

## 8 – LA SORGENTE SAN GIOVANNI (SEFRO)

### 8.1 Storia e caratteristiche tecniche dell'opera di captazione

L'impianto di captazione della sorgente San Giovanni è presente nel comune di Sefro, nel tratto montano del Torrente Scarzito alla confluenza con il Fosso S. Giovanni che dà il nome alla sorgente stessa (Fig.8.1).

L'impianto è attualmente utilizzato da due soggetti, titolari di due distinte concessioni di derivazione di acqua ad uso potabile: il Comune di Sefro per 7,7 l/s e l'A.S.SE.M. S.p.A. di San Severino Marche per

38,8 l/s. I quantitativi captati e immessi nella condotta adduttrice in gestione A.S.SE.M. S.p.A. e destinati principalmente alle utenze del Comune di San Severino Marche, vengono in parte ceduti al Comune di Pioraco (9 l/s circa), attraverso un apposito partitore, e in parte destinati alla fornitura all'ingrosso al gestore Multiservizi S.p.A. di Ancona, per l'approvvigionamento idropotabile di alcune utenze del Comune di Matelica, e al Comune di Castelraimondo.

Il progetto di massima per la realizzazione

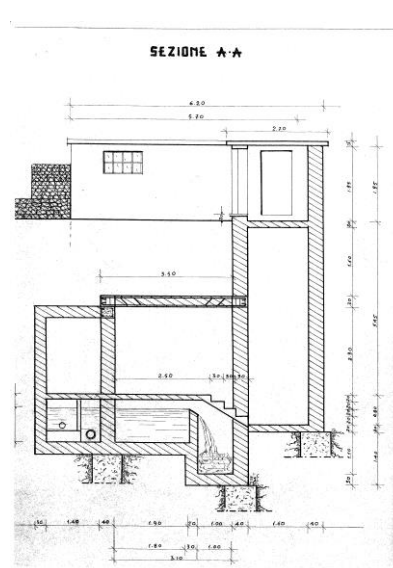
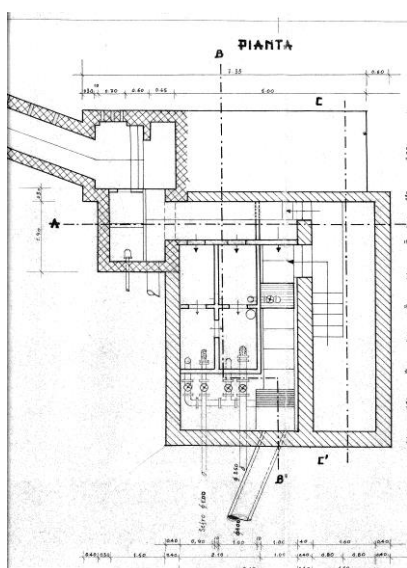


Fig.8.1 – La sorgente San Giovanni (Sefro). Nella foto in alto a destra particolare della galleria all'interno dell'impianto di captazione. In basso la pianta ed un prospetto dell'opera di presa originale.

dell'impianto risale al 1932, quando i Comuni di Pioraco e Castelraimondo, per rispondere alla crescente richiesta di consumo di acqua potabile, decisero di intraprendere studi per incrementare i quantitativi captati.

## 8.2 Caratteri geologici e geomorfologici generali dell'area di studio

L'impianto di captazione della sorgente di San Giovanni è ubicato nel tratto terminale del fosso omonimo, in sinistra idrografica, poco a monte della confluenza con il torrente Scarzito a sua volta affluente di destra del fiume Potenza. Il territorio in esame si inserisce nella porzione montana del bacino del fiume Potenza (Fig.8.2), sul fianco

orientale dell'anticlinale calcarea che costituisce il limite esterno della Dorsale umbro-marchigiana. I litotipi affioranti appartengono sia alla Successione "completa" che a quella "condensata". Più in particolare la Successione completa è visibile in sinistra idrografica del Fiume Potenza, a monte dell'abitato di Pioraco e caratterizza l'intero versante meridionale di Monte Castel S. Maria; la Successione condensata affiora invece sul versante settentrionale di Monte Primo (destra idrografica del Fiume Potenza) e lungo il Torrente Scarzito (Fig. 8.3). Anche in quest'area, tipica è la presenza di un fianco orientale dove la successione calcarea è fortemente piegata e a luoghi, tramite il thrust dei Sibillini, sovrascorsa sui litotipi più recenti oligocenici e messiniani.

