

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/313473933>

LE SORGENTI A PONENTE DI ORTIGIA. RELAZIONE IDROGEOLOGICA

Technical Report · January 2009

CITATIONS

0

READS

302

1 author:



Luciano Arena

Independent Researcher

9 PUBLICATIONS 5 CITATIONS

SEE PROFILE

SOCIETÀ SIRACUSANA DI STORIA PATRIA

ARCHIVIO STORICO SIRACUSANO

Serie IV, volume I

Anno XLIV ~ 2009



SIRACUSA

LE SORGENTI A PONENTE DI ORTIGIA. RELAZIONE IDROGEOLOGICA

LUCIANO ARENA

La presente relazione, che integra lo studio di Vladimir Zorić interessante il “*Il cosiddetto Bagno della Regina nel Castello Maniace*”, illustra con relativa *Carta e Profilo idrogeologico* le caratteristiche dell’area intorno al Porto Grande di Siracusa e chiarisce quali sono i fattori che determinano la presenza di alcune sorgenti che si susseguono, lungo una faglia con direttrice nord-nordovest, in Ortigia: Fonte Aretusa, Occhio della Zilica, Fonte Conceria. Dopo queste ci occuperemo in particolare del cosiddetto Bagno della Regina (poco considerato nel passato) poiché, allineato in prosecuzione sull’estrema punta meridionale all’interno del Castello Maniace di Ortigia, con molta probabilità appartiene allo stesso complesso sorgentizio.

Autori antichi e moderni, tra i quali Luigi Mauceri, avevano descritto e interpretato più o meno correttamente, per le conoscenze che si avevano ancora nel primo ’900, il fenomeno delle sorgenti, evidenziando le cause che danno origine alla manifestazione sorgentizia denominata Fonte Aretusa¹.

¹ Alla fine della pubblicazione di L. MAUCERI, *La fonte Aretusa nella leggenda, nella storia e nell'idrologia*, Torino 1939, vengono mostrate le sezioni geologiche (tav. III), nelle quali si mettono in relazione i rapporti stratigrafici tra i terreni. Ma questo lavoro, concepito alla fine dell’800, non può interpretare bene i fenomeni geologici per mancanza di evolute indagini scientifiche moderne, ora esposte. Buona parte della pubblicazione del Mauceri, per la sua sostanziale validità in altri casi, è esposta con quella di altri autori, quali G. Agnello e S.

Nella *Relazione* presente, con *Carta idrogeologica* allegata, viene ora riproposto il quadro complessivo con il contributo di dati geologici e idrogeologici aggiornati, che si riferiscono alle varie sorgenti, e che si possono attribuire al cosiddetto Bagno della Regina.

La successione litostratigrafica² dei terreni, dall'alto verso il basso per età e con rispettivo grado di permeabilità³, è la seguente:

- *alluvioni recenti*: costituite da limi, sabbie e ghiaie, depositati nella piana alluvionale dell'Anapo dove possono raggiungere i 50-70 metri di spessore, hanno una permeabilità medio-bassa tra 10^{-3} e 10^{-5} cm/s;
- *calcareniti e sabbie (Pleistocene medio-sup.)*: hanno spessori che non superano generalmente i 20 metri, riportate nel profilo geologico nel sito dove sorge il tempio di Zeus, e una permeabilità alta compresa tra 10^{-2} e 10^{-3} cm/s;
- *argille grigio azzurre (Pleistocene inf.)*: affiorano al margine delle vallate e costituenti il substrato del Porto Grande, generalmente con spessore non superiore ai 50 metri, con una permeabilità bassa compresa tra 10^{-5} e 10^{-7} cm/s;
- *marne e calcari marnosi biancastri ("Formazione M.te Carrubba" del Miocene sup.)*: costituiscono la parte superiore del substrato dell'isola di Ortigia e della penisola

Privitera, che trattano del Bagno della Regina nel volume di P. GIAN SIRACUSA, *L'acqua a Siracusa fra storia, mito e archeologia*, Palermo 1996.

