

poco superiori al livello del mare, da qualche metro fino a 35-50 m nei pressi di Latina, occupa la fascia costiera fino al Mar Tirreno con una lunghezza di circa 50 km, una larghezza di circa 20 km e risulta allungata in direzione NW-SE.

Dal punto di vista geologico nella pianura affiorano depositi plio-quadernari che, dal rilievo lepino-ausono, si estendono fino all'attuale linea di costa e vanno ad obliterare le complesse strutture che costituiscono il substrato, (ricostruite sulla base dei dati scaturiti dalle numerose perforazioni e dagli studi geofisici realizzati nel corso degli anni nell'area pontina).

La successione sedimentaria si è sviluppata a partire da un ambiente deposizionale di tipo marino che è passato ad un ambiente transizionale costiero e successivamente in un sistema continentale di tipo fluvio-lacustre. Questa evoluzione si ripercuote in una grande variabilità verticale e laterale dei depositi.

Si tratta prevalentemente di depositi fluvio-lacustri, eolici, piroclastici e costieri.

In dettaglio tali sedimenti possono essere raggruppati in alcune grandi classi in relazione alla loro composizione e modalità di deposizione:

- terreni torbosi di origine fluvio-lacustre dell'Olocene;
- argille marine e transizionali, sabbie e ghiaie continentali e marine del Pleistocene superiore;
- depositi sabbiosi-limosi litorali e transizionali del Pleistocene medio;
- piroclastiti ed epivulcaniti riconducibili al vulcanismo albano;
- argille azzurre con intercalazioni sabbiose-plio-pleistoceniche;
- depositi marini detritici del Pliocene.

I depositi fluvio-lacustri olocenici e pleistocenici, sono rappresentati da una grande varietà di terreni a differente composizione granulometrica e caratterizzati da marcate eteropie laterali: sabbie e argille, limi lagunari e lacustri, torbe e sedimenti alluvionali detritici in cui si intercalano livelli e/o orizzonti di travertini.

I depositi piroclastici sono concentrati in affioramenti al margine del rilievo lepino e nelle depressioni interne, nonché riscontrati in numerosi sondaggi a differenti profondità, e sono riferibili alla intensa attività vulcanica manifestatasi nell'area albana. Fanno tuttavia eccezione alcuni affioramenti che, per le loro caratteristiche vanno ricollegati ad un vulcanismo periferico, ad attività prevalentemente esplosiva, dovuta a centri di emissione assai prossimi alle aree di affioramento (Abbadia di Valvisciolo, Acquapuzza ecc.).

I depositi marini del Pliocene superiore-Pleistocene inferiore, argilloso-sabbiosi, affiorano con continuità lungo il settore costiero della pianura.

3. - LA PIANURA PONTINA (LATINA)

3.1. - INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La Pianura Pontina sorge ai margini della dorsale Lepino-Ausona, presenta quote topografiche

I sedimenti marini riferibili al Pliocene medio-superiore, individuati in sondaggi profondi (Foce Verde, Fogliano I, La Guardia, e Pontinia), sono costituiti da facies detritico-organogene, direttamente trasgressive sul Mesozoico.

L'andamento del substrato, ribassato di alcune centinaia di metri al di sotto della piana, è stato ricostruito utilizzando dati geofisici e stratigrafie di numerose perforazioni, MOUTON, 1973; DI FILIPPO & TORO, 1980; BARBIERI, 1999; CAPELLI & SALVATI, 2002; CAPELLI *et alii*, 2004). Tali ricostruzioni ipotizzano una depressione lungo l'allineamento Cisterna di Latina-S. Donato nonché una struttura a graben, a spese della dorsale carbonatica, che prosegue sotto la copertura continentale.

In particolare è stato individuato, lungo l'intera Pianura Pontina, un solco profondo apertosi tra il margine della piattaforma lepina e le strutture sepolte più occidentali. È stato ipotizzato che il solco sia stato parzialmente colmato da un *flysch* oligo-miocenico e da depositi caotici di tipo sifilide interessato in seguito da ulteriori fasi tettoniche di tipo compressivo e distensivo.

Sussistono inoltre, al di sotto della piana, alcune dorsali sepolte, presumibilmente anticlinali deformate, che costituiscono trappole di circolazione termale. La presenza, poi, di numerose faglie favorisce una circolazione di acque mineralizzate ricche in gas.

La parte emersa della struttura lepino-Ausona, rappresentata da calcari di piattaforma con potenze di centinaia di metri, è interessata da vistosi fenomeni carsici ed ospita una falda imponente; ai bordi della dorsale, lungo il contatto con i depositi a minor permeabilità, vi sono allineate una serie di sorgenti con portate discrete. Parte della struttura carbonatica, ribassata dalla faglia cordiera, ospita invece un acquifero imprigionato.

3.2. - CENNI DI IDROGEOLOGIA

I caratteri idrogeologici della pianura sono stati da tempo studiati in grande dettaglio da numerosi Autori, cui si rimanda per approfondimenti (CLERICI, 1924; DE VITO, 1977; MANFREDINI, 1977; MOUNTON, 1977; BONI *et alii*, 1980; BONI, 1988 *cum biblio*; CELICO, 1983; CAMPONESCHI *et alii*, 1983; CAPELLI *et alii*, 2004; MARINUCCI *et alii*, 2006), e dipendono sostanzialmente dai rapporti di giacitura che si sono determinati nel tempo tra i complessi geologici di diversa litologia (fig. 32).

L'assetto idrogeologico dell'area pontina è inoltre fortemente controllato dalle direttrici geologico-strutturali.

La ricarica dell'acquifero avviene sui Monti

Lepini, sia attraverso doline ed inghiottitoi, che attraverso infiltrazione diffusa (BONI *et alii*, 1980, 1988; BRUNAMONTE & SERVE, 1980; BRUNAMONTE & SERANGELLI, 1996; CELICO, 1983; CAPELLI *et alii*, 2004), e le principali sorgenti sono poste in un'area con una spessa coltre di terreni di copertura, dove risalgono tra l'altro fluidi profondi caldi, ricchi in CO₂ (BONI *et alii*, 1980). Nell'area si individuano due circolazioni idrogeologiche principali: un acquifero carsico, rappresentato dalla struttura lepina, e un acquifero superficiale contenuto nei terreni quaternari della Pianura Pontina che permettono di individuare tre principali unità idrogeologiche:

- l'unità della dorsale carsica lepina;
- una parte equivalente della stessa unità, ribassata verso sud-ovest e ricoperta dai depositi post-orogenici quaternari;
- i depositi alluvionali e fluvio-costieri che costituiscono la Piana Pontina s.s.

L'acquifero carsico si sviluppa all'interno dei depositi essenzialmente calcarei che costituiscono la dorsale lepina caratterizzati da differente litologia e sviluppo della rete carsica. Questo ha determinato una distribuzione disomogenea della permeabilità, che viene rilevata anche dai valori di trasmissività variabili fra 6×10^{-1} e 9×10^{-5} m²/sec (MOUTON, 1977). La mancanza di rilevanti orizzonti a bassa permeabilità all'interno della serie sedimentaria non permette lo sviluppo di falde sospese di considerevole importanza; le acque che si infiltrano nell'idrostruttura vanno quindi ad accumularsi alla base del rilievo, dando luogo ad una imponente falda carsica. La falda risulta chiusa a NE dai depositi terrigeni della Valle Latina a quote superiori a 150 m (mentre la piezometrica non supera i 100-125 m) e questo impedisce l'emergenza delle acque in questo settore. Le sorgenti risultano infatti concentrate lungo il versante sud-occidentale del rilievo (con portata media annua di 17,15 m³/sec), e nella Valle del Fiume Amaseno. L'età della soglia impermeabile (quaternaria), la scarsa canalizzazione e concentrazione del flusso (presenza di numerose sorgenti distribuite su un fronte di 25 km) fanno pensare ad un reticolo carsico poco evoluto, sviluppatosi in seguito alle frequenti variazioni del livello di base dovute alla complessa storia geologica dell'area, che si troverebbe a quote superiori rispetto a quelle di un più sviluppato reticolo paleocarsico. L'acquifero carsico risulta essere in continuità con la falda ospitata dal settore della struttura lepina ribassato e sepolto dai depositi quaternari della Pianura Pontina. In molti settori la superficie piezometrica di questa falda risulta essere artesianica (BONI *et alii*, 1980).

L'assetto idrogeologico sotto la piana è com-

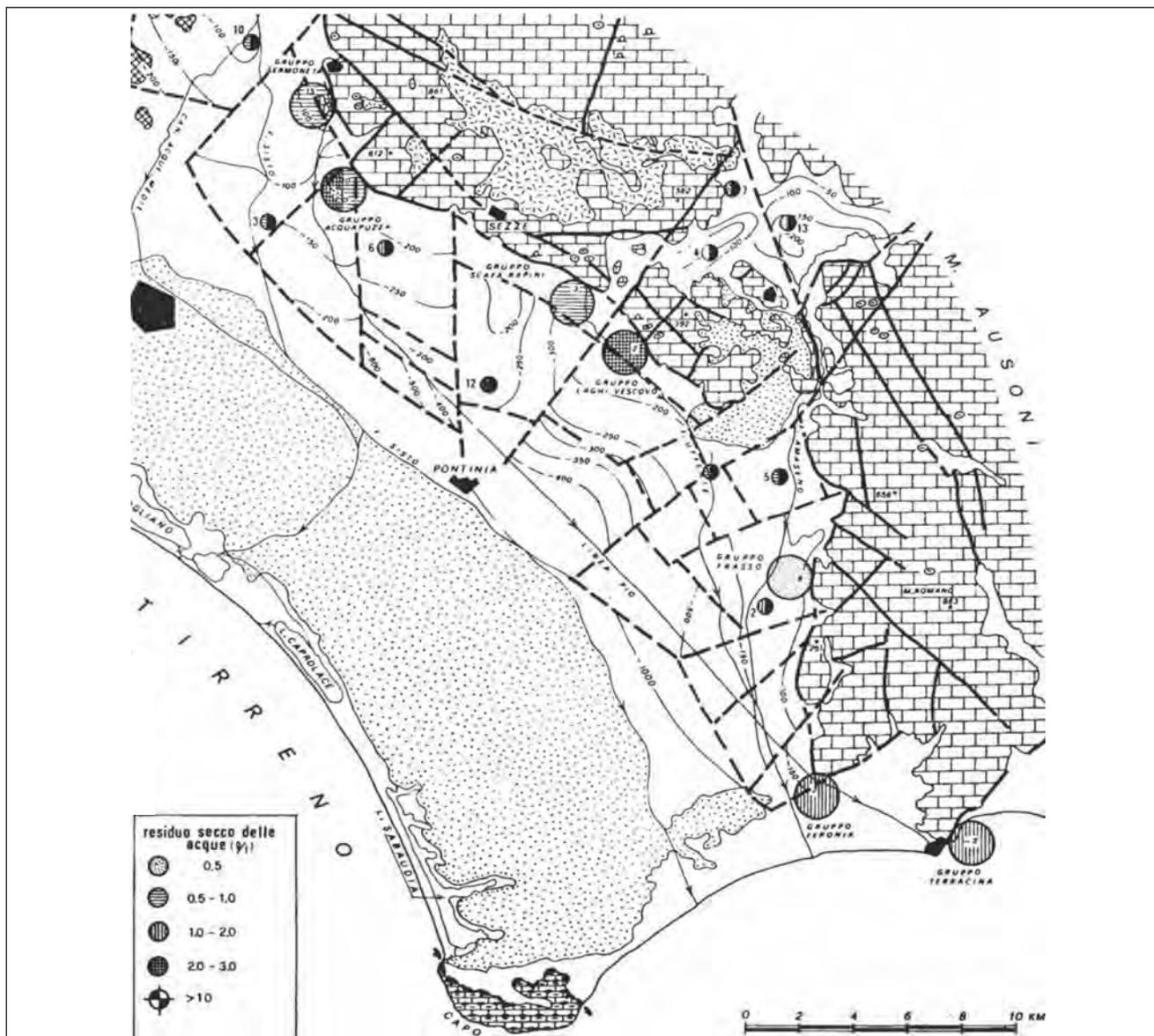


Fig. 32 - Rappresentazione delle principali sorgenti dell'area (da BONI *et alii*, 1980). - Location of the main spring in the Pontina Plain (from BONI *et alii*, 1980).

