

Considerazioni sull'assetto idrogeologico della piana di S. Eufemia Lamezia attraverso lo sviluppo della carta del tetto dell'acquifero confinato intermedio (Calabria Centrale)

Remarks on the hydrogeological setting of S. Eufemia Lamezia plain through the development of the top surface of the intermediate confined aquifer (central Calabria)

Enzo Cuiuli

Riassunto: La piana di S. Eufemia Lamezia, situata nella Calabria centrale, è caratterizzata dalla presenza di un acquifero multistrato. In particolare in questo lavoro viene presentato l'acquifero artesiano intermedio contenuto nelle sabbie ed arenarie plioceniche. L'acquisizione di nuovi dati litostratigrafici, relativi a perforazioni per l'approvvigionamento idrico, ha permesso di cartografare il tetto dell'acquifero confinato intermedio soggiacente nell'area di studio. La carta del tetto delle sabbie ed arenarie, qui presentata, sembra confermare i dati geologico-strutturali di superficie mostrando, anche in profondità, il condizionamento della tettonica sull'area di studio e sullo schema di circolazione idrica sotterranea. L'analisi delle stratigrafie selezionate evidenzia che l'acquifero studiato è costituito da depositi di sabbie ed arenarie plioceniche confinate al tetto da argille plioceniche. Pertanto localmente sono possibili collegamenti idraulici con l'acquifero superficiale per fenomeni di drenanza. L'alimentazione dell'acquifero studiato avviene principalmente per ricarica laterale, poiché l'orizzonte argilloso che confina al tetto l'acquifero impedisce il travaso diretto delle acque meteoriche. Tuttavia una ridotta aliquota di alimentazione dell'acquifero è dovuta alla ricarica meteorica che avviene in limitate porzioni di territorio ad est dell'area

di studio ed oltre dove affiorano le sabbie ed arenarie. Dunque il presente studio si pone l'obiettivo di migliorare la conoscenza dello schema di circolazione idrica sotterranea della piana di S. Eufemia attraverso la restituzione della carta del tetto dell'acquifero confinato intermedio che risulta poco studiato ma molto sfruttato visto che, rispetto all'acquifero freatico superficiale, risulta maggiormente produttivo e più protetto da un eventuale contaminazione per la presenza di un acquicludo/acquitardo che lo isola al tetto

Parole chiave: Piana di S. Eufemia, acquifero confinato, tettonica, schema di circolazione idrica sotterranea.

Keywords: *S. Eufemia Lamezia plain, confined aquifer, tectonics, pattern of groundwater flow,*

Abstract: *The S. Eufemia Lamezia plain, located in central Calabria, is characterized by the presence of a multi-layered aquifer. In particular, it was studied the intermediate artesian aquifer, content in the Pliocene sands and sandstones. The collection of new lithostratigraphic data, related to drilling for water supplies, allowed to draw the map of the top of intermediate artesian aquifer underlying in the study area. The top surface of sands and sandstones map, presented here, seems to confirm the structural-geological data of the surface showing, also in depth, the conditioning of tectonics on the study area and on the groundwater flow. The analysis of the selected stratigraphic data shows that the studied aquifer is constituted by Pliocene deposits of sand and sandstones, confined to the top by Pliocene clay. Therefore locally hydraulic connections with the shallow aquifer for leakage phenomena are possible. The supply of the studied aquifer happens mainly for lateral recharge because the clay horizon that borders with the top of the aquifer prevents direct transfer of rainfall recharge. However, a reduced recharge rate is due to the meteoric recharge, which is possible in limited parts of the territory to the east of the study area and over.*

Therefore, this study aims to implement the knowledge of the groundwater flow of S. Eufemia plain by returning the top intermediate confined aquifer map which, is little studied but strongly exploited because, respect to the shallow aquifer, is more productive and more protected by potential contamination due to the presence of the aquicludelaquitard which isolates it by the top.

Enzo CUIULI 
Geologo
e.cuiuli@arpacal.it
cuiuli@libero.it

Ricevuto: 16 ottobre 2015 / Accettato: 15 novembre 2015
Pubblicato online: 30 novembre 2015

This is an open access article under the CC BY-NC-ND license:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

© Associazione Acque Sotterranee 2015

Introduzione

Lo studio di sistemi idrogeologici complessi ed in particolare degli acquiferi profondi prevede diverse metodologie d'indagine. Nella letteratura nazionale ed internazionale recente in materia questi studi spesso vengono affrontati attraverso metodi geochimici poiché permettono di ricostruire la circolazione idrica sotterranea, caratterizzare il bacino di alimentazione, risalire anche ad eventuali fenomeni di mescolamento tra diversi acquiferi (La Vigna 2012). Meno frequenti sono invece gli studi di tipo idrogeologico quantitativo che cercano di capire le relazioni tra differenti acquiferi incrociando i dati di rilevamento idrogeologico e del bilancio idrologico con l'assetto geologico – strutturale dell'area di studio (La Vigna et al. 2012). Nell'ambito di questi studi la difficoltà maggiore risiede nell'effettuare il monitoraggio degli acquiferi, in primo luogo a causa della poche perforazioni profonde spesso disponibili ed in secondo luogo per la frequente artesianità dell'acquifero che obbliga all'utilizzo di particolari strumenti di misura [flange di testa, manometri, sonde multiparametriche ecc.] (La Vigna 2012). In particolare il presente lavoro che ha lo scopo di definire la carta del tetto dell'acquifero confinato intermedio della Piana di S. Eufemia Lamezia (Calabria), è stato condotto secondo un'analisi prevalentemente stratigrafica con l'ausilio d'interpolatori numerici.

