

RAPPORTI TECNICI

DEL SERVIZIO GEOLOGICO SISMICO E DEI SUOLI

2021



**TREND DEI NITRATI
NELLE FALDE
DEL MARECCHIA
IN RELAZIONE
ALLA RICARICA
IN CONDIZIONI
CONTROLLATE NEL
LAGO INCAL SYSTEM
(RIMINI)**

A cura di:

Paolo Severi e Luciana Bonzi

Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli – REGIONE EMILIA-ROMAGNA

Si ringraziano per la preziosa collaborazione:

Immacolata Pellegrino – REGIONE EMILIA-ROMAGNA, Servizio Tutela e Risanamento Acqua, Aria e Agenti Fisici

Andrea Chahoud e Marco Marcaccio - ARPAE EMILIA-ROMAGNA

In copertina:

foto: Thomas Charters (<https://unsplash.com/photos/qmHMSN7sDeI>)

Immagine coordinata:

Simonetta Scappini – Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli – REGIONE EMILIA-ROMAGNA

Il presente documento è reso pubblico secondo i termini della licenza Creative Commons 4.0 e possono pertanto essere riprodotti, distribuiti, comunicati, esposti, rappresentati e modificati alle condizioni qui riportate (<https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/note-legali>).



Direzione Generale cura del territorio e dell'ambiente

Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli

Viale della Fiera 8, 40127 Bologna

telefono: 051 5274798

fax: 051 5274208

e-mail: segrgeol@regione.emilia-romagna.it

PEC: segrgeol@postacert.regione.emilia-romagna.it

Sito web dedicato:

<https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/acque/risorse-idriche-pianura/idrogeologia-della-pianura/ricarica-conoide-alluvionale-fiume-marecchia-rimini>

Premessa

La presenza di nitrati nella parte apicale della conoide del Marecchia in concentrazioni talvolta molto elevate è un problema noto, ed analizzato da diverso tempo.

La tematica è stata affrontata anche nello studio “Le acque di sottosuolo della conoide del Fiume Marecchia: analisi quali-quantitativa a supporto della gestione sostenibile della risorsa idrica” (di seguito Studio RER2007), realizzato a seguito di un apposito accordo tra la Regione Emilia-Romagna, l’Autorità di Bacino Marecchia-Conca, la Provincia di Rimini e AMIR S.p.A (ora HERA SpA). Nell’ambito di tale studio, concluso nel 2007, vengono riportate alcune considerazioni sulla presenza dei nitrati nella conoide del Marecchia riassunte nei due punti seguenti (vedi in <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/acque/risorse-idriche-pianura/idrogeologia-della-pianura>).

- 1) In “*Studi e ricerche del conoide del Marecchia. Studi di caratterizzazione e ricerche geochimico ed isotopiche delle acque sotterranee*”, redatto per lo Studio RER2007 dallo Studio di geologia applicata e ingegneria S.r.l. di Edmondo Forlani, per conto di HERA s.p.a., si evidenziava, che:
 - Osservando l’andamento storico (dal 1975 al 2004) dei nitrati negli acquiferi A0 ed A1 (i più superficiali) rispetto alle piogge medie annue, si nota che le impennate dei nitrati sono sistematicamente precedute da picchi di pioggia negli anni immediatamente precedenti. Allo stesso tempo lunghi periodi siccitosi consentono un maggiore accumulo di nitrati nel terreno, che si accumulano nei suoli che sovrastano le falde freatiche della zona apicale.
 - Per quel che riguarda il trasferimento di nitrati dal terreno verso la falda, la modalità che pare essere più convincente, non sarebbe tanto l’innalzamento della falda che va a dilavare i nitrati nel terreno, bensì l’occorrenza di eventi piovosi particolarmente persistenti.
 - i nitrati provengono dalle falde freatiche di monte, soprattutto, pare, dalla destra idrografica del fiume;
 - l’alimentazione diretta dal fiume ha effetto benefico, con particolare riguardo alla prima falda confinata (denominata A1).
 - le valutazioni sulle fonti di inquinamento indicano un’origine da scarichi civili ed un inquinamento da fertilizzante agricolo, sebbene non sia chiara la quota-parte dell’uno o dell’altro.

- 2) Nel modello matematico di trasporto dei nitrati sviluppato da ARPA Ingegneria Ambientale (ora ARPAE Direzione Tecnica) nell’ambito dello Studio RER2007, con riferimento al periodo aprile 2001- febbraio 2003, si sottolineava che:
 - non essendo presenti nel territorio riminese importanti attività zootecniche, l’origine della contaminazione da nitrati è stata cercata nel tempo o nei concimi chimici usati in agricoltura, o nella perdita da rete fognarie o scarichi delle acque di depurazione;
 - grazie alla modellazione effettuata è stato possibile individuare quali sono gli areali in cui il nitrato entra nel sistema, ovvero in quali punti i nitrati passano dalla superficie topografica alle acque sotterranee. Tali aree sono concentrate nella zona apicale della conoide, prevalentemente in comune di Santarcangelo sia in destra che in sinistra idrografica, una fascia di 3 x 3 km, nell’ambito della quale si concentra una larga parte degli ingressi di nitrati in falda. Esistono poi altre due ingressi significativi, uno nei pressi del centro urbano di Rimini, l’altro, più ridotto, è posto poco a nord di Santarcangelo (Figura 1).

