

5 – LA SORGENTE ACQUA ARVA

5.1 Caratteristiche generali ed inquadramento idrogeologico

La sorgente Acqua Arva è ubicata nel territorio del Comune di Montefortino, in provincia di Fermo, ed emerge a quota circa 1232m s.l.m. in destra idrografica del Torrente Ambro, lungo il versante settentrionale del Monte Priora (Fig.5.1).

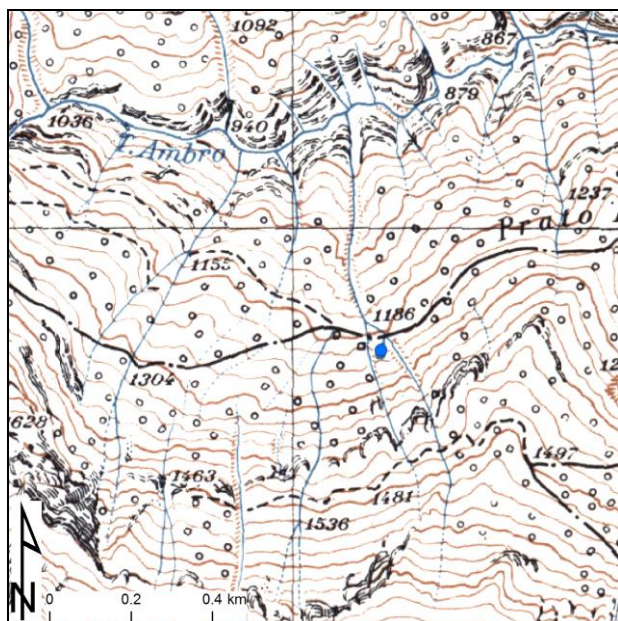


Fig.5.1 – In alto: ubicazione della sorgente Acqua Arva. In basso particolare dell'opera di captazione.

Il monitoraggio della sorgente è stato realizzato installando un misuratore, provvisto di datalogger, per la misura delle portate, della temperatura e della conducibilità elettrica.

Dal punto di vista idrodinamico la sorgente, che mostra una portata variabile da pochi litri fino a circa 15-20 l/s nel periodo di morbida, può essere inserita nella classe 5 secondo la classificazione di

Meinzer (1927) (Fig.5.2) e definita come sorgente "variabile" in base all'Indice di Variabilità espresso dalla seguente relazione:

$$R_v = \frac{Q_{\max} - Q_{\min}}{Q_{\text{med}}}$$

con:

$R_v \leq 0.25$	sorgente costante
$0.25 \leq R_v \leq 1.00$	sorgente sub-variabile
$R_v > 1.00$	sorgente variabile

e che ha fornito, per il periodo di osservazione (2014-2017) un valore per la sorgente Acqua Arva di 1.7.

Classificazione delle sorgenti secondo Meinzer (1927)		
Classe	Portata minima annua	
	m3/sec	l/sec
1	> 10	>10000
2	da 10 a 1	da 10000 a 1000
3	da 1 a 0,1	da 1000 a 100
4	da 0,1 a 0,01	da 100 a 10
5	da 0,01 a 0,001	da 10 a 1
6	da 0,001 a 0,0001	da 1 a 0,1
7	da 0,0001 a 0,00001	da 0,1 a 0,01
8	< 0,00001	< 0,01

Fig.5.2 – Classificazione delle sorgenti secondo Meinzer



Fig.5.3 – Particolare dell'interno dell'opera di captazione e delle venute d'acqua al contatto con il livello impermeabile.

Dal punto di vista idrogeologico la sorgente affiora al contatto fra la formazione dei calcari

diasprini, molto fratturati e in quest'area con funzione di acquifero, e le formazioni a bassa permeabilità dei Calcari a Posidonia e delle Marne con Serrone (Fig. 5.3).