La piana di S. Eufemia Lamezia è ubicata, in corrispondenza dell'omonimo golfo, lungo il versante tirrenico calabrese (Fig. 1) ed è caratterizzata dalla presenza di una complessa struttura idrogeologica composta da tre falde sovrapposte separate tra loro da orizzonti argillosi. Mediante le stratigrafie acquisite è stata restituita la carta del tetto delle sabbie ed arenarie plioceniche che corrisponde al tetto dell'acquifero artesiano intermedio, contraddistinto da risalite significative nei pozzi di captazione. Il fine ultimo del presente studio è quello di migliorare la conoscenza dello schema di circolazione idrica sotterranea della Piana di S. Eufemia Lamezia cartografando il tetto dell'acquifero confinato intermedio molto sfruttato ma poco studiato. La necessità di una conoscenza più dettagliata di quest'acquifero si deve al fatto che rispetto all'acquifero freatico superficiale quello artesiano intermedio risulta essere maggiormente produttivo e meno vulnerabile ad un'eventuale contaminazione per la presenza di un acquicludo/acquitardo che lo isola al tetto.

Inquadramento geologico – strutturale, geomorfologico ed idrogeologico

A scala regionale la Piana di S. Eufemia Lamezia ricade nel settore tirrenico del "Graben di Catanzaro" che attraversa la Calabria centrale da Est a Ovest separando il massiccio della Sila dalle Serre. Questo graben è una struttura tettonica d'importanza regionale che ricade nel più ampio e complesso contesto geologico regionale dell'Arco Calabro Peloritano (Amodio Morelli et al. 1976). Il graben è colmato da depositi plio-quadernari ed è stato generato da faglie sub-verticali con direzione prevalente WNW – ESE con una componente di trascorrenza sinistra, la quale talvolta può diventare predomi-

nante (Gulla et al. 2005). Il bordo settentrionale del graben è individuato dalla faglia, d'importanza regionale, "Gizzeria – Nicastro – Pianopoli – Marcellinara" (Sorriso-Valvo e Tansi, 1996; Gulla et al. 2005), che, con andamento WNW-ESE, interessa il settore settentrionale dell'area di studio (Fig. 1) ribassando, verso SSW, i sedimenti quadernari di riempimento della piana rispetto al dominio cristallino-metamorfico della Sila. Nel settore settentrionale dell'area di studio, a ridosso di Nicastro, Sambiasi ed oltre, la scarpata di faglia è in parte mascherata da conoidi di dimensioni rilevanti (Tortorici et al. 2002; Gulla et al. 2005). Questa struttura tettonica corrisponde ad un ampio tratto della più estesa faglia Lamezia-Catanzaro (Tansi et al. 2007) responsabile insieme ad altre importanti faglie, poste all'esterno dell'area di studio, di fenomeni di tettonica transpressiva nella Calabria centro settentrionale (Tansi et al. 2007). Di contro il bordo meridionale del graben è stato generato da due faglie meno evidenti: la "Jacurso – Copanello" e la "Maida – Case San Fantino" (Sorriso-Valvo e Tansi 1996; Cuiuli 2004; Gulla et al. 2005), orientate WNW-ESE e ribassanti verso NNE, che segnano il limite tra i litotipi cristallini del massiccio delle Serre ed i depositi plio-quadernari che colmano il graben (Sorriso-Valvo e Tansi 1996; Cuiuli 2004; Gulla et al. 2005). Questa faglia caratterizza il settore meridionale dell'area di studio (Fig. 1). Un'altra importante struttura tettonica della piana è la faglia del torrente "Zinnavo" che passa, con andamento WNW-ESE, lungo la costa in località Mortilla. Questa faglia che ribassa ulteriormente verso SSW i sedimenti quadernari di riempimento della piana è ben evidente sia perché disloca una conoide di deiezione, sia perché lungo la "scarpata di faglia" si sono impostate altre due nuove conoidi, più recenti, che testimoniano un "ringiovanimento della stessa" (Tortorici et al. 2002; Gulla et al. 2005) (Fig. 1). Il settore meridionale dell'area di studio è ulteriormente caratterizzato dalla presenza di due faglie normali, afferenti al sistema orientato NNE-SSW e N-S (Tortorici et al. 2002; Gulla et al. 2005). La prima faglia è responsabile del sollevamento del terrazzo di S. Pietro Lametino mentre la seconda disloca quest'ultimo rispetto ai settori più interni della piana su cui sorgono gli abitati di S. Pietro a Maida e di Maida (Fig. 1). La maggiore evidenza morfologica dell'attività delle faglie descritte sono i tipici indicatori morfostrutturali quali terrazzi e scarpate morfologiche, faccette triangolari ecc. (Sorriso-Valvo e Tansi 1996; Tortorici et al. 2002; Cuiuli 2004; Gulla et al. 2005). Infine ulteriore testimonianza dell'intensa attività tettonica dell'area è la "finestra tettonica" presente, lungo il torrente Bagni in località Caronte, a monte dell'abitato di Lamezia Terme - Sambiasi, (Fig. 1) in cui affiorano, rocce dolomitiche triassiche in un contesto geologico evidentemente più giovane.

I caratteri geologico – strutturali dell'area di studio sopra descritti sono stati rappresentati in figura 1, derivandoli dalla "Carta litologico-strutturale e dei movimenti in massa della Stretta di Catanzaro" (Antronico et. al. 2001) da cui sono stati inoltre determinati i litotipi di seguito riportati.

