana dei Monti Lucretili (Fig. 1).

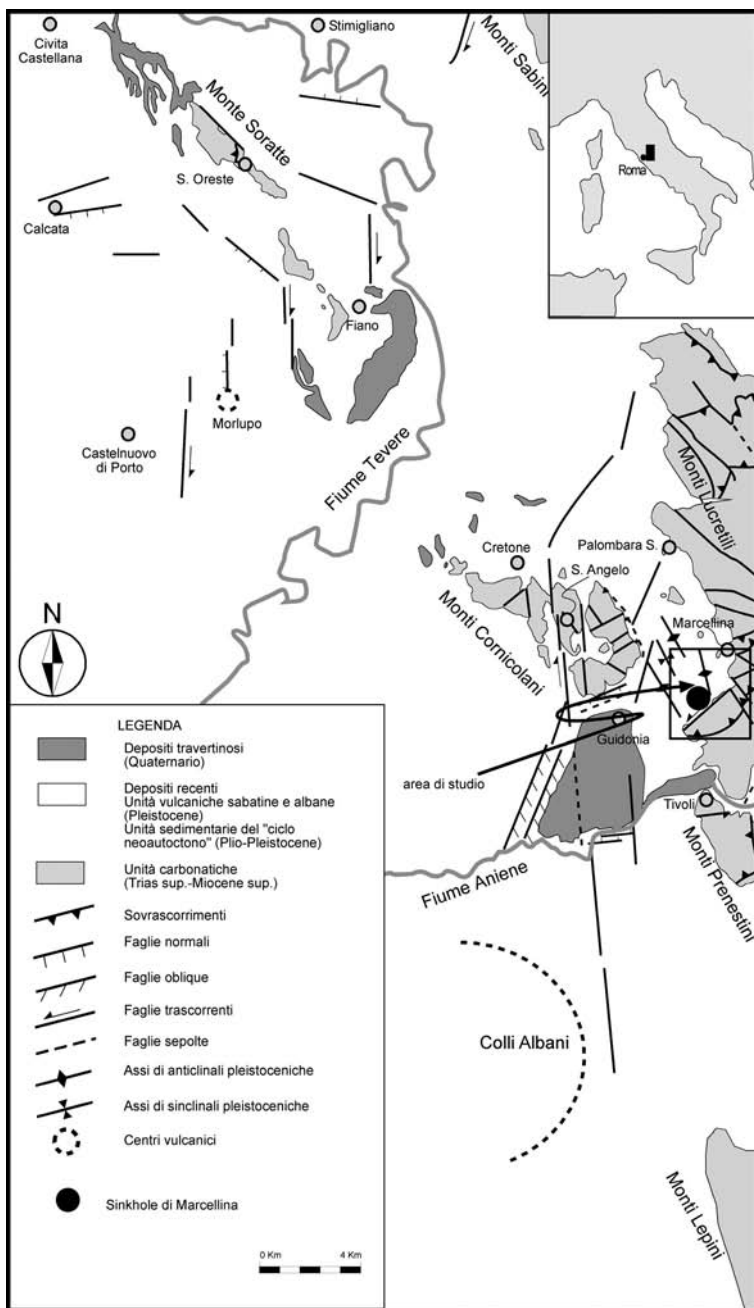


Fig. 1 - Schema geologico-strutturale dei settori settentrionale ed orientale della Campagna romana (modificato da FACCEUNA et al., 1994).

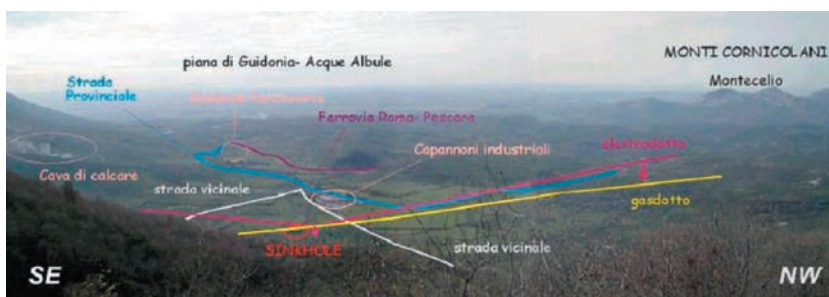


Fig. 2 - Panoramica della piana di Pozzo Grande e dei principali elementi esposti.

Nel settore in studio è documentata un'attività tettonica pleistocenica connessa ad una shear zone trascorrente di importanza regionale ad orientazione meridiana (DI FILIPPO et al., 1991; FACCENNA, 1994; FACCENNA et al., 1994). È inoltre riconosciuta una certa attività sismica nella fascia pedemontana dei Monti Lucretili e nelle aree limitrofe (GASPARINI et al., 2002; PIRRO & GASPARINI, 2002; ARGENTIERI et al., 2003).

La piana di Pozzo Grande rappresenta un piccolo bacino continentale, colmato da un notevole spessore di depositi continentali e vulcaniti, la cui evoluzione recente è stata notevolmente controllata dalla tettonica (ARGENTIERI et al., 2002; 2003; ALDEGA et al. 2004).

Dal punto di vista idrogeologico nell'area di Marcellina si individuano due principali acquiferi sovrapposti: uno superficiale, caratterizzato da una bassa potenzialità, che ha sede nel complesso plio-quadernario; uno basale, ospitato nei carbonati mesozoici, che contribuisce ad alimentare le manifestazioni sorgive di Guidonia- Acque Albule.

Il sinkhole di Marcellina si inserisce quindi in un particolare quadro geologico, contraddistinto da:

- rilevante spessore delle coperture quaternarie sedimentarie e vulcaniche sovrastanti il substrato carbonatico;
- tettonica recente e/o attiva;
- prossimità ad aree sismogenetiche;
- collocazione in aree di recapito delle acque sotterranee del circuito carsico;
- circolazione profonda di gas e fluidi mineralizzati;
- idrografia di superficie fortemente modificata dalle attività antropiche.

