

REGIONE  
ABRUZZO



# REGIONE ABRUZZO



**GRAN GUIZZA S.p.A.**

Località Valle Reale S.S. 17 POPOLI – PE

STABILIMENTO ACQUA MINERALE GRAN GUIZZA S.p.A.  
CONCESSIONE MINERARIA "VALLE REALE"

VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE CONCESSIONE PER  
LO SFRUTTAMENTO ACQUA MINERALE "VALLE REALE"  
COMUNI DI POPOLI E SAN BENEDETTO IN PERILLIS

## Relazione integrativa su assetto idrogeologico ed area di salvaguardia

Allegati:

TAV.A\_ Idrogeologica\_Gran Guizza\_VIA.pdf

TAV.B\_ Area di salvaguardia\_Gran Guizza\_VIA.pdf

TAV.C\_Analisi Ortofoto\_Gran Guizza\_VIA.pdf

TAV.D\_Produttori potenziali di inquinamento dei corpi idrici  
sotterranei\_Gran Guizza\_VIA.pdf



Progettista: Dott. Geol. Davide Fierro



Data:

Gen. 2020

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO GENERALE.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 IDROSTRUTTURE CARBONATICHE DEI MONTI DEL GRAN SASSO E DEL MONTE SIRENTE (TAV. A) .....</b>	<b>4</b>
<b>3. ASSETTO IDROGEOLOGICO DELL'AREA DI STUDIO "VALLE REALE" (TAV. A) .....</b>	<b>8</b>
<b>3.1 DIREZIONE PRINCIPALE DI DEFLUSSO DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI E RICOSTRUZIONE DELLA MORFOLOGIA DELLA FALDA LOCALE (TAV. A).....</b>	<b>10</b>
<b>4. AREA DI SALVAGUARDIA "VALLE REALE" (TAV. B) .....</b>	<b>12</b>
<b>5. IMPATTO ANTROPICO .....</b>	<b>13</b>
<b>5.1 EVOLUZIONE STORICA DELL'AREA DI STUDIO (TAV. C).....</b>	<b>13</b>
<b>5.2 PRODUTTORI POTENZIALI DI INQUINAMENTO DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI (TAV. D) .....</b>	<b>13</b>
<b>6. QUALITA' DELLE ACQUE DEI POZZI VALLE REALE .....</b>	<b>14</b>
<b>6.1 STIMA DELLA VELOCITÀ DI PERMEAZIONE DI IDROCARBURI (C&gt;12) IN ROCCE CARBONATICHE.....</b>	<b>16</b>
<b>ALLEGATI .....</b>	<b>21</b>

## **1. PREMESSA**

Il presente documento rappresenta una integrazione allo Studio di Impatto Ambientale relativo alla concessione per lo sfruttamento delle acque minerali *Valle Reale* da parte di Gran Guizza S.p.A. nei Comuni di Popoli e San Benedetto in Perillis. Tale integrazione, a supporto degli elaborati *06\_SIA "Proposta di area di Salvaguardia ai sensi della L.R. 15/2002"* e *08\_SIA "Integrazione allo Studio Idrogeologico Generale"* presentati nel mese di Maggio 2019, si pone l'obiettivo di descrivere dettagliatamente il contesto idrogeologico generale e locale su cui insiste l'area oggetto di questo studio, che è rappresentata dall'area di salvaguardia ambientale individuata ai sensi della L.R. 15/2002. Pertanto è stato possibile definire le aree di ricarica diretta per i corpi idrici sotterranei che alimentano gli acquiferi locali e produrre un'analisi di vulnerabilità delle matrici ambientali considerando l'impatto antropico ivi presente. Inoltre, il patrimonio disponibile di dati storici di analisi chimiche sulle acque prelevate dai pozzi *Valle Reale* ha permesso di mettere in connessione i dati analitici dell'acquifero di coltivazione con la presenza di produttori potenziali di inquinamento dei corpi idrici sotterranei individuati e ha consentito di stabilire, attraverso l'invarianza dei parametri, la non correlazione fra la qualità delle acque sotterranee e l'utilizzo del territorio.

## 2. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO GENERALE

Il territorio abruzzese presenta, dal punto di vista idrogeologico, un'importante risorsa idrica sotterranea ripartita con modalità differenti in quattro diversi ambienti geologici, associati principalmente alle diverse caratteristiche di permeabilità dei depositi sedimentari presenti: le dorsali carbonatiche, i fondovalle fluviali, le conche intramontane e le aree terrigene.

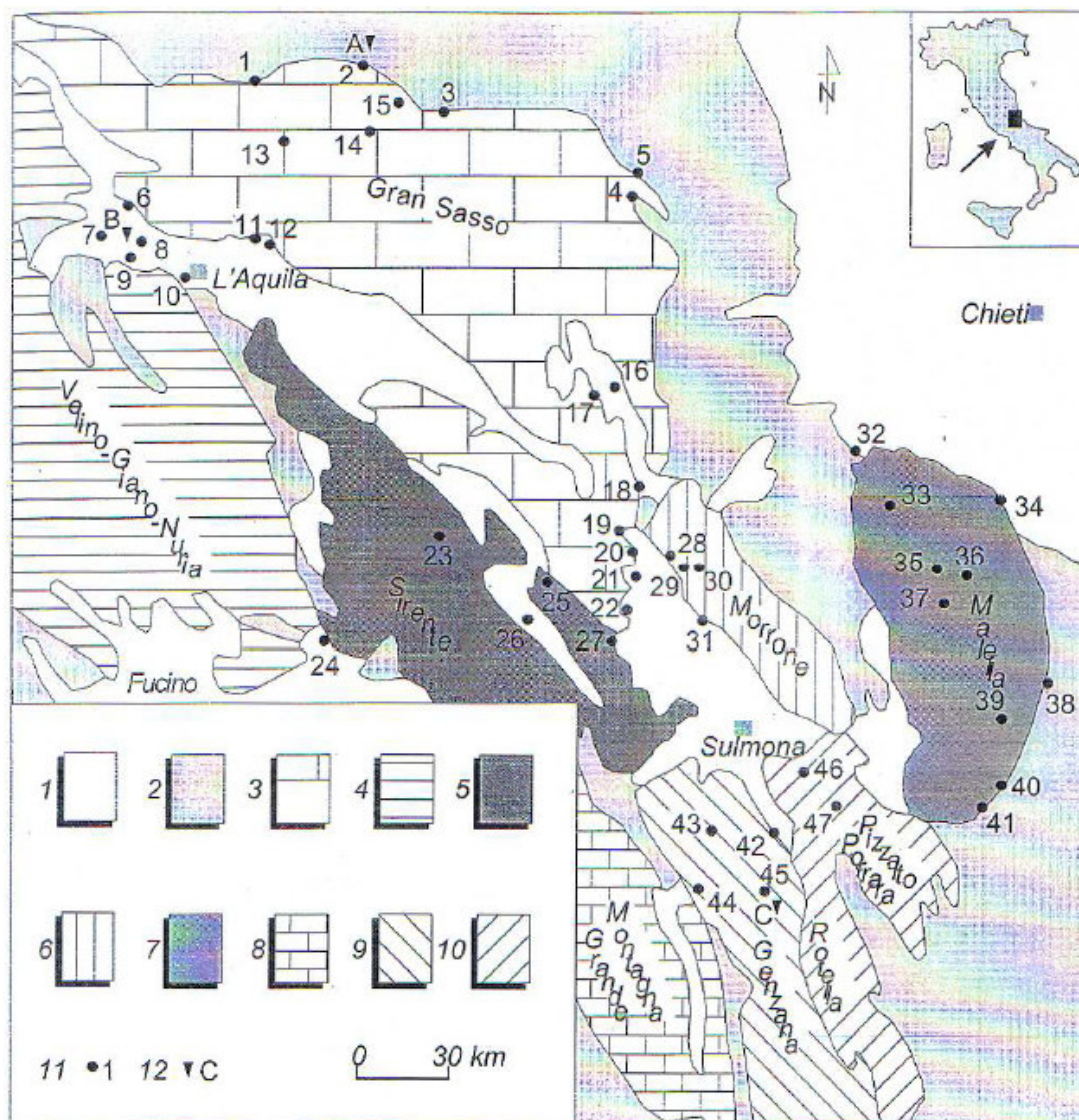


Fig. 1 - Schema idrogeologico d'Abruzzo. 1 - Depositi continentali e marini quaternari (aquitardo); 2 - depositi torbiditici terrigeni di avanfossa e argille varicolori (aquiclude). Idrostrutture carbonatiche: 3 - Gran Sasso; 4 - Velino - Giano - Nuria; 5 - Sirente; 6 - Morrone; 7 - Maiella; 8 - Montagna Grande; 9 - Genzana; 10 - Pizzalto - Porrara - Rotella. 11 - sorgenti. 12 - C. (tratto da Barbieri et al., 2003).