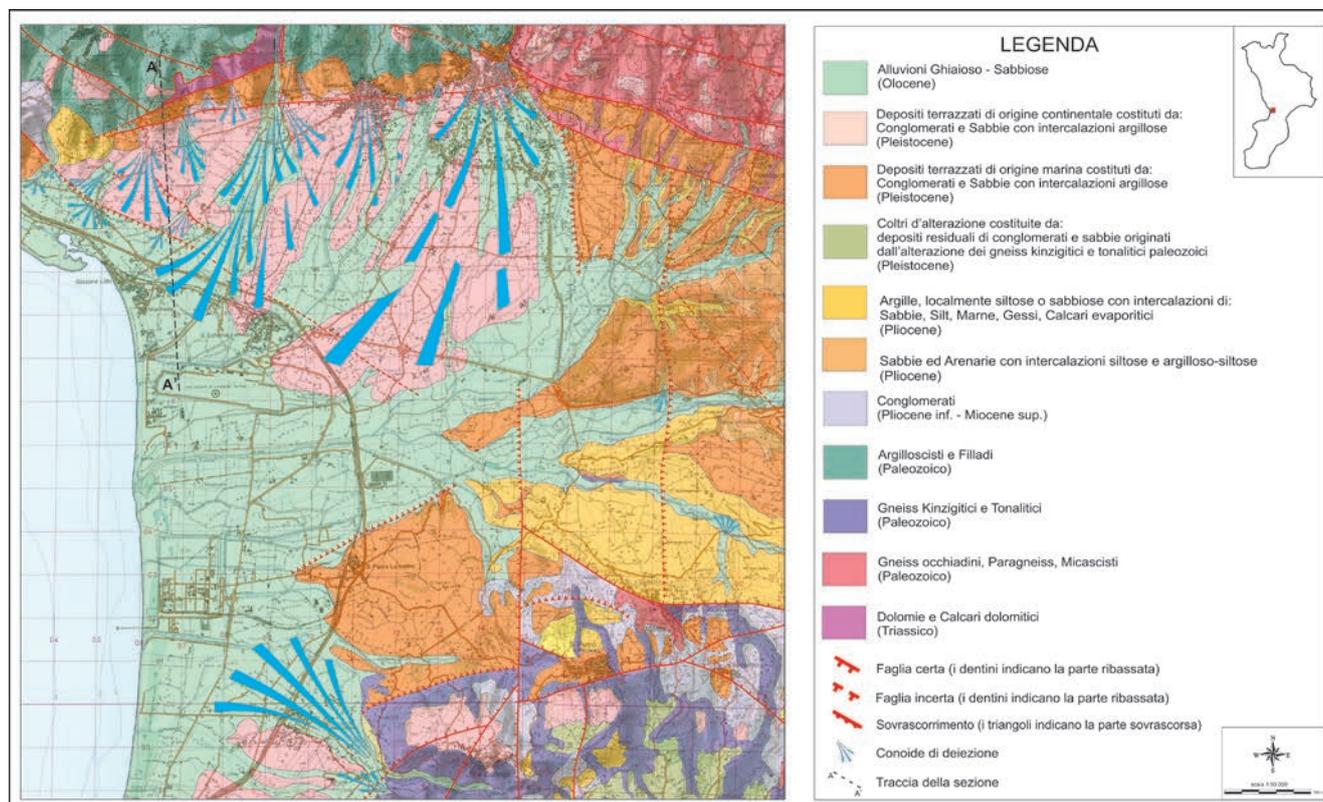


Fig. 1 - : Carta Litologica - Strutturale della Piana di S. Eufemia Lamezia (derivata da Antronico et al. (2001), modificata e ridisegnata).

Fig. 1 - Lithological and Structural map of S. Eufemia Lamezia plain (derived from Antronico et al. (2001) modified and redrawn).

Depositi Sedimentari

- Alluvioni Ghiaioso - Sabbiose (Olocene): questi litotipi sono costituiti da terreni di origine fluviale, da depositi di conoide e da sabbie eoliche.
- Depositi terrazzati (Pleistocene): sono costituiti da conglomerati e sabbie formati da ciottoli di rocce metamorfiche immersi in una matrice sabbiosa a grana grossa. Questi terreni, di origine continentale e marina, nell'insieme presentano una colorazione variabile tra il bruno ed il rossastro, un basso grado di consolidazione ed una permeabilità elevata.
- Coltri di alterazione (Pleistocene): depositi residuali di conglomerati e sabbie generati dall'alterazione dei gneiss kinzigitici e tonalitici paleozoici.
- Argille Siltose o Sabbiose (Pliocene): depositi argillosi di colore grigiastro con intercalazioni sabbiose, siltose e marnose, e lenti di gessi e calcari evaporitici. La permeabilità di questi litotipi, variabile in funzione delle percentuali d'argilla presenti, è generalmente bassa.
- Sabbie ed Arenarie (Pliocene): di colore grigio bruno hanno granulometria da media a fine; localmente presentano intercalazioni siltose ed argilloso - siltose. La permeabilità è elevata.
- Conglomerati (Pliocene inf. - Miocene sup.): questi litotipi sono costituiti da ciottoli di rocce metamorfiche arrotondati immersi in una matrice sabbiosa. Presentano una resistenza media all'erosione ed una permeabilità elevata.

Basamento Cristallino Metamorfico

- Argilloscisti e Filladi (Paleozoico): queste rocce che in affioramento si presentano fratturate e piegate con una colorazione grigiastro, se integre hanno una buona resistenza all'erosione ed una permeabilità bassa che cresce in funzione dell'aumento del grado di fratturazione.
- Gneiss Kinzigitici e Tonalitici (Paleozoico): questi litotipi si presentano in affioramento intensamente fratturati e alterati tanto da assumere talvolta l'aspetto di un sabbione grossolano. La resistenza all'erosione è bassa e la permeabilità elevata.
- Gneiss occhialini, Paragneiss, Micascisti (Paleozoico): queste rocce, in affioramento, si presentano spesso con alto grado di fratturazione e di alterazione. In generale tali litotipi hanno bassa resistenza all'erosione ed elevata permeabilità.
- Dolomie e Calcari dolomitici (Triassico): di colore grigio chiaro, affiorano in "finestra tettonica" in località Caronte presentandosi fratturate e brecciate. Queste rocce sono caratterizzate da una resistenza all'erosione da moderata ad elevata e da un'elevata permeabilità.

Dal punto di vista geomorfologico nell'intera Stretta di Catanzaro e quindi anche nell'area di studio, il motore principale delle dinamiche geomorfologiche è la tettonica. Infatti, lungo il bordo settentrionale del graben, a ridosso della piana di S. Eufemia Lamezia, è evidente il generale motivo a gradinata dovuto al rigetto delle faglie sub-verticali che hanno dislocato

i vari settori della piana. Procedendo da monte verso valle, la morfologia dell'area di studio può essere schematicamente sintetizzata secondo la sezione geologica semplificata di figura 2, orientata N-S.

