

**Rilievo piezometrico della rete di monitoraggio  
della conoide del Marecchia**

**Anno 2016**

*Dicembre 2016*

*Andrea Chahoud (1), Luca Gelati (1), Paolo Severi (2), Giacomo Zaccanti (1) e Luciana Bonzi (2)*

*(1) ARPAE Direzione Tecnica*

*(2) Regione Emilia-Romagna Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli*

## La rete di monitoraggio delle falde della conoide del Marecchia

La conoide del Marecchia assieme alla diga di Ridracoli ricopre un ruolo determinante nell'approvvigionamento idrico della Romagna; i pozzi della conoide contribuiscono mediamente alle necessità idropotabili dell'areale riminese con circa 22 milioni di metri cubi all'anno (dato medio degli ultimi 10 anni) ai quali si aggiungono i prelievi per gli altri usi (irriguo ed industriale) stimati pari a circa 5-6 milioni di metri cubi annui.

Data la sua importanza strategica, la conoide del Marecchia è stata oggetto di molti studi e indagini finalizzate alla conoscenza ed alla gestione della risorsa idrica contenuta al suo interno. La Regione Emilia Romagna nel 2001 ha individuato una rete di monitoraggio dei livelli di falda della conoide costituita da 73 punti di controllo, che è stata successivamente oggetto di rilevamenti a cura della Provincia di Rimini. A partire dal 2008, a causa del susseguirsi di periodi particolarmente siccitosi, è stato individuato un sottoinsieme di 36 punti significativi della rete di monitoraggio della conoide, sui quali è stata aumentata la frequenza dei monitoraggi, al fine di avere una migliore conoscenza sulla quantità della risorsa. Grazie a questi dati è stato possibile effettuare accurate elaborazioni modellistiche finalizzate alla definizione di scenari sulla disponibilità della risorsa idrica sotterranea. Questi lavori sono stati svolti nell'ambito di un gruppo di lavoro operante presso la Protezione Civile regionale, con il compito di fronteggiare gli eventi siccitosi causati dalla scarsità di precipitazioni.

I mutamenti climatici in atto causano infatti diminuzioni delle precipitazioni ben apprezzabili anche nella nostra regione. I dati disponibili indicano per il periodo 1961- 2012 un trend negativo di 18 mm in 10 anni, ed evidenziano due minimi molto bassi e ravvicinati nell'ultimo periodo considerato, alternati da massimi di valore opposto (rispettivamente cerchi rossi e cerchi verde scuro in Figura 1, C. Cacciamani, 2013).

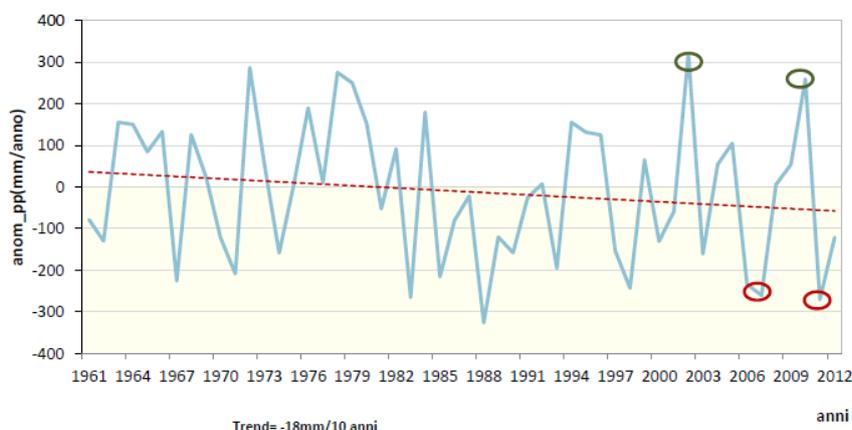


Figura 1- tendenza delle precipitazioni annuali sulla Regione Emilia-Romagna

Le letture della rete di monitoraggio sono proseguite con frequenza bimestrale sino al 2013, poi per motivi di natura varia nel 2014 le letture della rete sono state due e nel 2015 solamente una.

In considerazione di quanto indicato dai più accurati scenari climatici disponibili, che prevedono anche per la nostra regione la diminuzione delle precipitazioni totali, l'aumento delle temperature medie e l'estremizzazione dei fenomeni con lunghi periodi siccitosi alternati a eventi piovosi anche di eccezionale entità, si è ritenuto importante riprendere i rilievi della rete provinciale. Ciò permetterà di mantenere la continuità della serie in modo da avere all'occorrenza un database privo di lacune, e consentirà all'occorrenza di poter aggiornare il modello matematico di flusso della conoide.

Pertanto a partire dal settembre 2015 il Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna, assieme ad ARPAE – Direzione Tecnica, ha ripreso il rilevamento della rete provinciale della conoide del Marecchia sul sottoinsieme dei 36 punti individuati nel 2007.

### Misure effettuate e risultati ottenuti

La rete di monitoraggio è costituita da 22 pozzi per acqua (14 di uso privato e 8 di uso idropotabile di proprietà Romagna Acque), e 14 piezometri perforati appositamente durante la realizzazione di diversi progetti. I punti di controllo hanno una profondità variabile tra 8 e 154 metri, e sono riferiti agli acquiferi denominati A0, A1, A2 e > A2 (A3 o A4).

La Figura 2 mostra la distribuzione dei punti monitorati con l'indicazione dei diversi acquiferi captati e della profondità (sempre nota, tranne che in un punto indicato in figura come n.d. – non determinata); sono inoltre evidenziati i diversi ambiti della conoide: la conoide terrazzata, dove l'acquifero è spesso una decina di metri circa e poggia sul substrato marino argilloso; la conoide amalgamata, dove le porzioni grossolane degli acquiferi più superficiali (generalmente A0 ed A1) sono saldate tra loro; la conoide multistrato dove le porzioni grossolane degli acquiferi sono separate tra loro dall'intercalazione di depositi fini.

Nel 2016 si sono effettuate quattro campagne di misura, il 25 gennaio, il 24 maggio, il 29 agosto e l'8 novembre.

Su tutti i punti è stato misurato il livello della falda, mentre in alcuni casi si è misurata anche la temperatura e la conducibilità elettrica specifica delle acque di falda.

Le letture nei pozzi idropotabili e nei piezometri presenti all'interno dei campi pozzi, sono state effettuate col supporto dei tecnici di Romagna Acque che hanno permesso l'interruzione del pompaggio per 10 minuti nei pozzi di misura o nei pozzi limitrofi ai piezometri.