1.3. La Piana di Pozzo Grande: idrografia di superficie, uso del suolo ed elementi esposti

Dal punto di vista dell'idrografia di superficie la piana di Pozzo Grande è interessata da un reticolo assai discontinuo: i corsi d'acqua a carattere torrentizio che solcano i versanti carbonatici si riversano nella conca, al cui interno gli alvei divengono scarsamente incisi o non più individuabili per lunghi tratti. Il confronto tra carte topografiche risalenti a periodi diversi ha infatti messo in luce come il reticolo idrografico della piana sia stato infatti in gran parte obliterato nel corso degli ultimi decenni.

In linea generale la porzione di territorio in questione è in gran parte a vocazione agricola; nello specifico il sito in cui si è verificato il fenomeno di sprofondamento è adibito a frutteto, uliveto e vigneto.

Lo sprofondamento ha comportato il collasso e l'asportazione di un notevole volume di terreno (circa 13.000 m³), causando una parziale inagibilità del fondo, che permane a tutto oggi. La voragine ha forma circolare con diametro di circa 40 m, pareti sub-verticali, profondità di circa 10-15 m; attualmente ospita un laghetto, con livello dell'acqua stabilizzato ad una profondità di circa 5 m dal piano campagna.

L'area di Pozzo Grande (superficie circa 1 Km²), pur risultando nel complesso caratterizzata da una bassa densità di elementi esposti, è comunque attraversata da infrastrutture di tipo lineare di notevole valore (Fig.2; Fig.3). In questa sede si mette in evidenza, ai fini di un'analisi di rischio, che l'apertura della voragine ha interessato marginalmente uno dei rami della rete di trasporto della società SNAM (Metanodotto "Benevento - Civitacastellana DN 1200"; gas metano con pressione a regime circa 70-75 bar) e ha sfiorato il sostegno n. 217 dell'elettrodotto ENEL D.T. "Montalto di Castro-Valmontone" (380 kV) situato a circa 20 metri dal margine della voragine. Nonostante nessuna delle infrastrutture presenti nell'area sia stata direttamente danneggiata, l'evento ha comunque avuto notevoli ripercussioni a livello amministrativo, gestionale, economico e pianificatorio. In particolare si evidenzia che, nel contesto orografico e morfologico locale, l'area in questione rappresenta l'unica zona pianeggiante del piccolo territorio comunale di Marcellina (superficie circa 15 Km²).

INFRASTRUTTURE DI TIPO LINEARE (LIFELINES)	ALTRI ELEMENTI ED INFRASTRUTTURE
• Metanodotto "Benevento - Civitacastellana"	• Edifici (capannoni industriali, ricoveri agricoli)
• Elettrodotto "Montalto di Castro - Valmontone"	• Stazione ferroviaria
• Strada Provinciale "Marcellina"	• Cava di inerti
• Linea Ferroviaria "Roma-Pescara"	• Pozzi per acqua
• Strade rurali o interpoderali	• Attività zootecniche

Fig. 3 - Tabella riassuntiva degli elementi esposti presenti nell'area di Pozzo Grande

1.4. L'emergenza sinkhole e primi interventi (Gennaio - Febbraio 2001)

La formazione del sinkhole è collocabile temporalmente nella notte tra il 24 ed il 25 gennaio 2001: la scoperta veniva effettuata nella mattinata del giorno 25 dal proprietario del fondo agricolo interessato dal dissesto, il quale avvisava immediatamente le autorità locali. Successivamente venivano informati ed attivati, ciascuno per quanto di propria competenza, gli Enti pubblici (tra i quali il Servizio Geologico della Provincia di Roma) ed i soggetti privati proprietari e gestori delle infrastrutture di tipo lineare potenzialmente interessate dal fenomeno di sprofondamento. A seguito delle prime ricognizioni aveva quindi luogo nella serata, presso l'Ufficio Tecnico Comunale di Marcellina, una prima riunione di tecnici, rappresentanti e personale degli Enti a vario titolo coinvolti nella gestione dell'emergenza. Tale "unità di crisi" si prefiggeva pertanto di seguire in tempo reale l'evoluzione dell'evento catastrofico e di definire i primi interventi volti alla sicurezza in funzione di una possibile evoluzione del fenomeno. Sulla base di quanto riscontrato collegialmente venivano disposte, con Ordinanza del Sindaco del 25 gennaio, le prime misure precauzionali:

- immediata chiusura al traffico veicolare e pedonale delle strade comunali e vicinali che attraversano l'area in cui è localizzato il sinkhole;
- divieto assoluto di accesso per un raggio di 150 m dalla voragine (con esclusione dei rappresentanti di Comune, Amministrazione Provinciale di Roma, Vigili del Fuoco, Protezione Civile e del personale delle Società private incaricato delle operazioni di monitoraggio ed ispezione);
- recinzione dell'area di cui al punto precedente

La mattina del 26 avevano quindi luogo un'ispezione dell'area ed una seconda riunione, alla quale partecipavano docenti universitari, alcuni in rappresentanza di Enti pubblici ed altri in qualità di consulenti di Società private (Fig. 4). Dopo approfondita discussione veniva stabilito di procedere ad un'interruzione temporanea dell'esercizio sia del meta-

nodotto, sia della linea elettrica, in attesa di definire in via preventiva i possibili effetti sulle lifelines in relazione all'evoluzione del fenomeno. Parallelamente le società di gestione delle infrastrutture avviavano operazioni di controllo e monitoraggio della stabilità dei manufatti, consistenti in:

- monitoraggio geodetico del sostegno dell'elettrodotto;
- rimozione della copertura di terreno sul tratto del metanodotto (circa 40 m di lunghezza) che lambisce la voragine, attrezzando la conduttura con tre sezioni estensimetriche per il rilevamento (lettura giornaliera) di eventuali deformazioni del manufatto (AQUATER, 2001);
- rilievi topografici del sinkhole e dell'area circostante (AQUATER, 2001);

