

6 – LA SORGENTE NICCOLINI (SERRAPETRONA)

6.1 Storia e caratteristiche tecniche dell'opera di captazione

La sorgente Niccolini è ubicata nel Comune di Serrapetrona (MC) alla base del versante settentrionale di Monte Letegge e in destra idrografica del Torrente Cesolone, affluente di sinistra del fiume Chienti (Fig.6.1).



Fig.6.1 – Ubicazione della sorgente Niccolini

La costruzione dell'impianto risale all'anno 1887. Le opere di presa, consistevano in una galleria filtrante con il fondo alla quota di 456 metri, lunga con le sue diramazioni non più di una ottantina di metri che si internava nella falda del monte, sulla sponda destra del T. Cesolone (Fig.6.2).

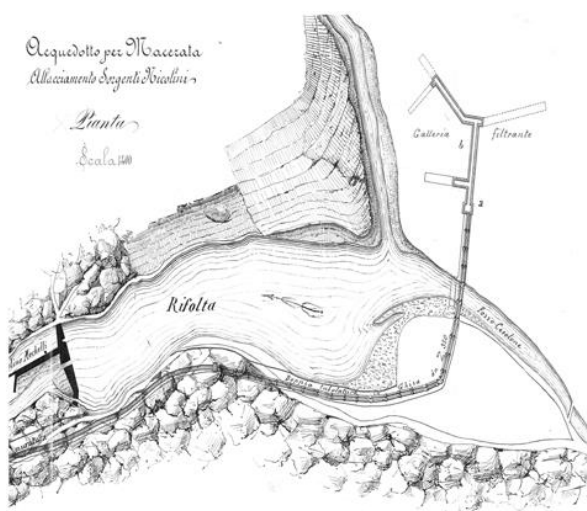


Fig.6.2 – Pianta del Progetto originale della sorgente

Oltre alla galleria drenante impostata in parte in roccia e in parte su detrito, funzionale all'opera di captazione, venne realizzata anche una briglia sul T. Cesolone ed un muro in mattoni sulla sponda destra. Il raccordo fra la galleria filtrante e il bottino di carica è effettuato mediante tubazioni in ghisa con un diametro di 350 millimetri, che tramite il T. Cesolone seguono nel cavo in roccia la sponda sinistra dove si trovava l'ex Molino Monachelli, e dopo un percorso di circa 100 metri raggiunge la vasca di carico (Fig.6.3).

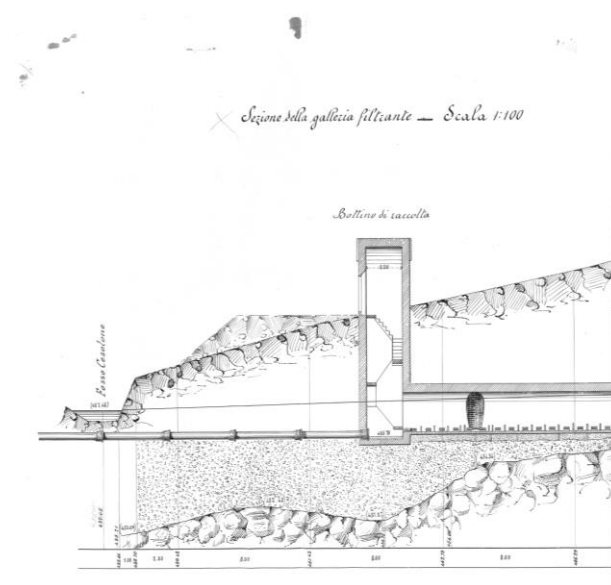


Fig.6.3 – Prospetto della galleria filtrante

La vasca di carico si compone di due ambienti: il primo contiene tutti gli apparecchi e i pozzetti di presa d'acqua e di scarico; il secondo costituisce il vero e proprio bottino di carico.

L'acqua accumulata nel bottino si immette in un tubo in ghisa di diametro 350mm, versando le acque nell'estremità a monte della vasca. Il carico in eccesso non portato dal tubo, attraverso uno sfioratore in muratura nella parete destra dell'acquedotto si scarica all'interno di un canale che raccoglie le acque di rifiuto per versale nel T. Cesolone.

Nello sfioratore vi è una paratia mobile la quale serviva a scaricare, qualora necessario, tutta l'acqua portata dall'acquedotto nel canale che raccoglie le acque del primo sfioratore.