² S. CARBONE, M. GRASSO, F. LENTINI, *Carta Geologica del Settore Nord-Orientale Ibleo*, Sicilia S.E., Firenze 1987.

³ La permeabilità assoluta (proprietà che hanno le rocce di lasciarsi attraversare dall'acqua quando è sottoposta ad un carico idraulico) viene espressa in m/s tramite il *coefficiente di permeabilità* (K): alto $K > 10^{-2}$; medio $10^{-2} > K > 10^{-4}$; basso $10^{-4} > K > 10^{-9}$; impermeabile $10^{-9} > K$. I valori della permeabilità sono calcolati in funzione della velocità di attraversamento dell'acqua, per questo si usa l'unità di misura del centimetro/secondo.

Maddalena in banchi da 1-2 metri. Gli strati sono inclinati di 5-10 gradi verso est⁴ con lo spessore complessivo di circa 50 metri. La permeabilità è di 10^{-3} cm/s come da prove eseguite direttamente in sito da cui valori media permeabilità⁵;

- *complesso calcareo-calcarenitico ("Formazione M.te Climiti", Membro dei Calcari di Siracusa, del Miocene medio-inf.)*: raggiunge spessori decisamente notevoli ed è rappresentativo della piattaforma carbonatica che costituisce i Monti Iblei, permeabilità media con valori di K pari a 10^{-4} cm/s;
- *vulcaniti (Cretaceo sup.)*: a bassissima permeabilità 10^{-6} e 10^{-7} , affioranti sul fianco meridionale dell'altopiano dell'Epipoli.

Per base topografica della Carta idrogeologica è stata utilizzata la tavoletta I.G.M. 1:25.000 con l'illustrazione di una sezione (A-A) a più grande scala per agevolare il lettore nella comprensione del fenomeno di risalita della falda in corrispondenza delle sorgenti in studio.

La spiegazione del fenomeno delle risorgive intorno al Porto Grande di Siracusa è strettamente collegata alla geologia dei luoghi. La maggior parte della città sorge su un substrato calcareo della stessa natura della successione orientale dei Monti Iblei che si estendono ad ovest dell'abitato. Si tratta di un tavolato calcareo, sviluppatosi prevalentemente nel Miocene dall'accumulo di sedimenti di mare basso tipici di una piattaforma carbonatica continentale, che durante il suo sollevamento è stata intensamente dislocata dalla fine del Miocene.

⁴ G. BORDONE, *Piano Particolareggiato di Ortigia. Relazione Geologica*, relazione per il Comune di Siracusa, [s.e.], Siracusa 2008.

⁵ G. BORDONE, *Lavori di restauro del complesso monumentale del Castello Maniace in Siracusa. Studio idrogeologico*, inedito redatto per la Regione Sicilia, Soprintendenza ai Beni Culturali e Ambientali, 2010 [s.e.].



La tettonica locale è caratterizzata da faglie a piani sub-verticali, coinvolgenti tutte le rocce del substrato, con rigetti compresi tra 10 e 50 metri, riconducibili a due sistemi principali orientati nord nordovest - sud sudest e ovest nordovest - est sudest⁶ (vallata dell'Anapo). Tali movimenti, ascrivibili alle fasi del Pliocene, hanno dato origine a una zona depressa lungo l'asse Floridia-Siracusa dove, dopo la deposizione di sedimenti pleistocenici, si è imposta la vallata del Fiume Anapo; le formazioni più recenti si sono sviluppate nella parte terminale della vallata prima come sedimenti argillosi, con spessori impermeabili anche notevoli, e successivamente come deposizioni calcarenitiche e/o sabbiose⁷.

L'ammasso roccioso carbonatico rappresenta dunque un eccezionale serbatoio per il contenimento, la formazione e il movimento al suo interno, delle acque della falda sotterranea⁸ il cui substrato più profondo, che fa da letto impermeabile, è costituito dalle vulcaniti cretacee almeno nella parte settentrionale della città (balza Acradina, Epipole, Penisola della Maddalena). L'acquifero si sviluppa prevalentemente nei calcari miocenici ed è alimentato dagli apporti meteorici sugli affioramenti che si estendono largamente ad ovest nella parte alta del bacino idrogeologico⁹ e contornano tutta la struttura generale di sprofondamento (*Graben* dell'Anapo) fra Floridia e Siracusa.