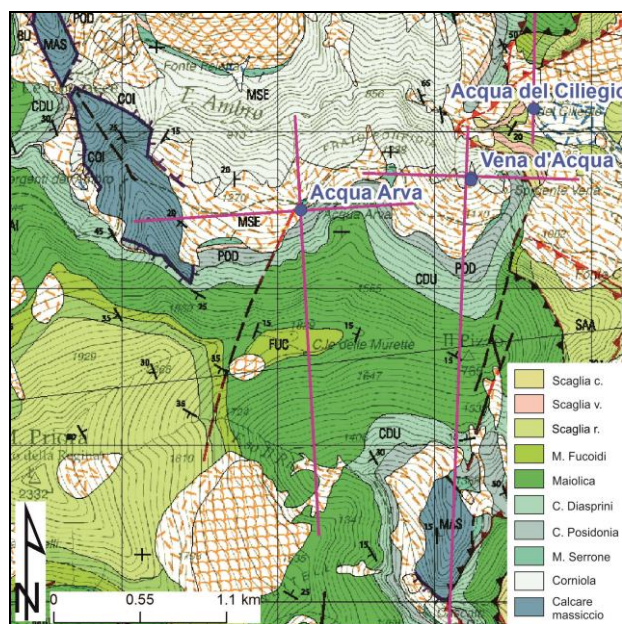


Fig.5.4 – Sorgente Acqua Arva: schema geologico generale (modificato da Pierantoni et al., 2013)

Più in particolare, come si può osservare dallo schema geologico di Fig.5.4 e dai profili idrogeologici di Fig.5.5, la sorgente verrebbe alimentata da un acquifero che, senza soluzione di continuità attraversa le formazioni della Maiolica e dei Calcari diasprini. In senso longitudinale (N-S) l'andamento degli strati, disposti a debole franapoggio, veicolerebbe solo una piccola parte delle acque che si infiltrano attraverso la struttura del Colle delle Murette verso nord e quindi verso la sorgente; in senso trasversale (E-W), una blanda flessura degli strati confinerebbe invece il flusso fra l'alto strutturale costituito dal Calcare massiccio ad ovest ed il piccolo crinale ad est che costituisce anche uno spartiacque idrogeologico (Fig.5.5 in basso).

Il particolare assetto strutturale non consente la formazione di ingenti riserve al di sotto della quota di sfioro della sorgente, sebbene dall'osservazione dell'idrogramma delle portate, come si dirà più in dettaglio in seguito, si osservi comunque un minimo quantitativo con regime costante. Il grosso della ricarica avverrebbe invece ad opera di circuiti più veloci e superficiali direttamente dalla porzione immediatamente a monte del versante.

