



Università degli Studi di Napoli Federico II
Dipartimento di Architettura



Piano Urbanistico Comunale

ai sensi della l.r. 16/2004

Studio Geologico

PSC-QC-GEO-01

Relazione Tecnica

Progettista:
Ing. N. Ariano

Studi geologici:
Dott. geol. V.E. Iervolino

Studi agronomici:
Dott. agr. E. Ciccarelli

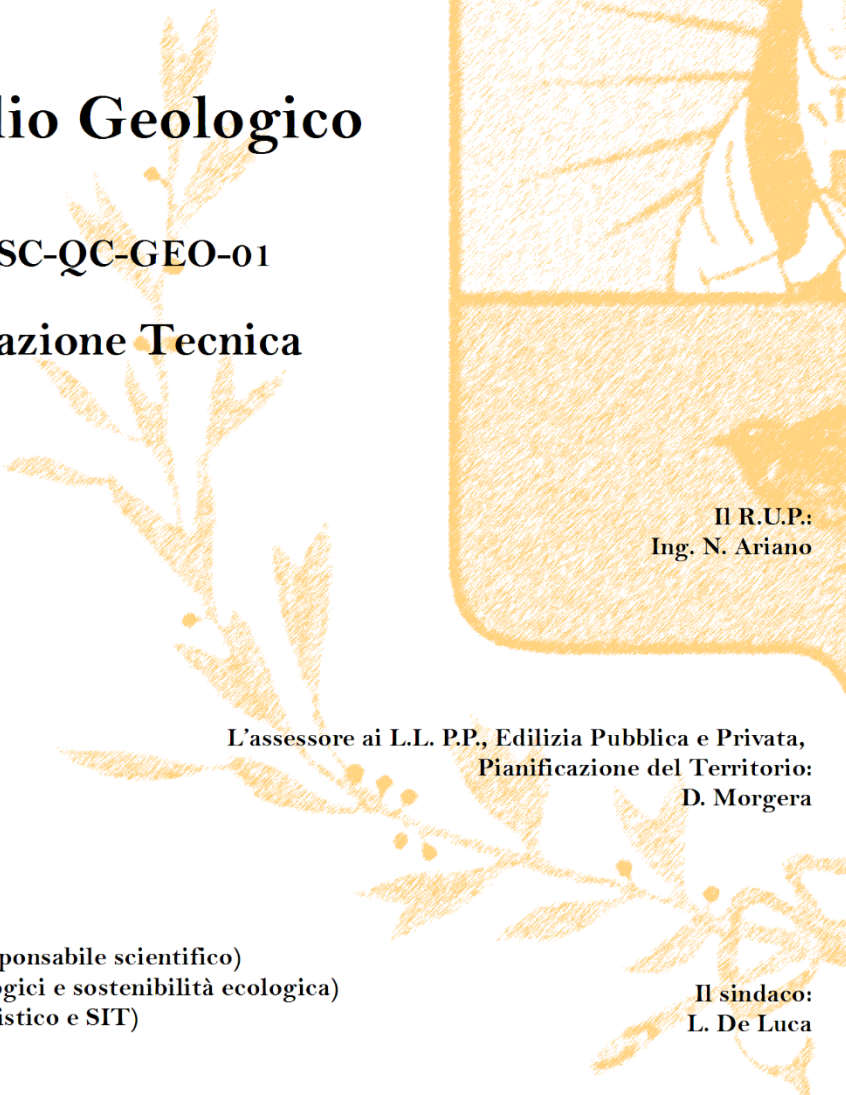
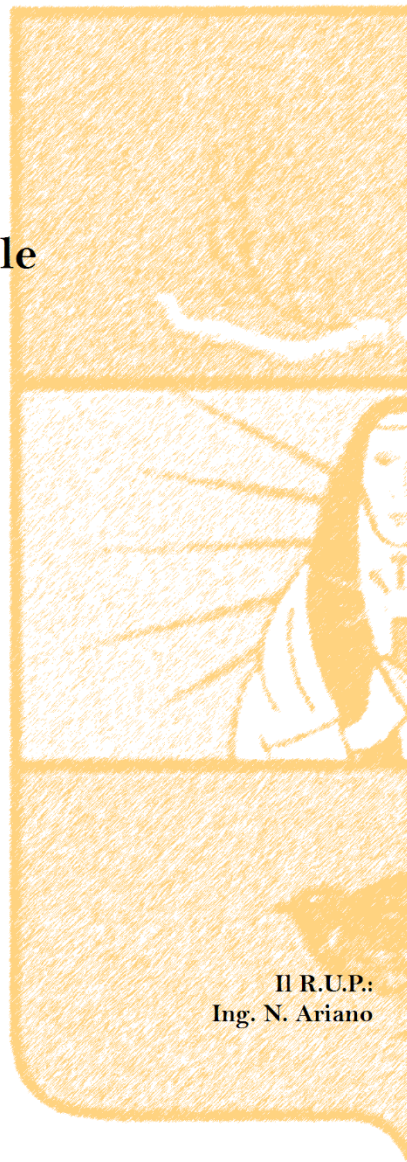
Zonizzazione acustica:
Ing. F. Testa

Supporto scientifico:
DiARC - Dipartimento di Architettura
- prof. arch. Francesco Domenico Moccia (Responsabile scientifico)
- prof. ing. Alessandro Sgobbo (aspetti tecnologici e sostenibilità ecologica)
- pianif. terr. Antonia Arena (restauro paesaggistico e SIT)

Il R.U.P.:
Ing. N. Ariano

L'assessore ai L.L. P.P., Edilizia Pubblica e Privata,
Pianificazione del Territorio:
D. Morgera

Il sindaco:
L. De Luca





1 SOMMARIO

2 Premessa	3
3 Geomorfologia	9
4 Geologia	14
4.1 Geologia Regionale	14
4.2 Geologia di Qualiano	24
4.2.1 Indagini Geognostiche prese a riferimento	24
4.2.2 Caratteristiche Stratigrafiche	27
4.2.3 Caratteristiche Litologiche e Tecniche	30
5 Idrogeologia	34
6 Dissesto Idrogeologico	37
6.1 Pericolosità da Frana	37
6.2 Pericolosità da Alluvionamento	38
6.2.1 Pericolosità Idraulica dell'Alveo dei Camaldoli	38
6.2.2 Pericolosità Idraulica Cavone Croccone	45
7 Sinkholes Antropogenici e Cavità Sotterranee	46
7.1 Sinkholes Antropogenici in Qualiano	47
7.1.1 Voragine in via Mons. Savarese - 1984	47
7.1.2 Voragine di via Santa Maria a Cubito, 22 - 2010	48
7.1.3 Voragine di via De Gasperi - 2015	49
7.2 Cavità Sotterranee non censite in Qualiano	51
8 Sismicità	53
8.1 Storia sismica del sito	53
8.2 Le sorgenti sismiche	55
8.2.1 Il Progetto DISS	55
8.2.2 il progetto ITHACA	56
8.3 Pericolosità sismica	57
8.4 Microzonazione sismica di 1° livello	60
8.4.1 Carta delle Indagini	61
8.4.2 Carta Geologica Tecnica	63
8.4.3 Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)	70
9 Pericolosità Vulcanica	75
10 Carta della Stabilità	77
11 Bibliografia	79



2 PREMESSA

Il comune di Qualiano, per la redazione dello Studio Geologico a corredo del Piano Urbanistico Comunale ha incaricato il sottoscritto geol. Vittorio Emanuele Iervolino, con sede in Ottaviano in via Trofa n°5, Codice Fiscale RVLVTR75M11F839S, Partita IVA 05311761216 ed iscritto all'Albo Professionale dell'Ordine dei Geologi della Regione Campania con n°2392 ed all'Ente di Previdenza e Assistenza Pluricategoriale EPAP con n° 025223; con Convenzione d'Incarico del 26/07/2016 (CUG: ZD416B13BB).

Questo studio segue gli Standard Metodologici e di Lavoro per la redazione della Relazione Geologica allegata ad un Piano Urbanistico Comunale ed ha preso a riferimento:

CARTOGRAFIA TEMATICA

Topografia

- Carta Topografia dell'Istituto Geografico Militare 1:25.000 - Foglio 447 IV "QUALIANO" - Ripresa Aerofotogrammetrica 1984 - Data Ricognizione 1987;
- Carta Topografica 1: 2.000 del Comune di Qualiano - 2010;
- Modello Digitale del Terreno – Lidar (Città Metropolitana di Napoli, 2012)

Geologia

- Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 – F.183 e 184 "ISOLA D'ISCHIA - NAPOLI" (Ducci, et al., 1967) e Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 – F. 446-447 "NAPOLI" (Isaia, et al., 2015);
- Sondaggi Profondi (ISPRA, 2016) e Indagini del Sottosuolo (ISPRA, 2016)

Idrogeologia

- Carta Idrogeologica dell'Italia Meridionale 1:250.000 dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici e il Dipartimento di Geofisica e Vulcanologia dell'Università di Napoli Federico II (Allocca, et al., 2007);
- Censimento Pozzi (Città Metropolitana di Napoli, 2016);

Sinkholes Antropogenici

- Censimento delle Cavità Sotterranee (Città Metropolitana di Napoli, 2001)

Dissesto Idrogeologico

- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale (Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale, 2015);
- Inventario Fenomeni Franosi in Italia - Progetto IFFI (ISPRA, 2007);



Sismicità

- Mappa di Pericolosità Sismica del Territorio Nazionale (INGV, 2004);
- Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani dal 1000 al 2014 (INGV, 2016);
- Catalogo delle Sorgenti Sismogenetiche Italiane (DISS) (INGV, 2015);
- Progetto ITHACA / Faglie Capaci (ISPRA, 2011)

LAVORI TECNICI DISPONIBILI

Di seguito i lavori tecnici presi a riferimento, oltre alle indagini geognostiche realizzate ex novo per la redazione di questo elaborato tecnico. Per maggiori dettagli si rimanda al Capitolo 3 Paragrafo 3.2.1 “Indagini Geognostiche Prese a Riferimento”.

ANNO	LAVORO	INDAGINI GEOGNOSTICHE DISPONIBILI (IN GRASSETTO QUELLE PRESE A RIFERIMENTO)
1984	Voragine in via Savarese, 23 ing. Piciocchi	Rilievo speleologico e topografico della cavità sotterranea
1990	Piano Regolatore Generale (PRG) geol. Bonetti	n° 12 sondaggi geognostici A 20m – n°8 sismiche a rifrazione – n°7 prove penetrometriche statiche
1994	Analisi Stratigrafica Piana Campana geol. Bellucci	n° 3 sondaggi profondi
2003	Aggiornamento PRG – geol. Bonetti	n° 6 sondaggi geognostici allestiti a DownHole
2007	CROF – via Macello – geol. Feliciello	n° 1 sondaggio + n°10 SPT
2010	Voragine in via S.M. a Cubito geol. Bonetti & geol. Cimmino	n° 4 sondaggi
2012	Realizzazione Isola della Legalità geol. Doronzo	n° 1 DPSH + n° 1 Masw
2013	x privato - via Campana – geol. Iervolino	n° 1 DPSH + n° 1 Masw
2015	x privato - via Falcone – geol. Iervolino	n° 1 DPSH + n° 1 Masw
2015	Voragine in via De Gasperi geol. Improta	Rilievo Speleologico e Topografico della cavità sotterranea + n°1 Masw + n°4 DPSH + 2 prelievi per indagini di laboratorio + n°6 profili di tomografia elettrica
2016	Istituto Alberghiero – via Falcone geol. Mancuso	n° 2 sondaggi + n° 2 SPT + n° 2 campioni per indagini di laboratorio (proprietà fisiche, analisi granulometrica, taglio, prova edometrica) + n° 1 Downhole
2016	x privato - via Ripuaria – geol. Iervolino	n° 1 DPSH + n° 1 Masw
2016	PUC di Qualiano geol. Iervolino	n° 2 sondaggi + n° 6 SPT + n° 2 campioni per indagini di laboratorio (proprietà fisiche, analisi granulometrica, taglio diretto)



CARTOGRAFIA TEMATICA REALIZZATA

Sono state realizzate le seguenti cartografie tematiche specialistiche:

- **Carta Geomorfologica:** prendendo a riferimento le pubblicazioni dell'Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale (ISPRA), Guida al Rilevamento (Brancaccio, et al., 1994) e alla Rappresentazione Cartografica (Cosci, et al., 2007) è stata prodotta una carta geomorfologica di dettaglio che ha caratterizzato le forme attuali e quiescenti del territorio comunale di Qualiano, con particolari approfondimenti alle aste torrentizie di Cavone Croccone e Alveo dei Camaldoli;
- **Carta Geolitologica:** basata sullo studio critico di tutte le pubblicazioni scientifiche prodotte sulla stratigrafia, geomorfologia, geologia, idrogeologia e vulcanologia dell'intorno dell'area comunale di Qualiano, l'analisi critica di tutti i lavori professionali realizzati nel comune, con particolare approfondimenti sulle indagini geognostiche eseguite, la realizzazione di opportune indagini geognostiche ex novo, a completare quanto già raccolto in lavori precedenti ed un esaustivo rilevamento di campagna. Carta tematica definisce la litologia dei terreni di fondazione ma anche i rapporti stratigrafici con sezioni geologiche e colonne stratigrafiche esemplificative;
- **Carta Idrogeologica:** basata sulla carta geolitologica prodotta, la presa visione dei dati di profondità della falda da pozzi censiti dalla Città Metropolitana di Napoli, oltre che lo studio della Carta Idrogeologica dell'Italia Meridionale (Allocca, et al., 2007);
- **Carte della Pericolosità e del Rischio da Frana e carte della Pericolosità e del Rischio Idraulico** prodotte dall'Autorità di Bacino Campania Centrale per il Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico;
- **Carta del Censimento delle Cavità Sotterranee e dei Sinkholes Antropogenici:** un elaborato dove sono stati raccolti tutti i rilievi speleologici e topografici di cavità sotterranee realizzati a seguito di voragini apertesi negli ultimi 40 anni, opportunamente georeferenziate, ma dove sono stati anche cartografate zone di possibile presenza di cavità sotterranee, grazie al contributo di persone locali, vera e propria memoria storica di Qualiano;

In aggiunta a questi elaborati cartografici si è realizzata una Microzonazione Sismica di 1° Livello, seguendo le linee guida della Protezione Civile (Protezione Civile Nazionale, 2008) e prendendo a riferimento i suoi Standard Metodologici (Commissione Tecnica per la Microzonazione Sismica, 2015) e quindi prodotte le seguenti carte tematiche:

- **Carta delle Indagini:** dove sono stati censiti tutte le indagini geognostiche disponibili, differenziando il tipo di sondaggio geognostico realizzato, le indagini geotecniche e geofisiche realizzate in situ, oltre all'ubicazione di pozzi per la misura della profondità della falda;



- **Carta Geologica – Tecnica:** dove viene mostrato il modello geologico di riferimento, completa di sezioni geologiche esplicative, indicazioni sulla morfologia del territorio e l'esistenza di faglie attive/capaci;
- **Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS):** elaborato conclusivo di una Microzonazione Sismica di 1° Livello dove il territorio investigato è suddiviso in macroaree omogenee, sulla base di caratteristiche geologiche, geomorfologiche, di stabilità, tecniche, idrogeologiche, strutturali e sismiche.

A conclusione, come indicato nella L.R. n°9 del 07/02/1983 – Norme per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di difesa del territorio dal rischio sismico – è stata realizzata:

- **Carta della Stabilità:** a riassumere le criticità geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e di voragini antropiche / cavità sotterranee oltre che di dissesto idrogeologico per l'intero territorio comunale.

Di seguito l'elenco completo della cartografia tematica prodotta:

Carta Geomorfologica (PSC-QC-GEO-02)
Carta Geolitologica (PSC-QC-GEO-03)
Carta Idrogeologica (PSC-QC-GEO-04)
Carta delle Acclività (PSC-QC-GEO-05)
Carta della Pericolosità da Frana (PSC-QC-GEO-06)
Carta del Rischio da Frana (PSC-QC-GEO-07)
Carta della Pericolosità Idraulica (PSC-QC-GEO-08)
Carta del Rischio Idraulico (PSC-QC-GEO-09)
Carta del Censimento delle Cavità Sotterranee e dei Sinkholes Antropogenici (PSC-QC-GEO-10)
Carta delle Indagini Microzonazione Sismica di 1° Livello (PSC-QC-GEO-11)
Carta Geologica – Tecnica Microzonazione Sismica di 1° Livello (PSC-QC-GEO-12)
Carta delle MOPS Microzonazione Sismica di 1° Livello (PSC-QC-GEO-13)
Carta della Stabilità (PSC-QC-GEO-14)

In allegato tutte le indagini geognostiche prese a riferimento:
Indagini Geognostiche (PSC-QC-GEO-15)



NORMATIVA PRESA A RIFERIMENTO

Lavori Pubblici, Edilizia e Costruzioni

- Circolare 11/12/2009. Entrata in vigore delle norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14/01/2008. Circolare 05/08/2009 - Ulteriori considerazioni esplicative
- Circolare 02/02/2009, n. 617. Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14/01/2008.
- D.M. 14/01/2008 Ministero delle Infrastrutture e Trasporti - Norme Tecniche per le Costruzioni.
- D.G.R. n° 834 del 11/05/2007 - Norme tecniche e direttive riguardanti gli elaborati da allegare agli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica, generale ed attuativa, come previsto dagli artt. 6 e 30 della legge regionale n. 16 del 22/12/ 2004 "Norme sul governo del territorio".
- L.R. della Campania n°16/2004 "Norme sul governo del territorio"
- D.P.R. 06/06/2001, n. 380 Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia

Vincolo Idrogeologico

- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico – Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale – B.U.R.C 23/03/2015

Sismica

- Standard di Rappresentazione ed Archiviazione Informatica redatta dalla Commissione Tecnica per la Microzonazione Sismica del Dipartimento di Protezione Civile – Versione 4.0b – Ottobre 2015
- Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica approvati dal Dipartimento della Protezione Civile Nazionale e dalla Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome il 13/11/2008
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri - numero 3519 del 28/04/2006 - Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.
- Deliberazione di Giunta Regionale n° 816 del 10/6/2004 - D.G.R. n° 5447 del 7/11/2002 e D.G.R. n° 248 del 24/1/2003. Ulteriore circolare applicativa relativa alla strumentazione urbanistica - Approvazione Testo (con allegati).
- D.G.R. n° 5447 del 07/11/2002 Aggiornamento della classificazione sismica dei comuni della Regione Campania.
- L.R. n. 9 del 07/02/1983 - Norme per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di difesa del territorio dal rischio sismico



Professione Geologo

- Relazione Geologica: standard metodologici di lavoro. Consiglio Nazionale dei Geologi 2010 - 3.2.7. STANDARD 7 Indagini geologiche preordinate alla redazione di un Piano Urbanistico Comunale
- Codice deontologico riguardante l'esercizio della professione di geologo in Italia, approvato dal Consiglio Nazionale dei Geologi con deliberazione n°143 del 19/12/2006 ed emendato con deliberazione n°65 del 24/03/2010



3 GEOMORFOLOGIA

Il comune di Qualiano, con un'estensione di 7,3 km², si trova nella porzione centrale della Piana Campana, a circa 14km in direzione NordOvest dalla città di Napoli, a 8km in direzione Nord dal Cratere degli Astroni, una delle tante bocche eruttive del campo vulcanico dei Campi Flegrei e a soli 9km dalle coste sabbiose di Licola.

Grazie al Modello Digitale del Terreno (DTM) alla risoluzione di 1 metro messo a disposizione dalla Città Metropolitana di Napoli è stata prodotta un'analisi morfologica di dettaglio per l'intero territorio comunale: in Figura 1 la carta altimetrica di Qualiano, con quote che vanno da un massimo di 110m nella porzione orientale del comune e che - procedendo verso Est - degradano dolcemente fino a valori di poco inferiori a 50m.

Le acclività si attestano su valori medi di 3° con valori massimi nelle incisioni fluviali dell'Alveo dei Camaldoli dove si superano in alcuni punti anche i 70°.



Figura 1: Altimetria del comune di Qualiano

L'abitato di Qualiano viene bordato a Sud dall'Alveo dei Camaldoli, asta fluviale a carattere torrentizio che attraversa i territori comunali di Mugnano, Calvizzano e Qualiano, indi si affaccia sulla strada provinciale Ripuaria fino al ponte di Ferro, a partire dal quale lascia il vecchio tracciato che sfociava nell'emissario del Lago Patria e, seguendo la strada provinciale di S. Maria al Pantano, attraversa - con alveo pensile - la zona di Licola fino al mare.

In prossimità della foce riceve in sinistra orografica il contributo dell'alveo di Quarto e della relativa conca. Prima dello sbocco sul litorale domizio riceve anche le acque intercettate dai canali della bonifica di Licola e Varcaturò. (Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale, 2015).



Il corso d'acqua è ormai ad uso promiscuo, in gravi condizioni d'inquinamento, a causa d'immissioni di acque reflue civili ed industriali e dello sversamento incontrollato di rifiuti solidi e materiali di risulta, che talvolta determinano localmente pericolose situazioni di restringimento dell'alveo.

A Nord dell'Alveo dei Camaldoli scorre Cavoce Croccone, un torrente minore che, con una lunghezza complessiva di circa 3km, era sicuramente in epoche passate affluente di sinistra dell'Alveo dei Camaldoli ma che attualmente nasce in Qualiano e sparisce poco più avanti, forse a causa dell'intensa antropizzazione che ne ha limitato le portate.

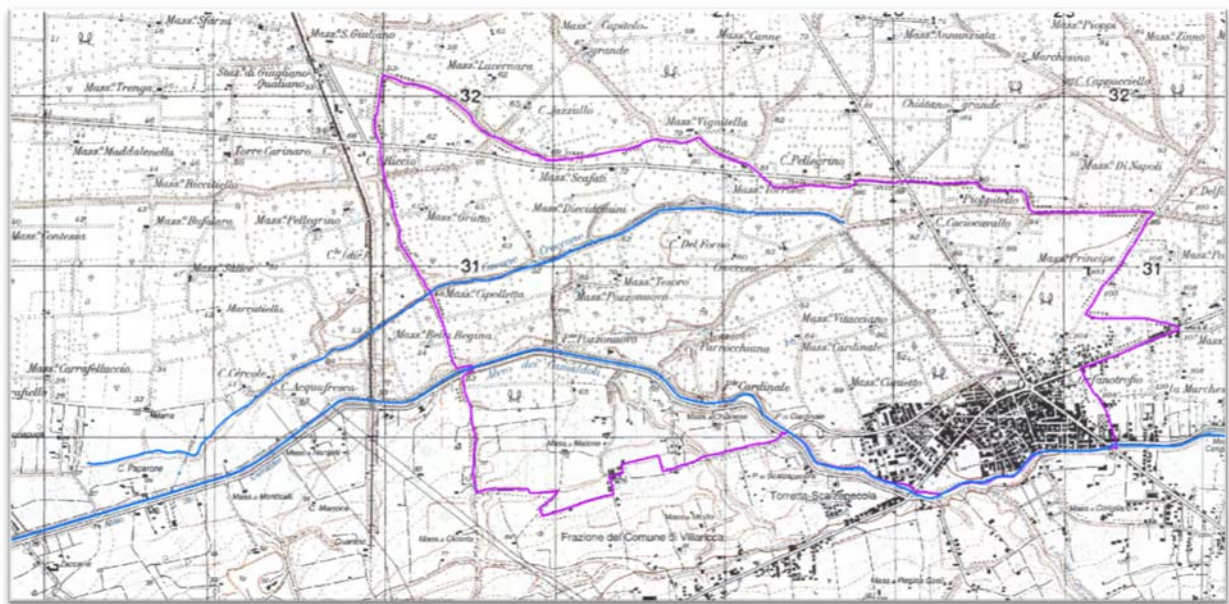


Figura 2: le aste torrentizie di Cavoce Croccone e Alveo dei Camaldoli nell'abitato di Qualiano (in viola)

Di seguito le caratteristiche morfologiche delle aste torrentizie censite in Qualiano che seguono le linee guida di geomorfologia fluviale di (Surian, et al., 2009) e (Rinaldi, et al., 2010).



Prendendo a riferimento i dati dell'Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale, il tratto iniziale dell'Alveo dei Camaldoli nel comune di Qualiano (A) è caratterizzato per i primi 1.500m da un alveo completamente tombato (in rosso in Figura 3). A circa 800m prende in carico le portate del Fosso del Carmine, suo affluente di destra.



Figura 3: Alveo dei Camaldoli, nella tratta iniziale nel comune di Qualiano, in neretto il centro abitato

Proseguendo verso Est, l'alveo riviene a giorno (in Figura 3, punto B), in zone a votazione agricola, caratterizzato da un tratto sinuoso, incastrato in sponde di natura antropica e con un letto artificiale completamente cementato. Dal punto C l'intensa antropizzazione dell'area ne ha rettificato il tratto, limitandone il suo naturale decorso laterale.

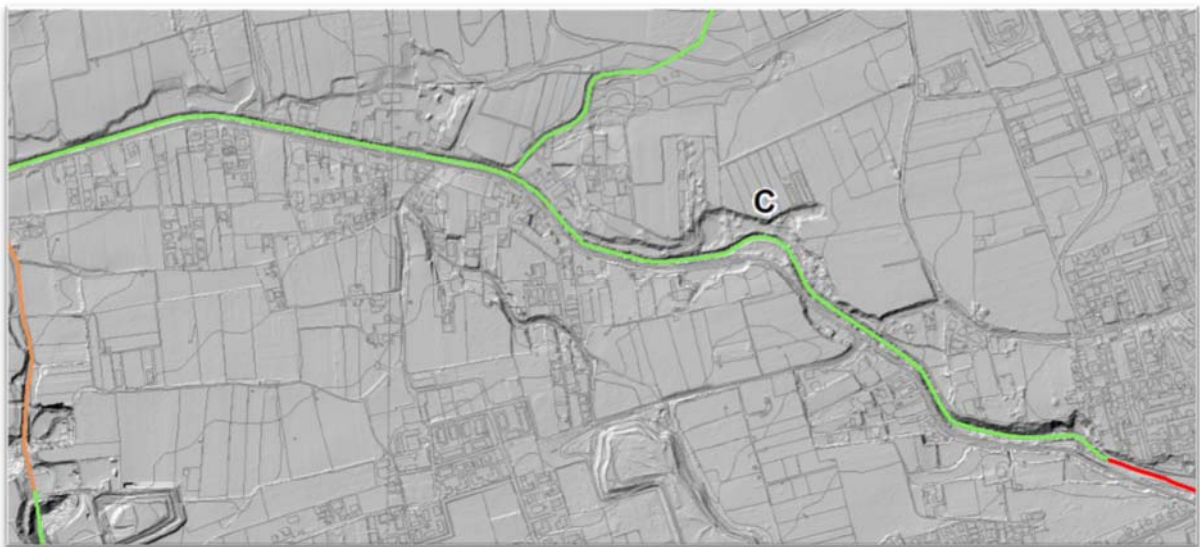


Figura 4: Tratto rettilineo dell'Alveo dei Camaldoli nel territorio di Qualiano



Per il Cavone Croccone invece (in stralcio in Figura 5) si è differenziato un primo tratto di alveo sinuoso non confinato da un successivo tratto sinuoso e confinato da ripide scarpate di erosione fluviale.



Figura 5: Tratto del Cavone Croccone in Qualiano

Nella Carta Geomorfologica allegata (PSC-QC-GEO-02) sono state individuate tutte le caratteristiche di geomorfologia fluviale dei due torrenti: in stralcio in Figura 6 un tratto dell'Alveo dei Camaldoli dove l'alveo rettilineo, confinato artificialmente e a letto piatto, insiste in una zona dove è evidente una piana inondabile quiescente delimitata in alcuni punti da scarpate di erosione fluviale antica.

