

## **Metodologie topografiche integrate per il rilievo di dettaglio del Pozzo del Merro (Sant'Angelo Romano)**

Valerio Baiocchi (\*), Rosanna Cazzella (\*\*), Francesca Giannone (\*),  
Loredana Liso (\*\*\*), Mario Vecchio (\*\*)

(\*) Area Geodesia e Geomatica, DICEA, "Sapienza" Università di Roma, Via Eudossiana, 18 00184- Roma  
tel +390644585068, fax+390644585515, e-mail, valerio.baiocchi@uniroma1.it

(\*\*) Provincia di Roma, Dip.to V Servizio I "Ambiente (aree protette - parchi regionali)"  
Via Tiburtina 691, 00100 Roma

(\*\*\*) Amministrazione provinciale di Roma, Servizio Tutela Acque, Via Tiburtina 691, 00100 Roma

### **Riassunto**

Il Pozzo del Merro è un pozzo naturale sito nella campagna a nord di Roma, tra la valle del Tevere ed i Monti Cornicolani all'interno della Riserva Naturale della Macchia di Gattaceca e Macchia del Barco nel comune di Sant'Angelo Romano.

Il pozzo è una formazione carsica consistente in un profondo cratere con pareti interamente coperte da fitta vegetazione. La voragine del Merro ospita un lago dal contorno circolare, di qualche decina di metri di diametro, la superficie del lago si trova a circa 80 metri dall'orlo del piano campagna.

L'esplorazione subacquea della voragine effettuata con l'impiego di sofisticati strumenti robotici (R.O.V – Remote Operated Vehicle) ha misurato nel 2002 una profondità di 392 metri dal pelo dell'acqua: il Pozzo del Merro risulta così la formazione carsica allagata più profonda del mondo. (G. Caramanna, M. Gary, 2008)

Lo scopo del nostro lavoro è quello di effettuare un rilievo della morfologia dell'area emersa e, in particolare, di calcolare la posizione di un'asta idrometrica utile a studi idrologici e di correlazione.

Per il calcolo della quota dell'asta idrometrica è necessario eseguire un rilievo di dettaglio integrato con stazione totale e ricevitore geodetico GNSS in quanto la morfologia e la profondità del pozzo rendono impossibile l'uso di soli ricevitori GPS in prossimità dell'asta idrometrica.

Il Pozzo del Merro è sottoposto a tutela, in quanto facente parte della Riserva Naturale Macchia di Gattaceca e Macchia del Barco, istituita con legge Regione Lazio 29/97 la cui gestione è affidata alla Provincia di Roma.

### **Abstract**

The "Pozzo del Merro" is a *cenote* situated in the rural area north of Rome, between the Cornicolani Mountains and the valley of Tevere river, in the provincial wildlife park called "Riserva naturale della Macchia di Gattaceca e della Macchia del Barco" in the area of Sant'Angelo Romano municipal administration.

The well is entirely a carasic formation, morphologically is a deep crater with walls covered by vegetation that hide completely the crater to the sight. In the lowest part of abyss of the Merro is a lake with almost circular contour, it has around ten meters of diameter, but the depth is not completely verified; the surface of the lake till now was supposed to be around 80 meters by the edge of the abyss.

The underwater exploration of the abyss executed with a R.O.V. (Remote Operated Vehicle) has esteemed a depth of 392 meters from the level of the lake: the Well of the Merro results so the carasic deeper lake of the world (G. Caramanna, M. Gary, 2004).

The purpose of our job is to study the possibilities to effect a survey of the morphology of the emerged area and, particularly, the position of the “zero” of an idrometric pole to which all the measure were referred but whose absolute height is still unknown.

For the calculation of the height of the pole it was necessary to perform a detail combined survey with total station and geodetic GNSS receiver, this because the morphology and the depth of the well and the vegetation cover make the direct use of the geodetic receiver impossible in the well.

The Well of the Merro area is protected, because it's in the area of provincial wildlife park of “Macchia di Gattaceca” and “Macchia di Barco”, founded with Region Lazio law no. 22/97. It's protection is under the responsibility of the Provincial administration of Rome.