plesso. Si riconoscono un acquifero non-confinato vicino alla superficie, acquiferi multipli confinati e semi-confinati di limitata estensione a profondità maggiori e alla base l'acquifero carbonatico ribassato sotto la pianura pontina, ricaricato dalla circolazione proveniente dai Lepini. Il circuito all'interno del basamento carbonatico sepolto è idrotermale, con una circolazione prevalente lungo i sistemi di faglia (BONI *et alii*, 1980). Le profondità delle falde confinate sono variabili all'interno dei depositi quaternari e in alcuni casi in condizione di artesianità (fig. 33).

Le falde dei terreni quaternari della Pianura Pontina presentano una grande variabilità legata alla eterogeneità dei tipi litologici. Nello specifico

si distinguono tre principali tipi di falde: quelle rappresentate dalle formazioni vulcaniche (e travertinose), quelle costituite dalle sabbie delle antiche dune che occupano la fascia costiera e quelle ospitate nei livelli sabbiosi dei depositi che colmano la piana (MOUTON, 1977).

La presenza di travertini, riscontrati sia in affioramento che in profondità (incontrati in perforazione alternati ai terreni quaternari), fanno ipotizzare la presenza di apporti di acque calde mineralizzate attraverso un sistema di fratture che interessa il basamento. Il mescolamento con questi fluidi (la cui natura non è ancora ben definita, ma che per motivi idrodinamici si ipotizza costituito principalmente da gas) interesserebbe anche

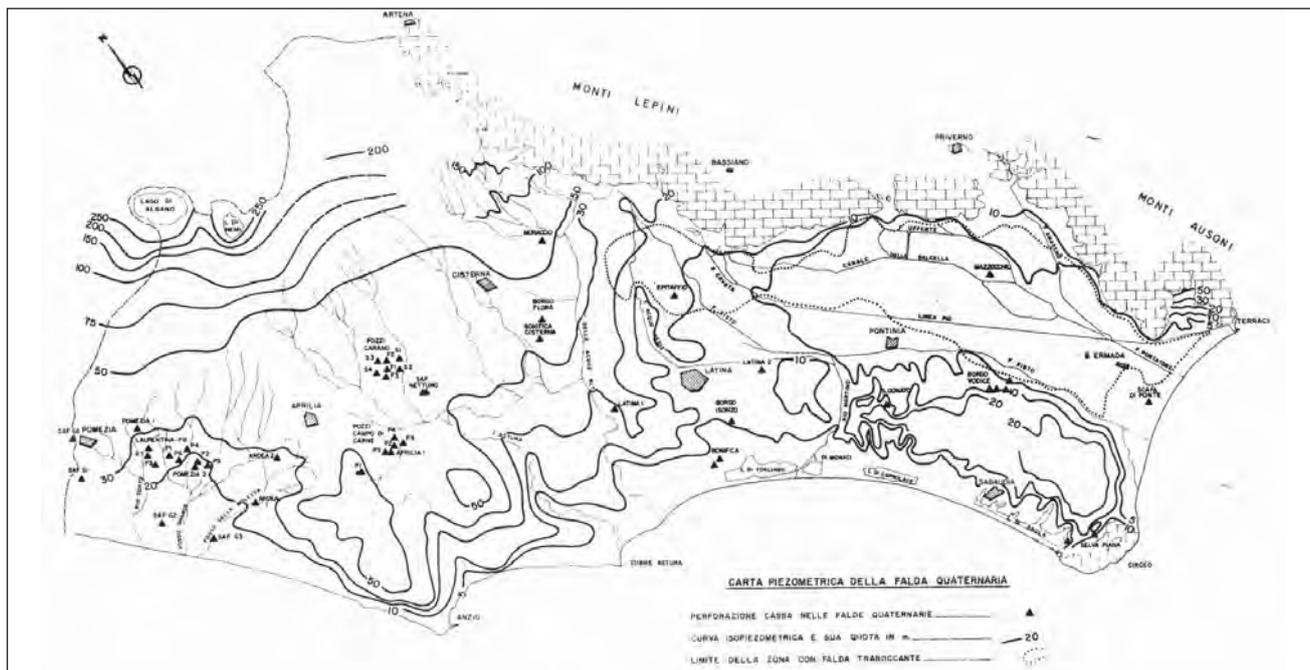


Fig. 33 - Rappresentazione della piezometria nei terreni quaternari della Pianura Pontina (MOUNTON, 1977).
- Piezometric lines in the quaternary terrain of the Pontina Plain (from MOUNTON, 1977).

le acque della falda carsica, modificando salinità, contenuto gassoso e temperatura di acque che altrimenti risulterebbero bicarbonato-calciche (es. acque della sorgente Ninfa, tipica sorgente carsica). Tale mescolamento avverrebbe all'intersezione fra il reticolo paleocarsico e le grandi linee di dislocazione, che si trova a profondità di circa 150-200 m a ridosso della dorsale e si approfondisce procedendo verso il centro del graben.

Le acque della Pianura Pontina sono state distinte in alcuni gruppi in base alla composizione fisico-chimica. Le acque provenienti dall'acquifero carsico sono caratterizzate da brevi tempi di residenza, basse temperature e da composizione bicarbonato-calcica, prossime alla saturazione rispetto alla calcite ma sottosature rispetto a gesso ed anidride. Nel reticolo di faglie del graben pontino e nelle strutture tirreniche sepolte si realizza invece una circolazione idrotermale, caratterizzata da acque calde e ad elevato contenuto di gas, con elevati tenori di cloruri alcalini, di stronzio e di fluoro e sature o quasi rispetto a gesso ed anidride, e da maggiori tempi di residenza. L'origine delle mineralizzazioni è dovuta a due fattori concomitanti:

- la presenza di un attivo processo di metamorfismo termico che fornisce notevoli quantità di anidride carbonica e favorisce la lisciviazione dei solfati e dei cloruri dagli orizzonti evaporatici della serie sedimentaria;

- la risalita di fluidi caldi ed aggressivi attraverso le grandi fratture, più volte riattivate e che

con ogni probabilità si spingono fino al substrato metamorfico, che produrrebbero gli stessi effetti causati dal processo metamorfico (BONI *et alii*, 1980). Acque a cloruri alcalini si rinvenivano presso la sorgente Lardellane, la sorgente Acqua Puzza (Sermoneta) e presso una delle sorgenti del Lago del Vescovo. Le acque bicarbonato-alcino terrose sono presenti presso Ninfa, e il gruppo dei Laghi del Vescovo. Altre acque hanno composizione intermedia (es. sorgente del Muro, alcune sorgenti del gruppo del Vescovo).

Il reticolo fluviale è di due tipi: quello naturale con corsi d'acqua che dalla dorsale appenninica arrivano al Tirreno a N e a S del Circeo e quello artificiale costituito da una serie di canali e fossi regolamentati durante la bonifica.

Il reticolo fluviale nella piana è alimentato principalmente dalle sorgenti poste lungo il margine occidentale dei Lepini che sono principalmente emergenze puntuali (fig. 34), ma si riconoscono anche sorgenti lineari lungo il corso del Fiume Uffente, nei tratti in cui esso scorre più vicino alla dorsale.

3.3. - GLI SPROFONDAMENTI IN PIANURA PONTINA

La Pianura Pontina è stata interessata negli ultimi anni da fenomeni di *sinkholes* in una fascia più o meno ampia (nel 1989 "*sinkhole* di Doganella", BONO, 1995; nel 1995 "*il sinkhole* di Pettinicchio"), posta tra il margine occidentale della dorsale lepina e la statale Appia (SS7) (COLOMBI *et alii*, 2000,



Fig. 34 - Alcune sorgenti presenti nell'area: a) la sorgente di Ninfa; b) la sorgente Acquapuzza; c) la sorgente sulfurea.
 - Some springs in the area: a) Ninfa spring; b) Acquapuzza spring; c) Sulfurea spring.

2001a, b; ALBANESE *et alii*, 2001) (fig. 35), ma tali fenomeni rappresentano un rischio potenziale per tutto il territorio dell'agro pontino perché un tempo molto più frequenti.

Tali fenomeni sono stati segnalati in epoca storica da PRONY (1818) che scrive: *"...nel 1786 una porzione di terreno si è affondata nella pianura situata al di sotto e presso Sermoneta sulla Via dell'Irto, tra il fosso Sermoneta e la Ninfa ed ha formato un vasto pozzo chiamato 'Obico'"*. DI TUCCI e DE ROSSI entrambi nel 1876, parlano di sprofondamenti nei pressi di Sermoneta; quest'ultimo afferma che lungo l'allineamento Velletri-margine catena Lepina si sono attivati nel corso del 1800 alcuni fenomeni: *"...nell'anno 1809 se ne formò uno del diametro di 100 m, ora pieno d'acqua, un altro ne avvenne nel 1848 un terzo nel 1842 e l'ultimo nel 1857"*.

Le carte topografiche, inoltre, del secolo scor-

so, riportano la presenza di depressioni circolari in tutta l'area, oggi di difficile ubicazione poiché successivamente colmate per consentire l'utilizzo a fini agricoli del territorio e lo sviluppo urbano. L'analisi delle foto aeree ha messo poi in luce anche la presenza di paleoforme sub-circolari che potrebbero essere connesse a sprofondamenti; anche l'area della sorgente di Ninfa sembra essere collocata all'interno di una depressione, a grande raggio subcircolare, che probabilmente ricalcava il perimetro dell'antico lago di Ninfa.