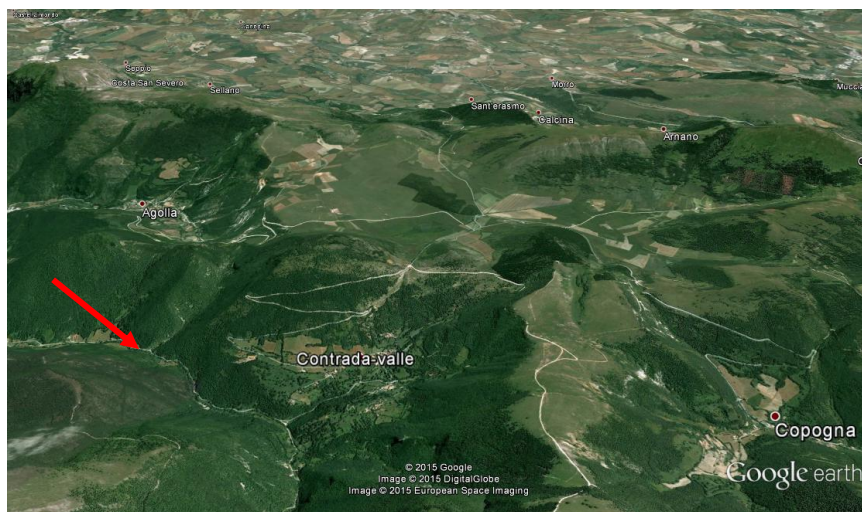


Fig.8.2 – Panoramica (da W) dell'area montana in corrispondenza della sorgente di San Giovanni (indicata dalla freccia); in primo piano i due piani che costituiscono il bacino endoreico di Montelago.

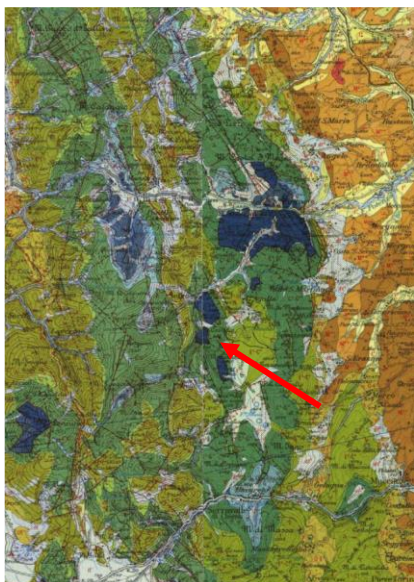


Fig.8.3 – Stralcio dei Fogli n.124 (Macerata) e n.123 (Assisi), della Carta Geologica d'Italia a scala 1:100.000.

Il fianco occidentale è invece più regolare anche se interessato da faglie dirette orientate circa NW-SE che ribassano verso ovest tutta la struttura. L'elemento geologico-strutturale, geomorfologico e, come si vedrà meglio in seguito, idrogeologico più rappresentativo dell'area, è tuttavia costituito dalla conca di Montelago un bacino endoreico di modesta estensione di età pleistocenica, articolato in due altopiani posti a quote diverse (intorno ai 900 m s.l.m.).

La genesi di questo bacino intramontano è prevalentemente connesso alla tettonica distensiva quaternaria e secondariamente al modellamento carsico, ancora attivo. I depositi che costituiscono il riempimento, essenzialmente di ambiente fluviale e lacustre, hanno spessore incerto anche se, da evidenze geomorfologiche, non dovrebbero superare poche decine di metri. Le testimonianze più recenti della presenza di un lago risalgono al basso medioevo, quando le acque che occupavano la conca più elevata furono fatte defluire in quella sottostante attraverso il taglio della soglia rocciosa



che le separava, operato dai Duchi della Signoria dei Varano di Camerino. La conca inferiore è a volte occupata da uno specchio lacustre, variabile durante le stagioni in base all'apporto meteorico. Le parti centrali più depresse si presentano sub-pianeggianti, mentre il raccordo con i versanti è dolce e caratterizzato da scarpate, connesse probabilmente a fasi di espansione e ritrazione del lago, legate al funzionamento intermittente di inghiottitoi o all'abbassamento di soglie, e rimodellate successivamente dall'uomo. I versanti che bordano la conca si presentano spesso rettilinei e condizionati da faglie distensive che hanno prodotto, insieme ai fenomeni franosi, vistose gradinate.

Nell'intorno del bacino di Montelago, il territorio di studio (pressoché coincidente con il bacino del torrente Scarzito), si caratterizza per la presenza di morfologie tipiche delle valli montane, con versanti ripidi pressoché totalmente coperti da vegetazione

e fondivalle stretti, dove i depositi alluvionali prevalentemente recenti, mostrano estensione e spessore ridotti. Conoidi detritiche e depositi di versante di spessore a volte considerevole sono invece presenti sui versanti o, come falde, nelle zone di raccordo con i fondovalle alluvionali. Rari sono infine i fenomeni gravitativi, se si escludono piccoli fenomeni di crollo in corrispondenza di ripide scarpate in roccia.

### 8.3 Idrogeologia dell'area di studio

La sorgente San Giovanni, come detto, è ubicata in sinistra idrografica del fosso omonimo, circa 100m più a monte della confluenza dello stesso con il Torrente Scarzito. Le acque della sorgente emergono dall'acquifero basale del Calcere massiccio, in questa zona presente in successione condensata ed in contatto idraulico con il sovrastante acquifero della Maiolica (Fig.8.4).