### **Inquadramento dell'area**

Tra la valle del Tevere ed i Rilievi carbonatici dei Monti Cornicolani in Provincia di Roma, troviamo La Riserva Naturale della “Macchia di Gattaceca e Macchia del Barco” che si estende per circa 996 ha nei comuni di Mentana, Monterotondo e S. Angelo Romano.

La riserva, istituita con Legge Regionale n. 29 del 1997, è gestita dalla Provincia di Roma. L'area è tutelata, sia per l'elevato valore vegetazionale dei suoi boschi che per i numerosi fenomeni carsici che la caratterizzano quali doline, pozzi, grotte. Tra questi, particolare rilevanza assume il pozzo del Merro: imponente voragine da sprofondamento (Sinkhole) che allo stato attuale rappresenta la cavità allagata più profonda del mondo. (G. Caramanna, M. Gary, 2004).

Il Pozzo del Merro, parte integrante della Riserva Naturale della “Macchia di Gattaceca e Macchia del Barco”, ricade nel comune di S. Angelo Romano. Secondo Giardini, già nel 1890 compare in un itinerario turistico da Roma a S. Angelo ed è citata come “una specie di voragine, nel fondo della quale si estende un laghetto ed i cui fianchi ripidissimi sono ricoperti da alberi” mentre al 1948 risale la pubblicazione da parte di A. G. SEGRE del rilievo e della descrizione della parte emersa insieme a quelli delle principali forme carsiche dei Cornicolani. (M. Giardini, 2006) (A. G. Segre, 1948)

Il Pozzo si apre sul piano campagna con una forma subcircolare di circa 150 m di diametro. La morfologia, caratterizzata da un andamento imbutiforme, si restringe progressivamente fino a raggiungere, circa 80 metri più in basso, un diametro inferiore ai 30 m sulla superficie dello specchio d'acqua (U. Calamita, G. Caramanna, M. Giardini, 2002). La parte allagata del pozzo rimane praticamente inesplorata fino al 1998-1999 quando, ad opera di Caramanna e Malatesta, vengono effettuate le prime immersioni scientifiche. Le indagini proseguono negli anni successivi e con la collaborazione tra Provincia di Roma, Nucleo Sommozzatori e SAF del Comando Provinciale di Roma dei Vigili del Fuoco e l'Università di Roma “La SAPIENZA” prima e il Dipartimento di Scienze Geologiche di “ROMA TRE” poi, (C. Rosa, 2003) ; è stata raggiunta nel 2002, mediante l'utilizzo di R.O.V. (Remote Operated Vehicle), la base della struttura allagata a circa -392 dal livello dell'acqua. (G. Caramanna, M. Gary, 2008).

Il Pozzo del Merro, sia per la pericolosità del sito che per motivi di salvaguardia, è accessibile al momento solo per studi e ricerche previo rilascio del nulla osta dell'Ente Gestore. L'ecosistema “Pozzo del Merro” è di grandissimo valore ambientale ma i suoi equilibri sono molto delicati, basti ricordare quanto accaduto nel 2003, allorché Giardini segnala la colonizzazione dello specchio d'acqua da parte di *Salvinia molesta* D.S. Mitch., felce acquatica invasiva di origine brasiliana.

La Provincia di Roma in qualità di Ente Gestore ha attivato e promosso negli anni, attraverso il Servizio Ambiente (aree protette – parchi regionali), studi ed iniziative varie per la gestione ed il monitoraggio del Pozzo del Merro nelle sue varie componenti. Da segnalare in particolare un progetto multidisciplinare avviato nel 2007 in convenzione con il Dipartimento di Biologia e con quello di Neuroscienze dell'Università di Roma “Tor Vergata” che tra l'altro mirava, attraverso il monitoraggio della componente zoologica, alla conoscenza del disturbo arrecato alle popolazioni animali dalla comparsa nel pozzo della felce infestante (*Salvinia molesta* D.S. Mitch.).

Nel 2009 viene attivata una procedura per l'eradicazione della *Salvinia molesta* mediante una serie di interventi di rimozione manuale volti al ripristino delle condizioni dell'habitat originario. Vista la

particolare morfologia del luogo le operazioni principali di rimozione si sono svolte con l'ausilio del Nucleo Sommozzatori e Nucleo SAF (Speleo Alpino Fluviale) del Comando Provinciale di Roma dei Vigili del Fuoco. (G. Buccomino, P. Capecchi, M. Vinci, et al., 2009). A completamento di questa operazione, sono seguiti poi nell'arco di circa un anno una serie di interventi di rimozione da parte del personale del Servizio Ambiente (aree protette – parchi regionali).