Al tubo di diametro 350 è innestato un altro tubo dove è presente una saracinesca, in modo tale che l'acqua può essere versata direttamente nel pozzetto di presa. Nel muro che divide i due ambienti dell'edificio, è presente una luce che serve da sfioratore della grande vasca (ancora oggi presente) e lateralmente vi è uno stramazzo con

luce rettangolare, con una graduazione a paratoia di metallo da manovrarsi a mano che serve a regolare l'immissione dell'acqua nel pozzetto di presa della condotta principale. La vasca ha nel fondo un tubo scaricatore del diametro di 350 che munito di saracinesca dello stesso diametro serve a mettere all'asciutto la vasca stessa qualora occorra; a questo tubo fa capo un altro tubo che parte dal fondo del pozzetto di presa ed è chiuso, questo può essere utilizzato per scaricare tale pozzetto all'occorrenza.

Stando alla lettura di vari documenti, tutte le opere di presa, si trovavano in buono stato e a tutt'oggi risultano efficienti nonostante alcune modifiche avvenute nel corso degli anni (Fig.6.4).



Fig.6.4 – (In alto) il bottino di presa della sorgente Niccolini; (in basso) particolare della galleria e dei dreni.

Dalla vasca di carico ha inizio il primo tubo costituito da una condotta in ghisa del diametro di 250mm. La condotta segue la parte sinistra del T. Cesolone, raggiunge la strada obbligatoria comunale di Serrapetrona per raggiungere l'imbocco della galleria della Bura. Da documenti storici, il pelo dell'acqua al pozzetto di presa era alla quota circa di 455 metri e il pelo dell'acqua all'imbocco della galleria, era alla quota di 449m, quindi si aveva all'incirca un dislivello fra i due estremi di circa 6m. Il diametro del tubo era di circa 250 e si aveva una portata complessiva circa di 32 l/s. La galleria detta della Bura attraversa la sommità della collina omonima tra San Severino e Tolentino. Lungo il percorso, vi è la presenza di sfiatatoi che servono nel caso si accumula aria

all'interno dei tubi che compiono il percorso. Alla galleria della Bura l'acqua scorreva a pelo libero lungo le canalette della galleria lunga circa 263 metri. Il dislivello tra l'imbocco allo sbocco delle canalette era di circa 0.30 metri. Allo sbocco della galleria vi è un pozzetto diviso in due parti, uno serve per la calma e nell'altro ha origine il tubo di partenza per Macerata che ha un diametro di 175 millimetri; dal primo al secondo scomparto l'acqua passa tramite uno stramazzone a sezione rettangolare con graduazione e paratoia da regolarsi a mano, simile a quello che si trovava nella vasca di carico. Nel muro del pozzetto vi è un'apertura rettangolare che fa da sfioratore, e serve per scaricare le acque che non riescono ad essere ricevute dal tubo dal quale parte l'allaccio per Macerata. Anche qui si ha la presenza di due saracinesche una all'entrata e una all'uscita della galleria, in modo tale se è necessario da far scaricare i pozzetti. La condotta quindi dell'acquedotto di Macerata parte dalla galleria della Bura. Questo progetto venne realizzato nel 1889, anno in cui Macerata inaugurò il suo primo acquedotto.

Nel 1927 vennero effettuate delle modifiche, infatti venne aggiunto un tubo avente lo stesso diametro (250), di quello installato nel 1889 alla vasca di carico a monte. Inoltre all'uscita della galleria della Bura venne installato un secondo tubo di diametro 225 che distribuiva acqua alla città di Pollenza e poi proseguiva verso Macerata come l'altra condotta. Modifiche successive vennero realizzate nel 1970, poiché con il passare degli anni i tubi subivano corrosioni. Infatti nel 1970 venne chiusa la condotta di diametro 250mm che si aveva nella botte di carico e venne installato un solo tubo di diametro 450mm che partiva dalla vasca di carico; anche all'uscita della galleria della Bura venne chiusa la tubatura di diametro 175mm e installato un nuovo tubo di diametro 300mm che tutt'oggi prosegue verso Macerata; da questo si dirama un'altra condotta da 225mm che fornisce le utenze di Pollenza.

Nel 1992 è stata apportata una modifica al progetto originario, anche perché da quanto scritto nelle relazioni di quel periodo, le condutture dell'acquedotto erano in cattivo stato e si manifestavano perdite idriche. Le cause delle azioni corrosive sono state interpretate dal geologo e professore Deangelis D'Ossot e altre indagini vennero svolte da altri tecnici specializzati. Le conclusioni furono che in molti casi la corrosione si era verificata a causa della cattiva esecuzione del rivestimento cementizio o in altri casi le argille miocene avevano accelerato il fenomeno di corrosione per la presenza di acque salate. Oltre alle azioni di corrosione anche l'età delle condotte iniziava ad essere superata, quindi per evitare la chiusura dell'acquedotto, si ritenne necessario effettuare il rinnovo dell'acquedotto della sorgente.