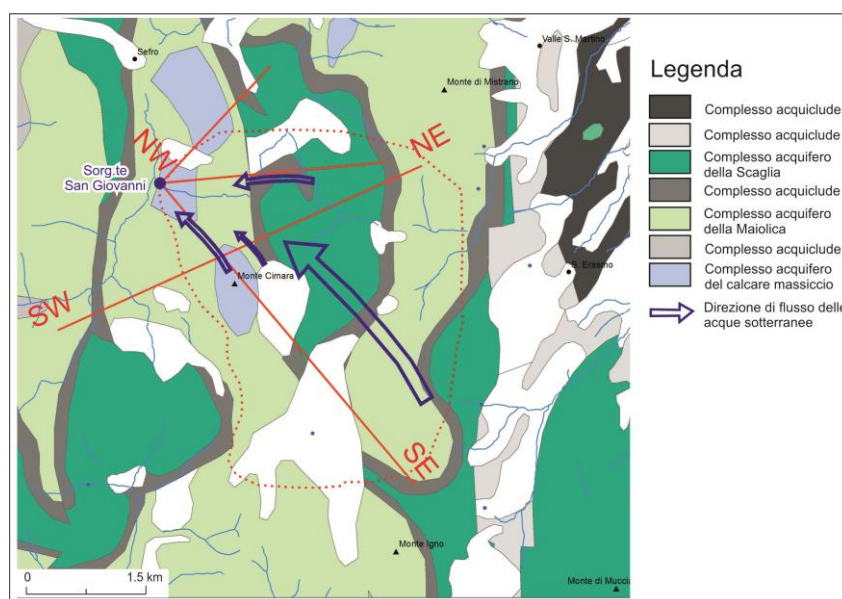


Fig.8.4 – Schema idrogeologico dell'area di alimentazione della sorgente San Giovanni

L'area di emergenza tuttavia, non sembrerebbe limitata alla sola zona di captazione. I rilievi periodici e, come si dirà meglio in seguito, anche le misure di portata effettuate nel tratto terminale del fosso di San Giovanni, hanno invece evidenziato come il recapito verso la sorgente avvenga su di un'area un po' più estesa, da poco a monte l'opera di captazione fino alla confluenza con lo Scarzito: in questo tratto il fosso avrebbe dunque carattere drenante e costituirebbe una sorgente cosiddetta lineare: la circolazione in questo caso non sarebbe associata ad un unico livello saturo all'interno del Calcere massiccio ma, molto probabilmente, avverrebbe su più piani carsificati, separati da livelli a permeabilità relativa minore. Tale ipotesi sarebbe anche confermata da due prove colorimetriche condotte nel 1974 a supporto di studi per un possibile incremento dei quantitativi captati. A

seguito dell'immissione di fluoresceina in corrispondenza di un foro di sondaggio, profondo

8.50m ed ubicato circa 20m a monte dell'opera di captazione si registravano infatti colorazioni sia all'interno della captazione stessa che in diversi punti poco più a valle a testimonianza del collegamento idraulico esistente.

Per quanto riguarda il bacino di alimentazione, i dati relativi al bilancio idrologico e l'analisi dell'idrogramma sorgivo (descritti in dettaglio nel capitolo successivo) hanno permesso di individuare un'area piuttosto vasta (circa 14km<sup>2</sup>), estesa prevalentemente a SW della sorgente e che comprenderebbe gran parte del bacino endoreico di Montelago (Fig.8.4). La circolazione delle acque sotterranee avverrebbe in un sistema piuttosto complesso, anche attraverso contatti idraulici fra la serie completa e quella condensata. Come

evidenziato nel profilo AA' (Fig. 8.5) infatti, in corrispondenza del rilievo di Monte Cimara, si realizzerebbe un contatto idraulico laterale fra la serie condensata-composta e quella completa, ipotizzata al di sotto del bacino di Montelago.

Tale contatto favorirebbe la ricarica da SE, all'interno del complesso della Maiolica, con il limite dell'idrostruttura posizionato in corrispondenza di Monte Igno.