⁶ E. GHISSETTI, L. VEZZANI, *The structural features of Iblean plateau and of the Mount Judica area (South Eastern Sicily): a microtectonic contribution of the deformational history of the Calabrian Arc*, in «Bollettino della Società Geologica Italiana», 99 (1981), pp. 57-102.

⁷ A. DI GRANDE, W. RAIMONDO, *Linee di costa pliopleistoceniche e schema litostratigrafico del Quaternario siracusano*, in «Geologia Romana», 21 (1982), pp. 279-309.

⁸ A. AURELI ET ALII, *Carta della vulnerabilità delle falde idriche, settore nord-orientale ibleo (Sicilia S.E.)*, Firenze 1989.

⁹ Bacino idrogeologico: dominio all'interno del quale le acque sotterranee defluiscono preferenzialmente verso un'unica sezione di interesse.

Alle caratteristiche di permeabilità, date dalla porosità delle rocce e prevalentemente dal loro grado di fratturazione, va aggiunto il contributo dei fenomeni carsici (condotti e cavità); questi sono condizionati dalle direzioni tettoniche preferenziali che qui assumono uno sviluppo significativo, intensificando localmente il rapido deflusso delle acque sotterranee.

La falda si muove da monte verso valle all'interno del complesso carbonatico miocenico, fagliato e fratturato, in direzione E-SE prima di raggiungere l'area pianeggiante del Porto Grande di Siracusa; da qui l'acqua fluisce verso l'isola di Ortigia al di sotto delle argille grigio-azzurre impermeabili che, depositate al tetto della successione carbonatica, evitano la risalita della falda confinata e in pressione. Con lo stesso sistema di circolazione idrica sotterranea, diversificato e complesso, sul lato occidentale del Porto Grande (presso l'*Horst* di Cozzo Pantano), affiorano le sorgenti Testa Pisima e Testa Pisimotta, le cui portate medie (nel 1961 sino a 1260 l/s)¹⁰ sono più elevate, come in passato, di quelle in Ortigia.

Anche al di là del Porto, in corrispondenza della lunga linea di faglia (N-NO, S-SE) che rialza i calcari a formare l'isola (*Horst*) di Ortigia, termina tale contenimento, e viene favorita così la risalita della falda acquifera che dà origine alle sorgenti allineate in corrispondenza del lungomare di Ponente (evidenziate nella *Carta idrogeologica*). Dunque, anche il Bagno della Regina ha origine, come le altre risorgive, venendo meno il confinamento impermeabile dei sedimenti argillosi lungo la faglia che passa ad ovest del Castello Maniace.

L'andamento delle falde nell'area intorno al Porto Grande e verso Ortigia è rappresentato in Carta dalle *isopiezometriche*¹¹ le

¹⁰ ITALPROS, *Parco Ciane - Sistemazione sorgenti. Studi idrogeologici* (relazione finale per il Consorzio di bonifica delle paludi Lisimelie), Roma 1985, p. 37.

¹¹ Isopiezometriche: curve che, in contrapposta similitudine con le isoipse,



cui quote in condizioni normali decrescono sino allo zero in corrispondenza della linea di costa; contrariamente, nel nostro caso, già nell'entroterra si trovano ben al di sotto del livello del mare, a causa dell'intenso sovrasfruttamento. Quest'ultimo fenomeno ha determinato portate attuali delle sorgenti inferiori a quelle delle epoche passate, per esempio la Fonte Aretusa dai 400 (anno 1930) ai 251 l/s¹² (anno 2003).