Nel 1993 venne realizzato un diaframma attraverso delle iniezioni di cemento e bentonite

con lo scopo di ripristinare la piena funzionalità delle opere di captazione e anche di migliorarne la protezione igienica. Per raggiungere la portata di 60 l/s si progettò una nuova condotta di diametro 250mm. Questa raggiunge la vasca di carico dal quale parte una prima condotta di diametro 250mm; dalla botte di carico inferiore parte invece un tubo con diametro 450mm. Entrambe le condotte raggiungono attualmente la galleria della Bura, da cui si originano le condotte che forniscono le utenze di Pollenza e Macerata.

6.2 Caratteri geologici e geomorfologici generali dell'area di studio

La sorgente Niccolini emerge come detto sul versante settentrionale di Monte Letegge, in destra idrografica del torrente Cesolone. Il paesaggio dell'area di studio è quello tipico delle aree ubicate all'interno delle dorsali carbonatiche, caratterizzate dalla presenza di versanti molto acclivi e fondivalle stretti. I processi geomorfologici dominanti sono quelli legati all'azione della gravità e delle acque correnti superficiali. Al primo sono legati i diffusi e talvolta intensi fenomeni gravitativi, prevalentemente di tipo scorrimento che interessano le coperture detritiche o a volte il substrato stesso specialmente se a franapoggio; al secondo è legata la morfologia delle valli principali e dei maggiori torrenti, pressoché rettilinei, incisi, e caratterizzati da depositi alluvionali grossolani solo parzialmente terrazzati (Fig.6.5).

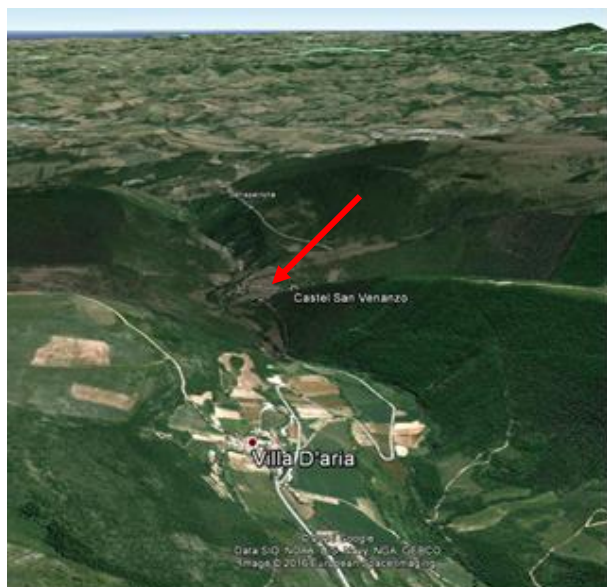


Fig.6.5 – Panoramica (da W) del tratto di anticlinale compreso fra Monte Letegge e Monte d'Aria. La freccia indica l'ubicazione della sorgente Niccolini.

Dal punto di vista geologico, l'areale di interesse è ubicato sul fianco orientale della Dorsale Marchigiana, qui costituita da un'anticlinale ad asse appenninico, ma con debole raggio di

curvatura, interrotta localmente da faglie di discreto rigetto. Le formazioni affioranti sono costituite essenzialmente da quelle della Maiolica, delle Marne a Fucoidi e del Gruppo della Scaglia (Fig.6.6).

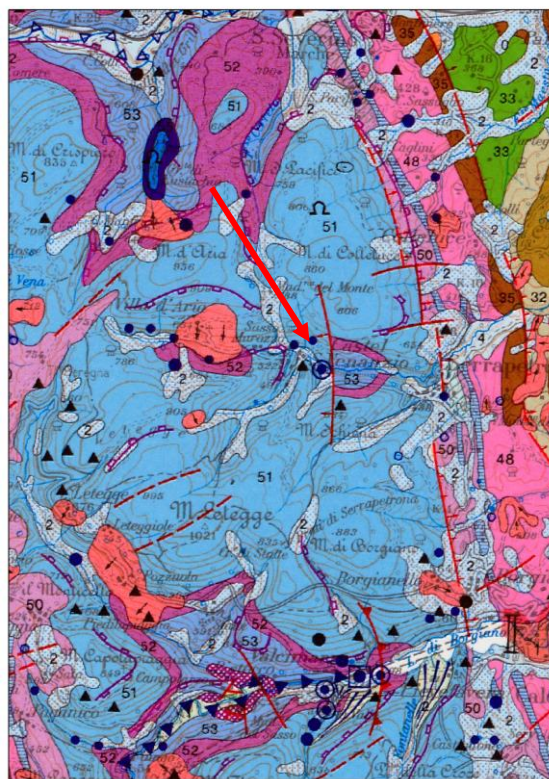


Fig.6.6 - Stralcio della carta geologica regionale a scala 1:100.000 (Ambiente Fisico delle Marche): la freccia indica l'ubicazione dell'opera di captazione.