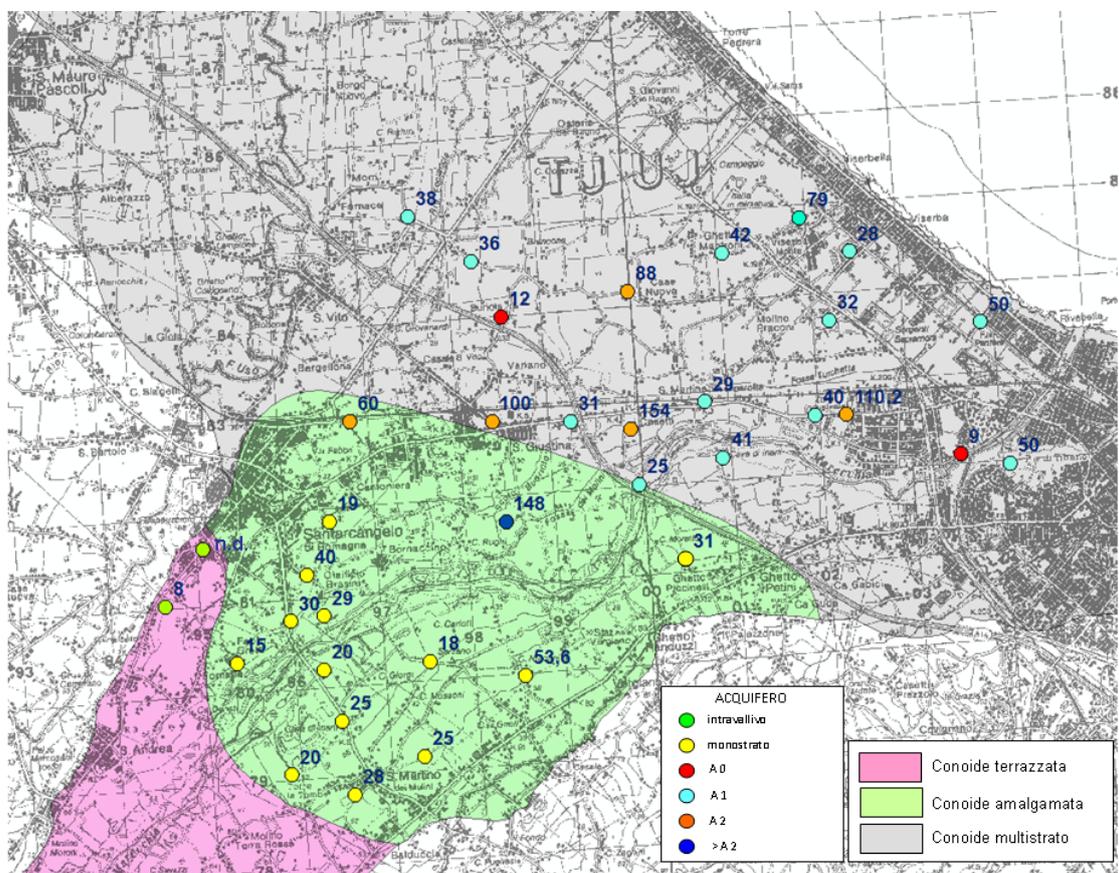


Figura 2: punti di controllo con indicazione dell'acquifero captato e della profondità (numero blu). Sono evidenziati i diversi contesti deposizionali della conoide (spiegazione nel testo).

Il 2016 è stato un anno caratterizzato da livelli piezometrici alti, quasi sempre superiori rispetto alla media delle letture effettuate dal 2001 ad oggi. I punti in cui la lettura del 2016 è inferiore rispetto alla media sono solo 5, e sono tutti nella zona di monte della conoide (Figura 3). Altrove le letture sono sempre superiori alla media, i valori più alti sono stati rilevati nella zona più distale della conoide (dove gli acquiferi sono via via più confinati), e nelle unità stratigrafiche più profonde (ad esempio l'unità A2, dove il valore è generalmente maggiore di 4 metri).

Con riferimento al 2016 i valori massimi si sono rilevati nella lettura di maggio in 35 dei 36 punti di controllo, mentre i valori minimi si sono rilevati 22 volte in agosto, 10 in novembre, e nei restanti 4 casi in gennaio (si consideri che il livello del pozzo 7 è sempre stato saliente, ma non è stato possibile misurare di quanto lo fosse).

L'escursione dei livelli di falda è variata tra 7.14 e 0.35 metri (Figura 4); i valori massimi dell'escursione si osservano nelle zone di ricarica della conoide, dove l'acquifero è amalgamato e libero; al contrario le escursioni minime sono tipiche dei pozzi presenti nella zona intravalliva.