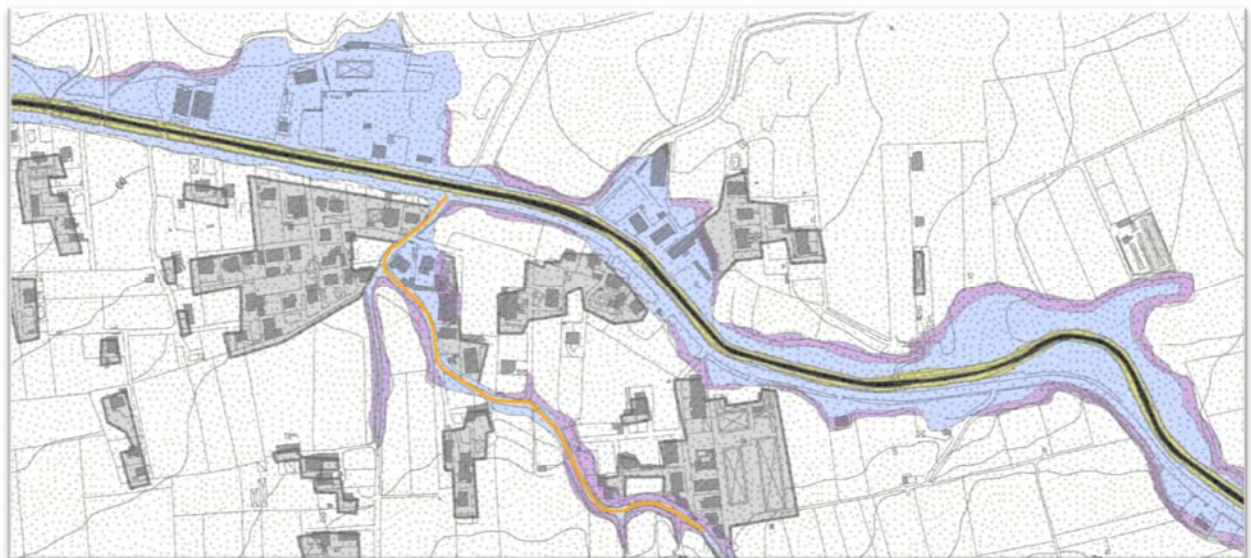


Figura 6: Stralcio della carta geomorfologica prodotta (Allegato PSC-QC-GEO-02) – particolare Alveo dei Camaldoli



Nella porzione meridionale del centro abitato sono stati cartografati i sinkholes antropogenici che si sono innescati negli ultimi 40anni, in stralcio in Figura 7, dove da sinistra verso destra è possibile riconoscere i sinkholes antropogenici di:

- Via De Gasperi (2015) con indicato anche il rilievo fatto della cavità sotterranea
- Via Mons. Savarese (1983) con indicato anche il rilievo fatto della cavità sotterranea
- Via Santa Maria a Cubito (2010)



Figura 7: stralcio carta geomorfologica, particolare dei sinkholes antropogenici di via De Gasperi, via Mons. Savarese e via S.M. a Cubito

Per maggiori dettagli sui sinkholes antropogenici si rimanda al Capitolo 6 e alla tavola cartografica “Censimento delle Cavità Sotterranee e dei Sinkholes Antropogenici” (PSG-QC-GEO-10).



4 GEOLOGIA

4.1 GEOLOGIA REGIONALE

Circa 30 milioni di anni fa (Oligocene), la geologia (e geografia) della penisola italiana era molto diversa dall'attuale (Bosellini, 2005). Con la convergenza della placca africana con quella europea, si formò la grande catena alpina che comprendeva una lunga fascia che andava dalle attuali Vienna e Ginevra e di cui facevano parte le odierne Alpi nell'attuale configurazione, la Corsica e blocchi della Calabria e della Sicilia (Figura 8).



Figura 8: La catena alpina 30 milioni di anni fa. (da Bosellini, 2005)

Dall'Oligocene e fino a 16÷18 milioni di anni il blocco Sardo-Corso, spinto da fratture e sprofondamenti dell'area balearica-provenzale, comincia a spostarsi a "tergicristallo" verso l'attuale conformazione (Figura 9), andando però a scontrarsi con la placca africana, con la conseguente formazione di un primo abbozzo di catena appenninica.

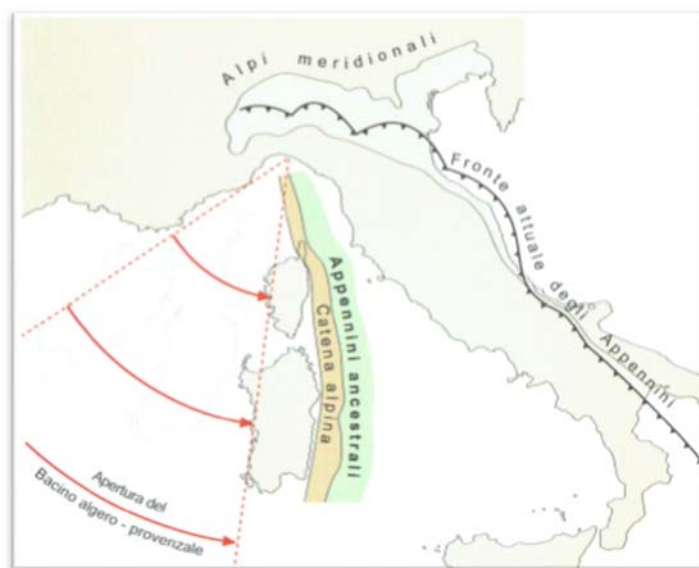


Figura 9: Movimento a tergicristallo del blocco Sardo-Corso a partire da 28-30 milioni di anni fa (da Bosellini, 2005)



Nel Miocene Superiore (8 milioni di anni fa) si apre il bacino del Mar Tirreno, coinvolgendo le già formate catene alpine e appenniniche ancestrali e trascinate verso Est, andando a collidere con la placca africana, con la conseguente formazione e sollevamento di impilamenti di strati rocciosi a formare la catena degli Appennini come la conosciamo oggi.

In Figura 10 l'evoluzione degli Appennini, durante l'Oligocene Medio (A), il Miocene Inferiore (B) e il Pliocene Medio (C).

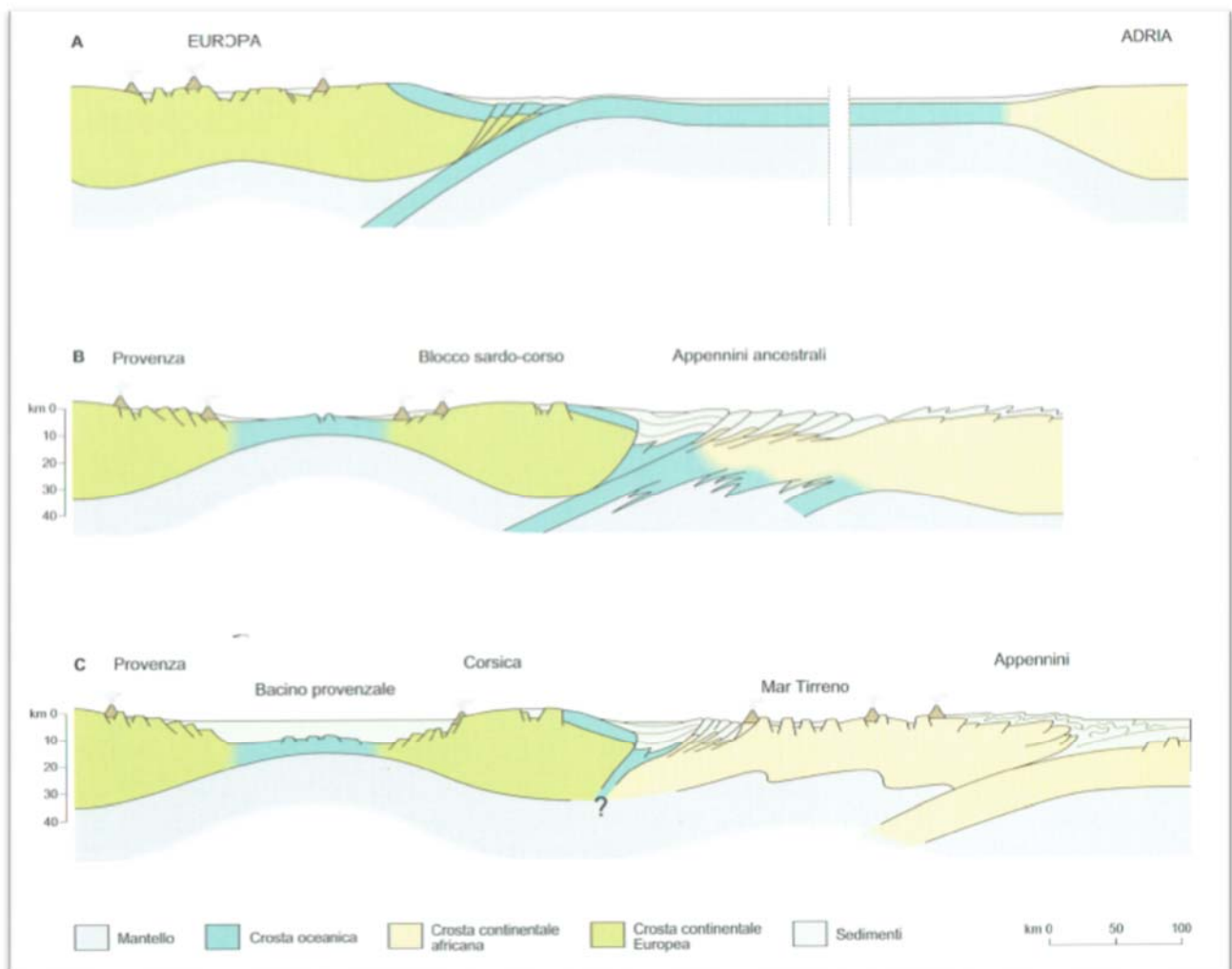


Figura 10: Evoluzione della catena appenninica negli ultim 30 milioni di anni (da Bosellini, 2005)

La generale deriva verso EST della penisola italiana, unita all'apertura del Mar Tirreno, definiscono per la porzione occidentale della Regione Campania la presenza di ampie depressioni strutturali (graben), con profonde fratture crostali che permettono la risalita di magmi e quindi l'instaurarsi di un vulcanismo ancora attivo.



PIANA CAMPANA

Il comune di Qualiano (in viola in Figura 11) rientra nella porzione centrale della Piana Campana, un ampio graben formatasi nel Pleistocene Inferiore a seguito dello sprofondamento del margine occidentale della catena appenninica (Brancaccio, et al., 1991) (Cinque, et al., 1993). Durante tutto il Pleistocene Medio la piana è stata interessata da una forte fase di subsidenza che ha determinato la sua completa sommersione. La subsidenza è continuata anche nella prima parte del Pleistocene Superiore ed è stata accompagnata da una intensa attività vulcanica. Nella seconda parte del Pleistocene Superiore la piana è progressivamente emersa per l'effetto concomitante dell'ultima regressione eustatica e per una diminuzione generalizzata dei tassi di subsidenza (Santangelo, 2011).



Figura 11: Carta geologico strutturale della Piana Campana (da Orsi et alii, 1996)

Negli anni, numerosi lavori sono stati prodotti per ricostruire la stratigrafia della Piana Campana (D'Ersasmo, 1931) (Ippolito, et al., 1973) (Aprile, et al., 1978) (Brancaccio, et al., 1991) (Romano, et al.) (Aprile, et al., 2004) (Bellucci, et al., 2003).

Romano et al. (1994) individuano sei unità stratigrafiche di ambiente variabile tra marino, transizionale e continentale, compresi tra il Pleistocene medio-superiore e l'Olocene. Secondo gli Autori la piana era depressa nel Pleistocene Inferiore e caratterizzata da un ambiente di sedimentazione di origine marina. Nella seconda metà del Pleistocene superiore, con un netto abbassamento dei livelli dei mari, si ha la sua completa l'emersione.

La morfologia della Piana Campana è stata notevolmente modificata dall'intensa attività eruttiva dei Campi Flegrei, in massima parte influenzata dalle eruzioni catastrofiche del Tufo Giallo Napoletano (15.000 anni fa) con la formazione dell'attuale caldera flegrea e dell'Ignimbrite Campana (39.000 anni fa) un'imponente coltre piroclastica da flusso con spessori variabili tra i 30



ed i 50 metri che ha colmato tutte le depressioni morfologiche preesistenti (strutturali e incisioni fluviali) e creato un vasto plateau deposizionale. Entrambe le eruzioni rappresentano un importante marker stratigrafico avendo un vastissimo areale di affioramento ed essendo il più delle volte facilmente riconoscibili sia in affioramento che da dati di sondaggio per le loro particolari caratteristiche litologiche.

CAMPI FLEGREI

I Campi Flegrei sono una vasta area situata a Nord-Ovest di Napoli, nella zona più depressa della Piana Campana, a formare un campo vulcanico di circa 230km² - ancora attivo - caratterizzato da decine di centri eruttivi diversi che hanno iniziato la loro attività circa 70.000 anni.

Nell'ortofoto di Figura 12 è evidente la particolare morfologia dell'area: numerosi crateri vulcanici, alcuni completamente antropizzati, alcuni facilmente riconoscibili, a definire il campo vulcanico più pericoloso al mondo.



Figura 12: Ortofoto Satellitare dei Campi Flegrei (da Google Earth, 2015)

La vulcanologia e geomorfologia dei Campi Flegrei sono stati studiati già agli inizi del novecento, con diversi lavori del naturalista e geologo Giuseppe De Lorenzo (De Lorenzo, 1904) (De Lorenzo, 1914).

La storia eruttiva del campo vulcanico è stata studiata dagli anni 70, quando diversi autori (Lirer, et al., 1968) (Rosi, et al., 1984) (Rosi, et al., 1987) (Di Vito, et al., 1999) (Isaia, et al., 2004) (Perrotta, et al., 2010) hanno usato correlazioni stratigrafiche per i vari depositi vulcanoclastici dell'area riuscendo a definire i principali eventi esplosivi degli ultimi 40.000 anni.



Con il tempo alle correlazioni stratigrafiche sono state aggiunte dapprima le datazioni radiometriche ^{14}C sia su residui carboniosi all'interno dei depositi piroclastici sia su resti di organismi nelle intercalazioni di sedimenti marini e negli ultimi 20 anni le datazioni radiometriche $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$, tecnica specificatamente utilizzata per depositi vulcanoclastici, che hanno permesso di datare eventi già classificati o di datarne di nuovi. Recentemente studi combinati di vulcanologia e archeologia stanno affinando i dati raccolti.

Attività Vulcanica PRE – Ignimbrite Campana

Numerosi autori individuano nel periodo tra i 75 e i 40.000 anni fa numerosi centri eruttivi a formare l'antico campo vulcanico: le lave massive coperte da un deposito scoriaceo dell'Isola di San Martino, le cineriti di Miliscola, i depositi piroclastici stratificati di Vitafumo, il duomo lavico di Cuma e di Punta Marmolite a Nord di Quarto, i tufi di Monte Echia a Nord di Castel dell'Ovo, quelli Capodimonte e di Monte Grillo a Baia e i tufi di Torre Franco a Chiaia.

In Figura 13 la Carta Strutturale dei Campi Flegrei dove gli Autori mostrano la caratteristica morfologia del campo vulcanico costituito da decine di crateri, faglie, fratture e duomi lavici, oltre ai limiti della caldera dell'Ignimbrite Campana e della successiva caldera del Tufo Giallo Napoletano, le più imponenti eruzioni vulcaniche dei Campi Flegrei.

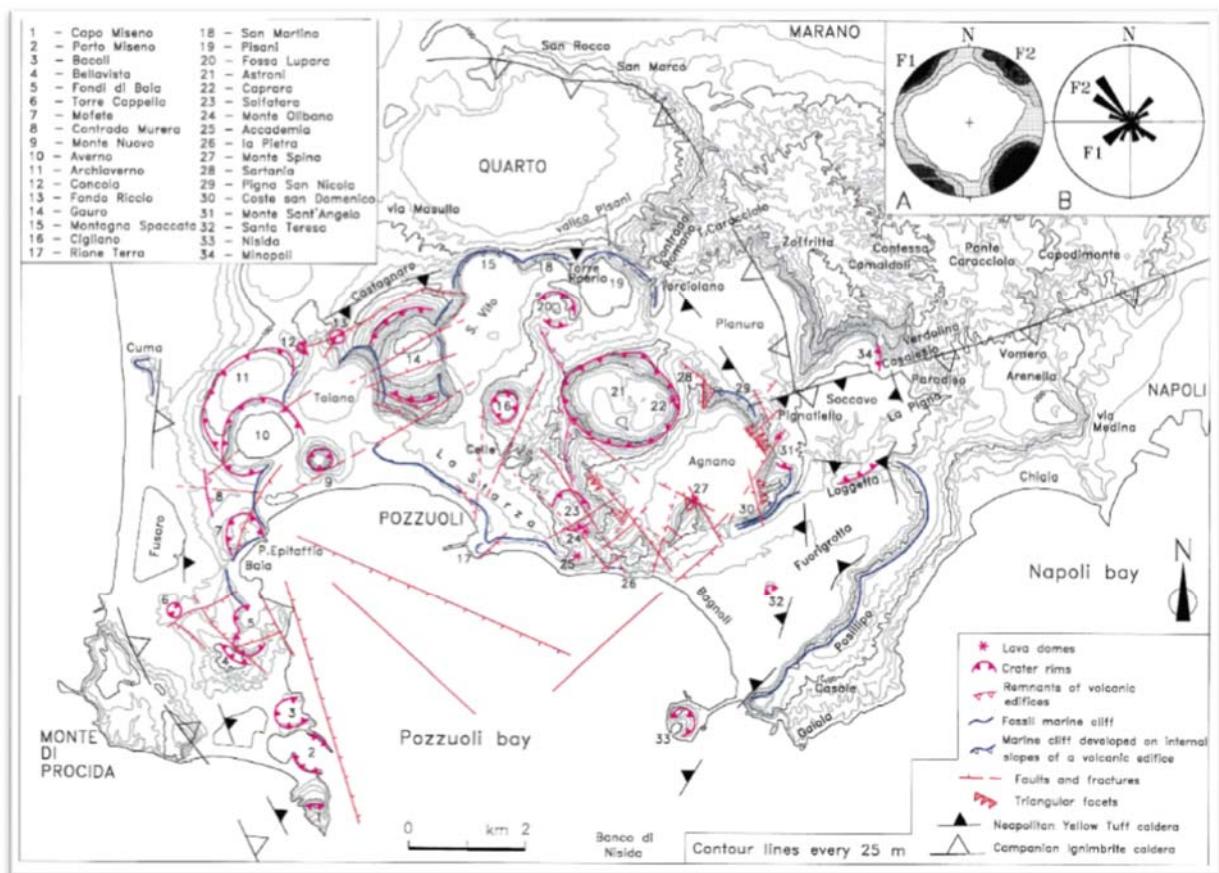


Figura 13: Carta Strutturale dei Campi Flegrei (da Di Vito et al, 1999)



L'IGNIMBRITE CAMPANA

La topografia dell'area flegrea cambia radicalmente 39.000 anni fa con il più imponente evento vulcanico dell'area mediterranea negli ultimi 200.000 anni (Barbieri, et al., 1978): l'eruzione dell'Ignimbrite Campana che generò una colonna eruttiva alta circa 40km (Orsi, et al., 2013) che collassando, con una potenza capace di superare rilievi di oltre 1.000 metri (Fisher, et al., 1993), produsse 15-20 km³ di depositi piroclastici da caduta (Rosi, et al., 1999) (Perrotta, et al., 2003), almeno 54 km³ di depositi da flusso piroclastico (Scarpati, et al., 2014) (Scarpati, et al., 2015) a costituire in massima parte tufo grigio trachitico distribuito su una superficie maggiore di 30.000 km² (Fisher et al., 1993) e da 100 km³ di ceneri co-ignimbritiche distali (Perrotta et al., 2003).

In Figura 14 la distribuzione del flusso piroclastico dell'Ignimbrite Campana, dove viene cartografato in giallo (LYT) nella facies di tufo giallo litificato (Langella, et al., 2013) e in grigio (WGI) la facies di ignimbrite grigia (Barbieri et al., 1978).

In Figura 15 la distribuzione geografica dell'eruzione dell'Ignimbrite Campana, arrivata fino in Russia, desunta da correlazioni stratigrafiche eseguite in numerosi siti archeologici (evidenziati in nero).

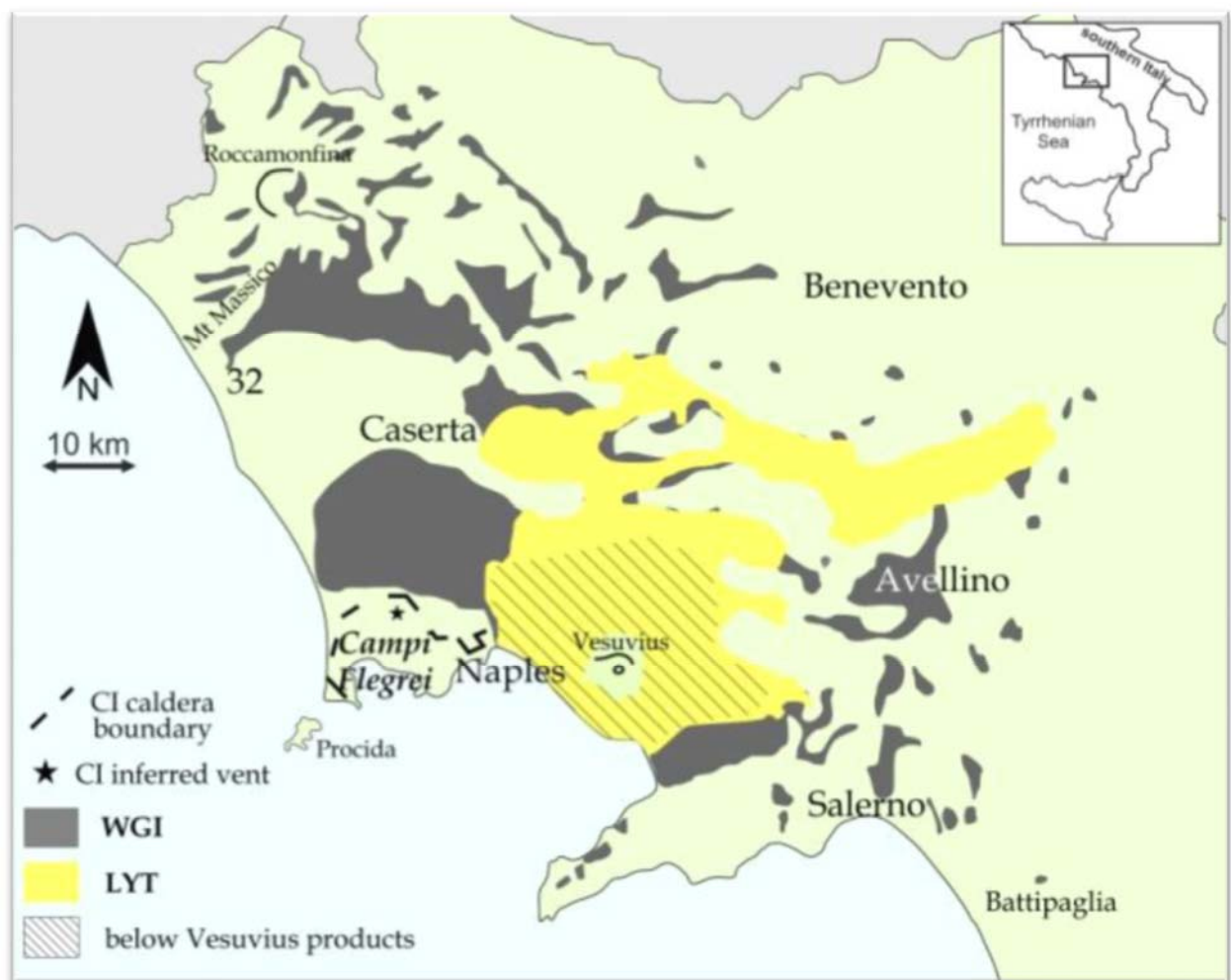


Figura 14: Distribuzione del flusso piroclastico dell'Ignimbrite Campana (da Scarpati, 2015)

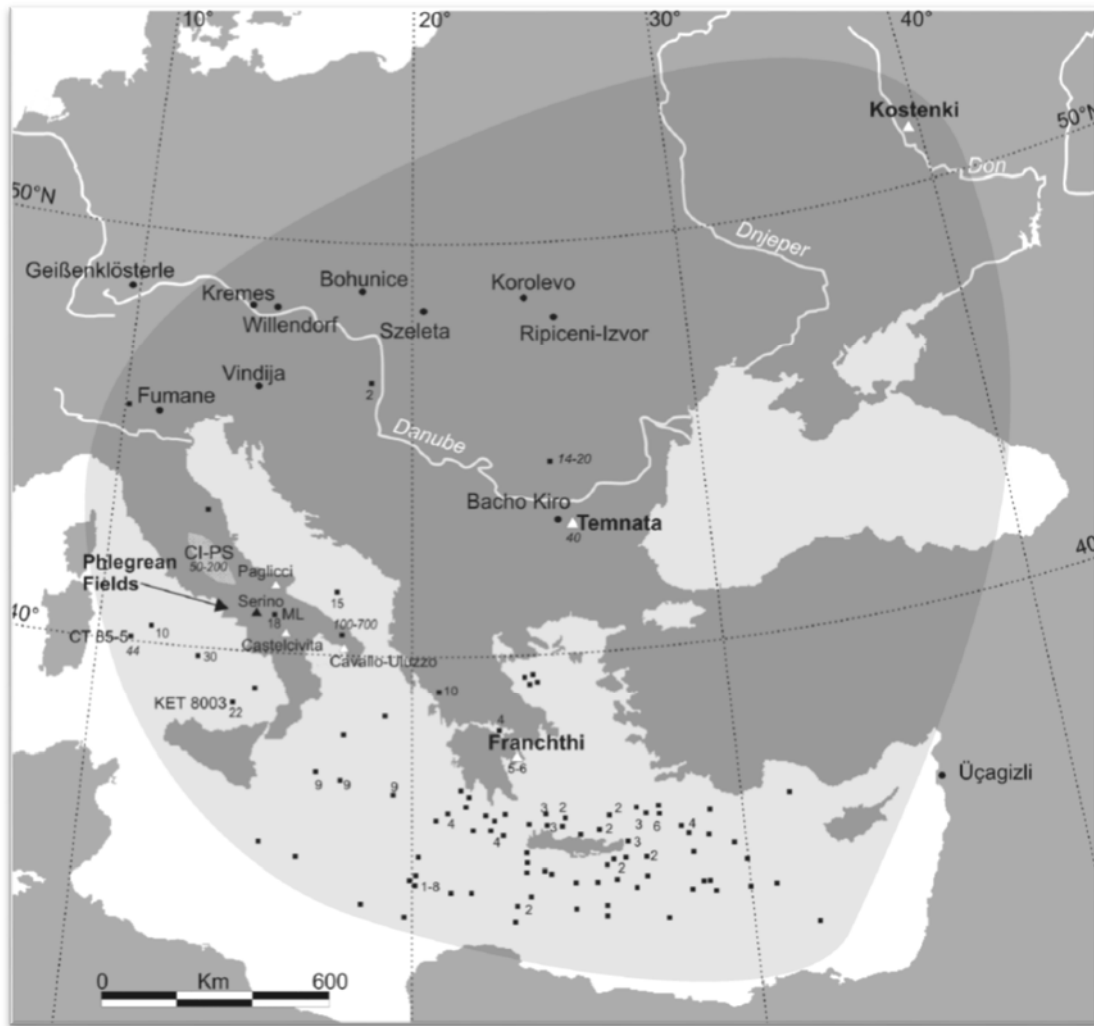


Figura 15: Distribuzione geografica dell'Ignimbrite Campana (da Fedele et al., 2003)

Negli anni passati i depositi di flusso piroclastico dell'Ignimbrite Campana venivano descritti estremamente monotoni lateralmente e verticalmente: (Di Girolamo, 1970) li descrive come depositi tufacei con un grado di saldatura che diminuisce verso l'alto, distinguendone quattro unità differenziate per un diverso grado di saldatura. Altri autori (Fisher, et al., 1993) (Civetta, et al., 1997) descrivono gli stessi secondo una sequenza stratigrafica tipica idealizzabile in tre parti ben distinte ed schematizzate in Figura 16:

- 1) alla base un deposito di ground surge o un ground layer ricco in litici prodotti dalla prima sedimentazione delle parti più dense alla fronte del flusso;
- 2) il corpo centrale suddiviso in due parti: quella basale (2a) che potrebbe essere notevolmente povera di clasti grossolani, meglio selezionata del resto del livello e a gradazione inversa e la seconda (2b) omogenea con una gradazione diretta di lapilli compatti (dense lapilli) e la gradazione inversa di pomici o (scoria lapilli).
- 3) Al tetto si trova, con spessori variabili, una cenere fine che in molti casi include ricaduta da una nube di cenere diluita associata al flusso piroclastico

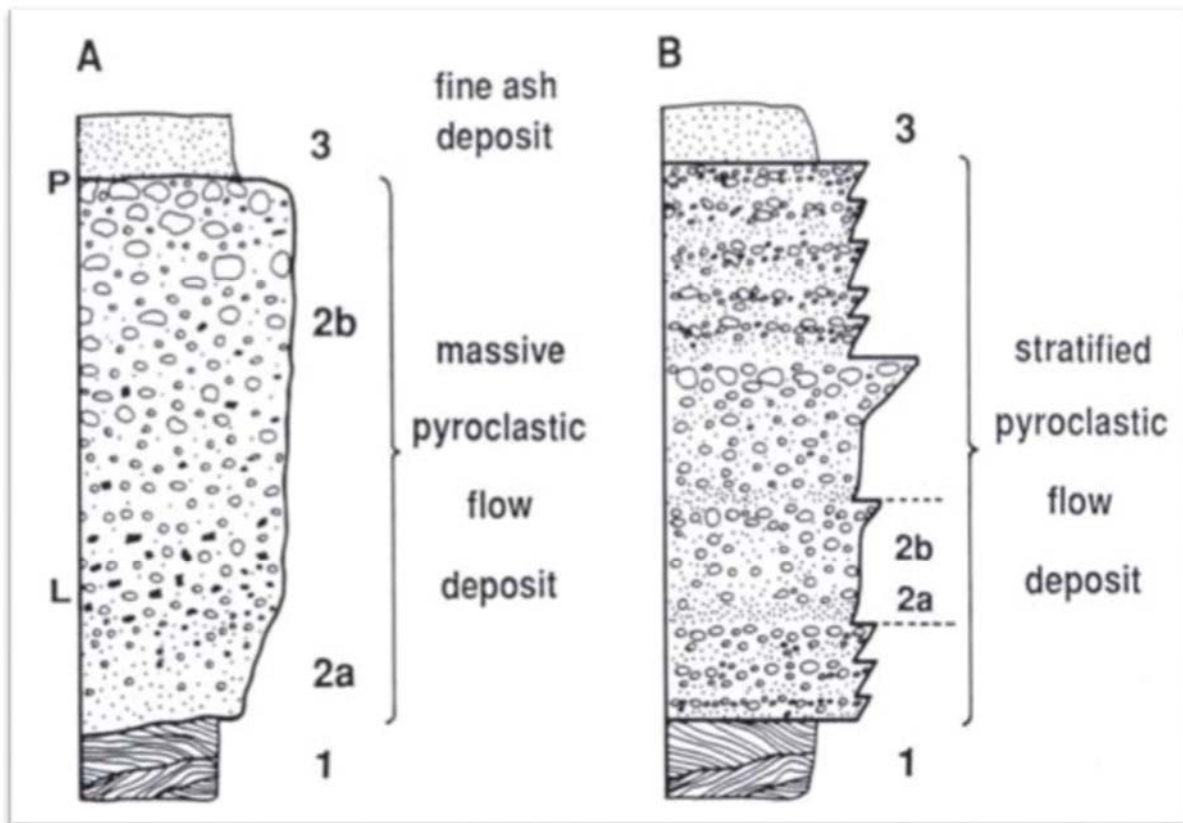


Figura 16: Schema della sequenza di deposito ignimbrico. Da Sparks et alii, 1973 e (Sherindan, 1979)

Recentemente l'intera sequenza piroclastica dell'Ignimbrite Campana è stata suddivisa in 10 unità stratigrafiche: 9 distinti depositi di flusso piroclastico, non uniformemente dispersi e alla base un'unità costituita da depositi pomicei da caduta (Fedele, et al., 2008) (Scarpati, et al., 2012).