La diminuzione progressiva delle portate favorisce anche un altro fenomeno tipico delle falde acquifere in aree costiere: l'insalinamento, ovvero l'ingressione delle acque marine nell'entroterra, che miscelandosi con quelle dolci ne altera il chimismo. Nel caso del cosiddetto Bagno della Regina questo fenomeno è più accentuato che nella Fonte Aretusa; infatti, da misurazioni effettuate sulla salinità totale delle acque nel febbraio 2011, risultano valori decisamente più bassi nella prima, dove si registrano circa 1000 ppm¹³, contro i 2500 ppm della seconda. Questo fenomeno è legato anche ad altri due fattori: la pressione della falda allo sbocco della Fonte Aretusa (0,65 cm sul livello del mare), più alta rispetto al Bagno della Regina; il relativo innalzamento del livello del mare, già calcolato dalla dominazione greca, che è amplificato dall'abbassamento della linea di costa¹⁴.

collegano punti rappresentativi alla stessa profondità della falda rispetto allo zero topografico.

¹² V. FERRARA, *Accertamenti sullo stato della fonte Aretusa e sulle possibili cause che ne hanno variato il regime di flusso*, giugno 2003, Report inedito redatto per il Comune di Siracusa, [s.e.], Siracusa 2003.

¹³ ppm sta per "parti per milione"; per paragone si assuma l'acqua di mare con una concentrazione salina pari a 30.000 ppm e le acque dolci pari a 300 ppm.

¹⁴ R. MIRISOLA, L. POLACCO, *Contributi alla paleogeografia di Siracusa e del territorio siracusano (VIII-V sec.)*, in «Memorie dell'Istituto Veneto di Scienze Lettere e Arti», LXVI (1996), pp. 15-17 e nn. 13-17. R. MIRISOLA, *Paleogeografia di Siracusa e cenni di urbanistica antica: influenze sulla città moderna*, in

Inoltre le misurazioni effettuate nel periodo marzo-luglio 2003 rivelano che, per le oscillazioni della falda influenzate dalle maree, le escursioni massime della superficie d'acqua al *Bagno della Regina* sono di poco superiori a una ventina di centimetri.

Le successive misurazioni integrative nel Bagno della Regina (effettuate nel Febbraio 2011) sono state poi eseguite con maggiori difficoltà per i materiali di risulta che riempiono attualmente il fondo della vasca diminuendone sensibilmente la permeabilità; l'apporto idrico viene così limitato nella capacità della falda acquifera di poter permeare attraverso il substrato roccioso del castello. Le caratteristiche chimico-fisiche delle acque, misurate dopo lo svuotamento e successiva risalita nella vasca ed eseguite con sonda multiparametrica "Hydrolab minisonda 4a", hanno dato i seguenti valori: Ph 7,8, Temperatura 12,5 °C, Conducibilità 4620 µS/cm, Potenziale REDOX 192 mV, Ossigeno disciolto 18,5 %. Per la nostra ricerca è stato determinato anche l'importante coefficiente di permeabilità del sistema vasca-substrato pari a $K=1,1 \times 10^{-4}$ cm/sec.

Questa relazione idrogeologica con i parametri fisico-chimici, che rappresentano un importante indicatore ambientale dello stato di salute della falda acquifera, conferma quindi l'appartenenza del Bagno della Regina al complesso acquifero delle sorgenti di Ortigia che fanno capo alla fonte Aretusa. La sorveglianza continua delle portate e delle caratteristiche chimico-fisiche delle sorgenti, messe in evidenza con questo studio, diventano necessarie per la salvaguardia futura di tutto il complesso idrogeologico dell'area intorno al Porto Grande di Siracusa.

La pianificazione del territorio come progetto interdisciplinare attraverso Geologia, Storia, Archeologia, a c. di S. Adorno, A. Gallitto, S. Santuccio, Siracusa 2010, pp. 29-31, nn. 6-8, 10. O. DE FIORE, *Il bradisismo negativo delle coste siracusane*, in «Atti dell'Accademia Gioenia. Memoria VIII», s. V, XII (1918), pp. 7-10.