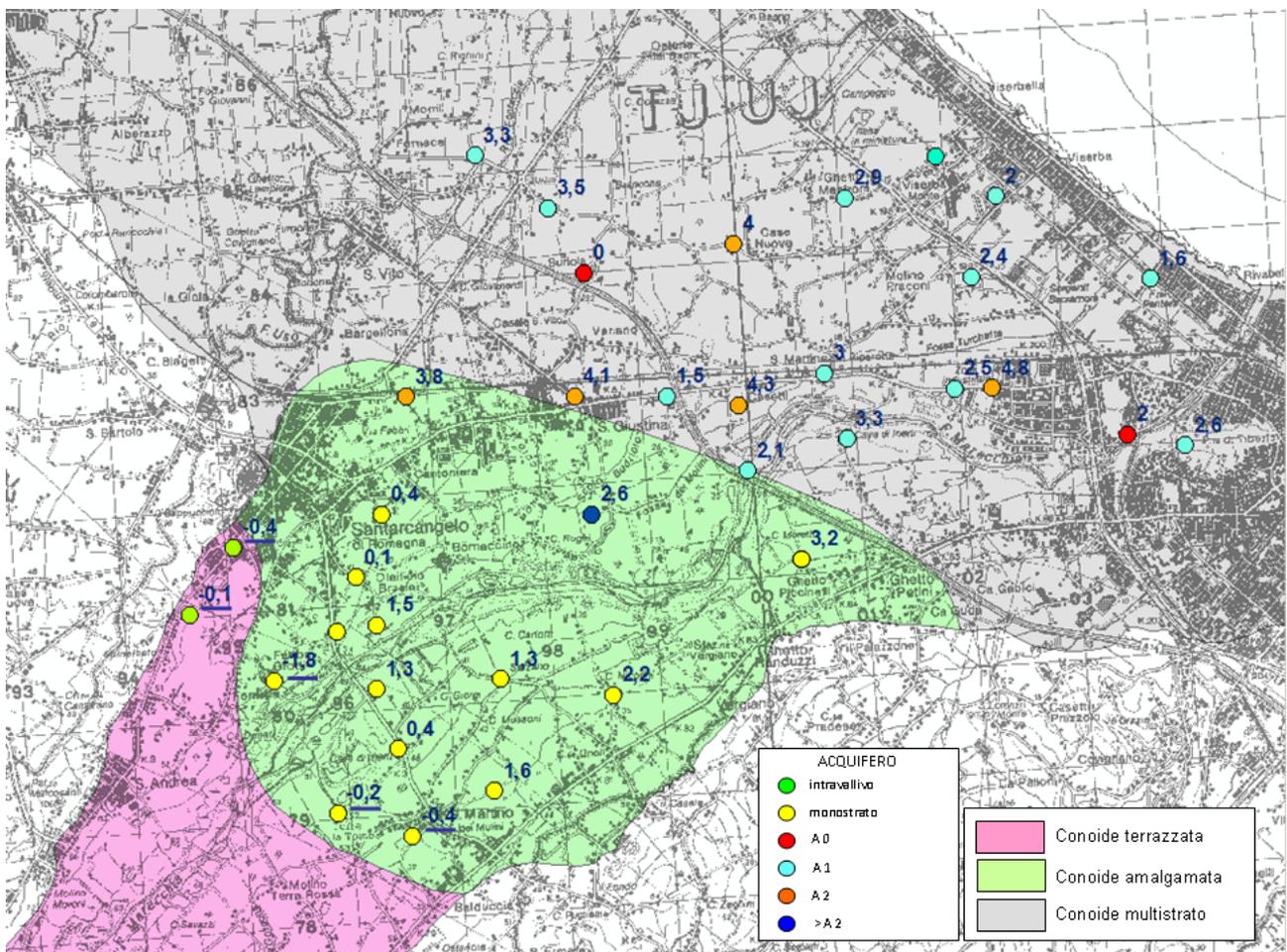


Figura 3 : differenza tra la media delle letture del 2016 rispetto alla media storica.  
Sottolineati i punti con valori negativi

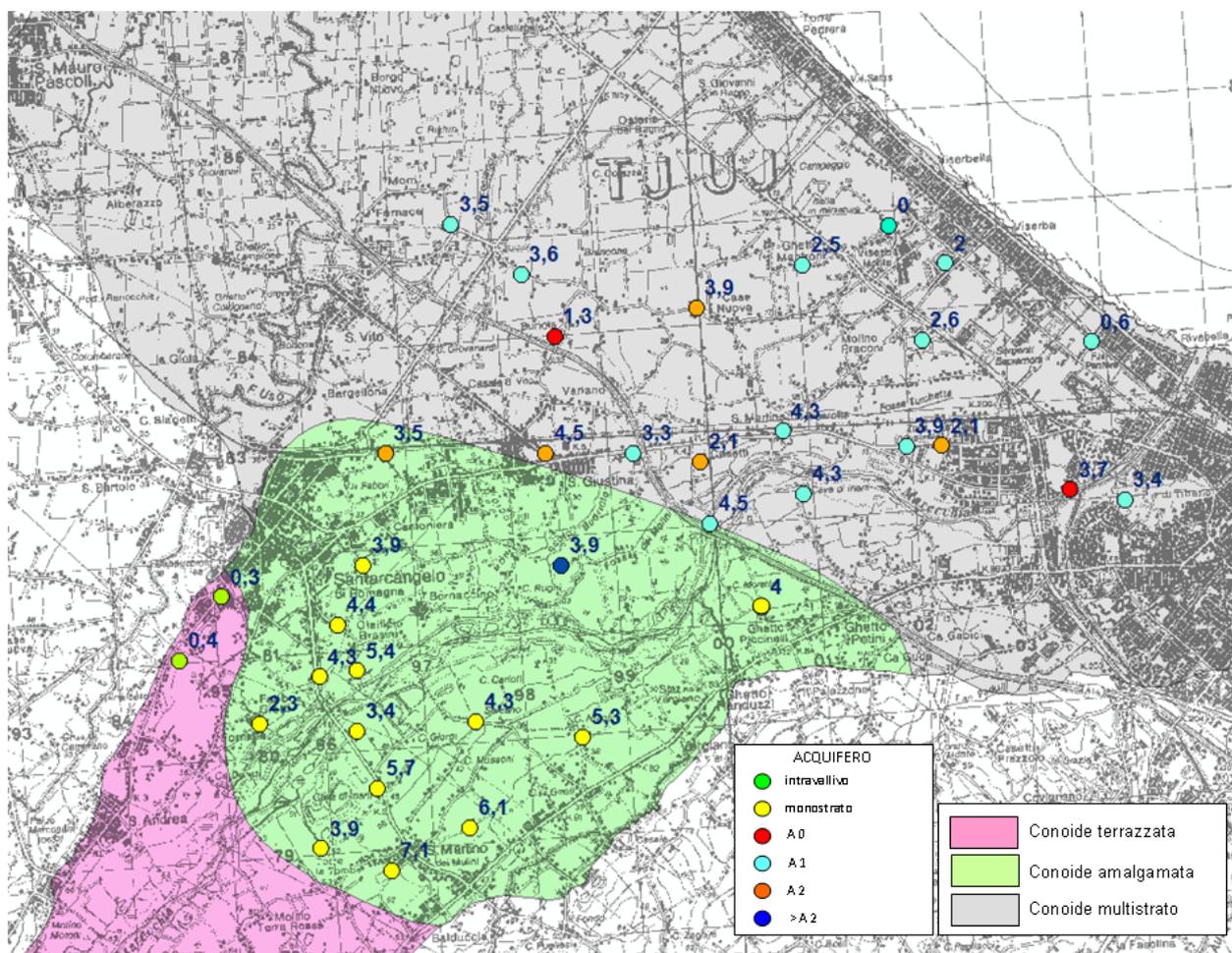


Figura 4: punti di controllo con indicazione dell'escursione rilevata nelle 4 letture del 2016.

Nei grafici delle figure dalla 6 alla 9 viene riportato l'andamento del livello piezometrico dal 2001 al 2016 in alcuni punti della rete di monitoraggio esemplificativi di ciascun ambito della conoide, la cui ubicazione è riportata in Figura 5.

I grafici contengono anche le piogge mensili rilevate dal pluviometro di Santarcangelo per lo stesso intervallo considerato. Le considerazioni che seguono in merito alle relazioni tra livelli piezometrici e piogge, senza voler entrare nel merito di valutazioni specifiche sul bilancio della conoide, permettono di fare semplici osservazioni di tipo empirico sulle modalità di ricarica della conoide, valutando le relazioni tra la dinamica della superficie piezometrica e l'afflusso meteorico.