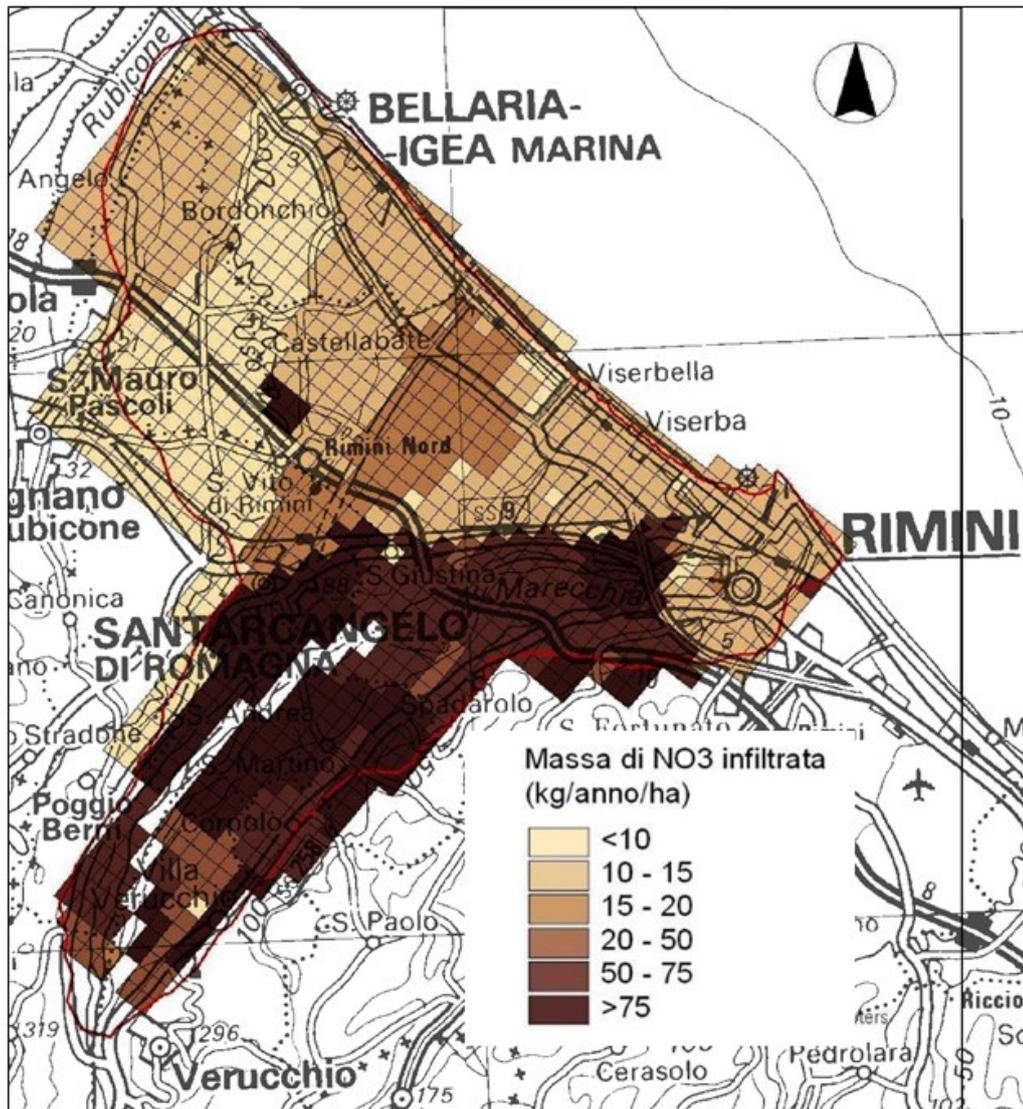


Figura 1: Distribuzione dei nitrati in ingresso a fine taratura, le aree in marrone scuro indicano le zone in cui entra la maggior parte dei nitrati in falda (<https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/acque/risorse-idriche-pianura/idrogeologia-della-pianura>)

Al fine di migliorare gli aspetti quantitativi e qualitativi della conoide, nelle conclusioni dello studio RER2007 si indicava la possibilità di realizzare la ricarica artificiale (o meglio la ricarica in condizioni controllate) delle falde della conoide del Marecchia, utilizzando i laghi di ex-cava presenti in destra Marecchia, nella porzione apicale della conoide.

Successivamente, a seguito delle estati fortemente siccitose che si sono succedute dal 2007 in poi, la ricarica in condizioni controllate è stata proposta dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli, con la finalità di aumentare la disponibilità idrica della conoide, per fronteggiare i possibili ulteriori periodi siccitosi.

L'impianto di ricarica in condizioni controllate è stato poi effettivamente attivato con una sperimentazione nel periodo dal 2014 al 2016. La ricarica è effettuata nel lago Inca System (di proprietà del Comune di Rimini), che viene utilizzato come bacino disperdente ed, essendo ubicato nella parte apicale della conoide dove l'acquifero è freatico, permette la ricarica dell'intera conoide del Marecchia, come indicato nella figura 2, che va dalla zona di Villa Verucchio a Sud Ovest, verso Viserba a Nord Est (Figura 2).

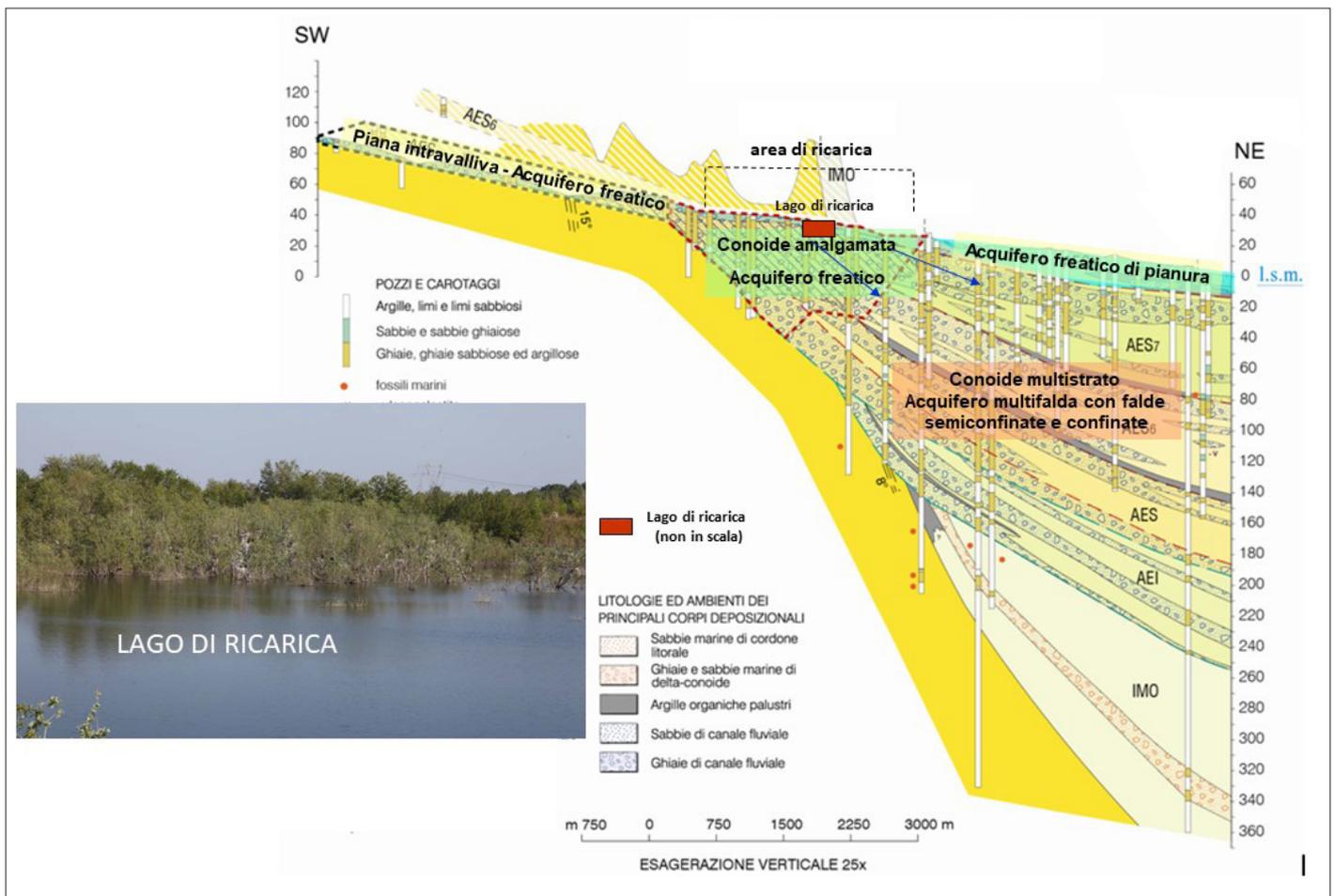


Figura 2: Sezione geologica schematica della conoide del Marecchia con indicazione del lago di ricarica ubicato nell'area di ricarica di tutta la conoide.

Visto l'esito positivo della sperimentazione, la ricarica è stata inserita come misura nel Piano di Gestione del Distretto idrografico dell'Appennino settentrionale, approvato con D.P.C.M. del 27 ottobre 2016 (misura individuale "Interventi di sostegno ai naturali processi di ricarica delle falde e/o di ricarica artificiale delle stesse - KTM. 24").

Dopo due anni di sperimentazione ed una valutazione di impatto ambientale positiva (Deliberazione della Giunta della Regione Emilia-Romagna n. 1649/2017) l'impianto di ricarica è attualmente a regime (<https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/acque/risorse-idriche-pianura/idrogeologia-della-pianura/ricarica-conoide-alluvionale-fiume-marecchia-rimini>). Lo studio di Valutazione di Impatto Ambientale è stato presentato da Regione Emilia-Romagna, Comune di Rimini e Ente di Gestione per i Parchi e la Biodiversità della Romagna.

Dal 2014 al 2019, alla luce degli ultimi conteggi effettuati, sono stati immessi nel lago di ricarica circa 9 milioni di metri che hanno certamente contribuito ad aumentare la disponibilità idrica delle falde della conoide. Nel maggio del 2019 è crollata la briglia sul Marecchia attraverso la quale veniva alimentato il Canale dei Mulini, pertanto da allora ad oggi la ricarica è sostanzialmente stata interrotta, a meno di sporadiche alimentazioni al lago di ricarica.