I rilievi montuosi della Sila degradano verso mare con superfici terrazzate d'origine marina, dislocate per effetto delle vicissitudini tettoniche subite dall'intera area, per poi lasciar posto alle ampie ed estese conoidi che insistono in prossimità delle maggiori frazioni di Lamezia Terme (Nicastro, Sambiasi) ed oltre e che ricoprono i depositi terrazzati d'origine continentale. Successivamente si passa invece ai depositi alluvionali.

Dal punto di vista Idrogeologico, lo schema generale di circolazione idrica sotterranea, ipotizzato in base ai dati disponibili, è articolato in:

- Un acquifero superficiale non confinato che ha sede nei depositi alluvionali, nei fondo valle e nei depositi sabbiosi costieri (Cas.Mez. 1978; Cuiuli 2012), ed è caratterizzato da una piezometria compresa tra i 200 m e i 2,5 m dal livello del mare (Cuiuli 2012);
- Un acquifero intermedio in pressione, oggetto del presente studio, confinato al tetto ed al letto che ha sede nei depositi Sabbioso - Arenacei pliocenici posti a profondità comprese i 160 m e i - 280 m circa dal livello del mare;
- Un acquifero profondo attestato a profondità maggiori (oltre i - 300 m di profondità dal livello del mare) su cui al momento si hanno pochi dati.

Metodologia e risultati

L'acquisizione di nuovi dati litostratigrafici, relativi a perforazioni per ricerca idrica, realizzati nella piana, ha consentito di migliorare la conoscenza relativa all'acquifero artesiano intermedio, attraverso la restituzione della carta del tetto delle sabbie ed arenarie plioceniche (Fig. 3) sede dell'acquifero confinato in oggetto. Purtroppo le stratigrafie censite si riferiscono a pozzi di captazione della falda che nella totalità dei casi si attestano nell'acquifero intermedio senza mai attraversarlo. Pertanto non è stato possibile determinare anche la profondità del letto delle sabbie ed arenarie. Lo studio condotto può essere schematicamente suddiviso in 7 fasi:

- Analisi e ricostruzione, in base a dati di letteratura, dell'assetto litologico-strutturale dell'area di studio e dello schema generale di circolazione idrica sotterranea della Piana di S. Eufemia Lamezia;
- Analisi delle stratigrafie di 120 pozzi perforati, a vario titolo, da soggetti pubblici e privati per l'approvvigionamento idrico a scopo irriguo e potabile;
- Verifica delle stratigrafie censite attraverso confronto diretto tra pozzi limitrofi. Questa fase ha portato all'individuazione ed all'eliminazione delle stratigrafie errate, ottenendo il set di dati (102 stratigrafie di pozzi) che costituisce il database utilizzato per la costruzione della carta del tetto dell'acquifero confinato oggetto di studio (Fig. 3).
- Individuazione, per ogni stratigrafia selezionata, della profondità del tetto delle sabbie ed arenarie che corrisponde al tetto dell'acquifero artesiano intermedio. Le quote sono state rapportate al livello del mare (s.l.m.).
- Costruzione delle isobate del tetto delle sabbie ed arenarie (Fig. 3) mediante l'interpolazione delle profondità rilevate dalle stratigrafie con metodo geostatistico (Kriging), utilizzando a tal fine un software commerciale (Surfer rel. 8.0).
- Interpretazione geologico-strutturale, ai fini del presente studio, della carta del tetto dell'acquifero (Fig. 3) e verifica delle faglie tracciate per confronto diretto con dati di letteratura (Antronico et al. 2001; Tansi, et.al. 2007; Tortorici et al. 2002) e con i profili sismici (AGIP 1979) disponibili.
- Analisi/interpretazione dei dati litostratigrafici censiti e costruzione dei profili geologici (Figg. 4, 5).

Dallo studio condotto si evince, il controllo strutturale sulla geometria dei corpi acquiferi. La carta litologico-strutturale (Fig. 1) mostra l'influenza della tettonica sulla geomorfologia dell'area. Le faglie rappresentate in carta e descritte in precedenza hanno dislocato i vari settori della piana ribassandoli. La depressione tettonica è stata poi successivamente riempita con sedimenti marini e continentali che depositandosi hanno dato origine all'attuale piana di S. Eufemia Lamezia. La carta del tetto delle sabbie ed arenarie (Fig. 3), sembra confermare i dati geologico-strutturali di superficie. Infatti si evidenzia,

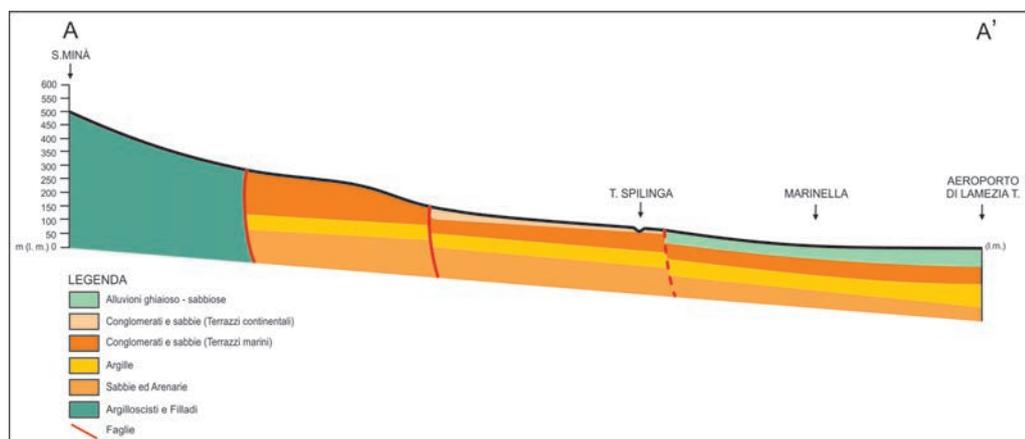


Fig. 2 - Sezione geologica schematica della piana di S. Eufemia Lamezia.

