

6 – LA SORGENTE VENA D'ACQUA

6.1 Caratteristiche generali ed inquadramento idrogeologico

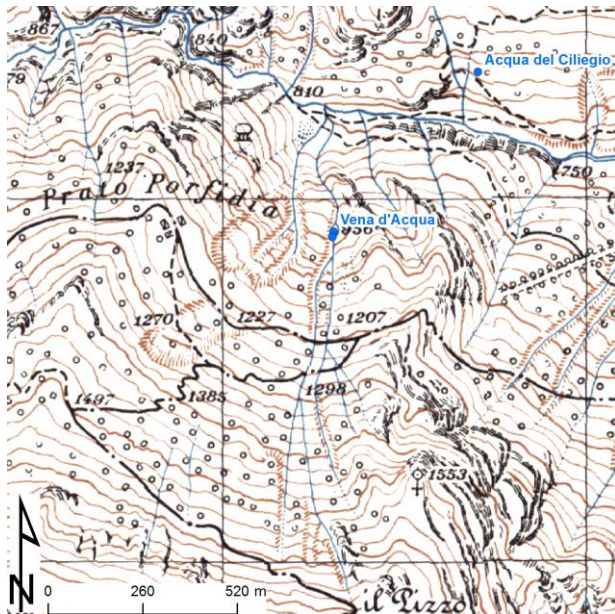


Fig.6.1 – Ubicazione della sorgente Vena d'Acqua.

La sorgente Vena d'Acqua è ubicata nel territorio del Comune di Montefortino, in provincia di Fermo, ed emerge a quota circa 995m s.l.m. in destra idrografica del Torrente Ambro, lungo il versante settentrionale del Monte Priora (Fig.6.1)

Più in particolare la sorgente si compone di due emergenze principali, ubicate a pochi metri di distanza l'una dall'altra e a quote leggermente differenti, all'interno di un vallone molto inciso e sovralluvionato da potenti coltri di depositi di versante. Ambedue le emergenze vengono captate all'interno di due bottini di presa (Fig.6.2 a sinistra) e poi raccolte in un'unica condotta principale. Il monitoraggio di queste emergenze è stato realizzato attrezzando il bottino a quota superiore (Fig.6.2 al centro) e che capta la portata maggiore, con un sensore provvisto di datalogger per la misura delle portate, della temperatura e della conducibilità elettrica. Il bottino a quota inferiore (Fig.6.2 a destra) è stato invece dotato di un sensore provvisto di datalogger per la misura delle sole portata e temperatura.



Fig.6.2 – Sorgente Vena d'Acqua. A sinistra; i due bottini di presa. Al centro: particolare dell'opera di captazione a quota superiore (Vena d'Acqua 1). A destra: particolare dell'opera di captazione a quota inferiore (Vena d'Acqua 2)

Dal punto di vista idrodinamico la sorgente, come nel caso di quella dell'Acqua Arva, mostra una portata variabile da pochi litri fino a circa 45 l/s nel periodo di morbida; tali evidenze collocherebbero la sorgente nella classe 5 di Meinzer (1927) (Fig.6.3). Sulla base invece dell'Indice di Variabilità:

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

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

la sorgente Vena d'Acqua, che ha fornito un valore medio di 2.8 limitatamente al periodo di osservazione (2014-2017) può essere definita come "variabile".

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.6.3 – Classificazione delle sorgenti secondo Meinzer

Dal punto di vista idrogeologico, come già detto, la sorgente si compone di due emergenze che affiorano a breve distanza l'una dall'altra dalla spessa coltre di depositi detritici che regolarizza lo stretto vallone sul versante settentrionale de Il Pizzo (Fig.6.4).



Fig. 6.4 – Veduta (da N) della stretta incisione valliva che caratterizza l'area sorgentizia

Come si può osservare dallo schema geologico di Fig.6.5 e dai profili idrogeologici di Fig.6.6 essa si localizza sul fianco settentrionale di una blanda piega anticlinale (Profilo S-N) che a sua volta costituisce la porzione orientale di una struttura maggiore che tende a verticalizzarsi in corrispondenza del sovrascorrimento dei Monti Sibillini (Profilo W-E). L'emergenza dal detrito costituirebbe la sorgente cosiddetta "topografica" mentre quella reale si originerebbe più a monte, al contatto fra le formazioni del Rosso ammonitico e delle Marne con Serrone con funzione di acquiclude ed il gruppo Calcari diasprini-Calcarei a Posidonia, qui molto fratturati, con abbondanti livelli calcarenitici e ridotta frazione calcareo marnosa e marnosa, con funzione di acquifero. In questo

contesto, i calcari diasprini andrebbero a costituire un unico complesso acquifero con la sovrastante formazione della Maiolica.