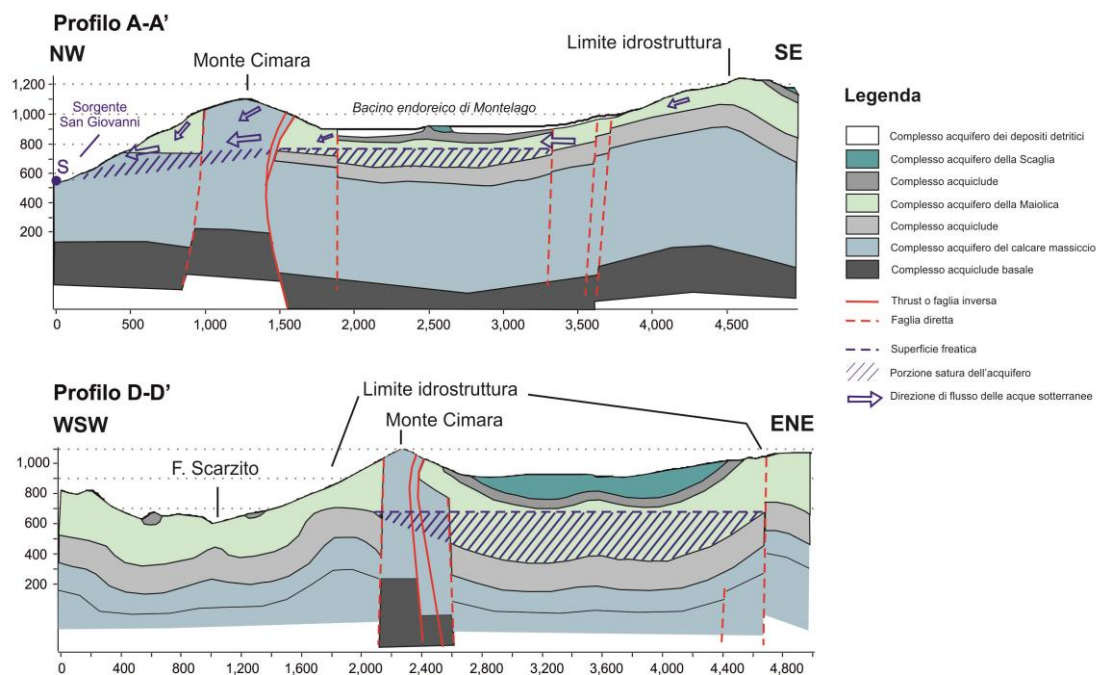


Fig.8.5 – Profili idrogeologici schematici (le tracce sono riportate in fig.8.4)

Contributi consistenti alla ricarica proverrebbero anche dal bacino stesso attraverso condotti di origine carsica; gli inghiottitoi visibili nella porzione più settentrionale della conca inferiore infatti,

permettono stagionalmente il drenaggio delle acque superficiali prevalentemente legate alle precipitazioni meteoriche o allo scioglimento nivale.

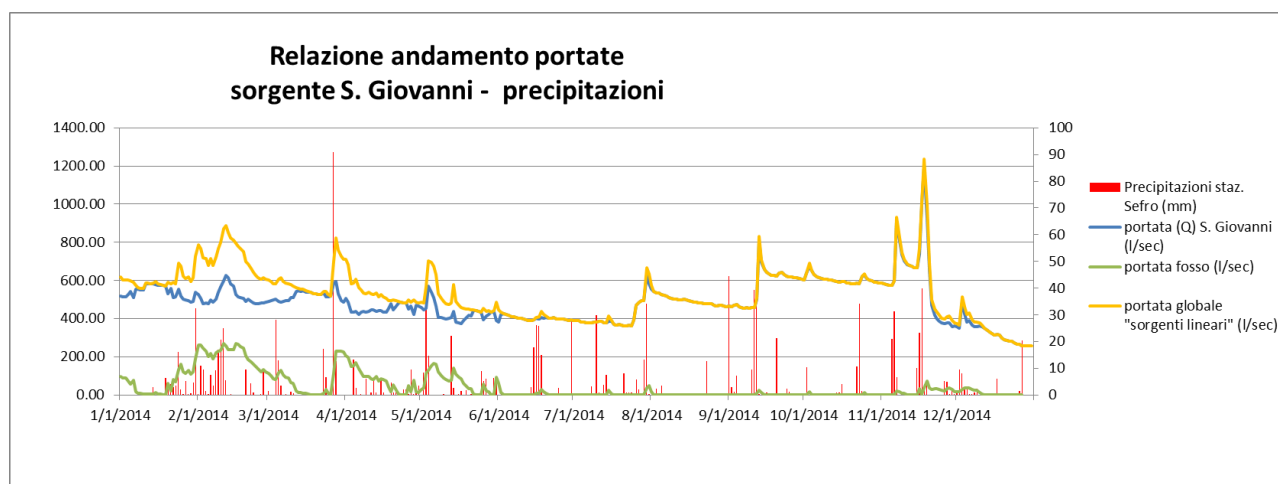


Fig. 8.6 – Idrogramma sorgentizio della sorgente San Giovanni di Sefro relativo all'anno 2014

Apporti cospicui e un trasferimento veloce di parte delle precipitazioni meteoriche verso la zona di recapito della sorgente, proverrebbero anche dalla porzione nord-occidentale del Monte Cimara e sarebbero favoriti dal contatto idraulico esistente fra il complesso acquifero della Maiolica e quello

basale sottostante del Calcare massiccio (profili AA' e DD', Fig.8.5).

La presenza di una circolazione rapida, associata ad una più lenta e profonda risulta evidente dall'analisi dell'idrogramma giornaliero (Fig.8.6), che mostra una stretta correlazione fra gli eventi

meteorici più importanti e i picchi di portata della sorgente.