Un altro aspetto oggetto di indagine è quello riguardante le acque del Merro, in questa direzione va la collaborazione avviata nel 2008 con L'Ufficio Idrografico e Mareografico del Dipartimento Ambiente, Territorio e Cooperazione tra i Popoli della Regione Lazio per il monitoraggio delle acque sotterranee del Pozzo del Merro con l'installazione di un piezometro per la misurazione del livello dell'acqua e della temperatura ogni sei ore.(G. Buccomino, P. Capecchi, M. Vinci, et al., 2009)

Tutte le iniziative dell'Ente Gestore sono rivolte, ad una gestione rispettosa dei valori ambientali ed attenta al mantenimento degli equilibri di un habitat così delicato come quelli del Pozzo del Merro, ma anche ad accrescere le conoscenze sul sito, in questa direzione va il presente studio volto a determinare con certezza alcune caratteristiche morfologiche ed altimetriche del pozzo stesso.

### **La progettazione e l'esecuzione del rilievo**

Le particolari caratteristiche del sito (Fig.1) hanno reso fin'ora impossibile un accurato rilievo topografico delle caratteristiche morfologiche più rilevanti del Pozzo del Merro tra cui la già citata asta idrometrica alla cui quota di zero dovrebbero essere riferite tutte le misurazioni idrometriche eseguite negli scorsi anni.



*Figura 1 – Ubicazione del punto “Stazione 1” sul bordo del cenote.*

Com'è evidente la mancata conoscenza di tale quota con sufficiente precisione, non permette con certezza la correlazione tra le varie misure idrometriche effettuate in epoche e con strumentazioni differenti all'interno del pozzo stesso. Rimane inoltre impossibile correlare tali misure con quelle di misurazioni idrometriche effettuate nelle aree limitrofe sia su insorgenze naturali che all'interno di pozzi artificiali, di particolare interesse per studiare se esistano correlazioni tra i livelli idrometrici

del pozzo e quelli di falde già note nelle vicinanze come quella delle “Acque Albule”, della quale, secondo alcuni autori, il Pozzo del Merro, sarebbe la più evidente insorgenza. La particolare difficoltà della misura è dovuta ad una combinazione di fattori che rendono complesso il rilievo, richiedendo l’integrazione di alcune tra le tecniche più diffuse. La pendenza sub verticale delle pareti del pozzo, unita alla difficilissima accessibilità del punto di zero dell’asta idrometrica (Fig. 2), rende tecnicamente impossibile una livellazione geometrica. L’asta idrometrica, infatti, fu posta al livello del pelo libero dell’acqua al momento della sua installazione, ma attualmente si trova a qualche metro dalla superficie dell’acqua, su di un pendio sub verticale con notevole copertura vegetale.



*Figura 2 – La collimazione del punto “Asta”.*

D’altro canto la particolarissima morfologia e la fitta copertura vegetale non permettono un rilievo mediante ricevitori GPS geodetici, neanche sfruttando le caratteristiche dell’intera costellazione GNSS. La stazionabilità del punto denominato “Asta” (punto “zero” dell’asta) con ricevitore GPS sarebbe, per quanto già illustrato, comunque molto complessa. La livellazione trigonometrica rimane quindi l’unica tecnica applicabile, insieme al rilievo Laser Scanning, che potrebbe fornire anche una restituzione accurata della morfologia delle pareti interne della parte emersa del pozzo, finora mai realizzata. La pianificazione del Rilievo Laser scanning di un’area così complessa richiede l’individuazione di punti con sufficiente visibilità del sito stesso, con caratteristiche del tutto analoghe a quelle dei punti idonei per una rete di livellazione trigonometrica. Partendo da tali considerazioni si è deciso di iniziare il rilievo con la tecnica della livellazione trigonometrica; i punti individuati come stazioni per tale rilievo, saranno poi utilizzati anche come stazioni per il successivo rilievo laser scanning, che verrà eseguito in una stagione in cui la notevole copertura

vegetale sia ridotta al minimo. Anche il semplice rilievo di livellazione trigonometrica ha incontrato alcune difficoltà ed ha richiesto un attento lavoro di pianificazione. Si consideri, infatti, che a causa della già menzionata copertura vegetale dell'intera area, sono solo tre i punti esterni al pozzo da cui è visibile il fondo del pozzo stesso; di questi uno non è stazionabile e quindi i punti da cui è possibile il rilievo si riducono a due (Fig. 3).