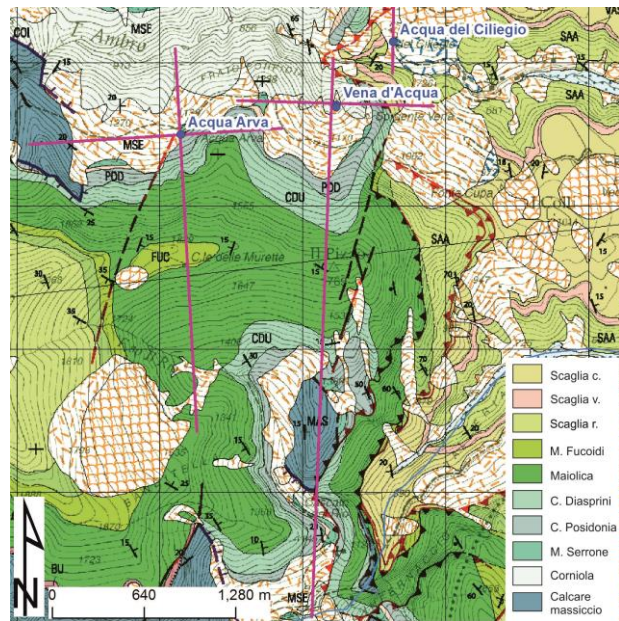


Fig.6.5 – Sorgente Vena d'Acqua: schema geologico generale (modificato da Pierantoni et al., 2013)

Come nel caso della sorgente Acqua Arva, anche questa sorgente, secondo la classificazione di Civita (2005), costituirebbe una sorgente per limite di permeabilità definito; le acque emergenti dal complesso Calcari diasprini-Maiolica si infiltrerebbero all'interno delle spesse coperture detritiche per poi affiorare circa 100-150m più a valle.

L'areale di alimentazione, secondo tale modello, si estenderebbe verso monte fino a superare il rilievo de Il Pizzo in accordo con la presenza di uno spartiacque idrogeologico sotterraneo e, come si dirà più in dettaglio in seguito, con il risultato del bilancio idrologico (Profilo S-N di Fig.6.6). Lateralmente, (Profilo W-E) tale spartiacque corrisponderebbe con quello topografico ed in particolare con i due "alti" morfologici presenti immediatamente ad E e ad W della sorgente.

Tale assetto strutturale favorirebbe una doppia tipologia di circolazione: una relativamente veloce e poco profonda condizionata dalla morfologia superficiale e che si realizzerebbe all'interno dei depositi di versante; un secondo circuito sarebbe invece un po' più profondo e avverrebbe all'interno del sistema di fratture piuttosto sviluppato presente all'interno del complesso acquifero. Tuttavia lo stesso non sarebbe compatibile con l'accumulo di riserve al di sotto della quota di sfioro della sorgente (e quindi con la formazione di riserve permanenti) né di ingenti riserve regolatrici, sebbene dall'osservazione dell'idrogramma delle portate, come si dirà più in dettaglio in seguito, si osservi comunque un minimo deflusso costante.