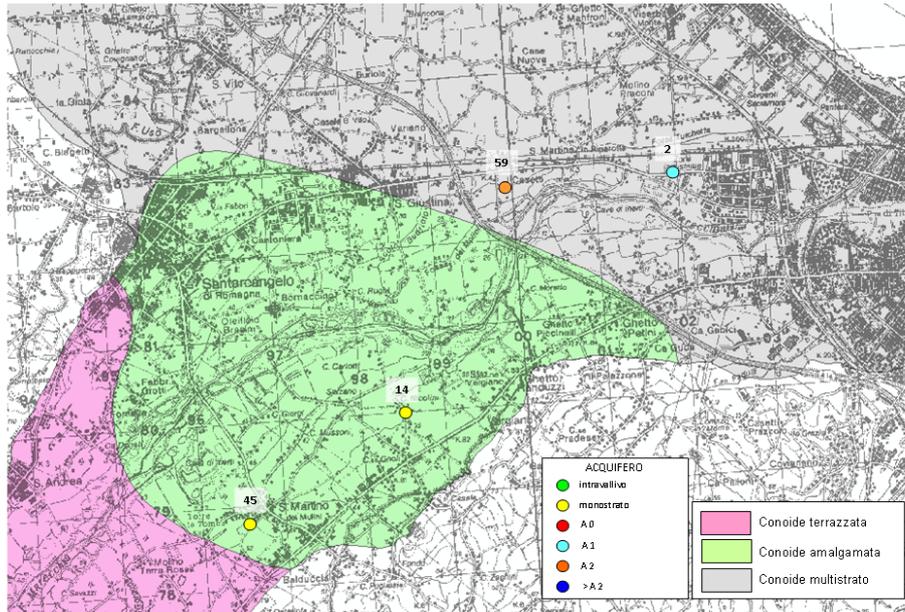


Figura 5: Ubicazione dei punti relativi ai grafici riportati.

La figura 6 (punto 45) mostra un evidente andamento sinusoidale, con minimi generalmente autunnali, e massimi generalmente primaverili. La linea in puntinato nero rappresenta la media di tutte le letture su questo punto ed evidenzia in modo chiaro i minimi del 2003 - 2004 e del 2006 - 2008, così come la tendenza alla risalita dopo i minimi di quest'ultimo periodo.

Le quattro letture del 2016 (evidenziate dai cerchi neri in figura) indicano che nell'anno in corso le letture di gennaio e agosto sono state di poco inferiori alla media, la lettura di novembre (il minimo nel 2016) è stata inferiore alla media in modo più evidente, mentre la lettura di maggio (massimo nel 2016) è stata decisamente superiore alla media (questo punto rappresenta una delle eccezioni precedentemente riportate in figura 3).

La differenza tra il massimo ed il minimo è stata inferiore rispetto a parecchi degli anni precedenti

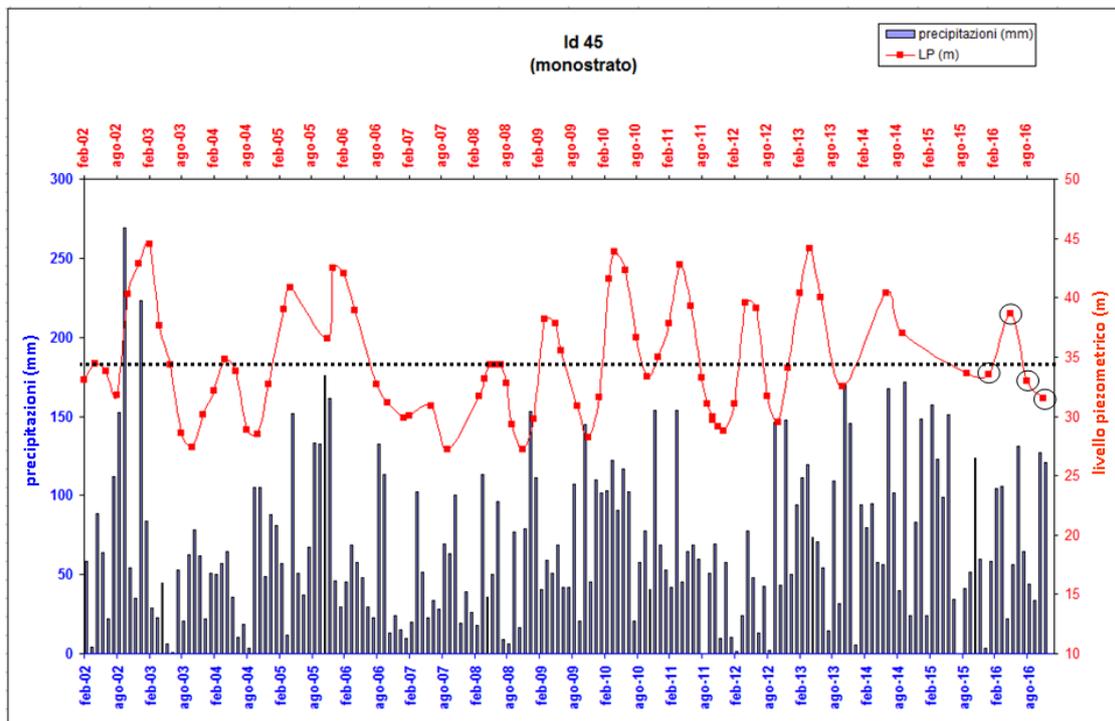


Figura 6 : livello piezometrico nel punto 45 e piogge cumulate mensili. I cerchi indicano le 4 letture del 2016, con il puntinato nero la media di tutte le letture corrispondente a 34.5 mt.

Il confronto tra il livello piezometrico di questo punto con le piogge, mostra come il livello risalga quasi istantaneamente in corrispondenza di eventi piovosi importanti, oppure a seguito di eventi piovosi meno intensi ma più costanti nel tempo, coerentemente con la posizione di questo punto che è ubicato nella zona di ricarica della conoide.

Nel periodo luglio 2002 – febbraio 2003 il livello piezometrico si alza di quasi 13 m a seguito di piogge molto intense (960 mm in 8 mesi, da luglio 2002 a febbraio 2003); nel periodo settembre 2004 – aprile 2005 la risalita è di circa 13 m ed avviene a seguito di piogge meno intense ma più costanti nel tempo (648 mm in 8 mesi, tra settembre 2004 e aprile 2005, senza picchi significativi ma con una distribuzione mensile più uniforme). La relazione tra l'andamento del livello piezometrico e la piovosità è determinante anche nei picchi negativi che caratterizzano i momenti siccitosi e dunque i minimi piezometrici che possono mettere in crisi il sistema di approvvigionamento idrico. Ad esempio da ottobre 2006 a settembre 2007, quando si è raggiunto il minimo piezometrico storico per la conoide del Marecchia da quando sono in corso i monitoraggi regionali, in 12 mesi sono caduti solo 452 mm di pioggia. Il minimo storico dell'estate 2007 è stato così importante perché, come si vede dal grafico, sono mancate le piogge primaverili che normalmente determinano la risalita della piezometria e garantiscono la disponibilità dell'acqua nel periodo estivo.