Le ricerche storiche, di cui si tratterà più ampiamente in seguito, hanno mostrato che alcuni dei piccoli laghi con sorgenti, oggi attivi, erano presenti anche in passato da circa 400 anni, altri un tempo attivi oggi sono estinti. I Laghi del Vescovo sono presenti già nelle tavole del sec. XVII, così come il Lago Mazzocchio. Su di una carta del 1777 ad

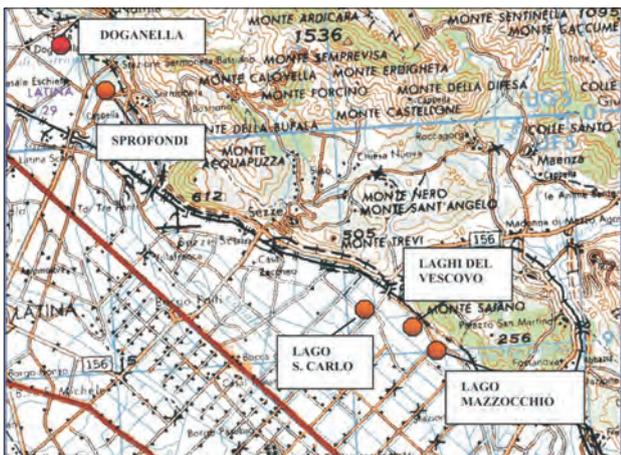


Fig. 35 - Stralcio del Foglio IGM scala 1:250.000 e ubicazione dei principali gruppi di sinkholes.
 - IGM sketch map (1:250.000 scale) and location of the principal sinkhole groups.

esempio, risultava presente un lago oggi ricolmato il Lago Manello (fig. 36). Tale lago compare in mappe successive del 1788, 1800, ma non in quelle del 1600; non viene più riportato già dagli inizi del secolo scorso (1907), infatti in seguito alle bonifiche dell'area le acque del lago dovrebbero essere state convogliate nel canale Uffente.

La distribuzione dei sinkholes sembra essere influenzata dall'assetto tettonico-strutturale, con allineamento dei fenomeni lungo le direttrici (NE - SW) della dorsale lepina. CAPELLI *et alii* (2000), SALVATI & SASOWSKY (2002) segnalano la presenza di sprofondamenti del tipo *cover collapse sinkholes* nelle zone di deflusso dell'acquifero carsico dei Lepini, e non nelle aree di ricarica come più spesso si verifica.

In questo quadro geologico ed idrogeologico molti Autori (CAPELLI *et alii*, 2000; SALVATI & SASOWSKY, 2002; CAMPOBASSO *et alii*, 2004;

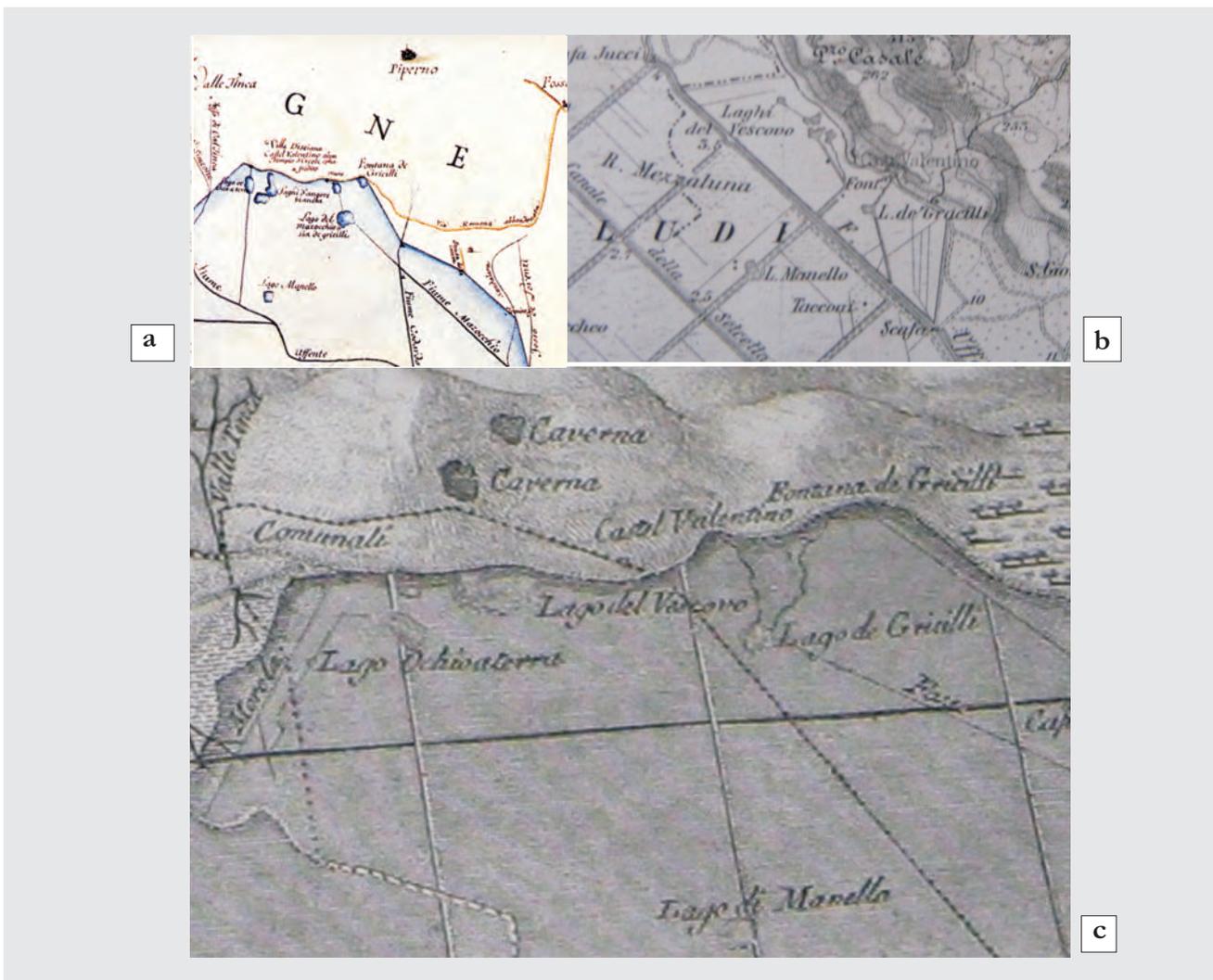


Fig. 36 - a) Stralcio di una carta storica redatta da Ing. GAETANO RAPPINI "Sopra il disecamento delle Paludi Pontine del 1777" in cui è presente il Lago Manello; b) Carta storica del 1802 in cui è ancora presente il lago di Manello; c) carta del 1884 in cui il Lago di Manello viene annesso al canale dell'Uffente.
 - a) Historical map sketch from G. RAPPINI (1777); it represents the Manello lake; b) the historical map of the 1802 represents the Manello lake; c) in the historical map, 1884, the Manello lake is connected to Uffente stream.

CAPELLI *et alii* 2004; NISIO *et alii* 2004) hanno ipotizzato che l'origine degli sprofondamenti debba essere legata alla creazione di cavità in profondità, all'interfaccia basamento-copertura o nell'ambito dei terreni carbonatici presenti in quest'ultima. L'aggressività dell'acqua può essere dovuta a fluidi gassosi di origine profonda che, risalendo lungo i sistemi di faglie che bordano la dorsale lepina, si mescolano con le acque di tipo bicarbonato-calcico provenienti dall'acquifero carsico.

In particolare sono stati eseguiti studi e rilievi in alcuni piccoli laghi: il gruppo dei *Laghi del Vescovo*, una serie di cavità sub-circolari colmate d'acqua ubicate nell'area compresa tra il settore più meridionale dei Monti Lepini e il Fiume Uffente a sud di Sezze, l'area di Doganella di Ninfa e gli *sprofondi*.

3.4. - IL GRUPPO DEL VESCOVO

Nell'area a sud di Sezze sono presenti alcuni piccoli specchi d'acqua ed alcune sorgenti minerali (figg. 37, 38) da nord verso sud si riconoscono: il Lago di S. Carlo, il gruppo vero e proprio denominato del Vescovo e il Lago Mazzocchio.

Il gruppo del Vescovo è composto da 6 specchi d'acqua: lago Verde, lago Nero, lago Bianco, Bagni,



Fig. 37 - Gruppo del Vescovo (o Gricilli); Carta topografica IGM dell'area dei Laghi del Vescovo. Mancano le cavità di Bagni e la cavità subcircolare a sinistra del Lago Bianco.

- Vescovo lake group (or Gricilli lakes); IGM topographic map: are not represent Bagni sinkhole and a little sinkhole on the left the White lake.



Fig. 38 - Ripresa aerea del Gruppo del Vescovo: è possibile individuare i tre laghetti principali (dall'alto verso il basso Verde, Bianco e Nero) un laghetto piccolo accanto al Lago Verde, a SE il Laghetto Bagni e ad ovest del Lago Bianco una cavità subcircolare di neoformazione.

- Vescovo lake group Orthophoto; the tree main important lake (from the top to the bottom Green lake, White lake and Black lake), the little lake near the Green lake, at SE Bagni sinkhole, at the west side a new sinkhole.

lago Piccolo (accanto al Verde) ed una polla sub-circolare senza nome (figg. 37, 38), di cui 4 presentano acque mineralizzate (lago Verde, il più piccolo, senza nome vicino al lago Verde, Lago Bianco e Bagni) con presenza di alti tenori in CO_2 , H_2S e altri composti dello zolfo, caratterizzati da colore opalescente e altri due sono d'acqua dolce.

I laghi sono ubicati nella piana alluvionale, costituita da sedimenti fini, a distanza di 100-500 m dalla dorsale carbonatica (fig. 39), ad alcune decine di metri dalla faglia bordiera, nei pressi della linea ferroviaria Roma-Napoli (fig. 40). In alcune aree affiorano orizzonti di travertino (con spessori di alcuni metri ad es. osservabili presso le sponde del Lago Nero). La profondità del substrato carbonatico non è stata accertata; i sondaggi spinti sino alla profondità di 80 m hanno riscontrato una successione di silt e argille fluvio lacustri, con orizzonti di travertino (alla profondità di 50 m), livelli detritici e sabbiosi (Sezze 1, fig. 41).



Fig. 39 - Panoramica dell'area dei Laghi del Vescovo.
- View of the Vescovo lake area.