6.3 Idrogeologia dell'area di studio

La sorgente Niccolini emerge a quota 456m s.l.m. dall'acquifero della Scaglia, nella zona di contatto con il sottostante acquicludo costituito dalle Marne a Fucoidi (Fig.6.7). Tale emergenza è però di tipo "topografico" essendo mascherata da una spessa coltre di depositi detritici; la sorgente reale tuttavia è probabilmente ubicata poco a monte. Il modello idrogeologico della sorgente, ben descritto nei due profili di Fig.6.8, è facilmente ricostruibile. Nel primo profilo, orientato circa SW-NE è evidente la presenza di un'anticlinale minore, pressoché simmetrica e corrispondente al rilievo del Monte Letegge, che rappresenta il "serbatoio" della falda acquifera. In prossimità della sorgente, l'assetto cambia drasticamente. Le dinamiche connesse alla tettonica compressiva infatti, congiuntamente all'azione di un sistema di faglie dirette, concorrono alla formazione di una stretta "flessura" all'interno dell'anticlinale suddetta: tale assetto, unito all'azione di tamponamento ad opera dei litotipi a bassa permeabilità delle Marne a Fucoidi, genera uno sbarramento al flusso delle acque verso NE all'interno dell'acquifero della Scaglia e la formazione di una sorgente cosiddetta per "soglia di permeabilità" (Civita, 2005).

Anche il secondo profilo, orientato circa SE-NW e pressoché parallelo all'asse dell'anticlinale maggiore, evidenzia delle significative "anomalie"

della struttura rispetto all'andamento generale nell'area, anomalie che condizionano in maniera importante il flusso delle acque sotterranee.