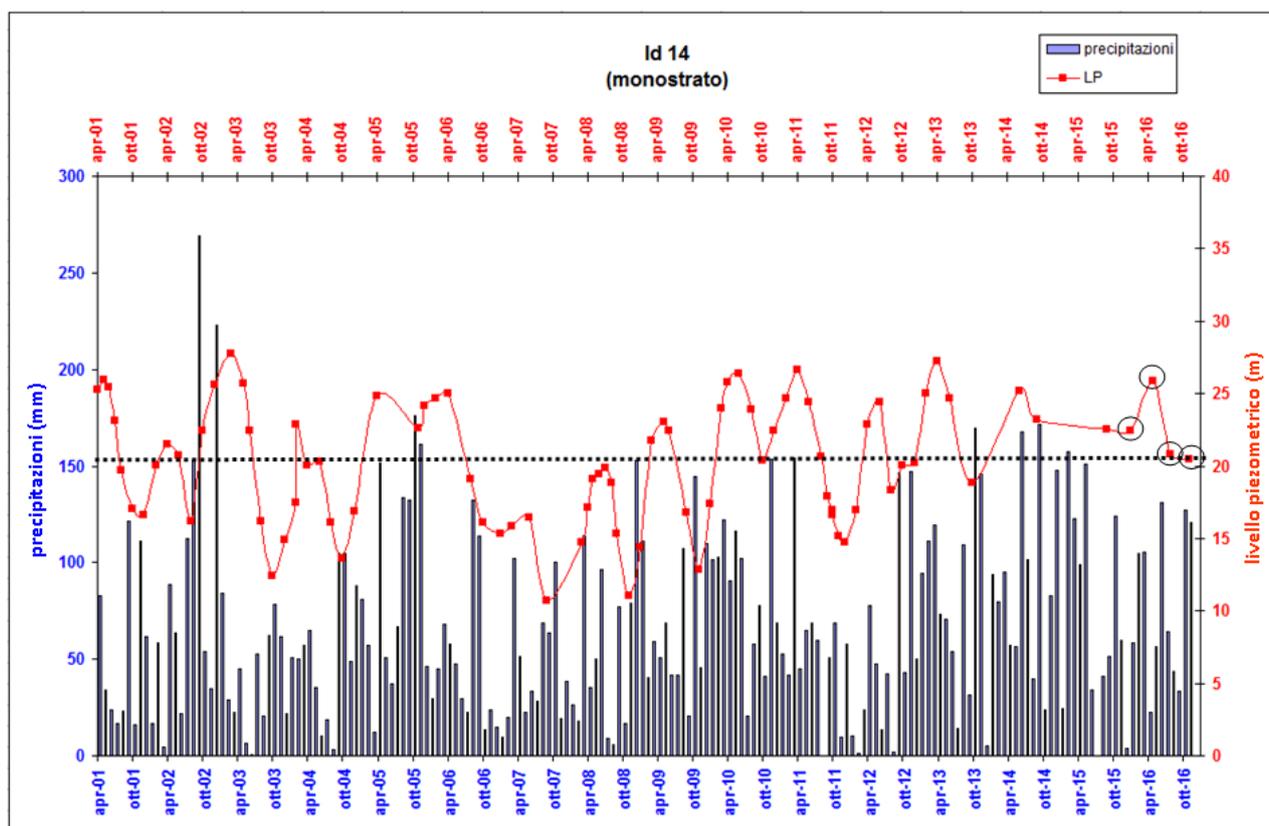


Figura 7 : livello piezometrico nel punto 14 e piogge cumulate mensili. I cerchi indicano le 4 letture del 2016, con il puntinato nero la media di tutte le letture corrispondente a 20,2 mt.

La figura 7 è relativa al punto 14 e mostra un andamento molto simile al precedente, con minimi generalmente autunnali e massimi generalmente primaverili. Evidenti pure i minimi del 2003 - 2004 e del 2006 – 2008, con la successiva risalita.

Le quattro letture del 2016 (evidenziate dai cerchi neri in figura) indicano che nell'anno in corso si è sempre stati al di sopra della media, con una differenza tra il massimo ed il minimo inferiore rispetto a parecchi degli anni precedenti. Come il precedente, anche il punto 14 rappresenta la

conoide amalgamata (e quindi la zona di ricarica), dove le precipitazioni influenzano rapidamente il livello di falda, sia positivamente, che negativamente.

Nel periodo luglio 2002 - febbraio 2003 con 960 mm di pioggia (in 8 mesi) la risalita è stata di 11.5 m, come nel periodo settembre 2004 - aprile 2005 (11.5 m a fronte di 648 mm in 8 mesi).. Anche il minimo storico del 2007 viene confermato, come pure l'assenza del massimo primaverile tra il 2006 e il 2007.