#### 8.4 Bilancio idrologico della sorgente di San Giovanni

Il modello idrogeologico proposto è stato quindi verificato attraverso l'analisi dell'idrogramma sorgivo della sorgente e il calcolo del bilancio idrologico. I dati relativi alla captazione sono stati forniti dall'A.S.SE.M. che, pur in assenza di specifiche misurazioni in sorgente, stima una

complessiva immissione nelle condotte, da ritenersi ragionevolmente costante, pari mediamente a circa 50 l/s (di cui 7-8 l/s nell'adduttrice per Pioraco e la restante parte nella condotta in gestione alla medesima azienda). Gran parte della portata sorgentizia viene tuttavia messa in scarico poco più a valle, lungo il fosso di San Giovanni. Per misurare questi quantitativi, nell'estate 2012 è stato installato un sensore di livello alla confluenza del fosso stesso con il torrente Scarzito, in corrispondenza dell'attraversamento stradale (Fig.8.7).



Fig.8.7 – Misuratori di livello installati rispettivamente alla confluenza del fosso di San Giovanni con il torrente Scarzito (a sinistra) e lungo lo stesso fosso in corrispondenza dell'opera di captazione (a destra).

Contestualmente, avendo osservato che durante la stagione invernale o in corrispondenza di eventi meteorici significativi il fosso a monte della captazione mostrava portate significative, è stato installato un misuratore analogo anche lungo il canale (Fig.8.8); tali quantitativi vengono di

conseguenza sottratti a quelli misurati più a valle. Poiché gli strumenti suddetti restituiscono a cadenza oraria unicamente le altezze dei tiranti idrici, si è reso necessario costruire delle rette di taratura altezza-portate effettuando diverse campagne di misura: i risultati di tali elaborazioni sono mostrati in Fig.8.9.

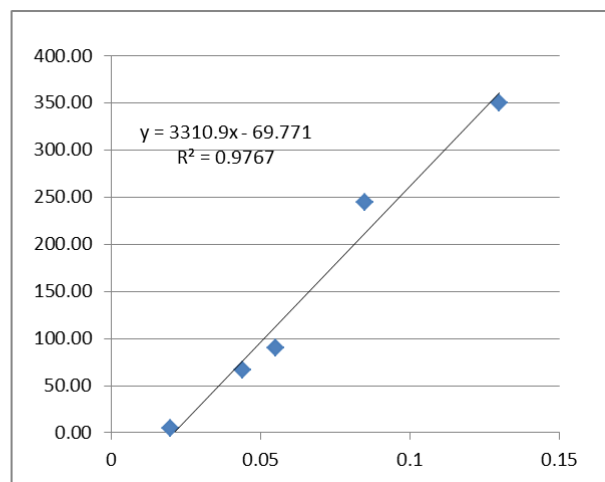
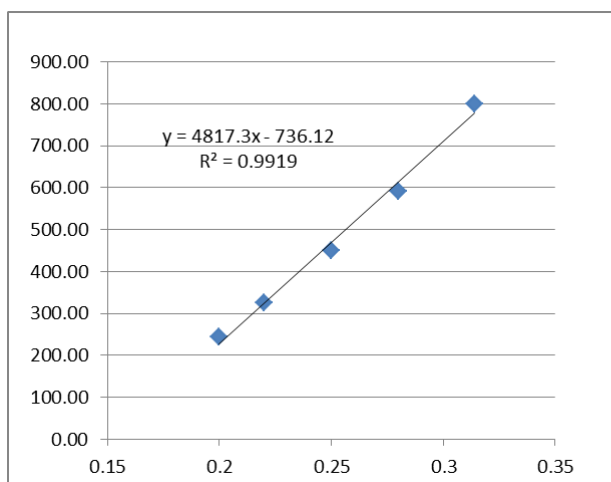


Fig.8.9 – Rette di taratura altezza-portate relative ai misuratori di livello installati alla confluenza del fosso di San Giovanni con il torrente Scarzito (a sinistra) e lungo il fosso poco più a monte (a destra).

Le operazioni di misura tuttavia sono risultate nel tempo complesse e a tutt'oggi i risultati devono

essere interpretati con cautela. In primo luogo, sebbene, come detto, l'installazione degli strumenti

sia stata effettuata nell'estate 2012, per problemi tecnici la registrazione dei dati è iniziata solamente nei primi mesi del 2013. In secondo luogo, la forte turbolenza delle acque del fosso di San Giovanni soprattutto nei periodi di morbida e l'estrema irregolarità del fondo, ha reso alquanto problematica sia la lettura corretta delle altezze che le operazioni di calibrazione con l'idrometrografo;

da esperienze acquisite in contesti analoghi si può tuttavia ritenere che se per gran parte dell'anno, in condizioni di regime, l'errore sia contenuto, i valori di picco registrati in occasione di eventi meteorici intensi o in concomitanza con rapide fasi di scioglimento nivale, siano significativamente sovrastimati.