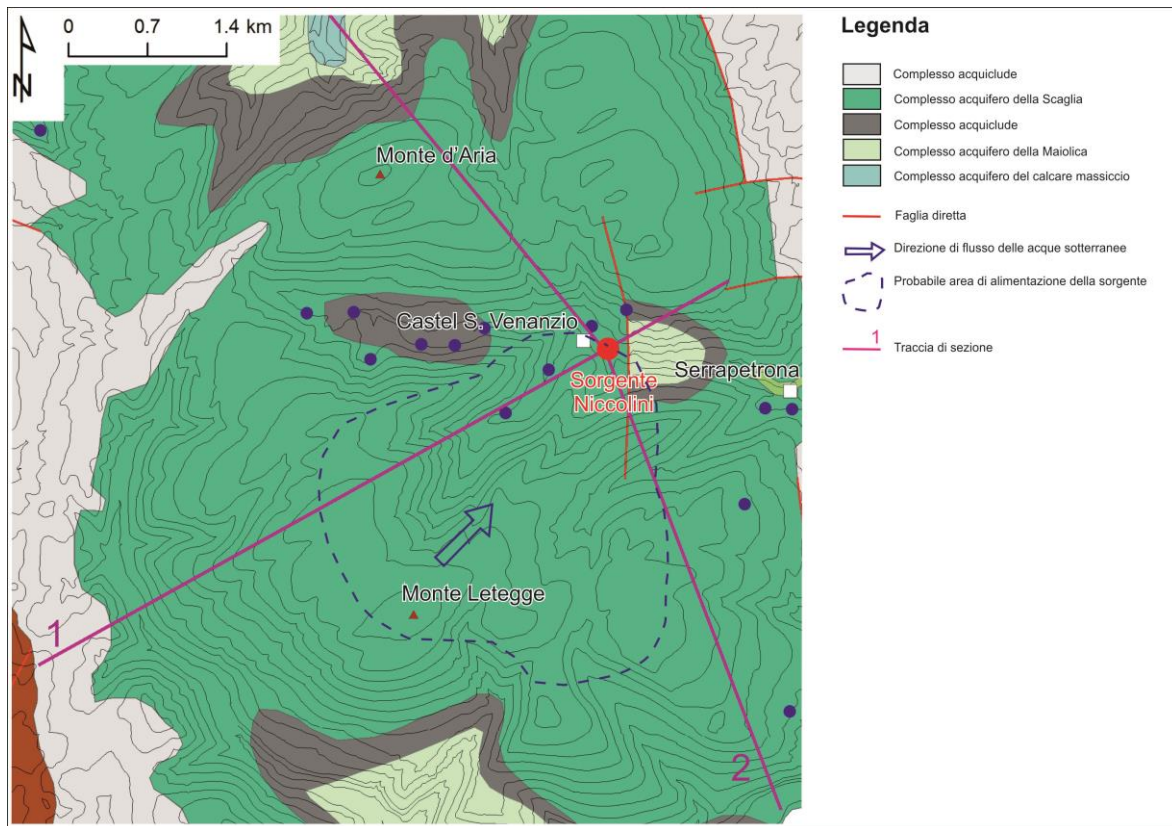


Fig.6.7 – Schema idrogeologico dell'area di studio

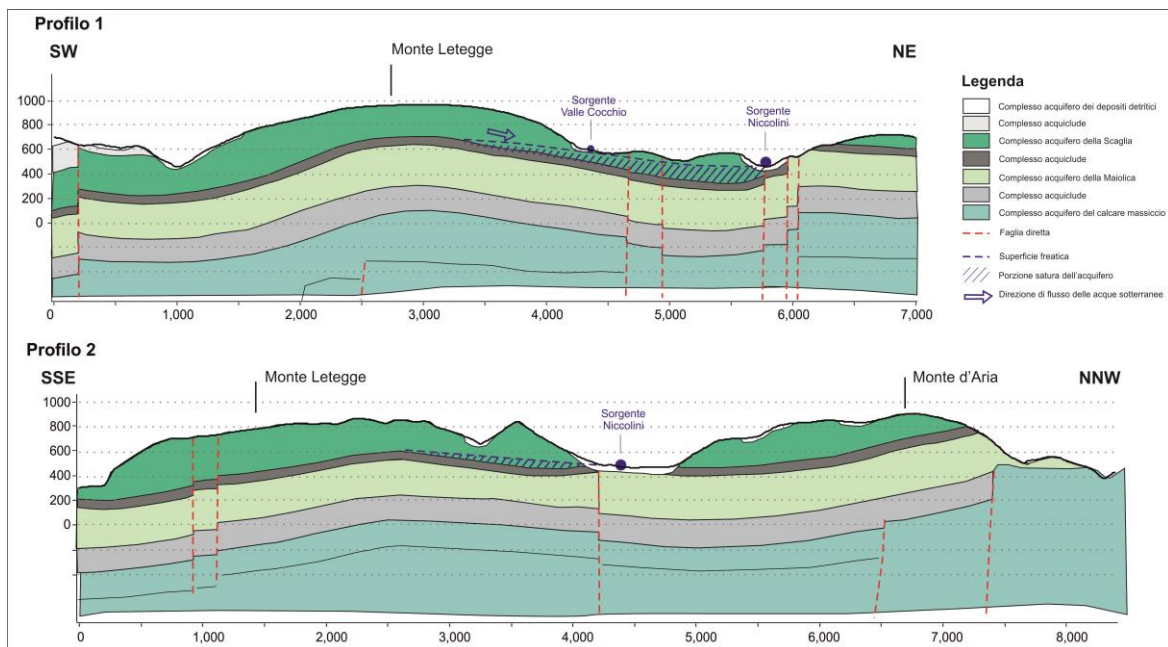


Fig.6.8 – Profili idrogeologici in corrispondenza dell'opera di captazione; le tracce sono riportate in Fig.6.7.

L'asse dell'anticlinale, infatti non è rettilineo, ma mostra anch'esso evidenti "flessure" con la formazione di strutture concave o convesse (blande anticlinali e sinclinali) orientate in senso meridiano. La sorgente Niccolini rappresenta anche in questo caso la soglia di queste sinclinali minori il cui limite

meridionali si ubicherebbe in corrispondenza di Monte Letegge.

Il bacino di alimentazione della sorgente comprenderebbe dunque un areale di circa 7.7 kmq, ubicato a sud della zona di emergenza e delimitato in corrispondenza del rilievo di Monte

Letegge; i limiti occidentali e meridionali corrisponderebbero alla zona di culminazione delle pieghe minori sopra descritte, mentre a nord e ad est il bacino verrebbe limitato dall'acquicludo delle

Marne a Fucoidi. La tipologia di circolazione ipotizzata è confermata anche dall'analisi dell'idrogramma sorgentizio (Fig.6.9).