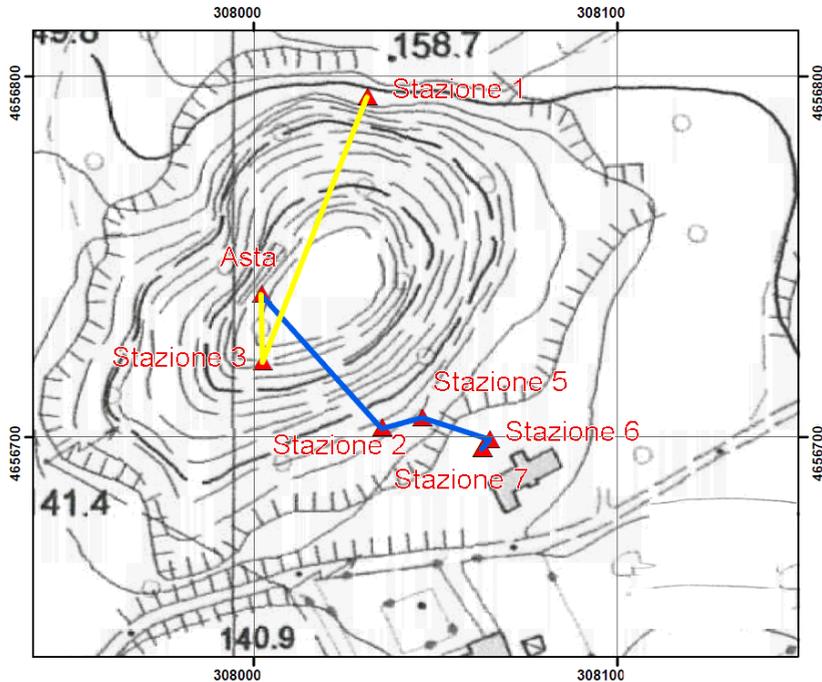


Figura 3 – schema del rilievo.

Il primo dei due, denominato “Stazione 1” (Fig.1), è caratterizzato da una discreta visibilità del cielo e quindi stazionabile anche mediante ricevitore GNSS, ma, da tale punto, non è possibile collimare direttamente il punto “Asta” rendendo quindi necessaria l’istituzione di un’ulteriore stazione in prossimità della riva del laghetto denominato “Stazione 3” da cui entrambi i punti sono visibili. Dall’altro punto in sommità, denominato “Stazione 2”, il punto “Asta” è direttamente collimabile, ma la distanza, la presenza di copertura vegetale intermedia e il cattivo stato di conservazione della superficie dell’asta stessa, restituivano misurazioni non certe da parte del distanziometro ed hanno quindi resa necessaria l’applicazione di un prisma sul punto stesso da misurare (Fig.2). Tale operazione si è rivelata operativamente molto complessa data la difficile accessibilità del punto. Il punto “Stazione 2” era su di una piazzola appositamente realizzata all’interno di una zona boscata sul margine sud del pozzo, si è pertanto resa necessaria l’esecuzione di una poligonale (“Stazione 5” e “Stazione 6”) che raccordasse la posizione di tale punto con una zona in cui fosse possibile acquisire correttamente mediante ricevitori GNSS (“Stazione 6” e “Stazione 7”). Data l’elevata copertura vegetale, non è stato possibile collimare reciprocamente i punti “Stazione 1” e “Stazione 2”. Il rilievo è stato quindi eseguito mediante due indipendenti rami di livellazione trigonometrica che hanno confermato che la quota ortometrica del punto “Asta” è valutabile in 79,75 metri con un’approssimazione di circa 20 cm. ascrivibile principalmente al modello di geoidi Itageo99 utilizzato per convertire le quote ellissoidiche dei punti GPS di appoggio. La misura della quota ortometrica dell’asta è in accordo con la cartografia CTR 1:5000

della regione Lazio (realizzata nel 2009 con volo del 2003) ma presenta una differenza di circa 10 metri rispetto alla quota nota in letteratura (U. Calamita et al., 2002, Rosa et al., 2003).