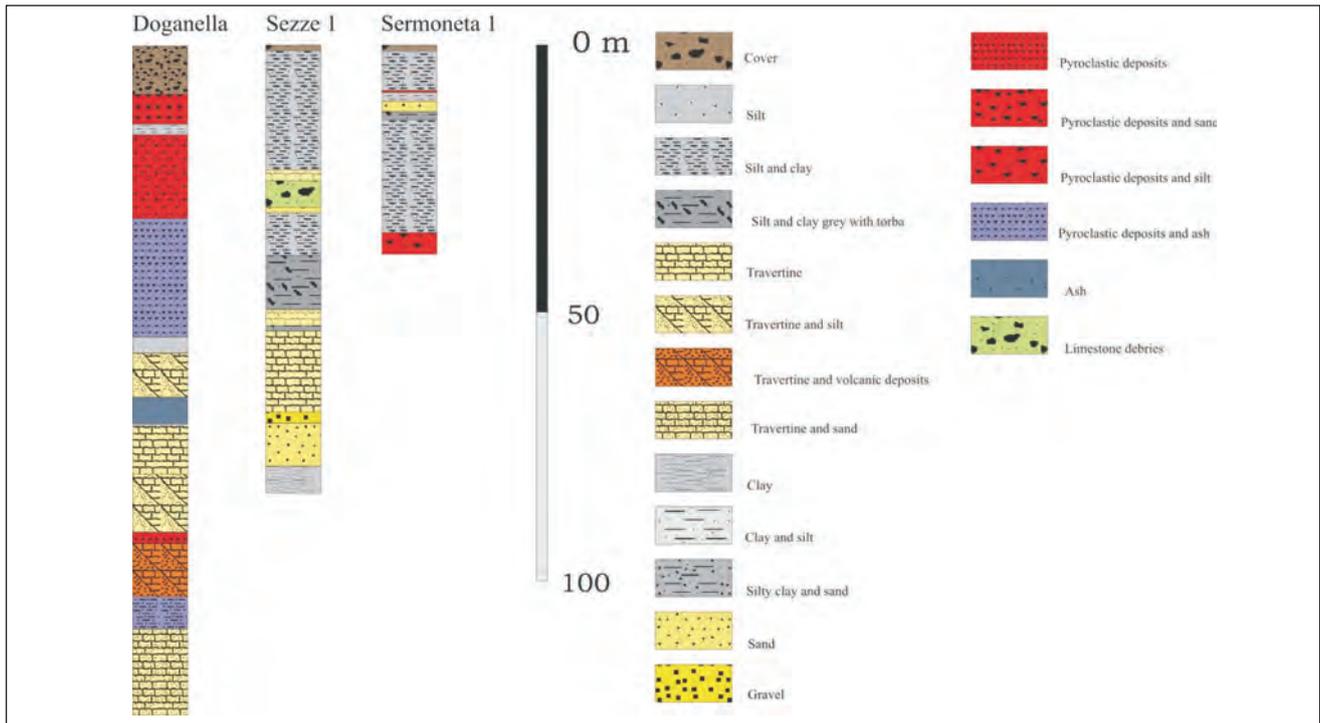


Fig. 41 - Stratigrafia realizzate dai numerosi pozzi rinvenuti nell'area Pontina sono state riportate quelle di massima relative alle aree interessate dai fenomeni di sinkholes.
- Stratigraphy realized by borehole data of the Pontina plain area.

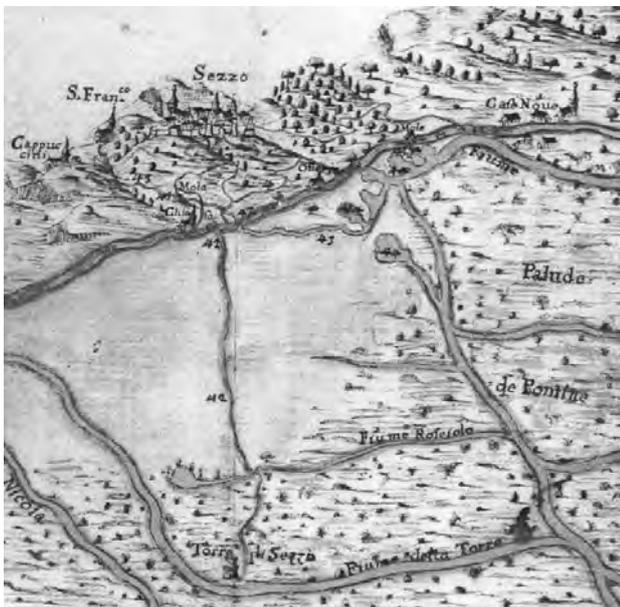


Fig. 42 - Catasto Alessandrino. Francesco Contini 1659: dalla rappresentazione è possibile che fossero già presenti oltre al Gruppo del Vescovo anche il Lago di Mazzocchio, il Lago di S. Carlo, nonché il Lago Manello ed un altro piccolo lago poco a nord della Torre di Sezzo.
- Alexander cadastre. Francesco Contini 1659: are represent the Vescovo lake group and Mazzocchio lake, St. Charles lake, Manello lake and a little lake to the north of the Sezzo tower.

In tale occasione si verificò un abbassamento del suolo che determinò l'inversione di deflusso delle acque di un fosso, le quali, fuoriuscendo, si riversarono nell'adiacente Lago Bianco; quest'ultimo subì

immancabilmente un innalzamento del livello delle acque, portando ad un prevedibile allagamento dei terreni limitrofi. Inoltre, vennero a formarsi altre depressioni, con abbassamenti del suolo alquanto variabili e pari a 0,80-0,90 metri con punte massime di 1,70-1,90 metri, le quali, a breve, si colmarono d'acqua.

Nel mese di agosto 1991, la situazione idrogeologica della zona si aggravò notevolmente: si verificò il cedimento di un tratto dell'argine del vicino Fiume Ufente, le cui acque si riversarono nell'area dei Gricilli con conseguenti allagamenti di vaste aree di terreno in gran parte intensamente coltivate.

Le analisi idrogeochimiche e le misure delle attività del radon effettuate da alcuni Autori

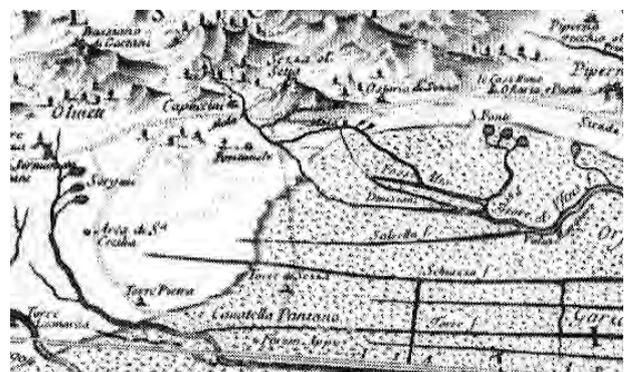


Fig. 43 - Tavola di FILIPPO AMETI, 1693. Foglio IV. Rappresentazione del Gruppo del Vescovo: in questa carta non viene riportato il lago S. Carlo.
- FILIPPO AMETI table, 1693. Paper IV. Representation of the Vescovo lake group: is not represents St. Charles lake.



Fig. 44 - I laghi del Vescovo dalla Carta dell'Agro Pontino nell'anno 1777, erano presenti oltre ai laghi principali altri due specchi d'acqua oggi prosciugati.

- Representation of the Vescovo lake group in the Agro Pontino map, 1777. Are represent the principal lakes and other two little ponds now filled.



Fig. 45 - Il gruppo del Vescovo: Lago Verde in primo piano e Lago Bianco sullo sfondo.

- Vescovo lake group: Green lake view, at the first plain, and White lake at the background.



Fig. 46 - Il Lago Nero, presenta una caratteristica forma ad 8 data dalla fusione di due cavità.

- The Nero lake has shape at number 8 cause the fusion of two sinkholes.



Fig. 47 - Il sinkhole in località Bagni caratterizzato da morfologia irregolare e da acque opalescenti.

- Bagni sinkhole, is characterized by irregular shape and opalescent water.

(CAPELLI *et alii* 2004) sulle acque del Lago Verde e del Lago Nero, mostrano che i due laghi presentano sorgenti al fondo: sul margine NE e NW del Lago Verde e in corrispondenza dei punti più profondi del Lago Nero Nord e Sud. La portata delle emergenze (la cui somma per laghi è di 95 l/sec) è rispettivamente: Lago Verde 84.4 l/sec, Lago Nero 10.4 l/sec. Le analisi delle principali caratteristiche delle acque sono mostrate in tabella 6. I valori di conducibilità maggiori nel Lago Verde e nel Lago Bianco (più di 5000) rispetto al Lago Nero confermano la maggiore concentrazione di specie ioniche nel Lago Verde e suggeriscono la presenza di differenti circuiti di risalita delle acque. Le basse temperature (9-11°C) di queste emergenze suggeriscono inoltre una ricarica dalle regioni più rilevate della dorsale lepina ed una circolazione rapida lungo il reticolo carsico.

3.5. - IL LAGO DI S. CARLO E IL LAGO MAZZOCCHIO

Il Lago S. Carlo era denominato nelle rappresentazioni cartografiche del 1700 e 1800 *Occhio a terra*, presenta una forma perfettamente circolare (fig. 50 sinistra, 51, 52), ed è più distante dalla dorsale carbonatica rispetto al Gruppo del Vescovo, circa 200 m. Nelle rappresentazioni del 1696 (AMETI) e del sec. XVII il lago non compare.

La cavità poggia sulle alluvioni della piana pontina, non sono stati riscontrati in affioramenti orizzonti di travertino, il livello dell'acqua si trova circa al piano campagna (fig. 51). Durante i rilievi batimetrici (profondità massima misurata 8 m) sono state individuate alcune polle risorgive al suo fondo e risalite di gas.