Scopo del presente documento è verificare se, oltre all'incremento della disponibilità di risorsa idrica, la ricarica ha anche migliorato la qualità dell'acqua sotterranea, in particolare diminuendo la concentrazione dei nitrati. A tal riguardo, il presupposto è che essendo l'acqua del Marecchia utilizzata per la ricarica povera in nitrati, essa, entrando in falda, possa diluire le concentrazioni di nitrati nelle acque sotterranee.

La presenza dei nitrati nelle acque sotterranee nella porzione della conoide del Marecchia in prossimità dell'impianto di ricarica

Nell'ambito dei lavori di gestione dell'impianto di ricarica in condizioni controllate della conoide del Marecchia, sono previste due campagne all'anno di monitoraggio della qualità delle acque. Stando al progetto definitivo presentato in sede di VIA, nella fase di monitoraggio *post-operam* vengono analizzati dal laboratorio di ARPAE-Ravenna i parametri di cui alla Tab. 15 All.3 della DGR 350/10, che contiene i principali parametri chimico fisici (tra cui i nitrati) ed i metalli. Per alcuni punti compresi nella rete di monitoraggio della ricarica in condizioni controllate, la serie temporale di dati va dal 2014 al 2020; sulla base di questi dati è stato possibile valutare l'andamento della concentrazione dei nitrati nel tempo.

Nell'area in esame sono inoltre disponibili 2 pozzi ad uso idropotabile gestiti e monitorati da Romagna Acque, e 3 pozzi appartenenti alla rete di monitoraggio regionale gestita da ARPAE per conto della Regione Emilia-Romagna. Si tratta di pozzi che hanno serie storiche molto più lunghe e che hanno quindi permesso di fare alcune considerazioni sull'influenza che la ricarica nel lago In.Cal System può avere esercitato in questi anni sull'andamento dei nitrati nelle acque sotterranee.

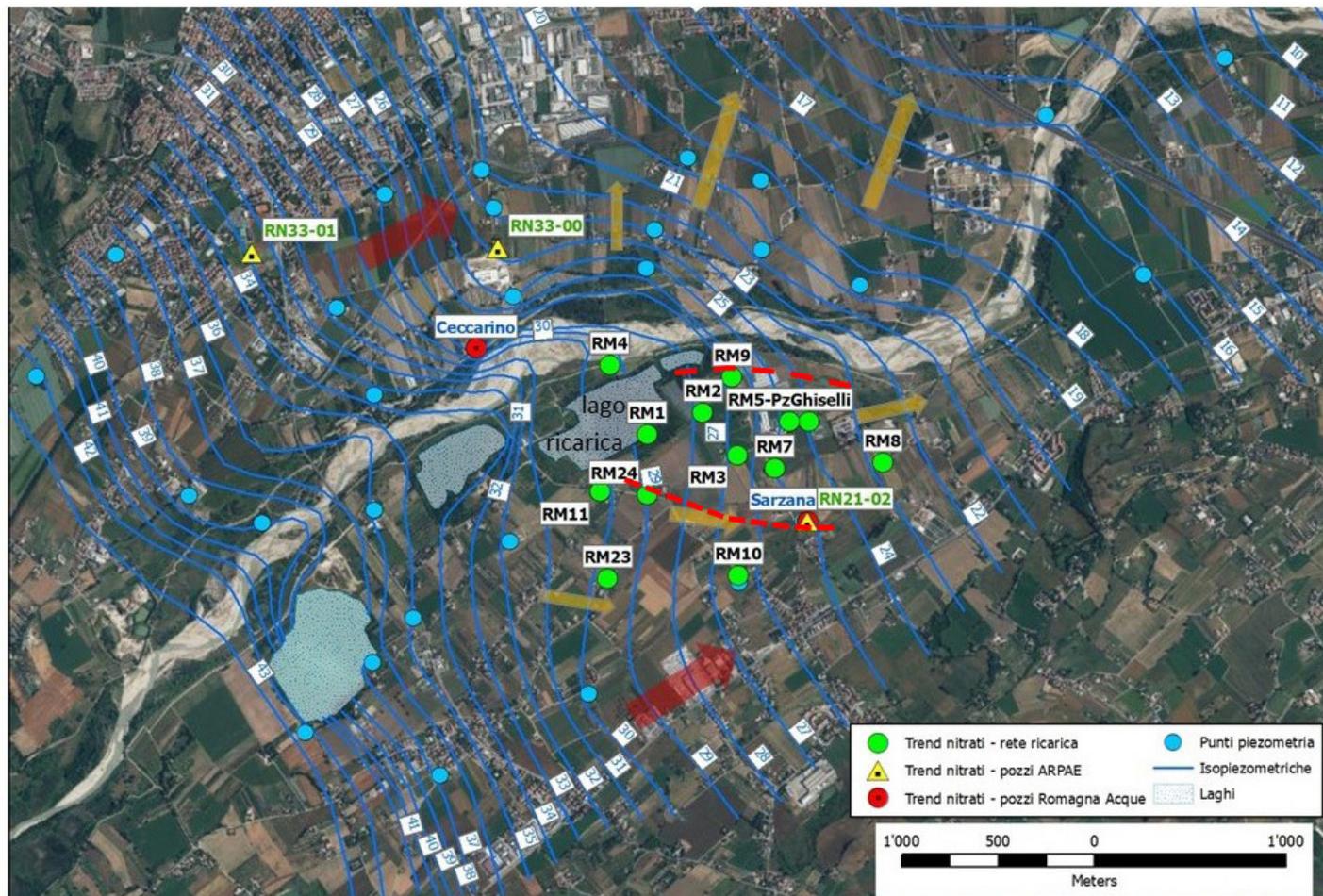
L'ubicazione di tutti i punti di monitoraggio presi in considerazione è riportata in Figura 3. Si tratta di 11 punti della rete di monitoraggio della ricarica in condizioni controllate, di 2 pozzi di Romagna Acque e di 3 punti della rete ARPAE.



Figura 3 : Ubicazione dei punti di monitoraggio considerati e del lago utilizzato per la ricarica della conoide.

Dal 2014 il Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli regionale ed ARPAE effettuano rilievi trimestrali della piezometria su tutta la conoide del Marecchia, mentre dal 2001 al 2013 i rilievi erano stati effettuati a cura della Provincia di Rimini, con frequenza temporale e distribuzione di punti a tratti differente.

Come si vede dall'andamento delle isopiezometriche e delle linee di flusso (Figura 4), il flusso idrico nella zona di interesse proviene in parte da monte (frecche rosse), in parte dal fiume Marecchia e dal lago di ricarica (frecche gialle).



*Figura 4: Isopiezometriche e linee di flusso nella zona di monte della conoide (rilievo febbraio 2019, identificativo di un periodo di alto piezometrico della conoide).
Linee rosse: area maggiormente influenzata dalla ricarica*

La possibilità che la ricarica possa avere degli effetti benefici sulla concertazione dei nitrati in falda è massima nella zona in cui il flusso idrico sotterraneo proviene dal Lago Incal System. Le linee rosse tratteggiate di figura 3 mostrano che l'afflusso dal lago di ricarica si dirige principalmente verso i punti RM1, RM2, RM3, RM5, RM7, RM8, RM9, e in parte verso il Pozzo di Romagna Acque Sarzana e il pozzo della rete ARPAE RM21-02 (ubicati a pochi metri di distanza l'uno dall'altro).

I punti RM11, RM23, RM10, il pozzo di Romagna Acque Ceccarino ed il pozzo della rete ARPAE RN33-00 risentono, se pure in misura diversa, della ricarica operata dal Fiume Marecchia.

Il punto RN33-01 risente principalmente dell'afflusso sotterraneo dalla parte di monte della conoide.

Distribuzione dei nitrati nei punti di controllo analizzati

La distribuzione in pianta della media di tutti i valori dei nitrati disponibili nei punti di controllo nel periodo 2014-2019 è mostrata in Figura 5.

In destra idrografica i nitrati aumentano progressivamente allontanandosi dal lago di ricarica e dal fiume. Il valore più alto (RM7), non è strettamente confrontabile con gli altri, visto che la media è frutto di un numero di misure decisamente inferiore (vedi Figura 6). Va comunque osservato che in questo punto si è riscontrato il valore massimo tra tutti quelli disponibili.