"UNITÀ DI CRISI"	
ENTI PUBBLICI	SOGGETTI PRIVATI
Amministrazione Comunale di Marcellina	Società o Enti gestori di infrastrutture e servizi
<ul style="list-style-type: none"> • Organi politici • Uffici Tecnici • Polizia Municipale 	<ul style="list-style-type: none"> • TERNA (gruppo ENEL) • SNAM Rete Gas s.p.a. (gruppo ENI)
Amministrazione Provinciale di Roma	Proprietari dei fondi agricoli limitrofi alla voragine
<ul style="list-style-type: none"> • Organi politici • Servizio Geologico • Polizia Provinciale 	
FORZE DELL'ORDINE E DI PROTEZIONE CIVILE	ENTI DI RICERCA
Associazione Volontari Protezione Civile Valle dell'Aniene	Università degli Studi Roma TRE - Dipartimento Scienze Geologiche
Corpo Vigili del Fuoco di Tivoli	Prof. Giuseppe Capelli (Responsabile scientifico del "Progetto Sinkhole" della Regione Lazio)
Arma dei Carabinieri	Università degli Studi di Roma "La Sapienza" - Dipartimento Scienze della Terra Prof. Beniamino Toro, Dott. Michele Di Filippo (consulenti della società TERNA)
ENTI PUBBLICI INFORMATI	
Regione Lazio	ANPA
Presidenza Consiglio Ministri - Dipartimento Protezione Civile	Agenzia Protezione Civile

Fig.4 - Tabella riassuntiva degli Enti coinvolti nella fase di emergenza (25 gennaio 2001 e giorni successivi)

1.5. Prima fase di indagini finalizzate alla verifica della sicurezza delle infrastrutture (Gennaio - Maggio 2001)

A seguito delle riunioni di cui al paragrafo precedente, da cui emergeva la necessità di verificare la sicurezza delle infrastrutture presenti nelle immediate vicinanze del sinkhole, i vari Enti, pubblici e privati, stabilivano di effettuare, a vario titolo, una prima e urgente fase di indagini geognostiche, concentrate in prossimità dell'infrastruttura di propria competenza. Le indagini effettuate (sintetizzate schematicamente in Fig. 5), sono suddivisibili, come tipologia di intervento, in metodologie di tipo diretto ed indiretto.

1.5.1. Indagini di tipo diretto

Nel mese di Marzo 2001, su incarico del Servizio Geologico dell'Amministrazione Provinciale di Roma, la ditta aggiudicataria dell'appalto annuale relativo alle indagini geognostiche ha installato un cantiere presso il Km 8+000 circa della Strada Provinciale "Marcellina" al fine di effettuare un sondaggio geognostico profondo. L'installazione del cantiere ha necessitato, dal punto di vista logistico, la "occupazione bonaria e temporanea" di un'area privata in prossimità della S.P., autorizzata con ordinanza sindacale del 1/3/2001.

Tipologia e quantità dei lavori eseguiti sono le seguenti:

- n.1 sondaggio stratigrafico, eseguito a rotazione, con carotaggio integrale del terreno attraversato spinto alla profondità dal p.c. di 100,00 m, diametro nominale di perforazione 101 mm;
- installazione di un piezometro a tubo aperto a -90.0 m dal p.c.;
- esecuzione di n. 2 prove S.P.T. nel foro di sondaggio;
- prelievo di n. 2 campioni indisturbati analizzati in laboratorio geotecnico;
- prelievo di n. 4 campioni rimaneggiati analizzati in laboratorio geotecnico;
- rilievo della falda durante la perforazione.

1.5.2. Indagini di tipo indiretto

Terna (gruppo Enel)

Nel mese di febbraio 2001, su incarico della società Terna (gruppo Enel), l'Università degli Studi di Roma "La Sapienza" - Dipartimento Scienze della Terra ha effettuato una prospezione microgravimetrica di dettaglio nell'area di Pozzo Grande (TORO & DI FILIPPO, 2001).

La prospezione ha interessato un'area di forma circolare avente per centro il sostegno n. 217 dell'elettrodotto per una estensione di circa di 15 ettari. Successivamente la prospezione veniva estesa nell'area della linea elettrica lungo una fascia larga circa 130 metri e lunga 700 metri allo scopo di individuare due situazioni stabili a valle e a monte del sostegno dove ubicarne due sostitutivi.

Tipologia e quantità dei lavori eseguiti sono le seguenti:

- livellazione topografica dell'area mediante un autolivello digitale Zeiss DiNi 11 T;
- Esecuzione di 320 stazioni microgravimetriche.
- riferimento dei valori gravità osservata alla stazione base della rete nazionale denominata "Roma, Facoltà di Ingegneria";
- istituzione di una stazione base di riferimento

Aquater S.p.a. (Gruppo ENI)

Nel giorni compresi tra il 27 gennaio ed il 13 marzo 2001 su incarico della Aquater S.p.a. (Gruppo ENI) uno Studio professionale specializzato ha effettuato una serie di indagini geoelettriche e sismiche nell'area interessata dallo sprofondamento e nella fascia di alcune decine di metri ai lati del gasdotto. Lo scopo di queste prime indagini era l'individuazione di situazioni analoghe che potessero avvenire in "tempi brevi" lungo l'asse del metanodotto (AQUATER, 2001).

Tipologia e quantità dei lavori eseguiti sono le seguenti:

- n. 1 profilo elettrico con tecnica tomografica fino a 45 m di profondità;
- n. 8 sondaggi elettrici verticali con AB max 60 m;
- n. 3 profili elettrici con tecnica tomografica, con lunghezza degli stendimenti tali da interessare profondità dell'ordine di centinaia di metri;
- n. 4 profili sismici a rifrazione con stendimenti di 600 m di lunghezza.