Un nuovo studio stratigrafico (Scarpati et alii, 2015) ha permesso di distinguere – per i depositi di flusso – cinque diverse litofacies basate sulle diverse strutture sedimentarie.

La camera magmatica che ha alimentato l'eruzione era localizzata secondo alcuni Autori a circa 6-8 km di profondità e il suo parziale svuotamento molto probabilmente ha causato – insieme alla successiva eruzione del Tufo Giallo Napoletano – la formazione della caldera dei Campi Flegrei, anche se recentemente molti Autori credono che la formazione della caldera flegrea sia da imputare alla sola eruzione del Tufo Giallo Napoletano.

Sebbene numerosi studi indichino i Campi Flegrei come centro di emissione di questa grande eruzione (Barbieri, et al., 1991) (Fisher, et al., 1993) (Orsi, et al., 1999) (Rosi, et al., 1999) (Ort, et al., 1999) recenti indagini (Rolandi, et al., 2003) contraddicono questo modello e rivalutano l'ipotesi, già avanzata in passato (Di Girolamo, 1968) (Di Girolamo, 1978) (Di Girolamo, et al., 1984) (Barbieri, et al., 1978) di un'eruzione fissurale lungo sistemi di fratture parallele alle faglie peritirreniche che bordano la Piana Campana.



TUFO GIALLO NAPOLETANO

L'eruzione del Tufo Giallo Napoletano (Lirer, et al., 1975) (Orsi, et al.) (Orsi, et al., 1995), avvenuta circa 15.000 anni fa, è seconda per importanza solo all'eruzione dell'Ignimbrite Campana, producendo 40km³ di materiale piroclastico su una superficie di circa 1.000km² (Figura 17) e provocando una caldera di 10 km di diametro.

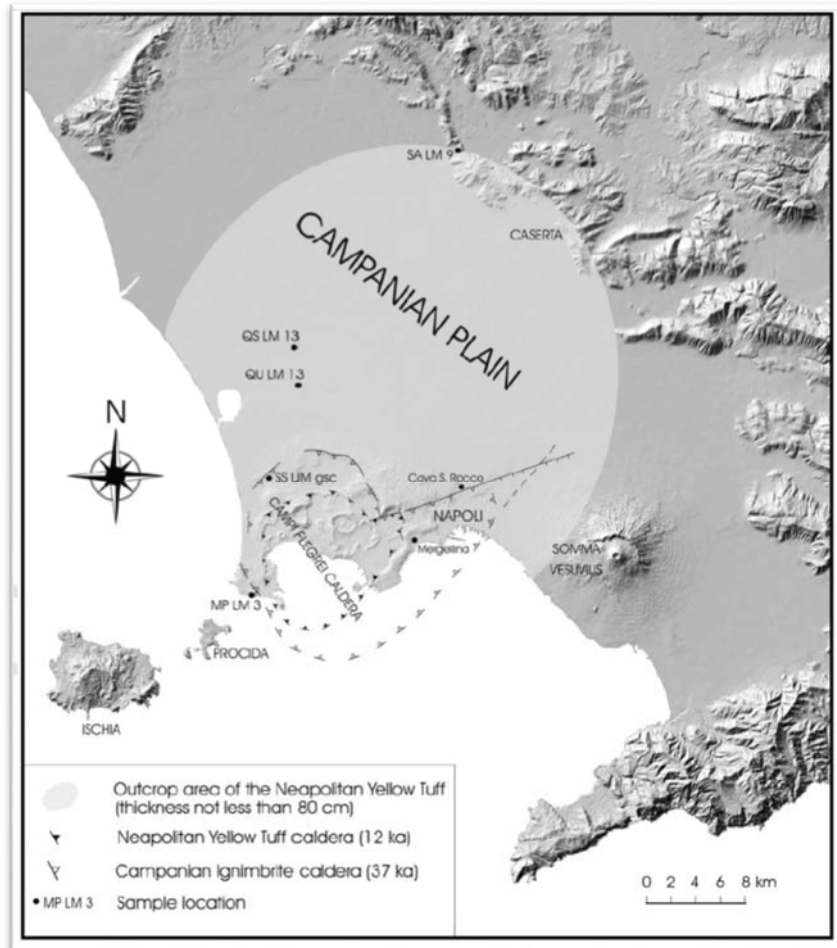


Figura 17: Distribuzione dei prodotti piroclastici dell'eruzione del Tufo Giallo Napoletano (Deino, et al.)

I prodotti dell'eruzione del Tufo Giallo Napoletano sono sostanzialmente ascrivibili a depositi da flusso piroclastico e subordinatamente da depositi da caduta, messi in posto in due distinte facies: litificata e incoerente (Scherillo, 1955). La facies litificata presenta una colorazione gialla ed è il risultato del processo diagenetico di zeolitizzazione, la facies incoerente (comunemente definita come Pozzolana) presenta invece una colorazione grigiasta. Il passaggio dall'una all'altra facies è graduale e molto spesso si ha molta difficoltà nel differenziare i vari membri. In Figura 18 la loro distribuzione nell'area napoletana.

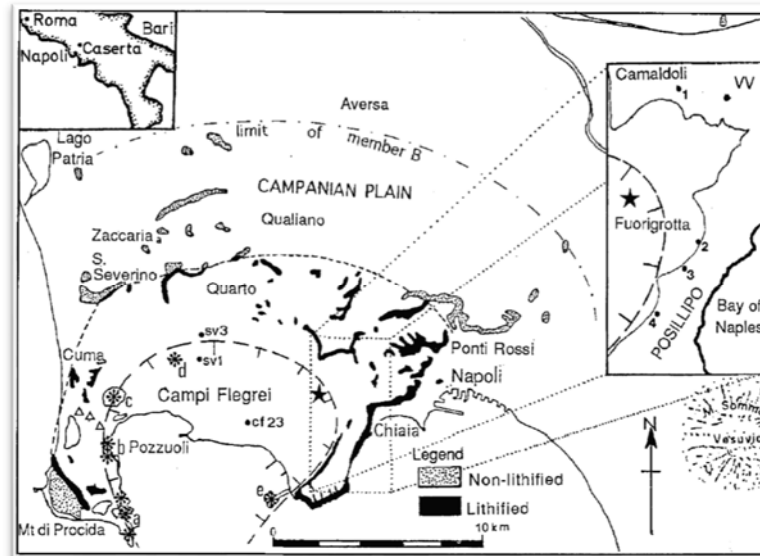


Figura 18: Distribuzione dei prodotti del Tufo Giallo Napoletano nell'area napoletana (da Scarpati et alii, 1993)

Analizzando la stratigrafia del Tufo Giallo Napoletano, sulla base di caratteristiche desunte da rilievi di campagna e variazioni nella granulometria, alcuni Autori (Scarpati, et al., 1993) differenziano due distinti membri (Figura 19), procedendo dall'alto verso il basso:

- membro A, a granulometria generalmente minore rispetto al membro B, composto da almeno sei livelli da caduta (A1-A6), intercalati con numerosi livelli cineritici e con uno spessore, nella zona di Qualiano, di circa 2 metri,
- membro B, presenta una granulometria più grossolana, la presenza di livelli massivi di maggiore spessore (circa 6m) e frequente alternanza di livelli incoerenti e coerenti.

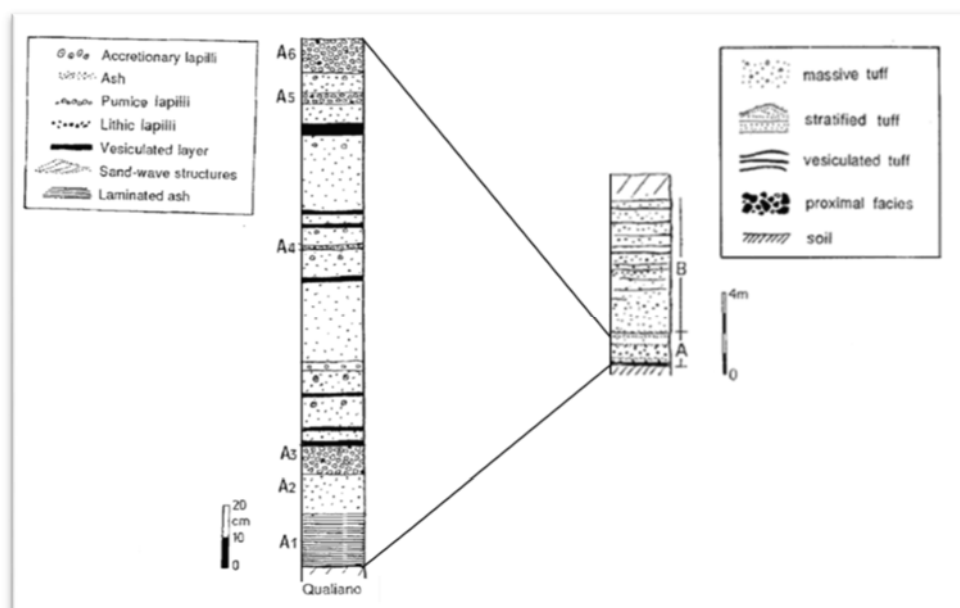


Figura 19: Facies incoerente del Tufo Giallo Napoletano, in Qualiano (da Scarpati et alii, 1993)



4.2 GEOLOGIA DI QUALIANO

Per la definizione del modello geologico dell'intero territorio comunale di Qualiano è stata presa a riferimento tutta la cartografia tematica specialistica disponibile dell'intorno dell'area di studio (ed elencata nel Capitolo 1) e tutta la bibliografia disponibile nel campo della geologia, geomorfologia, idrogeologia, geotecnica, vulcanologia ed elencata nel Capitolo 11.

In aggiunta è stato eseguito un rilievo geologico su tutta l'area comunale.

4.2.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE PRESE A RIFERIMENTO

Alla raccolta della bibliografia e cartografia disponibile, sono state recuperate tutte le indagini geognostiche realizzate nel territorio comunale, oltre alla realizzazione di nuove indagini eseguite dallo Scrivente ad integrazione di quanto già disponibile.

Di seguito i lavori raccolti, evidenziando in grassetto le indagini geognostiche prese a riferimento:

- **1984 – Voragine in via Mons. Savarese, 23**

Il 17/09/1984 in via Mons. Savarese, 23 si verifica un sinkholes antropogenico per la presumibile perdita di acqua di sottoservizi comunali. L'ing. Piciocchi, incaricato dal comune di Qualiano di studiare il dissesto, esegue **n°1 rilievo speleologico e topografico della cavità sotterranea**: 2.050m² di estensione, caratterizzata da due gallerie lunghe rispettivamente 50m e 60m, collegate tra loro da due lati trasversali entrambi di circa 12m. La profondità della cavità sotterranea è di circa 35m e il substrato litoide del Tufo Giallo Napoletano si rinviene a circa 21,5m di profondità.

- **1991 – Piano Regolatore Generale (PRG) di Qualiano**

Il geol. Bonetti redige il PRG di Qualiano, predisponendo **n°12 sondaggi geognostici spinti fino a 20m dal piano campagna**, n°8 sondaggi sismici a rifrazione e n°7 prove penetrometriche statiche, arrivando a superare ognuna i 15m di profondità;

- **1999 – Stratigrafia vulcanologica della Piana Campana**

La geol. Bellucci pubblica sul Bollettino della Società Geologica Italiana l'articolo "Nuove conoscenze stratigrafiche sui depositi vulcanici del sottosuolo del settore meridionale della Piana Campana": raccoglie 800 indagini geognostiche realizzate nella piana correlandole con le conoscenze geologiche, stratigrafiche e vulcanologiche del settore settentrionale dei Campi Flegrei e definendone un accurato modello geologico generale. **N°3 sondaggi geognostici profondi (tra i 100 e i 150m)**;

- **2003 – Aggiornamento del PRG comunale di Qualiano**

Il geol. Bonetti esegue un aggiornamento del PRG 1991 con la realizzazione di **n°6 sondaggi geognostici allestiti a DownHole spinti fino a 20m**, per una caratterizzazione sismica di tutto il comune e rielabora n°6 indagini sismiche a rifrazione;



- **2007 – Realizzazione del Centro Ricerche, Orientamento e Formazione (CROF)**

Il geol. Feliciello nella relazione geologica esegue **n°1 sondaggio geognostico a 30m di profondità dal piano campagna con n°10 prove penetrometriche standard (SPT);**

- **2010 – Voragine di via Santa Maria a Cubito**

Il 30/03/2010 nella traversa di Santa Maria a Cubito 22/24 si verifica un sinkhole antropogenico, per la rottura della condotta fognaria. I geologi Cimmino e Bonetti vengono incaricati dai condomini della zona per studiare la voragine. I tecnici realizzano **n°4 sondaggi geognostici spinti ognuno fino a quasi 25m dal piano campagna.**

- **2012 – Realizzazione Isola della Legalità**

Per la caratterizzazione geologica e sismica del sito il geol. Doronzo esegue **n°1 prova penetrometrica dinamica superpesante (DPSH) e n°1 indagine sismica MASW;**

- **2013 – Ampliamento Edificio Privato in via Campana**

In via Campana per l'ampliamento di un edificio provato esistente, il sottoscritto geol. Iervolino esegue **n°1 prova penetrometrica dinamica superpesante (DPSH) e n°1 indagine sismica MASW;**

- **2015 – Ampliamento Edificio Privato in via Falcone**

In via Falcone per l'ampliamento di un edificio privato esistente, il sottoscritto geol. Iervolino esegue **n°1 prova penetrometrica dinamica superpesante (DPSH) e n°1 indagine sismica MASW;**

- **2015 – Voragine in via De Gasperi**

In data 3 agosto 2015 si verifica un sinkhole antropogenico in via De Gasperi. La geol. Improta realizza **n°1 rilievo topografico e speleologico della cavità, n°4 prove penetrometriche dinamiche superpesanti, n°1 MASW e n°6 profili di tomografia geoelettrica.**

- **2016 – Realizzazione Istituto Alberghiero**

In via Giovanni Falcone il geol. Mancuso nella relazione geologica realizza **n°2 sondaggi geognostici, spinti rispettivamente a 30m e a 20m dal piano campagna, n°2 prove penetrometriche standard (SPT), il prelievo di n°2 campioni per specifiche analisi di laboratorio (proprietà fisiche, analisi granulometriche, prova di taglio, prova edometrica) e allestisce un sondaggio con prova sismica downhole;**

- **2016 – Ampliamento Edificio Privato in via Falcone**

In via Ripuaria per l'ampliamento di un edificio provato esistente, il sottoscritto geol. Iervolino esegue **n°1 prova penetrometrica dinamica superpesante (DPSH) e n°1 indagine sismica MASW;**

- **2016 – Redazione del Piano Urbanistico Comunale di Qualiano**

Ad integrazione del già molto materiale disponibile, lo Scrivente geol. V.E. Iervolino realizza **n°2 sondaggi a 20m dal piano campagna con la realizzazione di n°6 prove penetrometriche standard (SPT) e il prelievo di n°2 campioni per le indagini di laboratorio (proprietà fisiche, analisi granulometriche, prova di taglio).**



In tabella che segue gli studi geologici e le indagini geognostiche prese a riferimento:

ANNO	LAVORO	INDAGINI GEOGNOSTICHE DISPONIBILI (IN GRASSETTO QUELLE PRESE A RIFERIMENTO)
1984	Voragine in via Savarese, 23 ing. Piciocchi	Rilievo speleologico e topografico della cavità sotterranea
1990	Piano Regolatore Generale (PRG) geol. Bonetti	n° 12 sondaggi geognostici A 20m – n°8 sismiche a rifrazione – n°7 prove penetrometriche statiche
1994	Analisi Stratigrafica Piana Campana geol. Bellucci	n° 3 sondaggi profondi
2003	Aggiornamento PRG – geol. Bonetti	n° 6 sondaggi geognostici allestiti a DownHole
2007	CROF – via Macello – geol. Feliciello	n° 1 sondaggio + n°10 SPT
2010	Voragine in via S.M. a Cubito geol. Bonetti & geol. Cimmino	n° 4 sondaggi
2012	Realizzazione Isola della Legalità geol. Doronzo	n° 1 DPSH + n° 1 Masw
2013	x privato - via Campana – geol. Iervolino	n° 1 DPSH + n° 1 Masw
2015	x privato - via Falcone – geol. Iervolino	n° 1 DPSH + n° 1 Masw
2015	Voragine in via De Gasperi geol. Improta	Rilievo Speleologico e Topografico della cavità sotterranea + n°1 Masw + n°4 DPSH + 2 prelievi per indagini di laboratorio + n°6 profili di tomografia elettrica
2016	Istituto Alberghiero – via Falcone geol. Mancuso	n° 2 sondaggi + n° 2 SPT + n° 2 campioni per indagini di laboratorio (proprietà fisiche, analisi granulometrica, taglio, prova edometrica) + n° 1 Downhole
2016	x privato - via Ripuaria – geol. Iervolino	n° 1 DPSH + n° 1 Masw
2016	PUC di Qualiano geol. Iervolino	n° 2 sondaggi + n° 6 SPT + n° 2 campioni per indagini di laboratorio (proprietà fisiche, analisi granulometrica, taglio diretto)



4.2.2 CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE

Analizzando la Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 – F. 446-447 “NAPOLI” (Isaia, et al., 2015) gli Autori individuano unità litostratigrafiche, sintemiche e litosomatiche affioranti appartenenti al campo vulcanico dei Campi Flegrei di età compresa tra il Pleistocene e l'Olocene (Figura 20).

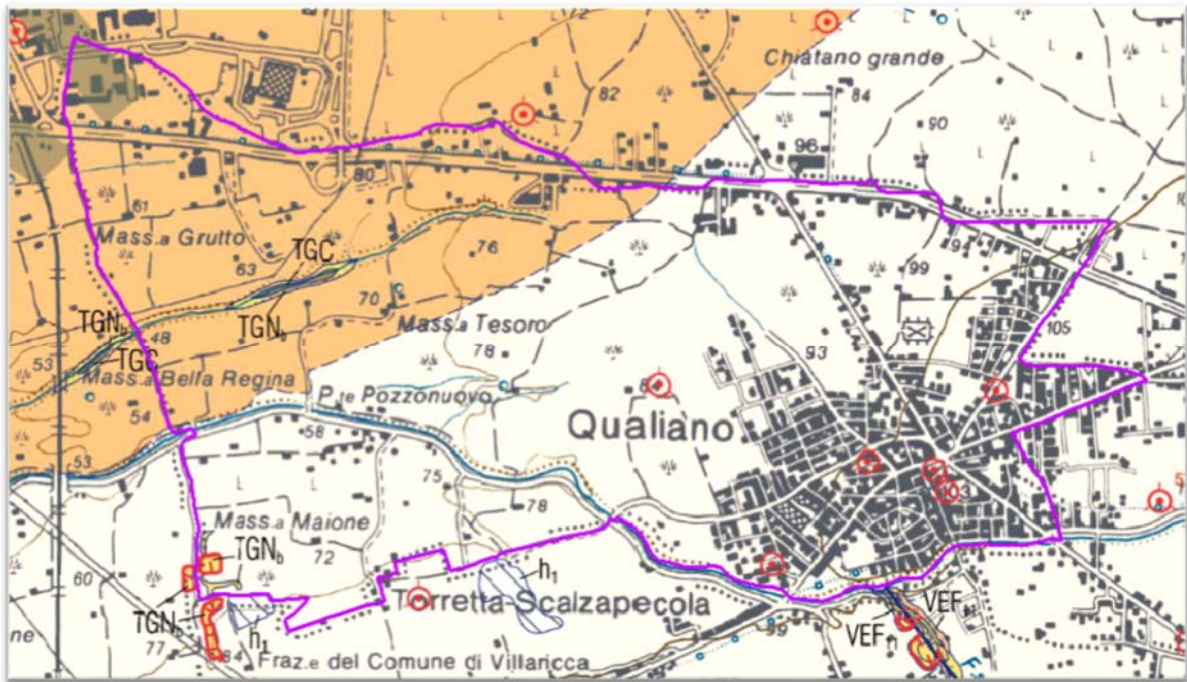


Figura 20: Stralcio Carta Geologica d'Italia – Foglio 446-446 NAPOLI

Per il territorio comunale di Qualiano è stato così possibile così distinguere:

Sintema Vesuviano Flegreo (VEF): depositi prevalentemente piroclastici costituiti da livelli cineritici e pomicei stratificati con intercalazioni di paleosuoli.

 **Subsintema di Contrada Romano (VEF₁₂):** successione di depositi prevalentemente cineritici finemente stratificati con intercalati livelli pomicei da caduta. I depositi poggiano su uno spesso paleosuolo ocraceo ampiamente diffuso sia nei settori interni che esterni alla caldera flegrea, nelle aree di piana circostanti fino ai contrafforti appenninici.

 **Subsintema di Agnano-Soccavo (VEF₁₁):** successione di depositi confinata a tetto da uno spesso paleosuolo ocraceo ampiamente distribuito sia nei settori interni alla caldera flegrea che nelle aree di piana circostanti. I depositi sono composti da alternanza di ceneri grigie e verdastre fini e grossolane con lenti di lapilli pomicei e da cineriti giallastre con livelli e lenti di scorie nere.

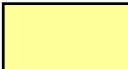
In Figura 21 stratigrafia di questi due subsintemi, identificati su parete di cava in prossimità della Masseria Ciconta.



Figura 21: Affioramento di cava nei pressi di Masseria Ciconta

Subsintema di Napoli (VEF₁₀): comprende i depositi di tufo giallo e pozzolana che caratterizzano l'intera area di Napoli, vaste aree delle piane che circondano i Campi Flegrei, oltre a numerose zone interne della caldera flegrea.

Tufo Giallo Napoletano (TGN): successione di depositi piroclastici giallastri generalmente litificati nelle zone prossimali (**TGN_a**) che variano in verticale e lateralmente a depositi sciolti di colore grigio chiaro (**TGN_b**). La sequenza del TGN è suddivisibile così in due membri diversi, separati da variazioni sedimentologiche e tessiturali dei depositi o dalla presenza di una discordanza angolare:

 **TGN_b:** la porzione incoerente del TGN, formata da livelli cineritici e lenti pomicee.

 **TGN_a:** la porzione litoide del TGN formata da una fitta alternanza di livelli cineritici ricca di lapilli pomicei.

Supersintema flegreo-ischitano: comprende le unità sedimentarie, vulcaniche ed epiclastiche che formano il riempimento della Piana Campana.

 **Tufo Grigio Campano – TGC - (“Ignimbrite Campana”):** sequenza piroclastica complessa costituita nella parte basale da un deposito pomiceo da caduta stratificato ampiamente distribuito ad EST dei Campi Flegrei, a cui si sovrappongono banchi a differente grado di saldatura, composti da scorie nerastre, grossolane e a differente grado di schiacciamento (fiamme), in abbondante matrice cineritica di colore grigio chiaro (Piperno), localmente sormontati da brecce eterometriche grossolane e depositi ignimbritici a basso grado di litificazione, di colore grigio rossastro.



Di seguito la colonna stratigrafica e le sezioni geologiche realizzate per il comune di Qualiano, a corredo della carta geolitologica prodotta (PSC-QC-GEO-03): nessuna pubblicazione né tutte le indagini geognostiche prese a riferimento ci hanno consentito di definire il contatto tra TGN_a e TGC.