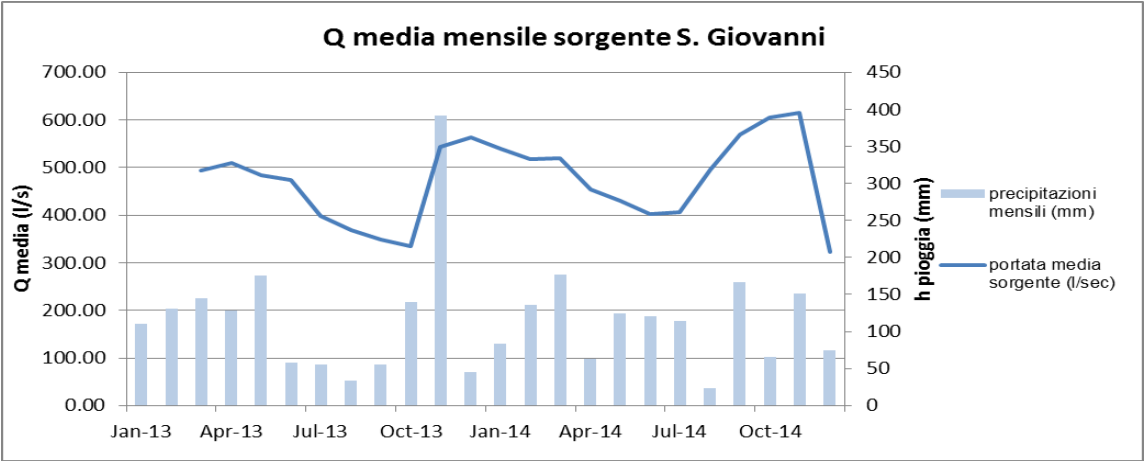


Fig.8.10 – Idrogramma sorgivo della sorgente San Giovanni relativo agli anni 2013-2014

Utilizzando quindi i dati registrati nel biennio 2013-2014 è stato prima costruito l'idrogramma sorgivo (Fig.8.10) e poi calcolato il bilancio idrologico per ciascun anno facendo riferimento, per quanto riguarda i dati termo-pluviometrici, a quelli registrati

alla stazione di Sefro per gli stessi anni (tab.8.1): tenuto conto delle difficoltà sopra esposte, le differenze riscontrate nel calcolo ( $\pm 12\%$ ) possono essere considerate accettabili.

|                                  |                      | A <sub>bacino</sub><br>(km <sup>2</sup> ) | T/2<br>(d)           | Dimensioni area di<br>salvaguardia<br>(Civita, 2005) |                       |                       |                       |                                      |
|----------------------------------|----------------------|-------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------------------|
|                                  |                      | 16.49                                     |                      | classe                                               | D                     | d                     |                       |                                      |
|                                  |                      |                                           |                      | D                                                    |                       |                       |                       |                                      |
| Bilancio 2013-2014               |                      |                                           |                      |                                                      |                       |                       |                       |                                      |
| Q <sub>0</sub> (l/s)             | Q <sub>t</sub> (l/s) | T (d)                                     | α                    | P (mm)                                               | ETR (mm)              | P <sub>eff</sub> (mm) | I <sub>eff</sub> (mm) | V <sub>tot</sub> (m <sup>3</sup> /y) |
| 563                              | 402                  | 180                                       | 0.001871283          | 1383                                                 | 490                   | 893                   | 803.7                 | 13250000                             |
| W <sub>0</sub> (m <sup>3</sup> ) |                      | W <sub>t</sub> (m <sup>3</sup> )          | ΔW (m <sup>3</sup> ) | T <sub>rin</sub> (%)                                 | t <sub>rin</sub> (yr) | DT <sub>t</sub> (d)   |                       |                                      |
| 25994565.8                       |                      | 18561534.79                               | 7433031.02           | 0.285946                                             | 3.497169              | 534.3909              |                       |                                      |

Tab.8.1 – Bilancio idrologico “medio” della sorgente San Giovanni

Per quanto riguarda lo studio dell'idrogramma sorgivo, l'analisi dei tratti di recessione dello stesso ha permesso ricavare una serie di informazioni e di parametri che descrivono il comportamento della sorgente (tab.8.1). Tra questi, il Tasso di rinnovamento ( $T_{\text{rin}}$ ) in percentuale ed il Tempo di rinnovamento ( $t_{\text{rin}}$ ) in anni, che descrivono la parte della risorsa che viene rinnovata durante l'anno idrologico hanno fornito valori medi rispettivamente del 30% e di circa 3 anni: ciò testimonierebbe (come peraltro ipotizzato nel capitolo precedente) che l'acquifero ha un'alta capacità di

autoregolamentazione e riesce a superare anche più stagioni siccitose senza significative ripercussioni sulle portate. Il Delay Time ( $DT_t$ ) in giorni, che indica invece il numero di giorni in assenza di precipitazioni in cui le portate possono sostenere portate prossime a quelle di esaurimento, ha fornito valori superiori ai 400 giorni. Relativamente al bilancio annuale, utilizzando come detto i dati termo-pluviometrici registrati alla stazione di Sefro, si è proceduto alla stima dei quantitativi di infiltrazione applicando il Metodo di Turc per il calcolo dell'Evapotraspirazione Reale (corretto in funzione delle precipitazioni) e, considerata l'alta capacità di



assorbimento dei litotipi presenti all'interno dell'area di ricarica, un valore del C.I.P. (Coefficiente di Infiltrazione Potenziale) di 0.9.