Fig. 2 - Schematic geological section of S. Eufemia Lamezia plain.

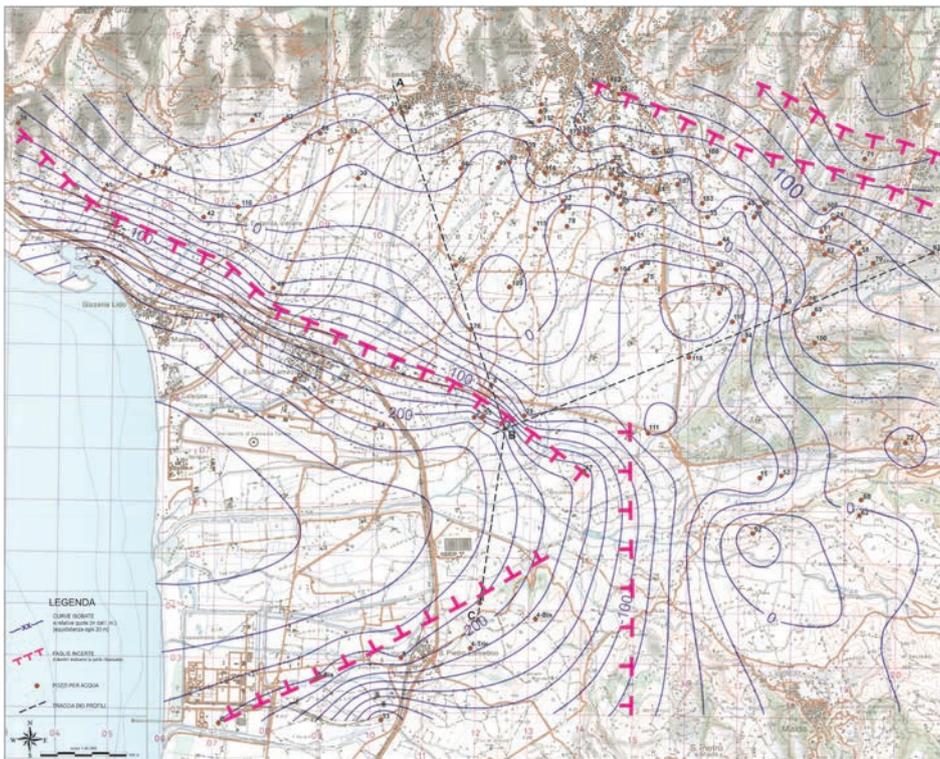


Fig. 3 - Carta del tetto dell'acquifero confinato intermedio della Piana di S. Eufemia Lamezia con ubicazione dei pozzi censiti.

Fig. 3 - Top of intermediate confined aquifer map of S. Eufemia Lamezia plain with the location of surveyed wells.

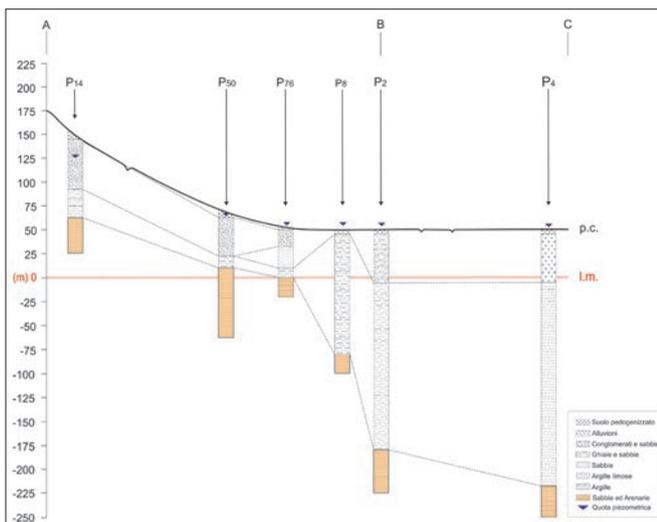


Fig. 4 - Profilo geologico A-B-C (NNO -SSE-SSO).

Fig. 4 - Geological profile A-B-C (NNW -SSE-SSW).

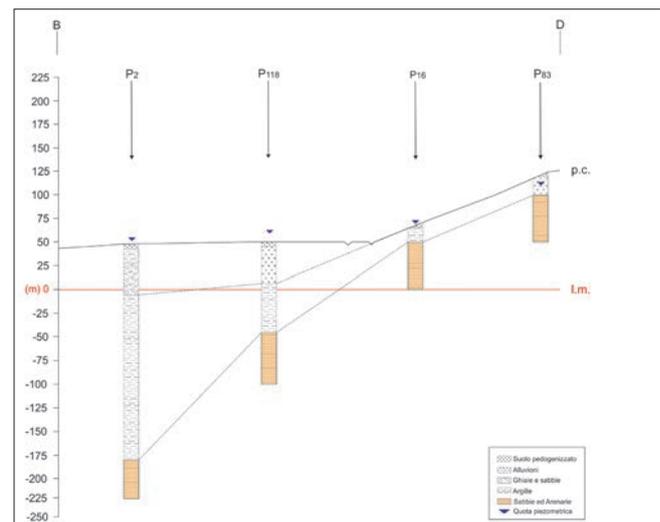


Fig. 5 - Profilo geologico B-D (OSO - ENE).