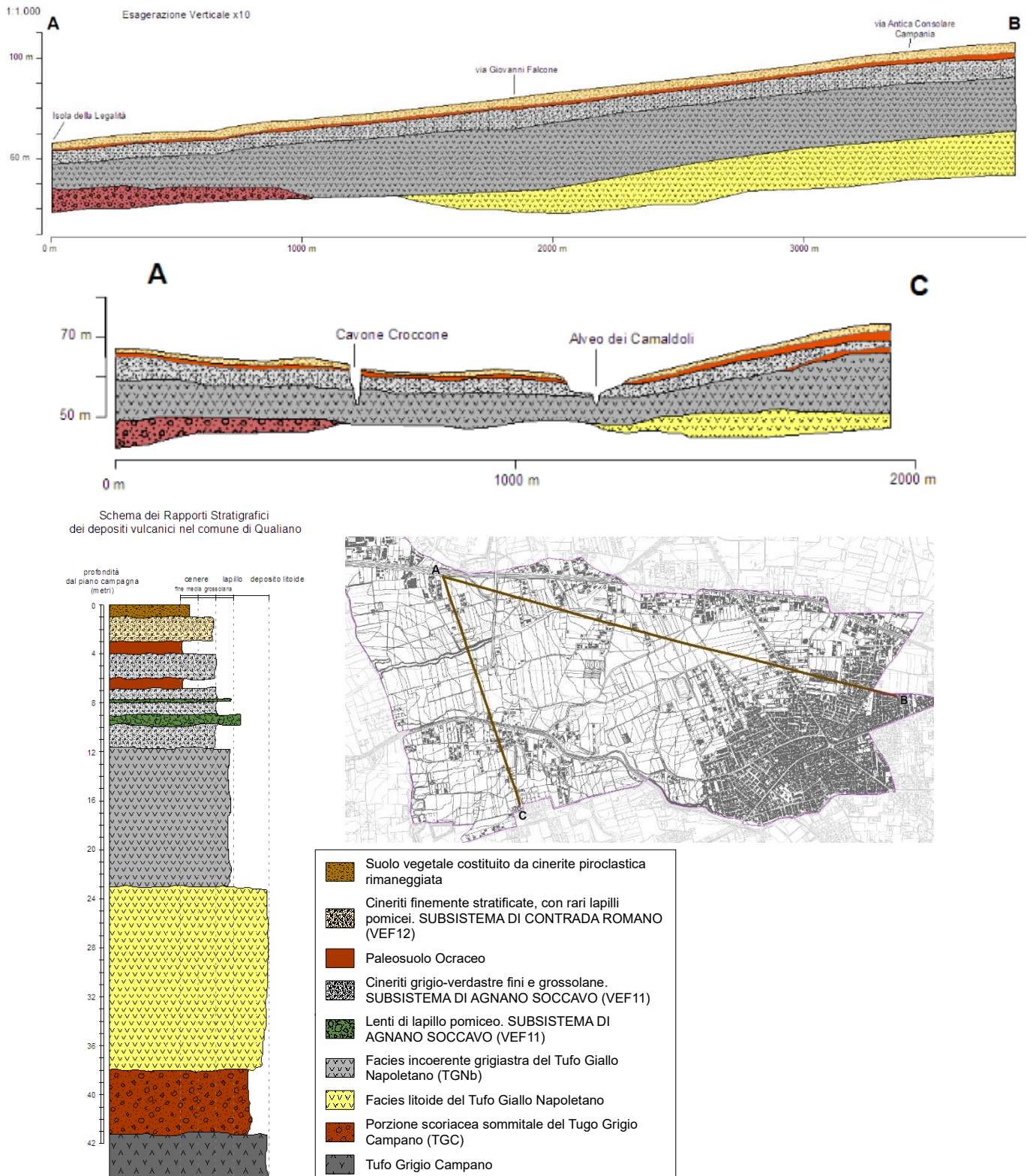


Figura 22: Sezioni geologiche e colonna stratigrafica dei terreni nell'area comunale di Qualiano



4.2.3 CARATTERISTICHE LITOLOGICHE E TECNICHE

Qualiano si trova in un'area distale dal campo vulcanico dei Campi Flegrei, dove negli ultimi 40.000 anni si sono succedute numerose eruzioni con portate e centri eruttivi diversi: ne consegue pertanto una notevole variabilità verticale e laterale dei materiali vulcanoclastici depositi.

L'area comunale, caratterizzata poi da una topografia subpianeggiante, non presenta nessun taglio naturale e/o antropico che possa mettere a giorno le successioni vulcanoclastiche, tali da aiutare nelle correlazioni.

Il lavoro svolto nella Carta Geologica d'Italia 1:50.000 (e descritto nel paragrafo precedente) basato sulla caratterizzazione litostratigrafica, sintemica e litosomica dei terreni depositi, è stato preso solamente a riferimento, ma per la costruzione del modello geologico di tutta l'area comunale è stato seguito solamente il criterio litostratigrafico, dato che l'analisi dei dati è stata basata solamente sull'interpretazione di sondaggi geognostici.

Analizzando tutto il repertorio di indagini prese a riferimento, ed ampiamente descritto nei capitoli precedenti, è stato così possibile differenziare litologicamente il territorio comunale in tre zone diverse, rappresentate nella tavola cartografica "Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)" (PSC-QC-GEO-013) (Figura 24):

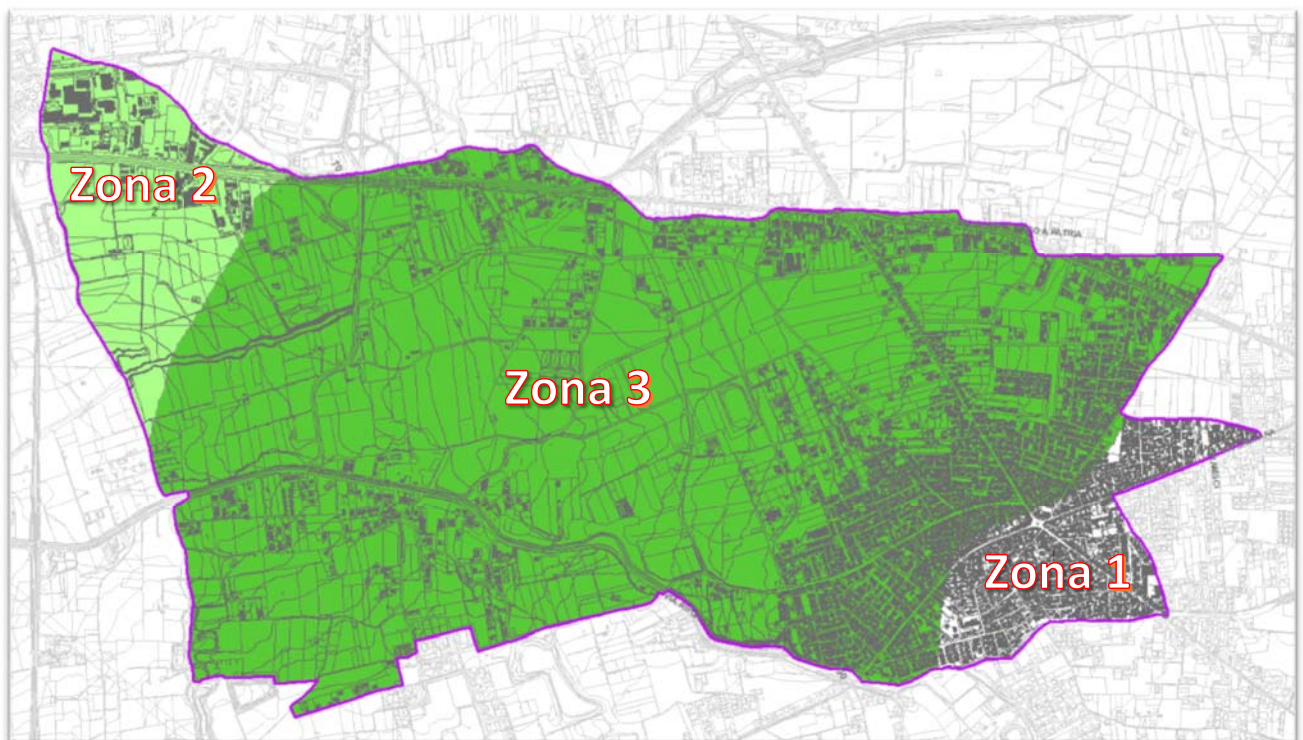
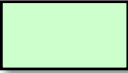


Figura 23: Carta delle MOPS, dove il territorio comunale è stato classificato in tre zone litototologiche diverse



 **Zona 1:** individuata nella porzione meridionale del centro urbano di Qualiano, affiorano i depositi vulcanici di Contrada Romano (VEF₁₂) che presentano uno spessore di 2-4m, costituiti da una cinerite media-fine con all'interno lapillo pomiceo del diametro massimo di 2-3cm. Segue in successione stratigrafica e con uno spessore che non supera il metro, un paleosuolo ocraceo costituito da sabbia fine, a struttura omogenea (facilmente riconoscibile anche dai sondaggi geognostici) che divide il subsintema VEF₁₂ dal sottostante subsintema Agnano-Soccavo (VEF₁₁). Quest'ultimo è costituito da una cinerite da fine a media, a colorazione grigio verdastra, al cui interno si intercalano lenti ed orizzonti di lapilli pomicei anche grossolani.

Dalla sola interpretazione di sondaggi geognostici il subsintema Agnano-Soccavo è indistinguibile dalla porzione incoerente del Tufo Giallo Napoletano (TGN_b) che segue in successione stratigrafica. Pertanto i due depositi sono stati accorpati con spessori totali che non superano i 20m. Procedendo con la profondità questi terreni poggiano poi sulla facies litoide del Tufo Giallo Napoletano (TGN_a), che da dati bibliografici dovrebbe avere in queste aree spessori maggiori di 50 metri (Bellucci, 1994).

In questa zona la stratigrafia del sottosuolo è abbastanza chiara dato che negli ultimi 40 anni si sono aperte numerose voragini e quindi eseguiti numerosi lavori, anche con rilievi speleologici, tanto da definirne con buona approssimazione le caratteristiche stratigrafiche, ampiamente descritte nel Capitolo 7.

 **Zona 2:** individuata nella porzione nordorientale del comune, affiorano i depositi vulcanici di Contrada Romano (VEF₁₂) che presentano uno spessore di poco inferiore ai 2m e costituiti da una cinerite media-fine con all'interno lapillo pomiceo del diametro massimo di 2-3cm. Segue in successione stratigrafica e con uno spessore di meno di 50cm un paleosuolo ocraceo costituito da sabbia fine, a struttura omogenea, che divide il subsintema VEF₁₂ dal sottostante subsintema Agnano-Soccavo (VEF₁₁), costituito quest'ultimo da una cinerite da fine a media, a colorazione grigio verdastra, al cui interno si intercalano lenti ed orizzonti di lapilli pomicei anche grossolani. Come per la zona precedente dalla sola interpretazione di sondaggi geognostici il subsintema Agnano-Soccavo è indistinguibile dalla porzione incoerente del Tufo Giallo Napoletano (TGN_b) che segue in successione stratigrafica. Pertanto i due depositi sono stati accorpati con spessori totali che arrivano ai 20m. Il deposito è indistinguibile – dalla sola interpretazione di sondaggi geognostici – dalla porzione incoerente del Tufo Giallo Napoletano (TGN_b). Gli spessori totali delle due successioni vulcanoclastiche, accorpate dal punto di vista litologico, non superano i 20m.

Procedendo con la profondità non si rinviene la facies litoide del Tufo Giallo Napoletano (TGN_a) ma si passa alla porzione sommitale alterata del Tufo Grigio Campano, costituita da lapillo tufaceo grigio rossastro, eterogeneo, con presenza di clasti scoriacei del diametro massimo di 6cm e ricchi di zeoliti, oltre alla presenza di frequenti litici del diametro variabile con valori massimi che arrivano a 10cm.



Zona 3: localizzata nella porzione centrale del comune, tutti i sondaggi realizzati e presi a riferimento, intercettano i subsistemi VEF₁₂, VEF₁₁ e la facies incoerente del Tufo Giallo Napoletano con spessori molto simili alle zone 1 e 2, ma non viene mai rivenuto il substrato litoide.

Anche in questo caso non è stato possibile distinguere il subsistema di Agnano-Soccavo (VEF₁₁) dalla facies incoerente del Tufo Giallo Napoletano (TGN_b).

In questo caso però tutte le indagini disponibili, sia da pubblicazioni scientifiche di indagini profonde sia da lavori prodotti per l'abitato di Qualiano spinti fino a 30m di profondità non hanno intercettato il substrato litoide.

Nell'immagine che segue viene mostrato un quadro riassuntivo della differenziazione zonale realizzata per l'area comunale di Qualiano nella carta delle MOPS (PSC-QC-GEO-13), sulla base delle sole caratteristiche litologiche dei terreni riconosciuti da sondaggi geognostici a disposizione.

I depositi VEF₁₂ - VEF₁₁ - TGN_b sono stati raggruppati nei "terreni di copertura" e ne viene ulteriormente spiegato il motivo nel Capitolo 8.

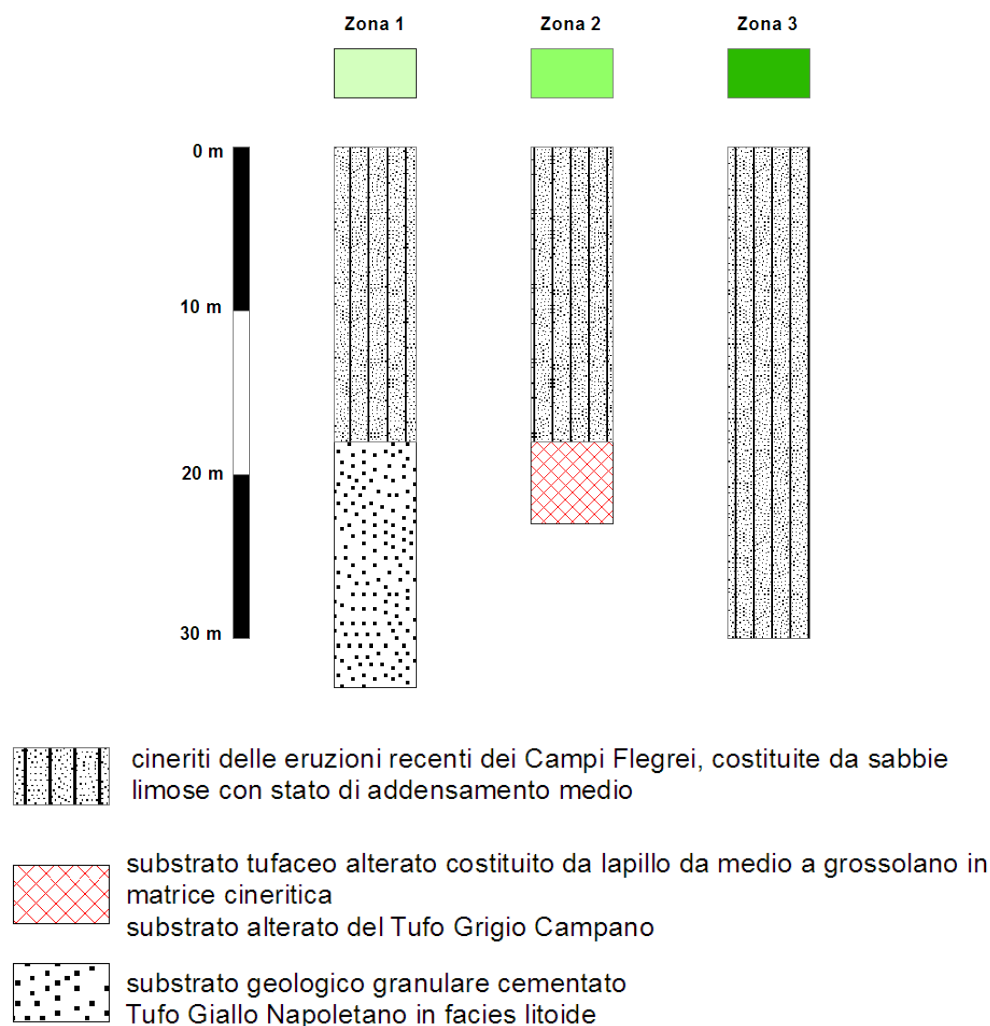


Figura 24: Differenziazione litologica dell'area di Qualiano



A seguire una tabella riepilogativa delle indagini geognostiche raccolte per la caratterizzazione tecnica e sismica dei terreni di fondazione del territorio comunale di Qualiano.

LAVORO	Tipo	P	Id	CA	NSPT	Addens.	Granulom.	γ	γ_s	φ	Vs	S
1984 - via Savarese												
1990 PRG Qualiano	Sondaggio		01									
			02									
			03									
			04									
			05									
			06									
			07									
			08									
			09									
			10									
			11									
			12									
1994 Pubblicazione	Sondaggio Profondo	150	16									
		115	53									
		106	352									
2003 Aggiornamento PRG	Sondaggio + DH	20	01								254	C
			02								276	C
			03								264	C
			04								267	C
			05								315	C
			06								223	C
2007 CROF	Sondaggio	30	S1		21 (2.00)	Medio						
					4 (4.10)	Molto Sciolto						
					9 (6.10)	Sciolto						
					10 (7.50)	Sciolto						
					14 (9.00)	Medio						
					15 (13.50)	Medio						
					18 (17.50)	Medio						
					23 (20.00)	Medio						
					29 (23.00)	Medio						
2010 Voragine S.M. a Cubito	Sondaggio	27	01									
	Sondaggio	24	02									
	Sondaggio	26	03									
	Sondaggio	24	04									
2012 Isola della Legalità	DPSH	16	01									
	MASW										310	C
2013 via Campana (x privato)	DPSH	10	01									
	MASW										351	C
2015 – via Falcone (x privato)	DPSH	11	01									
	MASW										317	C
2015 – Voragine via De Gasperi	Rilievo	30	01									
	DPSH	18	01	2.80			Limo con sabbia	15.65	24.12	34.1		
	DPSH	21	02									
	DPSH	17	03									
	DPSH	17	04	4.60			Sabbia con limo	13.29	23.91	27		
	MASW										341	C
2016 – Ist. Alberghiero	Sondaggio	20	01	4.00	10 (4.45)	Sciolto	Limo sabbioso	14.90	24.6	27.80		
	Sondaggio + DH	30	02	6.00	19 (6.45)	Medio	Sabbia limosa	14.90	23.90	30.90	313	C
	DPSH	14	01									
	DPSH	13	02									
2016 – via Ripuaria (x privato)	DPSH	10	01									
	MASW										341	C
2016 – PUC Qualiano	Sondaggio	24	01		3.00	12 (3.10)	Medio	Sabbia limosa	12.56	26.94	30.76	
					11 (6.00)	Medio						
					13 (9.00)	Medio						
	Sondaggio	20	02		3.5	12 (3.50)	Medio	Sabbia limosa	11.94	26.65	33.13	
					8 (6.00)	Sciolto						
					15 (9.00)	Medio						

LEGENDA

P (Profondità, in metri)
Id (Identificativo)
CA (Profondità prelievo campione)
 γ (Peso dell'unità di volume, KN/m³)
 γ_s (Peso specifico del terreno, KN/m³)
 φ (Angolo di attrito, °)
Vs (Velocità onde di taglio, m/s)
S (Categoria di Suolo da Vs)

Note:
 non vengono riportate le elaborazioni da prove penetrometriche (SPT & DPSH)



Alla luce delle numerose indagini geognostiche disponibili in lavori precedenti e realizzate ex novo per questo lavoro, è possibile definire le seguenti caratteristiche tecniche per i terreni di fondazione:

Terreni entro i 3m di profondità dal piano campagna (da analisi di laboratorio)		
Granulometria	Sabbia limosa	
Peso specifico del terreno γ_s	24 ÷ 27 KN/m ³	
Peso dell'unità di volume γ	12 ÷ 16 KN/m ³	
Contenuto d'acqua W	20 ÷ 48 %	
Peso secco dell'unità di volume γ_d	8 ÷ 12 KN/m ³	
Indice di porosità e	1.2 ÷ 2.3	
Porosità n	0.5 ÷ 0.7	
Grado di Saturazione S	0.3 ÷ 0.7	
Angolo d'attrito φ	27° ÷ 34°	
Terreni entro i 6m di profondità dal piano campagna (da analisi di laboratorio)		
Granulometria	Sabbia limosa	
Peso specifico del terreno γ_s	23 ÷ 24 KN/m ³	
Peso dell'unità di volume γ	13 ÷ 15 KN/m ³	
Contenuto d'acqua W	20 ÷ 30 %	
Peso secco dell'unità di volume γ_d	10 ÷ 13 KN/m ³	
Indice di porosità e	0.8 ÷ 1.35	
Porosità n	0.4 ÷ 0.6	
Grado di Saturazione S	0.4 ÷ 0.5	
Angolo d'attrito φ	28° ÷ 31°	
Tufo Giallo Napoletano da dati bibliografici (Calcaterra, et al., 2010)		
Peso specifico apparente	10.20 ÷ 14.10 KN/m ³	
Peso specifico reale	22.06 ÷ 22.65 KN/m ³	
Porosità Aperta	39.5 ÷ 63.2 %	
Coefficiente di imbibizione	32.51 ÷ 45.77 %	
Resistenza a compressione	0.7 ÷ 11.9 KN/m ³	
Tufo Grigio Campano da dati bibliografici (Calcaterra, et al., 2010)		
	Facies Grigia	Facies Gialla
Peso specifico apparente	10.40 ÷ 14.40 KN/m ³	10.2 ÷ 12 KN/m ³
Peso specifico reale	22.26 ÷ 25.90 KN/m ³	23.1 ÷ 23.4 KN/m ³
Porosità Aperta	50.4 ÷ 58.6 %	49.1 ÷ 55.4 %
Coefficiente di imbibizione	42.23 ÷ 52.28 %	28.5 ÷ 30.4 %
Resistenza a compressione	1.1 ÷ 7.1 KN/m ³	6.6 ÷ 8 KN/m ³
Categoria del sottosuolo		
C – Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT,30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu,30 < 250 kPa nei terreni a grana fina)		

Le indagini geognostiche prese a riferimento e prodotte ex novo ad integrazione di quanto già disponibile hanno consentito di avere un quadro abbastanza chiaro del modello geologico e geotecnico dell'area comunale di Qualiano, anche perché la zona presenta caratteristiche geolitologiche, stratigrafiche e sismiche molto omogenee.

Questi dati pertanto rappresentano un quadro riassuntivo del territorio comunale che ovviamente devono essere prese solamente a riferimento per un nuovo lavoro sito specifico.

Il collega Geologo che intende redigere una nuova relazione geologica DEVE necessariamente eseguire NUOVE ed ESAUSTIVE indagini geognostiche in situ e in laboratorio, atte a descrivere con precisione il proprio specifico sito di intervento, come chiaramente definito da normativa.



5 IDROGEOLOGIA

Il comune di Qualiano rientra nella la porzione distale del settore settentrionale dei Campi Flegrei, un acquifero vulcanico eterogeneo ed anisotropo, caratterizzato nella prima centinaia di metri da un'alternanza di orizzonti permeabili costituiti da piroclastiti sciolte grossolane, prodotti detritici, tufi e lave fessurate e da orizzonti semipermeabili caratterizzati da tufi poco fessurati e piroclastiti fini disposti secondo geometrie molto complesse a caratterizzare un acquifero molto eterogeneo ed anisotropo.

I valori di trasmissività più elevati competono ai depositi piroclastici sciolti (da 10^{-3} m²/s a 10^{-4} m²/s), quelli più bassi agli orizzonti tufacei (10^{-4} m²/s).

La circolazione idrica sotterranea ha un deflusso pseudo-radiale con area di alimentazione verso NordOvest (Figura 25), con acque bicarbonato alcaline e bicarbonato – alcalino – terrose relativamente poco mineralizzate (conducibilità elettrica compresa tra 800 μ S/cm e 1300 μ S/cm) e fredde ($15^{\circ}\text{C} \div 20^{\circ}\text{C}$), utilizzate in massima parte per scopi irrigui (Allocca, et al., 2007).

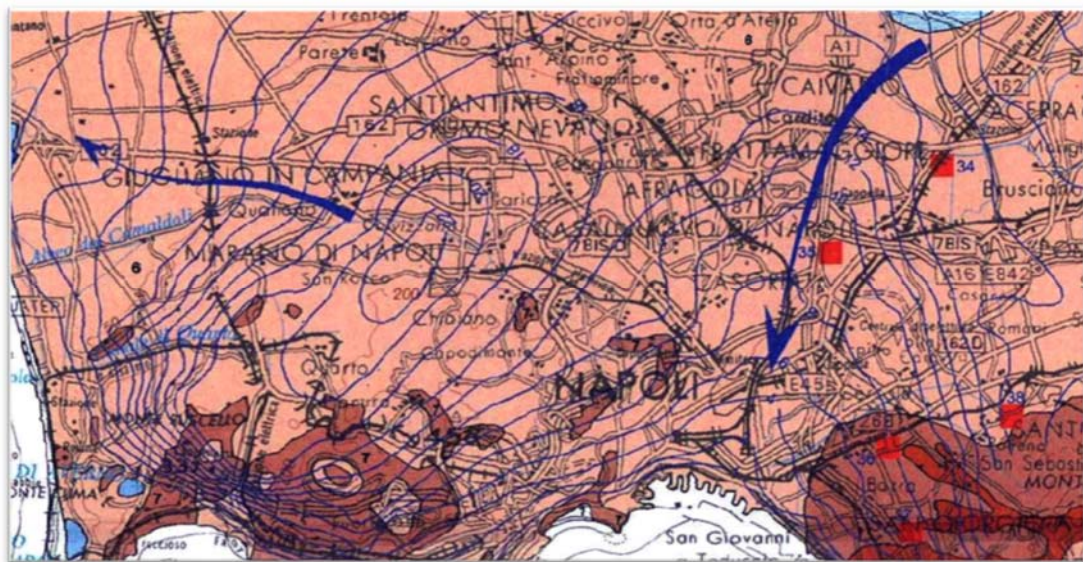


Figura 25: Stralcio della Carta Idrogeologica prodotta da Apat e Università di Napoli Federico II (Allocca, et al., 2007)

La Città Metropolitana di Napoli individua nell'abitato di Qualiano ben 25 pozzi, distribuiti in maniera sparsa, di questi soltanto 6 presentano una misurazione del livello idrico statico della falda. Da numerosi sopralluoghi non è stato possibile misurare con freatimetro la profondità della falda dei pozzi segnalati dall'Ente o per l'inaccessibilità del sito stesso o per l'impossibilità di eseguire la misurazione, come si evince da Figura 26 su pozzo del Campo Sportivo in via Giovanni Falcone, dove non si rinviene nessuna apertura libera per far passare il sondino del freatimetro e calarlo lungo la tubazione.



Figura 26: Pozzo del Campo Sportivo di via Giovanni Falcone

La costruzione dell'andamento della falda profonda e l'involuppo delle isopiezometriche è stata possibile prendendo a riferimento il dato ufficiale della Città Metropolitana di Napoli e confrontando con la Carta Idrogeologica dell'Italia Meridionale (Allocca, et al., 2007), che resta sempre un riferimento abbastanza attendibile per una caratterizzazione della falda freatica profonda circa 90m nell'estremo sudorientale dell'abitato comunale e che diminuisce progressivamente verso Ovest, procedendo verso il mare.

Si rimanda alla tavola cartografica "Carta Idrogeologica" (PSC-QC-GEO-04) per maggiori dettagli sull'andamento della falda e sui complessi idrogeologici mappati.



6 DISSESTO IDROGEOLOGICO

L'Autorità di Bacino della Campania Centrale, al fine di evidenziare l'attuale livello di dissesto idrogeologico del territorio di sua competenza, ha redatto le carte di Pericolosità e di Rischio da Frana e le carte di Pericolosità e di Rischio da Alluvionamento, dove rappresenta la sintesi dell'interazione tra il fenomeno naturale (frana esistente o zone di possibile alluvionamento) e l'elemento vulnerabile.

6.1 PERICOLOSITÀ DA FRANA

L'Ente ha individuato una ristretta porzione dell'Alveo dei Camaldoli a pericolosità da frana elevata (P3), in corrispondenza di una scarpata di erosione fluviale caratterizzata da pendenze superiori ai 18°, con valori massimi di 50° (Figura 27).

In tutto Qualiano non si evidenzia nessun'altra zona di pericolosità da frana anche in ragione del fatto che l'intero comune è caratterizzato da una pendenza trascurabile tipica di piana con valori di acclività che non superano i 5°.

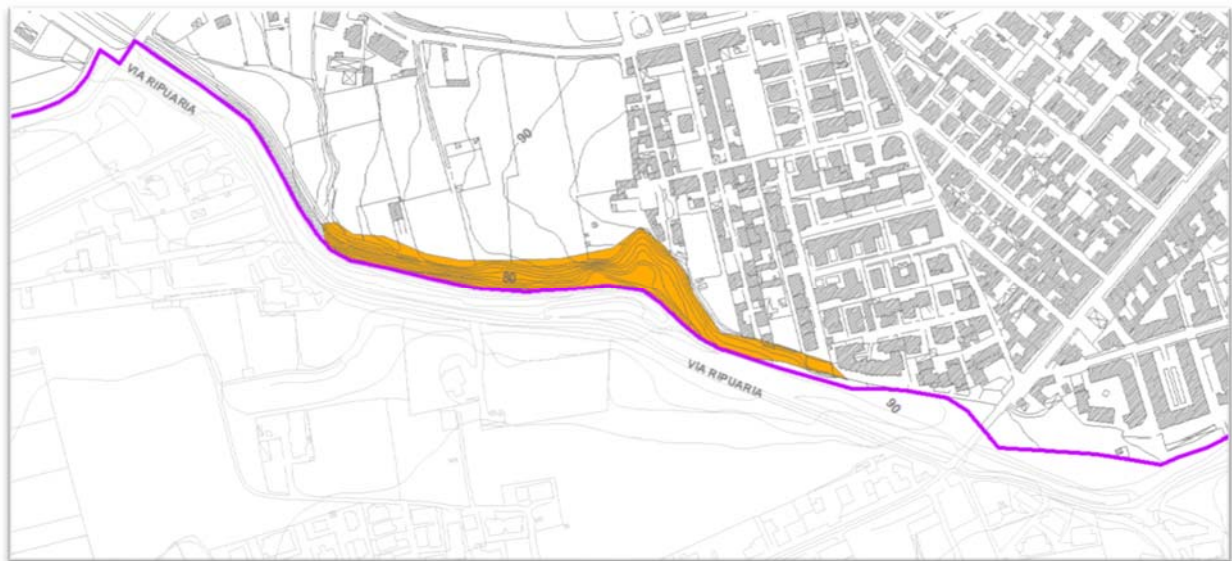


Figura 27: stralcio della carta della pericolosità da frana per l'abitato di Qualiano



6.2 PERICOLOSITÀ DA ALLUVIONAMENTO

Nel territorio comunale di Qualiano insistono due aste fluviali a carattere torrentizio, l'Alveo dei Camaldoli e il Cavone Croccone, di cui si è ampiamente parlato nel Capitolo 3. L'Autorità di Bacino Campania Centrale ne differenzia i tratti e delimita porzioni di territorio comunale ad Aree di Attenzione da Pericolosità Idraulica Elevata (P3).