In sinistra idrografica, pur con un numero di punti di controllo decisamente inferiore rispetto alla destra idrografica, la situazione pare differente, dato che il pozzo Ceccarino pur essendo molto vicino al fiume ha valori di nitrati molto alti. Si tratta tuttavia di un pozzo molto profondo (74 metri) e quindi evidentemente poco connesso con il fiume.

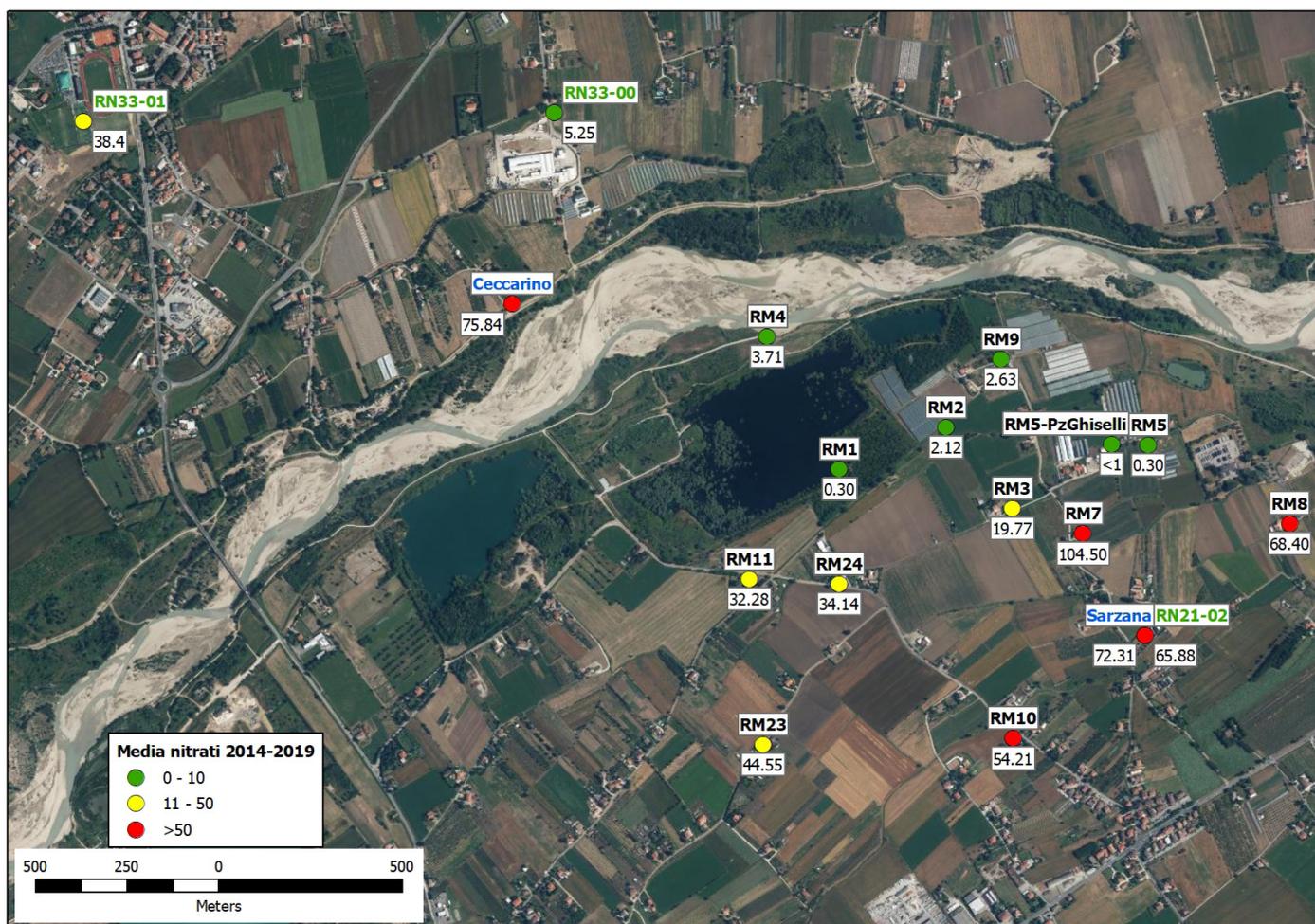
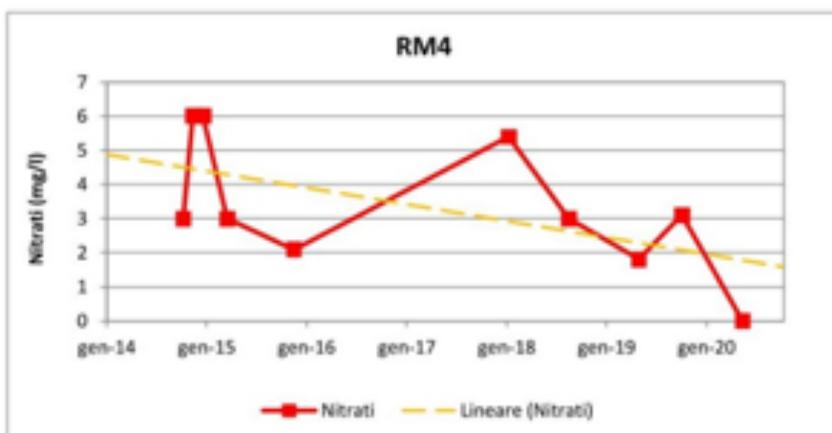
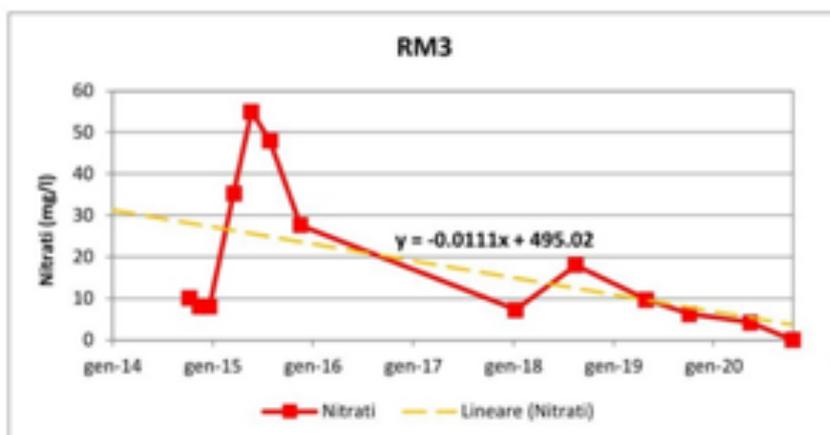
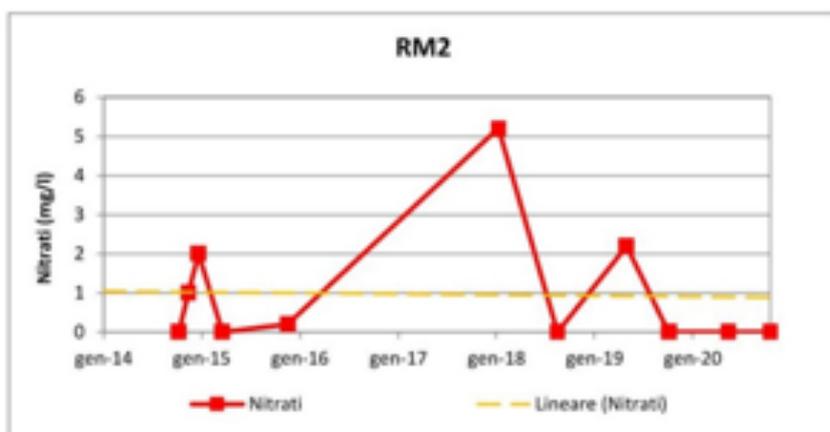
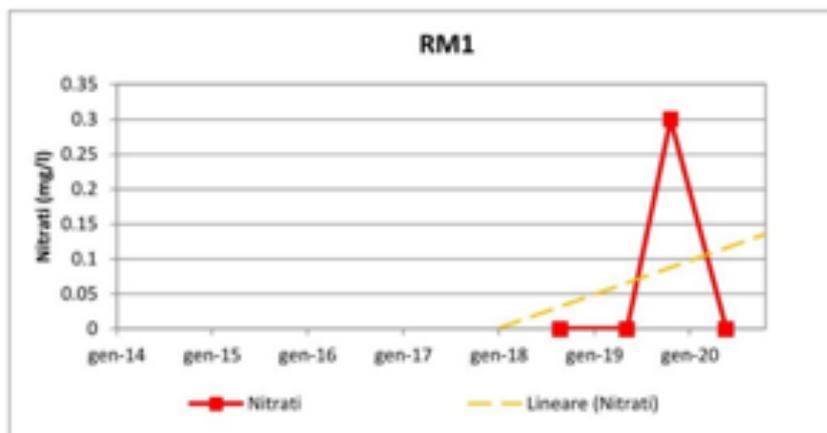