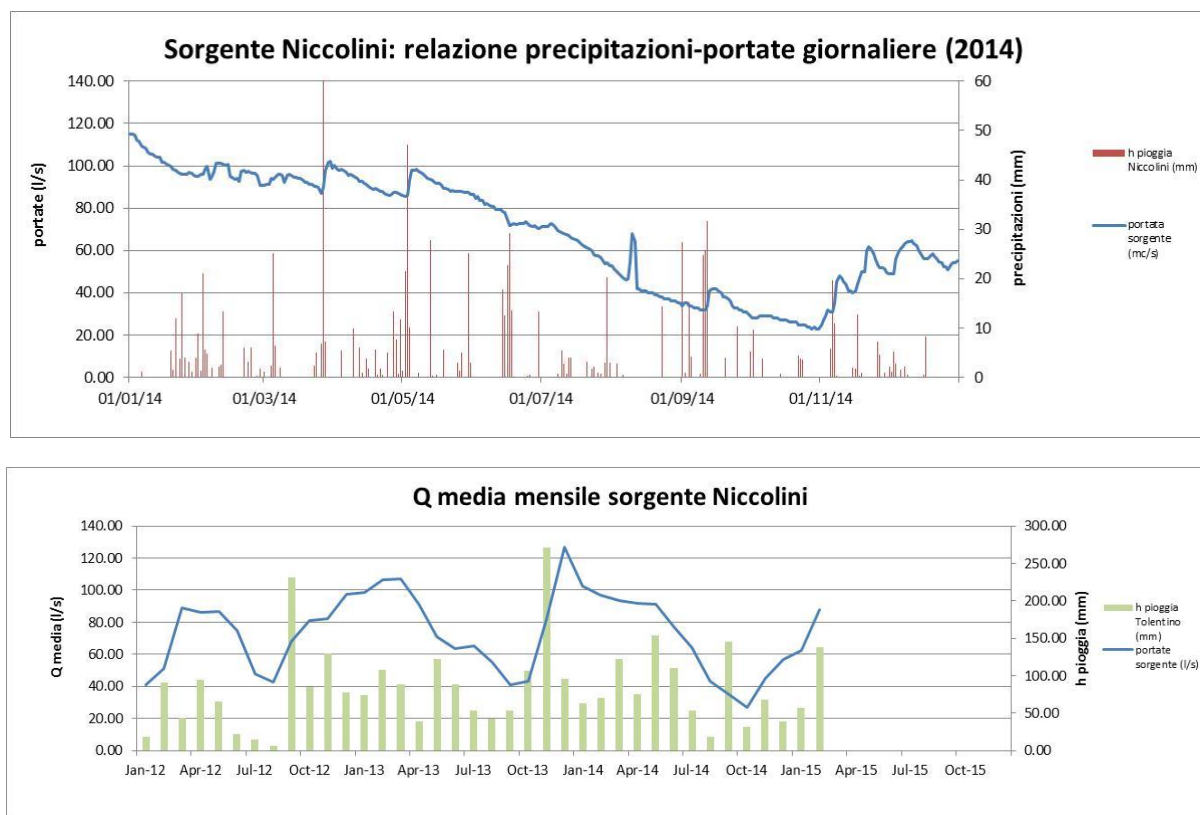


Fig.6.9 – Idrogramma sorgentizio giornaliero relativo all'anno 2014 (in alto) e mensile-pluriennale (in basso)

Osservando i grafici appare infatti evidente, oltre ad una notevole variabilità delle portate, una certa correlazione fra precipitazioni e portate stesse, sebbene ciò avvenga in particolare dopo gli eventi più intensi. Ciò sarebbe a riprova dell'esistenza di circuiti abbastanza veloci e relativamente superficiali uniti ad un sistema più lento e stabile che garantirebbe anche un rilascio più graduale delle portate.

6.4 Bilancio idrologico della sorgente Niccolini

La verifica del modello idrogeologico proposto è stata anche condotta effettuando il bilancio idrologico della sorgente. A tale scopo e avendo notato che nei periodi invernale-primaverile un quantitativo considerevole veniva rilasciato "a scarico" nell'alveo del torrente Cesolone, è stato deciso all'inizio del 2012 di realizzare uno stramazzo, opportunamente tarato e dotato di un datalogger, per la misura di tali volumi (Fig.6.10). Allo stesso tempo è stata ripristinata anche la funzionalità del pluviometro di proprietà della Società APM di Macerata (presente in corrispondenza del manufatto di captazione, utile per mediare i dati termopluviometrici registrati alla più lontana stazione di Tolentino).