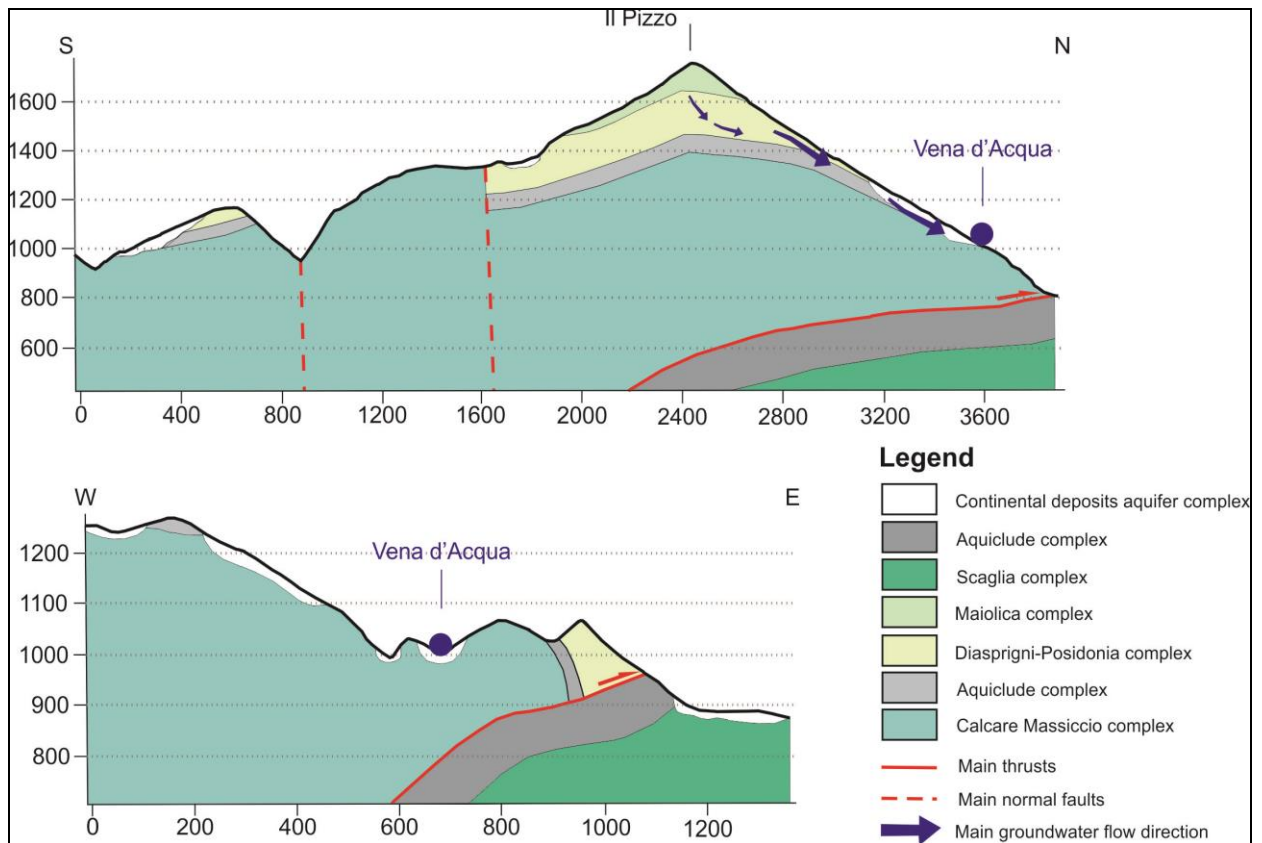


Fig.6.6 – Sorgente Vena d'Acqua: profili idrogeologici schematici rispettivamente orientati S-N e W-E

Il modello idrogeologico descritto sarebbe compatibile anche con l'analisi dell'idrogramma sorgentizio (Fig.6.7), monitorato nel periodo marzo 2014- giugno 2016 e con l'andamento del rapporto portate sorgentizie-conducibilità elettrica (Fig.6.8).

La curva di recessione, nei periodi analizzati (recessioni 2014 e 2015), mostra infatti la presenza di almeno due tratti con pendenze differenti, a testimonianza dell'esistenza del doppio circuito. Se da un lato c'è solo una parziale corrispondenza fra

andamento delle precipitazioni e portate sorgentizie d'altro canto è invece evidente (seppur non marcato) un parallelismo fra le portate stesse e la conducibilità elettrica. Tale fenomeno, noto nella letteratura idrogeologica con il termine di "pistonaggio", (Civita et al., 1988 e 1992; Vigna, 2007) presuppone la presenza, nel percorso di ricarica all'interno dell'acquifero, di fratture a "pieno carico"; lungo tale percorso avverrebbero dei fenomeni cosiddetti di "transfer di pressione" che faciliterebbero il processo di mineralizzazione delle acque.