Gran parte delle risorse idriche sotterranee del territorio abruzzese è contenuta all'interno degli acquiferi fessurati delle dorsali carbonatiche del meso-cenozoico, nei quali la circolazione idrica superficiale risulta ridotta, se non addirittura assente. Infatti, l'infiltrazione verso il fondo, avviene in modo rapido, attraverso un complesso sistema di fratture e/o forme carsiche superficiali e profonde. La presenza di conche endoreiche nel territorio abruzzese, infatti, sono la risultante di un'azione combinata riferita alla tettonica e al carsismo; all'interno delle conche, le acque si concentrano in laghetti stagionali e vengono assorbite periodicamente con infiltrazione secondaria, dagli inghiottitoi o da

microfratture connesse tra loro. In base alle differenti modalità di percorso le acque di infiltrazione efficace possono essere considerate acque a circolazione attiva, se interessano zone poco profonde con un tempo di permanenza nel sottosuolo relativamente breve oppure acque di fondo che raggiungono maggiori profondità con un tempo di permanenza nel sottosuolo abbastanza lungo. La portata dei corsi d'acqua nei periodi di magra è infatti assicurata dalle emergenze delle acque di fondo, le quali presentano una regolarità stagionale di deflusso e si prestano ad un loro diretto sfruttamento idropotabile e irriguo, presentando ottimali caratteristiche quantitative e qualitative. I principali fattori che condizionano il movimento delle falde di base sono rappresentati dalle discontinuità strutturali importanti (faglie dirette, faglie inverse e sovrascorrimenti) e dai contatti stratigrafici tra litotipi a "permeabilità relativa" sostanzialmente diversa. In generale ciò che influenza maggiormente la circolazione idrica di base dei massicci carbonatici è il contatto tra acquifero fessurato e/o carsificato e la cintura impermeabile, o meno permeabile, che lo circonda. Infatti, i diversi acquiferi vengono drenati prevalentemente alla base, dove vengono tamponati al loro margine da formazioni terrigene, quali argille e sedimenti marnoso-argillosi che costituiscono gli *acquicludes*. Le maggiori sorgenti nascono nei punti altimetricamente più depressi del suddetto colpetto a minore "permeabilità relativa" ed hanno una portata molto elevata e in genere stabile nel tempo, con scarse oscillazioni stagionali, che testimoniano l'ampiezza dell'area di alimentazione e la presenza di riserve permanenti molto cospicue (Boni *et alii*, 1986). Negli stessi massicci, spesso si possono rinvenire sorgenti poste a quota più alta della falda di base. La presenza delle stesse spesso è da porre in relazione, o alla presenza di condotti carsici, i quali hanno la possibilità di drenare un gran numero di piccole e grandi fratture, o all'emergenza di acque circolanti nella fascia più superficiale, più carsificata, o sono dovute a locali diminuzioni di permeabilità del mezzo acquifero.

## **2.1 Idrostrutture carbonatiche dei Monti del Gran Sasso e del Monte Sirente (Tav. A)**

Le idrostrutture carbonatiche rappresentano le principali risorse idriche della regione; in particolare quelle relative al comparto Monti del Gran Sasso – Monte Sirente, costituiscono a scala regionale una importante risorsa idrica.

Il sistema idrico principale è rappresentato da quello dei MONTI DEL GRAN SASSO – MONTE SIRENTE (rispettivamente con denominazione GS-Sa e GS-Sb della TAV. A); L'idrostruttura del Gran Sasso è identificabile con un sistema idrogeologico calcareo-carsico di circa 700 Km<sup>2</sup> di estensione totale, con limiti di permeabilità ben definiti. Quest'ultimi a Nord e ad Est sono rappresentati dal sovrascorrimento principale, a direzione E-W e poi N-S, immergente rispettivamente a Sud e ad Ovest, che realizza la sovrapposizione tettonica delle unità carbonatiche su quelle terrigene, rappresentanti l'*acquiclude* regionale (limite a flusso nullo). Verso Sud-Ovest il limite di permeabilità è costituito dal contatto stratigrafico discordante, e localmente tettonico, delle unità quaternarie detritiche su quelle carbonatiche dell'acquifero. Verso Sud-Est la struttura viene a contatto con il sistema idrologico del M. Sirente, dando luogo a scambi idrici sotterranei (Petitta & Tallini, 2002). Il sistema idrologico del Gran Sasso contiene un'unica falda regionale di base di notevole estensione e potenzialità che presenta un gradiente idraulico di circa 5 - 20‰. Questa alimenta alla sua periferia importanti sorgenti basali poste soprattutto sul lato meridionale, nella zona aquilana e nella Valle del Tirino. Al margine meridionale, nei pressi di Popoli, sono da segnalare le sorgenti di S. Calisto con portata pari a circa 2 mc/s che determinano un incremento di portata delle importanti sorgenti di Capo Pescara. L'idrostruttura del

Monte Sirente alimenta principalmente la sorgente Capo Pescara e le sorgenti Molina e il medio Aterno (con una portata complessiva di 1 - 1.5 mc/s), la sorgente di Fontana Grande a Celano (la cui portata si

Corpi idrici sotterranei significativi					
Principali			Secondari		
Denominazione	Sigla	Litologia prevalente	Denominazione	Sigla	Litologia prevalente
Monti del Gran Sasso – Monte Sirente	GS-S	csm	Monti del Gran Sasso	GS-S(a)	csm
			Monte Sirente s.l.	GS-S(b)	csm

Litologia prevalente affiorante:

csm: calcari, calcari con selce e calcari marnosi

aggira intorno a 0.3 mc/s) e le sorgenti di Raiano (alimentate dalla struttura di M. Prezza).

Cfr. "Piano di tutela acque "della Regione Abruzzo, 2008.

Il corpo idrico sotterraneo secondario dei *Monti del Gran Sasso - GS-S(a)* costituisce la porzione settentrionale del massiccio. I suoi limiti sono rappresentati:

- a Nord, dall'accavallamento della serie carbonatica sul "Flysch della Laga" (limite di tamponamento);
- ad Est, fino a Bussi, dall'accavallamento della serie carbonatica sul "Flysch della Laga"; il fronte di sovrascorrimento sembra proseguire anche sotto i depositi recenti della Piana di Sulmona (limite di tamponamento);
- a Sud-Ovest, dall'importante direttrice tettonica che borda il massiccio carbonatico e che lo mette a contatto con i depositi fluvio-lacustri dell'Alta Valle dell'Aterno, della piana dell'Aquila e della piana di Navelli (limite di tamponamento), per poi proseguire in corrispondenza del versante nord-orientale di Monte Croce laddove lo separa dall'acquifero carbonatico del corpo idrico secondario di "Monte Sirente s.l.", fungendo da "spartiacque sotterraneo chiuso".

Al suo interno, l'assetto strutturale del massiccio carbonatico è caratterizzato da una grande piega-faglia, nella parte settentrionale, e da una serie di monoclini ribassati da faglie dirette ad andamento appenninico, nella parte meridionale.

Corpo idrico sotterraneo significativo secondario			
Denominazione	Sigla	Denominazione	Sigla
Monti del Gran Sasso	GS-S(a)	Monte Mozzano	GS-S(a)1
		Monte S. Franco	GS-S(a)2
		Monte Corvo	GS-S(a)3
		Corno Grande	GS-S(a)4
		Campo Imperatore - -Monte Cappucciata	GS-S(a)5
		Colle Madonna	GS-S(a)6
		Monte Cappellone – Monte Scarafano – Monte Picca	GS-S(a)7

Cfr. "Piano di tutela acque "della Regione Abruzzo, 2008.

Il corpo idrico sotterraneo secondario del *Monte Sirente s.l. - GS-S(b)* costituisce la porzione meridionale del massiccio. I suoi limiti sono rappresentati:

- a Nord-Est, dall'importante direttrice tettonica che borda il massiccio carbonatico e che lo mette a contatto con i depositi fluvio-lacustri dell'Alta Valle dell'Aterno, della piana dell'Aquila e della piana di Navelli (limite di tamponamento), per poi proseguire in

corrispondenza del versante nord-orientale di Monte Croce laddove lo separa dall'acquifero carbonatico del corpo idrico secondario dei *Monti del Gran Sasso - GSS(a)*, fungendo da "spartiacque sotterraneo chiuso";

- ad Est, da fronti di accavallamento tettonico lungo il margine e al di sotto dei depositi recenti della Piana di Sulmona (limite di tamponamento); nella zona delle sorgenti S. Calisto e S. Liberata-Capo Pescara, tra Raiano e Vittorito e lungo le pendici del Monte Prezza, tale limite può essere considerato di alimentazione in quanto la falda dei carbonati travasa in parte anche nei depositi fluvio-lacustri;
- a Sud-Est, dalla faglia di Bugnara che lo separa dal corpo idrico sotterraneo di *Monte Genzana – Monte Greco (G-G)* (limite di tamponamento);
- a Sud, dal sovrascorrimento, lungo la Valle Grande (posta sulla naturale prosecuzione dell'accavallamento tettonico dell'alta Valle del Sagittario), dei depositi carbonatici del *Massiccio del Marsicano (MS)* sul settore sud-orientale di Monte Sirente (limite di tamponamento) e dalla direttrice tettonica "Sangro – Giovenco", lungo la Valle Carrito, che separa il settore sud-occidentale del Monte Sirente dal Monte Marsicano (limite di tamponamento);
- a Sud-Ovest, dall'accavallamento dei depositi carbonatici di monte Pianecchia su quelli di Monte Sirente (limite di tamponamento); tale importante lineazione tettonica continua anche al di sotto dei depositi detritici e fluvio-lacustri della piana del Fucino, fino a Celano; anche se nel tratto prossimo all'abitato, detto limite risulta di alimentazione in quanto la falda dei carbonati travasa in parte anche nei depositi fluvio-lacustri;
- a Nord-Ovest, dalla direttrice "Alta Valle dell'Aterno - Rocca di Cambio – Ovindoli" che lo separa dal Monte Velino- Monte Nuria (limite di tamponamento).

All'interno dello stesso corpo idrico, il complesso assetto strutturale ha permesso di ipotizzare l'ulteriore separazione dei deflussi idrici sotterranei.

<b>Corpo idrico sotterraneo significativo secondario</b>			
<b><i>Denominazione</i></b>	<b><i>Sigla</i></b>	<b><i>Denominazione</i></b>	<b><i>Sigla</i></b>
Monte Sirente s.l.	GS-S(b)	<i>Monte Offermo – Monte Mentino</i>	GS-S(b)1
		<i>Monte Sirente – Monte Prezza</i>	GS-S(b)2
		<i>Serra dei Curti - Serra di Celano</i>	GS-S(b)3

Cfr. "Piano di tutela acque "della Regione Abruzzo, 2008.