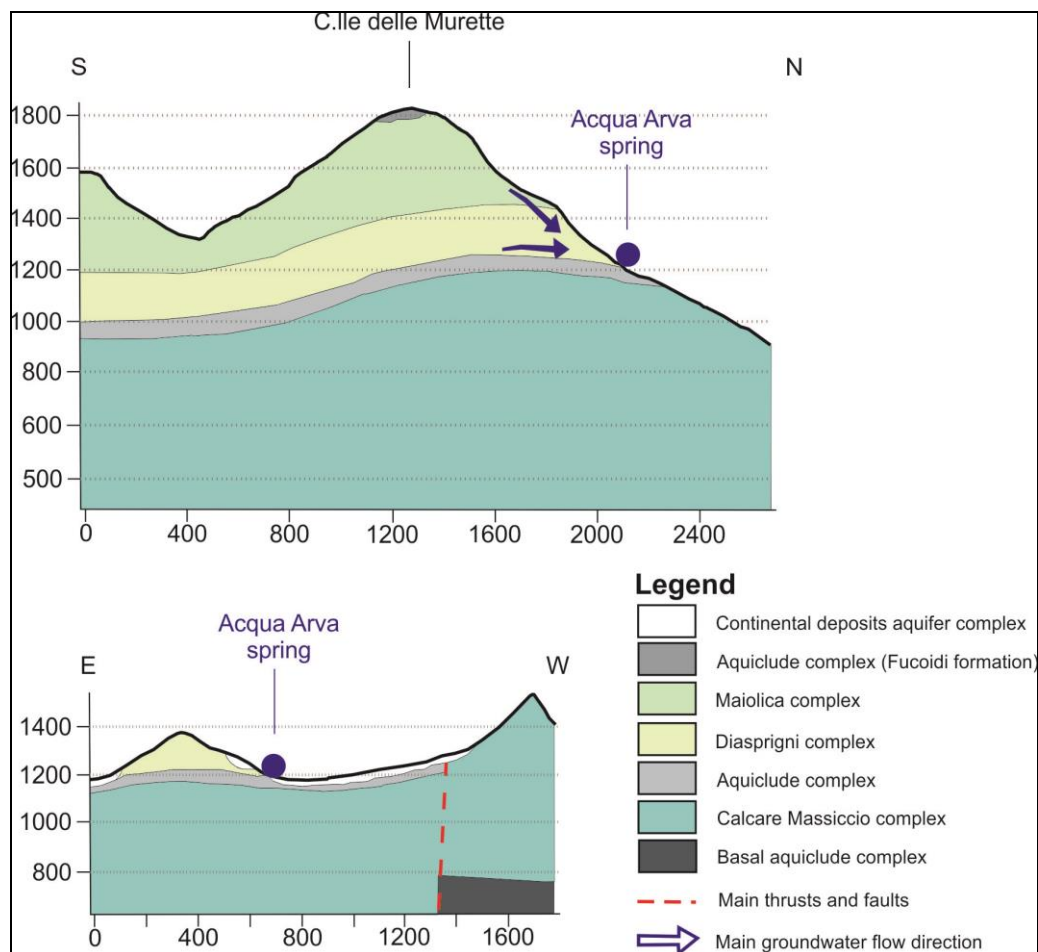


Fig.5.5 – Sorgente Acqua Arva: profili idrogeologici schematici rispettivamente orientati S-N e E-W

Secondo la classificazione di Civita (2005) tale emergenza costituirebbe una sorgente per limite di permeabilità definito.

Il modello idrogeologico ipotizzato verrebbe anche confermato dall'analisi dell'idrogramma sorgentizio e dal rapporto portate sorgentizie-conducibilità elettrica (Fig.5.6), sebbene i dati degli ultimi 15-16 mesi debbano essere valutati con attenzione a causa di malfunzionamenti della strumentazione che ne ha reso problematica la ricostruzione. Considerando come attendibili anche i soli dati delle stagioni 2014-2015, l'esistenza di circuiti veloci e superficiali sarebbe dunque testimoniata da una discreta corrispondenza fra portate sorgentizie e regime pluviometrico e dalla presenza costante di un tratto molto ripido all'inizio di ogni recessione.

D'altro canto la presenza di almeno un altro tratto, con pendenza minore, all'interno della curva di recessione farebbe ipotizzare la presenza di un secondo circuito più lento e pervasivo.

Anche l'andamento della conducibilità in relazione alle portate, fermo restando il periodo di attendibilità delle misurazioni limitato agli anni 2014-2015, confermerebbe questo "doppio" circuito; la diminuzione (seppur contenuta) dei valori di conducibilità in corrispondenza degli eventi pluviometrici (Fig.5.6 in basso), evidenzia la presenza, almeno parziale, di un fenomeno cosiddetto di "sostituzione", tipico di un acquifero dotato di elevata permeabilità e con assenza di zona satura.