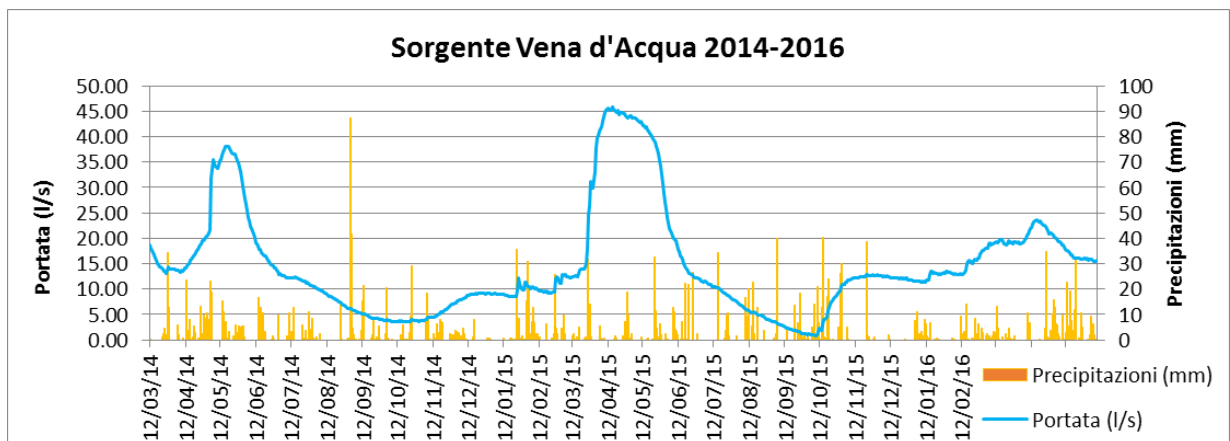


Fig.6.7 – Idrogramma sorgentizio della sorgente Vena d'Acqua e andamento delle precipitazioni (stazione di Monte Bove sud) relativi al periodo marzo 2014 – giugno 2016.

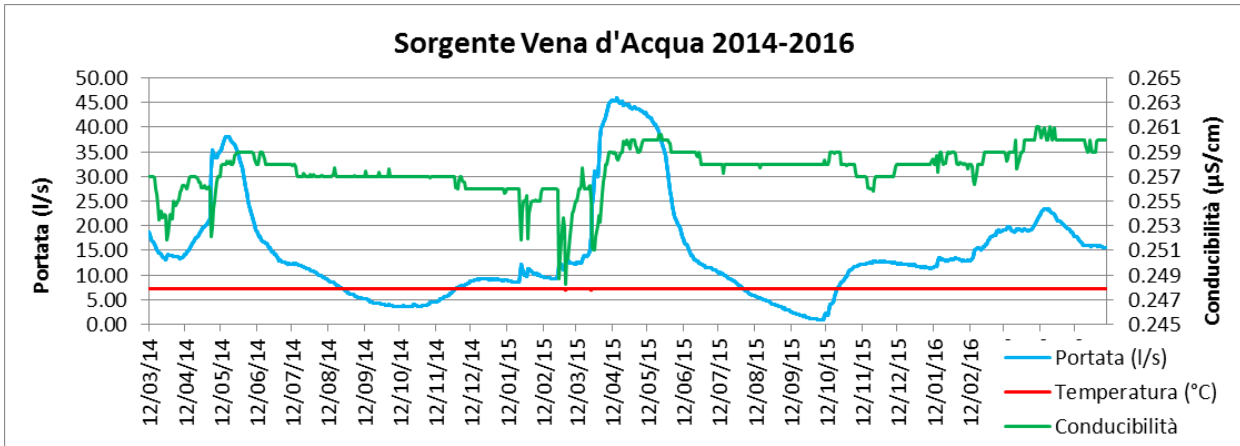


Fig.6.8 – Relazione fra andamento delle portate, conducibilità elettrica e temperatura della sorgente Vena d'Acqua relativi al periodo marzo 2014 – giugno 2016.

Il bilancio della sorgente (Tab.6.1) 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, come nel caso della sorgente Acqua Arva, sono stati determinati applicando il metodo di Thornthwaite per il calcolo dell'Evapotraspirazione Potenziale.

I risultati del bilancio idrologico indicano un areale di alimentazione medio di circa 0.91 kmq. Tale areale, come ipotizzato, si estenderebbe verosimilmente verso S fino a superare il rilievo di Il Pizzo, in accordo con la presenza di uno spartiacque sotterraneo (Profilo S-N di Fig.6.6).

I valori del Tasso di rinnovamento (Trin) in percentuale compresi fra 90% e 98% e del Tempo

di rinnovamento (trin) in anni inferiori ad 1.1 anni costituirebbero ulteriore prova della ridottissima capacità di autoregolamentazione delle portate. Riguardo il valore del Delay Time (DTt) (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 molto bassi e compresi fra 44 e 70 giorni.

Anche per questa sorgente, si ritiene di poter acquisire maggiori e più accurate informazioni dal prosieguo del monitoraggio, anche se quest'ultimo è reso difficoltoso da problemi di natura logistica (legati al posizionamento dell'opera di captazione in un'area impervia e di difficile accessibilità) e dalla gestione dei dispositivi di misurazione.