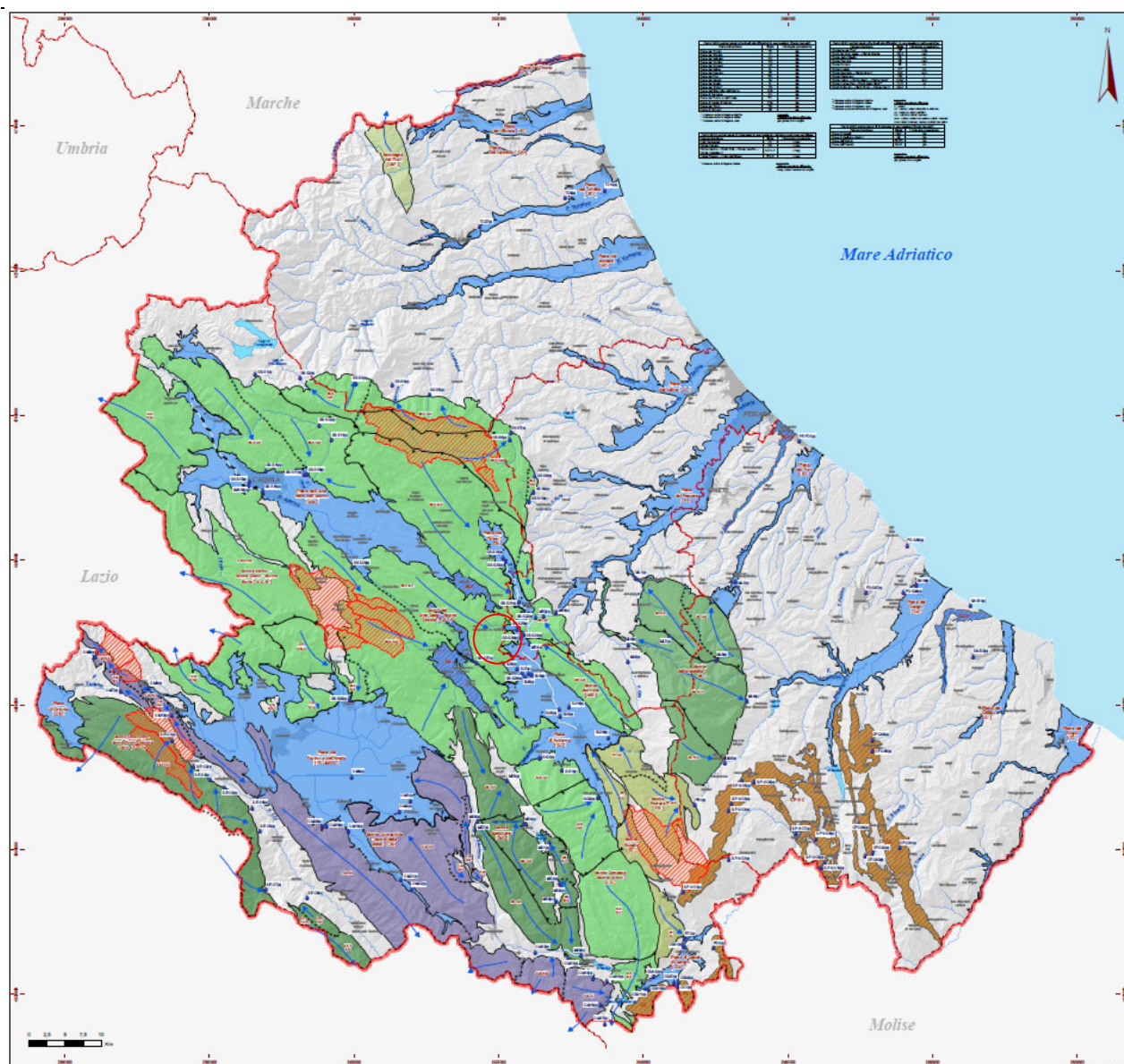


Fig. 2 – Carta Idrogeologica del "Piano di tutela acque "della Regione Abruzzo (2008) con ubicazione della zona di studio.



### 3. ASSETTO IDROGEOLOGICO DELL'AREA DI STUDIO "VALLE REALE" (Tav. A)

L'assetto idrogeologico locale è legato alle caratteristiche geologico-strutturali dell'area. La circolazione idrica sotterranea di questa zona è regolata sia dalle caratteristiche litostratigrafiche dei massicci carbonatici, sia dagli elementi tettonici a carattere regionale che separano le diverse unità.

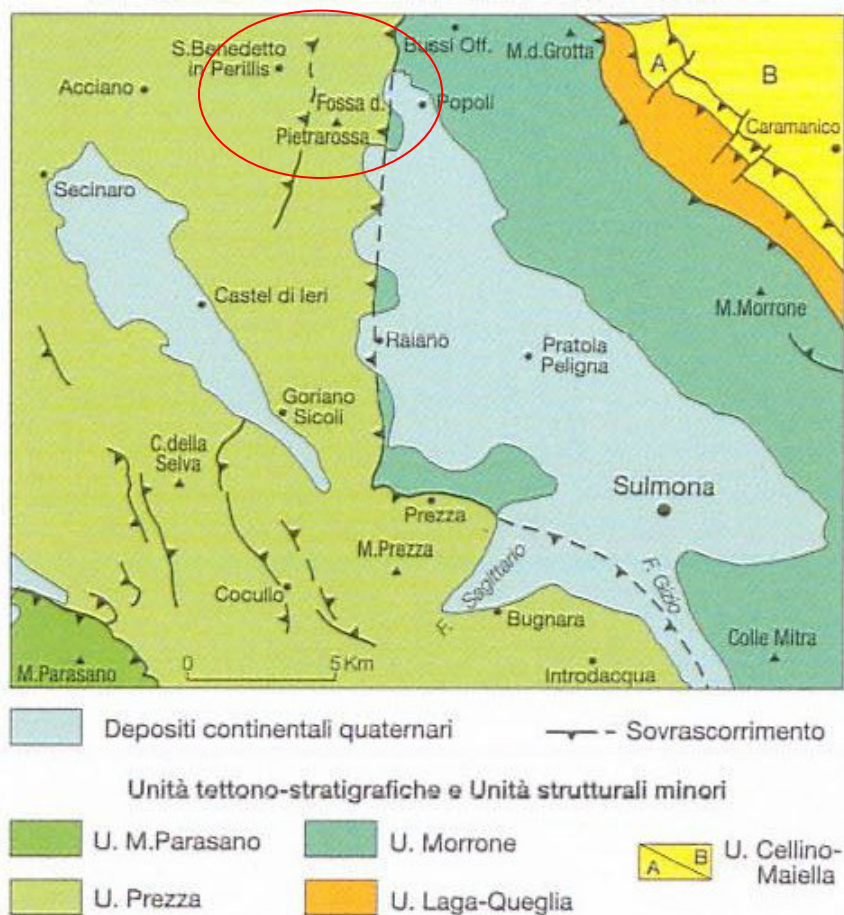
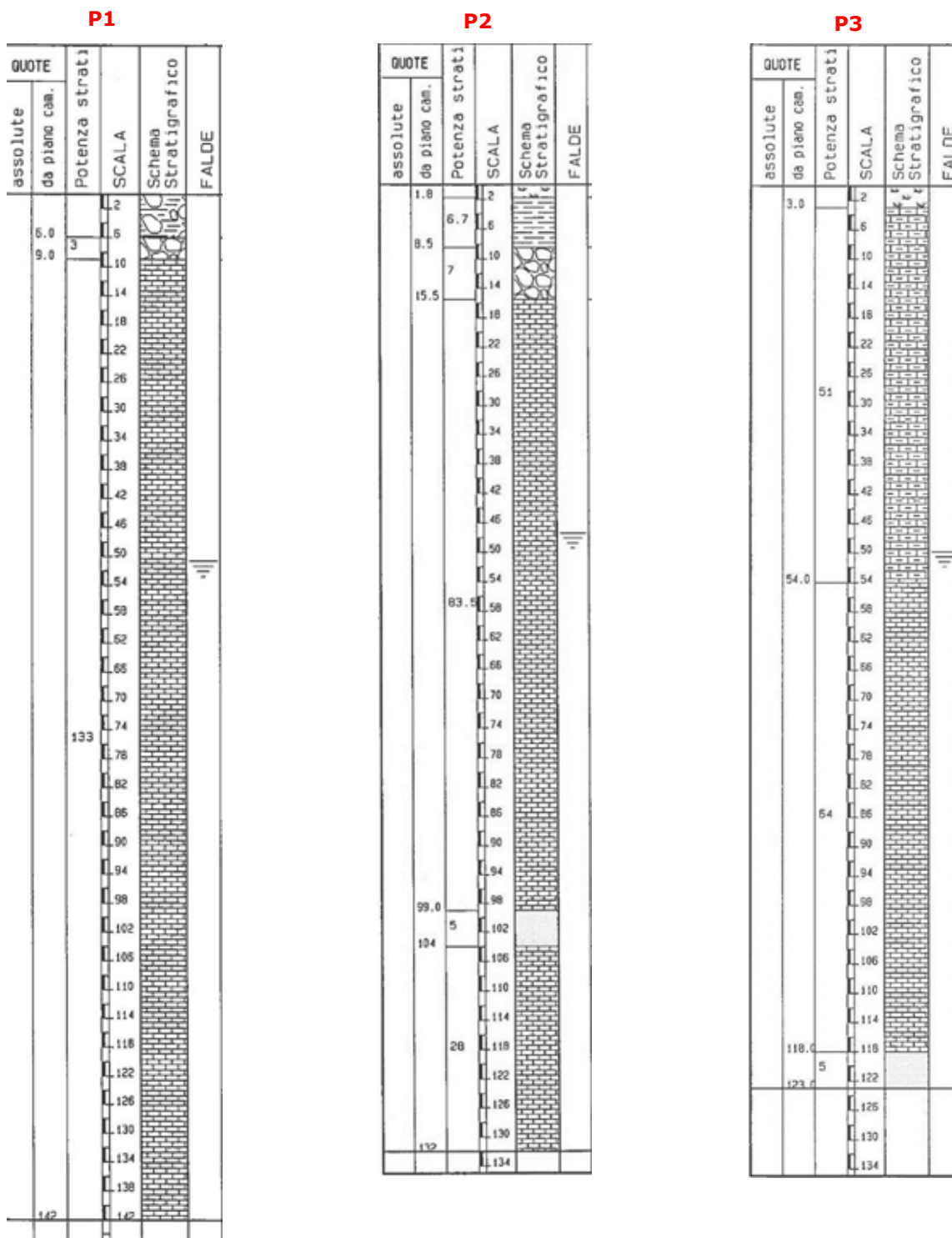


Fig. 3 – Schema delle unità strutturali del Foglio CARG 369 – Sulmona con ubicazione della zona di studio.