Di seguito maggiori approfondimenti.

6.2.1 PERICOLOSITÀ IDRAULICA DELL'ALVEO DEI CAMALDOLI

L'Alveo dei Camaldoli, nella porzione di territorio investigato, mostra un tratto completamente tombato di circa 1.530m a bordare la porzione meridionale del centro abitato (in rosso in Figura 28). Alla confluenza con il suo affluente di sinistra Fosso del Carmine (1) l'AdB Campania Centrale definisce un'area di attenzione a pericolosità elevata, costituita da una fascia di rispetto di 250m dall'intersezione delle due aste torrentizie.



Figura 28: Alveo dei Camaldoli che borda la porzione meridionale del comune di Qualiano

L'asta torrentizia principale viene a giorno su via Ripuaria (2), a circa 250m dall'incrocio con via Campana e segue un andamento dapprima sinuoso per i primi 1.500m e poi rettilineo, limitato da fianchi e letto completamente cementificati. Via Ripuaria borda il fianco sinistro dell'alveo torrentizio e in più punti strade secondarie bypassano l'incisione fluviale grazie a opere sopraelevate, tutte cartografate dall'AdB Campania Centrale come aree di attenzione a pericolosità idraulica elevata, utilizzando per ogni punto una fascia di rispetto di 50m (Figura 29).

Ogni intersezione tra reticolo viario e asta torrentizia è stata debitamente investigata, con rilievo fotografico georeferenziato e misurazione di alcune caratteristiche del tratto come la larghezza dell'alveo artificiale, la luce del ponte ed annotate alcune considerazioni sullo stato dei luoghi.

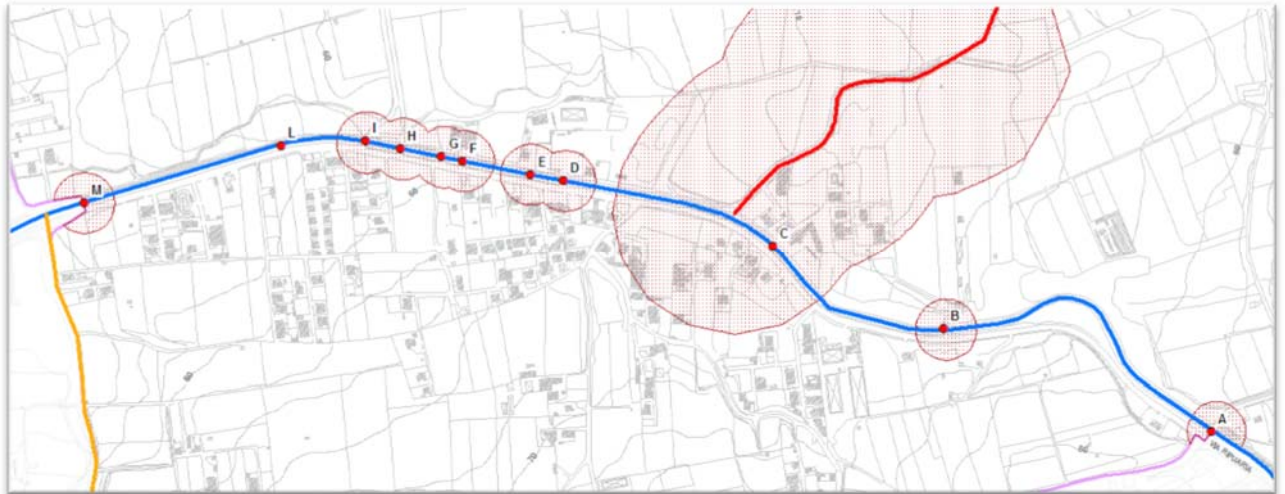


Figura 29: Alveo dei Camaldoli nel tratto di via Ripuaria

Intersezione Reticolo Viario e Alveo dei Camaldoli – **TRATTO A**

Ubicazione UTM 33N: 427298,88 4529832,62 - 68m s.l.m.

Visuale verso Monte



Visuale verso Valle



Tratto intensamente vegetato nella sponda destra e sinistra. Sponde e letto in buone condizioni generali, non si evidenziano particolari zone di cedimento.

Nel tratto verso valle si nota sullo sfondo la tubazione fognaria che, nell'ipotesi di un evento alluvionale, potrebbe creare ostacolo al normale deflusso delle acque portatrici di materiali naturali e/o antropici.



Intersezione Reticolo Viario e Alveo dei Camaldoli – **TRATTO B**

Ubicazione UTM 33N: 426857,58 4530000,70 - 62m s.l.m.

Visuale verso Monte



Visuale verso Valle



Tratto intensamente vegetato nella sponda destra e sinistra.
Sponde e letto in buone condizioni generali, non si evidenziano particolari zone di cedimento.

Intersezione Reticolo Viario e Alveo dei Camaldoli – **TRATTO C**

Ubicazione UTM 33N: 426576,97 4530137,68 - 59 m s.l.m.

Visuale verso Monte



Visuale verso Valle



Tratto intensamente vegetato nella sponda destra e sinistra.
Sponde e letto in buone condizioni generali, non si evidenziano particolari zone di cedimento.
Altezza della luce del ponte: 6,5m
Larghezza dell'alveo: 9m



Intersezione Reticolo Viario e Alveo dei Camaldoli – **TRATTO D**

Ubicazione UTM 33N: 426234,15 4530137,68 - 54 m s.l.m.

Visuale verso Monte



Visuale verso Valle



Tratto intensamente vegetato nella sponda destra e sinistra.

Sponde e letto in buone condizioni generali, non si evidenziano particolari zone di cedimento.

Altezza della luce del ponte: 4,2m

Larghezza dell'alveo: 5m

Intersezione Reticolo Viario e Alveo dei Camaldoli – **TRATTO E**

Ubicazione UTM 33N: 426180,83 4530254,67 - 53 m s.l.m.

Visuale verso Monte



Visuale verso Valle

Il ponte di attraversamento è in pessime condizioni strutturali e costituisce rischio sia per la popolazione che per l'asse del torrente. Un possibile crollo diventerebbe un facile ostacolo al normale deflusso delle acque meteoriche e del materiale trasportato.



Intersezione Reticolo Viario e Alveo dei Camaldoli – **TRATTO F**

Ubicazione UTM 33N: 426069,77 4530277,62 - 52 m s.l.m.

Visuale verso Monte



Visuale verso Valle



Tratto intensamente vegetato nella sponda destra e sinistra.

Sponde e letto in buone condizioni generali, non si evidenziano particolari zone di cedimento.

Nel tratto di valle in primo piano le condutture della rete idrica e fognaria che potrebbero creare ostacolo al normale deflusso delle acque meteoriche se queste – a seguito di eventi pluviometrici importanti – riuscissero a trasportare detrito naturale e/o antropico.

Visuale da Via Ripuaria



Visuale verso via Ripuaria



Il ponte di attraversamento, attualmente in uso.



Intersezione Reticolo Viario e Alveo dei Camaldoli – **TRATTO H**

Ubicazione UTM 33N: 425967,59 4530297,61 - 51 m s.l.m.

Visuale verso Valle



In questo punto non si evince nessuna particolare problematica se non quella di opera antropica che potrebbe creare criticità a seguito di un evento pluviometrico importante.

Intersezione Reticolo Viario e Alveo dei Camaldoli – **TRATTO I**

Ubicazione UTM 33N: 425910,58 4530310,94 - 50 m s.l.m.

Visuale verso Monte



Visuale verso Valle



Tratto intensamente vegetato nella sponda destra e sinistra.

Sponde e letto in buone condizioni generali, non si evidenziano particolari zone di cedimento.

Nel tratto di monte in primo piano le condutture della rete fognaria che potrebbero creare ostacolo al normale deflusso delle acque meteoriche se queste – a seguito di eventi pluviometrici importanti – riuscissero a trasportare detrito naturale e/o antropico .



Intersezione Reticolo Viario e Alveo dei Camaldoli – **TRATTO L**

Ubicazione UTM 33N: 425772,12 4530303,54 - 50 m s.l.m.



Particolare di Via Ripuaria.

Durante eventi meteorici importanti, via Ripuaria viene completamente invasa dall'acqua.

Le acque meteoriche non riescono a defluire nell'Alveo dei Camaldoli perché a bordo strada insiste un lungo cumulo di terreno fittamente vegetato, di altezza compresa tra 0,5m e 1m, che crea un vero e proprio ostacolo morfologico.

I cittadini si sono organizzati anche nel predisporre tubazioni a canalizzare le acque meteoriche ma con il tempo questi ultimi si sono parzialmente o completamente ostruiti perdendo la loro funzionalità.

Intersezione Reticolo Viario e Alveo dei Camaldoli – **TRATTO M**

Ubicazione UTM 33N: 425450,77 4530209,50 - 47 m s.l.m.

Visuale verso Monte



Visuale verso Valle



Tratto intensamente vegetato nella sponda destra e sinistra. Sponde e letto in buone condizioni generali, non si evidenziano particolari zone di cedimento.

La porzione di valle presenta un muro del ponte completamente crollato che, rimandando normalmente percorribile da automezzi, diventa estremamente pericoloso vista l'assenza di barriere e quindi possibili crolli di mezzi o persone nell'alveo sottostante.



In località Parrocchia l'Ente ha cartografato la confluenza dell'alveo dei Camaldoli con un suo affluente di destra orografica come area di attenzione a pericolosità elevata per punti/fasce di possibili crisi idraulica localizzata/diffusa

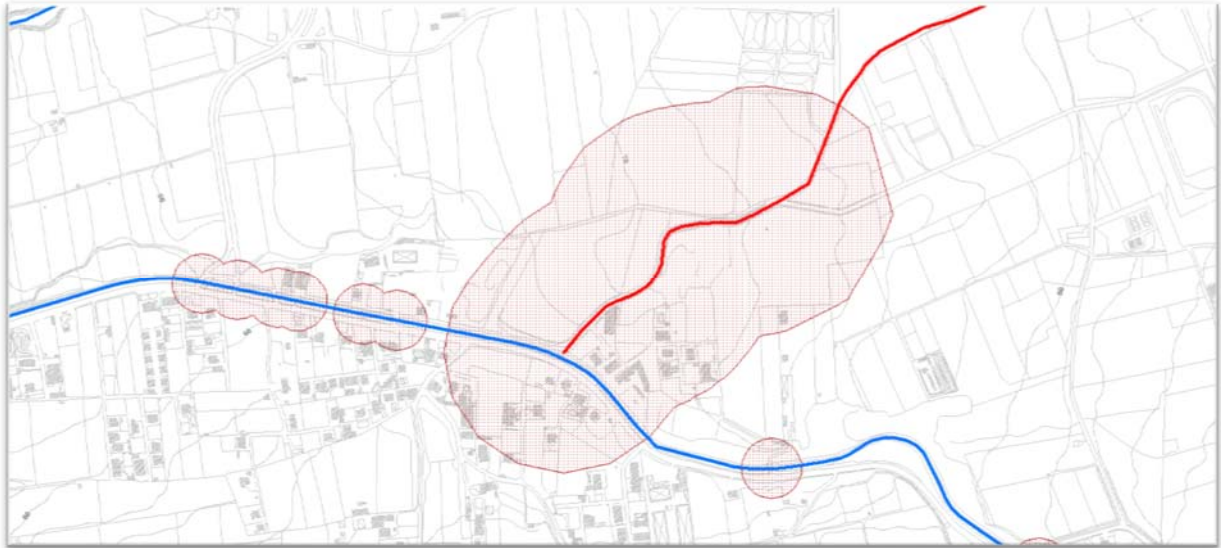


Figura 30: area a pericolosità idraulica elevata in località Parrocchia

6.2.2 PERICOLOSITÀ IDRAULICA CAVONE CROCCONE

L'asta torrentizia del Cavone Croccone nasce in Qualiano ma sparisce pochi chilometri più avanti, forse anticamente affluente di destra dell'Alveo dei Camaldoli ha con il tempo perso buona parte delle sue portate. Lungo tutto il suo tratto non mostra nessuna zona a pericolosità idraulica.



Figura 31: Cavone Croccone



7 SINKHOLES ANTROPOGENICI E CAVITÀ SOTTERRANEE

Il Tufo Giallo Napoletano (TGN) per la sua diffusione areale, la facile lavorabilità e le sue buone caratteristiche di leggerezza e porosità, è una roccia lapidea anche se di consistenza tenera e facilmente lavorabile. Ha rappresentato l'elemento fondamentale di qualsivoglia attività costruttiva da oltre 5.000 anni avanti Cristo, tempo in cui si è sviluppata un'intensa attività di scavo, proseguita fino ai nostri giorni per la realizzazione di luoghi di culto, sepolture, acquedotti, gallerie, stoccaggio di derrate alimentari, ricoveri e soprattutto il prelievo del tufo stesso quale materiale di costruzione di mura di cinta, fortificazioni, castelli, chiese e abitazioni di vario genere.

In molte zone il TGN è ricoperto da uno spessore molto variabile di vulcanoclastiti incoerenti che, quando saturi d'acqua, perdono la propria naturale coesione e tendono a mobilizzarsi con le caratteristiche di fluidi. Questo fenomeno può avvenire per cause naturali quali la pioggia o per cause antropiche a seguito di rotture della rete idrica o fognaria comunale.

Dopo la seconda guerra mondiale e fino ai nostri giorni molte cavità furono completamente abbandonate o con il tempo adibite a vere e proprie discariche di materiali di risulta o di rifiuti solidi e liquidi d'ogni tipo o come deposito di merce di contrabbando; con il tempo si è persa così traccia dell'estensione di queste cavità oltre che il loro accesso dalla superficie.

MODALITA' DI ESCAVAZIONE

Il TGN, coperto da materiale piroclastico incoerente (pozzolane), veniva raggiunto dall'alto attraverso pozzi quasi mai rivestiti, lasciato uno spessore in volta, si iniziava la vera e propria coltivazione che avveniva con gallerie singole o multiple variamente sviluppate. Le gallerie di estrazione mostrano sezioni di vario tipo, quella adottata fin dall'antichità, che offre maggiori garanzie di sicurezza, presenta una forma trapezoidale, con pareti laterali di poco discoste dalla verticale e la volta piana. Nei periodi di più intensa escavazione si preferiva per maggiore celerità di prelievo la sezione ellittica. Altro metodo di escavazione era quello del cosiddetto pozzo a campana che difficilmente comportava condizioni di pericolo, a condizione che fosse lasciato un congruo spessore di tufo al di sopra dello scavo.

Negli scavi abusivi e di rapina si isolavano grossi blocchi di tufo lasciando in sede superfici e sezioni molto irregolari. Altra tecnica estrattiva era quella di ampliare scavi esistenti, attaccando la parte alta delle cisterne degli antichi acquedotti ed asportando poi i blocchi di tufo attraverso le canne di pozzo. In tal modo si ampliarono disordinatamente ed all'insegna dell'improvvisazione le cavità esistenti, scavandone a volte nuove a livelli intermedi, compromettendo così ancor di più la già instabile situazione del sottosuolo. Le grandi cave erano localizzate dove le caratteristiche del tufo risultavano migliori e dove era possibile il recupero di grandi quantitativi di materiale; ciò veniva realizzato, oltre che mediante le tradizionali gallerie principali, anche con gallerie secondarie che, intersecandosi tra loro, formavano diverse navate sostenute da esili pilatri di tufo.



7.1 SINKHOLES ANTROPOGENICI IN QUALIANO

Le caratteristiche geologiche del comune di Qualiano indicano la presenza del substrato litoide del Tufo Giallo Napoletano proprio in prossimità dell'abitato di Qualiano, come ampiamente descritto nei Capitolo 3, 4 e 8.

In questa zona negli ultimi 40 anni si sono innescati ben tre sinkholes antropogenici (Tabella 1), fortunatamente senza fare vittime tra la popolazione ma creando molti danni al normale assetto urbanistico della città, voragini studiate negli anni da Tecnici diversi che sono state tutte inserite nella Carta del Censimento delle Cavità Sotterranee e dei Sinkholes Antropogenici (PSC-QC-GEO-10).

Tabella 1: Sinkholes Antropogenici Censiti nell'abitato di Qualiano

Anno	Localizzazione	Autore
1984	Via Mons. Savarese, 23	Ing. Carlo Piciocchi
2010	Via Santa Maria a Cubito	Geol. Bonetti & Cimmino
2015	Via De Gasperi	Geol. Improta

Di seguito maggiori approfondimenti. Si rimanda comunque agli Studi originali per una trattazione esaustiva della fenomenologia franosa.

7.1.1 VORAGINE IN VIA MONS. SAVARESE - 1984

Sinkhole antropogenico studiato dall'ing. Carlo Piciocchi con un rilievo topografico e speleologico, a seguito dell'apertura di una voragine il 17 settembre 1984 in prossimità di una canna di pozzo. L'ingegnere ha tentato in un primo momento di accedere alle cavità sotterranee da altre limitrofe, ma senza riuscire a trovare collegamenti. E' stato così costretto a creare un accesso diretto nella canna di pozzo di via Savarese per la realizzazione di specifici rilievi topografici e speleologici. Scrive il Tecnico << dopo aver attraversato la canna di pozzo, lunga circa 20 metri, la volta si allarga all'improvviso e ad una profondità di 35m si giunge alla cavità che si nota subito di essere di notevoli dimensioni. Essa è formata da due lunghe gallerie quasi parallele, lunghe rispettivamente 50m e 60m, collegate tra loro da due rami trasversali, entrambi lunghi circa 12m. Al centro di tale galleria è presente un grosso pilastro, dalla base di oltre 100m². L'estensione della cavità è di 2.050m² >>, il banco di tufo viene misurato dall'ingegnere a circa 21,5m di profondità dal piano campagna.

Analizzando la volta della cavità il tecnico nota altre due canne di pozzo, una in via Savarese 13, l'altra in via Fratelli Bandiera.

Passa poi a descrivere il piano di calpestio, << caratterizzato dalla presenza di una grande quantità di materiali di risulta, proveniente dalle tre canne di pozzo >> censite e utilizzate dalla popolazione come vie di accesso a discariche vere e proprie di materiali di varia natura e tipo.



Rileva la presenza di acqua stagnante e maleodorante, quale conseguenza dell'infiltrazione di acqua piovana e della rottura di qualche tubatura fognaria. Nota sulle pareti antichi livelli delle acque, giungendo alla conclusione che in tempi passati si erano verificate condizioni simili a quelle direttamente rilevate.

In Figura 32 stralcio cartografico prodotto della sezione e pianta della cavità sotterranea rilevata dall'ing. Piciocchi, con la chiara distinzione del materiale piroclastico incoerente dal TGN (in scuro) oltre che alla caratteristica forma a cupola della cavità.

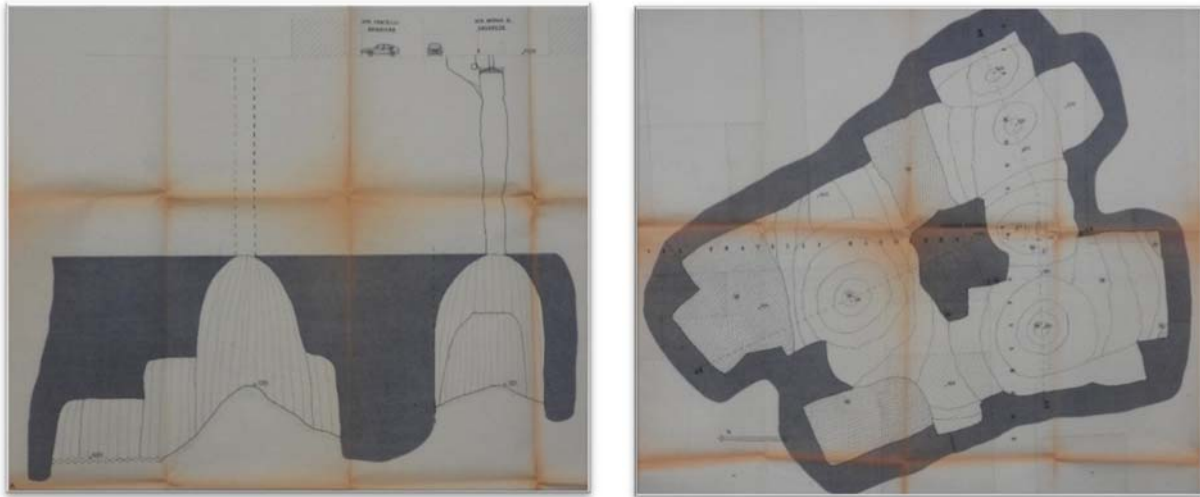


Figura 32: Sezione e pianta della cavità di via Mons. Savarese (Piciocchi, 1984)

7.1.2 VORAGINE DI VIA SANTA MARIA A CUBITO, 22 - 2010

Nel giardino privato di Figura 33 la mattina del 30 marzo 2010 sparisce una pianta di agrumi. Nelle ore successive la voragine si allarga su tutto l'asse viario con un diametro di circa 20m e una profondità di circa 23m dal piano campagna. Evidenti lesioni si rinvennero ancora oggi sui fabbricati circostanti. I geologi Cimmino e Bonetti, nei giorni successivi l'evento franoso, realizzano n° 4 sondaggi geognostici spinti fino a 20 metri dal piano campagna, non riuscendo a trovare il modo di scendere nella cavità per eventuali rilievi topografici e speleologici.

Analizzando la relazione tecnica, prodotta per Privati colpiti dalla voragine e gentilmente concessa dagli stessi, gli Autori definiscono << il punto di massimo approfondimento del dissesto coincide con ragionevole certezza con la presenza di un occhio di monte comunicante con la cavità sottostante. Essa ha costituito il punto di *recapito principale delle acque provenienti dalla condotta fognaria, che ha imbibito e liquefatto la colonna dei terreni di riempimento presenti nel pozzo verticale, facendo sì che essi defluissero nella cavità sottostante e richiamando, ovviamente, i terreni presenti in superficie che hanno subito un abbassamento di qualche metro* >>.

Gli Autori nelle conclusioni indicano chiaramente la causa scatenante di questo sinkhole antropogenico: << la rottura di una condotta di tipo fognario >>.



Figura 33: Localizzazione del sinkhole antropogenico del 3/3/2010 in via S.M. a Cubito (foto del luglio 2016)

7.1.3 VORAGINE DI VIA DE GASPERI - 2015

Il 3 agosto 2015 in via De Gasperi si origina una profonda voragine con un diametro di circa 8 metri, provocando la rottura della rete idrica e fognaria.

La geol. Improta, incaricata dal Comune di caratterizzare la zona, realizza un rilievo topografico e speleologico, oltre che a specifiche indagini geognostiche: n°1 Masw + n°4 DPSH + 2 prelievi per indagini di laboratorio + n°6 profili di tomografia elettrica. Con un cestello riesce a realizzare una dettagliata stratigrafia dei terreni vulcanoclastici.

La Collega descrive << la presenza di una lama di acqua dello spessore di 2-3m, ancora presente anche dopo le procedure di aggettamento della cavità allagata per la rottura delle condotte idriche e fognarie e la presenza di ambienti molto compenetrati, con svariate camere ipogee disposte in serie e dalla forma generalmente a cupola o a campana con all'apice gli occhi di monte per l'escavazione del materiale cavato >>.

Continua descrivendo le pareti << generalmente integre e costituite da un tufo piuttosto omogeneo e compatto, notando però che la parete prospiciente il pozzo vecchio dove il sottile diametro che separa il pozzo dall'ipogeo è già stato soggetto a ripetuti crolli >>.

Il Tecnico pone l'attenzione sulla particolare struttura degli occhi di monte rilevati:<< le volte a cupola si inoltrano per almeno 4-5 metri nel materiale piroclastico a tetto del tufo, per poi generarsi la sezione circolare di circa 2 metri di diametro dell'occhio di monte >>. Giunge così alle stesse conclusioni dei precedenti lavori << essendo i termini piroclastici più vulnerabili all'erosione, soprattutto in seguito a venute d'acqua di infiltrazione, ci si rende conto dell'instabilità di questi camini e del perché si sia potuta generare l'enorme voragine del 3 agosto >>.



In Figura 34 il sinkhole antropogenico fotografato nel luglio 2016, dopo un anno dalla sua formazione non ancora messo in sicurezza, in Figura 35 stralcio di sezione della cavità rilevata dal geol. Improta.



Figura 34: sinkholes antropogenico di via De Gasperi, foto del luglio 2016

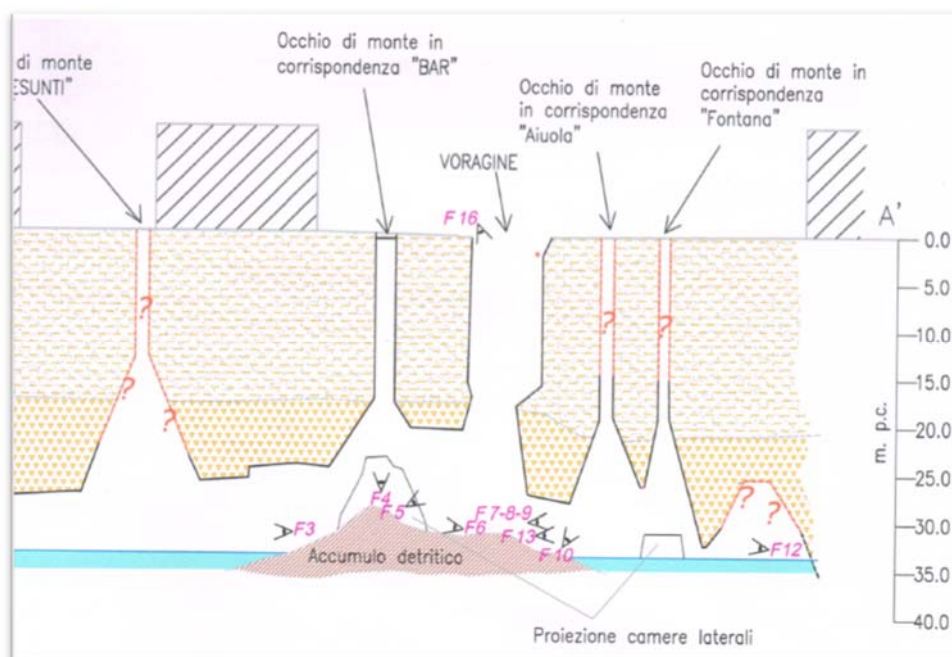


Figura 35: sezione delle cavità rilevate dal geol. Improta a seguito del sinkhole antropogenico del 3 agosto 2015



7.2 CAVITÀ SOTTERRANEE NON CENSITE IN QUALIANO

A seguito su numerosi sopralluoghi su tutto il territorio comunale, accompagnato dalla memoria storica del comune il sig. Franco Tesone, con un'esperienza pluri trentennale sulla storia dei sottoservizi idrici e fognari di Qualiano, è stata aggiunta alla tavola cartografica "Censimento delle Cavità Sotterranee e dei Sinkholes Atropogenici" oltre alle tre cavità descritte nei paragrafi precedenti una quarta, in via Mons. Savarese 14, dove Tesone ricorda che circa 60anni fa in questa zona si producevano e conservavano latticini.

In Figura 36 il probabile imbocco alla cavità sotterranea, oggi completamente obliterata da una fitta urbanizzazione.



Figura 36: probabile imbocco a cavità sotterranea, da memoria storica di Franco Tesone

In generale nel napoletano un sinkhole antropogenico è una voragine che si innesca a seguito della rottura di una tubazione idrica o fognaria che destabilizza la parte superficiale delle coperture piroclastiche incoerenti che poggiano sul substrato tufaceo, intensamente cavato per usi diversi nel corso di centinaia di anni.

Va anche ricordato che il comune di Qualiano negli anni passati non rientrava mai nella lista dei comuni con pericolosità da sinkhole antropogenici (Vallario, 1992) (Vallario, 2001) (Vallario, 2001) proprio perché il problema veniva completamente ignorato visto che si è persa completamente la memoria storica di sicure cavità che insistono sotto l'abitato cittadino.