ENTI PUBBLICI					
Infrastruttura interessata	Ente responsabile dell'infrastruttura	Soggetto responsabile delle attività di studio e di indagine	Soggetto attuatore delle attività di studio e di indagine	Tipo di indagini (dirette)	Disponibilità dei risultati
Strada Provinciale N° 30/a "Marcellina"	Amministrazione Provinciale di Roma - Servizio Viabilità "Zona Nord"	Amministrazione Provinciale di Roma - Servizio Geologico	Impresa: Sondedile S.r.l. Teramo	Sondaggio geognostico e prove geotecniche	Marzo 2001
SOGGETTI PRIVATI					
Infrastrutture interessate	Enti gestori dei servizi	Soggetto responsabile delle attività di studio e di indagine	Soggetto attuatore delle attività di studio e di indagine	Tipo di indagini (indirette)	Disponibilità dei risultati
Metanodotto GAME A DN 1200	SNAM Rete Gas s.p.a. (gruppo ENI)	Aquater s.p.a. (gruppo ENI)	Studio professionale: Studio di Geologia e Geofisica S.r.l. di Siena	Prospezioni geoelettriche e sismiche	Febbraio-Marzo 2001
Elettrodotto 380 KV D.T. Montalto di Castro - Valmontone	Terna s.p.a. (gruppo ENEL)	Università degli Studi di Roma "La Sapienza" - Dipartimento Scienze della Terra	Gruppo geofisico (responsabile scientifico: Prof. Beniamino Toro; Prof. M. Di Filippo)	Prospezione micro-gravimetrica	Maggio 2001

Fig.5 - Tabella riassuntiva delle indagini finalizzate alla verifica della sicurezza delle infrastrutture, realizzate a cura degli Enti coinvolti nelle fasi successive allo stato di emergenza (Gennaio- Maggio 2001)

1.6. Attività di studio e di indagini tecnico-scientifiche (2001-2004)

A seguito della prima fase di indagini di cui al paragrafo precedente, su iniziativa di singoli Enti attivatisi ciascuno in relazione alle proprie competenze, sono state avviate nell'area di Marcellina una serie di studi e di indagini tecnico-scientifiche (alcune delle quali tuttora in corso) finalizzate all'approfondimento delle problematiche connesse all'evento catastrofico. Tali attività vengono riassunte sinteticamente nella Figura 6.

TIPO DI INDAGINE	SOGGETTO ATTUATORE	STATO DI AVANZAMENTO
Rilievi topografici e monitoraggi		
• Rilievi topografici voragine	SNAM Rete Gas s.p.a.	Indagini completate
• Batimetria voragine	- Volontari protezione civile Valle Aniene - Vigili del Fuoco- nucleo sommozzatori	Indagini completate
• Monitoraggio geodetico traliccio	Terna s.p.a.	In corso?
• Monitoraggio stato tensionale del gasdotto	SNAM Rete Gas s.p.a.	In corso?
• Sopralluoghi periodici e ricognizioni speditive dello stato dei luoghi	Provincia di Roma- Servizio Geologico	In corso
Indagini geofisiche		
• Prospezione microgravimetrica	Ente promotore: Terna s.p.a. Soggetto incaricato: Università degli Studi di Roma "La Sapienza" - Dipartimento Scienze della Terra Responsabile scientifico: Prof. B. Toro; Dott. M. Di Filippo	Indagini completate
• Prospezione geoelettrica	Ente promotore: SNAM Rete Gas s.p.a. e Aquater Soggetto incaricato: Studio di Geologia e Geofisica S.r.l. - Siena	Indagini completate
• Prospezione sismica a rifrazione	Ente promotore: SNAM Rete Gas s.p.a. e Aquater Soggetto incaricato: Studio di Geologia e Geofisica S.r.l. - Siena	Indagini completate
Indagini geognostiche		
• Sondaggi geomeccanici • Prove geotecniche in situ • Analisi geotecniche di laboratorio	Ente promotore: Provincia di Roma - Servizio Geologico Soggetto incaricato: Sondedile s.r.l. - Teramo	Indagini completate
	Ente promotore: Terna s.p.a. Soggetto incaricato: Impresa specializzata	Indagini completate
	Ente promotore: SNAM Rete Gas s.p.a. e Aquater. Soggetto incaricato: ILAG s.r.l.- Napoli	Indagini completate
Analisi mineralogiche		
• Diffrazione raggi X delle carote prelevate dal sondaggio realizzato dalla Provincia di Roma	Collaborazione tecnico scientifica tra Provincia di Roma- Servizio Geologico e Università degli Studi Roma TRE- Dipartimento Scienze Geologiche (Prof. Ciriaco Giampaolo- Dott. Luca Aldega)	Indagini completate
Indagini geologiche		
• Rilevamento geologico-strutturale	Collaborazione tecnico scientifica tra Provincia di Roma- Servizio Geologico e Università degli Studi Roma TRE- Dipartimento Scienze Geologiche (Prof. Domenico Cosentino)	Rilevamenti in corso
• Analisi biostratigrafiche e paleoecologiche delle carote prelevate dal sondaggio realizzato dalla Provincia di Roma	Collaborazione tecnico scientifica tra Provincia di Roma- Servizio Geologico e Università degli Studi Roma TRE- Dipartimento Scienze Geologiche (Prof. Domenico Cosentino, Dott. Paola Cipollari; Dott. Elsa Gliozzi)	Analisi in corso