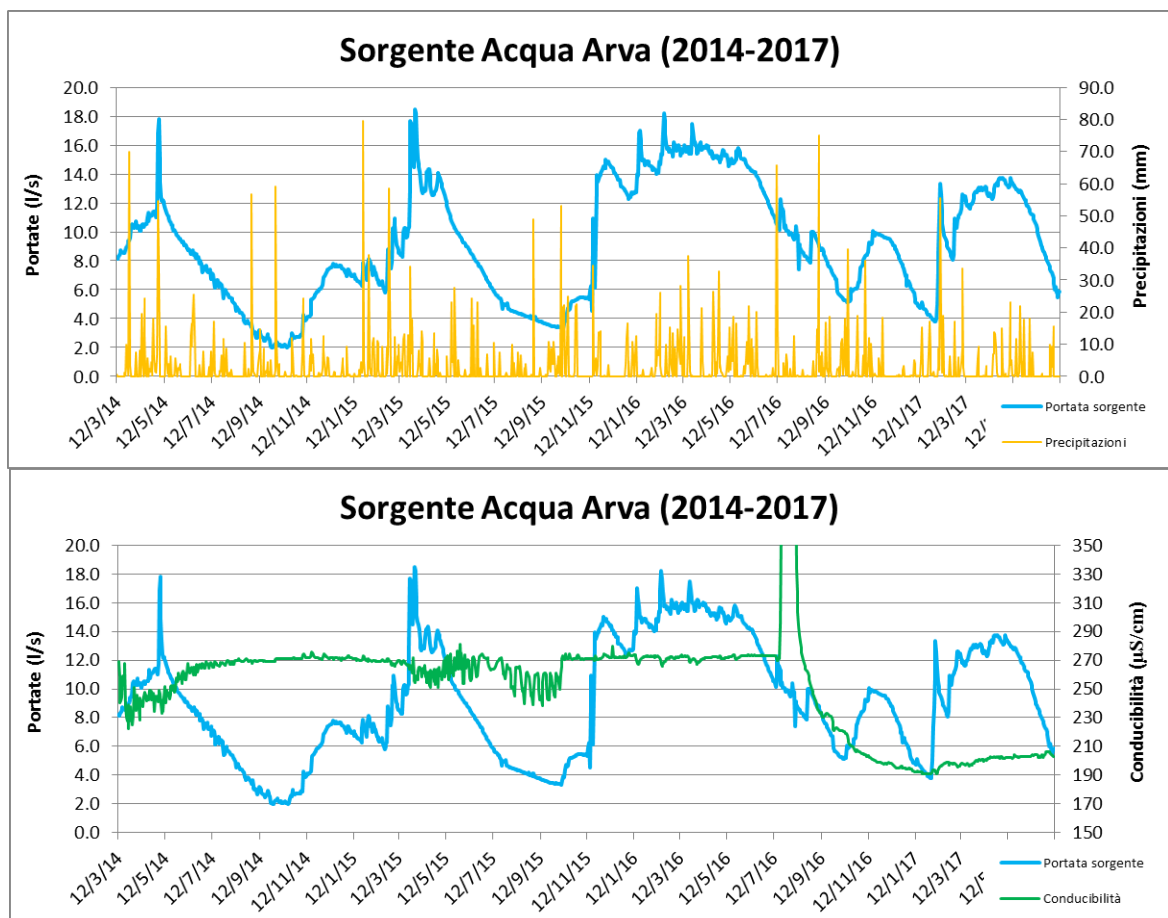


Fig.5.6 – Sorgente Acqua Arva. In alto, relazione fra portate sorgentizie e precipitazioni; in basso relazione portate sorgentizie e conducibilità elettrica

Il bilancio della sorgente (Tab.5.1) è stato calcolato analizzando l'idrogramma delle portate relative agli anni 2014-2015 ed i dati termopluviometrici della stazione di Monte Bove. I quantitativi di infiltrazione sono stati determinati applicando il metodo di Thornthwaite per il calcolo dell'Evapotraspirazione Potenziale, ritenuto il più adatto in relazione ai dati disponibili.

I risultati del bilancio idrologico indicano un areale di alimentazione medio di circa 0.53 kmq,

verosimilmente esteso verso S fino allo spartiacque topografico costituito dal Colle delle Murette e lateralmente per circa 600m in modo simmetrico rispetto alla captazione, compatibilmente con il modello idrogeologico ipotizzato.

Anche i valori del Tasso di rinnovamento (Tr_{in}) in percentuale e del Tempo di rinnovamento ($trin$) in anni compresi fra 82% e 88% e fra 1.1 e 1.2 anni rispettivamente sarebbero in linea con un acquifero con poca capacità di autoregolamentazione delle

portate. Riguardo il valore del Delay Time (DT_t) (il numero di giorni in assenza di precipitazioni in cui le portate possono sostenere portate prossime a quelle di esaurimento), l'analisi dell'idrogramma ha fornito valori più variabili e compresi fra 78 e 113 giorni.

Risultati più accurati si otterranno sicuramente con il prosieguo del periodo di monitoraggio ed una volta verificata l'attendibilità dei dati relativi agli anni 2016 e 2017.