Vista l'alta probabilità dell'esistenza di cavità sotterranee non ancora censite e localizzate in Qualiano, andrebbe quanto meno fatto uno studio areale su tutto l'abitato, sia con strumentazione



specialistica di caratterizzazione sismica del sottosuolo sia con il coinvolgimento diretto della popolazione a definire quello che per esempio Franco Tesone ha ricordato nei sorpalluoghi fatti con lo Scrivete per la stesura di questo elaborato tecnico, e poter così individuare potenziali zone di instabilità da poter monitorare per tempo evitando disastri e possibili perdite di vite umane.

Si raccomanda al Collega Geologo che dovrà realizzare una nuova relazione geologica per un manufatto pubblico o privato di ricordarsi che la zona di Qualiano – come anche definito nella carta di Stabilità prodotta ed allegata (PSC-QC-GEO-14) – è ad altissimo rischio da cavità sotterranee e pertanto dovrà predisporre non solo indagini geognostiche per la caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione ma anche essere sicuro – tramite per esempio indagini sismiche specifiche – la presenza o meno di probabili cavità sotterranee che potrebbero creare con il tempo possibili sinkholes antropogenici.





8 SISMICITÀ

8.1 STORIA SISMICA DEL SITO

Il Database Macrosismico Italiano (INGV, 2016) raccoglie ed organizza tutti gli eventi sismici italiani dall'anno 1000 fino al 2014, per fornire la base di dati utili per la determinazione dei parametri epicentrali del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (INGV, 2016). Nella tabella che segue sono elencati tutti i terremoti storici del CPTI15 che hanno colpito la Regione Campania con una magnitudo $\geq 5M_w$.

Anno	Mese	Giorno	Epicentro	Lat	Long	Mw
1120	3	25	Valle del Garigliano	41,377	13,917	5,8
1293	9	4	Sannio-Matese	41,304	14,548	5,8
1456	12	5	Appennino centro-meridionale	41,302	14,711	7,19
1466	1	15	Irpinia-Basilicata	40,765	15,334	5,98
1499	12	5	Nola	40,926	14,529	5,56
1517	3	29	Irpinia	41,011	15,21	5,33
1561	7	31	Penisola sorrentina	40,685	14,717	5,56
1561	7	31	Vallo di Diano	40,65	15,389	6,34
1561	8	19	Vallo di Diano	40,563	15,505	6,72
1688	6	5	Sannio	41,283	14,561	7,06
1692	3	4	Irpinia	40,903	15,196	5,88
1702	3	14	Sannio-Irpinia	41,12	14,989	6,56
1732	11	29	Irpinia	41,064	15,059	6,75
1737	3	31	Monti di Avella	40,92	14,661	5,1
1741	8	6	Irpinia	41,049	14,97	5,44
1794	6	12	Irpinia	41,108	14,924	5,26
1805	10	13	Pianura Campana	41,002	14,393	5,1
1853	4	9	Irpinia	40,818	15,215	5,6
1858	3	7	Campania meridionale	40,108	15,612	5,39
1893	1	25	Vallo di Diano	40,513	15,36	5,15
1905	11	26	Irpinia	41,134	15,028	5,18
1910	6	7	Irpinia-Basilicata	40,898	15,421	5,76
1930	7	23	Irpinia	41,068	15,318	6,67
1960	1	11	Roccamonfina	41,283	13,986	5,16
1962	8	21	Irpinia	41,158	15,065	5,34
1962	8	21	Irpinia	41,248	15,069	5,68
1962	8	21	Irpinia	41,23	14,953	6,15
1980	11	25	Irpinia-Basilicata	40,655	15,452	5,39
1980	11	23	Irpinia-Basilicata	40,842	15,283	6,81
1981	1	16	Irpinia-Basilicata	40,89	15,439	5,22
1982	8	15	Irpinia	40,832	15,244	5,32
2013	12	29	Matese	41,395	14,434	5,16



Nella Figura 37 i principali terremoti storici dell'area campana che vanno in massima parte a localizzarsi nelle aree appenniniche. Il comune di Qualiano (in nero nella figura) si ritrova a ridosso della fascia costiera, dove non si rinvencono eventi sismici con magnitudo maggiore o uguale a 5.

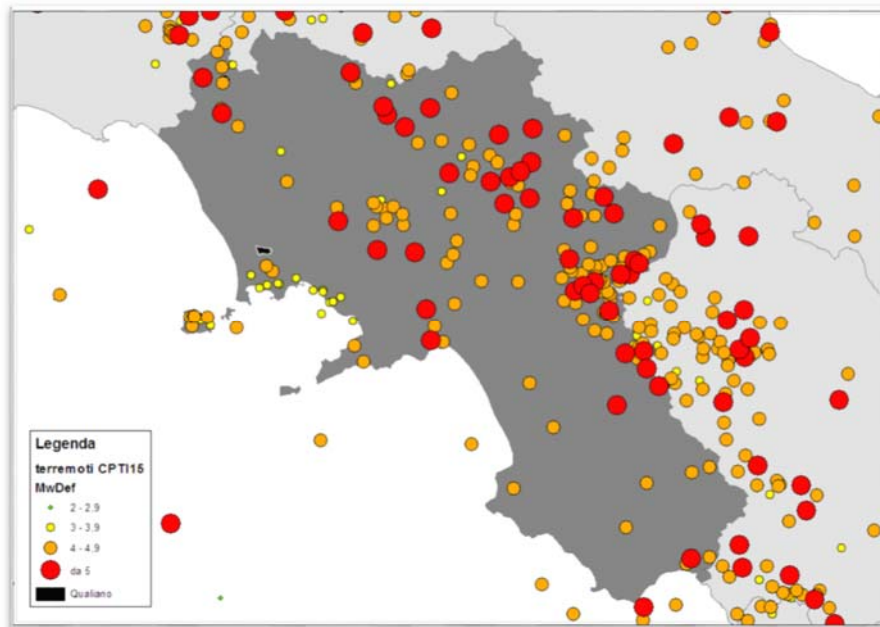


Figura 37: i principali terremoti storici per la regione Campania, dal CPTI15

Consultando il Database Macrosismico Italiano (DBMI15), settando come località l'abitato di Villaricca (confinante con Qualiano, non presente nel DB) è possibile estrapolare l'elenco di specifici eventi sismici, per ognuno dei quali è possibile ricavare la data, la zona epicentrale, la magnitudo momento Mw, l'intensità macrosismica epicentrale Io e gli effetti su Villaricca in Scala MSC (Mercalli-Cancani-Sieberg) (Figura 38).

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
6	1962	08	21	18	19		Irpinia	562	9	6.15
5-6	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77
4	2002	11	01	15	09	0	Molise	638	7	5.72
3	2005	05	21	19	55	1	Area Nolana	271	5	4.07

Figura 38: dati del DBMI15 per il comune di Villaricca



8.2 LE SORGENTI SISMICHE

Nel territorio campano l'attività sismica più intensa è concentrata lungo la catena appenninica. La sismicità strumentale evidenzia una maggiore attività nell'area di catena rispetto alla fascia costiera tirrenica. Sono disponibili in letteratura cataloghi e studi sulle potenziali sorgenti sismogenetiche presenti nella dorsale appenninica campana ed in particolare: il progetto DISS e la banca dati ITHACA.

8.2.1 IL PROGETTO DISS

Il Database of Individual Seismogenetic Sources (DISS) (INGV, 2015) è un database georeferenziato della INGV che raccoglie tutti i dati, i testi, la bibliografia e le prove della presenza di elementi tettonici, faglie, evidenze plaeosismologiche e sismiche, presenti sul territorio italiano. I dati sono stati elaborati in modo da individuare tre tipologie di sorgenti sismogenetiche:

- **Le sorgenti sismogenetiche individuali** hanno evidenze chiare, dati molto dettagliati, già individuate in letteratura, mappate in campagna e sono individuate in base a un set completo di caratteristiche: geometriche (direzione, immersione, lunghezza, larghezza e profondità), cinematiche (direzione di moto) e sismologiche (spostamento del singolo evento, magnitudine attesa, tasso di slip, intervallo di ricorrenza);
- **Le sorgenti sismogenetiche composite** sono regioni di forma allungata che contengono un non specificato numero di sorgenti lineari sismogenetiche che non possono essere individuate singolarmente, poiché non hanno un set caratteristico di evidenze geometriche, cinematiche e sismologiche e non sono associate con una specifica distribuzione di terremoti;
- **Le sorgenti sismogenetiche dubbie** sono faglie attive proposte in letteratura scientifica come potenziali sorgenti sismogenetiche ma che, con i dati a disposizione, non sono state ancora considerate abbastanza attendibili da poter essere inserite nel database.

Nell'intorno dell'abitato di Qualiano e più in generale per tutta la fascia costiera della Piana Campana non ci sono evidenze di sorgenti sismogenetiche. (Figura 39).

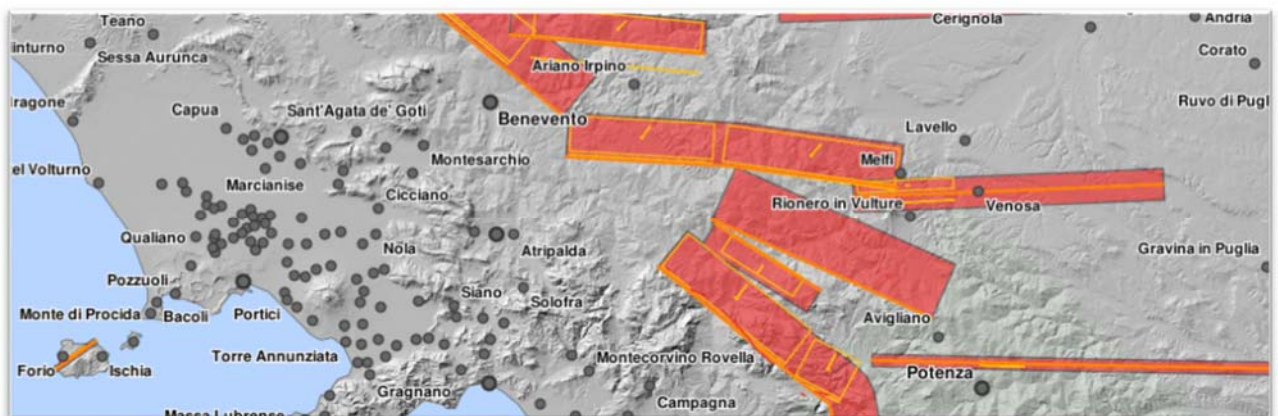


Figura 39: Progetto DISS, area campana (INGV, 2015)



8.2.2 IL PROGETTO ITHACA

Nel progetto ITaly HAZard from Capable faults (ISPRA, 2011) vengono raccolti tutti i dati e le informazioni relative alle strutture tettoniche attive in Italia, in particolare ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali.

In ITHACA troveremo raccolti i sistemi fagliativi attivi e capaci che per definizione sono faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie.

In Figura 40 l'evidenza di una faglia capace che divide in due l'abitato di Qualiano, con queste caratteristiche:

Nome Faglia: Campi Flegrei Settentrionale
Codice Faglia: 42700
Macrozona: 5
Direzione Media: 210°
Immersione: 0°
Lunghezza: 13km
Grado di riattivabilità: basso
Tasso di scivolamento 0.2 mm/anno



Figura 40: Progetto ITHACA, particolare della porzione centrale della Piana Campana (ISPRA, 2011)



8.3 PERICOLOSITA' SISMICA

La pericolosità sismica non è altro che la stima di un terremoto che si può verificare con una data probabilità nell'unità di tempo ed è quindi una stima probabilistica che può essere fatta a diverse scale e con diversi periodi di ritorno: serve quindi a definire quali sono le aree più pericolose e quindi predisporre così politiche mirate per la riduzione del rischio sismico

Per calcolare la pericolosità sismica del Comune di Qualiano è necessario fare riferimento alla Zona Sismogenetica ZS9 di appartenenza del sito. Tale zona è stata calcolata dall' INGV in base alle "Modalità di parametrizzazione della sismicità" descritte nel Cap. 6 del Rapporto Conclusivo dello studio redatto in base all'Ordinanza PCM 3519 del 28 aprile 2006, all. 1b, Pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale.

Il comune di Qualiano rientra nella zona sismogenetica ZS9 928: Ischia – Vesuvio, che ha come valore di magnitudo massima 5,91 Mw e quindi risulterà essere anche il valore di pericolosità sismica di base del territorio comunale (Figura 41).



Figura 41: Zona sismogenetica ZS9 928

Il valore di a_g della pericolosità sismica de territorio comunale è stato calcolato dall'INGV con il modello probabilistico sismotettonico e rappresentato all'interno della Mappa della Pericolosità Sismica.



Nel 2004 è stata rilasciata la mappa di pericolosità sismica per l'intero territorio nazionale (Figura 42), espressa in termini di accelerazione orizzontale del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat. A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005). L'Ordinanza PCM n. 3519/2006 ha reso tale mappa uno strumento ufficiale di riferimento per il territorio nazionale.

Nel 2008 sono state aggiornate le Norme Tecniche per le Costruzioni: per ogni luogo del territorio nazionale l'azione sismica da considerare nella progettazione si basa su questa stima di pericolosità opportunamente corretta per tenere conto delle effettive caratteristiche del suolo a livello locale.

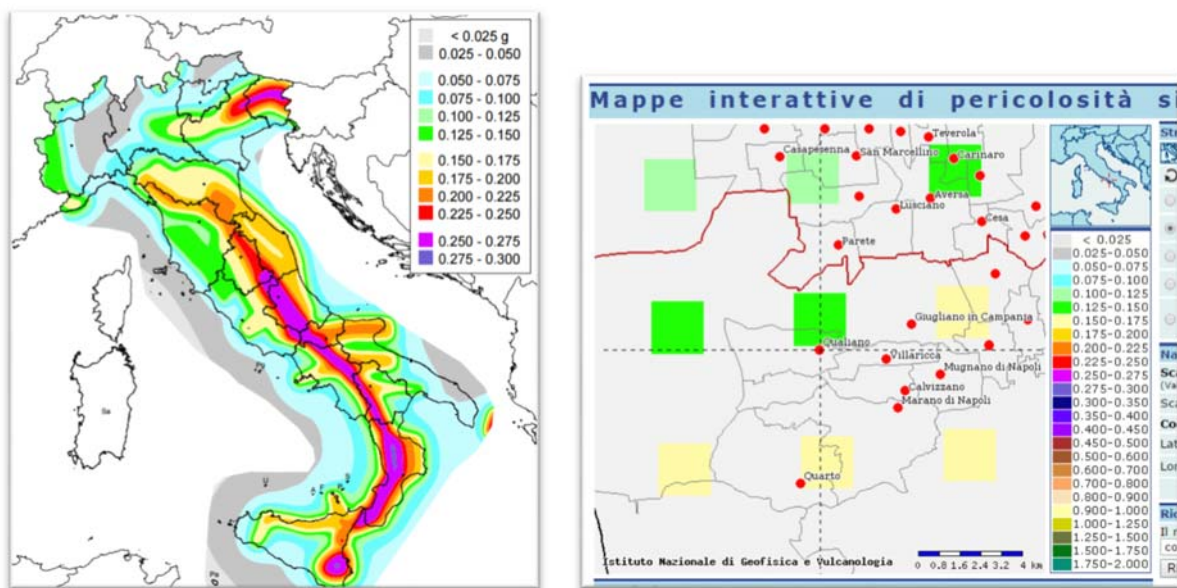
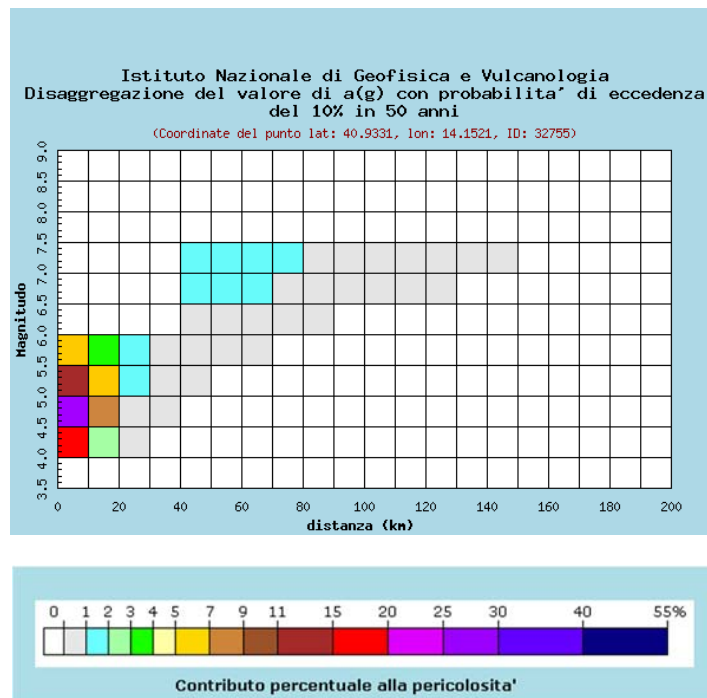


Figura 42: Mappa di Pericolosità Sismica del territorio italiano e particolare di Qualiano (INGV, 2004)

Il Comune di Qualiano è compreso in una delle zone d'Italia con l'accelerazione orizzontale attesa media compresa negli intervalli $0.125 \div 0.150$ e $0.150 \div 0.175$ ag/g.

Il calcolo più comune di disaggregazione è quella bidimensionale in magnitudo e distanza (M-R) che permette di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M.

Per quanto riguarda Qualiano il massimo valore di disaggregazione (e quindi il massimo contributo alla definizione della pericolosità sismica) si ha in corrispondenza di una M_w tra 4,5 e 5 ad una distanza compresa tra 0 e 10km (Figura 43).



Distanza in km	Disaggregazione del valore di $a(g)$ con probabilit� di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 40.9331, lon: 14.1521, ID: 32755)										
	Magnitudo										
	3,5-4,0	4,0-4,5	4,5-5,0	5,0-5,5	5,5-6,0	6,0-6,5	6,5-7,0	7,0-7,5	7,5-8,0	8,0-8,5	8,5-9,0
0-10	0.000	15.400	27.200	14.400	5.110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	2.420	7.130	6.760	3.710	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.017	0.613	1.520	1.260	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.001	0.128	0.221	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.001	0.171	0.643	1.300	1.290	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.055	0.699	1.790	1.990	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.315	1.290	1.630	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.073	0.703	1.030	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.258	0.416	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.094	0.192	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.030	0.103	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.049	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.020	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.190	15.300	0.990

Figura 43: dati di disaggregazione (INGV, 2004)



8.4 MICROZONAZIONE SISMICA DI 1° LIVELLO

Per microzonazione sismica si intende la valutazione della pericolosità sismica locale attraverso l'individuazione di zone del territorio caratterizzate da comportamento sismico omogeneo (Protezione Civile Nazionale, 2008). Per una porzione ben definita di territorio, la Microzonazione Sismica individua:

- **Zone stabili** dove il moto sismico non viene modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida e pianeggiante e, pertanto, zone dove gli scuotimenti attesi sono equiparati a quelli forniti dagli studi di pericolosità sismica di base;
- **Zone stabili suscettibili di amplificazione locale del moto sismico** dove il moto sismico viene modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida e pianeggiante, a causa delle caratteristiche litologiche, stratigrafiche e/o geomorfologiche del territorio;
- **Zone suscettibili di instabilità** dove sono presenti (o suscettibili di attivazione) fenomeni di deformazione permanente del territorio indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, liquefazioni, fagliazione superficiale, cedimenti differenziali, ecc).

Lo Studio di Microzonazione Sismica fornisce pertanto una base conoscitiva della pericolosità sismica locale delle diverse zone e consente di stabilire gerarchie di pericolosità utili per la programmazione di interventi di riduzione del rischio sismico.

Lo studio di Microzonazione Sismica può essere fatta con tre diversi livelli di approfondimento:

- il **livello 1** è un livello propedeutico ai veri e propri studi di MS, in quanto consiste in una raccolta di dati preesistenti, elaborati per suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee;
- il **livello 2** introduce l'elemento quantitativo associato alle zone omogenee, utilizzando ulteriori e mirate indagini, ove necessarie, e definisce una vera carta di MS;
- il **livello 3** restituisce una carta di MS con approfondimenti su tematiche o aree particolari.

In questo lavoro è stata prodotta una Microzonazione Sismica di 1° livello:

- raccolti tutte le indagini geognostiche in situ e in laboratorio da lavori realizzati dalla Pubblica Amministrazione e/o da Privati;
- analizzata tutta la bibliografia tecnica disponibile nell'intorno dell'area sotto le varie tematiche geologiche, vulcanologiche, idrogeologiche e geotecniche;
- organizzata tutta la cartografia specialistica disponibile per l'area comunale, in ambiente GIS, ed integrandola con nuove carte tematiche di dettaglio in scala 1:5.000;
- eseguite nuove indagini geognostiche in situ e in laboratorio ad integrazione del molto materiale già esistente.

In questo lavoro, sono stati realizzati 3 distinti tematismi: Carta delle Indagini, Carta Geologica Tecnica e Carta delle Aree Omogenee in Prospettiva sismica di cui si parlerà in dettaglio a seguire.



8.4.1 CARTA DELLE INDAGINI

La carta delle indagini segue le procedure dettate al capito 2.2 degli Indirizzi e i Criteri di Microzonazione Sismica (Protezione Civile Nazionale, 2008) e le successive note operative degli Standard di rappresentazione ed archiviazione informatica per la Microzonazione Sismica, versione 4.0b (Commissione Tecnica per la Microzonazione Sismica, 2015).

Per la redazione dell'elaborato si è partiti da una preliminare conoscenza geologica di vasta area grazie alle tantissime pubblicazioni scientifiche realizzate in questi ultimi 40anni per lo studio dei Campi Flegrei e della Piana Campana (maggiori dettagli nel Capitolo 4). Questi dati sono stati integrati con la raccolta di tutte le indagini geognostiche realizzate per la costruzione di Strutture Pubbliche o in qualche caso per lavori privati oltre che alla realizzazione di indagini geognostiche ex novo ad integrazione dei dati preesistenti. Nello specifico, sono stati presi a riferimento le indagini geognostiche dei seguenti lavori tecnici:

ANNO	LAVORO	INDAGINI GEOGNOSTICHE DISPONIBILI (IN GRASSETTO QUELLE PRESE A RIFERIMENTO)
1984	Voragine in via Savarese, 23 ing. Piciocchi	Rilievo speleologico e topografico della cavità sotterranea
1990	Piano Regolatore Generale (PRG) geol. Bonetti	n° 12 sondaggi geognostici A 20m – n°8 sismiche a rifrazione – n°7 prove penetrometriche statiche
1994	Analisi Stratigrafica Piana Campana geol. Bellucci	n° 3 sondaggi profondi
2003	Aggiornamento PRG – geol. Bonetti	n° 6 sondaggi geognostici allestiti a DownHole
2007	CROF – via Macello – geol. Feliciello	n° 1 sondaggio + n°10 SPT
2010	Voragine in via S.M. a Cubito geol. Bonetti & geol. Cimmino	n° 4 sondaggi
2012	Realizzazione Isola della Legalità geol. Doronzo	n° 1 DPSH + n° 1 Masw
2013	x privato - via Campana – geol. Iervolino	n° 1 DPSH + n° 1 Masw
2015	x privato - via Falcone – geol. Iervolino	n° 1 DPSH + n° 1 Masw
2015	Voragine in via De Gasperi geol. Improta	Rilievo Speleologico e Topografico della cavità sotterranea + n°1 Masw + n°4 DPSH + 2 prelievi per indagini di laboratorio + n°6 profili di tomografia elettrica
2016	Istituto Alberghiero – via Falcone geol. Mancuso	n° 2 sondaggi + n° 2 SPT + n° 2 campioni per indagini di laboratorio (proprietà fisiche, analisi granulometrica, taglio, prova edometrica) + n° 1 Downhole
2016	x privato - via Ripuaria – geol. Iervolino	n° 1 DPSH + n° 1 Masw
2016	PUC di Qualiano geol. Iervolino	n° 2 sondaggi + n° 6 SPT + n° 2 campioni per indagini di laboratorio (proprietà fisiche, analisi granulometrica, taglio diretto)

Per un totale di:

- n° 32 sondaggi (le n°2 stratigrafie dirette realizzate per lo studio dei sinkholes antropogenici sono stati considerati come veri e propri sondaggi)
- n° 18 SPT e n° 8 DPSH
- n° 4 campioni per analisi di laboratorio (proprietà fisiche, granulometria, taglio, edometrica)
- n° 7 prospezioni sismiche Downhole
- n° 4 prospezioni Masw



In Figura 44 lo stralcio della “Carta delle Indagini” (PSC-QG-GEO-11), in allegato cartografico, dove sono state geolocalizzate tutte le indagini geognostiche raccolte, che hanno consentito di avere una buona conoscenza della situazione geologica, stratigrafica, idrogeologica e litotecnica del comune di Qualiano.

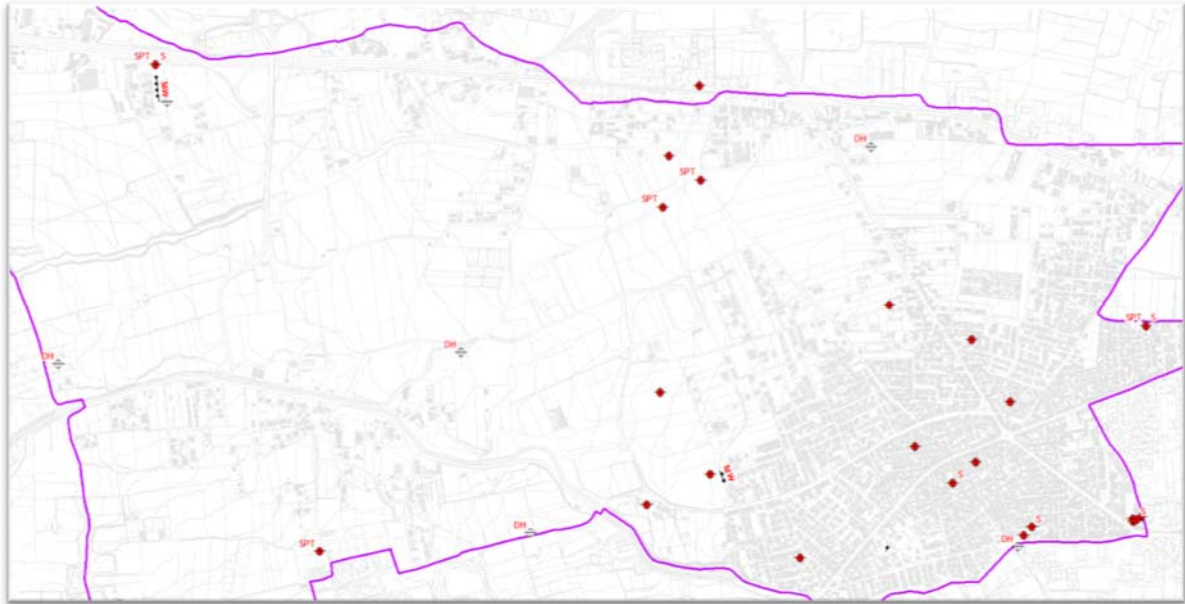


Figura 44: Stralcio Carta delle Indagini realizzata

Di seguito i lavori presi a riferimento ed elencati in Bibliografia:

- 1984 - Studio del sinkhole antropogenico di via Mons. Savarese (Piciocchi, 1984)
- 1991 - Piano Regolatore Generale (Bonetti, 1991)
- 1994 – Analisi Stratigrafica dei depositi vulcanici nella Piana Campana (Bellucci, 1994)
- 2003 – Aggiornamento del Piano Regolatore Generale (Bonetti, 2003)
- 2007 – Relazione Geologica per realizzazione CROF (Felicciello, 2007)
- 2010 – Studio* del sinkhole antropogenico di via S.M. a Cubito (Bonetti, 2010)
- 2012 – Relazione Geologica per realizzazione Isola della Legalità (Doranzo, 2012)
- 2013 – Relazione Geologica per Privato (Iervolino – indagini in allegato)
- 2015 – Relazione Geologica per Privato (Iervolino – indagini in allegato)
- 2015 – Studio del sinkhole antropogenico di via De Gasperi (Improta, 2015)
- 2016 – Relazione Geologica per realizzazione Istituto Alberghiero (Mancuso, 2016)
- 2016 – Relazione Geologica per Privato (Iervolino – indagini in allegato)
- 2016 – Relazione Geologica per il Piano Urbanistico Comunale (Iervolino, 2016)

Va precisato che in questo lavoro sono state prese a riferimento soltanto alcune delle indagini eseguite dai Collegi Geologi, tralasciando tutte quelle ritenute poco caratterizzanti i terreni investigati.