La presenza di sovrascorrimenti risulta importante poiché quest'ultimi, comportandosi come limiti a flusso nullo, guidano l'ubicazione dei punti sorgivi delle falde basali. Nell'area, infatti, si nota come lungo il *thrust* che sovrappone la parte meridionale del Gran Sasso sulla porzione settentrionale del Morrone, siano allineate due delle più importanti sorgenti dell'area (Basso Tirino e S. Calisto) che possono essere considerate come il drenaggio di base delle acque circolanti nel Gran Sasso (Massoli - Novelli *et alii*, 1998). Secondo studi recenti (Miccadei *et alii*, 1997; Petitta *et alii*, 1997) solo parte dell'alimentazione della sorgente proverrebbe dal gruppo montuoso del Gran Sasso, mentre la maggior aliquota dovrebbe provenire dal Monte Sirente.

Al fine di ottenere informazioni puntuali sulla successione reale dei terreni, sul loro spessore, assetto e permeabilità dell'area di studio "Valle Reale", sono stati presi in esame i prospetti stratigrafici dei pozzi eseguiti nel 1994 per l'estrazione di acqua minerale Gran Guizza denominati P1, P2 e P3. Le stratigrafie sono così schematizzate:



Pozzo P1 "Valle Reale"		
Prof.	Spessore	Descrizione
0.00 m – 6.00 m	6.00 m	Terreno vegetale e alluvioni limo sabbiose con ciottoli
6.00 m – 9.00 m	3.00 m	Brecce calcaree molto cementate
9.00 m – 142,00 m	133.00 m	Calcare bianco a grana fine, cariato e molto fratturato (Livello statico della falda = 50.56 m)

Pozzo P2 "Valle Reale"		
Prof.	Spessore	Descrizione
0.00 m – 1.80 m	1.80 m	Terreno vegetale
1.80 m – 8.50 m	6.70 m	Limo biancastro con rari ciottoli
8.50 m – 15,50 m	7.00 m	Detrito calcareo e brecce cementate
15.50 m – 99.00 m	83.50 m	Calcare bianco a grana fine, marnoso, fratturato con tracce di ossidazione (Livello statico della falda = 46.27 m)
99.00 m – 104.00 m	5.00 m	Livello di selce nera e sabbie bituminose
104.00 m – 132.00 m	28.00 m	Calcare avana molto fratturato

Pozzo P3 "Valle Reale"		
Prof.	Spessore	Descrizione
0.00 m – 3.00 m	3.00 m	Terreno vegetale
3.00 m – 54.00 m	51.00 m	Detrito calcareo, brecce cementate e calcare marnoso stratificato molto fratturato (Livello statico della falda = 49.81 m)
54.00 m – 118,00 m	64.00 m	Detrito calcareo e brecce cementate
118,00 m – 120.00 m	5.00 m	Livello di selce nera e sabbie bituminose

A partire dai dati derivanti dai pozzi, l'area di studio si imposta su terreni quaternari e pleistocenici costituiti da depositi alluvionali recenti ed attuali, che sormontano i depositi fluvio-lacustri; brecce calcaree cementate e limi calcarei stratificati bianchi con sabbie e conglomerati si appoggiano a loro volta direttamente sulle dorsali carbonatiche, in prossimità della parte terminale della linea tettonica frontale del Gran Sasso che costituisce anche un limite idraulico a flusso nullo.

### **3.1 Direzione principale di deflusso dei corpi idrici sotterranei e ricostruzione della morfologia della falda locale (Tav. A)**

La Tav. A in allegato costituisce la Carta Idrogeologica della zona di studio redatta a partire dai dati derivanti dal "Piano di tutela acque" della Regione Abruzzo (2008). Per quanto riguarda la circolazione idrica sotterranea, lo scenario locale proposto evidenzia una direzione principale di deflusso dei corpi idrici sotterranei principali carbonatici, orientata W-E verso Est. Tale andamento è confermato anche da uno studio effettuato da Boni *et alii*, (2002), che ha formulato un'ipotesi di campo piezometrico che comprende anche l'area di *Valle Reale*. La Fig. 4 mostra come il grande acquifero del Gran Sasso-Sirente è sbarrato ad Est dal sovrascorrimento orientale del Gran Sasso e che le grandi sorgenti del Basso Tirino e del Pescara sono ubicate a circa 250 m di quota. Le linee di deflusso dell'acquifero regionale risultano dirette da W verso E.

Dai dati relativi alla determinazione del campo piezometrico, gli autori fanno notare come il sovrascorrimento *Rigopiano-Bussi* corrisponde ad un limite a flusso nullo che, con andamento sub-meridiano, chiude ad est la struttura idrogeologica del Gran Sasso. Ad ovest di questa linea, le dorsali

carbonatiche risultano sature a quota 350 m nell'area di Capestrano; lungo la valle del Tirino l'acquifero dei carbonati ha ovunque un potenziale superiore alla quota del corso d'acqua; nei tratti dove si sono identificate le sorgenti lineari il Tirino è alimentato per *drainance*. In corrispondenza della sorgente Basso Tirino si osserva un marcato semi-cono di depressione prodotto dall'emergenza, molto localizzata, di 6 mc/s. A sud-ovest di Bussi il campo piezometrico passa intorno a quota 300-280 m in corrispondenza del gruppo di sorgenti San Calisto (che eroga una portata media complessiva di circa 2000 l/s), per deprimersi a quota 250 m circa in corrispondenza delle Sorgenti del Pescara, che erogano una portata di circa 7,5 mc/s.

L'area di *Valle Reale* è ubicata in prossimità del sovrascorrimento del Gran Sasso che costituisce, come già accennato, un limite idraulico a flusso nullo e dove si localizzano le principali sorgenti di S. Calisto e Capo Pescara. Quest'area è caratterizzata da una deformazione piuttosto marcata della morfologia locale dell'acquifero, in cui sia le modalità d'emergenza delle acque naturali che di deflusso sotterraneo sono sempre da porre in relazione con un'ampia gamma di fattori di natura litologica, stratigrafica, tettonica e morfologica. Tale peculiarità dell'acquifero

locale è confermata anche dalla ricostruzione della superficie piezometrica per i pozzi P1, P2 e P3 *Valle Reale* (Fig. 5) da rilievo plano-altimetrico di dettaglio e misure del livello statico di falda.

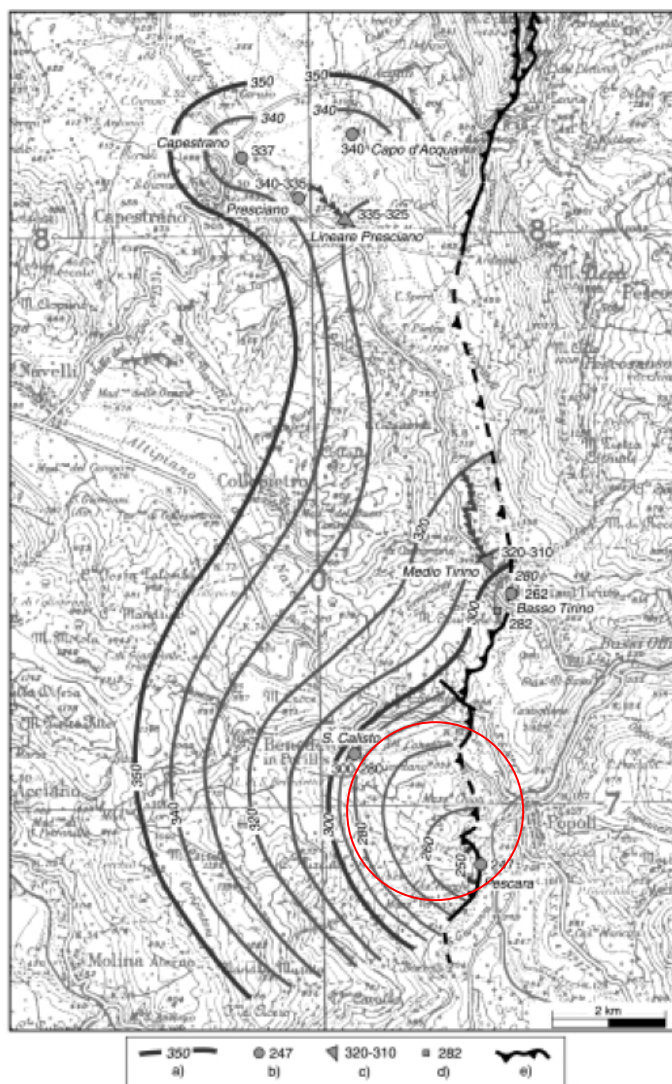


Fig. 4 – Ipotesi di campo piezometrico. Legenda: a) isopiezies; b) sorgente puntuale e quota (m slm); c) sorgente lineare e quote (m slm); d) campo pozzi e quota del livello piezometrico (m slm); e) sovrascorrimento. (Boni et alii, 2002).