Figura 5: Media dei nitrati nei punti analizzati nel periodo 2014-2019 (valori in mg/l)

I nitrati nei punti di controllo della rete ricarica

La rete della ricarica è composta dai seguenti pozzi o piezometri: RM1 (profondo 23.5 metri), RM2 (profondo 24 metri), RM3 (profondo 24 metri), RM4 (profondo 21 metri), RM5 (profondo 24 metri), RM7 (profondo 15 metri), RM8 (profondo 24 metri), RM9 (profondo 18.6 metri), RM10 (profondo 25 metri), RM11 (profondo 18 metri), RM23 (profondo 32 metri) ed RM24 (profondo 40 metri). Per ciascuno dei punti è stato realizzato un grafico del valore di concentrazione dei nitrati, ed è indicata la retta che ne esprime l'andamento nel tempo; per i punti con valori di nitrati più alti, è stata anche indicata l'equazione di tale retta (Figura 6). Il coefficiente angolare negativo della retta indica che c'è stata una diminuzione dei nitrati durante il tempo di osservazione.



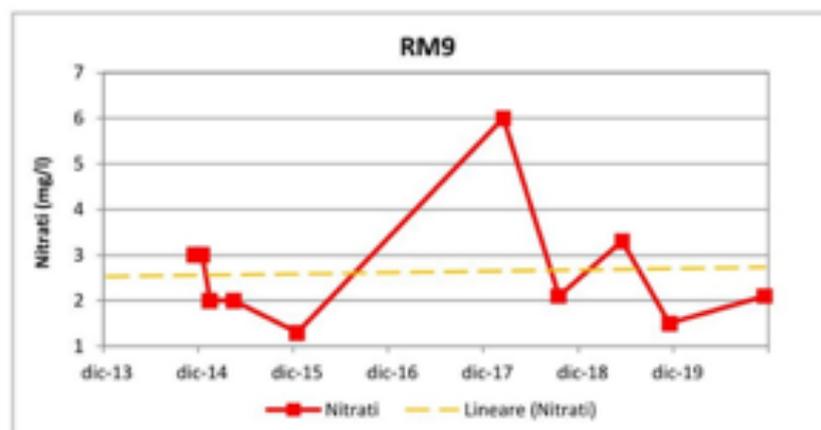
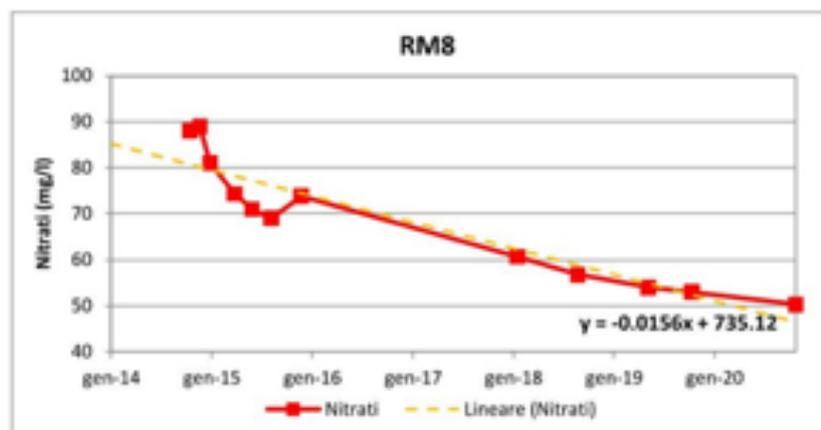
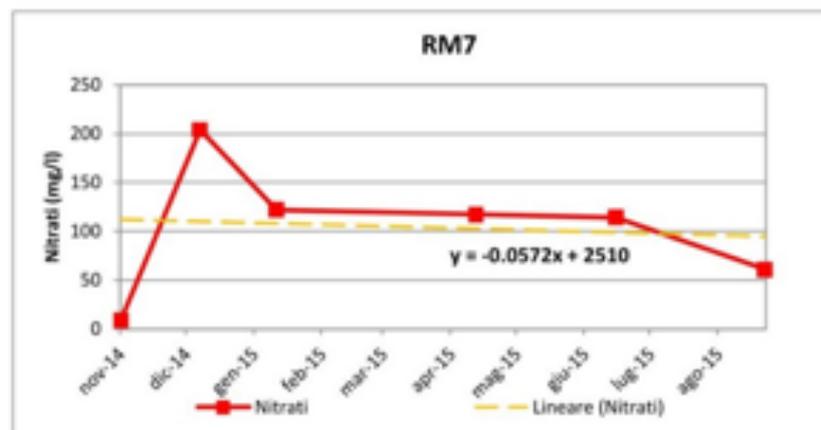
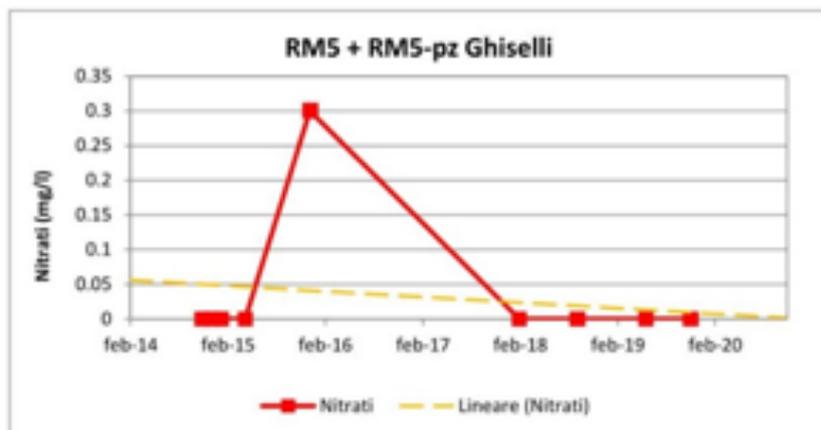


Figura 6: Andamento dei nitrati nei punti della rete di monitoraggio della ricarica del Marecchia. Si osservi che la scala verticale e la scala orizzontale possono avere valori differenti. Il punto RM7 ha uno storico più breve rispetto agli altri.

Dall'osservazione dei grafici di Figura 6, appare evidente che la linea di tendenza indica un generale abbassamento delle concentrazioni di nitrati, soprattutto dove i valori sono medio-alti (ad es. RM3, RM7, RM8, RM10, RM11, RM23 ed RM24). A partire dall'autunno del 2015 non è stato più possibile effettuare misure nel RM7, che ha quindi uno storico molto più breve rispetto agli altri punti di controllo. Dove la tendenza è in leggero aumento o stabile, i valori di concentrazione sono in genere molto bassi (vedi RM1, RM2, RM4, RM5 ed RM9).

Va osservato che i nitrati diminuiscono a prescindere dalla posizione dei punti di monitoraggio rispetto alla zona in cui il flusso idrico proviene principalmente dal lago Incal System. Ad esempio, il punto RM10 ed il punto RM23 mostrano un trend in diminuzione dei nitrati, pur essendo a monte idrogeologico rispetto al lago di ricarica (vedi figura 4).