Fig. 5 - Geological profile B-D (WSW - ENE).

anche in profondità, il condizionamento della tettonica sull'area di studio e sull'assetto idrogeologico di quest'ultima. Le faglie hanno obliterato i litotipi profondi modellando i depositi di sabbie ed arenarie, sede dell'acquifero confinato oggetto di studio, condizionando lo schema di circolazione idrica sotterranea della Piana. L'acquifero intermedio risulta dislocato a profondità differenti al di sotto della piana; infatti soggiace ad una maggior profondità, rispetto al livello del mare, lungo la costa ed una minore profondità nelle aree più interne della piana ed a ridosso dei rilievi collinari. In particolare il settore più profondo dell'acquifero è delimitato da tre faglie che determinano la maggiore profondità rispetto al contesto. Queste

faglie sono: la faglia di "Zinnavo" orientata WNW-ESE, la faglia di "S. Pietro Lametino" orientata NNE-SSW, e la faglia orientata N-S che rappresenta il segmento settentrionale di una più estesa lineazione tettonica che interessa principalmente il bordo meridionale del graben di Catanzaro oltre la piana di S. Eufemia Lamezia.

Nel settore settentrionale interno della piana l'andamento del tetto dell'acquifero (Fig. 3) evidenzia la presenza di due faglie parallele orientate NNW-ENE. La prima, più a Nord, corrisponde ad un tratto della faglia d'importanza regionale "Gizzeria - Nicastro - Pianopoli - Marcellinara" la seconda è una faglia gemella associata alla precedente.

Per ciò che concerne la struttura dell'acquifero l'analisi delle stratigrafie censite conferma l'assetto ipotizzato dai dati in bibliografia, ovvero che lo stesso è costituito da depositi di Sabbie ed Arenarie plioceniche caratterizzate da una granulometria da media a grossolana, tamponate al tetto da uno strato argilloso che separa l'acquifero superficiale da quello intermedio. In particolare questo strato è costituito da argille plioceniche, localmente limose e sabbiose, di spessore variabile tra i 10 m ed i 200 m a seconda dei settori della piana (Figg. 4 e 5). La presenza di un orizzonte argilloso di confinamento al tetto dell'acquifero rende la falda in pressione, con significative risalite del livello piezometrico nei pozzi della piana, in alcuni casi anche al di sopra del piano campagna, come rappresentato nei profili geologici elaborati (Figg. 4, 5) e riportato in tabella 1. Tuttavia il grado di permeabilità delle argille può aumentare localmente, in funzione delle percentuali di sabbia e limo presenti, generando, in queste lenti, limitati fenomeni di drenanza tra i due acquiferi. Inoltre sono possibili collegamenti idraulici tra le falde per risalite d'acqua lungo le faglie presenti nell'area di studio. L'esistenza di interazioni, a piccola scala, tra la falda superficiale e quella intermedia è stata osservata anche da altri autori (Sappa e Bianchini 1999) attraverso l'utilizzo di metodi termo-conduttimetrici. Per ciò che concerne l'alimentazione dell'acquifero artesiano intermedio questa si suppone avvenga principalmente per ricarica laterale visto il suo confinamento che impedisce il travaso diretto delle acque meteoriche. In particolare i recapiti sono provenienti da altri complessi idrogeologici in contatto laterale, quali gli argilloscisti e le filladi, i gneiss ed i micascisti che bordano l'area in esame. Queste rocce, come già dettagliato in precedenza, si presentano intensamente tettonizzate. Pertanto le acque meteoriche, filtrando attraverso le fratture di queste rocce nelle zone di affioramento, riescono a permeare in profondità al di sotto dello strato argilloso di confinamento alimentando così l'acquifero artesiano sottostante. Tuttavia una ridotta aliquota di alimentazione del corpo idrico sotterraneo è dovuta, alla ricarica meteorica che avviene in limitate porzioni di territorio ad est dell'area di studio ed oltre, dove le sabbie ed arenarie sono presenti in affioramento. Quanto descritto viene sintetizzato nel modello concettuale di circolazione idrica sotterranea di figura 6.

Tab. 1 - Livelli di falda dei pozzi indicati profili A-B-C (Fig. 4) e B-D (Fig. 5).

Tab. 1 - Groundwater level of wells indicated in the profiles A-B-C (Fig. 4) e B-D (Fig. 5).

ID POZZI	LIVELLO DI FALDA (m da p.c.)
P2	+ 2,75
P4	+1,50
P8	+3,75
P14	-25,40
P16	+1,02
P50	+3,50
P76	+1,77
P83	-10,90
P118	+8,70

Dagli elementi estrapolati dalla banca dati meteorologica regionale, disponibile in rete all'indirizzo <http://www.cfdcalabria.it>, è stato determinato l'andamento pluviometrico della piana, graficando il valor medio mensile delle piogge nel periodo di osservazione disponibile. In particolare per l'area di studio esistono i dati relativi alle stazioni termo-pluviometriche di S. Eufemia Lamezia, attiva dal 1932 al 2001, e di S. Eufemia Palazzo, attiva dal 2001 al 2015. Essendo queste due stazioni vicine tra loro i dati estrapolati sono stati graficati considerando un unico complessivo intervallo temporale: 1932 – 2015 (Fig. 7). Dall'andamento del grafico di figura 7 si evince che il regime pluviometrico dell'area di studio è contraddistinto da un massimo ed un minimo corrispondenti alle stagioni invernali ed estive. Infatti l'assetto climatico della regione presenta autunni ed inverni mediamente freddi ma piovosi ed estati calde con lunghi periodi siccitosi. Pertanto gli apporti meteorici, nella zona di studio, sono più abbondanti nei periodi piovosi dell'anno (Ottobre – Marzo) tendendo progressivamente a scemare sino a raggiungere periodi poco o per nulla piovosi nei mesi estivi (Luglio – Agosto). Questa distribuzione stagionale delle piogge genera un picco pluviometrico in autunno-inverno (Fig. 7). Di contro sempre nell'acquifero superficiale ed in quelli limitrofi, durante l'estate, con maggior evidenza verso la fine della stagione, gli effetti