Sono state eseguite anche alcune misurazioni su particolari meccanismi dell'idrometro installato sul bordo del laghetto e che provvede alle misurazioni in continuo del livello del lago stesso e che permetteranno di valutare se la quota di zero dell'idrometro coincida con il punto "Asta" come è ipotizzabile. I punti "Stazione 1" e "Stazione 2" sono stati materializzati con le migliori tecniche possibili date le particolari caratteristiche del terreno a cura del personale dell'Amministrazione Provinciale di Roma.

### **Conclusioni e possibili sviluppi futuri**

La particolare morfologia del Pozzo del Merro ha richiesto un'attenta progettazione e indagine dei luoghi circostanti; il rilievo eseguito ha permesso di stabilire la quota ortometrica dell'asta idrometrica a cui si ritiene siano riferite le misurazioni idrometriche effettuate nel corso degli ultimi decenni ed ha evidenziato una differenza di circa 10 metri tra la quota misurata e quella finora considerata in letteratura. Sarà così possibile riferire tutti i rilevamenti fin'ora effettuati alla loro quota assoluta e, mediante un eventuale rilievo GPS geodetico, correlarli con grande precisione alle altre rilevazioni idrometriche della zona.

Il rilievo topografico per la ricostruzione tridimensionale della morfologia del pozzo potrà essere eseguita vantaggiosamente con il laser scanning terrestre che, data l'abbondante copertura vegetale che caratterizza il sito, potrà essere effettuato principalmente dai punti "Stazione 1", "Stazione 2" e "Stazione 3" identificati e materializzati nell'ambito di questo primo rilievo e, possibilmente, durante la stagione invernale.

### **Ringraziamenti**

Gli autori vogliono ringraziare per la collaborazione gli operatori specializzati ambiente della riserva naturale della macchia di Gattaceca, della macchia di Barco e della riserva naturale Nomentum.

### **Bibliografia**

- AA.VV. (1970), *Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 F. 144 – Palombara Sabina* - Poligrafico dello Stato
- AA.VV. (2004), *Carta Sentieristica "Riserva Naturale Macchia di Gattaceca e Macchia del Barco"* - Provincia di Roma
- Caramanna G., Gary M., (2008) "Applicazioni di metodologie di immersione scientifica e ROV (Remote Operated Vehicle) nello studio comparato dei due sinkholes allagati più profondi del pianeta: Pozzo del Merro (Lazio, Italia Centrale), El Zacaton (Tamaulipas, Messico)". *Atti Primo Seminario. Stato dell'arte sullo studio dei fenomeni di sinkholes e ruolo delle amministrazioni statali e locali nel governo del territorio*. APAT, pp. 211 – 227.
- Giardini M. (2006), "L'incredibile sinkhole del Pozzo del Merro" *Tor San Lorenzo Informa* **10**/2006 21-25.
- Segre A. G. (1948), "I fenomeni carsici e la speleologia del Lazio." - *Pubblicazione dell'Istituto di Geografia dell'Università di Roma*, Serie, A **7**.
- Calamita U., Caramanna G., Giardini M., (2002) "Il Pozzo del Merro: un gioiello naturale tra Tevere e Aniene." - *XI*, settembre 2002, 11.
- Rosa C., (2003) – "Il Pozzo del Merro" - *Rivista ufficiale dei Vigili del Fuoco*, **3**, 11 – 15.
- Buccomino G., Capocchi P., Vecchio M., Vinci M., & Cazzella R. (2009) – "Monitoraggio Idrogeologico ed Ambientale del Pozzo del Merro (Roma)", *Atti 2° Workshop Internazionale. I Sinkholes. Gli sprofondamenti catastrofici nell'ambiente naturale ed in quello antropizzato*. ISPRA, 903 – 911.
- [www.igmi.org](http://www.igmi.org) ( <http://87.30.244.175/software.php> )