Bilancio idrologico sorgente Vena d'Acqua									
Bilancio 2014									
Q_0 (l/s)	Q_t (l/s)	T (d)	α	P (mm)	ETR (mm)	P_{eff} (mm)	R_{eff} (mm)	V_{sor}	$A_{baccino}$ (mq)
38.09	3.65	165	0.0142136	1046	410	636	540.6	383007	710000 "2014"
									$A_{baccino}$ (mq)
									1166000 "2015"
									$A_{baccino}$ (mq)
									912000 biennio
W_0 (m ³)	W_t (m ³)	ΔW (m ³)	T_{rin} (%)	t_{rin} (a)	DT_t (d)	R (m ³)	Sl_{eff} (mm)	$A_{baccino}$ (mq)	
231536.6439	22192.01	209344.63	90.4153	1.10601	70.3534	383826	539.4465	coeff. Infiltrazione pot. 0.85	
Bilancio 2015									
Q_0 (l/s)	Q_t (l/s)	T (d)	α	P (mm)	ETR (mm)	P_{eff} (mm)	R_{eff} (mm)	V_{sor}	Q_0 (l/s) = portata inizio recessione
45.91	0.84	176	0.0227334	936	427.00	509.00	432.65	504838	Q_t (l/s) = portata fine recessione
									T (g) = tempo recessione
									α = coeff. Recessione
									V_{sor} (m ³) = volume annuale erogato
									W_0 (m ³) = immagazzinamento dinamico
									W_t (m ³) = immagazzinamento fine recessione
									ΔW (m ³) = volume liberato durante la recessione
									T_{rin} (%) = tasso di rinnovamento
									t_{rin} (a) = tempo di rinnovamento
									DT_t (g) = Delay Time
									P (mm) = precipitazioni
									ETR (mm) = evapotraspirazione reale
									P_{eff} (mm) = precipitazioni efficaci
									l_{eff} (mm) = infiltrazione efficace (R=reale; S=simulata)
									R (m ³) = ricarica durante l'anno idrologico
Media biennio 2014-2015									
Q_0 (l/s)	Q_t (l/s)	T (d)	α	P (mm)	ETR (mm)	P_{eff} (mm)	l_{eff} (mm)	V_{sor}	
			#NUM!				973.25	887845	
W_0 (m ³)	W_t (m ³)	ΔW (m ³)	T_{rin} (%)	t_{rin} (a)			R (m ³)	Sl_{eff} (mm)	
#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	887604		
Media biennio 2014-2015 (continua)									
Q_0 (l/s)	Q_t (l/s)	T (d)	α	P (mm)	ETR (mm)	P_{eff} (mm)	l_{eff} (mm)	V_{sor}	
			#NUM!						
W_0 (m ³)	W_t (m ³)	ΔW (m ³)	T_{rin} (%)	t_{rin} (a)			R (m ³)	Sl_{eff} (mm)	
#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	0		

Tab.6.1 – Bilancio idrologico per la sorgente Vena d'Acqua

6.2 Vulnerabilità all'inquinamento e proposta di delimitazione delle aree di salvaguardia della sorgente Vena d'Acqua

Come in molti altri casi di captazioni in aree montane appenniniche, anche la sorgente Vena d'Acqua presenta un grado di rischio molto basso per quanto riguarda l'inquinamento della risorsa idrica. Ciò principalmente per l'assenza nell'area di centri di pericolo o di produttori potenziali di sostanze inquinanti di un certo rilievo. D'altro canto però la vulnerabilità intrinseca dell'acquifero (fratturato e con poca o assente copertura in superficie) risulta generalmente molto alta.



Fig.6.9 – 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.6.2–Valori indicativi di D e d per il dimensionamento della ZTA secondo il “Metodo Civita”

Anche in questo caso si è scelto di utilizzare il “tempo di dimezzamento” della portata sorgentizia per la stima del grado di vulnerabilità dell'acquifero (Civita, 2005). Utilizzando gli idrogrammi sopra descritti e relativi agli anni 2014 e 2015 sono stati calcolati valori un po' discordanti (25 e 49 giorni rispettivamente) ma comunque all'interno della situazione C. Tenuto conto di questa variabilità e delle peculiarità dell'acquifero (presenza di circuiti veloci e superficiali, assenza di coperture significative a protezione dell'areale di ricarica) si è deciso di utilizzare un criterio misto, temporale-idrogeologico, per la ZTA e la ZR ed il criterio puramente idrogeologico per la ZP.

Relativamente alla ZTA, è stato verificato che l'opera di presa è adeguatamente protetta come richiesto dalla normativa (Fig.6.10).