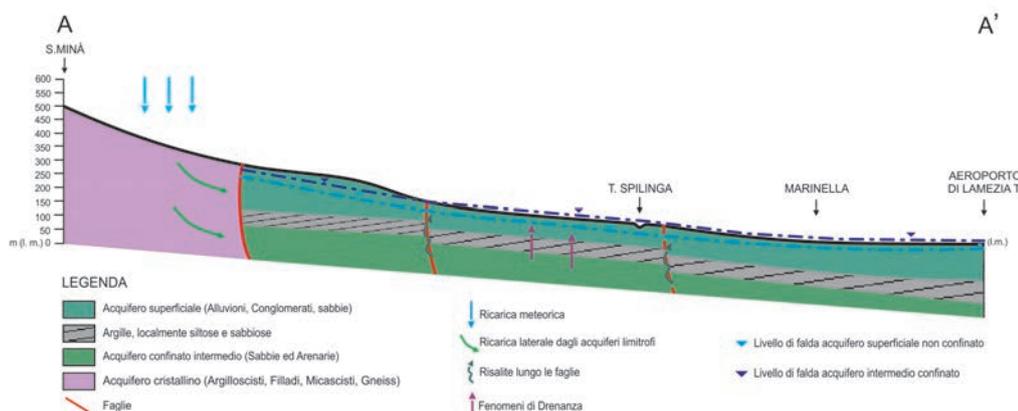


Fig. 6 - Modello idrogeologico concettuale dell'area di studio.

Fig. 6 - Conceptual model of study area.

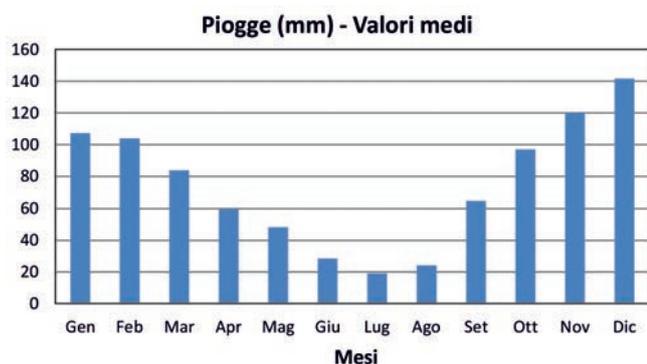


Fig. 7 - Andamento pluviometrico dell'area di studio. Stazioni termopluviometriche di S. Eufemia Lamezia. (1932-2001) e di Lamezia Terme Palazzo (2001-2015).

Fig. 7 - Rainfall trend of study area (1932-2001). Meteorological station of S. Eufemia Lamezia.

negativi della scarsità di piogge portano, a registrare un minimo pluviometrico. Pertanto, visto il modello idrogeologico concettuale ipotizzato (Fig. 6), è presumibile uno stretto rapporto tra le variazioni pluviometriche stagionali nelle aree di ricarica (che sono per lo più al di fuori della zona di studio) e le variazioni di pressione nell'acquifero confinato in oggetto e quindi, sebbene al momento non sia abbiano dati al riguardo, si ipotizzano variazioni di piezometria tra stagione piovosa e siccitosa. Si precisa che sulla variazione piezometrica estiva influiscono in generale, oltre alle cause naturali descritte, anche cause antropiche derivanti da un emungimento incontrollato dei pozzi, per uso agricolo e civile che risulta più intenso nei mesi estivi. Infatti la piana di S. Eufemia Lamezia è caratterizzata dalla presenza di numerosi stabilimenti per attività produttive, un significativo numero di aziende agricole, florovivaistiche, e zootecniche in gran parte dotate di pozzi di emungimento ad uso irriguo/civile a cui si somma presenza, lungo la costa di insediamenti turistici ed abitazioni private dotate anch'essi di pozzi ad uso irriguo/civile.

Conclusioni

L'acquisizione di nuovi dati litostratigrafici ha permesso di cartografare dettagliatamente il tetto dell'acquifero artesiano intermedio della piana. Dallo studio condotto si evince il controllo strutturale sull'assetto geometrico degli acquiferi presenti nell'area di studio. In particolare la carta del tetto delle sabbie ed arenarie (Fig. 3), mostra come questa superficie sia dislocata a profondità differenti al di sotto della piana. Dalla carta si rileva che il settore più profondo dell'acquifero, è delimitato da faglie che determinano la maggiore profondità rispetto al contesto.

Per ciò che concerne la struttura dell'acquifero studiato, l'analisi delle stratigrafie censite conferma che questo è costituito da depositi di sabbie ed arenarie plioceniche, mentre lo strato che lo isola dall'acquifero superficiale è costituito da argille plioceniche, localmente limose e sabbiose. Queste confinano al tetto l'acquifero intermedio rendendolo in pressione con significative risalite nei pozzi della piana, talvolta anche al di sopra del piano campagna. Tuttavia sono presenti localmente

collegamenti idraulici tra i due acquiferi per fenomeni di drenanza. Sono inoltre possibili interazioni tra gli acquiferi per risalite d'acqua lungo le faglie che interessano l'area esaminata. L'alimentazione dell'acquifero artesiano intermedio, avviene principalmente per ricarica laterale proveniente da altri complessi idrogeologici che bordano l'area in esame e per una modesta aliquota per ricarica meteorica diretta. L'alternanza stagionale di periodi piovosi e siccitosi induce, nell'acquifero superficiale e nei complessi idrogeologici limitrofi, un massimo ed un minimo pluviometrico rispettivamente a fine inverno – primavera ed alla fine della stagione estiva. Pertanto visto il modello concettuale ipotizzato (Fig. 6), si suppongono variazioni di piezometria tra la stagione invernale e quella estiva.

In conclusione quindi, con il presente studio, si è voluto contribuire ad implementare le conoscenze idrogeologiche dell'acquifero multistrato sottostante nella Piana di S. Eufemia Lamezia attraverso la restituzione della carta del tetto dell'acquifero artesiano intermedio contenuto nelle sabbie ed arenarie plioceniche. Quest'acquifero infatti al momento risulta poco studiato e molto sfruttato poiché è più produttivo dell'acquifero freatico superficiale e con una migliore qualità delle acque vista la sua "protezione" ad opera di un acquicludo/acquitardo continuo che lo protegge da eventuali contaminazioni. Pertanto la carta elaborata, sopra descritta, potrà trovare molteplici applicazioni nello studio delle dinamiche della falda, per diversi scopi applicativi.