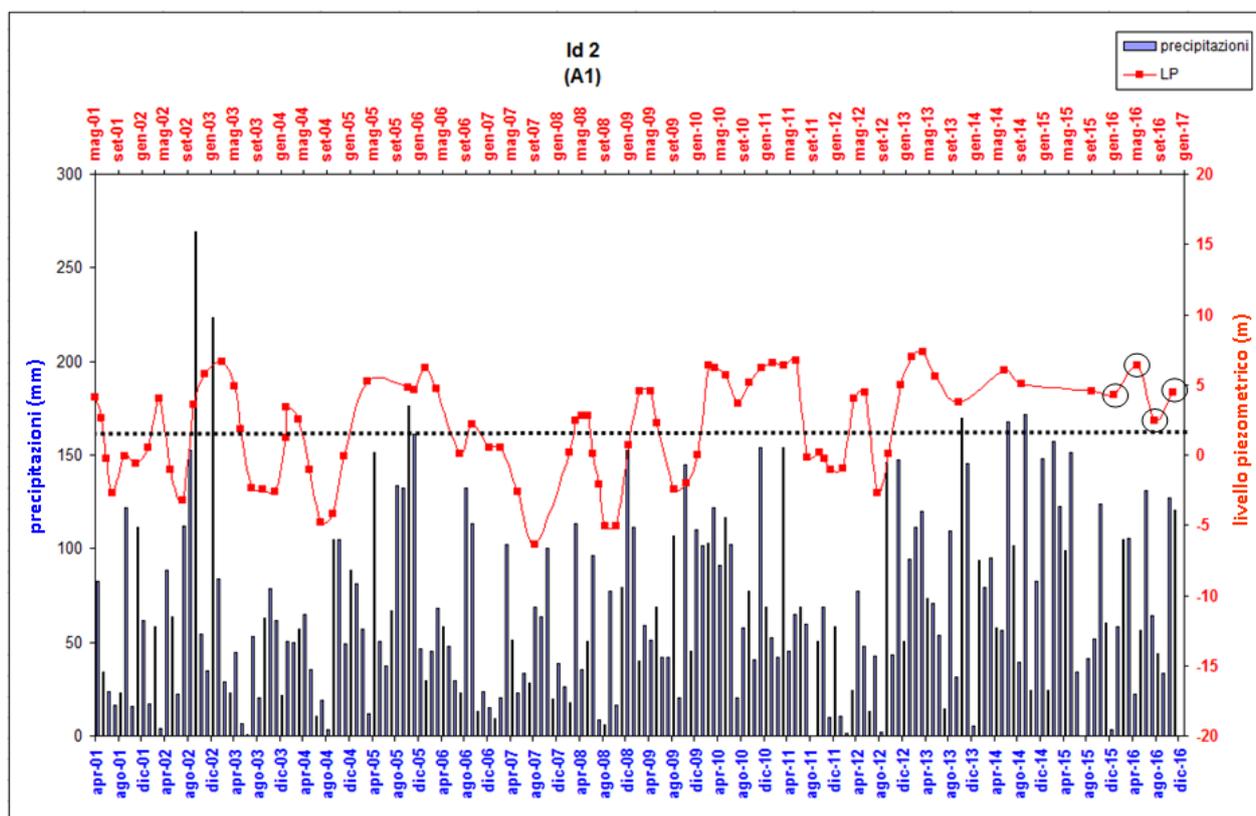


Figura 8 : livello piezometrico nel punto 2 e piogge cumulate mensili. I cerchi indicano le 4 letture del 2016, con il puntinato nero la media di tutte le letture corrispondente a 1.8 mt.

La figura 8 è relativa al punto di controllo 2 che interessa l'acquifero confinato A1. I minimi sono generalmente tardo estivi (agosto) ed i massimi generalmente primaverili; si osservi che rispetto ai grafici precedenti le variazioni tra i minimi ed i massimi sono spesso più contenute, a causa di una meno rapida connessione con la superficie. Evidente il minimo del 2004 e del 2007 – 2008, con la successiva risalita.

Le quattro letture del 2016 (evidenziate dai cerchi neri in figura) indicano che nell'anno in corso si è sempre stati al di sopra della media, con una differenza tra il massimo ed il minimo inferiore rispetto a parecchi degli anni precedenti.

Anche in questo caso di acquifero confinato l'oscillazione della piezometria è correlata (pur con meccanismi diversi) all'andamento delle precipitazioni e non si notano significativi ritardi tra la pioggia e l'innalzamento della piezometria, e l'entità dell'innalzamento è solo di poco inferiore rispetto ai casi precedenti (9.8 m tra 2002 e 2003 e 10 m tra 2004 e 2005). Il minimo storico del 2007 sembra invece essere più accentuato, probabilmente anche perché l'acquifero A1 è maggiormente sfruttato dai prelievi idrici dei vari comparti.

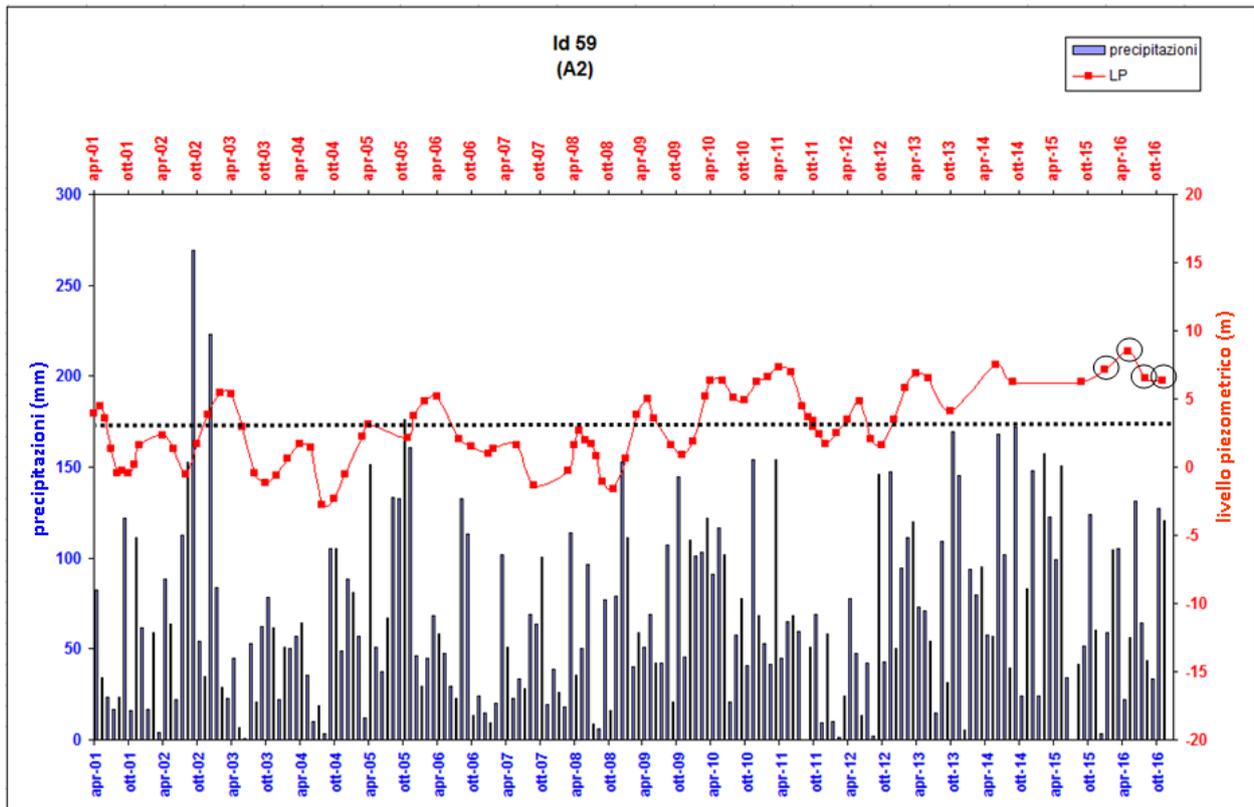


Figura 9 : livello piezometrico nel punto 59 e piogge cumulate mensili. I cerchi indicano le 4 letture del 2016, con il puntinato nero la media di tutte le letture corrispondente a 2.8 mt.