Escludendo i punti in cui i nitrati hanno valori molto bassi, si osserva quanto segue.

Come detto poc'anzi, si registra un generale trend in abbassamento. Il trend in diminuzione è certamente un dato confortante, anche se non è strettamente evidente una relazione di causa - effetto tra questo trend e la ricarica della conoide.

I valori massimi si registrano generalmente nel 2015. Nel RM3 ed RM24, se si escludono i valori di tale anno, i nitrati sono generalmente piuttosto bassi. L'aumento dei nitrati nel 2015 è probabilmente da mettere in relazione con un periodo di forti precipitazioni (2014 – 2015), che, come detto in premessa, spesso causano il dilavamento dei terreni insaturi ed il conseguente aumento dei nitrati.

Escludendo il picco raggiunto nel 2015, i valori dei nitrati mostrano spesso delle forti escursioni, come è abbastanza normale in un contesto di acquifero freatico. Nel RM7 e nel RM11, si evidenziano variazioni positive, anche molto forti (RM7). Tali variazioni potrebbero essere messe in relazione con la presenza di fonti locali di ingresso dei nitrati. Nel RM10 ed RM23 le variazioni sono invece negative.

Considerando invece i punti dove i nitrati sono molto bassi, si evidenzia che essi sono tutti nella zona soggetta ad alimentazione dal lago di ricarica (Figura 4), e ciò è certamente un dato a favore di un effetto positivo della ricarica sulla qualità delle falde del Marecchia.

Va tuttavia osservato che per questi punti non sono disponibili dati precedenti all'inizio dell'intervento di ricarica. Inoltre, essi sono tutti molto vicini al fiume e non sono disponibili punti così vicini al fiume a monte idrogeologico del lago di ricarica. Quindi non è dimostrato che il valore molto basso dei nitrati in questi punti sia strettamente dovuto alla ricarica, o semplicemente alla vicinanza del fiume, che, come noto, produce un effetto diluente sulle acque sotterranee. Il punto RM4, con nitrati molto bassi e ubicato tra il fiume ed il lago, è indicativo in tal senso.

Come detto, nel 2020 la ricarica non è stata effettuata. I dati di quest'anno mostrano che, dove i nitrati sono presenti in modo apprezzabile, nella maggior parte dei casi (4 su 7) si evidenzia il proseguimento del trend in diminuzione che ha caratterizzato l'intero periodo di osservazione dal 2015 in poi.

I nitrati nei pozzi di Romagna Acque presenti nella zona di interesse

Per i due pozzi di Romagna Acque (Pozzo33 – Ceccarino profondo 74 metri, e Pozzo35 – Sarzana profondo 33 metri) sono disponibili i dati dei nitrati dal 2011 al 2019 (Figura 7). Nei grafici riportati a sinistra di figura 7, la linea di tendenza dei nitrati è riferita all'intero periodo di osservazione, ed indica un generale abbassamento nelle concentrazioni di nitrati rilevate, più marcato per il pozzo Sarzana.

Nei grafici riportati a destra la linea di tendenza dei nitrati è stata divisa in due periodi: 2011-2013 e 2014-2019, ovvero prima e dopo l'entrata in funzione dell'impianto di ricarica; si vede che la pendenza delle linee di tendenza nel periodo 2014-2019 è più accentuata rispetto alla tendenza del periodo precedente. Ciò significa che, pur in un quadro di generale diminuzione delle concentrazioni di nitrati, nel periodo 2014-2019 l'abbassamento avviene più rapidamente. Va tuttavia considerato che il pozzo Ceccarino è posizionato in sinistra idrografica, dove, verosimilmente, gli effetti della ricarica dovrebbero essere molto meno rilevanti (vedi Figura 4).

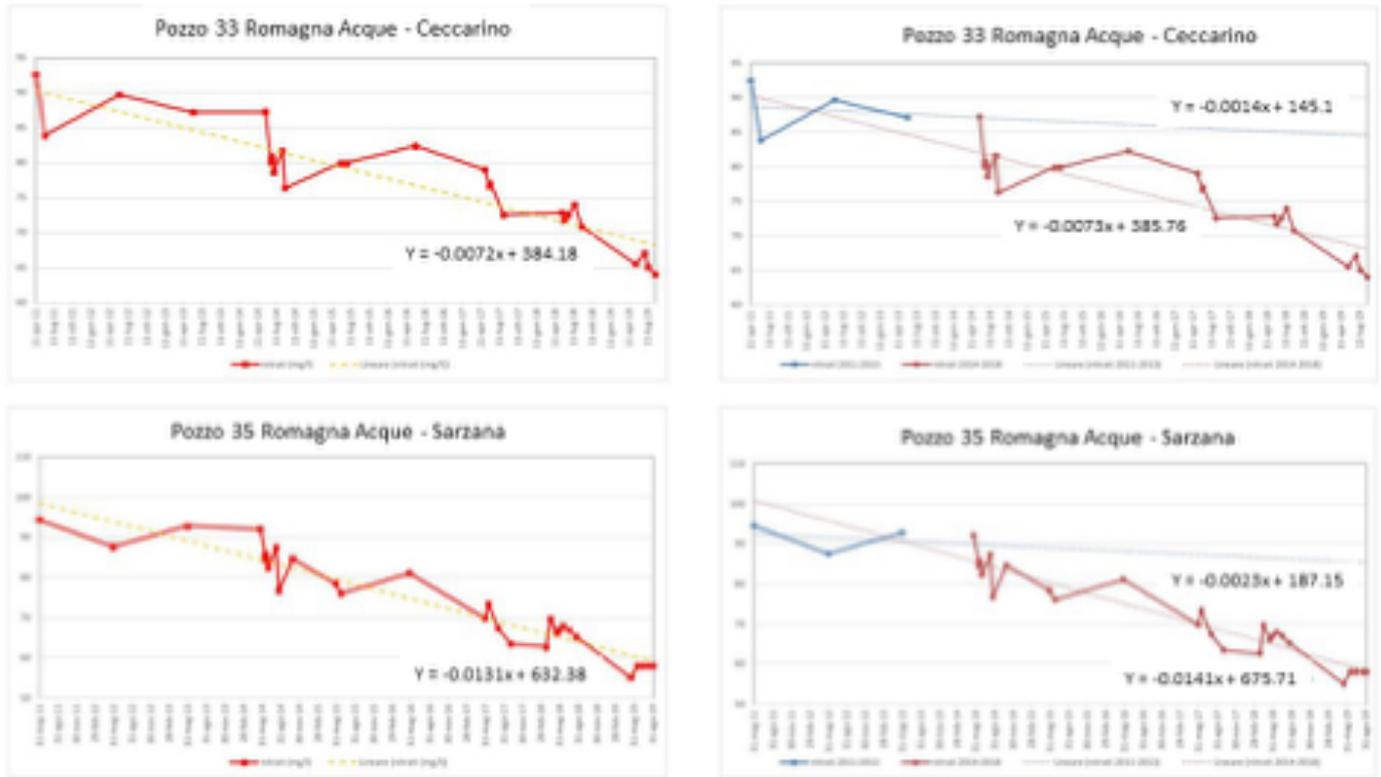


Figura 7: Andamento dei nitrati nei pozzi di Romagna Acque Ceccarino e Sarzana. Per ogni pozzo sono riportati due grafici, uno (a sinistra) con trend generale dal 2011 al 2019, ed uno (a destra) con il trend diviso in due periodi, 2011-2013 e 2014-2019.

I nitrati nei pozzi della rete regionale acque sotterranee di ARPAE presenti nella zona di interesse

In figura 7 sono riportati i dati dei nitrati per i tre pozzi della rete ARPAE ricadenti nella zona di interesse. Analogamente a quanto fatto per i pozzi di Romagna Acque, per ogni pozzo sono stati riportati due grafici, uno con il trend dei nitrati per l'intero periodo di osservazione (a sinistra in figura 8), ed uno con il trend suddiviso nel tempo rispetto all'entrata in funzione dell'impianto di ricarica (a destra in figura 8).