Pozzo	Profondità (m da p.c.)	Coord. GB Nord	Coord. GB Est	Quota m. slm bocca pozzo	Livello statico della falda (m da p.c.)	Quota m. slm falda
Valle Reale n° 1	- 142,00 m	-9153,12	30683,38	306,00 m slm	- 50,56 m	255,44 m slm
Valle Reale n° 2	- 132,00 m	-9237,92	30897,95	302,50 m slm	- 46,27 m	256,23 m slm
Valle Reale n°3	- 120,00 m	-9257,97	30821,45	306,00 m slm	- 49,81 m	256,19 m slm



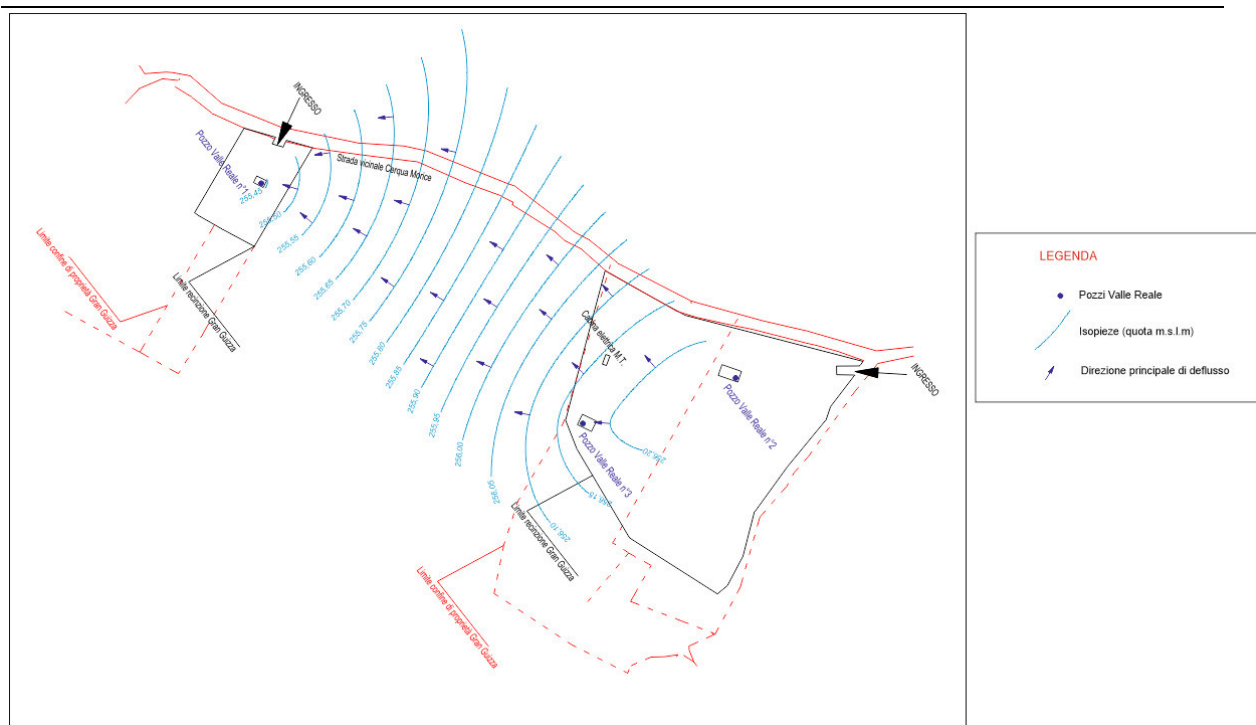


Fig. 5 – Carta delle isopieze (m.s.l.m.) da rilievo plano-altimetrico di dettaglio – Pozzi Valle Reale.

Le linee di deflusso dell'acquifero locale nel tratto ristretto indagato con lunghezza massima di circa 300 m, risultano dirette da SE verso NW. Questo andamento non è conforme rispetto a quello regionale descritto precedentemente, ma considerando l'intervallo delle isopieze con valori compresi tra 255,44 m s.l.m. e 256,23 m s.l.m., il campo pozzi *Valle Reale* è localizzato nel punto di massima deformabilità dell'acquifero, in corrispondenza della parte terminale della linea tettonica frontale del Gran Sasso. Ulteriori fattori che influenzano la direzione di deflusso locale di falda è rappresentato dai contatti stratigrafici tra litotipi a "permeabilità relativa" piuttosto differenti e dalla natura litologica, nonché dalla stratigrafia di dettaglio piuttosto variabile. Anche la presenza o meno di fratture e/o inghiottitoi in superficie, connessi a fenomeni di carsismo localizzato, possono incidere anche notevolmente sulla modalità di circolazione preferenziale del corpo idrico sotterraneo. A questo si aggiunge anche l'influenza delle emergenze presenti e l'intenso sfruttamento delle risorse idriche che giocano un ruolo fondamentale sull'assetto idrogeologico locale. Tuttavia, l'acquifero locale appartiene senza dubbio all'idrostruttura carbonatica dei Monti del Gran Sasso – Monte Sirente; in linea generale i massicci carbonatici posti più ad Ovest dell'area di *Valle Reale* costituiscono una costante zona di ricarica del corpo idrico sotterraneo.

#### 4. AREA DI SALVAGUARDIA "VALLE REALE" (Tav. B)

Nella Tav. B sono definite le aree di salvaguardia delle acque sotterranee destinate al consumo umano per l'area di *Valle Reale* (art. 94 del D.Lgs del 3 Aprile 2006 n.152; art. 29 della L.R. del 10 Luglio 2002 n. 15). Si ricorda che tale rappresentazione grafica rappresenta una semplice integrazione all'elaborato 06\_SIA "Proposta di area di Salvaguardia ai sensi della L.R. 15/2002" già presentato nel mese di Maggio 2019. A supporto di tale documentazione, sono state riproposte, secondo le modalità già note, l'area di salvaguardia ambientale e l'area di rispetto per la concessione mineraria *Valle Reale*. Inoltre,



per una corretta chiave di lettura, oltre alle geometrie relative alle aree di salvaguardia, sono state considerate anche le aree di influenza dei singoli pozzi (P1, P2 e P3) con un raggio pari a 1000 m e le aree di ricarica diretta del corpo idrico sotterraneo (Zona A e Zona A1).

## 5. IMPATTO ANTROPICO

Di seguito sono descritte brevemente le informazioni inerenti l'impatto antropico sull'area di *Valle Reale* riportate nella Tav. C: *"ORTOFOTO STORICHE PER L'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'AREA DI STUDIO"* e nella Tav. D: *"PRODUTTORI POTENZIALI DI INQUINAMENTO DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI"*.

### 5.1 Evoluzione storica dell'area di studio (Tav. C)

La Tav. C propone una analisi storica dell'evoluzione dell'area di Valle Reale a partire dal 1954 ai giorni nostri. L'area ha subito vistosi cambiamenti nel corso degli ultimi cinquanta anni dovuti, in massima parte, agli interventi antropici tra i quali ricordiamo sia i lavori, svolti tra gli anni 1960-70, per la realizzazione della rete autostradale (A25), sia l'intenso sfruttamento delle risorse idriche per i vari usi (industriale, agricolo, idropotabile e termale), che hanno fortemente condizionato l'assetto idrogeologico dell'area. In definitiva sono state monitorate quelle attività che nel tempo sono risultate più impattanti (Fig. 6).

#### Legenda

	Area cimiteriale del Comune di Popoli
	Masseria Giordano
	Azienda ittica / Sorgenti Fonti di San Callisto
	Area estrattiva attiva
	Stabilimento Gran Guizza
	Azienda vinicola Valle Reale
	Rifugio Valle Reale (ristorante)

Fig. 6 – Legenda della Tav. C.

### 5.2 Produttori potenziali di inquinamento dei corpi idrici sotterranei (Tav. D)

La Tav. D costituisce un elaborato grafico di sintesi dei potenziali produttori di inquinamento dei corpi idrici sotterranei, tenendo conto delle geometrie relative all'area di salvaguardia ambientale, all'area di rispetto, alle aree di influenza dei singoli pozzi e alle zone di ricarica diretta dei corpi idrici sotterranei. Le informazioni riportate in carta sono state ricavate dal D.B.T.R. Regione Abruzzo alla scala 1:25000 - Edizione 2007 (SHP) e dalle conoscenze condivise in questo studio di Impatto Ambientale. I dati disponibili hanno permesso di identificare le attività antropiche presenti sull'ambiente circostante e le aree/punti di attenzione a tutela dei corpi idrici superficiali e sotterranei (Fig. 7).