Il Lago Mazzocchio (fig. 50 destra), anticamente noto come Lago dei Gricilli, è di età antica:

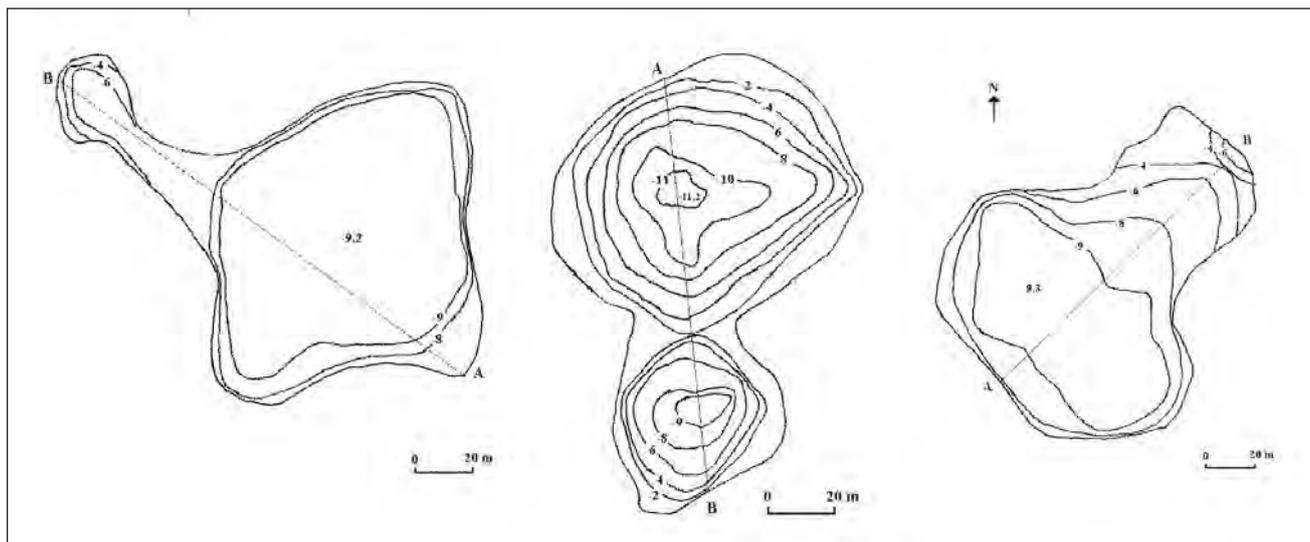


Fig. 48 - Batimetrie dei Laghi del Vescovo, da CARAMANNA *et alii*, 2004. - *Vescovo lake group bathymetry, from CARAMANNA et alii, 2004.*



Fig. 49 - Riattivazione dei fenomeni nel 1991, da PICOZZA, 2004.
- *Reactivation of the sinkholes in 1991, from PICOZZA, 2004.*

compare nella rappresentazione cartografica del 1696 (AMETI) ed è possibile individuarlo anche nel disegno del Catasto Alessandrino del 1659. Presenta forma sub-circolare, il suo perimetro era più grande nei secoli passati; è situato all'interno di una proprietà privata ed è alimentato dalle acque di un canale (che drena nel fiume Uffente).

Nel 1777 nelle vicinanze di questo lago ne era presente uno di diametro più piccolo e senza nome, oggi estinto per bonifica.

A sud del Gruppo del Vescovo anticamente erano ubicate altre polle, nei pressi di Terracina. La carta dell'Agro Pontino (1777) riporta alcune forme sub-circolari denominate Piscine (Piscina della Scardaffa figura 53).



Fig. 50 - Riprese aeree dei laghi S. Carlo, a sinistra, e Mazzocchio, a destra. - *Ortophoto of St. Carlo lake, on the left, and Mazzocchio, on the right.*



Fig. 51 - Panoramica del Lago S. Carlo.
- St. Charles lake view.



Fig. 52 - Panoramica dell'area di S. Carlo.
- St. Charles lake area view.

nato. Si riscontrano falde sospese all'interno dei sedimenti continentali, alimentate sia da apporti meteorici sia dalla dorsale carbonatica attraverso una serie di faglie o fratture che mettono in comunicazione i due sistemi. In questo settore sono presenti molte cavità subcircolari, con molta probabilità originate da fenomeni di sprofondamento. Una è ubicata al di sopra di una conoide alluvionale, presso i tornanti che portano all'abitato di Norma (fig. 55).

La stessa area della sorgente di Ninfa presenta una morfologia subcircolare che porterebbe ad ipotizzare una grande area interessata da uno



Fig. 53 - Carta dell'Agro Pontino, 1777 sono rappresentate alcune forme depresse sub-circolari tra cui la Piscina della Scardafja oggi scomparsa.
- Agro pontino, map 1777 are represent some depressions with sub-circular shape like "Scardafja swimming pool", now filled.

3.6. - DOGANELLA DI NINFA

L'area di Doganella di Ninfa è ubicata nella porzione nord-orientale della Pianura Pontina a pochi chilometri da Latina.

In questo settore la Pianura Pontina è bordata ad oriente dalla dorsale dei Monti Lepini, disposta in direzione appenninica, costituita da una potente successione di calcari di piattaforma. Una faglia di importanza regionale borda il versante sud-occidentale dei Monti Lepini a contatto con la pianura, il substrato carbonatico viene ribassato a gradinata da un sistema di faglie (semigraben) al di sotto dei sedimenti alluvionali (fig. 54).

In questa zona sono ospitate numerose emergenze per una portata complessiva di 15.000 l/sec alimentate dall'acquifero principale ospitato nella dorsale lepina (BONI *et alii*, 1980; CELICO, 1983), tra cui la sorgente di Ninfa nota già in epoca romana.

Al di sotto della Pianura Pontina i carbonati, ribassati e chiusi al tetto dalle alluvioni prevalentemente limose, costituiscono un acquifero imprigio-

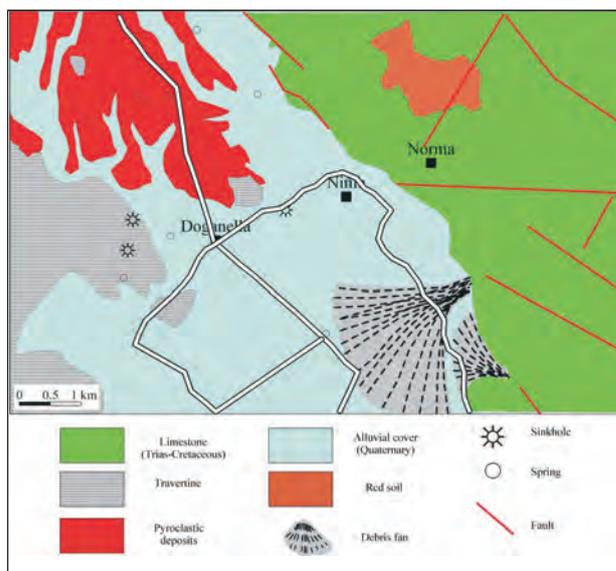


Fig. 54 - Schema geologico semplificato dell'area di Doganella e ubicazione dello sprofondamento avvenuto nel 1989 (sulla strada tra Doganella e Norma) nonché di altri due sprofondamenti (Lago di Cotronia) avvenuti sulle placche di travertino.

- Geological sketch map of Doganella area and localization of the Doganella sinkhole (1989 on the street Doganella-Norma town) and of the other two sinkholes on the travertine platform (Cotronia lake).

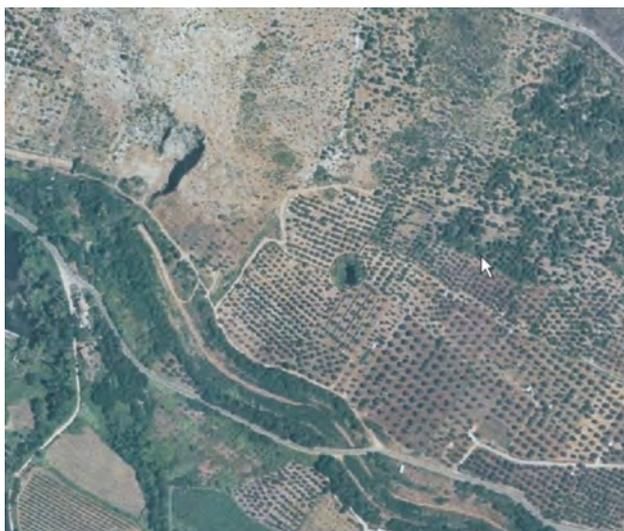


Fig. 55 - Piccola cavità subcircolare sui depositi di conoide affioranti sulla dorsale al di sotto dell'abitato di Norma.
- Little sinkhole on the fan terrain, on the carbonatic ridge under Norma town.

sprofondamento antico (fig. 56). Infatti nella Carta Idrografica delle Paludi Pontine del 1895, l'area veniva definita Lago di Ninfa ed aveva una forma sub-circolare (fig. 57). Altri piccoli laghi si sono originati nelle aree di affioramento delle placche di travertino e tra questi il lago di Cotronia, e località Casa Affonata.

Il *sinkhole* di Doganella di Ninfa (fig. 58) è una cavità di forma ellittica colmata d'acqua, profonda circa 35 metri dal piano di campagna. Lo sprofondamento di Doganella è avvenuto il 22 agosto del 1989, (BONO, 1995). La cavità ha progressivamente aumentato le dimensioni passando da 1 a 4 metri di diametro in soli tre giorni, per arrivare a 31 m tre anni dopo (fig. 59). Attualmente è sede di un piccolo specchio d'acqua con battente di circa 30 metri che assume forma ellissoidale (fig. 60), allungata in direzione Est – Ovest, con una superficie di 720 mq ed asse principale di 32 m.

La presenza di sedimento in sospensione rende l'acqua particolarmente torbida. L'origine del particolato sospeso è dovuta a fenomeni di microfranosità che interessano le pareti della cavità contribuendo al suo progressivo allargamento.

Il profilo delle pareti del *sinkhole* presenta una sostanziale verticalità (fig. 61), dando una morfologia sostanzialmente cilindrica. Solo localmente, poco sotto la superficie dell'acqua, si registrano rotture di pendio con accumulo di detrito fangoso (fig. 61). Il dato più rilevante scaturito dall'esplorazione della parte allagata della cavità è la presenza di un esteso sgrottamento, prossimo al fondo, con profondità variabile da circa un metro ad oltre sei lungo il perimetro della struttura. In particolare la massima estensione dello sgrotta-

mento coincide con la direzione del massimo allungamento del *sinkhole* cioè verso Ovest.

Da 15 metri fino al fondo il sedimento diventa più compatto determinando, verso il basso, una struttura a gradini inversi lungo la volta dello sgrottamento perimetrale (CARAMANNA *et alii*, 2004, figura 61). Il fondo è ricoperto da uno strato di limo. Sondaggi eseguiti in immersione hanno permesso di definire lo spessore della copertura non consolidata che copre il substrato più coerente (tab. 7). Per il tipo di resistenza incontrata alla penetrazione della sonda, si può escludere la presenza di materiale litoide. Si ipotizza, piuttosto, un substrato con caratteristiche granulometriche assimilabili ad argille coerenti o a piroclastiti addensate. Lo strato coerente ricalca l'andamento morfologico del fondo del lago, originando un piano inclinato verso il massimo approfondimento dello sgrottamento. A tratti sul fondo si trovano blocchi di dimensioni metriche che chiaramente provengono dalle pareti, a testimonianza di episodici fenomeni di crollo più vistosi. Osservazioni dirette della litologia delle pareti della cavità hanno permesso di definire una litostratigrafia di

Tab. 7 - *Principali parametri chimici delle acque nel sinkhole di Doganella.*

- Principal chemical parameter of the water in the Doganella sinkhole.