segue

segue

TIPO DI INDAGINE	SOGETTO ATTUATORE	STATO DI AVANZAMENTO
<ul style="list-style-type: none"> • Caratterizzazione stratigrafica delle unità vulcaniche intercettate dal sondaggio realizzato dalla Provincia di Roma 	Collaborazione tecnico scientifica tra Provincia di Roma - Servizio Geologico e Università degli Studi Roma TRE - Dipartimento Scienze Geologiche (Prof. Donatella De Rita - Dott. Marina Fabbri)	Approfondimenti in corso
Indagini idrogeologiche		
<ul style="list-style-type: none"> • Installazione piezometri a tubo aperto 	Ente promotore: Provincia di Roma - Servizio Geologico Soggetto incaricato: Sondedile s.r.l. - Teramo	Completata
	Ente promotore: SNAM Rete Gas s.p.a. e Aquater Soggetto incaricato: : ILAG s.r.l.- Napoli	Completata (in adempimento delle prescrizioni del Servizio Geologico-Provincia di Roma)
<ul style="list-style-type: none"> • Monitoraggio livelli piezometrici e temperatura acqua 	Provincia di Roma - Servizio Geologico	Misure periodiche in corso (da Febbraio 2001)
<ul style="list-style-type: none"> • Studi idrogeologici 	Collaborazione tecnico scientifica tra Provincia di Roma - Servizio Geologico e Università degli Studi Roma TRE - Dipartimento Scienze Geologiche (Prof. Giuseppe Capelli, Dott. Roberto Salvati)	Indagini in corso
Sismicità		
<ul style="list-style-type: none"> • Studi macrosismici 	Istituto Nazionale Geofisica e Vulcanologia (Dott. Calvino Gasparini)	Indagini in corso

Fig. 6 - Quadro riepilogativo delle indagini a carattere sia diretto che indiretto, suddivise per settori disciplinari, completate e/o in corso nell'area di Pozzo Grande a seguito della formazione del sinkhole.

2. IL RUOLO DEL SERVIZIO GEOLOGICO DELL'AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI ROMA

2.1 Le competenze del Servizio Geologico

I compiti istituzionali del Servizio Geologico della Provincia di Roma, collocato nel Dipartimento "Risorse agricole, ambientali e protezione civile", sono riconducibili a quattro linee principali attività:

- Studi ed indagini a carattere geologico- tecnico;
- Procedimenti autorizzativi riguardanti il vincolo idrogeologico, per movimenti di terra relativi ad interventi delegati dalla Regione Lazio, ai sensi della normativa vigente;
- Studi ed indagini a carattere vegetazionale ed agropedologico; procedimenti autorizzativi per utilizzazioni boschive ed altri interventi agro-forestali, ai sensi della normativa vigente.
- Aggiornamento e sviluppo di banche-dati tematiche relative ai campi di interesse del Servizio, funzionali all'analisi di informazioni cartografiche e territoriali in ambiente GIS (compatibili con il Sistema Informativo Geografico dell'Amministrazione) per ottimizzare le attività di controllo, salvaguardia e gestione del territorio.

Come attività trasversale rispetto alle quattro linee principali, vengono inoltre sviluppati e realizzati progetti di formazione e didattici in campo geologico-ambientale e biologico-vegetazionale/ agroforestale, nell'ambito di convenzioni con altri Enti pubblici, universitari, culturali o di ricerca. I progetti contemplano seminari o stages presso il Servizio Geologico (anche con attribuzione di incentivi economici) rivolti sia a studenti

universitari di corsi di laurea di 1° livello o specialistica, sia a giovani in possesso di idoneo titolo di studio, con tutoraggio svolto dai funzionari del Servizio stesso.

È infine attuata una comunicazione all'esterno delle informazioni e delle conoscenze che scaturiscono dalle attività svolte mediante pubblicazioni scientifiche o di divulgazione, partecipazione e organizzazione di convegni, scambio di dati con altri Enti pubblici e/o di ricerca.

Nel dettaglio gli studi e le indagini geologico-tecniche sono finalizzate alle attività di monitoraggio, controllo, salvaguardia e gestione del territorio, alla difesa del suolo, al supporto ad altri Servizi dell'Ente (per attività di: programmazione e progettazione di tutte le opere di competenza istituzionale dell'Amministrazione; verifiche durante il corso di lavori; interventi urgenti per il ripristino di opere di pertinenza provinciale disastate in seguito a calamità naturali; pianificazione territoriale) ed infine all'assistenza tecnica agli Enti Locali. In tali ambiti il Servizio predispone e gestisce un appalto annuale di indagini geognostiche (inclusa la progettazione e Direzione Lavori delle singole campagne) da effettuarsi, ai sensi della legislazione statale e regionale vigente, nel territorio provinciale sia per compiti istituzionali, sia per l'assistenza tecnica agli Enti Locali. Le indagini geognostiche, che comprendono sondaggi meccanici e prove geotecniche in sito ed in laboratorio, sono affidate annualmente ad Imprese specializzate con le modalità stabilite dalla normativa e dalle disposizioni vigenti.

2.2. Contributo nella fase di emergenza e nelle prime fasi di indagine

Il giorno **25 gennaio** giungeva al Servizio Geologico della Provincia di Roma una richiesta dell'Amministrazione Comunale di Marcellina per un "...urgente ed immediato intervento a seguito di formazione di una grossa voragine di delle dimensioni di circa 50 m per profondità di 20 m". Immediatamente veniva disposto un sopralluogo di funzionari geologi del Servizio, che raggiungevano il sito a poche ore dalla scoperta del fenomeno per effettuare una prima ricognizione dello stato dei luoghi. I suddetti funzionari partecipavano quindi nella serata medesima alla riunione che aveva luogo presso il Comune, contribuendo significativamente al riconoscimento della natura del fenomeno ed alla formulazione di alcune ipotesi preliminari. Il giorno **26 gennaio** è stato effettuato un ulteriore sopralluogo da parte di geologi dell'Amministrazione Provinciale. La voragine si presentava in continua evoluzione ed in allargamento progressivo ai margini, con tendenza generale ad evolvere per crolli verso un profilo delle scarpate compatibile con i caratteri geomeccanici dei terreni coinvolti. Tali considerazioni sono state comunicate nel corso delle riunioni presso il Comune al fine di delimitare l'area di divieto assoluto di accesso. Il Servizio è stato quindi formalmente incaricato dal Presidente dell'Amministrazione Provinciale (**29 gennaio**) della prosecuzione delle attività di assistenza tecnica al Comune di Marcellina. Nei giorni **30 e 31 gennaio e 1 febbraio** funzionari tecnici del Servizio sono stati costantemente presenti nell'area per assistere l'Amministrazione Comunale nelle attività di coordinamento dell'emergenza e di impostazione delle campagne di indagine. Successivamente il Servizio attivava le procedure tecnico-amministrative per l'effettuazione delle indagini geognostiche di cui al par. 1.5. I risultati parziali che emergevano in corso d'opera venivano sinteticamente illustrati ai vari soggetti coinvolti nel corso delle riunioni periodiche, mentre il rapporto completo sull'attività era disponibile nel mese di marzo.