LUCIANO ARENA

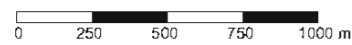
Laureato nel 1995 in Scienze Geologiche all'Università di Catania, ha conseguito l'abilitazione professionale nel 1996. Nello stesso anno ha iniziato l'attività di libero professionista nel campo della geotecnica, specializzandosi nel campo della geologia ambientale. Ha collaborato con l'Università di Catania per ricerche nel campo della sismologia storica, contribuendo alla pubblicazione di: R. Rigano, B. Antichi, L. Arena, E. Azzaro, M. S. Barbano, *Sismicità e zonazione sismogenetica in Sicilia Occidentale*, Catania 1998. E' Presidente dell'Associazione dei Geologi della Provincia di Siracusa.

Indirizzo di posta elettronica:

lucianoarena@studiotecnicoarena.it

Luciano Arena
**CARTA IDROGEOLOGICA
 DELL'AREA DEL PORTO GRANDE DI SIRACUSA**

Scala 1:25.000



- a Alluvioni recenti (Olocene) costituite da limi, sabbie e ghiaie, hanno una permeabilità medio-bassa compresa tra 10^6 e 10^8 cm/s; occupano la piana della bassa Valle dell'Anapo. Le paludi erano originariamente alimentate dalle risorgenze della falda profonda (Testa Pisima, Testa Pisimotta) e dai torrenti Cavadonna e Fontana Mortilla.
- Qm Calcareni Sabbie (a) (Pleistocene medio-sup.) con permeabilità alta compresa tra 10^2 e 10^3 cm/s; la permeabilità per porosità determina la formazione di una falda libera spesso a carattere stagionale.
- Qa Argille grigio-azzurre (b) (Pleistocene inf.), con permeabilità bassa compresa tra 10^6 e 10^7 cm/s, costituiscono lo strato che può fare da letto o da copertura al complesso carbonatico in cui scorre la falda.
- Qc Calcareni e sabbie giallastre (Pleistocene inf.) con media permeabilità alta compresa tra 10^2 e 10^3 cm/s; la permeabilità per porosità determina la formazione di una falda libera spesso a carattere stagionale.
- Ms Marna e Calcarei marnosi (Formazione Monte Carrubba del Miocene sup.) costituiscono la parte superiore del substrato calcareo dell'isola di Ortigia, dove trovano sbocco le sorgenti. La permeabilità media è di 10^7 cm/s, insieme alla Formazione Monti Climiti costituiscono l'acquifero profondo.
- Mc Complesso calcareo-calcarenitico (Formazione Monte Climiti, Membro dei Calcari di Siracusa del Miocene medio-inf.). La permeabilità media di tipo secondario ha valori di 10^7 cm/s, è caratterizzata da una forte trasmissività, favorita dalla presenza di fenomeni carsici. Rappresenta il complesso calcareo principale all'interno del quale si sviluppa e muove la falda acquifera profonda dell'area in studio.
- Cv Vulcaniti (Cretaceo sup.) a bassissima permeabilità 10^6 e 10^7 cm/s, costituiscono il substrato impermeabile della falda acquifera profonda.

Bibliografia: A. Aureli (1989) e V. Ferrara (2004)