La figura 9 è relativa al punto di controllo 59 che riguarda l'acquifero confinato A2. I minimi sono generalmente tardo estivi (agosto) o autunnali ed i massimi primaverili; si osservi che rispetto ai grafici precedenti le variazioni tra i minimi ed i massimi sono sempre più contenute, a causa di una meno rapida connessione con la superficie. Evidente il minimo del 2004 e del 2007 – 2008, con la successiva risalita.

Le quattro letture del 2016 (evidenziate dai cerchi neri in figura) indicano che nell'anno in corso si è sempre stati al di sopra della media, con una differenza tra il massimo ed il minimo inferiore rispetto a parecchi degli anni precedenti.

Anche in questo caso la piezometria aumenta, anche se con ritardo rispetto alle piogge e con un'entità molto inferiore rispetto alla falda freatica dell'acquifero amalgamato: nel periodo 2002 – 2003 la piezometria si alza di circa 5.5 m e nel 2004 – 2005 di 5.9 m.

Il punto di controllo 59 è profondo 154 m e capta l'acquifero A2 non è quindi pensabile che riceva una ricarica rapida dalla pioggia. Tuttavia la relazione con le precipitazioni evidenzia come anche gli acquiferi profondi mostrino delle chiare variazioni di pressione in relazione con l'andamento meteorologico dell'area di ricarica.

In Figura 10 è riportata la piezometria di massimo, rilevata nel mese di maggio del 2016. Il livello piezometrico è compreso tra 43.83 m s.l.m. ed un minimo di 5.49 m s.l.m. Per l'interpolazione del livello piezometrico sono state utilizzate anche alcune quote dell'alveo del Marecchia nella zona dove l'acquifero è freatico e dunque in contatto idraulico con il fiume (conoide amalgamata). La piezometria è stata costruita escludendo i punti relativi all'acquifero A2 e maggiore di A2 (in figura rispettivamente arancio e blu), perché caratterizzati da un livello decisamente inferiore rispetto agli altri che avrebbe distorto in modo non corretto l'andamento complessivo, che quindi, per quel che riguarda gli acquiferi confinati, è significativo per l'acquifero A1.

La piezometria diminuisce in modo abbastanza regolare dalla parte apicale della conoide procedendo verso il mare. Si osserva un gradiente più elevato nella zona dove l'acquifero è libero, grossomodo sino all'autostrada, poi le isopiezometriche si dilatano abbastanza rapidamente. È evidente (anche in relazione alla modalità con le quali questo andamento è stato costruito) la funzione alimentante del fiume, nei confronti della falda, nella zona tra Santarcangelo di Romagna e l'autostrada. Nella zona urbana di Rimini si osserva una rientranza dell'isopiezometrica con quota 6, che è probabilmente collegata ai prelievi idrici in atto.

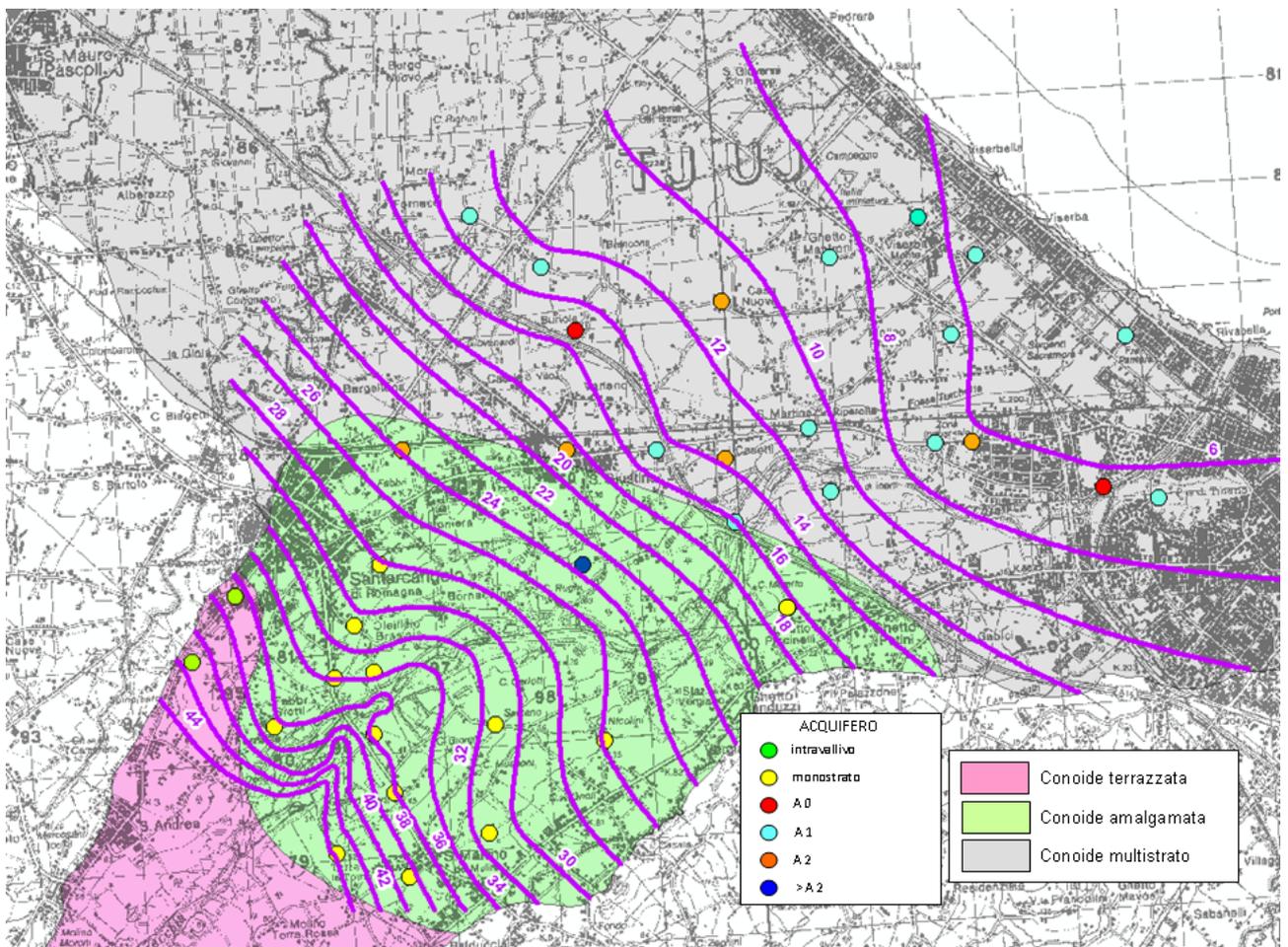


Figura 10: Piezometria di Maggio 2016

La conducibilità elettrica specifica è stata rilevata in 21 punti, anche se non è stato sempre possibile effettuare le letture in tutte le quattro campagne; la figura 11 mostra che la conducibilità, espressa in microsiemens/cm, varia da 431 a 1654 (dove disponibili più letture in figura sono riportate le medie delle diverse letture).