Bilancio idrologico sorgente Acqua Arva									
Bilancio 2014									
Q ₀ (l/s)	Q _t (l/s)	T (d)	α	P (mm)	ETR (mm)	P _{eff} (mm)	R _{leff} (mm)	V _{sor}	A _{bacino} (mq)
17.8	2.1	167	0.0127981	1046	410	636	540.6	215650	399000
W ₀ (m ³)	W _t (m ³)	ΔW (m ³)	T _{rin} (%)	t _{rin} (a)	DT _t (d)	R (m ³)	S _{leff} (mm)		711000
120167.811	14179.93	105987.88	88.1999	1.13379	78.135	215699.4	540.4762		538000
Bilancio 2015									
Q ₀ (l/s)	Q _t (l/s)	T (d)	α	P (mm)	ETR (mm)	P _{eff} (mm)	R _{leff} (mm)	V _{sor}	A _{bacino} (mq)
18.5	3.4	192	0.008823	936	427.00	509.00	432.65	307896	711000
W ₀ (m ³)	W _t (m ³)	ΔW (m ³)	T _{rin} (%)	t _{rin} (a)	DT _t (g)	R (m ³)	S _{leff} (mm)		538000
181163.2138	33300.13	147863.09	81.6187	1.22521	113.338	307614.2	433.0464		biennio
Media biennio 2014-2015									
Q ₀ (l/s)	Q _t (l/s)	T (d)	α	P (mm)	ETR (mm)	P _{eff} (mm)	R _{leff} (mm)	V _{sor}	
			#NUM!				973.25	523546	
W ₀ (m ³)	W _t (m ³)	ΔW (m ³)	T _{rin} (%)	t _{rin} (a)		R (m ³)	S _{leff} (mm)		
#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!		523608.5		
Q ₀ (l/s)	Q _t (l/s)	T (d)	α	P (mm)	ETR (mm)	P _{eff} (mm)	R _{leff} (mm)	V _{sor}	
			#NUM!						
W ₀ (m ³)	W _t (m ³)	ΔW (m ³)	T _{rin} (%)	t _{rin} (a)		R (m ³)	S _{leff} (mm)		
#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!		0		

Tab.5.1 – Bilancio idrologico per la sorgente Acqua Arva

5.2 Vulnerabilità all'inquinamento e proposta di delimitazione delle aree di salvaguardia della sorgente Acqua Arva

L'assenza pressoché totale di insediamenti antropici o produttivi di qualsiasi tipologia, rendono il rischio da inquinamento nell'area relativamente basso sebbene l'acquifero stesso, per le caratteristiche sopra descritte, sia comunque altamente vulnerabile.



Fig.5.7 – Abaco per la determinazione della situazione di vulnerabilità in funzione del tempo di dimezzamento (da Civita, 2005)

Tipo di opera	Situazione	Soggiacenza (m)	D (m)	d (m)
Alla sorgente	A	nulla	40	10
	B	nulla	30	5
	C	nulla	20	5
	D	nulla	10	2
In acquifero	A	> 20	30	5
	B	> 20	20	4
	C	> 20	15	3
	D	> 20	10	2

Tab.5.2–Valori indicativi di D e d per il dimensionamento della ZTA secondo il “Metodo Civita”

Per la stima del grado di vulnerabilità ci si è quindi basati sul tempo di dimezzamento della portata a partire dai massimi registrati negli anni 2014 e 2015 (Civita, 2005). Dall'analisi dell'idrogramma sono emersi valori rispettivamente di 37 e 62 giorni, corrispondenti alle situazioni C e D. Tenuto conto tuttavia delle incertezze legate alla raccolta dei dati e alla particolarità del contesto idrogeologico si è deciso di utilizzare la situazione C (più cautelativa) ed un criterio misto, temporale-idrogeologico, per la ZTA e la ZR ed il criterio puramente idrogeologico per la ZP.

Riguardo la ZTA, è stato verificato che la recinzione intorno all'opera di presa è adeguata e risponde pienamente ai requisiti normativi (Fig.5.1 e 5.8).