In particolare:

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

con

$$L = 300 + 15T_p + 0.05T_p^3$$

e

$$T_p = \sum \frac{P_i T_i}{P}$$

dove

ETR = Evapotraspirazione reale annuale (mm)

P = Altezza di precipitazione annuale (mm)

T<sub>p</sub> = Temperatura media mensile corretta

P<sub>i</sub> – T<sub>i</sub> = precipitazioni e temperature medie del mese iesimo.

Il valore medio dell'ETR per gli anni 2013 e 2014 è risultato essere di 490mm. Sottraendo questo valore alle precipitazioni medie annue del biennio (1383mm) e moltiplicando il risultato per il C.I.P. scelto, si è ottenuto un valore medio annuale di Infiltrazione efficace di 803mm.

Se consideriamo, che il volume medio erogato dalla sorgente nel biennio è risultato di circa 13.2 Mm<sup>3</sup>/anno, ciò si tradurrebbe in un areale di ricarica di circa 16.5km<sup>2</sup> (Tab.8.1): tenuto conto della possibile sovrastima nelle misure di portata descritta nel capitolo precedente ed uno scarto del 10% normalmente assunto nei bilanci idrologici, il calcolo effettuato confermerebbe l'estensione dell'areale di ricarica ipotizzato nel modello idrogeologico.

## 8.5 Vulnerabilità all'inquinamento e proposta di delimitazione delle aree di salvaguardia della sorgente di Crevalcuore

Come descritto nel capitolo precedente, l'area di alimentazione della sorgente San Giovanni si estende prevalentemente a SE comprendendo tutto il bacino endoreico di Montelago. Tutta l'area è inserita nell'elenco dei siti di Rete Natura 2000 della Regione Marche e, in particolare è classificato come S.I.C. (Sito di Importanza Comunitaria) e Z.P.S. (Zona di Protezione Speciale). La vulnerabilità all'inquinamento del bacino di alimentazione risulta quindi generalmente bassa, non essendo presenti né insediamenti abitativi né attività produttive di una certa rilevanza. Gli unici centri di pericolo sarebbero costituiti dagli allevamenti (bovini e ovini) presenti prevalentemente nel piano inferiore di Montelago.

Per quanto riguarda il criterio da adottare per una prima delimitazione delle aree di salvaguardia ed in particolare per l'area di rispetto (ZR), data la complessità del regime idrogeologico evidenziata dallo studio, la scelta è caduta sull'utilizzo di un metodo misto, temporale-idrogeologico.

L'andamento degli idrogrammi sorgivi, come detto, mostra la presenza di almeno due modalità di circolazione: una veloce e superficiale, connessa con gli eventi meteorici più importanti, e una seconda più lenta e profonda, associata al drenaggio attraverso l'acquifero basale.

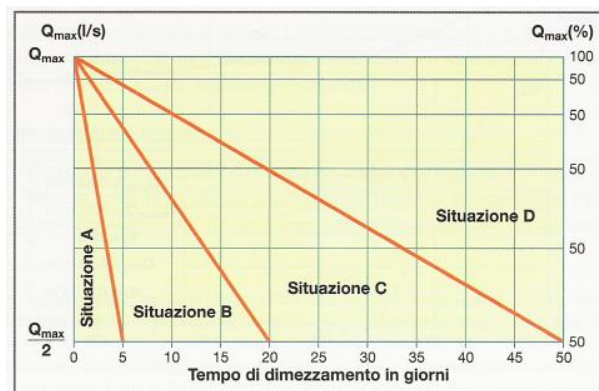


Fig.8.11 – Abaco per la determinazione della situazione di vulnerabilità in funzione del tempo di dimezzamento (da Civita, 2005)

Alla luce di quanto esposto, la proposta di perimetrazione va quindi nella direzione di proteggere un intorno significativo alla zona di captazione (valutato sia con il criterio temporale che con quello idrogeologico) e nello stesso tempo le aree di possibile ricarica diretta (con il criterio idrogeologico) anche lontane dalla zona di emergenza.