Toponimo	pH	Cond. $\mu\sigma/cm$	T °C
Doganella	7.05	438	17
Sorg Ninfa	6,6	430	15

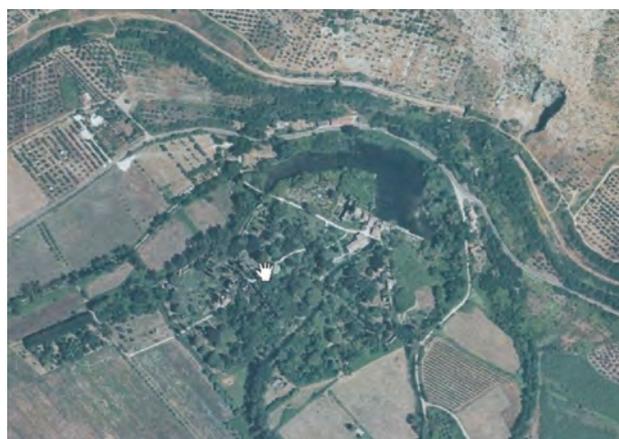


Fig. 56 - Immagine aerea dell'area della sorgente di Ninfa, è possibile individuare una vasta area depressa di forma sub.circolare, che era occupata con ogni probabilità dall'antico Lago di Ninfa.
- Orthophoto of the Ninfa spring; it is possible to individuate a wide depressed area with sub-circular shape. This area was coincident with the ancient Ninfa lake.



Fig. 57 - Stralcio della Carta Idrografica d'Italia, Liri Garigliano. Paludi Pontine e Fucino, 1895.
- Liri-Garigliano basin Hydrographic sketch map. Pontine and Fucino marshes.

massima. Dal piano di campagna fino a circa 12 - 15 metri sotto la superficie dell'acqua, il sedimento prevalente è di tipo vulcanoclastico con una matrice argillosa. Da 15 metri fino al fondo il sedimento diventa più compatto determinando, verso il basso, una struttura a gradini inversi lungo la volta dello sgrottamento perimetrale (fig. 61).

Il *sinkhole* di Doganella di Ninfa è sede di un affioramento della falda idrica basale. Osservazioni dirette della cavità hanno evidenziato l'assenza di immissari od emissari, tuttavia l'acqua presente non è stagnante segno della presenza di un continuo, seppur lento, circuito di ricambio. Le dimensioni della parte A del *sinkhole* sono



Fig. 58 - La cavità di Doganella si è riempita d'acqua in poco tempo.
- Doganella sinkhole is filled of water in some days.



Fig. 59 - Il *Sinkhole* di Doganella di Ninfa alcuni mesi dopo la formazione.
- *Doganella of Ninfa sinkhole some month after the formation.*

tali da far stimare un volume di acqua accumulata dell'ordine dei 15.000 - 20.000 m³.

Le analisi comparate (tabb. 8, 9) dei campioni d'acqua in prossimità degli impianti di pompaggio della sorgente di Ninfa e nel *sinkhole* di Doganella evidenziano una differenza nelle concentrazioni degli ioni principali. Le acque di Doganella sono complessivamente più mineralizzate con un arricchimento in Na, K, e solfati e relativamente in Cl. L'origine di tale mineralizzazione è verosimilmente da attribuirsi a fenomeni di lisciviazione di lenti evaporitiche ricche in CaSO₄. Il Ca ed il Mg dovrebbero essere adsorbiti dai depositi argillosi che sigillano il fondo del *sinkhole* con rilascio di Na

e K in soluzione mentre SO₄ e Cl rimangono liberi in soluzione. La presenza di F fa ipotizzare la lisciviazione anche di sedimenti piroclastici recenti. Si esclude la presenza di un flusso di CO₂ anomalo visti i tenori dei bicarbonati tipici dell'area. La diversità dei valori dei rapporti ionici principali ed in particolare del rapporto (Cl+SO₄)/HCO₃, tre volte superiore nel *sinkhole* rispetto alla sorgente di Ninfa (tab. 3), conferma una differenziazione evidente nel chimismo delle acque affioranti nel *sinkhole* rispetto a quelle captate alle sorgenti di Ninfa.

Da alcuni Autori (BONO, 1995; DI FILIPPO *et alii*, 2002) è stata ipotizzata la presenza a 30-40 m di profondità di travertini messi in evidenza da

Tab. 8 - *Concentrazioni ioniche principali da CARAMANNA et alii, 2004.*
- Principal ionic concentration, from CARAMANNA *et alii*, 2004.

Toponimo	F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ₂ ⁺	Ca ₂ ⁺
	(meq/l)	(meq/l)	(meq/l)	(meq/l)	(meq/l)	(meq/l)	(meq/l)	(meq/l)	(meq/l)	(meq/l)
Doganella sup.	0,01	0,40	0,18	0,33	3,03	0,53	< 0.1	0,04	0,75	2,74
Doganella fondo	0,01	0,44	0,28	0,42	3,63	0,58	< 0.1	0,09	0,90	3,42
Ninfa	0,00	0,22	0,05	0,06	4,04	0,18	< 0.1	0,01	1,12	3,32

Tab. 9 - *Principali rapporti ionici, da CARAMANNA et alii, 2004.*
- Principal ionic ratio from CARAMANNA *et alii*, 2004.

Campione	SO ₄ /Cl	Mg/Ca	Na/Ca	Cl/HCO ₃	K/Na	(Ca+Mg)/(Na+K)	(Cl+SO ₄)/HCO ₃
Doganella sup.	0,83	0,27	0,19	0,13	0,08	6,12	0,24
Doganella fondo	0,95	0,26	0,17	0,12	0,16	6,45	0,24
Ninfa	0,27	0,34	0,05	0,05	0,06	23,37	0,07



Fig. 60 - La voragine di Doganella come si presentava nel Dicembre del 2003.
- *Doganella sinkhole view in the December 2003.*

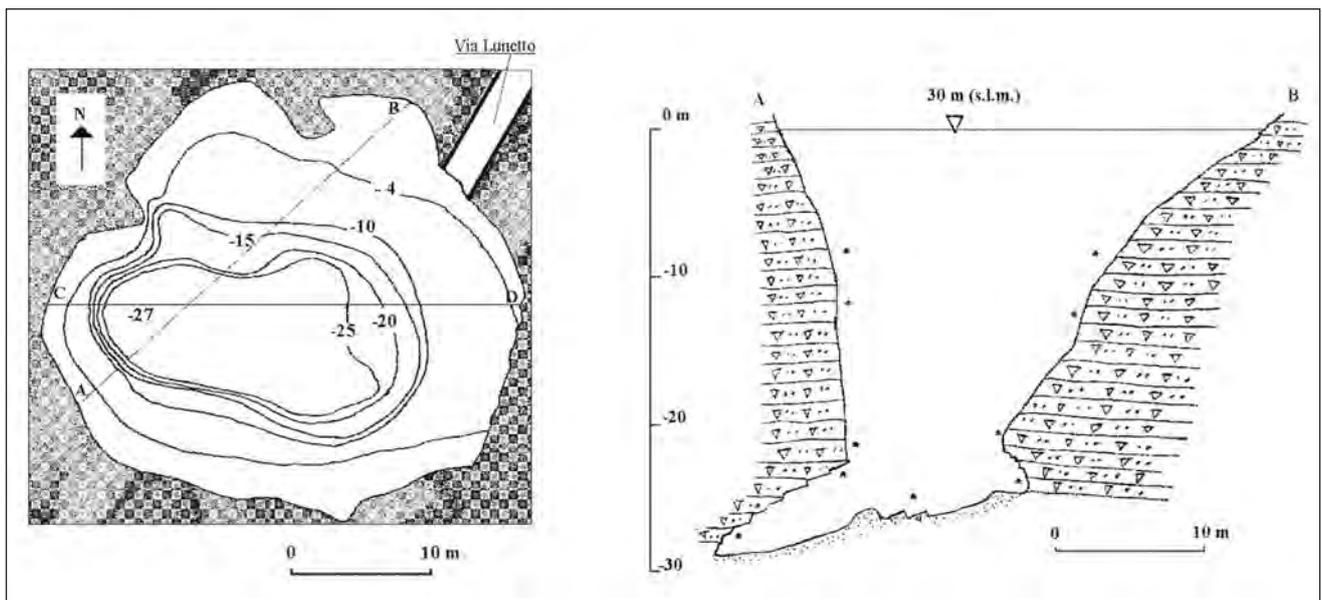


Fig. 61 - Batimetria (a sinistra) e ricostruzione stratigrafica (a destra) del *sinkhole* di Doganella. Da CARAMANNA *et alii*, 2004.
- *Doganella sinkhole Batimetry (on the left) and stratigraphic reconstruction (on the right). From CARAMANNA et alii, 2004.*

variazioni di densità e alcuni *deficit di massa* (e probabili cavità sotterranee, fig. 62) riscontrati da analisi gravimetriche, accompagnati ad una rete di canali e di fratture che possano provocare fenomeni di risalita, di dissoluzione e conseguentemente di erosione ed asportazione di materiale clastico con successivo collasso superficiale.

Nei pressi della voragine è stato eseguito un sondaggio fino alla profondità di 124 m che ha evidenziato: piroclastiti fino ad una profondità di 57 m, 8 m di alternanze di limo ed orizzonti travertinosi, 5 m di cineriti, 9 m di travertini in bancate compatte, 11 m di travertini e limi, 2 m di piroclastiti, 10 m di travertino e livelli vulcanoclastici, 6 m di argille e limi sabbiosi 16 m di sabbie e travertini.

Alla profondità di 124 m sono sopraggiunte difficoltà nella perforazione; si è occorsi in una falda potente con elevata circolazione e velocità delle acque.

Le analisi eseguite sulle acque le attribuiscono al tipo bicarbonato-calcico, caratterizzate da pH sempre superiori a 7, con tendenza ad assumere valori più bassi in profondità dove aumenta moderatamente la conducibilità e il contenuto dei sali disciolti.

Nelle vicinanze è presente la sorgente di Ninfa che ha portata superiore a 2000 l/sec.

Tra i fattori innescanti il fenomeno può essere ipotizzato la compresenza di un evento sismico registrato nei primi giorni di agosto, ed un periodo di siccità che ha provocato l'abbassamento repentino della falda. Uno sciame sismico di piccole intensità si è registrato quell'estate sulla Costa

laziale e nei Colli Albani, la prima scossa risale al 31 luglio (Is 2.8), la successiva e più elevata risale all'8 (Is 3.1) agosto e l'ultima prima della formazione del *sinkhole* al 14 agosto.

Ulteriore segnalazione di sprofondamenti verificatesi in zona agricola in località Doganella è avvenuta nel 1991.

3.7. - IL GRUPPO DEGLI SPROFONDI

Il gruppo degli *sprofondi* è costituito da 5 voragini di forma subcircolare (fig. 63) rinvenute nel comune di Sermoneta, che sembrano allinearsi all'interno della pianura Pontina secondo direzione appenninica (NW-SE).