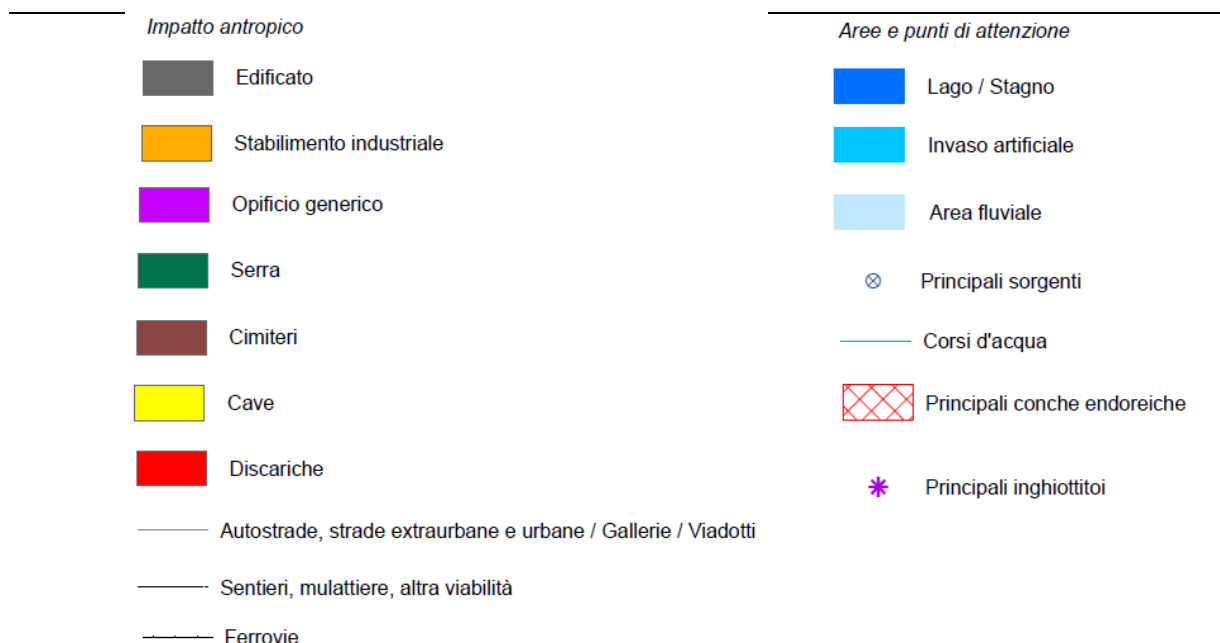
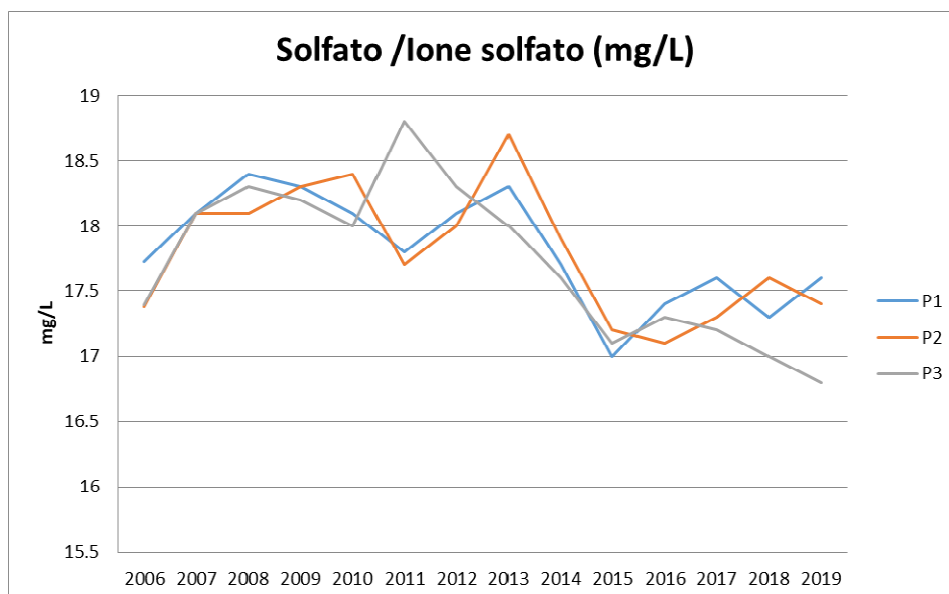


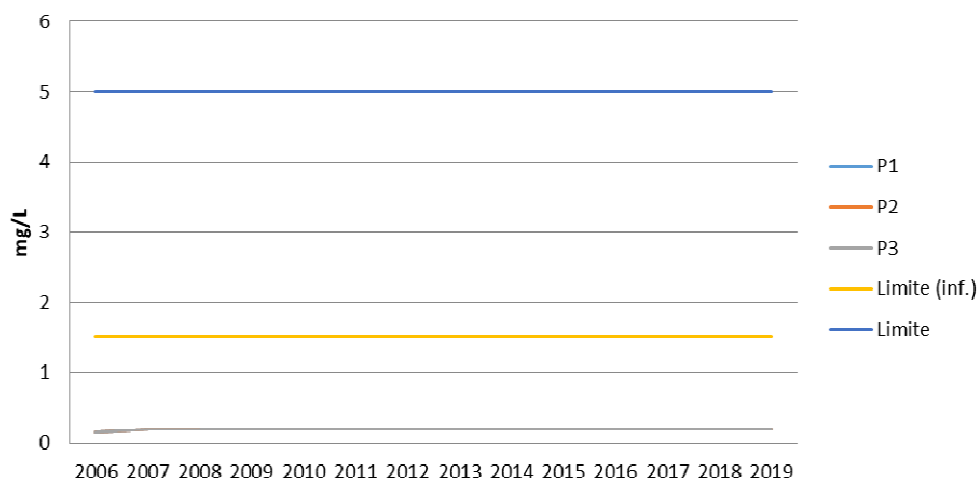
Fig. 6 – Legenda della Tav. D.

## 6. QUALITA' DELLE ACQUE DEI POZZI VALLE REALE

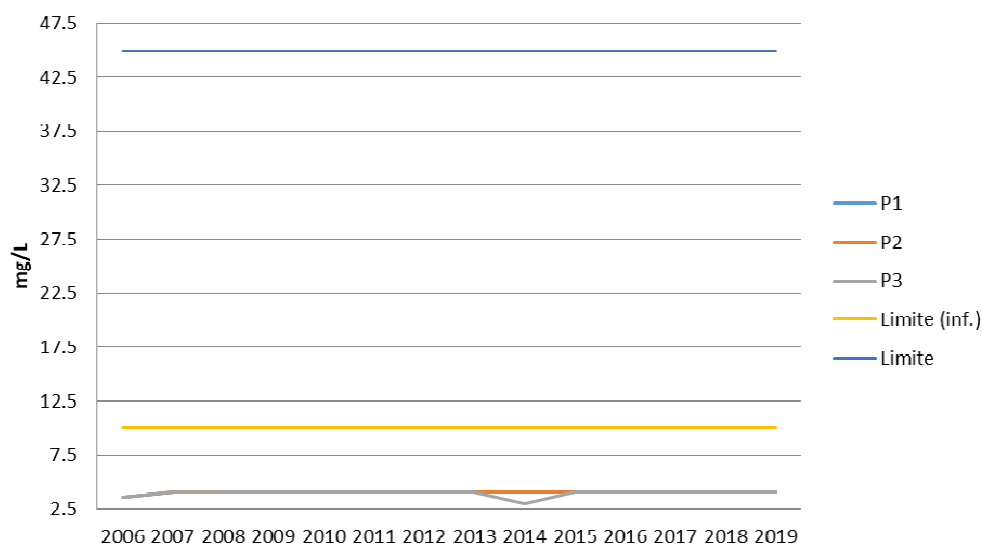
Per valutare l'eventuale correlazione di dette attività antropiche sulla qualità delle acque sotterranee oggetto di coltivazione sono stati presi in esame i risultati delle analisi chimico-fisiche e microbiologiche sui campioni d'acqua prelevati nei pozzi P1, P2 e P3 *Valle Reale* nell'arco temporale 2006-2019. Le analisi sono state eseguite dall'Università degli Studi di L'Aquila. I risultati delle analisi sulla totalità dei campioni esaminati nel periodo compreso tra il 2006 e il 2019 non hanno evidenziato elementi di criticità per la risorsa idrica indagata, né in relazione ai limiti di qualità per le acque destinate al consumo umano né in relazione alla significativa escursione di parametri indicatori di inquinamento antropico-correlato. I rapporti di prova completi sono disponibili a richiesta delle autorità Competenti. Di seguito, a titolo d'esempio, sono riportati dei grafici riferiti ad alcuni parametri ricercati, con scala compatibile con i limiti di riferimento:



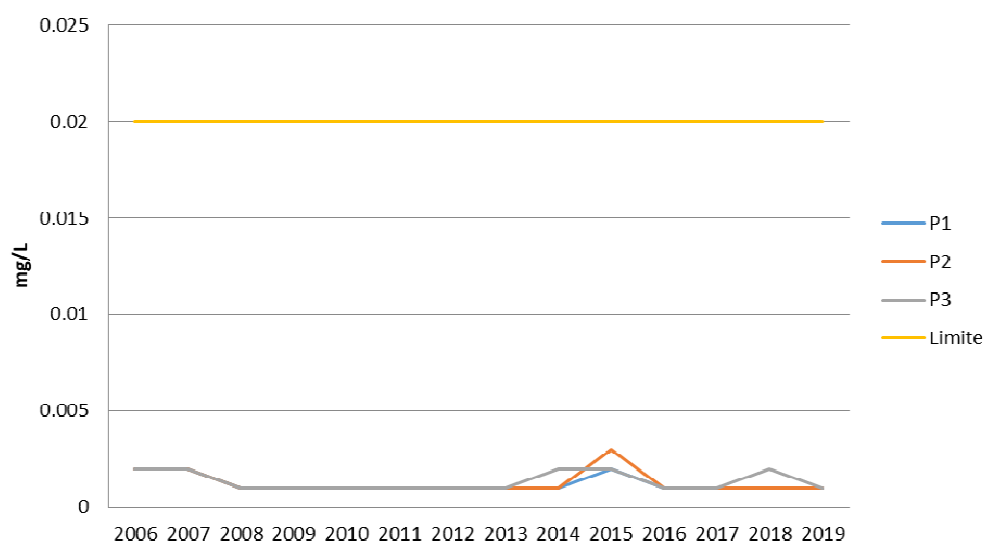
### Fluoruri (mg/L)