Come per altre sorgenti, si è scelto inizialmente di utilizzare il metodo legato al "tempo di dimezzamento" della portata massima annuale (Civita, 2005). Dall'analisi degli idrogrammi giornalieri è emerso un tempo di dimezzamento mai inferiore ai 20 giorni che colloca automaticamente la sorgente in una condizione di vulnerabilità medio-bassa (situazione C) (Fig.8.11).

| 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. 8.2 – Valori indicativi di D e d per il dimensionamento della ZTA di una sorgente nelle diverse situazioni di vulnerabilità (modificato da Civita, 1988 e 2005).

Nel tracciamento della ZTA tuttavia, per tener conto dei collegamenti fra il fosso a monte della captazione e la sorgente stessa, collegamenti come detto evidenziati in passato da prove colorimetriche, si è scelto cautelativamente di considerare i parametri previsti per i casi di



Fig.8.12 – Proposta di perimetrazione delle aree di salvaguardia in prossimità della Sorgente di San Giovanni: a sinistra la ZTA (in rosso); a destra la ZR (in arancio).

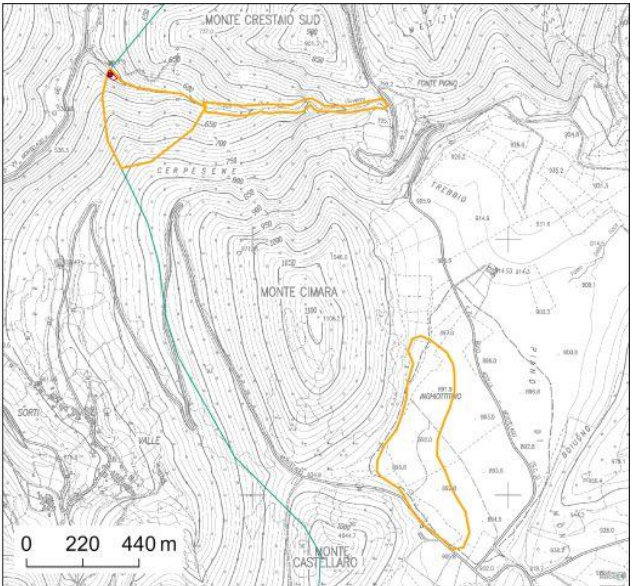
Anche per quanto riguarda la ZR, una volta ricavato dalla tab. 8.3 il valore dell'estensione della superficie da tutelare secondo il metodo proposto (400m-situazione C), il perimetro intorno all'area di captazione è stato modificato per una distanza analoga, per tener conto dei possibili contributi legati al fosso di San Giovanni e dell'area di ricarica ad E.

| 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. 8.3 – Dimensionamento della ZR nelle diverse situazioni di vulnerabilità (modificato da Civita, 1988 e 2005)

Per tener conto poi della presenza di aree di possibile ricarica diretta, ZR di dimensioni opportune, sono state definite anche in corrispondenza degli inghiottitoi presenti sul piano inferiore di Montelago e lungo tutto il fosso di San Giovanni (Fig.8.13); tali aree fra l'altro, risultano essere, come detto, quelle soggette a maggiore vulnerabilità per la presenza di insediamenti produttivi. Per quanto riguarda infine la Zona di Protezione (ZP), come da normativa, è stata

vulnerabilità più alta (situazione A): a partire dall'esterno della struttura che ospita l'impianto, è stata pertanto definita un'area circa semicircolare di 40m di raggio, estesa in direzione delle probabili direzioni di ricarica (Fig.8.12).



delimitata tutta la possibile area di ricarica dell'acquifero (Fig.8.13).

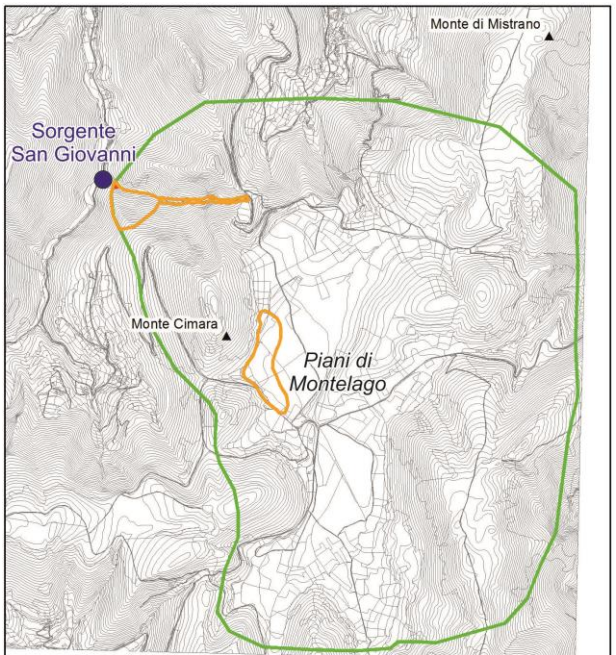


Fig. 8.13 - Proposta di perimetrazione per le varie ZR (in colore arancio) e per la ZP (in colore verde) della sorgente di San Giovanni.