Le prime due cavità erano ubicate presso la stazione di Sezze e sono state di seguito ricolmate artificialmente.

In una delle due depressioni, occupata da terreni agricoli, era presente dell'acqua probabilmente alimentata dalla falda superficiale, prosciugata ed interrita da almeno sette anni (secondo alcune informazioni raccolte); nel 1904 la voragine era asciutta e coperta da erba e canne (ALMAGIÀ, 1904).

Tale voragine, aveva le dimensioni di 36 m di diametro massimo e 30 circa il minimo nel 1904 (MARINELLI, 1904), presentava acqua stagnante al fondo, e la profondità era modesta.

Altri due sprofondi, sono ancora presenti (fig. 64), e sono ubicati in terreni di proprietà privata (fig. 65). L'accesso alle sponde dei laghi è particolarmente difficoltoso data la rigogliosa vegetazione che si è insediata sulle sponde e la recinzione.

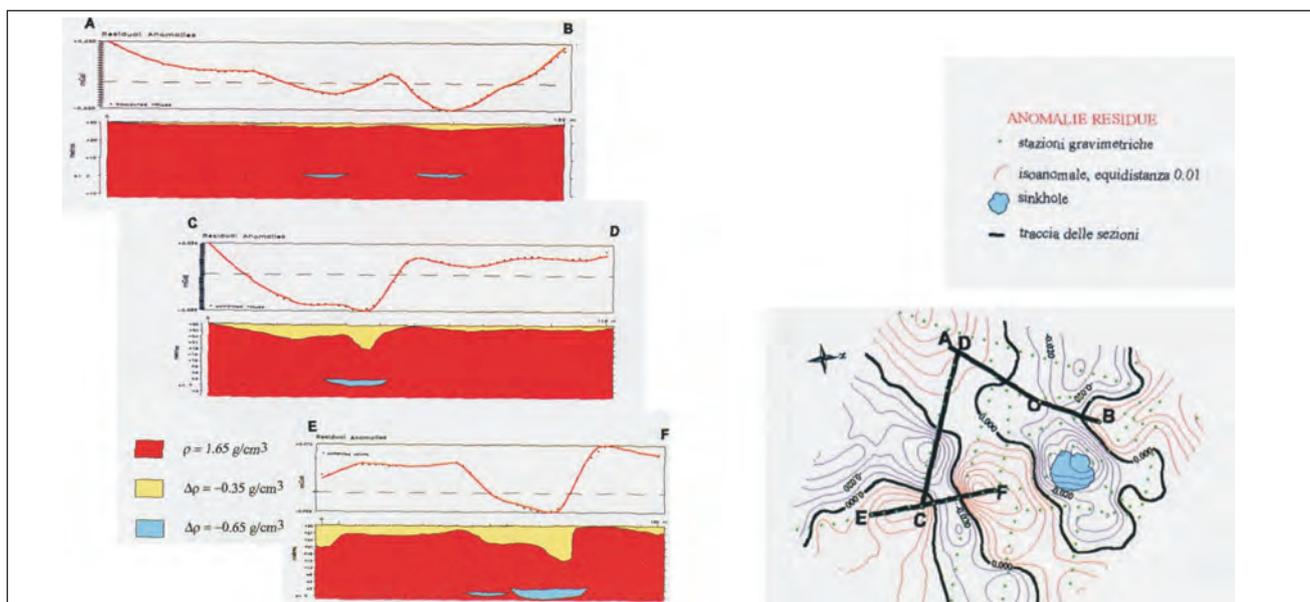


Fig. 62 - Studi gravimetrici dell'area di Doganella di Ninfa. Da DI FILIPPO *et alii*, 2002.
- Gravimetric studies in the Doganella of Ninfa sinkhole area. From DI FILIPPO *et alii*, 2002.

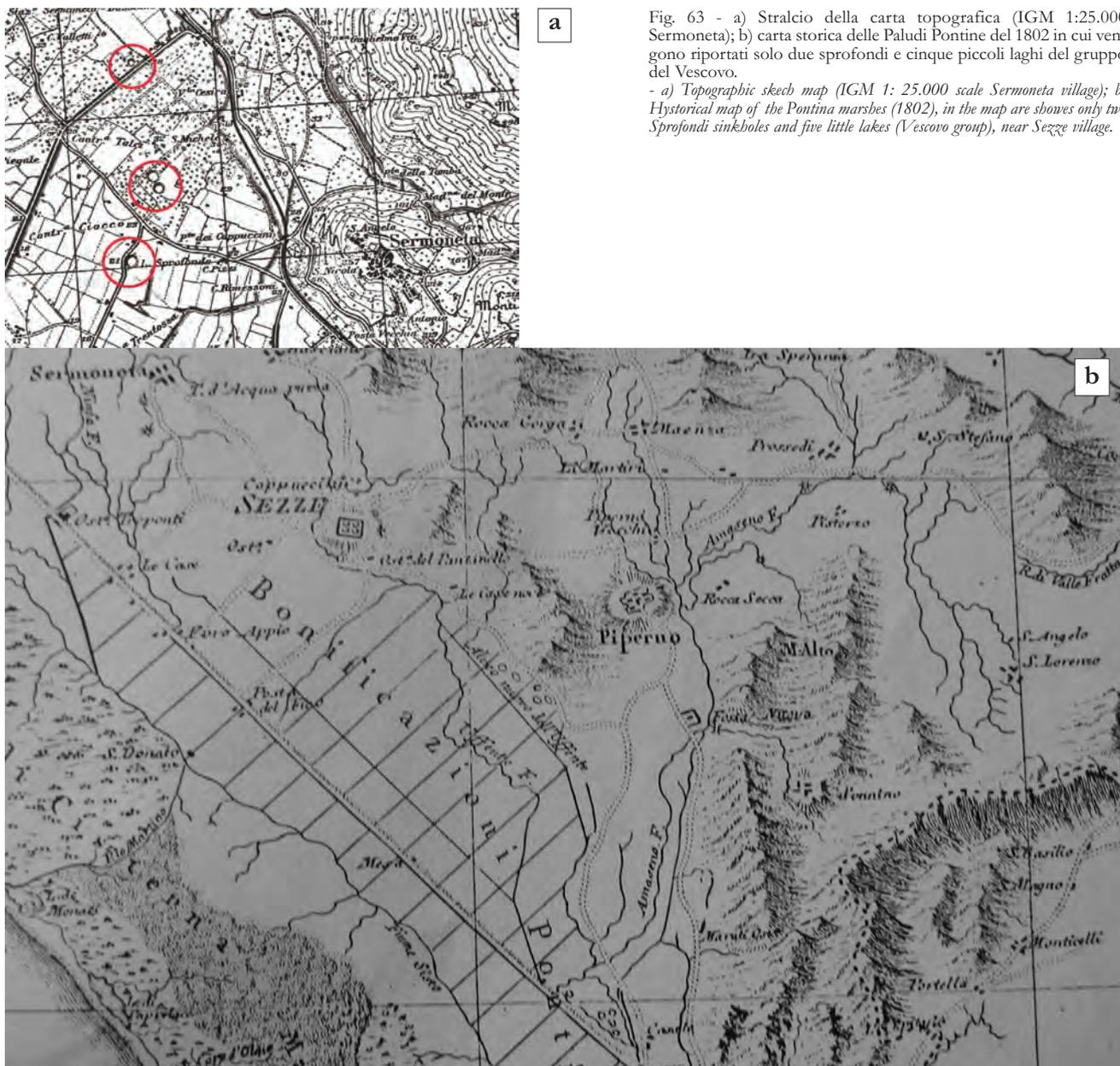


Fig. 63 - a) Stralcio della carta topografica (IGM 1:25.000 Sermoneta); b) carta storica delle Paludi Pontine del 1802 in cui vengono riportati solo due sprofondi e cinque piccoli laghi del gruppo del Vescovo.

- a) Topographic sketch map (IGM 1: 25.000 scale Sermoneta village); b) Historical map of the Pontine marshes (1802), in the map are shown only two Sprofondi sinkholes and five little lakes (Vescovo group), near Sezze village.

Si tratta di piccoli laghi di forma sub-circolare dalle pareti subverticali, in cui il pelo dell'acqua si trova a circa 10 m dal piano campagna (nel 1903 il pelo dell'acqua si trovava a 4 m e nel 1904, annata piovosa, a soli 3 m). Il livello di falda risulta invece in quest'area a circa 13 m dal p.c. (fig. 62).

Il diametro del *sinkhole* n. 2, è di circa 90 m max e 74 m il minimo, le dimensioni del n. 3 sono di 70 m D max, 54 m D min. Il livello dell'acqua è variabile strettamente connesso ai cicli stagionali e alle precipitazioni abbondanti. Nel 1904 i laghi erano pescosi ed alimentati dalla falda (MARINELLI, 1904).

Dal pelo libero dell'acqua uno dei due dovrebbe essere profondo altri 25 m nel punto centrale.

Le planimetrie dei laghi sono state realizzate da MARINELLI nel 1904 (fig. 66).

Dalle informazioni raccolte non sembrano essere presenti emergenze sul fondo, l'alimentazione sembra dovuta alle acque della falda superficiale (tab. 10).

L'ultimo degli *sprofondi*, oggi noto come Lago Azzurro (figura 67 e n. 4 della figura 66), ma presente nelle carte topografiche con il toponimo di "sprofondo" ha forma circolare, con diametro di 80 m circa, ed è poco distante dagli altri due. Al fondo del Lago Azzurro a differenza degli altri due profondi sarebbero presenti sorgenti di piccola portata (tab. 10).

Per quanto riguarda le età di tali sprofondamenti le cronache storiche riportano alcune ipotesi di formazione ma è molto difficile attribuire la data esatta ad ogni singolo fenomeno.

Tab. 10 - Principali parametri chimici delle acque prelevate in due laghi.
Principal chemical parameters of the water of two sinkholes.

Toponimo	D	P	pH	eH	Cond $\mu\sigma/cm$	T °C	O ₂ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	HCO ₃	SO ₄ mg/l	Cl mg/l
Sprofondo 2	90	15	8,02	141	424	24,5	2,44	46,5	15,01	11,6	5,01	241,0	1,2	18,5
Lago azzurro	80	9,5	8,9	92	352	26,1	5,47	25,42	14,64	21,02	8,56	195,3	5,3	14,94

I laghi dovrebbero essere tutti successivi al 1700 in quanto non vengono riportati nelle tavole del sec. XVII, né nella rappresentazione di Cigolani del 1692.