Il contributo del Servizio Geologico nella fase di emergenza è quindi riassumibile nei seguenti punti:

- partecipazione sin dall'inizio, su richiesta del Comune, alla "unità di crisi";
- prima descrizione del fenomeno e prime ipotesi delle possibili cause predisponenti e scatenanti;
- ricognizioni speditive dell'area interessata dal fenomeno e dei settori limitrofi;

- assistenza al Comune per il coordinamento di tutte le attività di indagine avviate dai vari soggetti pubblici e privati coinvolti (vedi par. 1.5), al fine di ottenere una ottimizzazione ed omogeneizzazione delle risorse impegnate e la raccolta di tutti i dati necessari alla migliore comprensione del fenomeno;
- Collaborazione con gli altri Enti pubblici coinvolti (Università La Sapienza; Università Roma TRE; Volontari Protezione Civile, ecc.);
- Caratterizzazione stratigrafica dei primi 100 m dei depositi di riempimento del bacino di Pozzo Grande;
- Messa a disposizione delle risultanze della campagna geognostica, quale contributo essenziale per l'interpretazione e la taratura delle indagini di tipo geofisico avviate dagli altri Enti.

2.3. Attività di studio, indagini tecnico-scientifiche, monitoraggio e gestione del territorio (2001-2004)

Negli oltre tre anni intercorsi dall'evento il Servizio Geologico, nell'ambito delle proprie attività sul territorio provinciale, ha proseguito l'attività di studio e monitoraggio dell'area di Pozzo Grande. Il contributo del Servizio si può riassumere nei seguenti aspetti principali:

- Sopralluoghi periodici nell'area della voragine e zone limitrofe e monitoraggio dei livelli piezometrici;
- Rilascio di autorizzazioni per il Vincolo idrogeologico, ai sensi della normativa vigente, relative ai movimenti di terra da effettuare per l'attuazione degli interventi progettati dalla SNAM Rete Gas s.p.a. per la messa in sicurezza del metanodotto nelle vicinanze della voragine (realizzazione di una piazzola e relativo accesso; posizionamento nella piazzola di una macchina per sollevamento in struttura metallica a traliccio, con relativi contrappesi, tenuta a riposo, da mettere in esercizio a sostegno della condotta solo in caso di necessità; ricopertura con terreno di riporto del tratto di condotta scoperto a seguito degli interventi realizzati nella fase di emergenza). I suddetti interventi sono stati autorizzati con numerose e dettagliate prescrizioni inerenti sia gli approfondimenti delle indagini (monitoraggio delle scarpate della voragine; indagini geognostiche e geotecniche), sia la sequenza di attuazione, sia gli accorgimenti tecnici da adottare ai fini della sicurezza e della minimizzazione dell'impatto, sia le linee generali per le procedure di emergenza da attuarsi in caso di ulteriore evoluzione del fenomeno di dissesto.
- Avvio o prosecuzione dei rapporti di collaborazione tecnico-scientifica con gli studiosi del Dipartimento di Scienze della Terra- Università degli Studi di Roma "La Sapienza" e del Dipartimento di Scienze Geologiche- Università degli Studi Roma TRE. Le attività intraprese (sintetizzate in Fig. 6) hanno portato alla presentazione dei risultati in diversi convegni scientifici ed alla produzione di pubblicazioni (ARGENTIERI et al., 2002; 2003; ALDEGA et al., 2004), nonché alla redazione di tesine sperimentali nell'ambito degli stages formativi svolti presso il Servizio Geologico da studenti universitari di corsi di laurea di 1° livello.

Nel medesimo periodo il Servizio Geologico è stato attivo svolgendo, a seguito di eventi significativi, indagini in aree limitrofe a quella di Marcellina e caratterizzate da un contesto geologico ed idrogeologico analogo. Tra le principali attività si rammentano:

- l'assistenza tecnica al Comune di Guidonia Montecelio per la gestione dell'emergenza connessa alla sequenza sismica di Colfiorito dell'estate 2001;
- lo studio dei fenomeni di dissesto di edifici pubblici e privati riconducibili a fenomeni di cedimenti differenziali dovuti a probabili eterogeneità litologiche dei terreni superficiali in vari settori del territorio comunale di Guidonia Montecelio e Bagni di Tivoli;
- il monitoraggio di un pozzo con variazioni anomale di temperatura nel territorio comunale di San Polo dei Cavalieri;

- l'avvio della collaborazione tecnico-scientifica con il Dipartimento di Scienze della Terra - Università degli Studi di Roma "La Sapienza" per lo studio geologico e microgravimetrico dell'area compresa tra Il Laghetto e il Fosso Cataldo, nei comuni di Fonte Nuova e Guidonia Montecelio (ARGENTIERI et al., 2004).

Si segnala infine l'attività di assistenza tecnica prestata al Comune di Marcellina in occasione dei fenomeni sismici del Gennaio e Febbraio 2003, consistenti in due eventi ad alta frequenza, percepiti come boati dalla popolazione all'interno del centro abitato (ARGENTIERI et al., 2003); il contributo del Servizio è consistito nella partecipazione alla gestione dell'emergenza, promuovendo inoltre una riunione tra gli Enti interessati (Presidenza del Consiglio dei Ministri- Dipartimento Protezione Civile; Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Regione Lazio- Direzione Regionale Ambiente e Protezione Civile; ecc.). A seguito di tale riunione la Regione Lazio ha incaricato il Dipartimento di Scienze della Terra- Università degli Studi di Roma "La Sapienza" di effettuare una prospezione microgravimetrica nell'area urbana di Marcellina; allo stato attuale le indagini sono ancora in corso (DI FILIPPO & TORO, comunicazione personale).

3. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Ad oltre tre anni dall'evento catastrofico di Marcellina è possibile delineare un quadro delle principali tematiche, di carattere sia tecnico-scientifico che di gestione territoriale, non ancora affrontate o non esaurientemente approfondite:

- L'area di Marcellina non è compresa tra le zone indiziate a "rischio sinkhole" individuate, ai sensi della normativa tecnica regionale vigente¹, nel territorio della Provincia di Roma.
- Facendo riferimento al progetto di Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico del bacino idrografico in cui ricade il comune di Marcellina (AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME TEVERE, 2002), si evince che nell'"Inventario dei fenomeni franosi e delle situazioni di rischio da frana" i fenomeni di sprofondamento non vengono contemplati tra le categorie di dissesto, come è peraltro naturale dato l'approccio metodologico e le finalità dello studio (in alcune tavole vengono comunque riportati dei fenomeni di crollo per presenza di cavità sotterranee con la simbologia delle "frane per crollo").
- A tutt'oggi non è da considerarsi ancora soddisfacente il flusso di conoscenze dagli Enti, a vario titolo preposti allo studio tecnico-scientifico del territorio o alla pianificazione di area vasta, verso le Amministrazioni locali; queste ultime infatti, pur possedendo un patrimonio di conoscenza capillare del proprio territorio, talora non dispongono di un quadro omogeneo e/o esaustivo della pericolosità legata a fattori geologici peculiari. Ciò comporta difficoltà nelle attività di governo degli ambiti di competenza, con particolare riguardo al rilascio di provvedimenti autorizzativi per interventi di trasformazione del territorio.
- La positiva esperienza di collaborazione reciproca instauratasi nel caso di Marcellina tra i vari gruppi di studio, pubblici e privati, nelle fasi di indagini specialistiche finalizzate alla verifica della sicurezza delle infrastrutture (Fig. 6) si è andata in parte esaurire.

¹ Le disposizioni vigenti definiscono le linee guida per le indagini da effettuare a "...supporto del parere di cui alla Deliberazione n. 2649/99 per le aree interessate da edificazioni ricomprese in quelle indiziate di rischio sinkhole...", definendo altresì le zone più significative suddivise per province (REGIONE LAZIO, 1999; 2002). Il parere preventivo sui piani urbanistici generali e particolareggiati e lottizzazioni convenzionate e loro varianti è emesso dall'Organo competente della Regione Lazio; il suddetto parere è propedeutico, ai sensi della normativa vigente, all'approvazione degli stessi da parte delle Amministrazioni comunali.

rendo una volta superata la fase di allarme e riscontrate le condizioni per il ripristino dei servizi. Ciò ha comportato una non completa ed organica applicazione delle metodologie multidisciplinari assimilabili a quelle proposte in letteratura (COLOMBI et al., 2001) o previste dalla normativa regionale vigente (REGIONE LAZIO, 2002). Allo stato attuale manca ancora una sintesi generale, redatta in maniera collegiale, su quanto acquisito sul tema.

- Gli studi effettuati non consentono di delimitare con precisione, nell'ambito della Piana di Pozzo Grande, se e quali settori sono potenzialmente soggetti ad ulteriori fenomeni di sprofondamento catastrofico.
- Allo stato attuale non risultano ancora definiti destinazione d'uso e/o eventuali interventi da effettuarsi nell'area strettamente interessata dalla voragine.

Nonostante l'evento di Marcellina non costituisca un elemento isolato né tantomeno anomalo nel quadro regionale del Lazio, esso ha rappresentato un fattore di sorpresa soprattutto per gli aspetti legati alla sua localizzazione; ciò risulta tanto più significativo se si considera che a posteriori è stato possibile rilevare invece per l'area di studio la sussistenza delle condizioni che la caratterizzano come "sinkhole prone" (ARGENTIERI et al., 2002; 2003).

Da tale esperienza si ritiene quindi possibile trarre nuovi elementi per perfezionare l'approccio alla pianificazione ed alla gestione del territorio, basato su metodologie di indagine quantitativa che consentano, una volta definita per macroaree la pericolosità geologica relativa ai fenomeni di sprofondamento catastrofico, la valutazione a scala di dettaglio dei rischi ambientali connessi.

Tutti gli studi sinora completati o avviati rappresentano una base per un auspicabile futuro studio multidisciplinare a più ampio raggio, esteso all'intera area potenzialmente sensibile. Si ritiene infatti, data la limitata estensione dell'ambito geologico di interesse, che l'area di Marcellina possa divenire un "laboratorio" per una migliore comprensione dei fenomeni di sprofondamento catastrofico.

In tale quadro di riferimento, il Servizio Geologico della Provincia di Roma può rappresentare una struttura tecnico-specialistica fortemente presente sul territorio, in grado di apportare, nel caso di dissesti o eventi calamitosi, un significativo contributo consistente in:

- Conoscenza del territorio di competenza (anche grazie all'attività autorizzativa svolta, che contempla una diffusione capillare degli interventi esaminati);
- Contributo integrato di professionalità distinte;
- Un certo grado di autonomia gestionale dei singoli funzionari, nell'ambito delle linee generali definite dal Dirigente;
- Esecuzione di indagini geognostiche, per compiti istituzionali dell'Ente, nell'ambito dell'appalto annuale progettato e gestito dal Servizio;
- Disponibilità di una Banca-dati in continuo aggiornamento, nella quale confluiscono più di trenta anni di indagini e rilievi distribuiti nel territorio provinciale;
- Rapporto diretto con amministratori e tecnici degli Enti Locali, per i quali il Servizio Geologico provinciale può rappresentare, anche in situazioni di emergenza, una struttura di rango sovracomunale cui fare riferimento per gli aspetti geologico-ambientali;
- Rapporto continuo e consolidato di collaborazione e di scambio di dati sia con il mondo accademico e della ricerca, sia con le strutture tecnico-scientifiche di riferimento, a livello regionale e statale, nei campi di interesse del Servizio.