Tale strumentazione, pur con brevi periodi di interruzione legati ad interventi di manutenzione delle condotte, ha così permesso la raccolta di dati più corretti rispetto a quelli registrati in passato (Fig.6.9) e di verificare con un grado di esattezza maggiore il bilancio dei volumi in gioco.



Fig.6.10 – Stramazzo e relativo dispositivo per la misura dei quantitativi "a scarico"

Il bilancio idrologico è stato quindi calcolato prendendo in considerazione i dati registrati nel periodo 2012-2014 (Tab.6.1). Inizialmente si è proceduto, come da protocollo, alla stima dei

quantitativi di infiltrazione applicando il Metodo di Turc per il calcolo dell'Evapotraspirazione Reale (corretto in funzione delle precipitazioni) e un valore

del C.I.P. (Coefficiente di Infiltrazione Potenziale) dell'80% (0.8).

		A _{bacino} (m ²)	T/2 (d)	Dimensioni area di salvaguardia (Civita, 2005)				
				classe	D	d		
		7500000	89	D				
Regressione 2012-2013								
Q ₀ (l/s)	Q _t (l/s)	T (d)	α	P (mm)	ETR (mm)	P _{eff} (mm)	I _{eff} (mm)	V _{tot} (m ³ /y)
92.97	37.4	103	0.0088409	850	447.55	402.45	321.96	2436000
W ₀ (m ³)		W _t (m ³)	ΔW (m ³)	T _{rin} (%)	t _{rin} (yr)	DT _t (d)	R (m ³)	I _{eff} (mm)
908570.7143		365531.18	543039.53	0.597685	1.673121	113.1093	2414700	324.8

Tab.6.1 - Bilancio idrogeologico della sorgente Niccolini relativo agli anni 2012-2013

Con:

Q_0 (l/s) = portata inizio recessione
 Q_t (l/s) = portata fine recessione
 T (g) = tempo recessione
 α = coeff. recessione
 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 (d) = delay time
 P (mm) = precipitazioni
 ETR (mm) = evapotraspirazione reale
 P_{eff} (mm) = precipitazioni efficaci
 I_{eff} (mm) = infiltrazione efficace
 R (m^3) = ricarica durante l'anno idrologico

Il valore medio dell'ETR per il periodo 2012-2013 è risultato essere di 447mm. Sottraendo questo valore alle precipitazioni medie annue del periodo (850mm) e moltiplicando il risultato per il C.I.P. scelto, si è ottenuto un valore medio annuale di Infiltrazione efficace di circa 321mm.

Tenuto conto che il volume medio erogato dalla sorgente è di circa 2.4 Mm^3 /anno, l'areale di ricarica risulterebbe di circa 7.5 km^2 , perfettamente compatibile con il modello idrogeologico ipotizzato.

L'analisi dell'idrogramma, come noto, permette poi di ricavare una serie di parametri utili a caratterizzare la sorgente dal punto di vista dinamico e quantitativo. Il Tasso di rinnovamento (T_{rin}) in percentuale ed il Tempo di rinnovamento (t_{rin}) in anni hanno fornito valori rispettivamente del 59% e di 1.67 anni: tali valori sono caratteristici di un acquifero con una media capacità di autoregolamentazione ovvero una discreta capacità di superare stagioni poco piovose.

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), ha fornito invece un valore di circa 113 giorni.

6.5 Vulnerabilità all'inquinamento e proposta di delimitazione delle aree di salvaguardia della sorgente Niccolini

Come descritto nel precedente paragrafo, l'area di alimentazione della sorgente Niccolini si estende in direzione sud verso il rilievo di Monte Letegge per un areale di circa 7.5 km^2 . L'assenza in quest'area di nuclei abitativi o insediamenti produttivi di una certa importanza, fa sì che la vulnerabilità all'inquinamento, risulti estremamente bassa; anche le poche attività zootecniche presenti (soprattutto in corrispondenza dell'abitato di Fiungo, non rappresenterebbero una pericolosità troppo elevata.