Nel pozzo di ARPAE RN33-00 (profondo 58 metri) la linea di tendenza riferita all'intero periodo indica una generale diminuzione dei valori di concentrazione dei nitrati, e la linea di tendenza riferita al periodo 2014-2019 indica un'accelerazione dell'abbassamento.

Nel pozzo di ARPAE RN33-01 (profondo 27 metri) la tendenza generale dei nitrati indica un leggero aumento delle concentrazioni; osservando però il grafico con il trend diviso rispetto all'entrata in funzione dell'impianto di ricarica si vede che l'aumento dei valori avviene principalmente nel periodo 2010-2013, mentre nel secondo periodo, il trend tende ad appiattirsi.

Nel pozzo RN21-02 (profondo 53.6 metri) il trend dell'intero periodo è negativo; sono negativi anche i trend suddivisi secondo l'entrata in funzione della ricarica, ed il trend nel periodo con la ricarica attiva è più accentuato rispetto ai precedenti. Questo pozzo è ubicato a fianco del pozzo Sarzana di Romagna Acque di cui si è detto poc'anzi, ma la loro profondità è diversa (53.6 metri l'RN21-02, 38 metri il Sarzana).

I pozzi RN33-00 e RN33-01 si trovano in sinistra idrografica del Marecchia, dove, come già rimarcato per il pozzo di Romagna Acque "Ceccarino", gli effetti della ricarica dovrebbero essere sicuramente meno rilevanti rispetto alla destra idrografica (vedi Figura 4).

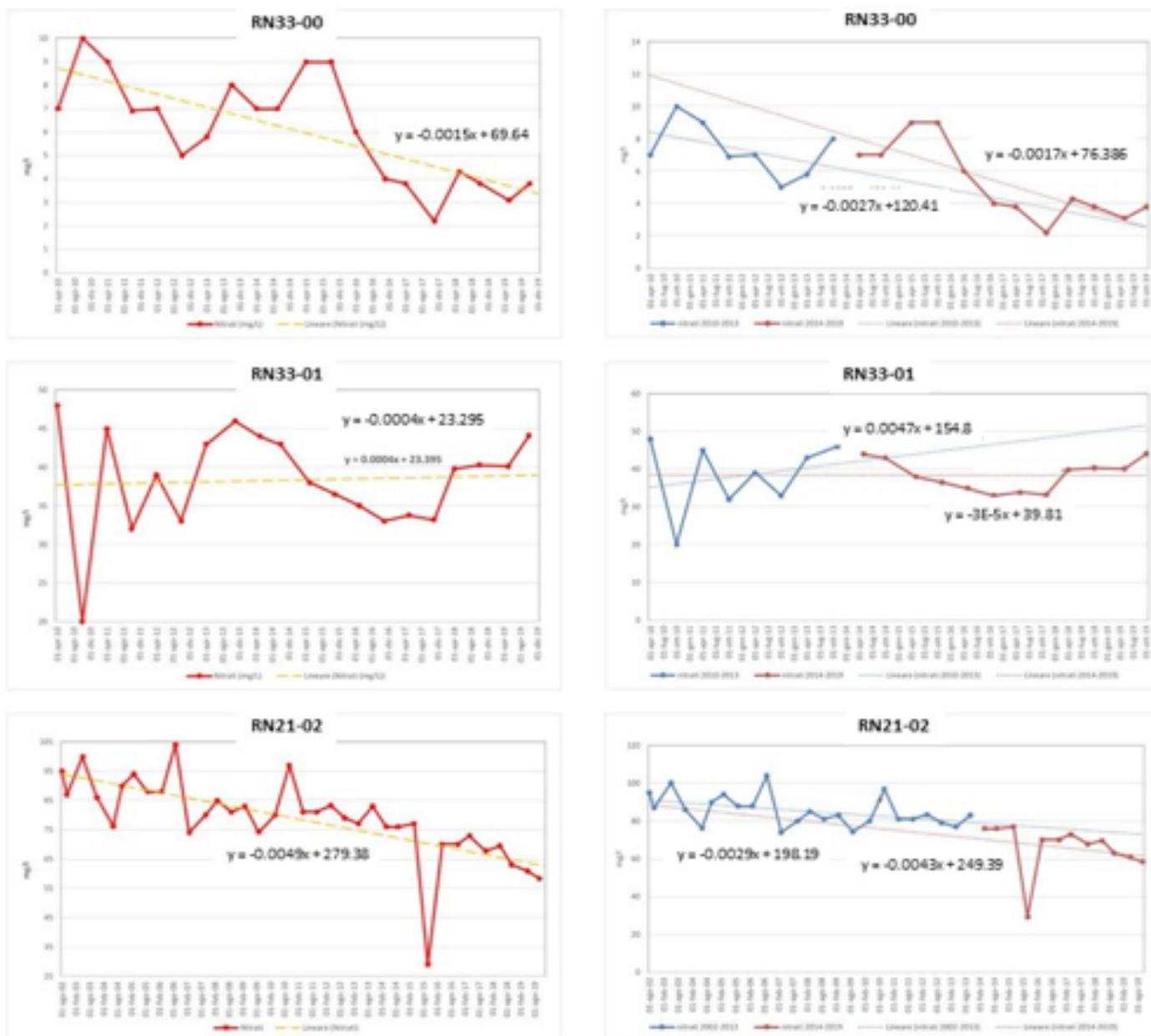


Figura 8: Andamento dei nitrati e loro trend nei pozzi ARPAE. Nei grafici a sinistra è rappresentato il trend generale dal 2010 al 2019 per i pozzi RN33-00 ed RN33-01 e dal 2002 al 2019 per il pozzo RN21-02; nei grafici a destra il trend è diviso in due periodi, 2010-2013 e 2014-2019 per i pozzi RN33-00 ed RN33-01 e 2002-2013 e 2014-2019 per il pozzo RN21-02.

Analisi dei dati considerati

Il trend dei nitrati nei punti di controllo analizzati è sempre in diminuzione, fatta esclusione per i punti con valori di nitrati molto basso e l'RN33-01 (rete ARPAE), che è sostanzialmente stabile.

In Figura 8 sono riportati i valori dei coefficienti angolari delle rette che indicano il trend lineare dei nitrati nel periodo 2014 - 2020. In questa figura il trend è espresso in milligrammi di nitrati per litro all'anno, ovvero il valore riportato indica di quanti milligrammi al litro i nitrati sono mediamente diminuiti dal periodo (anni) di osservazione considerato.

Per i punti con nitrati molto bassi o sostanzialmente stabili questo valore è stato indicato "zero", negli altri casi è sempre negativo, indicando quindi un trend in diminuzione; valori più negativi del trend, indicano una diminuzione più marcata nel tempo dei nitrati. I punti cerchiati di rosso sono quelli in cui i nitrati sono diminuiti in modo maggiore nel periodo analizzato. Come si vede essi sono sia a valle che a monte idrogeologico del lago.

Tuttavia, i punti ricadenti nell'area maggiormente influenzata dalla ricarica hanno valori di nitrati molto bassi (indicati da zero in Figura 9), oppure, ad eccezione del RN21-02, hanno valori di trend abbastanza negativi.-

Questo è di certo un dato positivo, pare quindi che la ricarica possa avere avuto un effetto favorevole sulla qualità dei nitrati in falda, abbassandone la concentrazione attraverso la diluizione con acque superficiali povere di nitrati.

I tre pozzi della rete ARPAE, il pozzo Ceccarino di Romagna Acque ed il punto RM24 della rete di ricarica, hanno valori di trend molto più bassi rispetto a quelli della rete ricarica (ad esclusione del punto RM24) e del pozzo Sarzana di Romagna Acque. Fatta esclusione per il RN33-01, si tratta di pozzi profondi almeno 40 metri. La diminuzione dei nitrati pare quindi più lenta nella parte inferiore dell'acquifero, sia in destra che in sinistra idrografica. Quindi, e, se pure in un contesto di acquifero freatico come è quello qui considerato, pare evidenziarsi un gradiente verticale nella distribuzione dei nitrati, e pare quindi che i dati dei pozzi più profondi non siano strettamente confrontabili con quelli più superficiali, sia come andamento nel tempo che come valori assoluti.