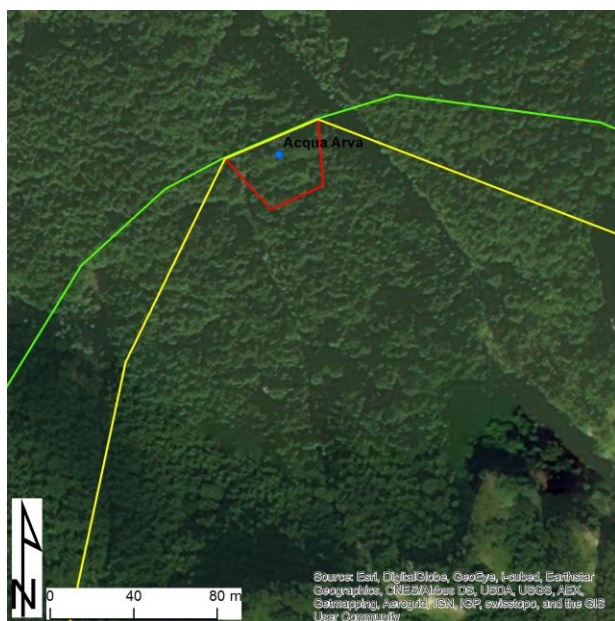


Fig.5.8 – Proposta di perimetrazione della ZTA per la sorgente Acqua Arva (in rosso).

Per quanto riguarda la ZR (Fig.5.9), è stato definito un areale seguendo le indicazioni riportate nella Tab.5. per la situazione C, leggermente modificato su base idrogeologica.

Situazione	Estensione a monte	Note
A	Tutta l'area di alimentazione	Efficacia limitata
B	Tutta l'area di alimentazione	Riducibile a 2000 m in caso di acquifero protetto in superficie
C	L = 400 m	
D	L = 200 m	

Tab.5.3–Dimensionamento della ZR nelle diverse situazioni di vulnerabilità (modificato da Civita, 1988 e 2005)

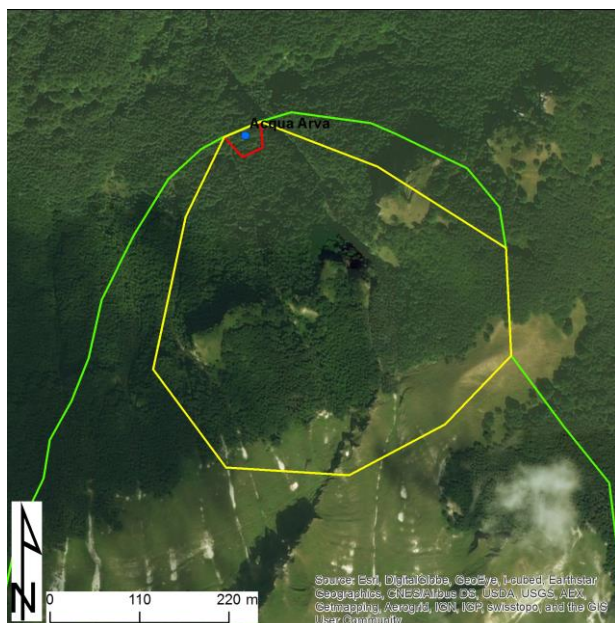


Fig.5.9- Proposta di perimetrazione delle ZR (in colore giallo) per la sorgente Acqua Arva.

La Zona di Protezione (ZP), infine, come da normativa, è stata tracciata comprendendo tutta la possibile area di ricarica dell'acquifero (Fig.5.10).

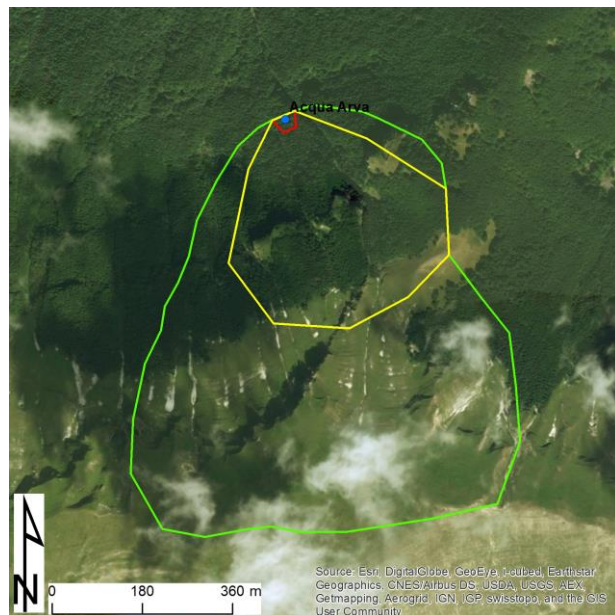


Fig.5.10- Proposta di perimetrazione della ZP (in colore verde) per la sorgente Acqua Arva.