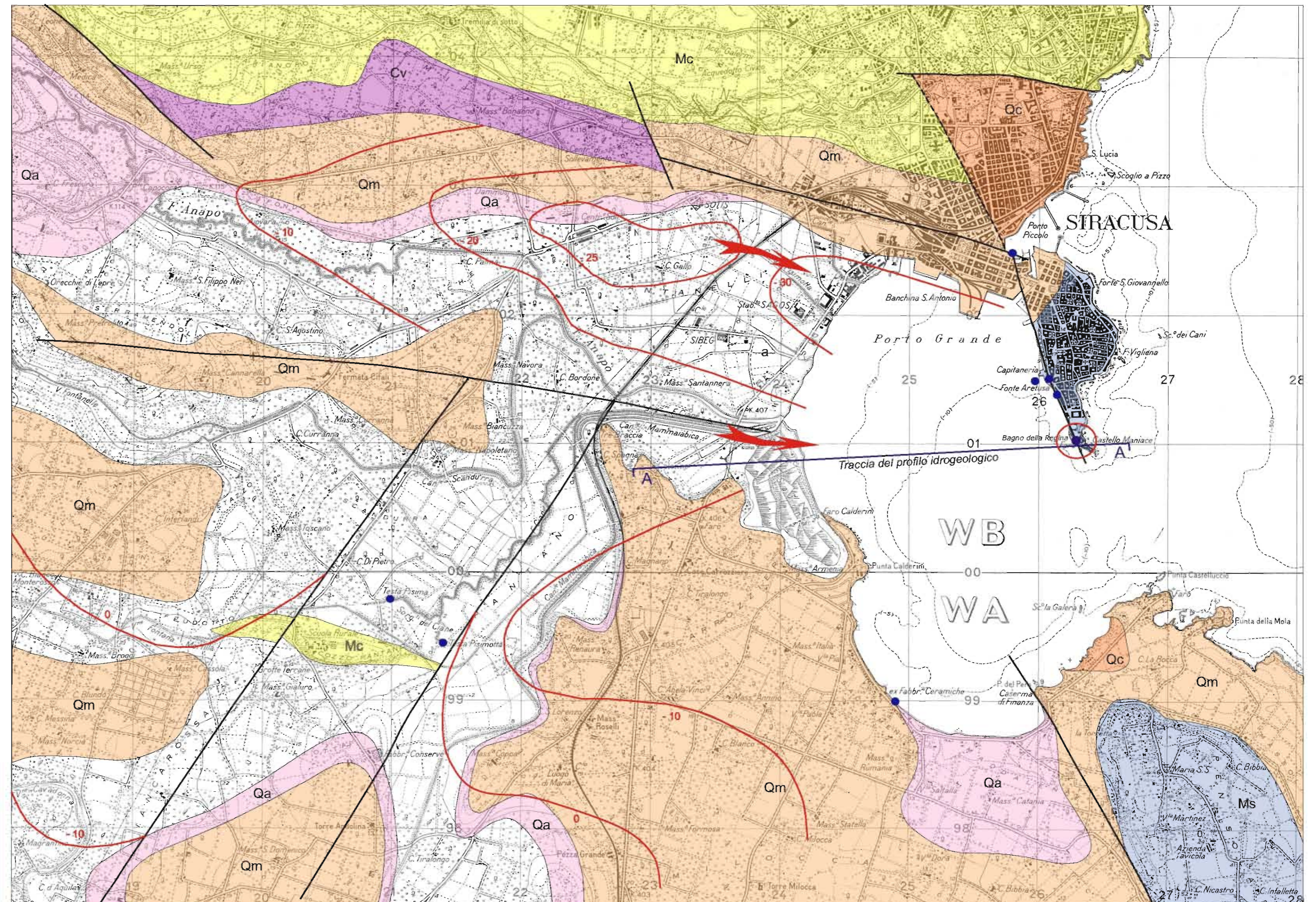
- Faglia
- Faglia presunta
- Limite tra formazioni geologiche
- Carsismo
- Sorgente
- Direzione di flusso della falda profonda
- Curva isopiezometrica e relativa quota in metri sul livello del mare (s.l.m.)
- Ubicazione del sito in studio