Va osservato che il pozzo Sarzana ed il pozzo RN21-02 sono vicinissimi tra loro ma hanno un valore del trend differente. Tuttavia, come detto, il pozzo Sarzana è meno profondo del RN21-02 e questo potrebbe forse giustificare un loro valore diverso nel trend dei nitrati.

E' inoltre verosimile che il flusso dal lago si distribuisca più velocemente nella parte alta dell'acquifero, diluendo quindi più velocemente i nitrati nella parte più superficiale della falda.

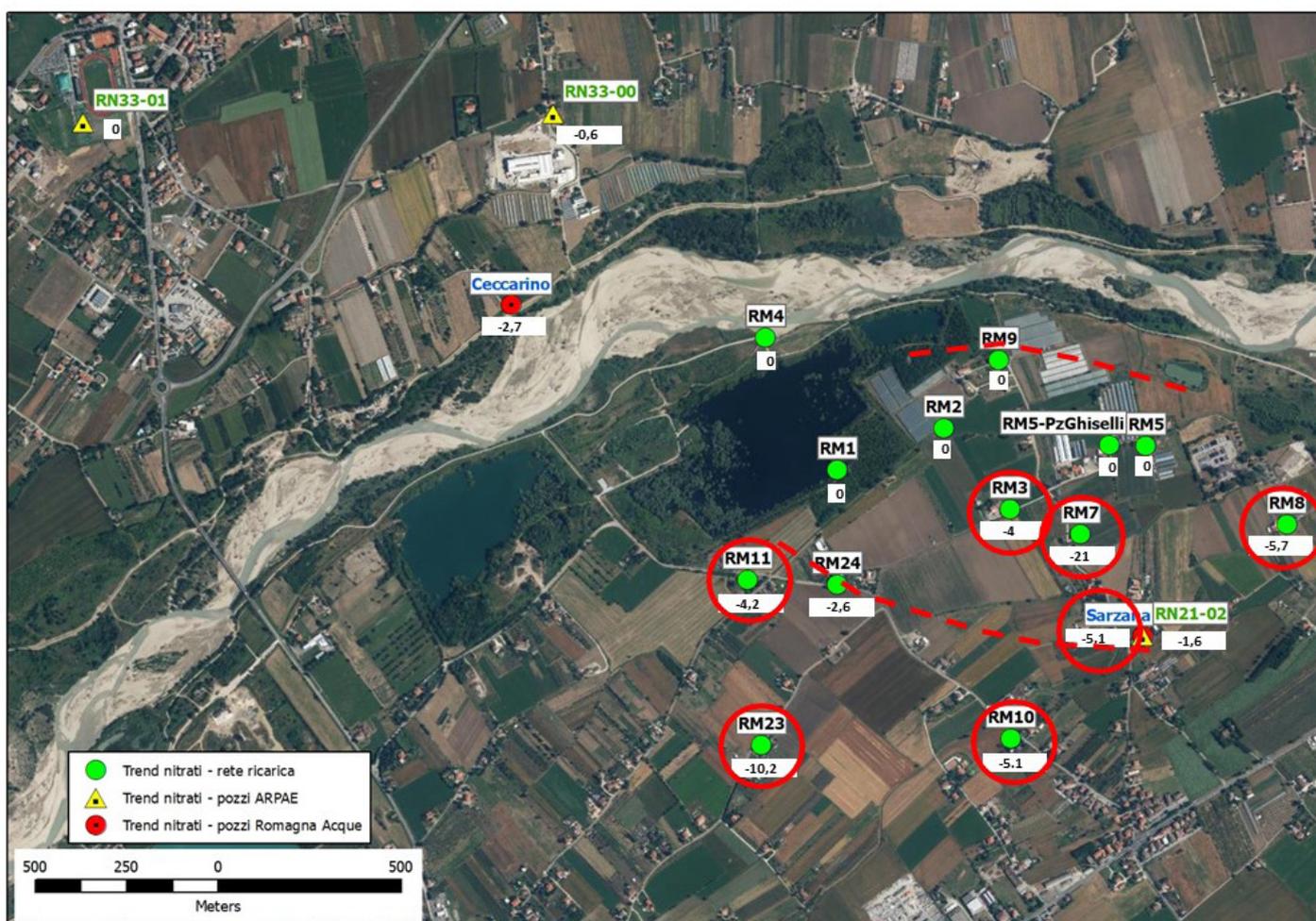


Figura 9: trend dei nitrati nel tempo espresso in mg/l/anno. Il valore negativo indica che i nitrati nel tempo sono diminuiti. Lo zero indica punti con valori di nitrati molto bassi, o con trend stabile nel tempo. Il RM7 ha uno storico più breve degli altri. Linee rosse: area maggiormente influenzata dalla ricarica (da Figura 4).

Conclusioni

Il trend dei nitrati nei punti di controllo analizzati è sempre in diminuzione, fatta esclusione per i punti con valori di nitrati molto basso e un punto della rete ARPAE che è sostanzialmente stabile. Tuttavia, alla luce dei dati disponibili, ad oggi non si può affermare con certezza che ci sia un diretto rapporto causa-effetto tra ricarica e abbassamento delle concentrazioni di nitrati, anche se ci sono di certo alcuni elementi incoraggianti.

Nell'area più prossima al lago, dove l'influenza della ricarica è massima, i valori dei nitrati sono più bassi che altrove, e in tutta la zona in cui si diffonde l'acqua di ricarica l'abbassamento dei nitrati nel tempo è generalmente veloce (vedi Figura 4, Figura 5 e Figura 9).

Tuttavia, l'analisi dei trend ha mostrato che nel periodo in cui è stata attiva la ricarica (2014 – 2019) le concentrazioni di nitrati sono diminuite rapidamente anche nelle aree poco o per nulla influenzate dalla ricarica.

I dati della rete di controllo per il 2020 mostrano generalmente che, in assenza di ricarica aggiuntiva, laddove i nitrati sono presenti in modo apprezzabile, prosegue il trend in diminuzione che ha caratterizzato il periodo dal 2015 in poi.

Si è inoltre osservato e considerato che:

- nei punti della rete di controllo della ricarica ed in alcuni punti della rete ARPAE i valori dei nitrati mostrano spesso delle forti escursioni, come è abbastanza normale in un contesto di acquifero freatico. Le variazioni positive (RM7 e RM11), potrebbero essere messe in relazione con la presenza di fonti locali di ingresso dei nitrati;
- i valori massimi dei nitrati nei punti della rete di controllo della ricarica si registrano generalmente nel 2015. L'aumento dei nitrati nel 2015 è probabilmente da mettere in relazione con un periodo di forti precipitazioni (2014 – 2015), che spesso causano il dilavamento dei terreni insaturi ed il conseguente aumento dei nitrati in falda;
- è probabile che il flusso dal lago si distribuisca più velocemente nella parte alta dell'acquifero, diluendo quindi più velocemente i nitrati nella parte più superficiale della falda;
- se pure in un contesto di acquifero freatico come è quello qui considerato, sembra evidenziarsi un gradiente verticale nella distribuzione dei nitrati, sia per quel che riguarda il trend che per quel che riguarda i valori assoluti;
- in destra idrografica i nitrati aumentano progressivamente allontanandosi dal lago di ricarica e dal fiume. In sinistra idrografica, pur con un numero di punti di controllo decisamente inferiore rispetto alla destra idrografica, la situazione pare differente, dato che il pozzo Ceccarino, molto vicino al fiume, ha valori di nitrati molto alti. Si tratta tuttavia di un pozzo molto profondo (74 metri) e quindi evidentemente poco connesso con il fiume.