BIBLIOGRAFIA

- ALDEGA L., ARGENTIERI A., DE RITA D., FABBRI M., GIAMPAOLO C., LORETELLI S. (2004) - Contributo dello studio mineralogico alla ricostruzione dell'evoluzione geologica del bacino di Pozzo Grande (Marcellina, Roma), in questo volume.
- AQUATER (2001) - Relazione relativa alla voragine ed alle indagini geofisiche effettuate nell'area di Pozzo Grande. Elaborato inedito commissionato dalla società SNAM- ENI Group.
- ARGENTIERI A., CAPELLI G., DI FILIPPO M., LORETELLI S., SALVATI R., TORO B., VECCHIA P. (2002) - Il sinkhole di Marcellina (Roma) del 25/1/2001: primi dati stratigrafici, idrogeologici e geofisici. Atti dei Convegni Lincei, **181** - "Il Dissesto idrogeologico: inventario e prospettive" (XIX Giornata dell'Ambiente- Accademia Nazionale dei Lincei, Roma, 5/6/2001), 243-255.
- ARGENTIERI A., VECCHIA P., SALVATI R., CAPELLI G., LORETELLI S. (2003) - La pericolosità da sinkhole nel territorio della Provincia di Roma: il caso di Marcellina. Atti del 2° Incontro di Studi "Il carsismo nell'area mediterranea" (Castro Marina, Lecce, 14-16/9/2001), *Thalassia Salentina*, vol. N° **26** Suppl., 95- 105.
- ARGENTIERI A., CECCHINI F., DI FILIPPO M., DI NEZZA M., MARGOTTINI S., TORO B. (2004) La depressione di "Il Laghetto" (Roma): un possibile sinkhole?, in questo volume.
- AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME TEVERE (2002) - Progetto di Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (adottato dal Comitato Istituzionale con Delibera n° 101 del 1/8/2002), 3 CD-ROM.
- BERTI G., CANUTI P., CASAGLI N., PRANZINI G., MICHELI L. (2002) - Risultati preliminari delle indagini sullo sprofondamento in loc. Bottegone (Grosseto). In: "Le voragini catastrofiche. Un nuovo problema per la Toscana." Edizioni Regione Toscana, 242-256.
- BUCHIGNANI V. (2002) - Indagini geologiche e geofisiche relative al fenomeno di crollo verificatosi nell'ottobre 1995 in località "Le Funi" - Camaiole capoluogo. Rapporto di aggiornamento (aprile 2001). In: "Le voragini catastrofiche. Un nuovo problema per la Toscana." Edizioni Regione Toscana, 202-209.
- BUCHIGNANI V., CHINES C. (2002) - Indagini relative al fenomeno di crollo verificatosi nell'ottobre 1995 in località "Le Funi" - Camaiole capoluogo. In: "Le voragini catastrofiche. Un nuovo problema per la Toscana." Edizioni Regione Toscana, 176-201.
- COLOMBI A., DI LORETO E., NOLASCO F., CAPELLI G., SALVATI R. (2001) - The purposes of the main sinkhole project in the Latium region of Central Italy. *Geotechnical and Environmental Applications of Karst Geology and Hydrology* (Beck & Herring eds.), 73-76.
- DI FILIPPO M., RUSPANDINI T., TORO B. (1991) - Evidenze di taglio N-S in Sabina meridionale. *Studi Geologici Camerti*, Vol. Spec. 1991/2- CROP11, 67-71.
- FACCENNA C. (1994) - Structural and hydrogeological features of Pleistocene shear zones in the area of Rome (Central Italy). *Annali di geofisica*, vol. XXXVII, N. 1, 121-133.
- FACCENNA C., FUNICIELLO R., MATTEI M. (1994) - Late Pleistocene N-S shear zones along the Latium Tyrrhenian margin: structural characters and volcanological implications. *Boll. Geofis. Teorica ed Appl.*, Vol. XXXVI, N. 141-144, 507-522.
- GASPARINI C., DI MARO R., PAGLUCCA N.M., PIRRO M., MARCHETTI A. (2002) - Recent seismicity of the "Acque Albule" travertine basin. *Annals of Geophysics*, Vol. 45, N. 3/4, 537-550.
- PIRRO M. & GASPARINI C. (2002) - Morfologia e sismicità del preappennino laziale. Volume dei riassunti estesi delle comunicazioni del 21° Congresso Nazionale del Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida (CNR- Roma, 19-21/11/2003), 153.
- REGIONE LAZIO (1999) - Deliberazione Giunta Regionale 18/5/1999, n. 2649 "Linee guida e documentazione per l'indagine geologica e vegetazionale. Estensione dell'applicabilità della legge 2 febbraio 1974, n. 64", Suppl. Ord. n. 5 B.U.R. Lazio N° **26**.
- REGIONE LAZIO (2002) - Deliberazione Giunta Regionale 2/8/2002, n. 1159 "Integrazione alla deliberazione n. 2649 del 18/5/1999- Linee guida e documentazione per l'indagine

geologica e vegetazionale-. Normativa tecnica per le indagini da effettuare nelle zone indiziate di rischio sinkhole”. B.U.R. Lazio N° **30**, parte I, 18-25.

TORO B. & DI FILIPPO M. (2001) - Relazione finale relativa alla prospezione microgravimetrica dell'area di Pozzo Grande. Elaborato inedito commissionato da TERNA (responsabile scientifico Prof. Beniamino Toro).

RINGRAZIAMENTI

Gli Autori desiderano ringraziare tutti coloro che hanno contribuito alla definizione dell'attuale quadro delle conoscenze sul sinkhole di Marcellina, auspicando la ripresa di una ancora più ampia collaborazione tra tutti gli Enti a vario titolo interessati o coinvolti.