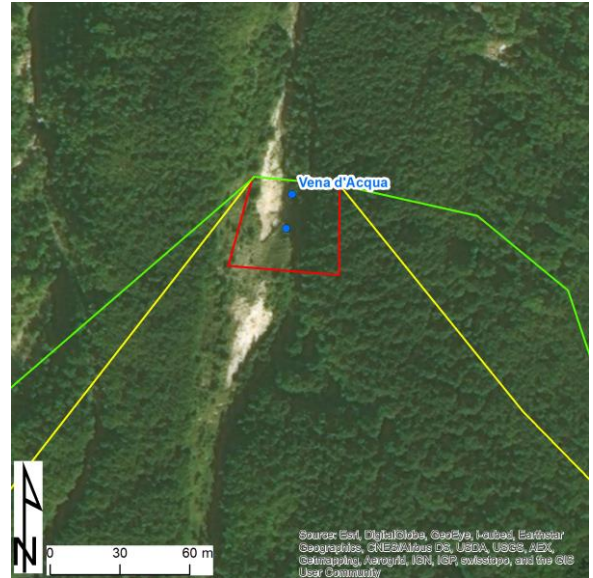


Fig.6.10 – Proposta di perimetrazione della ZTA per la sorgente Vena d'Acqua (in rosso).

Per quanto riguarda la ZR (Fig.6.11), è stato definito un areale seguendo le indicazioni riportate nella Tab.6.3 per la situazione C, 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.6.3–Dimensionamento della ZR nelle diverse situazioni di vulnerabilità (modificato da Civita, 1988 e 2005)

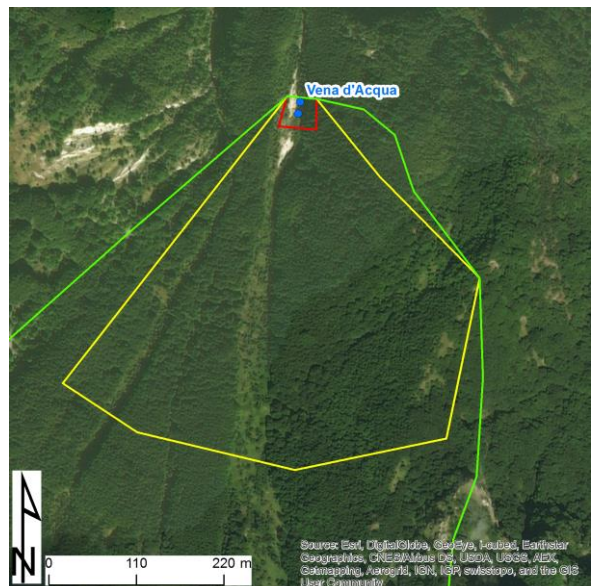


Fig.6.11- Proposta di perimetrazione delle ZR (in colore giallo) per la sorgente Vena d'Acqua.

La Zona di Protezione (ZP), infine, come da normativa, è stata tracciata comprendendo tutta la possibile area di ricarica dell'acquifero (Fig.6.12).

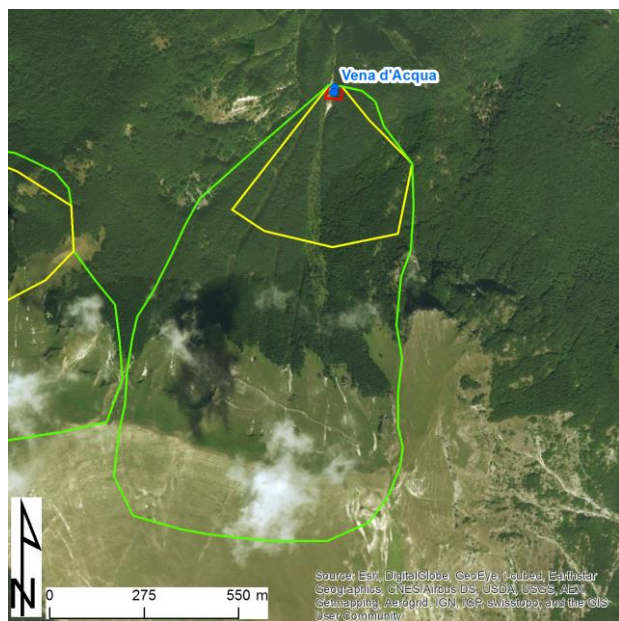


Fig.6.12- Proposta di perimetrazione della ZP (in colore verde) per la sorgente Vena d'Acqua.