### Nitrati (mg/L)



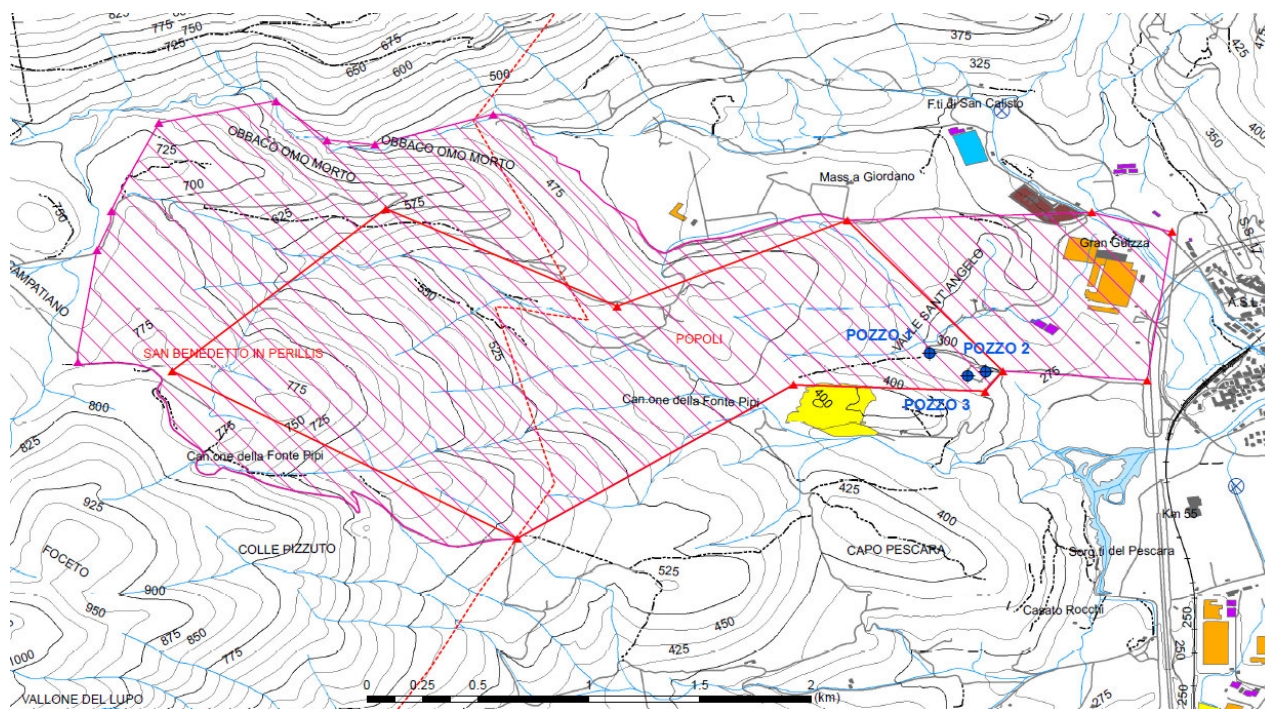
### Nitriti (mg/L)



\*Limite = uso umano / Limite inf. = acque destinate all'infanzia

Si evidenzia che i limiti di riferimenti del DLGS 31/01 sono per i solfati 250 mg/L, per i nitrati 50 mg/L, per lo ione ammonio 0,5 mg/L. I risultati analitici sui campioni d'acqua prelevati sono stati messi in connessione con la presenza di produttori potenziali di inquinamento dei corpi idrici sotterranei (Fig. 7).

Fig. 7 – Stralcio della Tav. D (in giallo = area di cava attiva; in arancio e viola= aree industriali/commerciali e opifici generici; in marrone= area cimiteriale e in grigio= area urbanizzata).



In particolare per quanto riguarda le attività svolte nell'area di cava attiva, ubicata a stretto contatto con la perimetrazione dell'area di salvaguardia e inglobata all'interno dell'area di influenza dei pozzi Valle Reale, l'area urbanizzata e le aree industriali, il set analitico selezionato è rappresentato da: Oli minerali (idrocarburi disciolti o emulsionanti), Benzene e Idrocarburi policiclici aromatici (IPA). Per le aziende agricole presenti nell'area di studio invece, il set selezionato si compone di: Manganese, Ferro, Antiparassitari e Glifosato.

Per tutti i set analitici considerati, la ricerca dei risultati sulla totalità dei campioni a disposizione non ha evidenziato escursioni significative prima e dopo gli insediamenti potenzialmente inquinanti.

### 6.1 Stima della velocità di permeazione di idrocarburi (C>12) in rocce carbonatiche

In virtù dei potenziali rischi di contaminazione della risorsa idrica, è disponibile uno studio condotto dall'Università degli Studi di L'Aquila – Dipartimento di Ingegneria industriale e dell'Informazione e di Economia per conto dell'azienda Fassa S.r.l. per determinare la "Stima della velocità di permeazione di idrocarburi (C>12) in rocce carbonatiche".

Questo studio ha verificato se il rilascio in superficie di idrocarburi liquidi a seguito di una perdita accidentale potesse causare la migrazione dell'inquinante attraverso l'ambiente sotterraneo fino a profondità tali da causare il potenziale inquinamento della falda acquifera. In particolare è stato ritenuto necessario stimare quanto tempo impiegherebbe il contaminante a raggiungere il piano di falda, in caso di incidente sul piano campagna su un suolo costituito da rocce carbonatiche più o meno fratturate.

Cit. "Prima di raggiungere le acque sotterranee, l'idrocarburo deve attraversare l'intera zona vadosa sovrastante. I tempi caratteristici di questa permeazione dipendono da diversi parametri fisico-chimici che interagiscono nel determinare l'importanza relativa dei diversi meccanismi di trasporto e delle forze che li promuovono. Il suolo è un sistema eterogeneo e polifasico, all'interno del quale la superficie specifica può essere molto estesa. Il sistema può essere schematizzato come una matrice solida porosa, permeata in grado variabile da acqua, la restante parte di volume dei pori restando a disposizione dell'aria. All'interno di questo sistema complesso ed eterogeneo avviene la permeazione dell'inquinante. La natura dispersa del suolo e la sua conseguente attività "interfacciale" dà origine a numerosi fenomeni che dettano le condizioni al contorno del moto di permeazione: adsorbimento di acqua e di sostanze chimiche, scambio di ioni, adesione, imbibizione (rigonfiamento), dispersione, flocculazione e capillarità. L'analisi dettagliata del fenomeno di permeazione deve necessariamente avvenire attraverso la risoluzione di equazioni di modello che richiedono un significativo sforzo computazionale. La bontà dei risultati sarà fortemente influenzata dal livello di accuratezza nello stimare i necessari parametri fisici e chimici relativi al sito geologico in esame. L'organizzazione delle componenti solide del suolo determina le caratteristiche geometriche dei vuoti, all'interno dei quali l'acqua, l'aria ed eventuali contaminanti sono trasmessi e trattenuti. La contaminazione dei suoli può avvenire attraverso lo sversamento accidentale di sostanze sulla superficie del suolo e/o con la diretta introduzione di contaminanti nel sottoterraneo, come nel caso di suoli inquinati da idrocarburi derivanti da perdite di oleodotti o di serbatoi interrati. La contaminazione può ricondursi a due distinte categorie di fonti:

- a) concentrate, ossia lo sversamento in aree limitate, per tempi più o meno lunghi (eventi accidentali o cronici), di contaminanti in quantità tali da superare i valori limite;
- b) diffuse, ossia l'apporto di contaminanti è distribuito su aree estese, aventi limiti poco identificabili e in tempi generalmente prolungati.

Il caso di studio in esame prevede che l'inquinante sia presente nella matrice porosa come fase libera separata, ossia immiscibile o sparsamente miscibile in acqua. Se l'incidente è da ricondurre al versamento del carburante di una o più macchine operatrici, sia diretto che a seguito di difetti di stoccaggio, si è in presenza di gasolio per autotrazione, ossia di una miscela prevalentemente composta da idrocarburi lineari, a catena lunga, relativamente pesanti e poco volatili. Se lo scenario configura il versamento di oli lubrificanti, si avranno idrocarburi a catena con più di 20 atomi di carbonio, densità minore dell'acqua e poco mobili nel suolo. È particolare il comportamento conseguente allo sversamento e alla migrazione negli acquiferi di liquidi organici aventi densità minore o maggiore di quella dell'acqua di falda, rispettivamente LNAPL (L)ight, (N)on (A)queous (P)hase (L)iquids e DNAPL (D)ense (N)on (A)queous (P)hase (L)iquids. Se i LNAPL sono rilasciati in quantità sufficienti ad attraversare la zona insatura e raggiungere l'acquifero, all'incontro con la superficie della falda possono formare una fase organica in galleggiamento alla superficie dell'acqua sotterranea. I DNAPL, per contro, continueranno la propria discesa fino a quando verranno assorbiti sulle fasi solide o si depositeranno alla base dell'acquifero sullo strato impermeabile di fondo. Oltre a formare fasi organiche separate, una frazione della sostanza inquinante si dissolve in soluzione e, in questa forma, si muove con le acque sotterranee dimodoché è la solubilità di ogni singolo composto a determinarne nel tempo il movimento nell'acquifero. Come conseguenza, trascorso un certo periodo dallo sversamento l'ampiezza del pennacchio varia per ogni singola sostanza contaminante. Un'ulteriore frazione dei composti liquidi organici sarà adsorbita alla superficie dei pori o ne occuperà il volume vuoto, sia nella zona insatura sia nella zona occupata dall'acquifero, "frazione residuale". Quest'ultima può presentarsi in più forme: assorbita alla superficie delle particelle di suolo o inserita ad occupare lo spazio dei pori".

In questo studio sono stati ipotizzati 4 scenari di rilascio della NAPL, suddivisi in base alla criticità dell'evento che rappresenta una situazione meno critica per lo scenario 1 e quella più critica per lo scenario 4:



- **Scenario 1:** "Rilascio di 600 litri di fase idrocarburica su un'estensione di 15 mq, con pozza che dopo 15 minuti di ristagno inizia a permeare. I calcoli sono presentati per C12, C16 e C24. Simula lo sversamento di un serbatoio di macchina operatrice all'interno di un'area delimitata dallo spazio di manovra per lo scavo. Il C12 è seguito perché rappresenta l'inquinante di maggiore mobilità intrinseca, il C16 come intermedio ed il C24, presente nel carburante in limitata quantità, come il più mobile costituente presente nell'eventualità di sversamento dell'olio lubrificante".
- **Scenario 2:** "Rilascio di 600 litri di fase idrocarburica su un'estensione di 5 mq, con pozza che dopo 15 minuti di ristagno inizia a permeare. I calcoli sono presentati per C12. Simula lo sversamento di un serbatoio di macchina operatrice all'interno di una buca di dimensioni limitate. Si tratta ovviamente di un evento potenzialmente più dannoso del precedente. Il C12 è seguito perché rappresenta l'inquinante di maggiore mobilità intrinseca, in modo da effettuare gli opportuni confronti con lo scenario precedente".
- **Scenario 3:** "Rilascio di 600 litri di fase idrocarburica su un'estensione di 15 mq, con pozza che dopo 15 minuti di ristagno inizia a permeare. I calcoli sono presentati per C12. Il suolo ha una conducibilità idraulica verticale 10 volte maggiore del caso 1. Simula una situazione potenzialmente più pericolosa, in quanto la matrice solida a cui fa riferimento presenterebbe un grado di fratturazione considerevolmente maggiore del caso di riferimento, per il quale si è assunto un valore medio riscontrato in letteratura per siti simili".
- **Scenario 4:** Rilascio di 600 litri di fase idrocarburica su un'estensione di 5 mq, con pozza che dopo 15 minuti di ristagno inizia a permeare. I calcoli sono presentati per C12. Il suolo ha una conducibilità idraulica verticale 10 volte maggiore del caso 1. Si tratta della situazione più critica, in quanto la permeazione è favorita dalla maggiore permeabilità della matrice solida e dal maggior carico inquinante sul piano campagna.