**PARAMETRI CHIMICO-FISICI
 acque del Bagno della Regina**

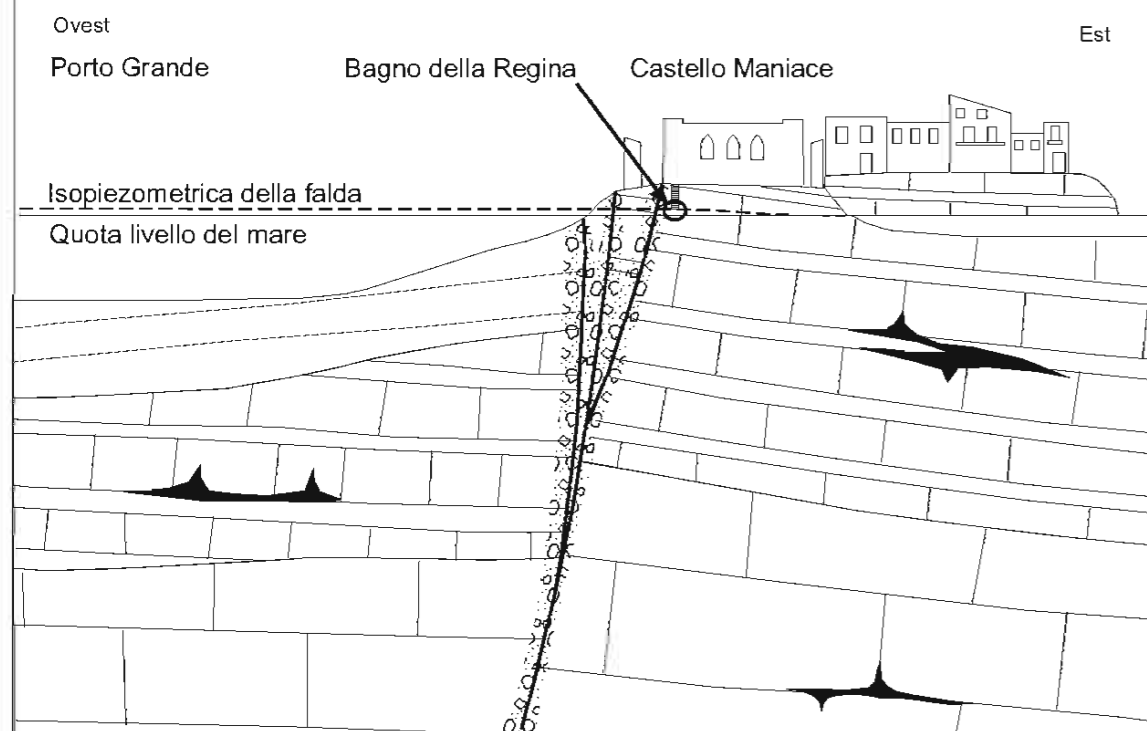
Ph = 7,8
 Temperatura = 12,5 °C
 Conduttività = 4620 μ S
 Salinità = 2500 ppm
 ORP = 192 mV
 Ossigeno disciolto = 18,5 %

Determinazioni eseguite con sonda multiparametrica Hydrolab 4a (Feb. 2011)

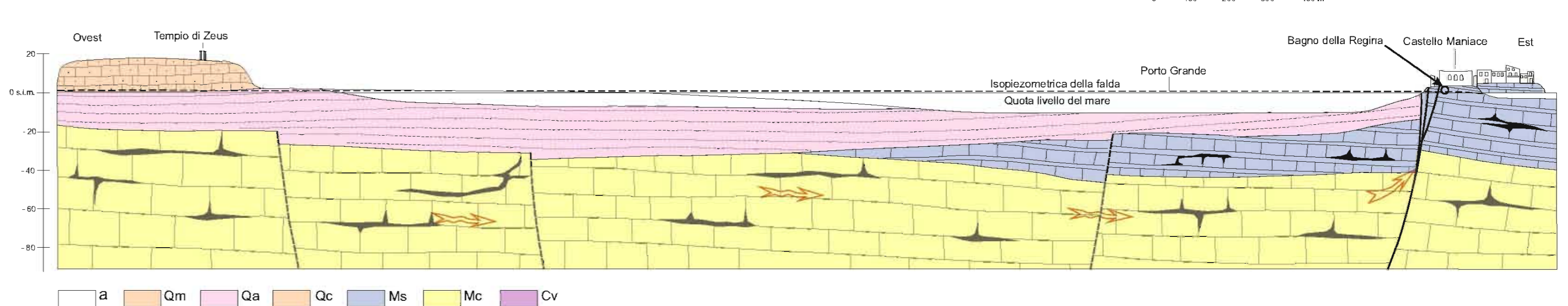
Bacino idrogeologico di appartenenza: Fiume Anapo



Particolare del profilo idrogeologico



Profilo idrogeologico A-A (scala delle lunghezze 1:10.000, scala delle altezze 1:2.000)



- a
- Qm
- Qa
- Qc
- Ms
- Mc
- Cv