*si ringraziano i condomini di via Santa Maria a Cubito per la gentile concessione dell’elaborato tecnico da loro commissionato a seguito del sinkhole antropogenico del 30 marzo 2010.



8.4.2 CARTA GEOLOGICA TECNICA

La Carta Geologica-Tecnica segue le procedure dettate nelle note operative degli “Standard di rappresentazione ed archiviazione informatica per la Microzonazione Sismica”, versione 4.0b (Commissione Tecnica per la Microzonazione Sismica, 2015).

L’elaborato tecnico raggruppa tutte le conoscenze raggiunte dallo studio analitico della bibliografia scientifica disponibile per l’area in esame, dai dati ricavati dalle numerose indagini geognostiche eseguite in lavori preesistenti ed ex novo e dall’elaborazione di tutte le carte tematiche realizzate a corredo di questo studio geologico, al fine di creare un modello del sottosuolo funzionale per la successiva carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS).

Va comune precisato che ci troviamo in un’area distale del campo vulcanico dei Campi Flegrei dove negli ultimi 40.000 anni si sono succedute numerose eruzioni da centri eruttivi diversi e con portate eruttate molto variabile e quindi con una certa variabilità verticale ed areale del materiale vulcanoclastico deposto; area completamente pianeggiante, priva di tagli naturali e/o antropici che in situazioni idonee possono aiutare nella correlazione delle diverse successioni vulcanoclastiche. Per questi motivi è stato estremamente complicato definire una successione stratigrafica, in massima parte ottenuta da sondaggi a carotaggio continuo che di certo non sono il miglior modo per descrivere in dettaglio quello che in un affioramento “pulito” è costituito da livelli, lenti, passaggi graduali, di eventi vulcanici diversi.

Per quanto riguarda la bibliografia tecnica presa a riferimento, va citato il lavoro della geol. Francesca Bellucci sulla stratigrafia dei depositi vulcanici del sottosuolo del settore meridionale della Piana Campana (Bellucci, 1994), dove l’Autrice raccoglie circa 800 colonne stratigrafiche di sondaggi effettuati nella piana al fine di avere un quadro d’insieme della distribuzione areale delle unità vulcaniche presenti nel sottosuolo (Figura 45).

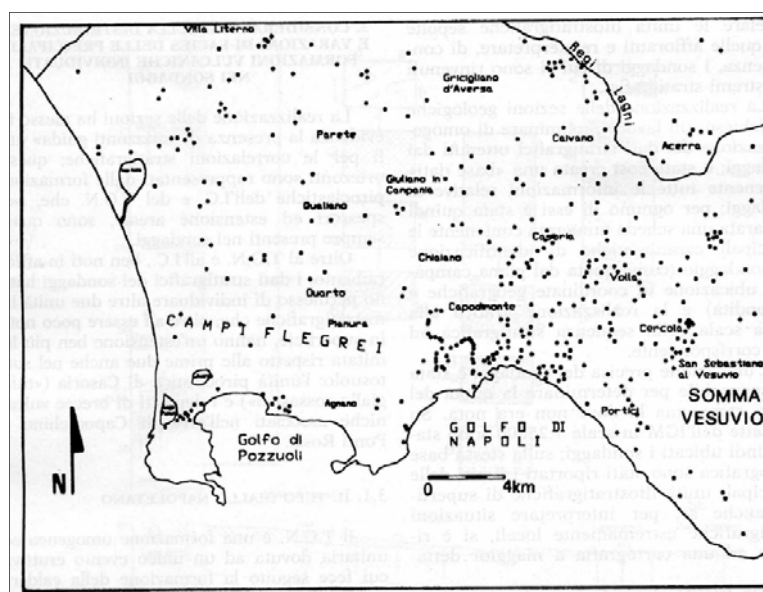


Figura 45: Ubicazione sondaggi utilizzati da F. Bellucci per le sue correlazioni stratigrafiche (Bellucci, 1994)



In Figura 46 le tracce delle sezioni realizzate da Bellucci, in rosso i limiti comunali di Qualiano, in Figura 47 le sezioni geologiche dove rientra il comune di Qualiano (1.3 – 1.6 – 1.7).

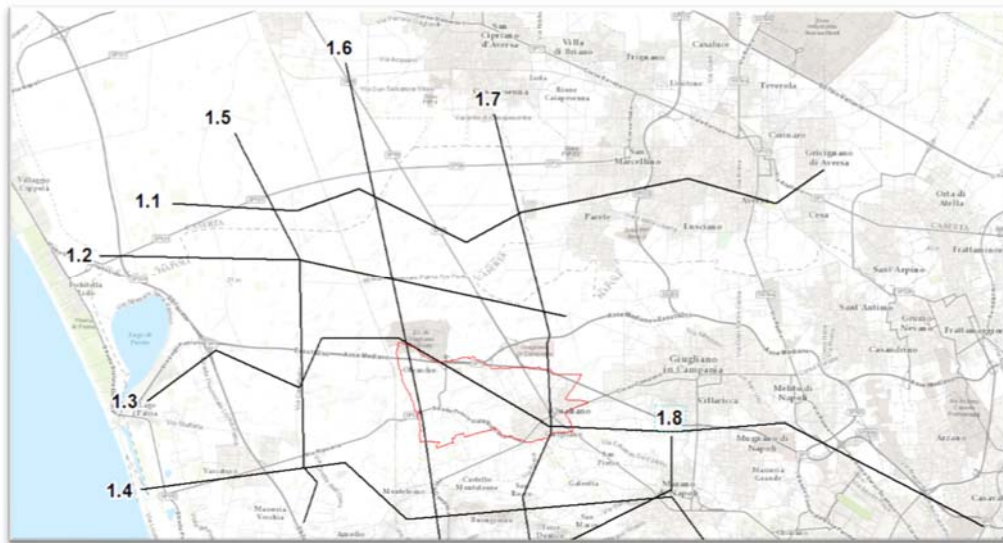


Figura 46: tracce delle sezioni geologiche realizzate da F.Bellucci (Bellucci, 1994)

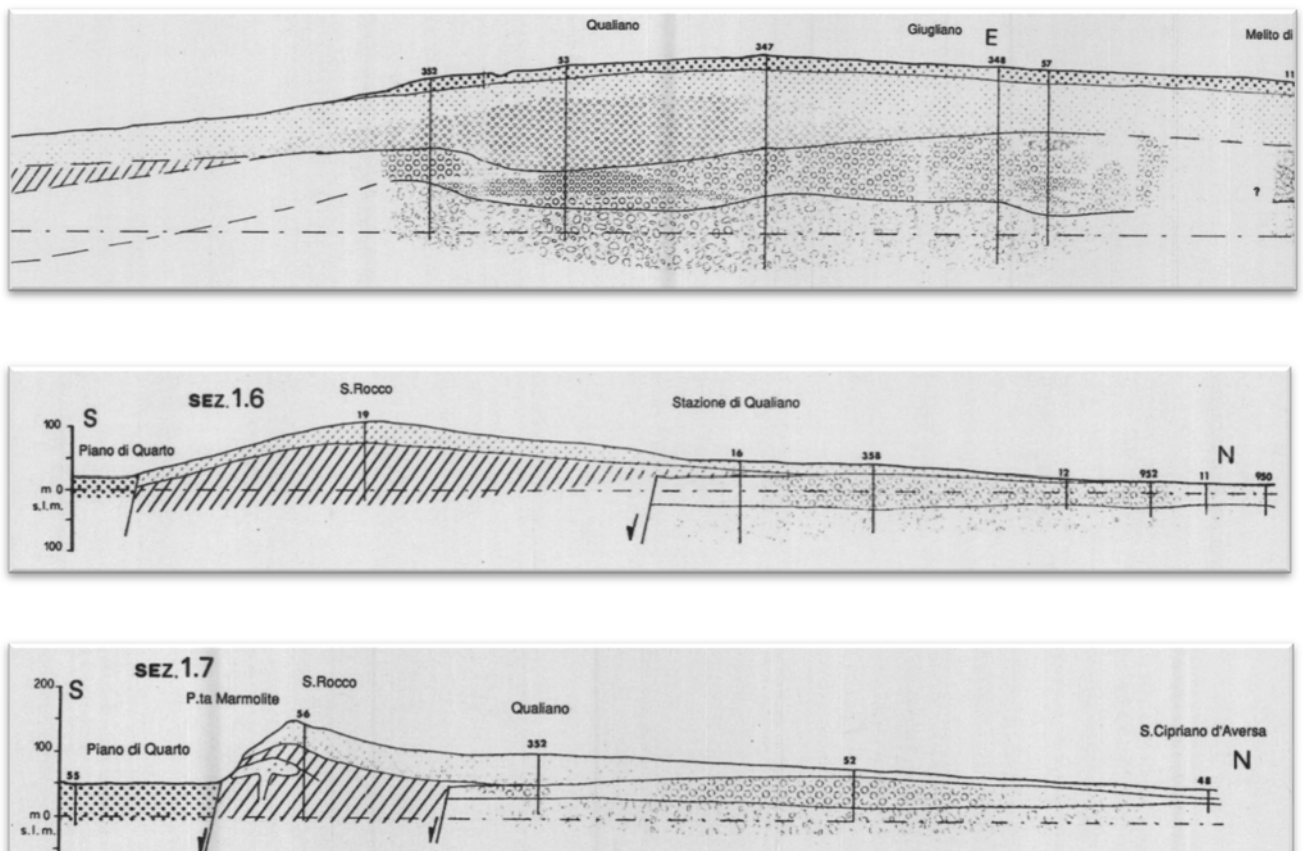


Figura 47: Sezioni Geologiche di F.Bellucci (Bellucci, 1994)



E' stato così possibile definire la seguente successione stratigrafica: 8÷12 metri di depositi cineritici appartenenti alle eruzioni recenti dei Campi Flegrei dei subsistemi Contrada Romano (VEF12) e Agnano-Soccavo (VEF11), separati da un paleosuolo ocraceo, con locali intercalazioni di lenti di lapillo pomiceo. Questi depositi poggiano sulla facies incoerente del Tufo Giallo Napoletano, caratterizzato da uno spessore molto variabile, di quasi 10m nella porzione meridionale del centro abitato di Qualiano, per aumentare progressivamente procedendo verso Ovest, seguendo i tratti torrentizi dell'Alveo dei Camaldoli e di Cavone Croccone.

Il passaggio tra facies incoerente e litoide del Tufo Giallo Napoletano è graduale, quest'ultimo intercettato tra i 17m e i 21m nella porzione meridionale del centro abitato dove negli ultimi 40 anni si sono verificati diversi sinkholes antropogenici (maggiori dettagli nel Capitolo 7).

Lo spessore della facies litoide del Tufo Giallo Napoletano si attesta per queste zone con valori massimi dell'ordine di 50m (Bellucci, 1994) a cui segue il Tufo Grigio Campano, intercettato dai sondaggi profondi della pubblicazione di F.Bellucci e nella sua parte scoriacea sommitale dallo Scrivente in località "Isola della Legalità", alla profondità di circa 17 metri dal piano campagna.

In Figura 48 i principali rapporti stratigrafici dei terreni riconosciuti nell'area comunale di Qualiano.

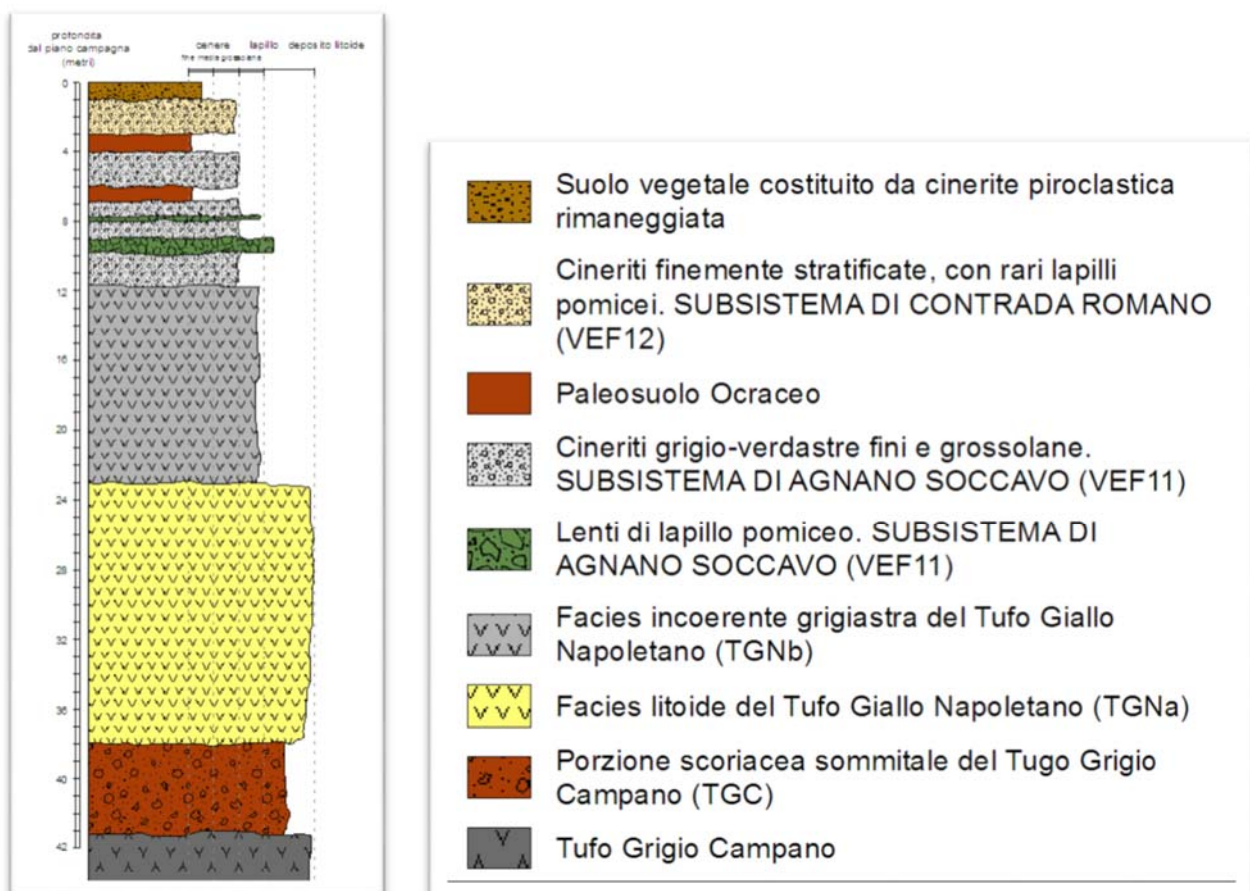


Figura 48: Rapporti stratigrafici dei principali depositi vulcanoclastici nell'area di Qualiano

Nelle sezioni geologiche–tecniche di Figura 49 l’ipotesi del modello geologico adottato per la successiva realizzazione della carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS).





Seguendo la particolare legenda predisposta dagli Standard 4 (Commissione Tecnica per la Microzonazione Sismica, 2015) sono stati così definiti:

TERRENI DI COPERTURA

SMig Sabbie limose, di coltri ignimbriche

- tipologia: sabbie limose
- ambiente genetico-deposizionale: di coltri ignimbriche
- sigla: SMig
- geologia: accorpati i subsintemi Contrada Romano, Agnano Soccavo e la porzione incoerente del Tufo Giallo Napoletano.
- spessore: nella porzione meridionale del centro abitato lo spessore è tra i 17 e i 21m dal piano campagna, procedendo verso ovest aumentano considerevolmente fino ad arrivare a 60m (Bellucci, 1994) nell'area centrale del comune per poi diminuire progressivamente a circa 17m dal p.c. in località Isola della Legalità dove da sondaggio eseguito dallo Scrivente è stato intercettato la porzione sommitale, scoriacea del Tufo Grigio Campano.
- stato di addensamento: medio (dato ricavato da indagini geognostiche SPT)
- descrizione: depositi cineritici a granulometria di sabbia limosa con all'interno clastici centimetrici pomicei. Locali intercalazioni di lenti di lapillo pomiceo con spessori molto variabili fino al metro.

SUBSTRATO GEOLOGICO

Per il territorio di Qualiano sono stati distinti due diversi substrati, acrivibili a due distinte eruzioni dei Campi Flegrei ed in dettaglio uno riconducibile alla porzione sommitale alterata del Tufo Grigio Campano (34.000 anni fa) e uno alla facies litoide del Tufo Giallo Napoletano (15.000 anni fa). In dettaglio:

GR Substrato granulare cementato

- substrato geologico: granulare cementato
- sigla: GR
- geologia: Tufo Giallo Napoletano nella facies litoide
- spessore: nella porzione meridionale del centro abitato di Qualiano si rinviene da 17 a 21 metri di profondità. Lo spessore del deposito è molto variabile, con valori massimi che superano i 50m nella porzione sudorientale dell'area comunale (Bellucci, 1994), per scomparire completamente nella porzione occidentale della zona di studio.



SFGR Substrato granulare cementato, fratturato / alterato

- substrato geologico: granulare cementato, alterato
- sigla: SFGR
- geologia: accorpata la facies coerente ed incoerente del Tufo Grigio Campano, oltre che ad uno spessore variabile di alterazione costituito da lapillo grossolano con abbondanti scorie.
- spessore: superiore ai 50m (Bellucci, 1994)
- descrizione: lapillo tufaceo grigio rossastro con abbondante presenza di clasti scoriacei del diametro massimo di 6 cm ricchi di zeoliti oltre a litici di varia dimensione e natura.

FORME DI SUPERFICIE E SEPOLTE

 orlo di scarpata morfologica

Orlo di scarpata morfologica di erosione fluviale di Cavone Croccone.

 sinkholes antropogenici

Voragini di natura antropica censite nel pieno centro urbano di Qualiano in via Mons. Savarese (1983), via Santa Maria a Cubito (2010) e via De Gasperi (2015)

 area con cavità sepolta

Cavità sotterranee cartografate da rilievi speleologici a seguito di sinkholes antropogenici

ELEMENTI TETTONICO STRUTTURALI

 faglia diretta potenzialmente attiva

Il progetto ITHACA, di cui si è parlato nel paragrafo 8.2.2, evidenzia la presenza di una faglia capace che taglia in due il centro abitato di Qualiano. Di seguito le caratteristiche principali:

Nome Faglia: Campi Flegrei Settentrionale

Codice Faglia: 42700

Macrozona: 5

Direzione Media: 210°

Immersione: 0°

Lunghezza: 13km

Grado di riattivabilità: basso

Tasso di scivolamento 0.2 mm/anno



ELEMENTI GEOLOGICI ED IDROGEOLOGICI

● profondità della falda

Pozzi censiti dalla Città Metropolitana di Napoli nei quali è possibile risalire alla profondità della falda freatica, a circa 90m nella porzione sudorientale dell'abitato di Qualiano per diminuire di profondità progressivamente verso Ovest.

- sondaggi che non hanno raggiunto il substrato geologico
- sondaggio che ha raggiunto il substrato geologico

Nell'abitato di Qualiano sono stati raccolti ben 32 sondaggi geognostici, di cui tre profondi che hanno superato i 100 metri di profondità (Bellucci, 1994) e due realizzati ex novo ad integrazione di quanto già disponibile. Per tutti sono stati differenziati quelli che hanno incontrato il substrato da quelli che si sono fermati nella copertura piroclastica.





8.4.3 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)

La carta delle MOPS segue le procedure dettate al capitolo 2.3 degli Indirizzi e i Criteri di Microzonazione Sismica (Protezione Civile Nazionale, 2008) e le successive note operative degli Standard di rappresentazione ed archiviazione informatica per la Microzonazione Sismica, versione 4.0b (Commissione Tecnica per la Microzonazione Sismica, 2015).

L'elaborato individua le microzone dove è prevedibile l'occorrenza di diversi tipi di effetti prodotti dall'azione sismica, sulla base delle osservazioni geologiche, geomorfologiche, geotecniche ed idrogeologiche.

Questa carta suddivide il territorio in tre diverse microzone omogenee:

- Zone stabili: nelle quali non si ipotizzano effetti locali di rilievo di alcuna natura;
- Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali: nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto dell'assetto litostratigrafico e morfologico locale;
- Zone suscettibili di instabilità: nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio.

Di seguito gli elementi cartografati per la redazione della Carta delle MOPS, precisando che per il territorio comunale di Qualiano non ci sono zone stabili: non ci sono "zone dove si rinviene il substrato geologico in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata".

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI:

Per il comune di Qualiano sono state riconosciute tre diverse zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (Figura 50) e (Figura 51)

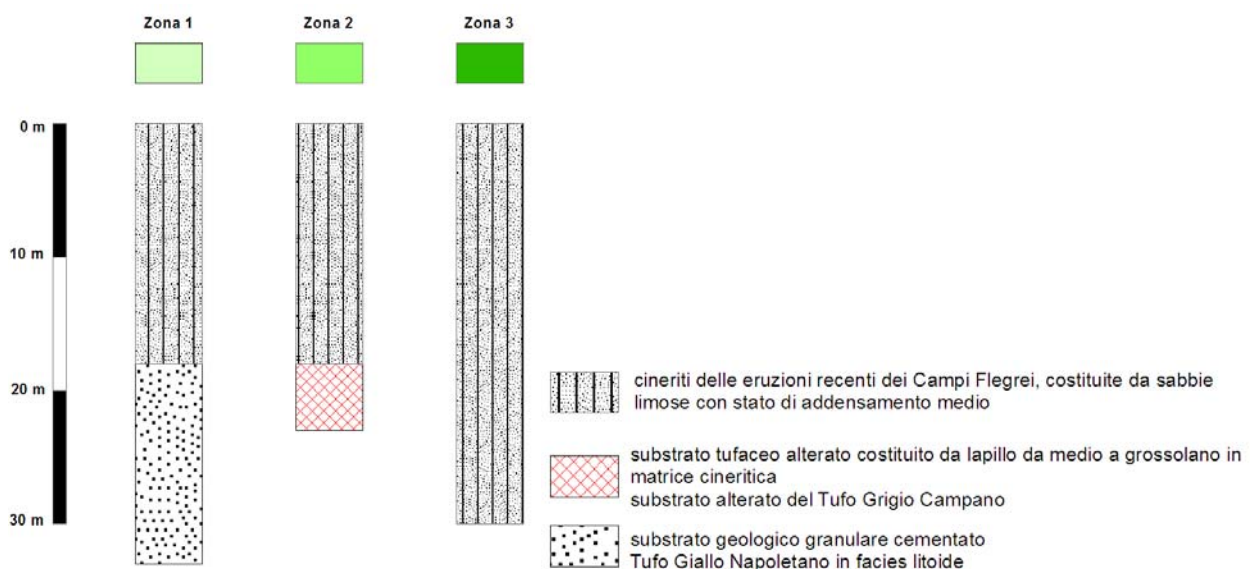


Figura 50: Differenti zone suscettibili di ampliazioni locali individuate per il comune di Qualiano



Figura 51: Stralcio della Carta delle MOPS per il comune di Qualiano

2001 zona 1

In questa zona, individuata nella porzione meridionale del centro urbano di Qualiano, si rinvencono coperture fino a 17-21 metri di profondità dal piano campagna, prima di incontrare come substrato litoide la formazione del Tufo Giallo Napoletano (TGN) che dovrebbe avere spessori maggiori di 50 metri (Bellucci, 1994). Le cineriti delle eruzioni recenti dei Campi Flegrei, costituite da sabbie limose con uno stato di addensamento medio (da indagini geognostiche SPT) hanno valori di velocità delle onde di taglio inferiori a 300 m/s (Bonetti, 2003). Procedendo con la profondità, nell'incontrare la facies incoerente del TGN si hanno valori delle velocità di taglio dell'ordine dei 600 m/s. Il substrato litoide del Tufo Giallo Napoletano presenta valori di velocità delle onde di taglio superiori agli 800 m/s.

2002 zona 2

In questa zona, individuata nella porzione nordorientale del comune, si rinvencono coperture che poggiano sulla porzione alterata del Tufo Grigio Campano.

Le cineriti delle eruzioni recenti dei Campi Flegrei, costituite da sabbie limose con uno stato di addensamento medio (da indagini geognostiche SPT) hanno valori di velocità delle onde di taglio inferiori a 300 m/s (Bonetti, 2003). Procedendo con la profondità, nell'incontrare la facies incoerente del TGC si hanno valori delle velocità di taglio dell'ordine dei 600 m/s.

In questa zona non affiora il Tufo Giallo Napoletano nella facies litoide.

Il substrato alterato del Tufo Grigio Campano presenta valori di velocità delle onde di taglio prossimi agli 800 m/s.



2003 zona 3

In questa zona, individuata nella porzione centrale del comune da numerosi sondaggi presi a riferimento e fino a profondità di 30m dal piano campagna, non si rinviene il substrato.

Le cineriti delle eruzioni recenti dei Campi Flegrei, costituite da sabbie limose con uno stato di addensamento medio (da indagini geognostiche SPT) hanno valori di velocità delle onde di taglio che inferiori a 300 m/s (Bonetti, 2003). Procedendo con la profondità si hanno valori delle velocità di taglio dell'ordine dei 500 m/s (Mancuso, 2016)

ZONE DI ATTENZIONE PER INSTABILITÀ



ZA_{FR} - Zona di attenzione per instabilità di versante - zona 1

Sono state individuate come zone di attenzione per instabilità potenziale le aree cartografate dall'Autorità di Bacino Campania Centrale a pericolosità da frana, lungo le scarpate di erosione fluviale dell'Alveo dei Camaldoli, nella porzione sudorientale del comune (Figura 52) e un tratto dell'alveo confinato del Cavone Croccone (nei pressi di Masseria Diecidonimi) (Figura 53) che presenta scarpate di erosione fluviale con pendenze che superano anche i 40°.



Figura 52: Alveo dei Camaldoli, zona di attenzione per instabilità

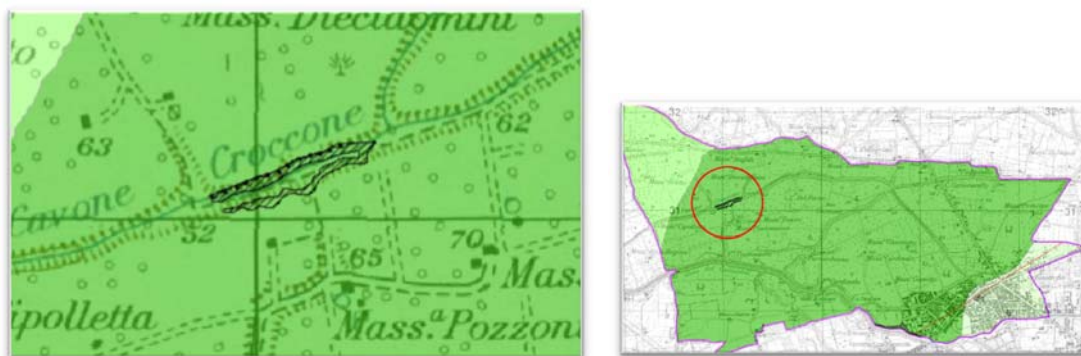


Figura 53: Cavone Croccone, zona di attenzione per instabilità



FORME DI SUPERFICIE E SEPOLTE

 orlo di scarpata morfologica

Orlo di scarpata morfologica di erosione fluviale di Cavone Croccone.

 sinkholes antropogenici

Voragini di natura antropica censite nel pieno centro urbano di Qualiano in via Mons. Savarese (1983), via Santa Maria a Cubito (2010) e via De Gasperi (2015)

 area con cavità sepolta

Cavità sotterranee cartografate da rilievi speleologici a seguito di sinkholes antropogenici



Figura 54: Sinkhole antropogenico di via de Gasperi



9 PERICOLOSITÀ VULCANICA

Il comune di Qualiano dista in linea d'aria 8km dal Campo Vulcanico dei Campi Flegrei, 25km dal Vesuvio e 30km da Ischia, tre vulcani attivi tra i più pericolosi al mondo.

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia monitora i tre vulcani in tempo reale (Figura 55) con la redazione di bollettini settimanali (per i soli Vesuvio e Campi Flegrei) e mensili ad informare la popolazione sul loro stato di attività, attraverso:

- parametri sismici (numero degli eventi sismici e loro localizzazione epi e ipocentrale, meccanismi di sorgente, forme d'onda e spettro di frequenze, etc.);
- parametri geodetici (livellazioni, tiltmetri, GPS, InSAR, variazioni gravimetriche attraverso survey periodici, etc.);
- parametri geochimici (temperatura, composizione, estensione, e stima dei flussi dei campi fumarolici della Solfatara e di Pisciarelli).