I risultati esprimono l'avanzamento del fronte di permeazione in funzione del tempo trascorso dal versamento sul piano campagna per i 4 scenari (Fig. 8) e le concentrazioni (kg di idrocarburo/mc di calcare) come funzione della profondità ed a vari tempi di permeazione per lo scenario 4, il più critico (Fig. 9).

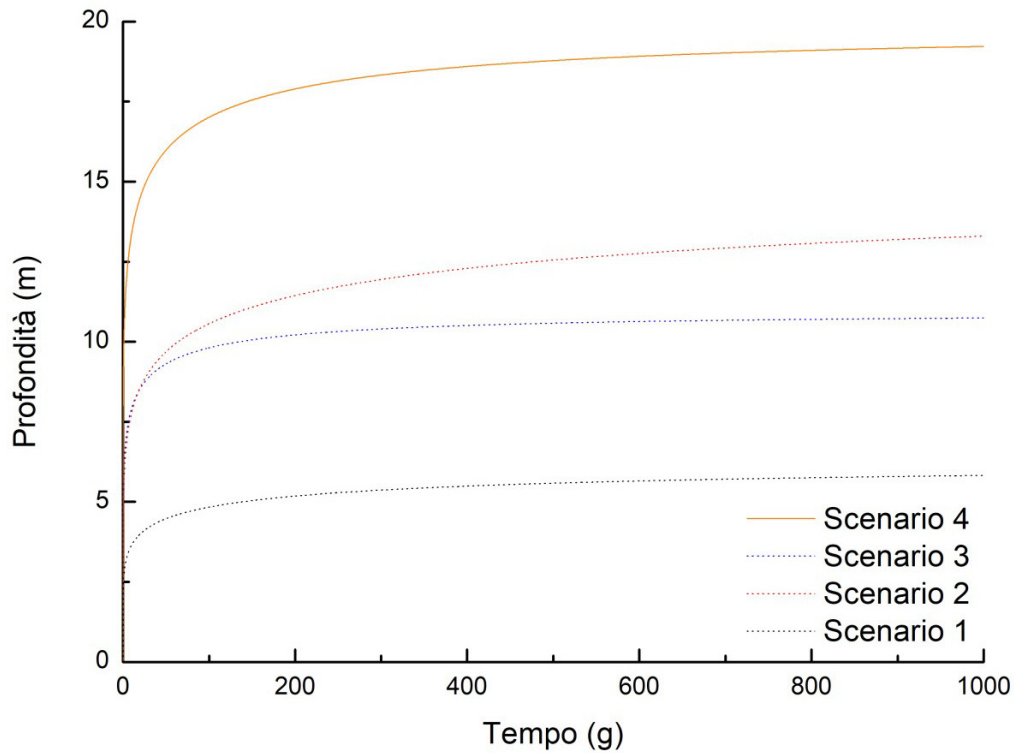


Fig. 8 – Profondità di permeazione in funzione del tempo per i 4 scenari ipotizzati.

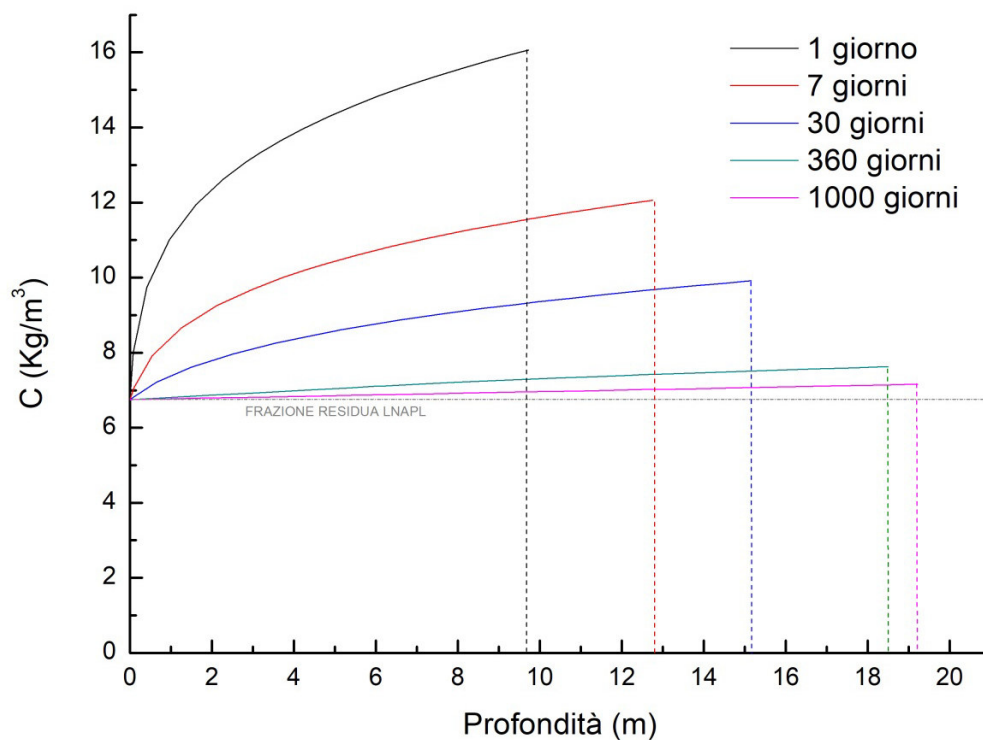


Fig. 9 – Profili di Concentrazione per C12 in funzione della profondità a vari tempi (Scenario 4).

Per quanto riguarda le profondità di penetrazione massime per i 4 scenari ipotizzati c'è una tendenza ad un valore asintotico (Fig. 8). Questa risultanza del modello è in accordo con l'aspettativa basata sulla fisica del fenomeno. L'inquinante è trattenuto all'interno degli spazi vuoti da forze, quali l'adesione sulla superficie dei pori e la tensione capillare, che a tempi lunghi tendono ad equilibrare la gravità. In questa condizione di equilibrio l'avanzamento dell'inquinante si arresta, ed il volume di roccia interessato contiene l'intero quantitativo di inquinante sversato a suo tempo in superficie. Dopo 1000 giorni la massima penetrazione registrata si assesta su un valore di compreso tra i 6 m dello scenario 1 e i 20 m dello scenario 4 più critico. Quindi, dopo circa tre anni dal versamento ed in assenza di interventi di rimozione, lo strato di calcare interessato dalla presenza dell'inquinante risulta abbastanza limitato. Ovviamente, interventi di escavazione più tempestivi rispetto ai valori asintotici, ad esempio dell'ordine di dieci giorni dopo l'evento accidentale, consentirebbero di limitare fortemente la profondità dello scavo.

La Fig. 9, invece, è relativa al più mobile degli idrocarburi considerati (C12) per lo scenario 4 considerato il più severo, poiché combina la maggiore permeabilità della matrice porosa con la maggiore forza spingente sul piano campagna. Le linee verticali tratteggiate separano la zona vadosa in due parti: a sinistra di esse, il calcare è permeato, a destra ancora esente. Si può vedere che dopo un giorno il fronte ha interessato circa 9.8 m di matrice porosa, dopo una settimana 12.9 m, dopo un mese circa 15.1 m, dopo un anno poco meno di 18.5 m, dopo circa tre anni circa 19.2 m. A tempi indefinitamente lunghi le ulteriori curve si schiaccerebbero sempre più verso l'orizzontale, tendendo ad uno spessore massimo di penetrazione pari a poco meno di 20 m e corrispondente all'asintoto della curva di Fig. 8. La linea limite orizzontale si attesta su un valore di 7.00 kg di inquinante per mc di roccia. Condizione prevedibile perché una volta raggiunto l'equilibrio, il fenomeno di penetrazione si arresta. Nelle simulazioni effettuate sono stati estesi i tempi sino a 10000 giorni (circa 28 anni) e il risultato conferma l'arresto dell'inquinante entro questo limite di penetrazione.

## CONCLUSIONI

La perimetrazione proposta per l'area di salvaguardia tiene conto delle caratteristiche della struttura idrogeologica di dettaglio, della non correlazione sui dati di qualità delle acque prima e dopo l'insediamento di attività antropiche potenzialmente inquinanti su parametri indicativi. Nel caso specifico della cava, tiene conto anche dei modelli di simulazione elaborati dall'Università dell'Aquila sul grado di penetrazione di inquinanti sversati accidentalmente in superficie, rispetto alla falda acquifera in coltivazione.

ing. Giovanna BRANDELLI

## **Allegati**

Tav. A – CARTA IDROGEOLOGICA

Tav. B – AREA DI SALVAGUARDIA "VALLE REALE" COMUNE DI POPOLI (PE) CONCESSIONE MINERARIA

Tav. C – ORTOFOTO STORICHE PER L'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'AREA DI STUDIO

Tav. D - PRODUTTORI POTENZIALI DI INQUINAMENTO DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI

*I Rapporti di prova sulle analisi delle acque sotterranee nel periodo 2006-2019 sono disponibili per la consultazione in Azienda.*