Come noto questa grandezza è strettamente correlata con la salinità dell'acqua di falda ed esprime quindi la mineralizzazione della stessa. I valori più bassi generalmente sono stati rilevati in prossimità del fiume (che ha una conducibilità attorno ai 400 – 500 microsiemens /cm), fatto salvo per il punto più a est che ha invece la conducibilità più alta in assoluto. Si osservi però che si tratta di un punto riferito all'acquifero A0 che risente soprattutto della ricarica dalla superficie e non tanto di quella del fiume (in tre delle quattro letture effettuate il livello di questo punto è stato topograficamente più alto rispetto al fiume). Si rimarca che anche l'altro punto riferito all'acquifero A0 è caratterizzato da un valore di conducibilità abbastanza alto (1297 microsiemens / cm); al contrario, il valore più basso (431 microsiemens / cm) si riscontra nel punto che capta gli acquiferi più profondi (> A2).

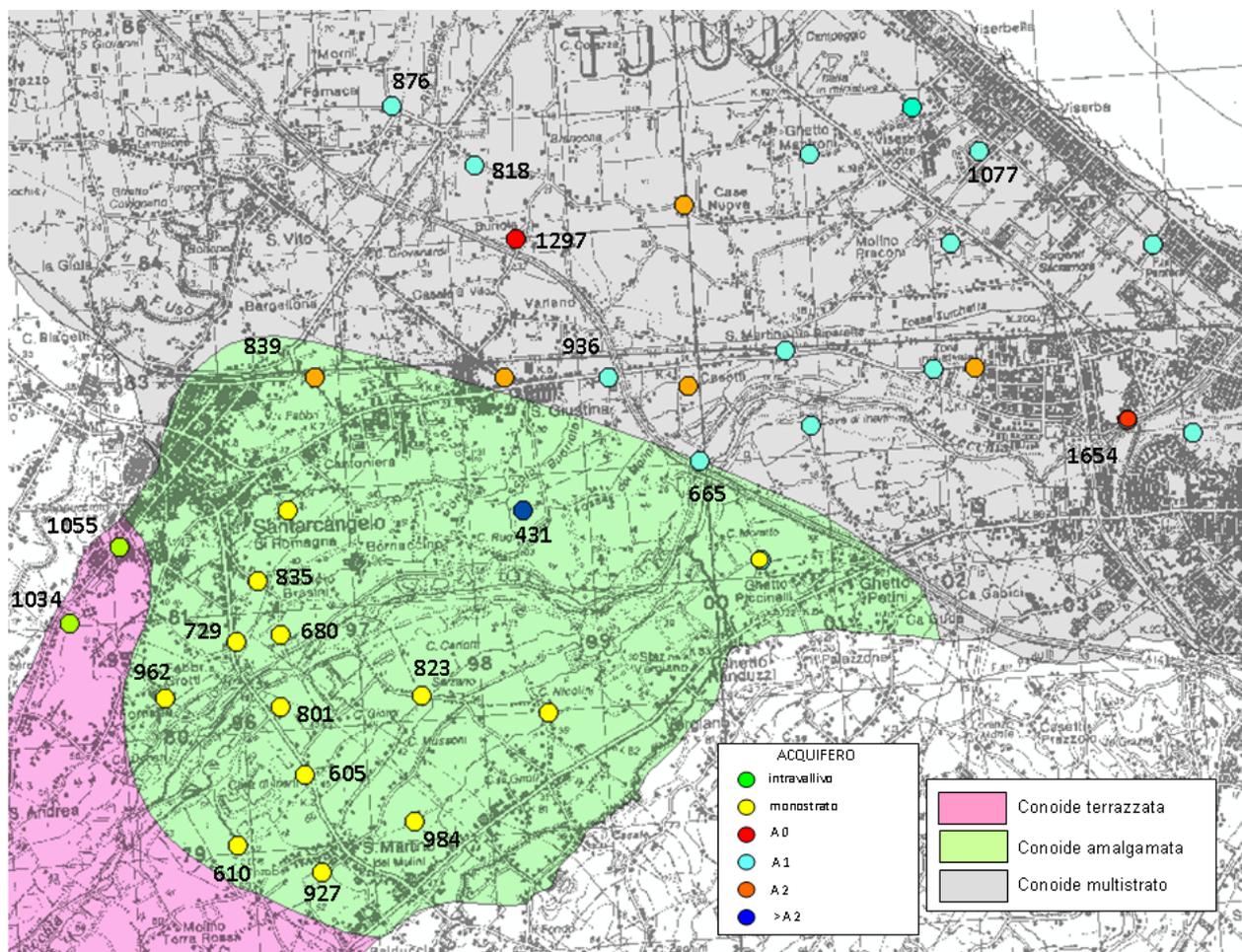


Figura 11: valori di conducibilità elettrica specifica rilevati (microsiemens/cm) in 21 punti della rete (punti azzurri)

I valori della temperatura sono abbastanza omogenei e generalmente compresi tra i 14.5 ed i 16° C.

## **Conclusioni**

Grazie ad un accordo tra il Servizio Geologico, Sismico dei Suoli della Regione Emilia-Romagna ed ARPAE – Direzione Tecnica è stato possibile riprendere in modo sistematico il monitoraggio della rete piezometrica della conoide del Marecchia, in modo da proseguire le letture storiche della conoide iniziate nel 2001. Ciò permetterà di mantenere la continuità della serie in modo da avere all'occorrenza un database privo di lacune, che potrà essere efficacemente utilizzato per le analisi a supporto della gestione della risorsa idrica nella conoide, con particolare riferimento a possibili future crisi idriche dovute alla siccità.

Le quattro letture effettuate nel 2016 indicano che l'anno in corso, in virtù di un andamento meteo climatico favorevole, è stato caratterizzato da livelli di falda alti, quasi sempre superiori alle medie storiche disponibili.

Non c'è dunque alcun motivo di allerta per quel che riguarda la disponibilità della risorsa della conoide per il prossimo futuro.

I monitoraggi successivi permetteranno di valutare eventuali problematiche che al momento, lo si ripete, non si ravvisano.