Ringraziamenti: Si ringrazia il Dr. Giulio Riga per i dati forniti.

BIBLIOGRAFIA

- AGIP (1979). Rapporto finale relativo all'attività svolta nel permesso di ricerca S. Eufemia – Lamezia (Calabria) "Final report on the activity carried out in the exploration permit S. Eufemia – Lamezia (Calabria)". Progetto VIDEPI (2009-2015) – Ministero dello Sviluppo Economico, Società Geologica Italiana, Assomineraria. <http://unmig.sviluppoeconomico.gov.it/videpi>. Citato Luglio 2015.
- Amodio Morelli, L., Bonardi G., Colonna V., Dietrich D., Giunta G., Ippolito F., Liguori V., Lorenzoni S., Paglionico A., Perrone V., Picarreta G., Russo M., Scandone P., Zanettin-Lorenzoni E., Zuppetta A. (1976). L'Arco Calabro-Peloritano nell' orogene Appenninico - Magrebide "The Calabrian-Peloritani Arc in the Apennine-Maghrebian chain". Mem. Soc. Geol. It.,17: 1- 60.
- Antronico L., Tansi C., Sorriso-Valvo M., Gullà G. (2001). Carta litologica – strutturale e dei movimenti in massa della Stretta di Catanzaro (Sc.: 1:50.000) "Lithological - structural and mass movements map of Catanzaro graben". CNR – GNDCI, linea 2 – previsione e prevenzione di eventi franosi a grande rischio, U.O. 2.56, (Publ. 2119), Selca – Firenze. Arpacal
- Centro Funzionale Multirischi – Banca dati meteoridrologici (2015). Piogge e Temperature mensili delle stazioni meteoridrologiche di S. Eufemia Lamezia e di S. Eufemia Palazzo "Monthly rainfall and temperature of the meteorological station of S. Eufemia Lamezia and S. Eufemia Palazzo". <http://www.cfd.calabria.it>. Citato Luglio 2015.
- Cassa per il Mezzogiorno (1978) Studio organico delle risorse idriche in Calabria - Atlante delle carte piezometriche e della qualità delle acque (1:25,000). "Organic study of water resources in Calabria - Atlas of piezometric and water quality maps". Poligrafica & Cartevalori – Ercolano (NA).
- Cuiuli E. (2004). Studio dell'influenza dei caratteri strutturali sulla geomorfologia dell'area compresa tra Il fiume Amato, monte Contessa e monte Covello (Calabria) "Study of the influence of structural characters on the geomorphology of the area between the Amato river, mount Contessa and mount Covello (Calabria) ". *Geologia dell'Ambiente*, 4: 9 – 15.
- Cuiuli E. (2012). Contributo alla conoscenza delle caratteristiche idrogeologiche della Piana di S. Eufemia Lamezia (Calabria) – Primi Risultati "Contribution to the knowledge of hydrogeological characteristics of S. Eufemia Lamezia plain (Calabria) - first results". *Acque Sotterranee*, 127: 19 - 32.
- Cuiuli E. (2013) La carta della vulnerabilità intrinseca dell'acquifero superficiale della Piana di S. Eufemia Lamezia (Calabria) "The groundwater intrinsic vulnerability map of S. Eufemia Lamezia plain (Calabria) *Acque Sotterranee*, 132/2: 15 - 23. doi: 10.7343/AS – 027 - 13
- Gulla G., Antronico L., Sorriso – Valvo M., Tansi C. (2005). Proposta metodologica per la valutazione di indicatori di pericolo e rischio frana a scala intermedia: L' area della stretta di Catanzaro (Calabria – Italia) "Methodological proposal for the evaluation of indicators of landslide hazard and risk to intermediate scale: The area of the Catanzaro graben (Calabria - Italy)". *Geologica Romana*, 38: 97- 121.
- La Vigna F. (2012). Relazioni ed interferenze tra acquiferi profondi e superficiali "Relationships between deep and shallow acqifers" *Acque Sotterranee*, 1/2012: 71 – 72. doi: 10.7343/AS-006-12-0006
- La Vigna F., Mazza R. e Capelli G. (2012). Detecting the flow relationships between deep and shallow aquifer in an exploited groundwater system, using long-term monitoring data and quantitative hydrogeology: the Acque Albule basin case (Rome, Italy). *Hydrogeological Processes*, 27/2013: 3159 – 3173 in *Hydrogeological Processes*, John Wiley & Sons, Ltd. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/hyp.9494/abstract>. doi 10.1002/hyp.9494. Citato Ottobre 2015
- Sappa G. e Bianchini B. (1999). Caratterizzazione idrogeologica della Piana di S. Eufemia con l'ausilio di metodi termocoduttimetrici "Hydrogeological characterization of the S. Eufemia plain using thermoconductometric methods". *Ingegneria e Geologia degli Acquiferi*, 13: 19 – 29
- Sorriso-Valvo M. e Tansi C. (1996). Carta delle grandi frane e deformazioni gravitative profonde di versante della Calabria "Map of the large landslides and deep-seated gravitational slope deformations of Calabria". Selca Firenze.
- Tansi C., Muto F., Critelli C., Iovine G. (2007): Neogene – Quaternary strike-slip tectonics in the central Calabrian arc (southern Italy). *Journal of Geodynamics*, 43: 394 – 414. doi: 10.1016/j.jog.2006.10.006
- Tortorici G., Bianca M., Monaco C., Tortorici L., Tansi C., De Guidi G., Catalano S. (2002) Quaternary normal faulting and marine terracing in the area of Capo Vaticano and S. Eufemia Plain (Southern Calabria). *Studi Geologici Camerti – nuova serie*, 1: 156 – 171