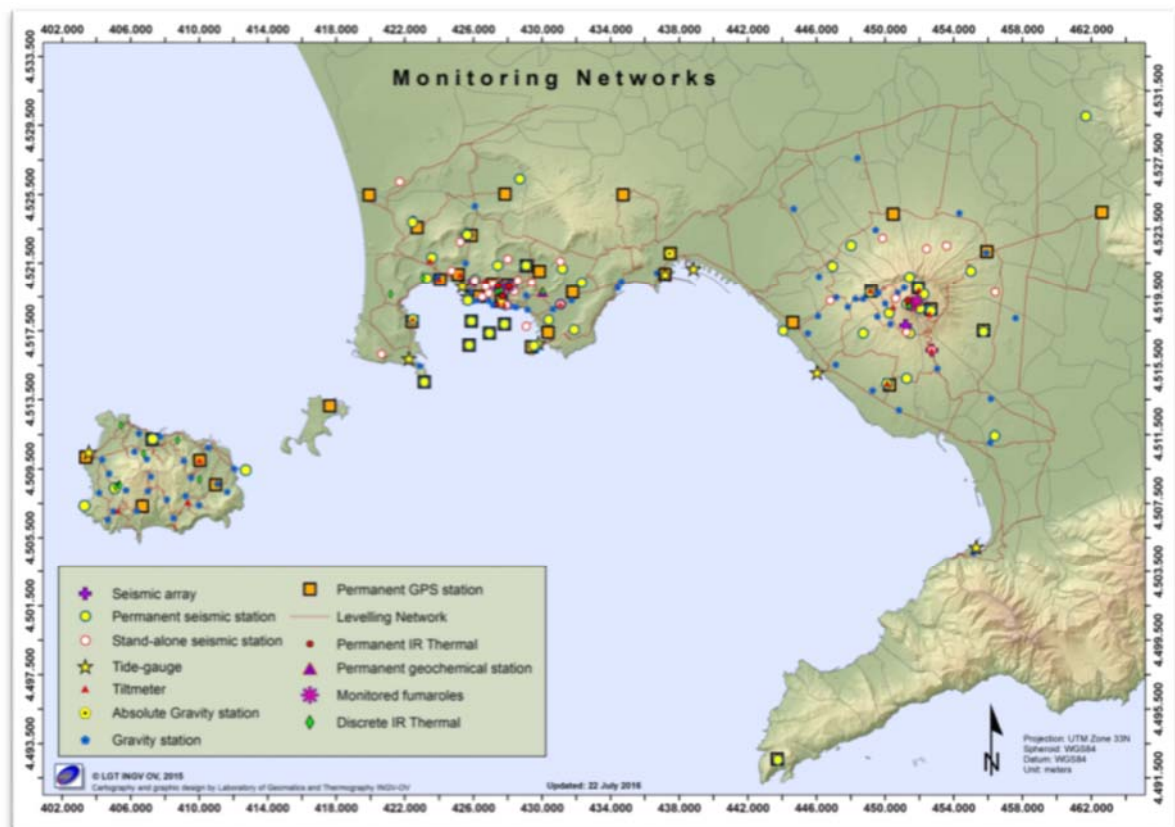


Figura 55: Stazioni di monitoraggio dell'INGV per i vulcani attivi Ischia, Campi Flegrei e Vesuvio (INGV, 2016)

Si rimanda al sito dell'INGV per ogni ulteriore approfondimento, aggiornato nel tempo sullo stato di attività di questi vulcani: <http://www.ov.ingv.it/ov/it/bollettini.html>



E' bene ricordare che sono attualmente i vulcani più studiati e controllati al mondo, ma restano degli elementi naturali che seguono un loro comportamento completamente indipendente dalle teorie della comunità scientifica, basate su un trend di dati troppo poco significativo: un'analisi storica che non va più indietro di 100 anni, quando ad essere studiati sono vulcani di decine di migliaia di anni con numerose incognite anche sulla loro dinamica profonda.

Tutti i dati raccolti dall'INGV vengono girati al Dipartimento di Protezione Civile Nazionale che si occupa di organizzare a livello nazionale, regionale e comunale il soccorso alla popolazione in caso di calamità, definendo procedure operative di supporto all'eventuale emergenza e caratterizzando il territorio a diversa pericolosità vulcanica (zone gialle e rosse).

Si rimanda per maggiori approfondimenti agli specifici piani di emergenza ed in dettaglio:

Per il Vesuvio: Piano Nazionale di Emergenza (2007) (Dipartimento di Protezione Civile, 2007)

http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/piano_eme_vesuvio.wp

Per i Campi Flegrei: Piano Nazionale di Emergenza (Dipartimento di Protezione Civile, 2016)

Figura 56

http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/view_dossier.wp?contentId=DOS50555

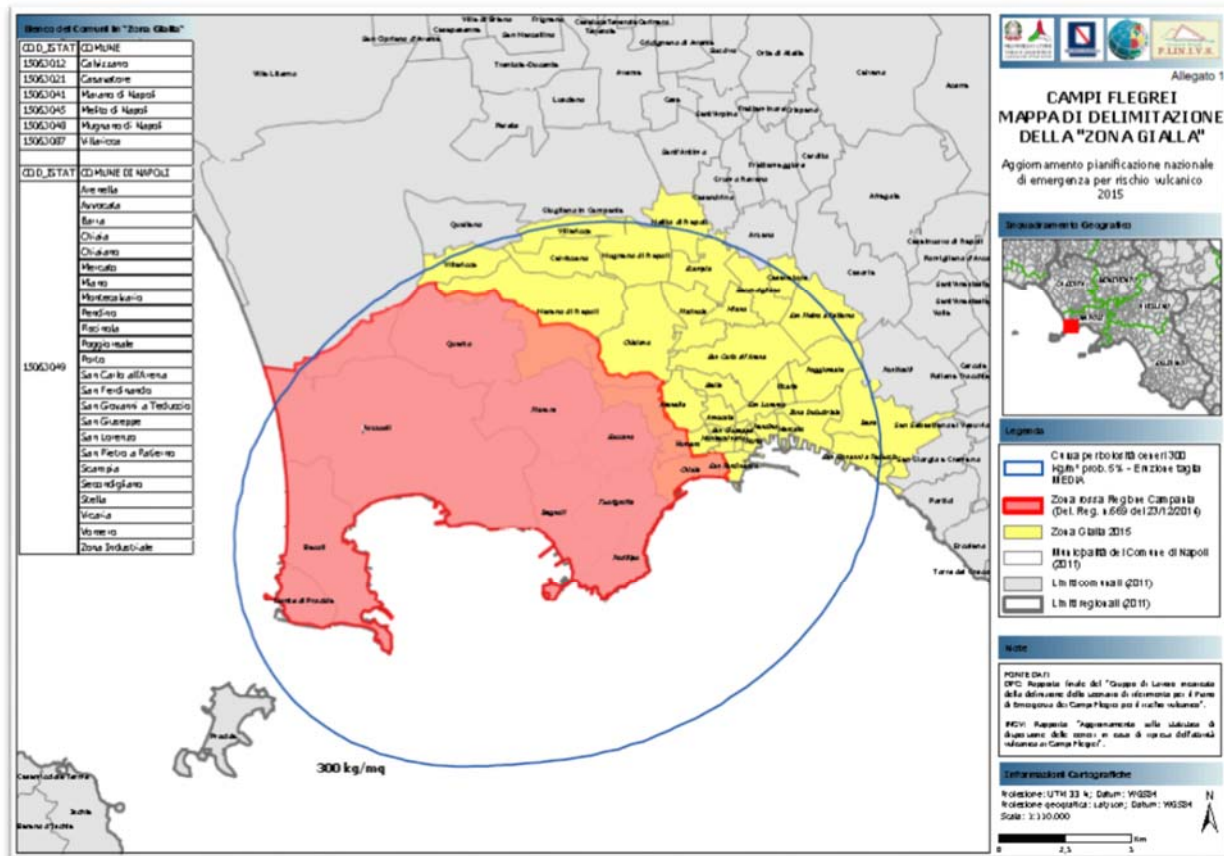


Figura 56: Mappa di zonizzazione del rischio vulcanico Campi Flegrei.



10 CARTA DELLA STABILITÀ

In allegato alla presente relazione tecnica è stata prodotta una Carta della Stabilità in riferimento a quanto definito dalla L.R. n. 9 del 07/02/1983 - Norme per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di difesa del territorio dal rischio sismico.

L'elaborato cartografico riassume tutte le criticità riscontrate sul territorio e di volta in volta evidenziate in specifiche tavole cartografiche, riuscendo a dare un quadro d'insieme della stabilità generale di tutta l'area comunale.

In Figura 57 uno stralcio della carta prodotta (PSC-QC-GEO-14) a cui si rimanda per maggiori dettagli.

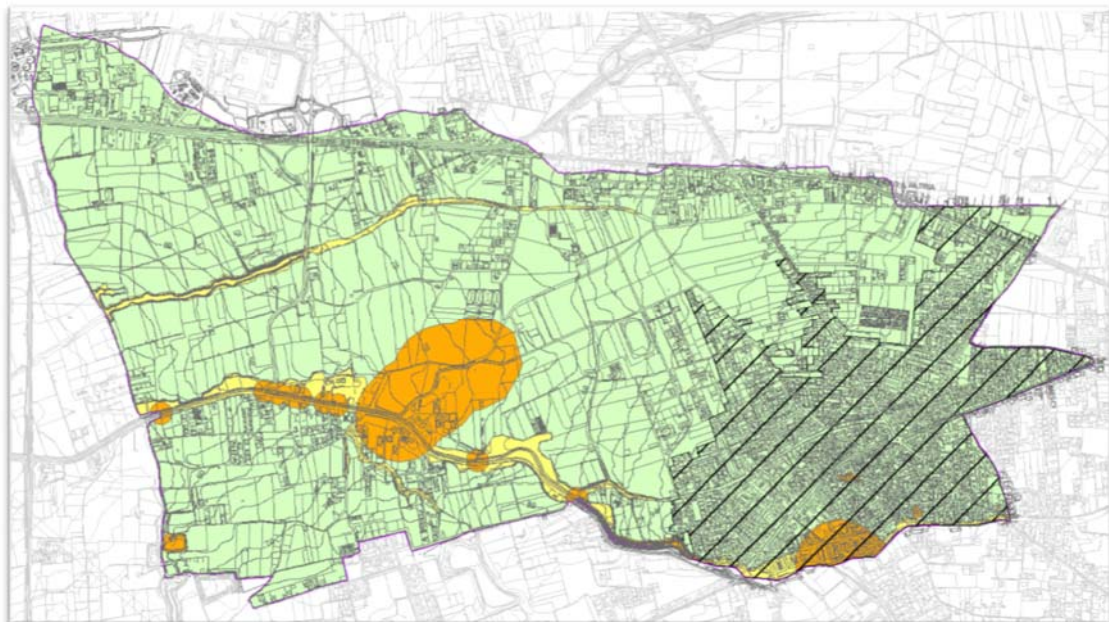


Figura 57: Stralcio Carta della Stabilità Prodotta

Il territorio comunale è stato suddiviso in:

- **Area potenzialmente instabile**, in prossimità di aree cartografate dall'Autorità di Bacino Campania Centrale a pericolosità idrogeologica, zone di cava, cavità sotterranee antropogeniche, ponti di attraversamento dell'Alveo dei Camaldoli;
- **Area a media stabilità**, in prossimità di scarpate di erosione fluviale, piane inondabili attuali e quiescenti, alvei naturali liberi e confinati;
- **Area stabile**, in aree subpianeggianti, lontane da incisioni fluviali e scarpate morfologiche.



E' stata fatta un'ulteriore suddivisione, prendendo a riferimento quanto ampiamente descritto nel Capitolo 7, in:

- a) **Zone con rischio potenziale alto di sinkholes antropogenici**, in prossimità del centro abitato, nell'area dove si individua a profondità di circa 20m un substrato tufaceo, idoneo ad essere stato cavato nel recente passato;
- b) **Zone con rischio potenziale di sinkholes antropogenici**

Resta inteso che anche se la zona non rientra in nessuna zonizzazione di rischio vulcanico per i Campi Flegrei e per il Vesuvio resta comunque limitrofa ai vulcani più pericolosi al mondo e si rimanda ad opportuni comportamenti in emergenza definiti dalla Protezione Civile nei suoi piani di emergenza nazionali e comunali.

13 ottobre 2016

il geologo
Vittorio Emanuele Iervolino



11 BIBLIOGRAFIA

Allocca V [et al.] Carta Idrogeologica dell'Italia Meridionale [Sezione di libro]. - [s.l.] : Apat & Università degli Studi di Napoli Federico II - Dipartimento di Geofisica e Vulcanologia, 2007.

Aprile F e Ortolani F Nuovi dati sulla struttura profonda della Piana Campana [Libro]. - [s.l.] : Boll.Soc.Geol.It. 97,591-608, 1978.

Aprile F, Toccaceli RM e Sbrana A Il ruolo dei depositi piroclastici nell'analisi cronostratigrafica dei terreni quaternari del sottosuolo della Piana Campana [Libro]. - [s.l.] : Il quaternario, 17, 547-554, 2004.

Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico - Relazione Generale [Libro]. - 2015.

Barbieri F [et al.] Structural evolution of Campi Flegrei caldera in light of volcanological and geophysical data [Libro]. - [s.l.] : J. Volcanol. Geotherm. Res. 48, 33-50, 1991.

Barbieri F [et al.] The Campanian Ignimbrite: a major prehistoric eruption in the Neapolitan area (Italy) [Libro]. - [s.l.] : Bull. Volcanol., 41(1), 1-22, 1978.

Bellucci F, Santangelo N e Santo A Segnalazione di nuovi depositi piroclastici intercalati alle successioni continentali del Pleistocene Superiore - Olocene della porzione nord-orientale della Piana Campana [Libro]. - [s.l.] : Il Quaternario, 16(2), 279-287, 2003.

Bellucci F. Nuove conoscenze stratigrafiche sui depositi vulcanici del sottosuolo del settore meridionale della piana campana [Libro]. - [s.l.] : Boll. Soc. Geol., 1994.

Bonetti L. Aggiornamento del Piano Regolatore Generale di Qualiano [Libro]. - 2003.

Bonetti L. Piano Regolatore Generale di Qualiano [Libro]. - 1991.

Bonetti L. Relazione geologica relativa allo sprofondamento stradale in via S.M. a Cubito (Qualiano) [Libro]. - 2010.

Bosellini A. Storia geologica d'Italia. Gli ultimi 200 milioni di anni [Libro]. - [s.l.] : Zanichelli, 2005.

Brancaccio L [et al.] Carta Geomorfologica d'Italia 1:50.000 - Guida al rilevamento [Libro]. - [s.l.] : ISPRA, 1994.

Brancaccio L. [et al.] Geomorphology and neotectonic evolution of a sector of the Tyrrhenian flank of the Southern Apennines (Region of Naples, Italy) [Libro]. - [s.l.] : Suppl. -Bd. 82, 47- 58, 1991.

Calcaterra D e Morra V Montagne di fuoco, rischi e risorse in aree vulcaniche. Vesuvio ed Etna [Libro]. - 2010.



Cinque A. [et al.] Quaternary kinematic evolution of the Southern Apennines. Relationship between surface geological features and deep lithospheric structures [Libro]. - [s.l.] : Ann. Geof., 36(2), 249-260, 1993.

Città Metropolitana di Napoli Censimento Pozzi [Online]. - 2016.

Città Metropolitana di Napoli Censimento Cavità Sotterranee [Online] // Censimento Cavità Sotterranee. - 2001.

Città Metropolitana di Napoli Modello Digitale del Terreno - Lidar [Online]. - 2012.

Civetta L [et al.] Geochemical zoning, mingling, eruptive dynamics and depositional processes - The Campanian Ignimbrite [Libro]. - [s.l.] : J. Volcanol. Geotherm. Res., 75, 183-219, 1997.

Commissione Tecnica per la Microzonazione Sismica Protezione Civile Standard di Microzonazione Sismica [Online] // Protezione Civile Nazionale. - 2015. - http://www.protezionecivile.gov.it/resources/cms/documents/StandardMS_4_0b.pdf.

Consiglio Nazionale dei Geologi Relazione Geologica - Standard Metodologici e di Lavoro [Libro]. - 2010.

Cosci M, Falcetti S e Tacchia D Guida alla rappresentazione cartografica - Carta geomorfologica [Libro]. - [s.l.] : ISPRA, 2007.

De Lorenzo G I crateri di Fossa Lupara nei Campi Flegrei [Libro]. - [s.l.] : Atti Acc. Sc. Fis. Mat., Napoli, serie 2, 16, 1-27., 1914.

De Lorenzo G L'attività vulcanica dei Campi Flegrei [Libro]. - [s.l.] : Rend. Acc. di Sci. FF MM, serie 3, 10, 203-221, 1904.

Deino AL [et al.] The age of the Neapolitan Yellow Tuff caldera-forming eruption (Campi Flegrei caldera - Italy) assessed by $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating method [Libro]. - [s.l.] : J. Volcanol. Geotherm. Res., 133, 157-170.

D'Ersasmo G. Studio geologico dei pozzi profondi della Campania [Libro]. - [s.l.] : Boll. Soc. Nat. in Napoli, 43, 15-143., 1931.

Di Girolamo P [et al.] Vulcanologia e petrografia dei Campi Flegrei [Libro]. - [s.l.] : Boll. Soc. Geol. It. 103, 349-413, 1984.

Di Girolamo P Differenziazione gravitativa e curve isochimiche nell'Ignimbrite Campana [Libro]. - [s.l.] : Rend. Soc. Min. Petr., 26(2), 547-588, 1970.

Di Girolamo P Geotectonic setting of Miocene – Quaternary volcanism in and around the Eastern Tyrrhenian Sea border (Italy) as deduced from major element geochemistry [Libro]. - [s.l.] : Bull. Volcanol. 41, 421-432, 1978.



Di Girolamo P Petrografia dei tufi campani: il processo di pipernizzazione [Libro]. - [s.l.] : Rend. Acc. Sc. Fis. Mat. Napoli S. 4, 35, 1-70, 1968.

Di Vito MA [et al.] Volcanic and deformational history of the Campi Flegrei caldera in the past 12 ka [Libro]. - [s.l.] : Volcanol. Geotherm Res., 91, 221-246., 1999.

Dipartimento di Protezione Civile [Online] // Piano Nazionale di Emergenza: Campi Flegrei. - 2016. - http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/view_dossier.wp?contentId=DOS50555.

Dipartimento di Protezione Civile Piano di Emergenza: Rischio Vesuvio [Online]. - 2007. - http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/piano_eme_vesuvio.wp.

Doronzio G. Relazione geologica per la realizzazione di un centro stoccaggio rifiuti e di una depositeria giudiziaria destinata al parcheggio dei veicoli [Libro]. - 2012.

Ducci A [et al.] Carta Geologica d'Italia: Isola d'Ischia - Napoli [Libro]. - [s.l.] : Servizio Geologico d'Italia, 1967.

Fedele L [et al.] The Breccia Museo formation, Campi Flegrei: geochronology, chemostratigraphy and relationship with the Campanian Ignimbrite eruption [Libro]. - [s.l.] : Bull. Volc., 70(10), 1189 – 1219, 2008.

Feliciello B. Relazione Geologica per realizzazione Centro Ricerche, Orientamento e Formazione (Qualiano) [Libro]. - 2007.

Fisher R [et al.] Mobility of a large-volume pyroclastic flow — emplacement of the Campanian ignimbrite [Libro]. - [s.l.] : J. Volcanol. Geotherm. Res., 56, 205-220, 1993.

Iervolino V.E. Relazione Geologica per il Piano Urbanistico Comunale [Libro]. - 2016.

Improta A. Indagini per la messa in sicurezza della voragine apertasi in via De Gasperi (Qualiano) [Libro]. - 2015.

INGV Bollettini di Monitoraggio Vulcanico [Online]. - 2016. - <http://www.ov.ingv.it/ov/it/bollettini.html>.

INGV Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 - CPTI15 [Online] // INGV. - 2016. - http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/description_DBMI15.htm.

INGV Database of Individual Seismogenic Sources [Online] // INGV. - 2015. - Database of Individual Seismogenic Sources.

INGV DBMI15 - Database Macrosismico Italiano [Online] // INGV. - 2016. - <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>.

INGV I terremoti in Italia [Online] // INGV Terremoti. - 2016. - <https://ingvterremoti.wordpress.com/i-terremoti-in-italia/>.



INGV La pericolosità sismica [Online] // INGV. - 2016. - <https://ingvterremoti.wordpress.com/la-pericolosita-sismica/>.

INGV Mappa di pericolosità sismica [Online] // INGV. - 2004. - http://zonesismiche.mi.ingv.it/documenti/mappa_opcm3519.pdf.

INGV Pericolosità Sismica di Riferimento del territorio italiano [Online] // INGV Terremoti. - 2006. - http://zonesismiche.mi.ingv.it/mappa_ps_apr04/italia.html.

Ippolito F, Ortolani F e Russo M Struttura marginale tirrenica dell'Appennino campano: reinterpretazione di dati di antiche ricerche di idrocarburi [Libro]. - [s.l.] : Mem.Soc.Geol.It. 12,227-250, 1973.

Isaia R [et al.] Carta Geologica d'Italia 1:50.000 - Foglio 446/447 NAPOLI [Libro]. - [s.l.] : Servizio Geologico d'Italia, 2015.

Isaia R, D'Antonio M e Antonio 'ANTONIO M. DELL'ERBA F., DI VITO M. & ORSI G The Astroni volcano: the only example of close eruptions within the same vent area in the recent history of the Campi Flegrei caldera (Italy) [Libro]. - [s.l.] : J. Volcanol. Geotherm. Res., 133, 171-192, 2004.

ISPRA il Catalogo delle faglie capaci [Online] // ISPRA. - 2011. - <http://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/suolo-e-territorio-1/ithaca-catalogo-delle-faglie-capaci>.

ISPRA Indagini del sottosuolo [Online]. - 2016. - <http://sgi.isprambiente.it/geoportal/catalog/content/project/indagini464.page>.

ISPRA Inventario Fenomeni Franosi [Libro]. - 2007.

ISPRA Sondaggi Profondi [Online]. - 2016. - <http://sgi.isprambiente.it/geoportal/catalog/content/project/sondaggi.page>.

Langella A [et al.] New insights into the mineralogical facies distribution of Campanian Ignimbrite, a relevant Italian industrial material [Libro]. - [s.l.] : Applied Clay Science, 72, 55-73, 2013.

LaRepubblica Terremoti [Libro]. - [s.l.] : La Repubblica, 2009.

Lirer L e Gargiulo L Stratigrafia e strutture sedimentarie nelle piroclastiti nella zona del Nuovo Policlinico di Napoli [Libro]. - [s.l.] : Atti Acc. Pont. vol XVII, 1968.

Lirer L e Munno R Il tufo giallo napoletano [Libro]. - [s.l.] : Per. Mineral. 44: 103-118, 1975.

Mancuso M. Relazione geologica per realizzazione del nuovo IPSAR in via G. Falcone (Qualiano) [Libro]. - 2016.

Orsi G [et al.] Short-term ground deformations and seismicity in the nested Campi Flegrei Caldera [Libro]. - [s.l.] : J. Volcanol. Geotherm. Res. 48, 33-50, 1999.



Orsi G [et al.] Step-filling and development of a three-layers magma chamber: the Neapolitan Yellow Tuff case history [Libro]. - [s.l.] : J. Volcanol. Geotherm Res., 67, 291-312, 1995.

Orsi G [et al.] The Neapolitan Yellow Tuff, a large-magnitude trachytic phreatoplinian eruption: eruptive dynamics, magma withdrawal and caldera collapse [Libro]. - [s.l.] : J. Volcanol. Geotherm Res., 53, 275-287.

Orsi G e Zollo A Struttura e storia dei Campi Flegrei [Libro]. - [s.l.] : AMRA - Ambiente Rischio Comunicazione - febbraio 2013, 2013.

Ort MH, Rosi M e Valentine GA Corelation of deposits and vent locations of the proximal Campanian Ignimbrite deposits, Campi Flegrei, based on natural remanent magnetization and anisotropy of magnetic susceptibility characteristics [Libro]. - [s.l.] : J.Volcanol. Geotherm. Res. 91,167-178, 1999.

Perrotta A [et al.] Stratigraphy and volcanological evolution of the southwestern sector of Campi Flegrei and Procida Island [Libro]. - [s.l.] : Stratigraphy and Geology of Volcanic Areas: Geological Society of America Special Paper 464, 171-191, 2010.

Perrotta A e Scarpati C Volume partition between the plinian and coignimbrite air fall deposits of the Campanian Ignimbrite eruption [Libro]. - [s.l.] : Mineral. Petrol. 79, 67-78, 2003.

Piciocchi C. Relazione sulla cavità con accesso in via Mons. Savarese (Qualiano) [Libro]. - 1984.

Press F. e Siever R Capire la Terra [Libro]. - [s.l.] : Zanichelli, 1997.

Protezione Civile Nazionale Presidenza del Consiglio dei Ministri Indirizzi e Criteri di Microzonazione Sismica [Libro]. - 2008.

Puntillo E e Vallario A Il sottosuolo napoletano da risorsa a rischio - L'Ambiente Geologico della Campania [Sezione di libro]. - 2001.

Rinaldi M [et al.] Manuale tecnico-operativo per la valutazione ed il monitoraggio dello stato morfologico dei corsi d'acqua [Libro]. - [s.l.] : Ispra, 2010.

Rolandi G. [et al.] Tectonic controls on the genesis of ignimbrites from the campanian volcanic zone southern Italy [Libro]. - [s.l.] : Mineralogy and Petrology, S.I., 1-29, 2003.

Romano P, Santo A e Voltaggio M L'evoluzione geomorfologica della piana del F.Volturno durante il tardo Quaternario [Libro]. - [s.l.] : Il Quaternario, 7(1), 41-56.

Rosi M [et al.] linian pumice fall deposit of the Campanian Ignimbrite eruption [Libro]. - [s.l.] : J. Volcanol. Geotherm Res., 91, 179-198, 1999.

Rosi M e Santacroce R Volcanic hazard assessment in the Phlegrean Fields: a contribution based on stratigraphic and historical data [Libro]. - [s.l.] : Bull. Volcanol., 47, 359-370, 1984.



Rosi M e Sbrana A Phlegrean Fields [Libro]. - [s.l.] : Quaderni della Ricerca Scientifica, vol. 114, 1987.

Santangelo N Nuovi dati sulla stratigrafia e sull'evoluzione tardo-quadernaria olocenica del bordo settentrionale della Piana Campana. [Libro]. - [s.l.] : RENDICONTI ONLINE DELLA SOCIETÀ GEOLOGICA ITALIANA, 2011.

Scarpati C e Perrotta A Erosional characteristics and behaviour of large pyroclastic density currents [Libro]. - [s.l.] : Geology, 40 1035-1038, 2012.

Scarpati C, Cole P e Perrotta A The Neapolitan Yellow Tuff - A large volume multiphase eruption from Campi Flegrei Southern Italy. [Libro]. - [s.l.] : Bull. Volcanol. 55, 343-356., 1993.

Scarpati C, Sparice D e A Perrotta A crystal concentration method for calculating ignimbrite volume from distal ash-fall deposits and a reappraisal of the magnitude of the Campanian Ignimbrite [Libro]. - [s.l.] : JOURNAL OF VOLCANOLOGY AND GEOTHERMAL RESEARCH, 2014.

Scarpati C, Sparice D e Perrotta A Facies variation in the Campanian Ignimbrite [Libro]. - [s.l.] : Rend. Online Soc. Geol. It., Vol. 33 , 2015.

Scherillo A Petrografia chimica dei tufi flegrei [Libro]. - [s.l.] : Rend. Accad. Sc.Fis. Mat., Napoli, 22, 317-330., 1955.

Sherindan M Emplacement of pyroclastic flows: A review [Libro]. - [s.l.] : Geological Society of America Special Papers, 180, 125-136, 1979.

Sparks R, Self S e Walker G Products of the ignimbrite eruptions [Libro]. - [s.l.] : Geology, 1, 115-118, 1973.

Surian N, Rinaldi M e Pellegrini L Linee guida per l'analisi geomorfologica degli alvei fluviali e delle loro tendenze evolutive [Libro]. - [s.l.] : Cleup , 2009.

Vallario A Frane e Territorio [Sezione di libro]. - 1992.

Vallario A L'Ambiente Geologico della Campania [Sezione di libro]. - 2001.

Vallario A. Il dissesto idrogeologico in Campania [Sezione di libro]. - 2001.