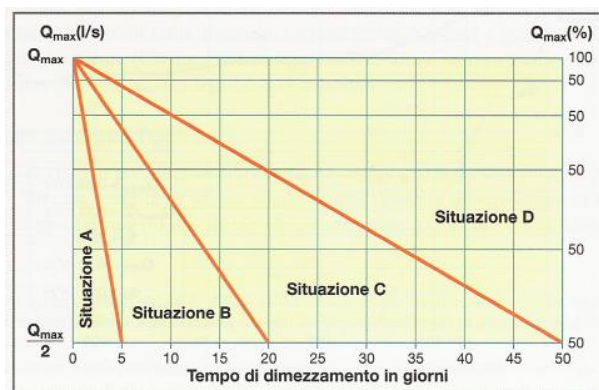


Fig.6.11 – Abaco per la determinazione della situazione di vulnerabilità in funzione del tempo di dimezzamento (da Civita, 2005)

Per la delimitazione preliminare delle aree di salvaguardia si è deciso pertanto di utilizzare il criterio temporale per le due zone di maggior vincolo (ZTA e ZR) ed il criterio idrogeologico per la ZP. Nel primo caso la scelta è caduta sul metodo di Civita (2005) che a partire dall'idrogramma sorgentizio, utilizza il tempo di dimezzamento della portata massima per una stima della velocità di flusso delle acque sotterranee. Per quanto riguarda la sorgente Niccolini, il valore calcolato di 89 giorni colloca la sorgente nella classe D a minor vulnerabilità (Fig.6.11 e Tab.6.2).

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 di una sorgente nelle diverse situazioni di vulnerabilità (modificato da Civita, 1988 e 2005).

Per quanto riguarda la ZTA, i valori previsti ed indicati in Tab.9.2 non sono stati in realtà utilizzati, dato che la perimetrazione esistente soddisfa ampiamente i parametri richiesti (Fig.6.12).



Fig.6.12 – Proposta di perimetrazione della ZTA per la sorgente Niccolini (in rosso).

Per quanto riguarda invece la ZR, è stata definita un'area a partire dall'esterno della struttura che ospita l'impianto, tenendo conto del valore indicato in Tab.6.3 (200m-situazione D). Non è stato invece necessario prevedere aree di ricarica diretta nella zona di alimentazione, vista l'assenza

di vie preferenziali di drenaggio o condotti carsici di una certa importanza (Fig.6.13).

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)

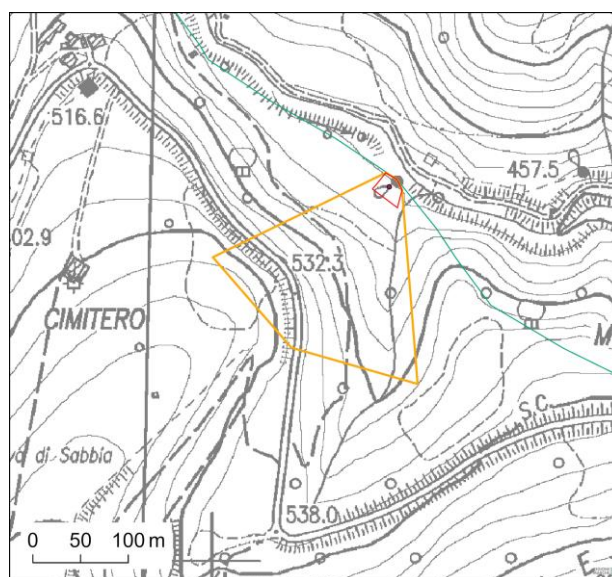


Fig.6.13- Proposta di perimetrazione della ZR (in colore arancio) per la sorgente Niccolini.

Per quanto riguarda infine la Zona di Protezione (ZP), analogamente ad altri casi riportati nel presente studio, è stata delimitata come da normativa tutta la possibile area di ricarica dell'acquifero (Fig.6.14).

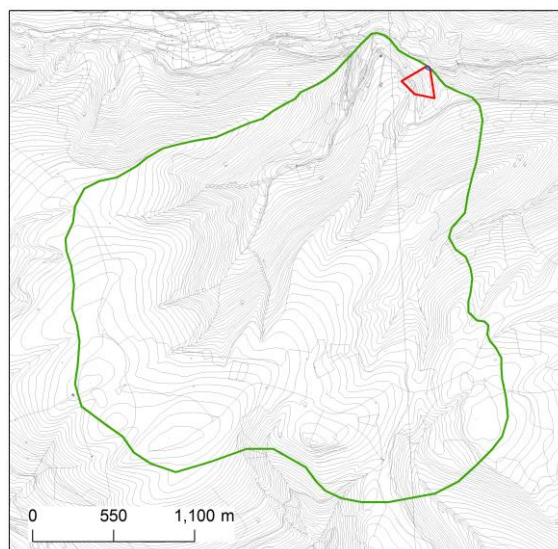


Fig.6.14 - Proposta di perimetrazione della ZP (in colore verde) per la sorgente Niccolini.