I primi due sprofondi (n. 2 e 3 della figura 66) potrebbero risalire al 1800: ALMAGIÀ (1904) li attribuisce al 1870; secondo MARINELLI (1904) la data di formazione sarebbe precedente, egli infatti identifica queste cavità con quelle osservate nel 1818 da PRONY e da DE ROSSI (1876). PRONY (1818) scrive “...nel 1786 una porzione di terreno si è affondata nella pianura situata al di sotto e presso Sermoneta sulla Via dell'Irto, tra il fosso Sermoneta e la Ninfa ed ha formato un vasto pozzo chiamato 'Obico'”. DI TUCCI (1876) e DE ROSSI (1876) parlano di sprofondamenti nei pressi di Sermoneta; quest'ultimo afferma che lungo l'allineamento Velletri-margine catena Lepina si sono attivati nel corso del 1800 alcuni fenomeni: “...nell'anno 1809 se ne formò uno del diametro di 100 m, ora pieno d'acqua, un altro ne avvenne nel 1848 un terzo nel 1842 e l'ultimo nel 1857”.

CASTANI (1909) riporta un brano scritto da Pantanelli che visse tra il 1710 e il 1787 e dovrebbe essere datato intorno all'anno 1749: “Nel fine delle Cese verso la via Papale s'ammira dentro una vigna una grandissima fossa rotonda detta da paesani “obico” e forma un fondo come una piazza, ma che cosa sia stata e a qual uso non so immaginarmi, se pure non è effetto dell'abbassamento di terreno per qualche terremoto di quantità d'acque che vi passano sotto, ma considerandola così rotonda, non pare verosimile”.

Lo stesso Autore riporta un editto del Comune di Sermoneta del 1666 in cui menziona, ai punti Secondo e Quarto, un Laghetto Tondo: - *Secondo. Che sia lecito alla comunità di Sermoneta vedere l'erbaggio di Piandenolfo a suo arbitrio in quella parte cioè che comincia alle case delle vacche rosse, posta verso Terracina, e tira per la strada che divide la tenuta di Piandenolfo con la tenuta dell'Acquapuzza e tira fino al Laghetto Tondo e confina dall'altra parte per dirittura il fiume di Portatura.*

- *Quarto. Perché è necessario che il bestiame di Sermoneta vadano a bere alle fontanelle sotto l'arnale che arriva sino alla posta vecchia e seguita dalla parte di sotto sino al Laghetto tondo....*

Risulta tuttavia difficile attribuire un'esatta ubicazione dell'Obico e del Laghetto Tondo.

I dati raccolti dopo una ricerca su antiche carto-



Fig. 64 - Immagine aerea degli sprofondi. - *Sprofondi sinkhole orthophoto skeech.*



Fig. 65 - a) Gli sprofondi; le due cavità 2 e 3 (fig. 66) sono difficilmente raggiungibili, recintate e mascherate da una fitta vegetazione, il pelo dell'acqua si trovava durante il sopralluogo di dicembre 2003 a 7-8 m dal piano campagna; b) Targa caratteristica lungo la via che porta ai due sprofondi.

- a) *Sprofondi sinkholes; the caves n° 2 and 3 (fig. 66) are unreachable, enclosed an obliterated by thick vegetation; the water, in the December 2003, is 7-8 meters under the top of the plain; b) characteristic indication tag along the road towards “sprofondi”.*

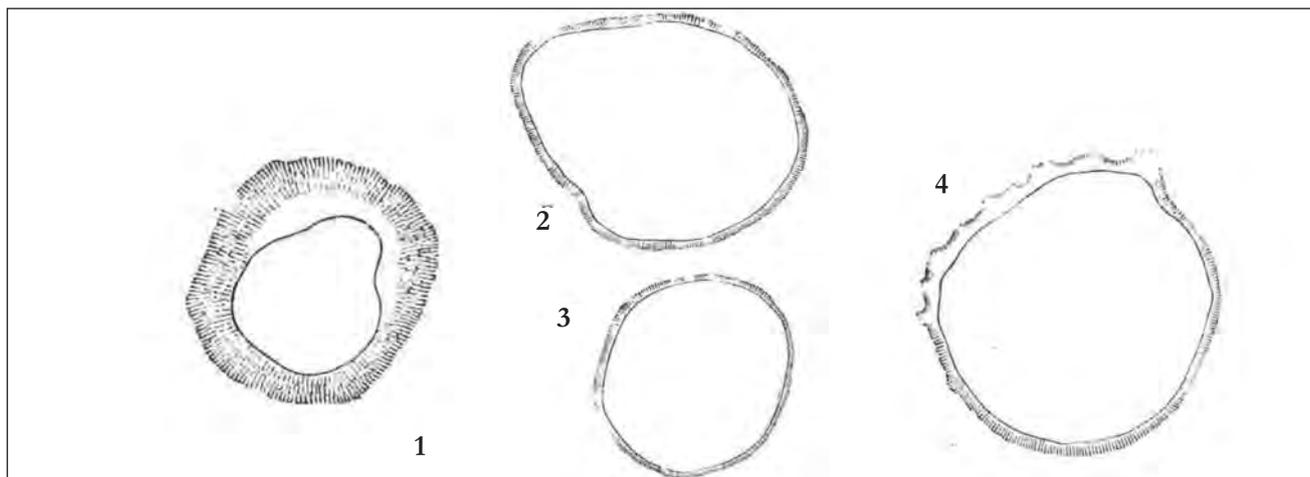


Fig. 66 - Planimetrie degli sprofondi da MARINELLI 1904.
- Planimetric of the sprofondi sinkholes, from MARINELLI 1904.

grafie confermano che la data di formazione del Lago Azzurro (sprofondo n°4) è precedente al 1800 (il lago è presente su di una cartografia del 1802), e potrebbe essere quello descritto da PRONY originato nel 1786. Anche, secondo le credenze popolari, l'origine risalirebbe al giorno di S. Giacomo (25 luglio) dell'anno 1786. ALMAGIÀ (1904), descrive un evento catastrofico in cui persero la vita i lavoratori dei campi ed il bestiame. Degli altri due sprofondi solamente uno è presente nella cartografia del 1802, quindi uno dei due potrebbe essere quello descritto da DI TUCCI e DE ROSSI nel 1876 e formatosi nel 1809 (infatti risulta poi presente in una mappa del 1884). Le altre tre voragini apertesesi negli anni 1842, 1848 e 1857 potrebbero coincidere con lo sprofondo 1 oggi ricolmato e con altre due cavità descritte dalla popolazione locale presso la stazione di Sermoneta scalo.



Fig. 67 - Il Lago Azzurro, inizialmente di forma perfettamente circolare è stato arginato artificialmente ed adibito a pesca sportiva. (denominato sprofondo sulla tavoletta IGM).
- Blue lake, at the origin it has sub-circular shape after it was embanked and turned for sport fishing.

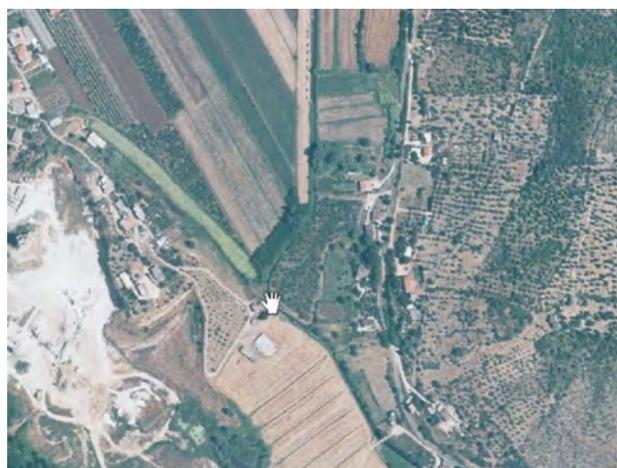


Fig. 68 - Paleoforma sub-circolare in località Monticchio.
- Ancient sub-circular shape in Monticchio locality.

A poca distanza dagli sprofondi, in località Monticchio, alla base della dorsale su cui sorge l'abitato di Sermoneta, è presente un'altra paleoforma di sprofondamento asciutta, poco a sud delle sorgenti sulfuree (fig. 68).

Nella cartografia storica del 1600 e del 1696 compaiono alcuni specchi d'acqua in località Monticchio e Torre Puzza.

3.8. - ANALISI E CONSIDERAZIONI

Nella Pianura Pontina sono state individuate tre aree suscettibili ai fenomeni di sprofondamento, ubicate in una fascia parallela alla dorsale lepina, e poste a differente distanza da quest'ultima e dalla faglia bordiera.

Tali aree nonostante presentino caratteristiche differenti per la natura dei terreni affioranti costituenti i materiali di copertura (piroclastici, fluviali

di differente granulometria, lacustri etc.), hanno alcune caratteristiche comuni.

I fenomeni di sprofondamento analizzati, ad eccezione di quelli per dissoluzione e crollo sviluppati sulle placche travertinose (es. Lago di Cotronia) possono essere accomunati da una genesi sostanzialmente simile.

La genesi di questi laghi, alcuni già presenti in epoca romana, è collegata, in una visione ampia, ad un attivo fenomeno di subsidenza che provoca un lento e progressivo abbassamento di una vasta area della Pianura Pontina, impostata su un sistema di faglie dirette. La concomitanza e l'interazione di diversi fattori (presenza di settori ribassati delle unità carbonatiche (Lepini), ora ricoperti dai sedimenti quaternari della Pianura Pontina; dinamica regionale dell'idrologia sotterranea; manifestazioni idrotermali; attività tettonica quaternaria) probabilmente hanno controllato la localizzazione di tali fenomeni.

Il meccanismo genetico comune è un processo di erosione dal basso facilitato dalle falde in pressione costituite da *mixing* differenti di acque complessivamente molto aggressive.

È ipotizzabile che, in corrispondenza dei sistemi di faglia che bordano i Lepini, le acque bicarbonato-calciche provenienti dai Lepini si mescolino con fluidi gassosi di origine profonda arricchiti in CO₂, fluoruri e radon. L'aggressività delle acque porterebbe alla creazione di cavità all'interfaccia basamento carbonatico-copertura o nell'ambito dei termini carbonatici presenti in quest'ultima, innescando in tal modo i processi di dissoluzione e di erosione dei terreni di copertura. Oscillazioni ripetute della tavola d'acqua provocano effetti tipo *piping* con liquefazione di alcuni orizzonti. In presenza di falde in pressione artesiane nello sprofondamento si forma una sorgente al fondo (laghi del Vescovo); quando invece la falda si attesta ad una certa profondità dal piano campagna, le cavità vengono alimentate da quest'ultime.

Per quanto riguarda la differente composizione delle acque è possibile ipotizzare due circuiti carsici diversi (CAPELLI *et alii*, 2004): uno più superficiale, più rapido e rappresentato da acque meno mineralizzate che alimentano le sorgenti basali poste al margine della dorsale e uno più profondo e salino, in cui il movimento avviene più lentamente. Quest'ultimo si sarebbe formato quando il livello di base locale era più basso di quello attuale (PETITTA, 1994) e alimenterebbe le sorgenti termominerali ed alcune sorgenti che riversano le loro acque nei *sinkholes*.
